

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE
ABHANDLUNGEN · NEUE FOLGE, HEFT 133

GEORG TROLL

Gliederung der redwitzitischen Gesteine Bayerns
nach Stoff- und Gefügemerkmalen

Teil I:

Die Typlokalität von Marktredwitz in Oberfranken

mit 7 Tafeln, 32 Abbildungen im Text,
21 Tabellen und 2 Beilagen

MÜNCHEN 1968

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KOMMISSION BEI DER C.H.BECK'SCHEN VERLAGSBUCHHANDLUNG MÜNCHEN

Als Habilitationsschrift auf Empfehlung der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität München gedruckt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.
Druck der C.H. Beck'schen Buchdruckerei Nördlingen
Printed in Germany

INHALT

	Zusammenfassung – Summary	5
1.	Einführung	7
1.1.	Vorwort	7
1.2.	Geologische Situation	7
1.3.	Forschungsgeschichte	7
1.4.	Das Problem	8
1.5.	Gliederungsmöglichkeiten und Gliederungsmethoden	9
1.6.	Definitionen zum Begriff „Redwitzit“	9
1.7.	Untersuchungsmethoden und Darstellung	11
2.	Geologie und Petrographie der redwitzitischen und redwitzitoiden Gesteine	15
2.1.	Die Redwitzite Oberfrankens	15
2.1.1.	Die Umgebung von Marktredwitz	15
2.1.1.1.	Geologisches Auftreten	15
2.1.1.2.	Äußere Beschaffenheit der Redwitzite	15
2.1.1.3.	Frühere Bearbeitungen	16
2.1.1.4.	Aufschlüsse und Fundpunkte	18
2.1.1.5.	Petrographische Beschreibung der einzelnen Vorkommen	20
2.1.1.6.	Zusammenfassung der Gesteinsbeschreibung	47
2.1.1.7.	Der chemische Stoffbestand der Redwitzite und ihrer Minerale	51
2.1.1.8.	Zusammenfassung des Chemismus der Redwitzite und ihrer Minerale	79
2.1.1.9.	Folgerungen – Conclusions	81
2.1.1.10.	Zitierte Schriften	84

ZUSAMMENFASSUNG

In einem ca. 20 km² großen Gebiet NE Marktredwitz/Oberfranken sind prägranitische Intrusivgesteine von noritischem bis granodioritischem Chemismus verbreitet. Sie enthalten 15–25 Volumenprozent primären Biotit. Das sperrige Gefüge der Biotite verleiht den Gesteinen einen auffälligen Habitus. WILLMANN (1920) führte für sie den Namen „Redwitzit“ ein.

Nach ihrem Bauschemismus nehmen die Redwitzite insofern eine Sonderstellung innerhalb prägranitischer Intrusivgesteine (wie Quarzglimmerdiorite, Appinite etc.) ein, als ihr K₂O-Gehalt in Beziehung zur Basizität des Gesteins verhältnismäßig hoch ist. Die Mineralparagenese ist folgende: Olivin, Hypersthen, Biotit, Labradorit und Hornblende I im primären Mineralbestand; Klinopyroxen, Andesin-Oligoklas, Hornblende II, Mikroklin und Quarz in der zweiten Kristallisationsphase. Die Kristallisation I wird als Ansammlung von magmatischen Einsprenglingen, die Kristallisation II als Wachstumsphase am Ort der Erstarrung gedeutet.

Die Konzentrationen von Mg- und Fe⁺²-Ionen zwischen den koexistierenden Mineralpaaren Hornblende und Biotit zeigen gesetzmäßige Abhängigkeiten voneinander. Danach kann eine Gruppe basischer Redwitzite von einer Gruppe dioritischer Redwitzite unterschieden werden. Die Hornblendensorten zeichnen sich durch niedrige Aluminium- und Alkali-gehalte aus, so daß sie innerhalb des bekannten Feldes von Hornblendenanalysen teilweise den Tremoliten (Grammatiten) nahestehen.

Die alten Auffassungen, die Redwitzite seien Strukturvarietäten granitischer Lamprophyre bzw. Mischgesteine von Para- und Orthomaterial, werden für die Typlokalität abgelehnt.

SUMMARY

Pre-granitic intrusive rocks having noritic to granodioritic chemical composition and containing 15–25 volume percent primary biotite occur in an area of approximately 20 km² northeast of Marktredwitz/Upper Frankonia. The blocky fabric of the biotite imparts a striking texture to these rocks. WILLMANN (1920) introduced the term "redwitzite" for them.

The bulk composition places the redwitzites into a special position within the pregranitic intrusive rocks (such as quartz-mica-diorites, appinites etc.), since the K₂O content is relatively high in view of the basic character of the rock. The mineral paragenesis is as follows: olivine, hypersthene, biotite, labradorite and hornblende I as primary constituents; clinopyroxene, andesine-oligoclase, hornblende II, microcline and quartz as constituents of a

second phase of crystallization. The primary mineral constituents are interpreted as an accumulation of magmatic phenocrysts; crystallization II is considered to be a growth phase at the site of solidification.

The concentrations of Mg- and Fe⁺²-ions between the coexisting mineral pairs hornblende and biotite show systematic relationships. On this basis a group of basic redwitzites can be distinguished from a group of dioritic redwitzites.

The hornblendes are characterized by low amounts of alumina and alkalies; this places them close to tremolite (grammatite) within the known chemical variation field of the amphiboles.

The earlier interpretations that redwitzites are structural varieties of granitic lamprophyres or mixed rocks of para- and ortho-material cannot be supported for the redwitzites at the type locality.

1. EINFÜHRUNG

1.1. Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde in den Jahren 1964–1967 am Institut für Gesteinskunde der Universität München¹ (Vorstand: Prof. Dr. GEORG FISCHER) mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

1.2. Geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet liegt im West- und Südwestteil der Böhmisches Masse, deren Grundgebirge aus verschiedenen geologischen Einheiten präkambrischen bis paläozoischen Alters aufgebaut wird, während ihr ungefaltetes Deckgebirge mesozoischen bis quartären Alters nur in Teilbereichen erhalten ist. Das ein- bis mehrfach gefaltete und metamorphosierte Grundgebirge der Böhmisches Masse gliedert sich im Westen in das südlich gelegene Moldanubikum („moldanubische Region“ nach F. E. SUESS, 1903 und F. KOSSMAT, 1927) und das nördlich gelegene Saxothuringikum (F. KOSSMAT, 1927). Das Moldanubikum enthält sicherlich Sedimente präkambrischen, das Saxothuringikum solche paläozoischen Alters. Zumindest Teile des Moldanubikum sind polymetamorph. In beiden Einheiten ist die jüngste Metamorphose variszisch.

Die redwitzitischen Gesteine (ihrem Stoffbestand nach intermediär bis basisch) treten ohne petrographische Unterschiede sowohl im Moldanubikum als im Saxothuringikum auf, ganz abgesehen von der genauen Grenzziehung zwischen den Einheiten (Erbendorfer Linie KOSSMATS 1927 bzw. Luhelinie VOLLS 1960, S. 361–367).

Diese Tatsache schließt bei den großen Verschiedenheiten der Bildungsgeschichte beider Komplexe eine prävariszische Entstehung aller redwitzitischen Gesteine aus.

Eine eingehendere geologische Schilderung des Raumes gibt für den Nordteil VOLL 1960 (S. 10–12 und Taf. 5).

1.3. Forschungsgeschichte

C. W. von GÜMBEL, der eine erste umfangreiche geognostische Beschreibung Bayerns verfaßte, betrachtete die redwitzitischen Gesteine als Teil einer mehr oder weniger geschlossenen Gruppe und benannte sie zusammen mit Quarzglimmerdioriten und Paliten des Bayerischen Waldes „Syenitgranite“ (1868, S. 286–293; 1879, S. 140–142; vgl. auch GÜMBELS Geologische Karte 1 : 100000 von Bayern: Bl. Münchberg, Bl. Erbendorf, Bl. Waidhaus-Zwiesel, Bl. Cham, Bl. Regensburg und Bl. Passau).

¹ D-8000 München 2, Luisenstr. 37.

Zu Zeiten von E. WEINSCHENK wäre nach GLUNGLER (1905, S. 190–199), und KRETZER (1912, S. 26–28) vor allem WILLMANN (1920) zu nennen, der über die Nomenklaturvorschläge „Syenitgranit“ nach v. GÜMBEL und „Quarzmonzonit“ nach KRETZER hinaus die Gesteine nach dem Städtchen Marktredwitz (ehemals Markt Redwitz) als „Redwitzite“ bezeichnete.

Drückt sich in der Namengebung „Syenitgranit“ deutlich die Auffassung aus, es handle sich um intrusive Massengesteine, so deutet sie WILLMANN als Strukturvarietät granitischer Lamprophyre (1920, S. 33).

Anschließend an WILLMANN'S Bearbeitung nahm WURM die Typuslokalität östlich Marktredwitz geologisch auf (1925, S. 208–215; insbesondere 1932, S. 15–18 und Taf. 1 und 2 als Erläuterung zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Bl. Wunsiedel). Er teilte die Auffassungen WILLMANN'S nicht, da er zeigen konnte, daß bei den Redwitziten von Marktredwitz ein älteres basisches Stamm-Magma vorhanden war, das sich mit jüngerem porphyrischem Granit vermischt hat.

G. FISCHER fand bei seinen Untersuchungen über die Gabbroamphibolitmasse von Neukirchen b. Hl. Blut in deren Gneisrahmen redwitzitische Gesteine, deren geologisches Auftreten von dem der Redwitzite Oberfrankens und der nördlichen Oberpfalz abwich (1930, S. 274–277 und 389–390). Im Zuge seiner seit dem Jahre 1945 zusammen mit seinen Schülern betriebenen Neuaufnahme des Ostbayerischen Grundgebirges wurden immer wieder neue Vorkommen redwitzitischer Gesteine entdeckt (vgl. Geologische Karten von Bayern 1 : 25 000 mit Erläuterungen, Blätter Nr. 5837, 5937, 6038, 6340, 6341, 6438, 6440, 6441, 6539, 6540, 6640, 6838, 6839 und Geologische Karte von Bayern 1 : 500 000 mit Erläuterung, 2. Auflage 1964, S. 13).

Es wird im folgenden versucht, die verstreuten Vorkommen der südlichen Oberpfalz und des Bayerischen Waldes im Zusammenhang mit den räumlich größeren Redwitzitgebieten Oberfrankens und der nördlichen Oberpfalz zu sehen, die Gesteinskörper genauer zu erfassen und so im Vergleich einen Schlüssel zum Verständnis der Entstehung redwitzitischer Gesteine zu finden.

1.4. Das Problem

Wie die Forschungsgeschichte zeigt, wurde die Beteiligung intrusiver Gesteine an der Zusammensetzung der redwitzitischen Gesteine und damit an ihrer Entstehung kaum gezeugnet. HEGEMANN (1932, S. 233–284) betont in Anlehnung an die früheren Arbeiten von DRESCHER (1925, 1927, 1930), daß die Redwitzite, die mit den Quarzglimmerdioriten verwandt seien, hybride „Migmatite“ („Paradiorite“ gegenüber Orthodioriten), d. h. Assimilationsprodukte von Paragneismaterial durch Granit seien. Unabhängig von ihm deutet FISCHER sog. „Redwitzite“ als „Mischprodukte aus basischen Eruptiv- oder Sedimentmaterial mit Granit oder granitischen Teilschmelzen“ (1930, S. 277) bzw. als „Erstarrungsgesteine mit deutlichen Relikten aufgeweichter und halbverdauter Gneisschollen“ (1936, S. 737). Bei diesen Ansichten bleibt zu berücksichtigen, daß sie sich auf redwitzitische Gesteine der südlichen Oberpfalz und des Bayerischen Waldes beziehen, während für die typischeren Vorkommen in Oberfranken und der nördlichen Oberpfalz eine solche Auffassung wohl erörtert, aber meines Wissens kaum veröffentlicht wurde. Analog wurde argumentiert, die Redwitzite der Saxothuringischen Zone könnten Mischprodukte spätvariszischer granitischer Schmelzen mit Amphiboliten oder gar Marmoren (Hinweis in v. GAERTNER 1950, S. 442; STETTNER 1960, S. 13–14) paläozoischer Herkunft sein. Im Mühlviertel schließlich hat GRABER (1930, S. 16–24) auf eine ähnliche Genese von Mischgesteinen auf-

merksam gemacht, die er in der Arbeit aus seinem Nachlaß (1956, S. 186) eingehender als „Mischformen zwischen Weinsberger Granit und Amphibolit“ beschreibt. Er kommt zu dem Schluß, daß „die Redwitzite K. WILLMANN'S (1920) (Markt Redwitz im Fichtelgebirge) nur sehr unklar definierte Erstarrungs(?)gesteine verschiedener Ausbildung“ sind. Aus diesem Grund werde die Bezeichnung Redwitzite für basische, eisen-, magnesia- und kalkreiche Mischungen nicht mehr verwendet. Daraus geht hervor, daß der Begriff „Redwitzit“ in den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts eine übermäßige Ausbreitung erfahren hat, und es nun an der Zeit ist, ihn sinnvoll zu begrenzen und seine Bedeutung auf nachweislich erfaßbare Merkmale der Gesteine einzuengen.

Es stellt sich nun ein doppeltes Problem: erstens die Vielfalt der als redwitzitisch bezeichneten und anzusprechenden Gesteine zu sichten, modal zu vermessen und dadurch nach Gesichtspunkten des Stoffbestandes und des Gefüges zu gliedern; zweitens die gleichen Gesteine auf die Möglichkeiten ihrer Genese zu prüfen. Dazu werden geologische Karte und Profil, petrographische Beobachtungen im Mineralbereich (Mineralparagenese etc.) sowie petrochemische Methoden herangezogen werden, um Vorgänge der Differentiation, Assimilation, Mesitit, Metamorphose, Kontaktbildung etc. unterscheiden zu können. Innerhalb der Entstehungsmöglichkeiten wird ein besonderes Augenmerk auf den Grenzbereich metamorph-magmatisch zu richten sein, zumal die Vorkommen des südlichen Oberpfälzer Waldes und des Bayerischen Waldes, also die Vorkommen im Moldanubikum häufig als konkordante Lagen dem Gneisbau eingeschichtet sind oder in bereits stark anatektischen (diatektischen) Gneisen eingelagert sind.

Als Letztes wäre der Versuch zu unternehmen, die verschiedenen redwitzitischen Gesteine als prä-, para- oder postmetamorphe Körper in die regionale Erdgeschichte einzugliedern.

1.5. Gliederungsmöglichkeiten und Gliederungsmethoden

Nach fünf Prinzipien lassen sich die redwitzitischen Gesteine gliedern:

1. nach regionalen Gesichtspunkten,
2. nach der geologischen Lagerung,
3. nach mineralogischer Zusammensetzung,
4. nach dem Chemismus,
5. nach der Art der Petrogenese.

Es wurde eine Gliederung nach regionalen Gesichtspunkten gewählt; diese Methode ist unmißverständlich, unabhängig von Lehrmeinungen, klar überblickbar und ermöglicht eine mühelose Verbindung mit Betrachtungsweisen der geologischen Lagerung oder auch mineralogischer sowie chemischer Zusammensetzung. Außerdem ist damit bereits der Ansatz zu regionalen Vergleichen gegeben. In einem letzten Abschnitt über Fragen der Petrogenese bleibt dann Raum für vergleichende Betrachtung und die Deutung der Erscheinungen im Zusammenhang.

1.6. Definitionen zum Begriff „Redwitzit“

a) **Literatur:** Der von WILLMANN (1920) für eine Gruppe von granitischen Lamprophyren geprägte Begriff ist leider mit genetischer Gesteinsdeutung belastet, die heute von niemandem mehr geteilt werden kann. WILLMANN hat aber immerhin die „Redwitzite“ auf

² München Ak.-Abh. math.-nat. 1968 (Troll)

den Raum von Marktrechwitz bis etwa zur Linie Neustadt an der Waldnaab-Hardt bei Floß beschränkt. Erst in späteren Jahren wurde der Begriff ausgedehnt und auch für Gesteine südlich Neustadt-Floß angewandt. So versucht ihn bereits TRÖGER (1935, S. 331, Nr. 975) als Sammelnamen aus seiner Systematik der Eruptivgesteine auszuschneiden.

b) Neufassung: Die vorliegende Untersuchung möchte den Begriff „Redwitzit“ weder ausmerzen noch als Typus eines festumrissenen Eruptivgesteins im Sinne der Eruptivgesteins-Systematik verwenden. Vielmehr soll Redwitzit Sammelname für eine regional zusammengehörige Gruppe von basischen bis intermediären Eruptivgesteinen sein, darüber hinaus jedoch adjektivisch in den Wörtern „redwitzitisch“ oder „redwitzitoid“ als Gefügebezeichnung für sperrige Biotitgefüge (s. u.) gebraucht werden. Das Verbreitungsgebiet der Redwitzite im strengen Sinne bleibt das von WILLMANN beschriebene Oberfrankens und der nördlichen Oberpfalz. Verwandte Gesteine aus anderen Gebieten werden im folgenden stets als redwitzitisch oder redwitzitoid bezeichnet. Die bindende Klammer solcher Gesteinstypen bleibt die Führung sperriger Biotite, eine Eigenschaft, die meines Erachtens die Eigenständigkeit als Eruptivgesteinstyp nicht rechtfertigt, aber als Beifügung zum Gesteinstyp (z. B. redwitzitischer Diorit, redwitzitoider Hornblende-Anatexit) eine wertvolle Ergänzung der Benennung ist, ohne daß dadurch von vornherein eine Entscheidung über die Petrogenese des betreffenden Gesteins als Magmatit oder Metamorphit zu fällen wäre. Die Leitvorkommen redwitzitischer Gesteine können außerdem durch Lokalitätsangaben voneinander abgegrenzt werden, wie z. B. Glimmerdiorit von Grafenstein, Metagabbro von Oberpfreimd etc.

c) Anwendung: In Anlehnung an die appinitischen Gesteine Schottlands und Irlands möge ein mit Hilfe der Farbzahlen entworfenes Nomenklaturschema (vgl. FRENCH 1966, S. 316, Fig. 1) veranschaulichen, wie die Sonderformen der redwitzitischen und appinitischen (als anderes Beispiel) Ausbildung ins allgemeine Differentiationsschema der Intrusivgesteine einzupassen sind. Das Schema einer redwitzitischen Serie in Analogie an Diorit bzw. Appinit ist allerdings nur für die nachweislich intrusiven Redwitzitgesteine anwendbar (Abb. 1).

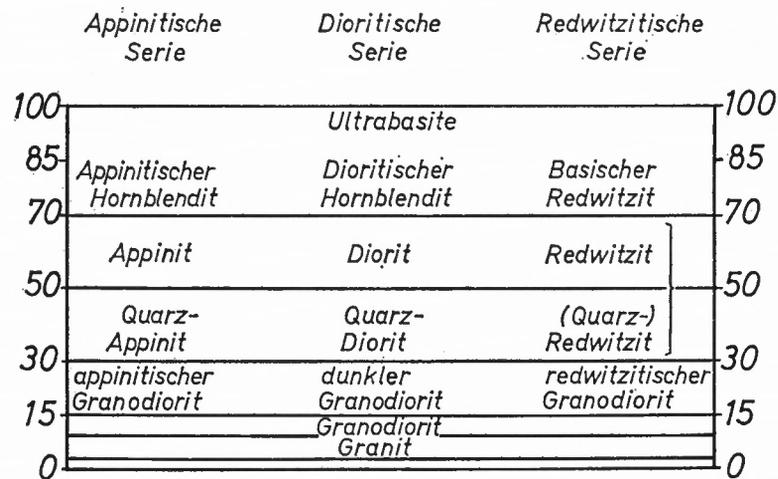


Abb. 1: Gliederung der redwitzitischen Serie (intrusive Redwitzite Oberfrankens und der nördlichen Oberpfalz) nach der Farbzahl (in Nummern) und Vergleich mit der dioritischen und appinitischen Serie Nordirlands (vgl. FRENCH 1966).

d) Zusammenfassung: 1. Als „Redwitzit“ werden Intrusivgesteine bezeichnet, die im Raum Oberfranken-nördliche Oberpfalz auftreten und zur Serie der basischen Vorläufer der postmetamorphen Granite gehören. Innerhalb dieser Gesteinsgruppe zeichnen sich die wesentlichen Vertreter durch sperrige Biotite aus.

2. Als „redwitzitisch“ werden Gesteine bezeichnet, die ein „redwitzitisches“ Gefüge besitzen, d. h. die sperrige Biotite (ähnlich dem Biotitgefüge der Redwitzite des Typusgebietes) führen.

3. Als „redwitzitoid“ sind demnach und nach internationalem Sprachgebrauch Gesteine zu bezeichnen, die ein Biotitgefüge besitzen, das dem der Typusredwitzite ähnlich ist.

1.7. Untersuchungsmethoden und Darstellung

Die folgenden Ausführungen schließen sich an den Abschnitt „Gliederungsmethoden“ (1.5.) an:

1.7.1. Zur Geologischen Kartierung (vgl. Beilage 1)

Um die größeren Redwitzitareale innerhalb des Saxothuringikums kartistisch genauer zu erfassen, wurde besonderer Wert auf die Verbreitung gleicher bzw. ähnlicher Gefügetypen gelegt (vgl. Beilage 2). Nur eine solche geologische Aufnahme ermöglicht eine Untergliederung der Komplexe, da sich unterschiedlicher Modalbestand und unterschiedlicher Chemismus der vorzugsweise intermediären Intrusivgesteine bei den vorhandenen fließenden Übergängen einer kartenmäßigen Erfassung entziehen. Außerdem wurde, wo es bei den spärlichen Aufschlüssen möglich war, der Versuch unternommen, aus der geologischen Lagerung Rückschlüsse auf die Bildungsbedingungen der redwitzitischen Gesteine zu ziehen, z. B. zu entscheiden, ob Intrusivkontakte vorliegen, ob ein Kontakthof vorhanden ist, ob Einschlüsse reliktsche Merkmale zeigen, ob mineralfazielle Unterschiede zwischen redwitzitischen Gesteinen und ihrer Umgebung auftreten und anderes mehr. Auf diese Geländebeobachtungen stützt sich ein großer Teil der Deutungen. Daher sind die Geländebeobachtungen in mannigfachen Skizzen und Fotos festgehalten und der Arbeit dokumentarisch beigelegt. Um diese Dokumentation zu gewährleisten, wurden auch spezielle Fundortsbezeichnungen der wichtigen Vorkommen erstellt. Andernfalls sind die Fundpunkte in Form der GAUSS-KRÜGER-Koordinaten genau angegeben. Eine Aufschlußliste am Anfang der einzelnen Abschnitte erleichtert dem Leser die Arbeit.

1.7.2. Zur Petrographie

a) Gefügebeobachtungen: Auf Grund der z. T. cm-körnigen Gesteine kann sich eine Gefügecharakteristik nicht auf den mikroskopischen Bereich beschränken. Es wurden von den grobkörnigen bis riesenkörnigen Redwitziten typischer Vorkommen größere Anschnitte (ca. 100 cm²) gesägt und zusammen mit einem Maßstab photographiert. Von den Vergrößerungen der Photographien im Maßstab 1:2 bis 1:3 wurden durch Auflegen einer Oleate die Biotite abgezeichnet. Diese Zeichnungen wurden auf natürliche Größe verkleinert und zeigen so das typische redwitzitische Gefüge sperriger Biotite in allen Spielarten.

Die Körnigkeit der Gesteine ist entweder in Durchschnittswerten nach dem Dezimalsystem (TEUSCHER 1933, Tab. 4) oder es sind für einzelne Mineralkomponenten Maximalwerte angegeben. Im allgemeinen Fall genügt eine Einordnung in die Hauptgliederung

grobkörnig (durchschnittliches Korn $> 3,3$ mm) – mittelkörnig (durchschnittliches Korn 1 mm bis 3,3 mm) und klein- bzw. feinkörnig (durchschnittliches Korn < 1 mm).

b) Mikroskopische Methoden: Den Grundstock der vorliegenden mikroskopischen Untersuchungen bilden die Modalanalysen (s. jeweils die einzelnen Tabellen). Sie wurden im Punktzählverfahren mit einem Point-counter der Fa. Swift & Son/London erstellt. Dabei wurde ein quadratisches Punktraster mit einer Maschenweite von ein Drittel Millimeter ausgezählt. Die Genauigkeit ist im Einzelfall durch die angegebene Punktzahl (Summe der Meßpunkte) und die Korngrößenangaben der einzelnen Mineralien (im Text) gegeben (vgl. SOLOMON & GREEN 1966).

Bei der Vermessung des modalen Stoffbestandes wurden Sekundärminerale (Carbonat, Serizit, Leukoxen, Chlorit etc.) nur in Ausnahmefällen gesondert, im allgemeinen dagegen zu den Primärmineralien hinzugezählt, wenn eine eindeutige Diagnose es erlaubte.

Die Farbzahlen (in Volumenprozenten) umfassen den Modalbestand aller Mafite einschließlich der Ca-Mineralen und der Accessorien. Die Farbzahl ist damit eine genauere und allgemeinere Maßzahl für die Basizität des betreffenden Gesteins als etwa das spezifische Gewicht oder bestimmte Werte der chemischen Normberechnung.

Der Plagioklas-Chemismus ist als Anorthitkomponente (An 100–0) in Molprozenten (Indexzahl) ausgedrückt. Die Bestimmungen erfolgten nach der Zonenmethode von RITTMANN (1929). Die Genauigkeit dürfte dennoch Schwankungen bis zu max. ± 3 Mol-% unterliegen. Es wird ausdrücklich betont, daß ausschließlich verhältnismäßig große Kristalle (bei Magmatiten Einsprenglingsplagioklase) untersucht wurden.

Zur vergleichenden Erfassung und genaueren Bestimmung des Pleochroismus wurde die kleine Farbmeßtafel von OSTWALD (1939) verwendet. Die Dicke der Dünnschliffe betrug dabei 0,020–0,030 mm.

Die optischen Achsenwinkel von Pyroxenen und Amphibolen weisen, soweit sie am Universal-Drehtisch direkt abgelesen werden konnten, eine Genauigkeit von $\pm 1^\circ$ auf, soweit ihre Werte jedoch mittels Konstruktion auf dem WULFFschen Netz ermittelt wurden, konnte nur eine Genauigkeit von $\pm 3^\circ$ erzielt werden. Die Auslöschungsschiefen N_z/C wurden jeweils durch Konstruktion des Poles der Spaltbarkeit in (110) auf dem WULFFschen Netz mit einer Genauigkeit von $\pm 2^\circ$ ermittelt.

Zur Bezeichnung des Körnigkeitsgrades der Gesteine wurde in der mikroskopischen Beschreibung das Gliederungsschema von TEUSCHER (1933, Tab. 4) verwandt. Innerhalb der Wachstumsgefüge wurde ein besonderes Augenmerk dem Habitus der einzelnen Mineralien geschenkt. Der Habitus ist eine Eigenschaft, die oftmals etwas über die Wachstumsbedingungen aussagt und die sich häufig, vor allem bei Feldspäten, Apatit und Zirkon auch als Kennzeichen zur Gliederung chemisch äquivalenter Gesteine eignet. Es wurde vorzugsweise die Schlankheit (= Elongation, abgekürzt = E) von wirteligen Kristallen gemessen, d. h. die Verhältniszahl von Länge in kristallographisch c zur Dicke (vgl. FISCHER, G. 1964, S. 278), oder es wurde bei monoklinen und triklinen Kristallen, z. B. Plagioklasen, als E' das Verhältnis von Erstreckung in c zur Tafeldicke b aufgefaßt (z. B.: $c:b = 4:1$, $E' = 4$).

1.7.3. Zur Petrochemie

a) Aufbereitung: Je nachdem, ob von einem betreffenden Gestein nur eine Bauschanalyse oder auch Mineralanalysen (vorwiegend Biotit- und Hornblende-Analysen) angefertigt wurden, wurden 5 bis 25 kg Gestein entnommen und in einem Backenbrenner gebrochen. Dann wurde für die Bauschanalyse ca. 100 g abgezweigt und in einem WIDIA-Gefäß mit einer Scheibenschwingmühle 2 Minuten staubfein gemahlen.

b) Bestimmungsmethoden: Die chemischen Vollanalysen wurden vom Verfasser allein oder unter Assistenz von Frau G. Cammann durchgeführt.¹ Die Analysenverfahren sind stets die gleichen gewesen: Die Kieselsäure wurde nach dem Sodaaufschluß gefällt, mit Flußsäure als Siliciumfluorid abgeraucht und als Wägedifferenz bestimmt. Aluminiumoxid wurde aus dem Flußsäureaufschluß mit Ammoniak gemeinsam mit den anderen Sesquioxiden gefällt, die kolorimetrisch bestimmt wurden. Die Differenz ergibt den Wert für Al_2O_3 . Kolorimetrische Bestimmungen erfolgten auch für die Titansäure, für Phosphor-pentoxid, Manganoxid (ZEISS-ELKO II). MgO und CaO wurden aus dem Filtrat der Ammoniakfällung, FeO nach Kochen in Flußsäure komplexometrisch titriert (METROHM-Titrator). Die Alkalien bestimmte ein Flammenphotometer (BECKMAN). Zur Wasserbestimmung wurde die PENFIELD-Methode angewandt. Als Aufschlußmittel diente Natriumwolframat oder Blei (IV)oxid. Der Schwefel wurde nach Alkaliaufschluß mit Bariumchlorid als Bariumsulfat gefällt; einzelne Kontrollbestimmungen führte dankenswerterweise das Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf mit einer Abröstanlage hoher Genauigkeit aus, was in den Tabellen mit dem Buchstaben (E) gekennzeichnet ist.

1.7.4. Zur Mineralchemie

a) Aufbereitung: Das Heraustrennen von Biotiten aus ca. 5 kg Gestein erfolgte in folgenden Arbeitsgängen:

1. Brechen des Gesteins in einem Backenbrecher.
2. Mahlen des gebrochenen Gesteins.
3. Sieben des Gemahlene in die Fraktionen $> 0,063$, $> 0,125$, $> 0,25$, $> 0,50$ mm.
4. Verwendung der Fraktion von Korndurchmessern $0,125-0,25$ mm bzw. $0,25-0,50$ mm je nach der Körnung und Verwachsung der einzelnen Biotite.
5. Magnetische Trennung von Biotit durch Senkrechtfall des Malgutes in einem FRANTZ-Isodynamic Magnetic Separator bei 1,5 A Stromstärke.
6. Bei unscharfer Magnettrennung Schweretrennung mit Tetrabromäthan in Scheidetrichtern und mehrmaliges Auswaschen mit Methylalkohol.
7. Mahlen von jeweils kleinen Mengen der Schwerefraktion unter Methylalkohol 5 bis 10 Minuten in einer Achatmühle zur Heraustrennung von Mineraleinschlüssen. Danach Filtern und Auswaschen mit Aceton bis zu völliger Reinheit und Geruchlosigkeit.
8. Trocknen der Substanz.
9. Ausblasen mit Preßluft unter einem Sieb mit einer Maschenweite von $0,063$ mm bei ca. 3 atm. Druck.
10. Prüfung der Reinheit des Konzentrats unter einem Binokular: Auszählen von 500 Körnern zur prozentualen Errechnung des Reinheitsgrades (Angabe des Reinheitswertes bei der Aufführung der Mineralanalysen).

Wesentlich größere Schwierigkeiten bereitete die Mineraltrennung der koexistierenden Hornblenden. Hierbei muß man sich der Tatsache bewußt bleiben, daß die aufbereiteten Mineralkonzentrate nicht unbedingt einen chemischen Durchschnittwert der im Gestein infolge von Zonarbau und Diffusion oft uneinheitlichen Kristalle darstellen. Es wurde ein Trennverfahren entwickelt, welches bei gerechtfertigtem Arbeitsaufwand bei einer prozen-

¹ Herrn Dr. S. SCHIEMENZ bin ich für die Einführung in die Silikatanalyse besonders dankbar.

tualen Beteiligung der Hornblende von > 5 Volumenprozent am Gestein Konzentrate bis 50 g (maximal 100 g) liefert, obgleich ein z. T. großer Teil der Hornblende infolge von Verwachsungen ausgeschieden werden muß. Auch das bringt eine Auslese bestimmter Mineralkörner mit sich. Die Methode gliedert sich wie folgt:

1. Brechen des Gesteins in einem Backenbrecher.
2. Mahlen des gebrochenen Gesteins.
3. Sieben des Gemahlene in die für den Biotit beschriebenen Fraktionen.
4. Während für die Biotittrennung im allgemeinen die Fraktionen $> 0,125$ mm verwendet wurden, gelangte die Fraktion $< 0,063$ zur Weiterverarbeitung der Hornblendes.
5. Die staubfeine Fraktion wurde solange geschlemmt, bis das Wasser keine Trübe mehr aufwies. Dann wurde das Pulver in aq. dest. gewaschen und getrocknet.
6. In einer Batterie von Scheidetrichtern mit Tetrabromäthan wurde eine Schwerefraktion gewonnen, die aus angereicherter Hornblende, durch den Mahlvorgang zerkleinertem Biotit, Erz und anderen Akzessorien besteht. Der Großteil des Biotits verbleibt in größeren Mahlfractionen. Die Schwerefraktion ist arbeitsaufwendig wegen der erforderlichen Menge von hornblendeangereichertem Schwerekonzentrat (> 100 g).
7. Die Schwerefraktion wurde gründlich gewaschen und getrocknet.
8. Dann wurde sie mehrfach mit dem FRANTZ Isodynamic Magnetic Separator behandelt. In 5 bis 10 Arbeitsgängen mit wechselnder Feldstärke und wechselnder Neigung der Laufschiene wurden nacheinander Erz, Biotit, Titanit, Apatit und Zirkon und auch die verbliebenen Quarz- und Feldspatkörper abgetrennt. Die Einstellung des Gerätes mußte nach der Zusammensetzung des Pulvers variiert werden. Die letzten Arbeitsgänge mußten zudem unter äußerst geringer Zugabe durchgeführt werden, um ein Mitreißen von Fremdteilchen zu verhindern.
9. Zwischen den magnetischen Trennungen wurde das Korngemisch unter dem Mikroskop oder Binokular kontrolliert und schließlich durch Auszählen von jeweils 500 Körnern eines in Kanadabalsam eingebetteten Präparates auf den Reinheitsgrad geprüft.

b) Bestimmungsmethoden: Die Analysenverfahren sind die gleichen wie die der chemischen Gesteinsanalysen (s. S. 13). Bei den Hornblendeanalysen wurden für die Bestimmung von MgO und CaO Doppelanalysen ausgeführt. Die Streuung blieb in Grenzen von jeweils 0,4 Gew.-%. Für den Flußsäureaufschluß der Biotite wurde zur Lösung ein wiederholtes Einweichen der Mineralblättchen in Flußsäure angewandt.

1.7.5. Physikalische Bestimmungen

a) Zur Dichtemessung: Die Dichtewerte der Gesteine bilden einen Durchschnitt von typischen Handstücken mit einem Gewicht von 400 bis 1000 g. Aus dem gleichen Gesteinsmaterial sind die Dünnschliffe und chemischen Analysen angefertigt worden. Zur Dichtebestimmung diente eine hydrostatische Waage.

Die Dichten der Minerale Biotit und Hornblende sind Pyknometerbestimmungen.

b) Zur Radiometrie: Die Messungen der β - und γ -Strahlung beschränkten sich auf Gesteinsdurchschnittswerte (250 g Substanz pro Zählrohr) in einem Zählgerät, welches cpm (= counts per minute) mißt. Es wurde die gleiche Substanz wie für die chemische Analyse benutzt (Aufbereitung s. S. 12). Die radiometrischen Impulswerte sind unter sich streng vergleichbar (Verwendung des gleichen GEIGER-MÜLLER-Zählrohrs, Mittelbildung aus > 1000 Impulsen).

2. GEOLOGIE UND PETROGRAPHIE DER REDWITZITISCHEN UND REDWITZITOIDEN GESTEINE

2.1. Die Redwitzite Oberfrankens

2.1.1. Die Umgebung von Marktredwitz

2.1.1.1. Geologisches Auftreten (s. Beilage 2)

Die Redwitzite NE Marktredwitz (Bl. Marktredwitz 1:25000 Nr. 5938) bilden einen geschlossenen Körper mit ovalem Anschnitt an der Erdoberfläche. Die Ausmaße betragen in SW-NE-Richtung 7 km zu 4 km in NW-NE-Richtung. Es handelt sich dabei jedoch nicht um einen einheitlichen Pluton, sondern um einen in seiner stofflichen Zusammensetzung und seinem Gefüge stark veränderlichen Gesteinsverband, der durch den nachfolgenden postsudetischen Granit (im N als Weißenstadt-Marktleuthener Massiv = ältester Fichtelgebirgsgranit, im S als Falkenberger Granitmassiv bezeichnet) noch mehr verändert wurde. Vor allem am Rande, aber auch im Kern des Redwitzitkörpers ist Granit eingedrungen und hat bis über 100 m breite Zonen von sogenanntem „Mischredwitzit“ verschiedenen Gefüges geschaffen. Das sind dioritische bis granitische Mischgesteine, in denen infolge der Graniteinwirkung große Kalifeldspäte gesproßt sind, in denen die Hornblenden weitgehend in Biotite verwandelt sein können und in denen sich z. T. sogenannte Titanitflecken gebildet haben können.

Das Redwitzitgebiet von Marktredwitz ist als tertiäre Rumpffläche mit einer mittleren Meereshöhe von 550 bis 500 m über N.N. von den Höhen des Wartberges im NW (saxothuringische Glimmerschiefer der Arzberger Serie) und des Reichsforstes im SE (tertiäre Basaltkuppen) umgeben, die jeweils über 600 m aufragen.

Mit der Rumpfflächenbildung im Jungtertiär war unter semiaridem oder aridem Klima einesteils eine autochthone Zersatzbildung der Intrusivgesteine bis in Tiefen von mehreren Metern bis hundert Meter, andernteils eine limnisch-fluviatile Sedimentbildung (Tone, Schotter, Braunkohlen etc.) verbunden (WAPPENSCHMITT 1936, TILLMANN 1964, S. 197: Vorkommen an der Klause bei Seußen).

Aus diluvialer Zeit nach der Anlage der rezenten Talsysteme finden sich noch Reste von Terrassen, so längs des Kösseinflüßchens zwischen Brand und Arzberg.

2.1.1.2. Äußere Beschaffenheit der Redwitzite:

Im Volksmund werden die redwitzitischen Gesteine seit altersher mit dem Ausdruck „Hennagscharr“ bedacht (hochdeutsch: Hühnergesscharr). Das mundartliche Wort verdeutlicht anschaulich die Art des Biotitgefüges, wie es den Redwitziten eigen ist: wahllos gerichtete sperrige Biotitblätter verschiedener Größe, doch deutlich größer als das allgemeine Korngefüge der Gesteine (wie die Spuren kratzender Hühnerfüße).

Am Beispiel der Redwitzite von Marktredwitz sollen die für alle redwitzitischen Gesteine Ostbayerns kennzeichnenden Eigenschaften aufgezeigt werden, die sich erst nach der Petrogenese ausgebildet haben (sekundäre Redwitzitgefüge).

Das auffälligste Zeichen, das den Beobachter auf redwitzitische Gesteine aufmerksam macht, ist neben der „Wollsack“-Bildung in situ, wie sie den granitischen bis dioritischen Tiefengesteinen allgemein eigen ist (vgl. für den Marktredwitzer Raum WURM 1932, Fig. 1, Taf. 5), vor allem die gute Erhaltung von Wollsäcken, nachdem sie aus der Verwitterungsdecke durch Denudation herausgelöst sind. Solche infolge des oben geschilderten verschränkten Mineralgefüges äußerst zähen Blöcke (Taf. 1, Abb. 2) treten fast ausnahmslos an jedem Vorkommen auf. Besonders schöne Blöcke sind als Schmuck an der großen Straßenverzweigung (Straße nach Prag) S Marktredwitz zusammengetragen.

Bearbeitet man einen bereits angewitterten Redwitzit-Wollsack mit dem Hammer, so springen häufig eine oder zwei cm – bis dm – dicke Schalen zwiebel förmig ab. Kleinkörnige Varietäten neigen besonders zu diesem Verhalten (Taf. 1, Abb. 1). Die Anlage dazu zeigen die Blöcke oft bereits in situ bei beginnendem Zersatz (vgl. dazu Abb. 59 in WURM 1961, S. 247, der die sphäroidische Absonderung in einem besonderen Fall als primär ansieht). Bereits GÜMBEL (1879, S. 357) fiel diese Erscheinung auf.

Mafitreiche Redwitzite an der Erdoberfläche tragen oftmals eine narbige oder löcherige Rinde. Die dunklen Minerale (vor allem die Hornblenden) sind weniger widerstandsfähig gegenüber der Verwitterung und werden daher bevorzugt von den Atmosphärrillen im Verein mit pflanzlichem Bewuchs herausgelöst.

Die meisten redwitzitischen Gesteine, vor allem die der saxothuringischen Zone, sind von zentimeterbreiten Albit- und Quarz-führenden Gängchen durchzogen, die subparallel oder spitzwinklig zueinander verlaufen und sich nur selten kreuzen. Diese spätmagmatischen oder postmagmatischen Bildungen erscheinen heute augenfällig infolge ihrer verhältnismäßig großen Widerstandsfähigkeit gegenüber der Verwitterung als Wülste auf den Wollsackblöcken (Taf. 1, Abb. 2). In anschaulicher Weise werden sie als „Albit-Quarz-Rippen“ bezeichnet.¹

Vereinzelt, nur an wenigen Stellen häufiger, finden sich in Redwitziten Quarzeinschlüsse von Fingernagel- bis Kopfgröße, die am ehesten als Resorptionsreste von Paragesteinen gedeutet werden können (Taf. 2, Abb. 1). WURM (1925, S. 214) hielt sie für saure Primärausscheidungen; doch dagegen spricht, daß sie meistens von einem Reaktionssaum ummantelt sind, der aus Diopsid, Hornblende, seltener aus Biotit besteht (vgl. FISCHER 1957, S. 14). Außerdem finden sich auch zuweilen mm- bis cm-große rundliche „Quarzaugen“ mit einer ähnlichen Rinde aus mafischen Mineralen (Abb. 5). Auch bei diesen im allgemeinen spärlich, aber dann schwarzenweise auftretenden Formen läßt sich eine Entstehung aus Fremdeinschlüssen am leichtesten begründen. WILLMANN (1920, S. 8) glaubt, daß diese kleineren gerundeten Augen oder größeren Putzen von Quarz für den lamprophyrischen Charakter der Redwitzite sprächen. Ihre Ausbildung wird bei den einzelnen Vorkommen noch im besonderen zu besprechen sein.

2.1.1.3. Frühere Bearbeitungen:

C. W. v. GÜMBEL hat in seiner geognostischen Beschreibung des Fichtelgebirges 1879 die intermediären Gesteine NE Marktredwitz als Syenitgranite erfaßt (S. 140–142) und dann

¹ WILLMANN (1920, S. 18) deutet die Wülste als „saure Partien der Lamprophyre“; doch läßt sich diese Anschauung nicht aufrecht erhalten, da saure Partien in Lamprophyren stets mehr oder minder abgerundete Einschlüsse, aber niemals Gänge sind.

ihre Verbreitung in dem Kapitel „Granitgruppe im Steinwalde und Reichsforste“ (S. 357–358) kurz beschrieben. Schon damals war der „Syenit von Redwitz“ wegen seiner Verwendung zu monumentalen Baudenkmalern berühmt. Über hundert Jahre hat die Steinindustrie dort geblüht. Heute ist nur noch ein einziger Steinbruch im Marktredwitzer Gebiet in Betrieb (Steinbruch Steinich, s. S. 37). GÜMBEL erkannte bereits den Verband Redwitzit/porphyrischer Granit („Syenitgranit/Krystallgranit“) richtig. Er sagte, der Syenitgranit werde von unendlich vielen, zwischen die einzelnen Partien gangartig (vgl. v. COTTA 1843, S. 173)¹ eingedrungenen Massen von gewöhnlichem, meist durch Ausscheidungen größerer Orthoklas-Krystalle als Krystallgranit ausgezeichnetem Granit zerteilt und zerstückelt. „Oft schwimmen solche Syenitgranitblöcke gleichsam im Krystallgranit.“

WILLMANNs Deutung der Redwitzite (1920, S. 28–33) als Tiefengesteinsfazies granitischer Lamprophyre, d. h. als Ganggesteine, die „das noch nicht ganz verfestigte Magma (des Granits) noch antrafen“, wird durch fast jeden Aufschluß eines Redwitzit/Granit-Verbandes widerlegt. In gewissem Sinne ist seine petrogenetische Deutung ein Rückschritt über GÜMBEL hinaus. Allerdings bestätigen sich die meisten seiner Beobachtungen (1920, S. 9–28) noch heute auf Schritt und Tritt. Leider sind diese Beobachtungen durch unklare Ortsangaben und fehlende Zeichnungen oft nur schwach belegt.

WURM (1925 und 1932) hat das Verdienst, mit seiner geologischen Aufnahme im Maßstab 1:25 000 die genaue Verbreitung der Marktredwitzer Redwitzite festgelegt zu haben. Er berichtete die Anschauung von WILLMANN über das Altersverhältnis Redwitzit zu Granit (1925, S. 212 und 1932, S. 16–17). WURM (1932, S. 18) vertritt die Auffassung, daß „bei der Redwitzitbildung ein basisches Stamm-Magma, etwa von der Zusammensetzung des Norits, mit einem sauren Magma schlierig vermischt wurde. Diese Durchmischung hat sich schon in der Tiefe vollzogen. Die Magmen sind in ihrer wechselnden Zusammensetzung in ihre heutige Ortsstellung gelangt“. WURM ließ die ersten chemischen Analysen anfertigen und veröffentlichte sie in den Erläuterungen zu Blatt Wunsiedel 1932 (Taf. 1). WURM (1961, S. 247) erkannte auch Hornfelskontakte des Redwitzitgebietes gegen die Phyllite der Arzberger Serie (z. B. Klamm bei Elisenfels). Es ist allerdings äußerst schwierig, wenn nicht unmöglich, bei all diesen Kontakten, auch gegenüber den Schollen innerhalb des geschlossenen Intrusivkörpers, die Wirkung seitens des Granites von derjenigen der Redwitzite zu trennen, so daß eine Beweisführung für die intrusive Entstehung echter Redwitzitmagmen mit Beobachtungen der Hornfelse nicht gelingt.

Seit den zwanziger Jahren hat sich niemand mehr eingehend mit den Redwitziten in der Umgebung von Marktredwitz beschäftigt. Es lag daher nahe, vor allem auch auf Grund quantitativer Untersuchungen mehr über ihre Bildung zu erfahren. Die in den letzten Jahren (etwa 1960–1966) durchgeführten Arbeiten der Flurbereinigung und des Straßenbaus kamen mir dabei zu Hilfe, indem so neue, wenn auch meist kleinere Aufschlüsse entstanden, obgleich im Zuge dieser Arbeiten auch wieder manche Steinbrüche und Felspartien durch Zubaggern bzw. Sprengung verschwanden. Desto wichtiger sind manche Einblicke in den Bau dieses abwechslungsreichen Intrusivgebietes. Die wichtigsten Aufschlußpunkte, auf die sich die vorliegenden Untersuchungen stützen und auch die von literarischem Wert, sind im nächsten Abschnitt zusammengefaßt. Anschließend werden die einzelnen Vorkommen beschrieben.

¹ „Die Syenit-Granit-Partie zwischen Arzberg und Redwitz läßt dagegen deutliche Alters-Verschiedenheiten granitischer Gesteine beobachten; Syenit und dunkler Granit ohne Feldspath-Zwillinge sind hier häufig von Granit mit großen Feldspath-Zwillingen gangförmig durchsetzt, und beide wieder von schmalen Feldspath-Gängen.“

2.1.1.4. Aufschlüsse und Fundpunkte:

- Nr. 1: Kennwort Lorenzreuth, Blatt Marktredwitz: R 45 07,44; H 55 42,60, Felsen WSW Lorenzreuth an der Bundesstraße Marktredwitz-Selb.
Gestein: Basischer Redwitzit.
Literatur: fehlt, da der Aufschluß erst beim Straßenbau nach 1960 geschaffen wurde.
- Nr. 2: Kennwort Steinbruch Wölsauer Höhe, Bl. Marktredwitz: R 45 07,96; H 55 41,56, Steinbruch unmittelbar bei P. 544 m. Früher gab es dort zwei Steinbrüche.
Gestein: Basischer Redwitzit, Schlieren porphyrischen Granits, Pegmatitgänge.
Besitzer: Grasya AG, Sitz Wunsiedel, 1961/62 aufgelassen, 1964 völlig aufgegeben.
Literatur: WILLMANN 1920, S. 11 und S. 20; WURM 1925, S. 213–214; WURM 1932, S. 18 und S. 20; LINDEMANN 1951; WURM 1961.
- Nr. 3: Kennwort Steinbruch Wölsau, Bl. Marktredwitz: R 45 08,02; H 55 41,22, NW Wölsau, 250 m WSW P. 539 m.
Gestein: mittelkörniger dioritischer Redwitzit.
Aufschluß: Der Steinbruch wurde 1963 bei Flurbereinigungsarbeiten vollständig zugeschüttet (vgl. Aufschluß Nr. 4).
Literatur: WILLMANN 1920, S. 11; WURM 1932, S. 17 und Abb. 7; WURM 1961, S. 247, Abb. 60.
- Nr. 4: Kennwort Flur Wölsau, Bl. Marktredwitz: R 45 07,92; H 55 41,38, Flurbereinigungssprengung im Feld (1964).
Gestein: mittelkörniger dioritischer Redwitzit.
- Nr. 5: Kennwort Steinbruch Wölsauer Hammer, Bl. Marktredwitz: R 45 08,86; H 55 41,38, 500 m N P. 504 m.
Gestein: mittelkörniger, hornblendenreicher dioritischer Redwitzit.
Aufschluß: Der Steinbruch ist völlig verwachsen und durch Flurbereinigungsarbeiten teilweise verschüttet.
Literatur: WILLMANN 1920, S. 11; WURM 1925, S. 211; WURM 1932, S. 16, Abb. 6; WURM 1961, S. 246, Abb. 58.
- Nr. 6: Kennwort Straßenbrücke Wölsau, Bl. Marktredwitz: R 45 07,93; H 55 40,93; 500 m W Wölsau.
Gestein: mittelkörniger (Quarz-) Redwitzit und feinkörnige Kontakt-Varietäten.
Aufschluß: 1964 beim Brückenbau geschaffen, heute noch in großartigen Woll-sackblöcken zwischen den Straßen erhalten.
- Nr. 7: Kennwort Straßeneinschnitt Marktredwitz, Blatt Marktredwitz: R 45 07,72; H 55 41,41 (Südende des Aufschlusses); NE Marktredwitz am Übergang des Fahrweges zum Weiler Haag (Haager Weg).
Gestein: Hornblendeflecken-Redwitzit, Titanitflecken-Redwitzit und mittelkörniger (Quarz-) Redwitzit.
Literatur: bei WILLMANN 1920, S. 10 angedeutet.

- Nr. 8: Kennwort Ziegeleigrube bei Lorenzreuth, Bl. Marktredwitz: R 45 07,50 bis 45 07,35; H 55 42,20 bis 55 42,10; zwischen Marktredwitz und Lorenzreuth ca. 1 km SW Lorenzreuth.
 Aufschluß: tief zersetzte Gesteine des Mischverbandes von Redwitzit/Granit, jüngere Aplitgänge, Störungszone.
 Literatur: WURM 1925, S. 214–215 und Abb. 20; WURM 1932, S. 17 und Abb. 8; WURM 1961, S. 248 und Abb. 61.
- Nr. 9: Kennwort Flur Rathaus, Bl. Marktredwitz: R 45 07,80; H 55 43,80; P. 534 m ca. 1 km N Lorenzreuth.
 Gestein: grobkörniger hornblendereicher Redwitzit.
 Aufschluß: anstehende Felsen im Hohlweg.
- Nr. 10: Kennwort Steinbruch Grafenstein, Bl. Marktredwitz: R 45 08,30; H 55 44,90; ca. 2,5 km NNE Lorenzreuth unweit nordöstlich der Rathausziegelhütte.
 Besitzer: Wilhelm Nietzsche/Selb „Granit- und Syenitwerke“, 1965 endgültig aufgelassen und ersoffen.
 Gestein: mittelkörniger dioritischer Redwitzit, im Nordteil Mischredwitzite, Titanitflecken-Redwitzit und Apophysen porphyrischen Granits.
 Literatur: WILLMANN 1920, S. 13 und S. 19.
- Nr. 11: Kennwort Steinbruch Fußbühl, Bl. Marktredwitz: R 45 08,42; H 55 43,01; in der Flur „Gries“ 700 m E Lorenzreuth südlich P. 518 m.
 Besitzer: aufgelassen und verwachsen.
 Gestein: mittelkörniger Redwitzit mit sperrigen Biotiten.
 Literatur: WILLMANN 1920, S. 12.
- Nr. 12: Kennwort Steinbruch Steinich, Bl. Marktredwitz: R 45 10,70; H 55 46,46; zwischen Garmersreuth und Röthenbach (Bl. Waldsassen) bei P. 536 m.
 Besitzer: Grasya AG, Sitz Wunsiedel, Zweigwerk Seußen, Verwendungszweck Papierwalzen. Der Steinbruch ist als einziger noch in Betrieb.
 Gestein: mittelkörniger (Quarz-) Redwitzit mit granodioritischer Tendenz und Mischredwitzite infolge von Apophysen porphyrischen Granits.
 Literatur: WILLMANN 1920, S. 13 („Höhe zwischen Garmersreuth und Röthenbach“) und S. 19 („quarzreiche Redwitzite von Röthenbach“); WURM 1932, S. 18 (ohne Kommentar).
- Nr. 13: Kennwort Bahneinschnitt Seußen, Bl. Waldsassen: R 45 11,97; H 55 44,93; etwa 1 km NE Seußen am Blattrand.
 Gestein: feinkörniger Mischredwitzit vom Typ Seußen, d. h. mit rundlichen Kalifeldspatblasten von ca. 1 bis 2 mm \varnothing .
 Aufschluß: Felsen zu beiden Seiten der Bahngleise, stark angewittert.
- Nr. 14: Kennwort Pegmatitschacht Garmersreuth, Bl. Marktredwitz: R 45 09,46; H 55 45,58; 1 km SW Garmersreuth.

Besitzer: ?, Abbau bis etwa 1940 als Tiefbau auf Feldspat zur Porzellanherstellung.

Literatur: C. W. GÜMBEL 1878, S. 358; Vorkommen als „Ganggranit“ mit groben Feldspäten bezeichnet; WILLMANN 1920, S. 13 („Spatgrube“); WURM 1932, S. 20.

2.1.1.5. Petrographische Beschreibung der einzelnen Vorkommen:

a) Vorkommen des basischen Redwitzits der Wölsauer Höhe und von Lorenzreuth:

Geologische Situation:

Die Anhöhe 1 km östlich von Marktredwitz (P. 544 m) vereinigte früher mehrere kleine Steinbrüche in einem Umkreis von etwa 500 m, von denen Anfang des Jahrhunderts zwei größere Brüche vorhanden waren (WILLMANN 1920, S. 10–11, WURM 1925, S. 213), bis schließlich Mitte des Jahrhunderts nur noch ein Steinbruch im Abbau stand (s. Aufschluß Nr. 2, S. 18). Von diesem Steinbruch stammen die untersuchten Gesteins- und Mineralproben.

Das Gestein der Wölsauer Höhe ist ein basischer (noritischer) Redwitzit. Das Vorkommen ist in EW-Richtung eng begrenzt (vgl. Beilage 2), doch setzt es sich nach N bis westlich Lorenzreuth, mehr oder minder von jüngeren Intrusivgesteinen zerteilt, fort. WSW Lorenzreuth finden sich dann wieder bessere Aufschlüsse, vor allem eine kleine Felspartie an der Bundesstraße (s. Aufschluß Nr. 1, S. 18). Die basischen Redwitzite der Aufschlüsse Nr. 1 und 2 gleichen sich im megaskopischen Habitus. Sie bilden das melanokrate Anfangsglied der Redwitzitreihe.

Zum Steinbruch „Wölsauer Höhe“: Der basische Redwitzit wird von Gängen verschiedener Zusammensetzung durchsetzt. Zum ersten sind Apophysen und Schlieren porphyrischen Granits in den basischen Redwitzit eingedrungen. Sie zeigen entweder große Kalifeldspäte oder sehr große Biotite, wenn eine stärkere chemische Angleichung stattfand, wie das bei schlierigen Apophysen oder am Salband der Gänge der Fall ist. Dort tritt dann häufig an Stelle von Kalifeldspat Plagioklas auf. Die Apophysen verlaufen im Bruch etwa von Nord nach Süd. Im SE-Teil erscheint ein mehrere Meter breites Vorkommen von porphyrischem Granit, dessen Kalifeldspäte mit ihren (010)-Flächen 165/20–30 E geregelt sind. Jüngere Gänge gehören samt und sonders dem Gangfolge des porphyrischen Granits an. Man kann zwei Arten unterscheiden: grobkörnige schörlführende Pegmatite und mittelkörnige Turmalinaplite. Bereits WURM (1925, S. 213) beschreibt einen Gang von Turmalinaplit, der mit 160/55 E durch den Bruch zieht und 20 cm mächtig ist: „Er ist gebändert, zwei äußere mittelkörnige Lagen schließen zwei grobpegmatitische, mit Turmalin durchwobene Bänder ein, die in der Mitte noch durch eine dichter struierte Zone getrennt werden.“ Der gleiche Gang ist noch aufgeschlossen. Er führt außer reichlich Schörl auch etwas Beryll (gefunden in den Jahren 1964 und 1965). LINDEMANN (1951, S. 76) untersuchte eine Mineraldruse unbekannter Größe, in der er neben Prehnit (mit chemischer Vollanalyse) die Zeolithe Heulandit und Chabasit feststellen konnte.

Über die Fundpunkte WSW Lorenzreuth läßt sich nur sagen, daß der basische Redwitzit noch etwas dunkler ist. In der Umgebung von Lorenzreuth wurden noch an zwei Stellen basische Redwitzite aufgeschlossen gefunden: R 45 07,56; H 55 42,52 und R 45 08,26; H 55 42,88.

WURM (1932, S. 15) fand ein weiteres Vorkommen von basischem Redwitzit „aus einem Steinbruch O von Haag“ und teilte auch eine chemische Analyse des Gesteins mit (Taf. I, Nr. 5 bzw. Taf. II, Nr. 5). Dieses Vorkommen, von dem eine genauere Lagebezeichnung fehlt, konnte ich nicht mehr auffinden.

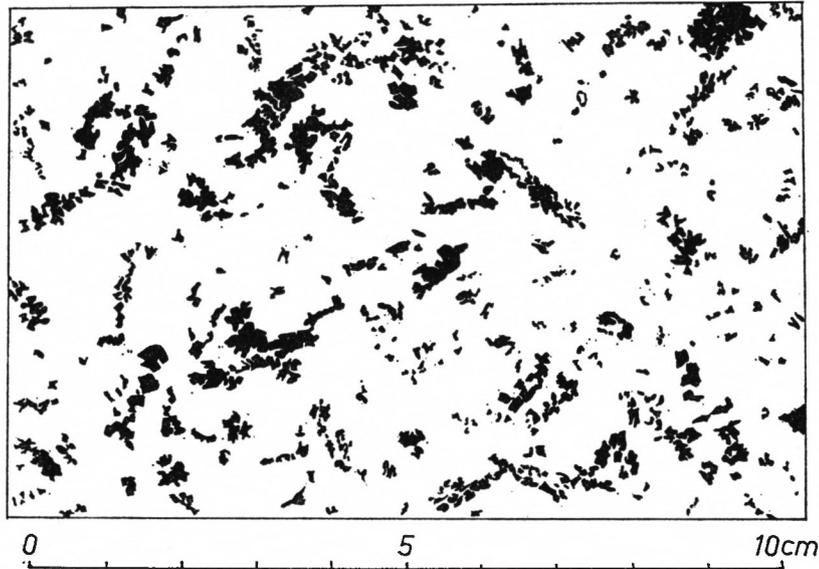


Abb. 2: Biotitgefüge des basischen Redwitzits.

Fundpunkt: WSW Lorenzreuth/Bl. Marktredwitz: R 45 07,44; H 55 42,60. Maßstab in natürlicher Größe.

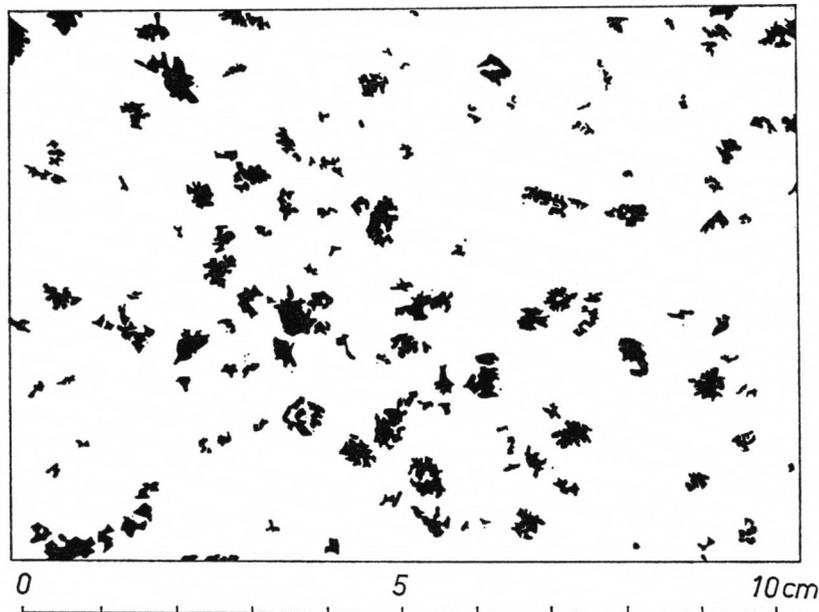


Abb. 3: Biotitgefüge des hornblendereichen Redwitzits.

Fundpunkt: Flur 'Rathaus' ca. 1 km N Lorenzreuth/Bl. Marktredwitz: R 45 07,80; H 55 43,80. Maßstab in natürlicher Größe.

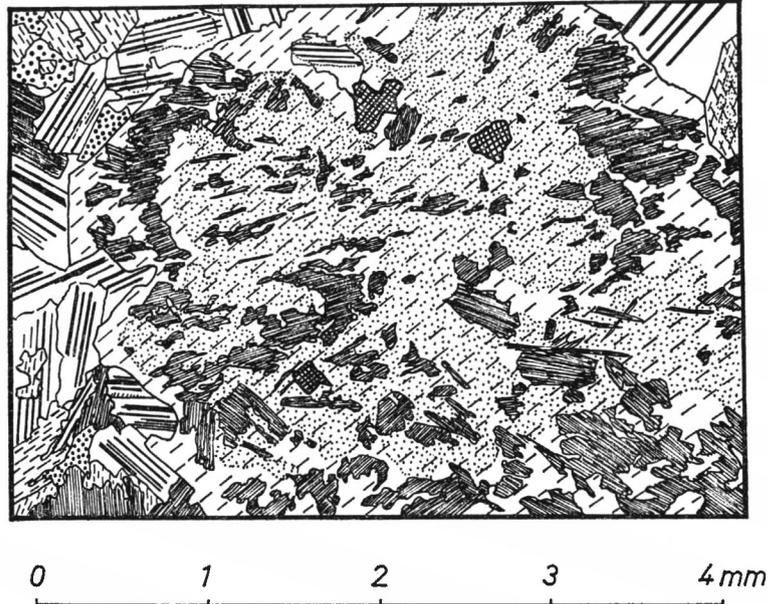


Abb. 4: Schliff-Nr. 4287.

Pyroxen (Kreuzschraffur) als Einschluß in zonarer Hornblende (gestrichelt, brauner Kern zudem fein punktiert). Ferner umschließt und verdrängt die Hornblende Biotit (eng schraffiert). Plagioklas ist mit Zwillinglamellen, Quarz mit Punkten dargestellt.
Basischer Redwitzit, Steinbruch Wölsauer Höhe.

Gefüge:

Das Grundgefüge der homophanen Gesteine ist mm-körnig, während die typisch redwitzitische Textur durch die cm-großen Biotitblätter hervorgerufen wird (Abb. 2). WILLMANN (1920, S. 11) kennzeichnet es treffend: „nur eine schwache lichte Maserung weist noch auf das Vorhandensein heller Gemengteile hin.“

Von den Quarzeinschlüssen (Taf. 2, Abb. 1) war schon oben die Rede (s. S. 16). Im Steinbruch Wölsauer Höhe kommen nur die größeren fingernagel-, meist faust- bis kopfgroßen Quarzeinschlüsse vor. Man könnte daran denken, daß die höhere Temperatur eines basischen Magmas quarzitisches Gesteinsschollen der (? kambrischen) Arzberger Serie des Schieferrahmens bis auf den wesensfremden hohen Quarzüberschuß verdaute, der dann mit einem Reaktionsmantel vom teilweise auskristallisierten Magma abgeschirmt und umschlossen wurde. Der biotitfreie Hof des Einschlusses kann verschieden erklärt werden (z. B. durch erhöhten Einbau von SiO_2 ins Hornblendegitter etc.), wird jedoch einem komplexeren Reaktionsablauf seine Entstehung verdanken.

Mikroskopische Beschreibung (vgl. Tabelle 1):

Plagioklas nimmt nur etwa ein Fünftel bis ein Viertel des Gesteinsvolumens ein. Die Kristalle haben im allgemeinen einen zweiseitigen Zonarbau, innerhalb dessen die idiomorph tafeligen Kerne Labradorite darstellen, und die nur gering sauereren Hüllen teilweise amöboid die Resträume zwischen den mafischen Gemengteilen ausfüllen. Der Zonarbau ist deutlich an der Serizitisierung der Plagioklaskerne ablesbar. Häufig greift Plagioklas der Außenzone buchtartig in den Kern ein, d. h. entkalkt ihn partiell infolge magma-

Tabelle 1: Modaler Stoffbestand der basischen Redwitzite der Wölsauer Höhe und von Lorenzreuth

Schliff-Nr.:	4287	4509	4510
Plagioklas	24,4	19,6	20,9
Kalifeldspat	—	—	—
Quarz	1,3	2,2	—
Hypersthen	3,5	3,5	11,2 ¹
Klinopyroxenen	0,2	0,3	1,1
Hornblende	51,2	53,1	44,8
Biotit	18,1	19,3	20,5
Titanit	—	—	—
Erz	0,8	1,5	1,1
Apatit	0,5	0,5	0,4
Orthit	Sp.	—	Sp.
Zirkon	Sp.	Sp.	Sp.
Punkte:	4340	5122	5512
Farbzahl:	74,3	78,2	79,1

¹ incl. serpentinierten Olivinresten.

Schliff-Nr. 4287 und 4509: Stbr. Wölsauer Höhe E Marktredwitz.

Schliff-Nr. 4510: Straßeneinschnitt SW Lorenzreuth/Bl. Marktredwitz R 45 07,60; H 55 42,48.

tischer Korrosion. Die Struktur der Plagioklase erweckt den Eindruck, als wären die zuerst homogen auskristallisierten Individuen von einem chemisch-thermischen Ungleichgewicht überrascht worden. Anlaß dazu mag der Temperaturabfall während der Intrusion oder in zweiter Linie Zufuhr von saueren Lösungen oder beides gemeinsam gewesen sein. Zudem sind die Plagioklase öfters poikiloblastisch mit bevorzugtem Einschluß von Hornblende. Es treten Albit-, Karlsbader und Periklinverzwillingen auf.

Chemismus der Plagioklase:

a) Vorkommen WSW Lorenzreuth:

1. An₆₃ (Kern), An₃₆ (Hülle),
2. An₆₈ (Kern), An₂₈ (Hülle),
3. An₄₄ (einheitlich).

b) Vorkommen Steinbruch Wölsauer Höhe:

1. An₅₇ (Kern), An₃₆ (Hülle),
2. An₃₉ (Kern), An₃₂ (Hülle),
3. An₄₇ (einheitlich),
4. An₇₄₋₇₃ (Kern), An₃₆ (Hülle),
5. An₆₅ (Kern), An₃₈₋₃₇ (Hülle).

Quarz tritt nur selten als jüngste Zwickelfüllung auf.

Unter den Pyroxenen überwiegt Hypersthen mengenmäßig den Klinopyroxen, der als Übergangsmineral zur Hornblende aufgefaßt werden kann, in welcher er in der Regel im Kern oder kranzförmig vorkommt. Im Vorkommen SW Lorenzreuth, wo der Hypersthenanteil am Redwitzit mehr als 10 Vol.-% ausmacht, finden sich in den größeren Hypersthenen noch Relikte von Olivin, der allerdings völlig serpentinisiert ist. Es kann also nicht restlos geklärt werden, ob Hypersthen ein ursprünglicher Bestandteil des Magmas war, doch mit großer Wahrscheinlichkeit hatte das Ursprungsmagma noritische Zusammensetzung. Die antigoritisierten Olivinreste sind von rundlicher Gestalt. Anhäufungen von Erzkörnchen weisen zuweilen noch auf ehemalige Olivine hin.

Hornblenden erfüllen etwa die Hälfte des Gesteins (vgl. Tab. 1). Ihre Eigenfarbe wechselt fleckig. Häufig folgt auf einen bräunlich grünen Kern ein grasgrüner bis blaugrüner (n_z) Rand, so daß der Pleochroismus stark veränderlich ist. Die Beobachtung von Absonderungen in der Hornblende erweckt den Eindruck, daß sich die Hornblende mit bräunlicher Absorption von Hypersthen herleitet, während die grünen Partien aus der Schmelze oder durch Verdrängung von Biotit kristallisierten (Abb. 4).

An einer Stelle konnte eindeutig beobachtet werden, wie sich Hornblende aus Orthopyroxen über die Zwischenphase Klinopyroxen unter Beibehaltung der c -Achse bildet. Analog zur Plagioklasbildung deuten die Hornblenden auf eine Zweiphasigkeit der Kristallisation. Die junge „grüne“ Wachstumsphase schafft auch große xenomorphe Kristalle von poikilitischen Habitus. Derartige Körner, die bis mehrere Millimeter Durchmesser erreichen, schließen Erz, Hypersthen, Klinopyroxen, Apatit, Biotit und Plagioklas ein. Während die Hornblende der ersten Wachstumsphase teilweise parallel zum Biotit kristallisiert sein mag, verdrängt die spätere Hornblendephase Biotit. Dabei entstehen symplektitische Gefüge, indem sich als Saum zwischen Biotit und Hornblende etwas Plagioklas und Quarz bilden können (Taf. 3, Abb. 1).

Der Biotit verleiht dem Gestein sein besonderes Aussehen (Abb. 2). Die skelettartigen, nach der Basis 1 bis 2 cm messenden Blättchen machen ca. 20 Vol.-% des Gesteins aus, fallen aber im Verhältnis zu ihrer Verbreitung außerordentlich auf, da das Gestein meist nach der guten Glimmerteilbarkeit bricht und so die vollständigen, stark reflektierenden Glimmerblätter zeigt. So wie die appinitische Textur im wesentlichen von den großen Hornblenden geprägt ist, so zeichnen die großen Biotite die redwitzische Textur aus (vgl. Abb. 1). Ob ihre skelettartige Ausbildung vollkommen oder nur teilweise auf Resorption durch Hornblende zurückzuführen ist, ist schwierig zu entscheiden. Es hat den Anschein, daß sich bereits primär keine geschlossenen Kristalle gebildet haben. Selten findet man gewissermaßen „zonargebaute“ Biotite, wobei ein Übergang nach außen zu hellgrünlichem Glimmer stattfindet, ohne daß man diesen Glimmer optisch eindeutig festlegen kann. Andererseits gibt es auch symplektitische Hypersthen-Biotit-Gefüge: Biotit verdrängt Hypersthen unter Bildung von Hornblende und Quarz. Pleochroismus des Biotits:

n_x blaß gelblich (2 ea),

n_z kräftig tabakbraun (3 ne).

Titanit fehlt dem Gestein, ist aber als primärer Bestandteil aus den Pseudomorphosebeziehungen zu einem Teil der Erzkörner zu fordern, welche pseudomorph nach Titanit sind und sich damit als Titaneisen ausweisen. Andere kleinere Erzpartikel, die von Pyroxenen oder Amphibolen eingeschlossen sind, rühren von magmatisch korrodierten und resorbierten Olivinen her. Die Apatite sind eindeutig Frühausscheidungen, häufig mit radioaktivem Hof. Ihr langprismatischer Habitus erscheint oftmals korrodiert, mit Ein-

schlüssen (z. B. Hornblende), mit Hohlkanal oder die Säulen sind durch mechanische Beanspruchung zerlegt. Im allgemeinen beträgt die Prismenlänge 0,5 bis 2 mm bei Elongationen von 5 bis 10. Der seltene Orthit kann bis 0,5 mm Korndurchmesser erreichen. Ebenso wie er schafft der Zirkon teilweise kräftige Sprenghöfe im Umkreis. Häufig sind die hypidiomorphen Prismen mit einer Dicke von 0,1 bis 0,2 mm zerlegt, und die Bruchstücke scharen sich zu Aggregaten zusammen.

Zusammenfassung:

Die Kristallisationsgeschichte des basischen Endglieds der Redwitzreihe spiegelt sich kurz folgendermaßen wieder:

Die Schmelze schied als erstes Olivin, Hypersthen und basische Plagioklase bytownit-scher bis labradoritischer Zusammensetzung aus, was eine noritische Mineralgesellschaft ergab. Als Akzessorien beinhaltete sie ferner Zirkon, Apatit, Titanit und Orthit. Ob diese Minerale ganz oder teilweise als echte Einsprenglinge intrudierten, bleibe dahingestellt. Anhaltspunkte für eine Schmelzbewegung mit Einsprenglingen bieten die mechanischen Brucherscheinungen der langprismatischen Akzessorien. Unmittelbar an die Erstkristallisation schließen sich Biotitbildung und die Ausscheidung der bräunlichen Hornblende an und bilden zusammen mit ihr die erste Kristallisationsphase.

Deutlich von dieser unterschieden, ist die zweite Kristallisationsphase durch das Wachstum von grüner Hornblende, von Plagioklas mit Andesinzusammensetzung, von Erzpseudomorphosen und etwas Quarz gekennzeichnet. Inwieweit diese Phase Folge geringerer Temperatur, eutektischen Gleichgewichts oder auch von Lösungszuführen ist, bleibt eine offene Frage.

b) Vorkommen des melanokraten Redwitzits der Flur „Rathaus“.

Geologische Situation:

Die hier besprochenen melanokraten Redwitzite der Flur Rathaus sind ca. 2 km N Lorenzreuth östlich der Bundesstraße Marktredwitz-Hof verbreitet. Anstehenden Redwitzit trifft man in einem Hohlweg, der in NS-Richtung den höchsten Punkt der Anhöhe (P. 534 m : R 45 07,80; H 55 43,80) quert. Der hornblendereiche Redwitzit geht nahtlos in die umgebenden helleren Varietäten über. Dabei nimmt der Hornblendegehalt ab und der Biotitgehalt ganz geringfügig zu. Als Beispiel der umgebenden dioritischen Redwitzite mag das Vorkommen Grafenstein (s. S. 27) dienen. Man kann den melanokraten Redwitzit der Flur „Rathaus“ als Zwischenglied zwischen dem basischen Redwitzit der Wölsauer Höhe und dem dioritischen Redwitzit von Grafenstein auffassen. Gute Aufschlüsse fehlen in seinem Verbreitungsgebiet. Es ist in der Literatur nicht gesondert erwähnt.

Gefüge:

Der Redwitzit ist einschließlich der sperrigen Biotite regellos körnig (Abb. 3). Die Biotite von 0,5 bis 1,5 cm Durchmesser und ca. 1–2 mm Dicke erscheinen bereits dem bloßen Auge randlich von grüner Hornblende korrodiert. Das grobkörnige Gestein beherbergt in grün-weiß gescheckter Matrix wenige schwarzschillernde Biotitscheiter.

Mikroskopische Beschreibung (vgl. Tabelle 2):

Plagioklas baut den Redwitzit zu einem Drittel auf. In der Form von gedrungenen Tafeln mit meist schwach zweischaligem Zonarbau erreichen die Kristalle kaum jemals

Tabelle 2: Modaler Stoffbestand¹ des grobkörnigen Redwitzits der Flur „Rathaus“ ca. 1 km N Lorenzreuth²

Schliff-Nr.:	5304/1	5304/2	5304/3	Mittel	4656
Plagioklas	33,0	32,1	34,6	33,3	29,5
Kalifeldspat	—	—	—	—	—
Quarz	3,5	3,8	3,7	3,7	6,6
Pyroxen	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
Hornblende	38,9	38,6	38,9	38,8	42,6
Biotit	23,8	24,8	22,1	23,4	20,6
Titanit	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Erz	0,2	0,1	Sp.	0,1	Sp.
Apatit	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6
Orthit	Sp.	Sp.	Sp.	ca. 0,05	Sp.
Zirkon	Sp.	Sp.	Sp.	ca. 0,05	Sp.
Punkte:	5112	4791	4918	14821	4391
Farbzahl:	63,5	64,1	62,7	63,0	63,9

¹ Sekundärminerale sind zum Ausgangsmineral gezählt.

² Alle Dünnschliffe stammen vom gleichen Aufschluß, die Dünnschliffe 5404/1,2 und 3 vom gleichen Handstück (Schnittlage jeweils senkrecht aufeinander).

mehr als $E' = 2$. Ihre Größe beträgt 0,5 bis 1 mm (max. 4 mm) für die Erstreckung in der c -Achse. Sie sind häufig nach dem Albit-, Karlsbader- und nach dem Periklingesetz verzwillingt. Magmatische Korrosionen liegen von Seiten der Hornblende als auch umgekehrt vor.

Chemismus: $An_{27 \pm 2}$ (5 Messungen einheitlicher Kristalle)

An_{38} (Kern), An_{27} (Außenzone)
 An_{47} (Kern), An_{30} (Außenzone)
 An_{30} (Kern), An_{24} (Außenzone)
 An_{37} (Kern), An_{27} (Außenzone)
 An_{31} (Kern), An_{25} (Außenzone).

Etwas spätmagmatischer Quarz verdrängt die früher ausgeschiedenen Kristalle siebartig oder umschließt sie. Die starke Hornblendebildung, die das gesamte Gestein erfaßt hat, hinterließ nur spurenweise reliktsche Pyroxene, und zwar sowohl Hypersthen als auch Klinopyroxen.

Die Hornblende selbst ist meist gut zonarggebaut. Die Größe der Körner schwankt im Bereich von 1 bis 4 mm, erreicht aber in Sonderfällen Längen bis 10 mm. Mittlere Elongation ist 3. Ihre Optik entspricht der des basischen Redwitzits von der Wölsauer Höhe. Bei idiomorph ausgebildeten Kristallen sind die (100)- und (010)-Flächen nicht entwickelt, so daß rautenförmige Schnitte erscheinen. Bei manchen Körnern findet sich ein Kern oder eine äußerste Schale von ganz blasser Eigenfarbe, angeblich eine aktinolithische Varietät. Es bestehen Hinweise, daß solche Kerne Pseudomorphosen nach Pyroxen sind und parallel zu derartigen Schalen etwas Albit wuchs. Die stärksten Verdrängungserscheinungen zeigt

die Hornblende gegenüber Biotit, der oftmals nur mehr einen Korrosionshabitus aufweist (Abb. 3). Auch er ähnelt in Gefüge und Optik dem analogen Bild des basischen Redwitzits von der Wölsauer Höhe. Die Biotitblätter bilden Pflaster von ca. 5 mm (max. 15 mm). Das typische redwitzitische Biotit-Hornblende-Gefüge ist entwickelt. Dabei versucht die jüngere Hornblende oder Hornblendegeneration, Stück um Stück den Biotit aufzuzehren, bis nur noch skelettartige Reste übrigbleiben. Zuweilen entstehen antiperthitförmige Bilder eines Ersatzes von Biotit durch Hornblende.

Titanite sind selten (max. 1 mm \varnothing), doch tritt öfters als Verdrängungsrelikt Leukoxen hinzu. In einem Fall konnte ich als Einschluß in Titanit ein Rutilkorn von 0,15 mm Prismendicke beobachten. Erze sind Ilmenit und Pyrit. Ilmenit ist vorwiegend pseudomorph nach Titanit. Apatit mit einer durchschnittlichen Prismendicke von 0,2–0,4 mm besitzt Elongationswerte von 4 bis 6, so daß 1–2 mm lange Apatite nicht selten sind. Orthit ist ebenfalls Frühgemengteil (nicht zonarggebaut) und verhältnismäßig groß bis 1 mm in b , dafür aber sehr selten. Die Zirkone, auch bis 1 mm gestreckt, sind idiomorph, häufig durch Quarz und Plagioklas korrodiert und ab und zu zonar.

Zusammenfassung:

Die magmatische Ausscheidungsfolge lehnt sich eng an die der basischen Redwitzite an. Abweichend erscheint vor allem das stärkere Hornblendewachstum auf Kosten der Mafite und in der magmatischen Spätphase eine Bildung von aktinolithischem Amphibol, Albit und Quarz, bis schließlich in deuterischer Phase sich noch Pistazit, Klinozoisit, Leukoxen und Chlorit ausscheiden.

c) Vorkommen von dioritischen Redwitzit und Titanitfleckenredwitzit im Steinbruch Grafenstein.

Literatur: Die geologische Bedeutung des Steinbruchs wurde bisher kaum gewürdigt, da der entscheidende Verband zwischen Redwitzit und Granit, wo auch die Titanitflecken-gesteine geschaffen wurden, im Nordteil gelegen ist, der erst nach 1945 aufgeschlossen wurde. WILLMANN (1920, S. 13 und S. 19) widmet dem Vorkommen „auf der Anhöhe nord-östlich von der Rathausziegelhütte“ nur wenige Worte. Damals waren es noch „mehrere, dicht beieinander befindliche Brüche“. FISCHER (1965, S. 8) erwähnt den Steinbruch Grafenstein als besten Aufschluß überhaupt. Im folgenden soll er ausführlich als Beispiel für die mannigfache Ausbildung der Redwitzit/Granit-Kontakterscheinungen beschrieben werden.

Geologische Situation:

Der Steinbruch Grafenstein (Aufschluß Nr. 10, S. 19) liegt in der nördlichen Nachbarschaft von Marktredwitz (R 45 08,30; H 55 44,90). Der Steinbruch ist eine etwa 20 m tiefe Grube in der tertiären Rumpffläche. In der Teufe steht ein homophaner Redwitzit dioritischer Zusammensetzung an. Im Nordteil des Bruches dagegen treten Apophysen porphyrischen Granits in größerer Zahl auf und „durchtränken“ teilweise den älteren Redwitzit regelrecht, so daß die sogenannten Mischredwitzite entstehen (vgl. auch Beilage 2). Abb. 2 auf Tafel 3 und Abb. 1 auf Tafel 4 vermitteln einen Eindruck von der vielfältigen Ausbildung der Mischredwitzite. Die porphyrischen Granitapophysen erstrecken sich bevorzugt in EW-Richtung. Im NW-Eck des Steinbruchs sind sie mit feinkörnigen Redwitzit-varietäten verbunden, die gegen den mittelkörnigen Redwitzit unregelmäßig begrenzt sind. Der Übergang beider Varietäten erfolgt in einem Bereich von etwa 1 m. Die feinkörnigen

Varietäten lassen eine Neigung zu Titanitfleckenbildung erkennen (TROLL 1964, S. 21 und S. 111) und weisen sich dadurch als Kontaktbildungen aus, wobei ein Teil der Mineralkomponenten rekristallisierte. Die Bildung echter Titanitflecken ist auf mehrere metergroße unregelmäßige Körper im Nordteil des Bruches beschränkt (Abb. 5). Aus diesen Partien kommen auch die feinkörnigen basischen Einschlüsse in granitdurchtränkter Umgebung, welche durch die häufigen erbsengroßen „Quarzaugen“ auffallen (Taf. 2, Abb. 2 und Taf. 4, Abb. 2). Die Hauptkluftrichtungen verlaufen im Steinbruch 45/75 NW bzw. 135/90–75 SE. Die erstgenannte Richtung ist wahrscheinlich als *bc*-, die zweite als *ac*-Klüftung aufzufassen.

Gefüge: Die Minerale des normalen mittelkörnigen Redwitzits sind auf den ersten Blick regellos verteilt. Erst bei genauer Betrachtung ist eine schwache Regelung, vor allem der Biotite, angedeutet, welche im Steinbruch N 50–60 E/±90 verläuft. Die Hornblende ist teilweise in schwarzgrünen Flecken, teilweise sogar als kleine Säulen kenntlich. Die lappigen und „zerfetzten“ Biotite werden bis mehrere Millimeter lang (Abb. 6). Titanit erscheint in braunen Pünktchen. Die erbsengroßen Quarze sind unterschiedlich häufig, fehlen aber im Bruchbereich an keiner Stelle völlig. Der Titanitfleckenredwitzit kann in zweierlei Weise, homophan und heterophan, ausgebildet sein. Zuvörderst fällt auf, daß sein Korn feiner ist als das des normalen dioritischen Redwitzits. Die weitgehende Rekristallisation, darunter auch eine Neubildung von Biotit aus Hornblende, sind dafür verantwortlich. Die homophane Varietät (Taf. 6, Abb. 1) hat 2 bis 5 mm-messende helle Höfe in einer quarz- bis granodioritischen Umgebung. Die heterogene Varietät ist etwas heller, da die einzelnen Titanithöfe kettenartig oder regelrecht lagenförmig verbunden erscheinen. Dabei ist mehr salisches Material zugewandert als in den homophanen Gesteinen (Taf. 6, Abb. 2).

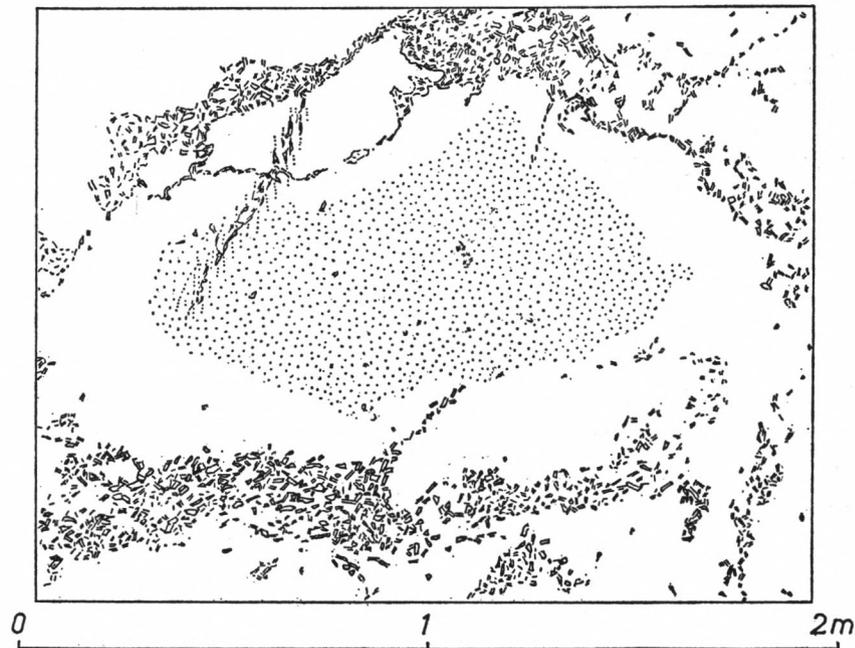


Abb. 5: Mittelkörniger Redwitzit (weiß), dessen homophanes Gefüge durch die Infiltration jüngeren porphyrischen Granits teilweise aufgelöst wird. Mit Strichen angedeutet erscheint der Granit. Die Partien der Titanitfleckenbildung innerhalb des Redwitzits sind punktiert.

Nordteil des Steinbruchs Grafenstein/Blatt Marktredwitz: R 45 08,30; H 55 44,90.

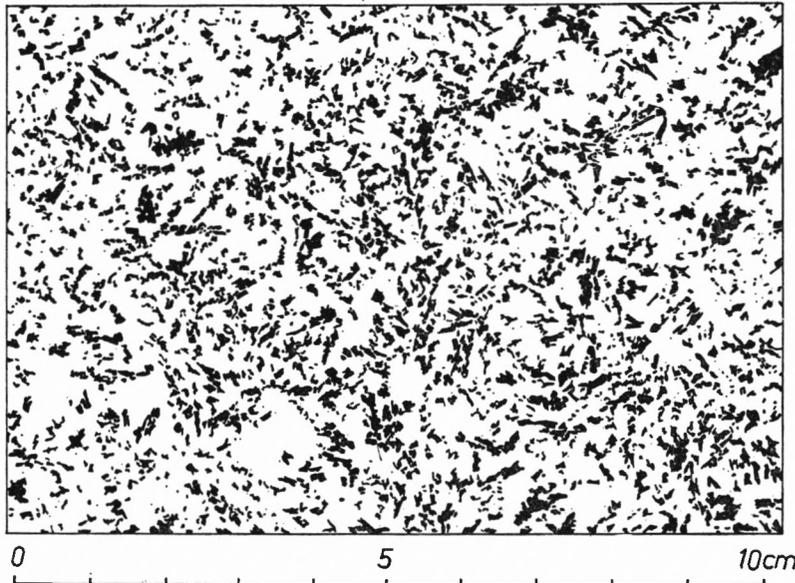


Abb. 6: Biotitgefüge des dioritischen Redwitzits.

Fundpunkt: Steinbruch Grafenstein/Bl. Marktredwitz: R 45 08,30; H 55 44,90. Maßstab in natürlicher Größe.

In einer 5 bis 15 cm breiten Randzone der Titanitfleckengesteine zum porphyrischen Granit oder Mischredwitzit befinden sich weniger oder überhaupt keine Flecken (Abb. 5). Die in den Fiederspalten angereicherten oder zusammengereichten Flecken zeigen, daß es sich teilweise um Mobilisate handeln muß. Die Frage, ob bei der Bildung eutektische Bedingungen erreicht wurden, wie sie PRINCE (1943, S. 4) von der eutektischen Temperatur in Höhe von 1301°C an bei 37% Anorthit nachwies, bleibt offen. Solche Gleichgewichtsbedingungen mögen sich bei der Redwitzitkristallisation zeitweilig, verändert durch Variable des Mehrstoffsystems, eingestellt haben, werden sich aber bei den lokal begrenzten Kontakterscheinungen eines chemischen Gefälles schwerlich behauptet haben können.

Die porphyrischen Mischredwitzite sind in ihrem Gefüge so wechselnd, daß nur bildliche Darstellungen (Taf. 3, Abb. 2 und Taf. 4, Abb. 1 und Abb. 2) einigermaßen ihren Verband wiedergeben können. Gemeinsam sind ihnen sehr dünntafelige Kalifeldspäte eigen, deren ausgeprägter Sanduhr-Zonarbau auf bevorzugte Einlagerung von Biotit und Plagioklas parallel den (010)-Flächen schließen läßt. Ihre Größe erreicht maximal 10 cm in der c -Achse.

Mikroskopische Beschreibung des dioritischen Redwitzits (vgl. Tabelle 3): Qualitativer und quantitativer Mineralbestand sind aus Tab. 3 ersichtlich. Danach hat der Plagioklas den Hauptanteil am Aufbau des Gesteins. Er ist in den großen einsprenglingsartigen Individuen stets zonargebaut. Es sind gedrungene, hypidiomorphe Tafeln mit einem Längen-Breiten-Verhältnis von 3:2 bis 2:1, wobei die Tafeldicke im allgemeinen mindestens die Hälfte der Breite beträgt. Die absoluten Maße bewegen sich hier für die Erstreckung in c zwischen 1 und 5 mm, für die Breite auf (010) zwischen 0,3 und 2,4 mm. Für den Zonarbau der Plagioklase sind folgende ausgewählten Beispiele repräsentativ:

1. An₅₅ (Kern), An₃₆ (Hauptteil), An_{27,5} (Rand gegen Quarz) im Schliff Nr. 5138,
2. An₅₈ (Kern), An₄₈ (Außenzone), im Schliff Nr. 5138,

Tabelle 3: Modaler Stoffbestand des Redwitzits vom Steinbruch Grafenstein, Bl. Marktedwitz

Schliff-Nr.:	4427/1	4427/2	4427/3	Mittel	5138	662
Plagioklas	39,4	48,5	44,5	44,4	44,0	46,8
Kalifeldspat	6,2	1,3	4,2	3,9	3,1	4,8
Quarz	13,4	8,9	10,2	10,8	8,3	4,3
Biotit	18,9	18,3	17,8	18,3	24,0	13,8
Hornblende	19,8	20,1	21,1	20,4	18,9	26,4
Pyroxen	—	—	—	—	Sp.	0,1
Titanit	0,9	1,0	0,9	0,9	0,7	2,1
Erz	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Apatit	0,8	0,7	0,6	0,7	0,8	1,2
Epidot+Orthit	0,3	0,9	0,4	0,5	Sp.	0,2
Zirkon	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
Carbonat	0,1	0,1	Sp.	0,1	Sp.	0,1
Punkte:	4649	4544	5446	14679	4635	3861
Farbzahl:	41,0	41,3	41,1	41	44,6	44,1

3. An₅₀ (Kern), An₃₇ (1. Zone), An₃₀ (Rand) im Schliff Nr. 4427,
4. An₆₅ (Kern), An₄₂ (1. Zone), An₃₃ (Rand) im Schliff Nr. 662,
5. An₆₈ (Kern), An₃₇ (Hauptteil), An₂₇ (Rand) im Schliff Nr. 662.

Die Plagioklase sind z. T. polysynthetisch verzwilligt. Karlsbader und Albit-Gesetz herrschen vor (Abb. 7).

Daten der Hornblende:

a) aus Konzentrat (\varnothing 0,063 mm) gewonnen:

Spez. Gewicht: 3,112,
 Farbe: schwarzgrün (23 pn),
 N_x : 1,651–1,652,¹
 N_z : 1,668–1,669,
 N_x-N_z : 0,016–0,018;

b) aus Dünnschliffen (\pm 0,025 mm dick) gewonnene Daten:

N_x (Kern): grünlich ocker (2 nc) bis ocker,
 N_x (Rand): hell grünlich ocker (1 nc) bis licht ocker,
 N_y (Kern): braunoliv (2 pg) bis tabakbraun,
 N_y (Rand): grasgrün (1 pg) bis lindgrün,
 N_z (Kern): olivbraun (23–24 ie) bis tabakbraun,
 N_z (Rand): graugrün (22 ie).

¹ Die Lichtbrechung wurde bei 20° C mit der Immersionsmethode in Na-Licht an ausgesuchten Körnern des Konzentrats bestimmt. Die senkrecht zur Auslöschungsrichtung N_z ermittelten Maximalwerte werden als N_x , die Minimalwerte senkrecht c als N_x aufgeführt.

Tracht: (110) stärker ausgebildet als (010), (100) fehlt häufig.

Habitus: gedrungen säulig, z. T. langsäulig, mit Zonarbau (Kern-Schale-Verhältnis 4 : 1 bis 3 : 1 im Diameter), Absonderung nach der Basis kaum vorhanden, auch mehr oder minder xenomorph in mafitischen Aggregaten von 1–2 (maximal 3 mm) \varnothing .

Größe: 0,8 bis 2 mm (max. 3 mm) in c , bis max. 1,6 mm in b und 0,8 mm in a , Längenbreitenindex $c : a$ bzw. b bis max. 5.

Zwillingsbau: fehlt i. allg.

2 V_x (Schliff Nr. 5138) konstruiert: 72,66, 66,78 (bräunlicher Kern),
direkt: 66,

2 V_x (Schliff Nr. 662) konstruiert: 68,78,

N_z/c (Schliff Nr. 662) konstruiert: 17,5, 17,5,
direkt: 17,5,

2 V_x und N_z/c vom gleichen Korn (Schliff Nr. 662): 64,5 direkt und konstruiert) und 18 (konstruiert), 69 und 18,5 (beide konstruiert),

2 V_x (Mittel): $69\ 52' \pm 8$,

N_z/c (Mittel): $17\ 48' \pm 1$.

Während die Plagioklase größtenteils neben Hornblende aufgewachsen sind, werden die Biotite meist von Hornblende aufgezehrt oder umschlossen. Zumindest dauerte das Wachstum der Hornblende länger an (Taf. 5, Abb. 1). Randlich an mafitischen Aggregaten liegt die Glimmer-Spaltbarkeit nach der Basis oft den Pinakoidspaltbarkeiten der Hornblende parallel. Anscheinend ist der hellere Hornblendesaum jünger als das Biotitwachstum. BÜSCH (1966, Abb. 27 der Taf. 23) zeigt analoge Reaktionen in einem grobkörnigen Quarzdiorit des Steinbruches Elbenschwand im Kleinen Wiesental/Schwarzwald. Es ist beachtenswert, daß gerade der grobkörnige Quarzdiorit diese enge Analogiebeziehung zeigt. Ich möchte das auf den relativ höheren Hornblendegehalt dieser Varietät unter den Gesteinen von Elbenschwand zurückführen. Eine Hornblendebildung aus Quarz (in Verbindung mit Plagioklas und Biotit) ist bei den Redwitziten aber auszuschließen, da Quarz eindeutig jüngster Bestandteil neben der zweiten Hornblendegeneration und neben Kalifeldspat ist. Die Größe der Biotite beträgt gewöhnlich 1,5 bis 2,5 mm für den Durchmesser der Spaltblättchen. Ihr Pleochroismus ist für N_x lichtocker, für N_y und N_z olivbraun.

Pyroxen ist reliktsch als uralitische Hornblende (Schliff Nr. 662) angedeutet. Das ist nicht erstaunlich, da basischere Redwitzite weiter südlich als Nebengemengteil Hypersthen führen. Im Schliff Nr. 5138 befindet sich zudem ein einziges Exemplar von Pyroxen (Augit oder Diopsid), das randlich von Hornblende verdrängt wird.

Kalifeldspat liegt triklin als schwach gegitterter Mikroklin vor, der stets xenomorph ist und gerne die Zwickel zwischen den Hauptgemengteilen Plagioklas, Hornblende und Biotit ausfüllt. Desgleichen tut der Quarz. Grenzen an ihn Mafite, so sind sie mehr oder minder idiomorph ausgebildet. Das spricht für eine sehr späte Kristallisation des Quarzes. Er korrodiert zuweilen den Plagioklas.

Die Titanite treten in zweierlei Formen auf, einmal als Ränder um primäres Ilmenit-erz, in dieser Form meist inmitten von Hornblende oder Biotit; zum andern kristallisieren sie in den bekannten, einschlußreichen Skeletten aus, die über mm-groß werden. In einem Fall wurde beobachtet, daß ein Plagioklaseinschluß in Titanit wiederum Hornblende einschloß.

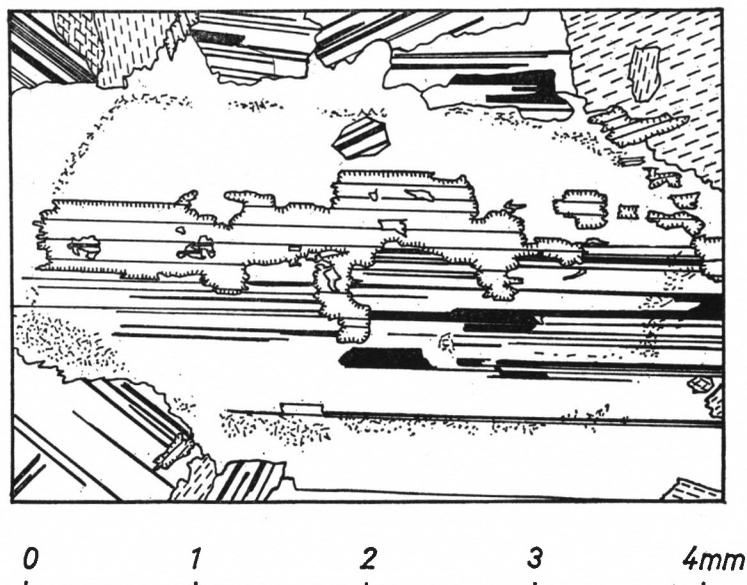


Abb. 7: Schliff Nr. 4427/2.

Biotit (gezahnt umrandet und mit Spaltrissen) wird mit der Basis (001) parallel zur (010)-Fläche des Plagioklasses von diesem verdrängt und eingeschlossen. Der Plagioklas (mit Zwillinglamellen) zeigt zweischaligen Zonarbau. Hornblende erscheint in gestrichelter Signatur.
Dioretischer Redwitzit, Steinbruch Grafenstein.

Tabelle 4: Modaler Stoffbestand des Titanitfleckenredwitzits im Steinbruch Grafenstein/Bl. Markredwitz

Schliff-Nr.:	4982/1	4982/2	4982/3	Mittel
Plagioklas	49,5	52,0	52,8	51,4
Kalifeldspat	8,3	7,2	9,6	8,4
Quarz	7,3	8,4	6,2	7,3
Pyroxen	Sp.	—	—	Sp.
Hornblende	6,6	5,7	6,0	6,1
Biotit	25,6	23,4	23,0	24,0
Titanit	1,1	1,7	1,1	1,3
Erz	0,6	0,6	0,4	0,5
Apatit	1,0	0,9	0,8	0,9
Orthit	Sp.	0,1	0,1	0,1
Zirkon	Sp.	Sp.	Sp.	Sp. (0,025)
Punkte:	5497	5349	5416	16262
Farbzahl:	34,9	32,4	31,4	32,9

Der langnadelige oder doch ausgeprägt säulige Habitus der Apatite mit Längenbreitenindices bis 12 bei Säulenlängen bis 1 mm fordert eine magmatische Entstehung des Redwitzits. Nur in den mafitischen Aggregaten, die sehr wohl als geschlossene Einspreng-

linge angesehen werden können, finden sich gedrungene Apatite. Ihre Dicke beträgt zwischen 0,2 und 0,4 mm.

Orthit erscheint im Dünnschliff in meist sechsseitigem Schnitt von 0,5 bis 3 mm \varnothing . Daneben gibt es aber auch schmale, langnadelige Kristalle in Hornblende bzw. Biotit. Dann erreicht er bei einem Längenbreitenindex von 20 Längen bis 0,5 mm. Der Orthit ist weitgehend isotropisiert.

Als deuterische Minerale sind Epidot (nach Hornblende) und Carbonat (nach Plagioklas) verbreitet.

Nach der modalen Zusammensetzung und nach der Ausbildung seiner Mineralkomponenten besitzt der Redwitzit von Grafenstein glimmerdioritischen Chemismus.

Mikroskopische Beschreibung des Titanitfleckenredwitzits (vgl. Tabelle 4):

Die größeren Plagioklase sind zweischalig aufgebaut (Altbestandsplagioklase), während kleinere Körner meist einheitlich auskristallisiert sind. Die mittlere Korngröße beträgt 0,5 mm (max. 2–4 mm) in c zu ca. 0,15 mm (max. 0,8–1,0 mm) in b . Die Anorthitgehalte der Altplagioklase, die nicht rekristallisiert sind, betragen in den Kernpartien: An_{38-36} , An_{47-46} , An_{37} , An_{37} . Als Kalifeldspat tritt ein gegitterter Mikroklin auf, der gerne poikiloblastisch von Zwickeln aus wächst.

An Pyroxen wurde nur spurenweise im Kern von Hornblende etwas Klinopyroxen gefunden. Hornblenden sind nur in Ausnahmefällen während der Kontakteinwirkung des Granitmagmas ausgeschieden. Im allgemeinen entstammen sie dem Altbestand, wie ein Vergleich zwischen Tabelle 3 und 4 bestätigt. Der größte Teil der ehemaligen Hornblenden ist von Biotit verdrängt worden. Die Biotitisierung ist deutlich von der frühen Biotitbildung zu trennen, welche auch in den basischen und melanokraten Redwitziten vorkommt, wo sie vom Hornblendewachstum überdauert wird.

Die typischen Biotitskelette (Abb. 6) entstehen größtenteils, indem aggressive Hornblende Biotit verdrängt (Abb. 1 auf Taf. 3 und Abb. 4), während bei der Titanitfleckenentstehung eine rückläufige Entwicklung einsetzt, die allerdings durch schnelle Erkaltung eines noch feinkörnigen Gefüges aufgehalten wird. Die Beobachtung, daß Hornblende in der unmittelbaren Nachbarschaft von Kalifeldspat stabil bleibt, könnte ebenso auf mangelnde Keimbildungsmöglichkeit von Biotit in der Umgebung des Kalifeldspats zurückzuführen sein, wie auch im Umkreis der Titanite anscheinend eine Ausscheidung von Mafiten nicht gelingt, diese sogar nachweislich dort aufgelöst werden.

Pleochroismus der Hornblende: n_x grünlichgelb (2 gc),
 n_z dunkeloliv (1 pi).

Wie in den unbeeinflussten Redwitziten, ist auch der Biotit des Titanitfleckenredwitzits deutlich zweiachsig. Seine Eigenfarbe erscheint grüner als die der Biotite des umgebenden Redwitzits.

Pleochroismus: n_x blaß gelblich (2 ea–2 ga),
 n_z olivbraun (3 ng–3 pg).

Die durchschnittliche Größe der Biotite beträgt 0,5 mm für den Durchmesser der Blättchen bei stark wechselnder Dicke. Titanit wächst bis zu 5 mm großen Kristallen. Der mittlere Durchmesser beträgt jedoch nur ca. 2 mm. Im wesentlichen sind die Titanite auf die hellen Flecken beschränkt, deren Mineralgefüge sich, abgesehen von den fehlenden mafischen Mineralen, in nichts von dem der Umgebung unterscheidet. An mafischen Mineral-

aggregaten lagern Apatite von gedrungenerem Habitus als diejenigen in leukokrater Matrix, die meist in winzigen Nadeln rekristallisiert und im gesamten Gestein verstreut sind (BIGGAR 1966). Orthit stammt aus der primären Redwitzitkristallisation. Die bis 1 mm in b und 0,5 mm im Durchmesser großen Kristalle werden völlig isotropisiert und häufig von Plagioklas und Quarz verdrängt. Die Zirkone unterscheiden sich kaum von denen im dioritischen Redwitzit. Sie sind vielleicht noch stärker zerbrochen und vor allen Dingen angelöst.

Zusammenfassung:

Die Titanitfleckenredwitzite haben die gleiche Bildungsgeschichte wie Titanitfleckengesteine anderer Verbreitungsgebiete (Bayerischer Wald, Mühlviertel, Grönland, Maine und Stockholm). Es sind Kontaktgesteine von intermediären Gesteinen mit jüngeren Graniten. Folglich besitzen sie eine Zusammensetzung, welche zwischen denen der beiden Ausgangsgesteine liegt.

Die Titanitfleckengesteine des Steinbruchs Grafenstein mögen als Beispiel für die vielen kleinen Vorkommen im Marktredwitzer Raum dienen, von denen noch zwei weiter unten beschrieben werden.

Die am Schluß des Kapitels 2. 1. 1. 2. besprochenen „Quarzaugen“ sind im Grafensteiner Bruch besonders häufig, vor allem in den sehr feinkörnigen basischen Schollen des Mischredwitzits (Taf. 4, Abb. 2), die entweder hornfelsitisierte Redwitzite oder Fremdgesteinseinschlüsse darstellen. Die Schollen führen die gleichen Gemengteile wie die Redwitzite bis hin zur Schwermineralgesellschaft und zu Titanitflecken. Deshalb halte ich sie für hornfelsitisierte Redwitzitkörper. Ein weiterer Grund dafür besteht in dem Fehlen solcher Schollen in normalem, von Granit unbeeinflusstem Redwitzit. Wären die basischen Schollen Fremdeinschlüsse, so müßten sie wenigstens ab und zu ebenso im Redwitzit zu finden sein.

Was die Quarzaugen selbst betrifft, so fällt auf, daß sie stets mit Hornblende vergesellschaftet sind. Diese beiden Minerale befinden sich übermillimetergroß in einer feineren Grundmasse. Zuweilen kommen noch größere Biotite hinzu. Die Beobachtungen veranlassen den Betrachter, ein begünstigtes Wachstum der Minerale in und um Quarz anzunehmen und wie bei den Titanitfleckengesteinen eine nur teilweise Auflösung bzw. Rekristallisation des Gesteins festzustellen. Damit läßt sich auch gut die Tatsache in Einklang bringen, daß „Quarzaugen“ in von Granit unbeeinflusstem Redwitzit in ähnlicher Weise, d. h. meist mit einem Hornblende-Saum ausgebildet sind. Die bevorzugte Ausbildung von Hornblende kann u. a. auf reichliches H_2O - oder auf SiO_2 -Angebot zurückgehen.

Ähnliche Quarzaugen beschrieb BÜSCH 1966 (S. 245 und Abb. 38, S. 248) aus Quarzdioriten des Schwarzwaldes. Auch die beschriebenen selteneren Diopsidränder der Quarze sind analog. Nur die randständigen, garbenartigen Hornblendebündel konnte ich nicht beobachten.

BOWES & WRIGHT (1965, S. 464–467 und Abb. 3–4) zeigen das gleiche Phänomen in Appiniten mit dem Unterschied, daß die sehr stark korrodierten Einschlüsse in granophyrischer bis syenitischer Matrix vorkommen. In den Appiniten Schottlands ist die Deutung der Quarze als Fremdeinschlüsse gesichert.

d) Vorkommen des (quarz-)dioritischen Redwitzits der Flur Wölsau:

Geologische Situation: Die durch Sprengarbeiten aufgeschlossene Fundstelle (Aufschluß Nr. 4 in Kapitel 2. 1. 1. 4.) liegt unweit des ehemaligen Steinbruchs Wölsau

(Aufschluß Nr. 3 in Kapitel 2. 1. 1. 4.) am Südhang der Wölsauer Höhe gegen den Ort Wölsau zu. Der auf der Wölsauer Höhe nördlich anstehende basische Redwitzit wird hier von einem mittelkörnigen, viel helleren Redwitzit abgelöst. Das fast gleiche Gestein erscheint auch im Steinbruch Wölsauer Hammer (Aufschluß Nr. 5 in Kapitel 2. 1. 1. 4.) in östlicher Richtung von der Flur Wölsau aus wieder. WURM (1932, Abb. 7) zeigt einen Ausschnitt des Redwitzit/Granit-Verbandes aus dem nahe gelegenen ehemaligen Steinbruch Wölsau, der wiederum die Altersfolge Redwitzit vor Granit darlegt.

Gefüge: In der ebenmäßigen Körnung waltet Hornblende etwas vor Biotit. Die Hornblende kristallisiert in Säulen bis zu 8 mm Länge. Daneben erkennt man braune Titanit-Körnchen. In der hellen Grundmasse lassen sich außer reichlich Plagioklas die kleinen Mengen Quarz und Kalifeldspat kaum ausmachen. Die Ähnlichkeit des Gefüges mit dem Redwitzit vom Grafenstein ist groß. Allein die Biotitverdrängung durch Hornblende ist im Gebiet nördlich Wölsau weiter fortgeschritten.

Mikroskopische Beschreibung (vgl. Tabelle 5):

Die mit Andesinkernen gebildeten Plagioklase haben eine mittlere Korngröße von 1 (max. 1,5) mm in c , 0,4 mm in b und 0,5 mm in a , d. h. etwa eine Elongation $c:b$ von 2 bis 3. Der Zonarbau ist, wenn vorhanden, zweischalig. Die Außenzone ist meist leicht verschwommen. Mißt man die Radien des Zonarbaus bei einigen Plagioklasen, mittelt die Werte und betrachtet man die Zonenvolumina annäherungsweise als Kugelschalen, so ergibt die Volumenberechnung für die zonargebauten Kristalle ein Kern-Hüllen-Verhältnis von 1:7. Ich sehe dieses Verhältnis als einen Maßstab, wie klein und frei beweglich die Plagioklaskristalle bei der Intrusion für den Fall gewesen sein können, daß sie echte Einsprenglinge waren.

Einige typische Anorthitmessungen:

- An₄₀ (einheitlich),
- An₄₀ (Kern), An₂₇ (Hauptteil),
- An₃₁ (Kern), An₂₀ (Hülle),
- An₃₀ (kleiner Kern), An₁₉ (Hauptteil),
- An₃₂ (einheitlich),
- An₄₃ (einheitlich),
- An₃₈ (etwas verschwommen).

Kalifeldspat ist gern poikiloblastisch und fällt durch ausgeprägte Mikroklingitterung auf. Einschlußreiche Körner bis zu 8 mm (max. 12 mm) Ausdehnung sind nicht selten.

Dagegen werden die meist an Zwickeln angesiedelten Quarze nur bis 2 mm groß.

Spärlich bezeichnet bereits WILLMANN (1920, S. 24) das Auftreten von Pyroxen als Reste in uralitischer Hornblende. In Hornblende angesammelte Erzflitter lassen aber darauf schließen, daß vormals Pyroxen enthalten war. Wie oben gesagt, dominiert unter den Mafiten die grüne Hornblende. Zwillingsbildungen findet man nur spurenweise. Die Größe der säuligen Kristalle schwankt zwischen 2 und 5 mm (max. 8 mm) für die Länge sowie 0,5 und 1,5 für die Breite; ihr Elongationsintervall geht von 2 bis 5.

Biotit erscheint in felsischen Gemengteilen sehr dünn blättrig und besitzt im Mittel 0,5 bis 1,5 mm Durchmesser bei einer durchschnittlichen Dicke von 0,25 mm.

Wie WILLMANN 1920 (S. 24–25) schreibt, findet sich lichtbrauner Titanit in großer Menge. Das vorliegende Gestein ist ein Beispiel dafür. Die Kristalle wachsen einschluß-

reich zu hypidiomorphen bis idiomorphen Körnern aus, deren größter Durchmesser bis 5 mm betragen kann. Ausgezeichnet idiomorphe Kristalle stecken in Kalifeldspatendoblasten. Da die Titanite Zirkon und Apatiteinschlüsse haben, ist ihre Kristallisation zum wesentlichen Teil jünger als die der Zirkone und Apatite. Immer wieder findet man radioaktive Strahlungshöfe um Titanit. Da Erz selten ist, ist der Gesamthaushalt des Redwitzits an Titan nicht überhöht.

An den Akzessorien ließen sich einige besondere Merkmale beobachten.

Apatit:	Länge mm	Dicke mm	Elongation
	0,62	0,04	15
	1,5	0,08	18,5
	1,2	0,07	16,5
	0,9	0,05	18
	0,5	0,032	15,5

Häufig führen die Apatite Hohlkanäle. Bei einem Kristall, der quer zu einer Plagioklas/Quarz-Korngrenze liegt, war zu beobachten, daß der Teil der Apatitsäule, der innerhalb des Quarzes liegt, um $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ dicker war als der von Plagioklas eingeschlossene Teil, ein Beweis für die Spätkristallisation von Quarz.

Zirkon zeigt in seiner Prismentracht die gewöhnliche Kombination von (100)-, (010)- und (110)-Flächen derart, daß die (110)-Flächen wesentlich langsamer wuchsen und daher viel besser entwickelt sind. Die meisten Körner sind mechanisch zerlegt. Daneben finden sich auch Aggregate, wo die Zerlegung von den Quarzen und Kalifeldspat rühren könnte, die beide Zirkon kräftig korrodieren. Fügt man die zerbrochenen Zirkonteile zusammen, so erhält man Elongationswerte von 10 bis 20. Sekundäres Carbonat entsteht ausschließlich bei der Plagioklasverdrängung durch Quarz und Kalifeldspat.

Tabelle 5: Modaler Stoffbestand des (quarz-) dioritischen Redwitzits der Flur Wölsau, Blatt Marktredwitz

Schliff-Nr.:	4981/1	4981/2	4981/3	Mittel
Plagioklas	51,1	51,5	46,6	49,8
Kalifeldspat	4,5	3,0	4,0	3,8
Quarz	11,5	9,3	14,0	11,6
Pyroxen	—	—	Sp.	Sp.
Hornblende	18,5	16,6	18,2	17,8
Biotit	12,5	18,0	14,9	15,1
Titanit	1,0	0,9	1,4	1,1
Erz	0,2	Sp.	0,1	0,1
Apatit	0,6	0,7	0,7	0,7
Orthit	—	—	—	—
Zirkon	0,1	Sp.	0,1	(< 0,1 ca. 0,06)
Carbonat	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
Punkte:	5578	5419	5230	16227
Farbzahl:	32,9	36,2	35,4	34,8

Zusammenfassung:

Der Redwitzit der Flur Wölsau hat quarzdioritische bis plagioklasdioritische Zusammensetzung. Plagioklas füllt die Hälfte des Gesteins aus. Es ist unter den bearbeiteten Redwitziten des Marktredwitzer Raumes dem dioritischen Redwitzit von Grafenstein am nächsten verwandt (vgl. Tab. 3 und Tab. 5), wobei der Grafensteiner Redwitzit eine höhere Farbzahl besitzt. Im Vergleich zu den dioritischen Gesteinen des Bayerischen Waldes ist eine Verwandtschaft beider Redwitzite mit dem Hornblende-Glimmer-Diorit des Steinbruches Paradies im Fürstensteiner Intrusivgebiet (TROLL 1964, S. 16) vorhanden. Sie betrifft Gefüge und Chemismus. Auf sie wird im chemischen und mineralchemischen Teil noch einzugehen sein.

e) Vorkommen des quarz-bis granodioritischen Redwitzits im Steinbruch Steinich:

Literatur: WILLMANN (1920, S. 13) erwähnt „auf der Höhe zwischen Garmersreuth und Röthenbach mächtige, grubenartig angelegte Steinbrüche“. Er erkannte, daß die dort abgebauten Redwitzite ziemlich quarzreich und die hellsten unter allen Vorkommen sind, weshalb er sie mit dem Syenit von Gröba in Sachsen vergleicht (S. 19).

Geologische Situation: Der in Abschnitt 2.1.1.4. (s. S. 19) aufgeführte Steinbruch Steinich (Nr. 12) liegt im Nordteil des Intrusivgebietes von Marktredwitz. Der mittelkörnige Redwitzit zeigt Granitimbibitionen verschiedenen Ausmaßes (Abb. 9 und Taf. 5, Abb. 2). Obgleich Mikroklinsspaltung in geringem Maße über den gesamten Steinbruchbereich verteilt ist, nehmen doch die Infiltrationen nach Norden zu. Knapp nörd-

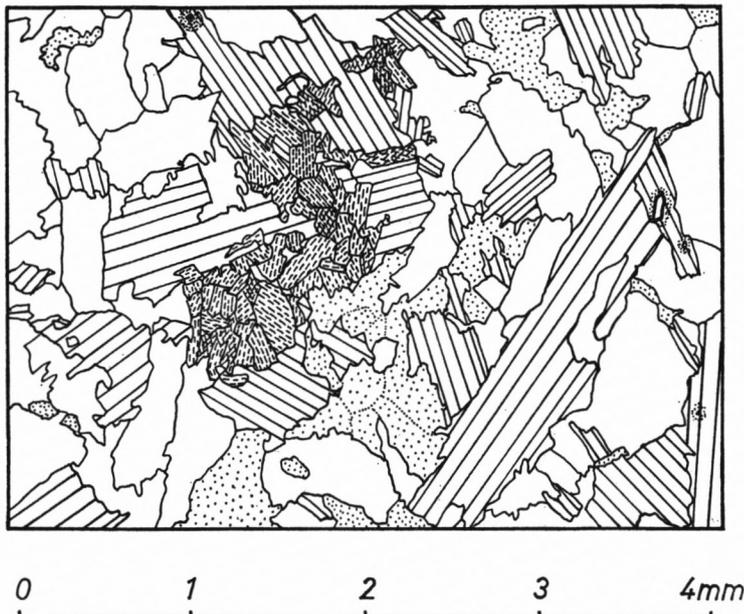


Abb. 8: Schliff Nr. 659, 1 Nicol.

Hornblende-Biotit-Flecken, der seine Entstehung wohl primären Pyroxen verdankt. Die Hornblende (gestrichelt) wird von Biotit (mit Spaltrissen) ummantelt und so von Diffusionen abgeschirmt; Plagioklas (weiß) und Quarz (gepunktet).

Quarzdioritischer bis granodioritischer Redwitzit, Steinbruch Steinich.

lich der Grube verläuft etwa E-W eine 100 m breite Zone mit Titanitfleckenredwitziten, welche eine Mischform von Redwitzit und jüngerem Granit darstellen. Eine andere Mischform, bestehend aus Redwitzit und vorwiegend Kalifeldspatmegablasten, wird als Mischredwitzit bezeichnet. Eine dritte, weitgehend „rekristallisierte“ feinkörnige Varietät zeigt ebenfalls Graniteinwirkung. Sie kommt nur im Nordteil des Bruches vor, während der Südteil von mittelkörnigem, homophanem Redwitzit eingenommen wird.

Außer diesen drei Mischgesteinen (Titanitfleckenredwitzit, Mischredwitzit und feinkörnige Redwitzitvarietät) treten noch regelrechte Granitgänge und Apophysen auf (Abb. 9). Ein Teil davon erscheint als kalifeldspatreiche Gangfazies, meist mit Biotit-schlieren vergesellschaftet. Ihre Ausbildung könnte auf die dem Granit erschwerte Wegsamkeit zurückgeführt werden.

Gefüge: Die Fluidaltextur der Biotite (Regelung ihrer Basisflächen) streut über den Bereich des Steinbruchs: $95/\pm 90$ (NE-Teil), $80/\pm 90$ (W-Teil), $75/\pm 90$ (E-Teil), in einem Sonderfall $145\pm/90$ (SE-Teil), jeweils Mittel aus mehreren Messungen. Der Gesteinsverband läßt es nicht zu, einen Prototyp herauszustellen. Jedoch ist die mittelkörnige Varietät des Steinbruchsüdteils (vgl. Beilage 2) allem Anschein nach die vom Granit kaum beeinflußte ursprüngliche magmatische Ausbildung.

Mikroskopische Beschreibung (vgl. Tabelle 6):

Mittelkörnige Varietät:

Das megaskopisch homophane Gefüge löst sich im Schlibbild deutlich in Partien von Alt- und Jungkristallisation aus. Die Plagioklas-Einsprenglinge messen 1 bis 2 (max. 3) mm in c und 0,5 bis 1 (max. 1,5) mm in b , so daß das Längen-Dicken-Verhältnis der Tafeln im Durchschnitt 2:1 beträgt.

Chemismus: An₅₆ (Kern), An₂₈ (breiter Rand und Entkalkungen),
 An₄₃ (Kern), An₂₇ (Entkalkung),
 An₅₀ (Kern), An₂₆ (Rand),
 An₄₈ (einheitlich),
 An₅₅ (Kern), An₄₀ (Hauptteil), An₁₈ (winziger Saum),
 An₆₂ (Kern), An₂₉ (Hülle).

Mindestens 75% des Durchmessers der Plagioklase entfallen auf den Kern, so daß sich in erster Näherung für den Fall einer Volumenberechnung von Kugelschalen ein Kern-Hüllen-Verhältnis von 3:4 ergibt.

Der Kalifeldspat ist triklin, führt Spindelperthite, sitzt xenomorph in Zwickeln oder wächst poikiloblastisch.

Hornblende ist fast ausschließlich in Aggregaten von 1:2 mm \varnothing vereinigt. Sie ist zuweilen nach (100) lamellar verzwilligt und zeigt Pleochroismus von:

n_x blaß gelbgrün (23 ea),
 n_z gelbgrün (22 ea).

Die Biotitblätter haben eine Basislänge von 1–3 (max. 5) mm, aber nur eine mittlere Dicke von 0,1 mm.

Pleochroismus: n_x hell strohgelb (2 ga–2 ea),
 n_z mittelbraun (4 pe–5 pe).

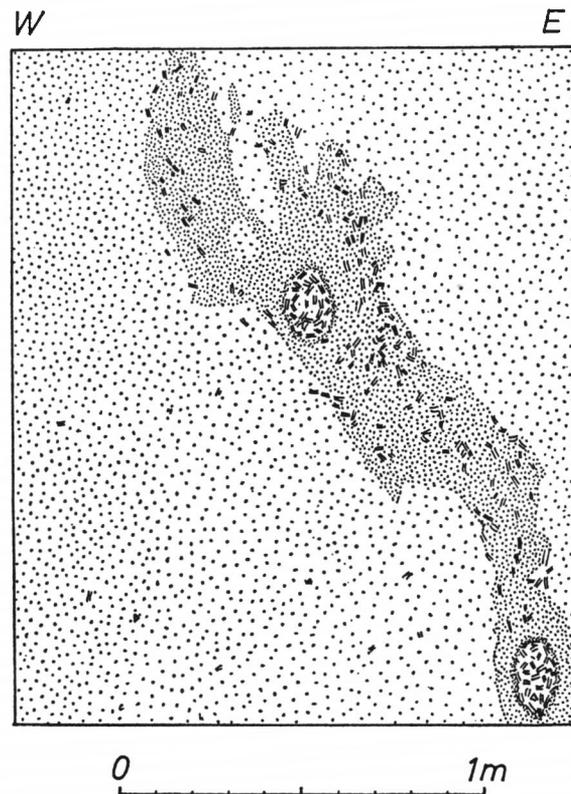


Abb. 9: Kalifeldspat-führende Schliere im (Quarz-) Redwitzit des Steinbruchs Steinich zwischen Garmersreuth und Röthenbach (Westteil der tiefsten Bruchsohle, ca. 30 m unter der Oberfläche). Die Dichte der Punkte gibt die Häufigkeit von Biotiten wieder. In der dunklen Schliere erscheinen leucokrate, kreisförmige Gebilde mit einem biotitreichen Reaktionssaum. Dreidimensionale Form (wahrscheinlich Schlauchform) und Entstehung dieser Gebilde sind unbekannt.
Der Aufschluß stammt aus dem Jahre 1961.

Apatit ist regelmäßig in kleinen Säulen verteilt, die bei Längen bis zu 1 mm Elongationen bis 20 erreichen. Dagegen ist der schwach zonargebaute und teilweise umgewandelte Orthit ein unregelmäßiger Gemengteil von 0,4 mm \varnothing im Mittel. Zirkon ist mit 0,03 bis 0,05 Vol.-% am Aufbau des Gesteins beteiligt. Die Kristalle sind meist angebrochen oder zerbrochen. Ihre Länge beträgt zwischen 0,2 und 0,6 mm bei Elongationswerten von 8 bis 14 (5 Messungen).

Titanitfleckenredwitzit-Varietät:

Hier werden nur die von dem mittelkörnigen Redwitzit abweichenden Eigenschaften behandelt:

Obwohl das Gestein etwa die doppelte Menge an Kalifeldspat führt als der vom Granit unbeeinflusste Redwitzit, bleiben die Minerale der primären Ausscheidungsfolge (Labradorite, Hornblenden etc.) erhalten oder werden sogar relativ angereichert (vgl. die Farbzahlen der Tab. 6), da der Quarzgehalt im Titanitfleckengestein aus unerklärlichen Gründen wesentlich geringer ist.

Tabelle 6: Modaler Stoffbestand des Redwitzits vom Steinbruch Steinich, Blatt Marktredwitz

Schliff-Nr.:	5006/1	5006/2	5006/3	Mittel	659	660 ¹
Plagioklas	42,6	44,4	45,2	44,0	47,5	45,9
Kalifeldspat	8,9	5,8	7,4	7,3	2,7	14,2
Quarz	22,0	23,5	22,5	22,7	23,6	8,3
Pyroxen	—	—	—	—	—	Sp.
Hornblende	1,2	0,5	1,2	1,0	0,8	7,4
Biotit	24,2	24,9	22,5	23,9	24,5	21,7
Titanit	0,1	Sp.	0,2	0,1	0,1	0,8
Erz	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,7
Apatit	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0
Orthit	Sp.	Sp.	0,2	0,1	Sp.	Sp.
Zirkon	Sp. (0,05)	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
Carbonat	Sp.	Sp.	—	Sp.	Sp.	Sp.
Punkte:	5242	4759	5138	15151	4744	4170
Farbzahl:	26,5	26,3	24,9	25,9	26,2	31,6

¹ Titanitfleckenredwitzit aus dem N-Teil des Steinbruchs.

Plagioklas: An₅₆ (Kern), An₄₁ (Hauptteil),
An₄₇ (außer Entkalkungen einheitlich).

Die großen Tafeln sind häufig zerbrochen.

Kalifeldspat mit Mikroklingitterung wächst poikiloblastisch in Arealen von 2 bis 4 mm Ø. Quarz bildet u. a. ebenso große, doch einschlußfreie Körner aus. Rest von Klinopyroxen in Hornblende-Kernen und Uralit führen zu einer für n_x licht gelbgrünen (1 lc) bis für n_x dunkelgrünen (1 pg–24 pi) Hornblende, die teilweise in monomineralischen Flecken vorliegt. Der Biotit-Pleochroismus geht von blassem strohgelb (2 ea–1 gc) für n_x nach Brannoliv (2 pg) für n_x . Titanit (bis 2 mm groß) tastet sich allotriomorph den Korngrenzen des Plagioklas-Grundgefüges nach und schließt Plagioklaskörner ein. Es fällt besonders auf, daß er nicht in Kalifeldspat-Poikiloblasten wächst.

Zusammenfassung:

Als saueres Endglied der redwitzitischen Serie schließt sich der quarzreiche Redwitzit vom Steinbruch Steinich mineralparagenetisch eng an seine basischen Nachbargesteine an. Seine quarzdioritische bis granodioritische Zusammensetzung verdankt er nicht einer grundsätzlich anderen Magmenzusammensetzung (gleicher Plagioklas-Chemismus etc.), sondern allein einer spätmagmatischen Zufuhr von hauptsächlich Kieselsäure, verbunden mit geringen Alkalilösungen.

f) Vorkommen verschiedener Redwitzite im Straßeneinschnitt östlich von Marktredwitz:

Geologische Situation: Der Aufschluß wurde in den Jahren 1963 und 1964 beim Straßenbau geschaffen. Er beginnt dort, wo der alte Haager Weg (Verbindungsweg des Weilers Haag mit Marktredwitz) die neue Bundesstraße kreuzt (Abb. 10). Der Einschnitt liegt etwa 500 m östlich des Westkontaktes der Redwitzite gegen die Phyllite und Orthogesteine von Marktredwitz. WILLMANN (1920, S. 10) erwähnt „oberhalb des Friedhofes rechts am Weg“ einen sehr kleinen verlassenen Bruch in ziemlich grobkörnigen Gesteinen. Obgleich dieser Bruch nicht mehr besteht, finden sich ähnliche Redwitzite im Umkreis und auch im Einschnitt wieder (Abb. 10, Nr. 5727).

Gefüge: Der allgemeine Redwitzittyp ist mittelkörnig und durch sperrige Biotite ausgezeichnet. Titanit ist megaskopisch gut kenntlich. Ein Vergleich der modalen Zusammensetzung (Tab. 7, Schliff Nr. 6762) mit den Redwitziten der Flur Wölsau (Tab. 5) zeigt die

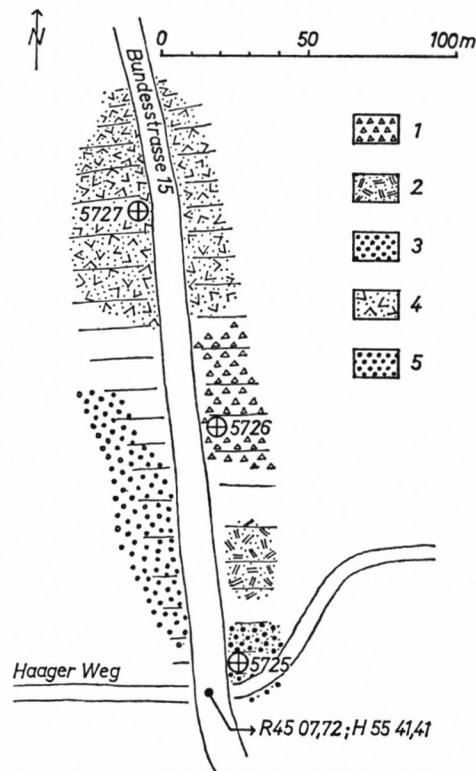


Abb. 10: Aufschluß im Straßeneinschnitt der Umgehungsstraße östlich Marktredwitz (aufgenommen im Jahre 1964):

- 1: feinkörniger Titanitfleckenredwitzit,
- 2: Mischredwitzit mit großen Kalifeldspäten bzw. fein- bis feinkörniger hornfelsitisierter Redwitzit (von Apophysen porphyrischen Granits durchschlagen),
- 3: mittelkörniger Redwitzit,
- 4: mittel- bis grobkörniger Redwitzit mit sperrigen Biotiten,
- 5: mittelkörniger Redwitzit mit Hornblendeflecken.

große Verwandtschaft. Der höhere Biotitgehalt in der östlichen Umgebung von Marktredwitz macht die einzige Ausnahme.

Am Südeinde des Straßeneinschnitts tritt ein mittelkörniger Hornblendeflecken-Redwitzit hinzu, eine Varietät, die zu einem Drittel aus Biotit besteht und deren geringer Hornblendegehalt in Putzen zusammengefaßt ist.

Die Titanitfleckenredwitzite sind verhältnismäßig quarzreich und entsprechen denen S Leutenberg und NW Wölsauerhammer, die auch WILLMANN beschreibt (1920, S. 11 und S. 25). Die Titanitfleckenredwitzite sind auf der Karte (Beilage 2) unter „feinkörniger Redwitzit“ ausgehalten.

Mikroskopische Beschreibung (vgl. Tab. 7):

1. mittelkörniger Redwitzit mit sperrigen Biotiten:

Plagioklas mißt 2 bis 3 mm in c zu 0,5 mm in b . Daraus ergibt sich $E' = 2$ bis 6, im Mittel 4.

Chemismus: 1. An₆₁ (Kern), An₃₀ (Hülle),
2. An₅₇ (Kern), An₃₂ (1. Zone), An₂₄ (Rand),
3. An₅₈ (Kern), An₃₁ (Hülle).

Kalifeldspat bildet Poikiloblasten von 10 bis 20 mm \varnothing . Der Redwitzit ist verhältnismäßig zirkonreich. Die Schlankheit der Kristalle beträgt 2 bis 8 mit Schwerpunkt von 5 (10 Messungen). Biotit erreicht 2 bis 4 mm längs der Basis.

2. mittelkörniger Hornblendeflecken-Redwitzit:

Die Hornblendeflecken haben Durchmesser von 2 bis 4 mm. Biotit bleibt klein (bis 1,6 mm Länge). Plagioklas erreicht 0,8 bis 1,6 (max. 2,4 mm) Erstreckung in c . Quarzkörper von 0,5 bis 1 mm \varnothing wachsen selten bis 4 mm, doch sind sie dann stets poikiloblastisch. Orthit, bis 1 mm groß, ist Frühausscheidung. Der geringe Titanitgehalt zieht einen geringen Erzgehalt nach sich. Titan und Eisen stecken demnach vorzugsweise im Biotit, der einen blaß bräunlichgelben (n_x) nach reh- bis kastanienbraunen (n_z) Pleochroismus hat.

3. feinkörniger Titanitfleckenredwitzit:

Das mikroskopische Bild unterscheidet sich kaum von dem anderer Titanitfleckenredwitzite (s. o.). Stark poikiloblastisches Wachstum (bis 4 mm \varnothing) zeigen Kalifeldspat und Quarz (ohne Titaniteinschluß). Apatit ist weitgehend in winzigen Nadeln rekristallisiert, seltener Zirkon. Die Titanitflecken besitzen Durchmesser von 3 bis 4 mm.

g) Vorkommen von Redwitzit an der Straßenbrücke Wölsau:

Geologische Situation: Bei den Bauarbeiten der Straßenbrücke im Jahre 1964 kamen verschiedene Redwitzite zutage. Wegen der Schönheit der gewonnenen Wollsackblöcke, die teilweise einige Meter Durchmesser aufweisen, entschloß man sich, sie zwischen den Brückenauffahrten zusammenzustellen.

Abbildung 11 zeigt die vorherrschende mittelkörnige Varietät, wie sie von einem Granitgang durchsetzt ist (Bl. Marktredwitz: R 45 07,93; H 55 40,93). Nördlich der Brücke nehmen diese Granitapophysen zu, während nach Süden (vgl. Beilage 2) feinkörnige Varietäten anschließen, die ich als Salbandfazies der Redwitzite deute. Hierzu rechne ich auch das

Tabelle 7: Modaler Stoffbestand der Redwitzite im Straßeneinschnitt östlich von Marktredwitz/Bl. Marktredwitz

Schliff-Nr.:	4511	4519	6762
Plagioklas	50,0	44,8	50,6
Kalifeldspat	4,4	0,3	6,8
Quarz	14,4	14,9	9,0
Klinopyroxen	Sp.	—	—
Hornblende	1,1	5,9	9,6
Biotit	27,7	32,6	21,2
Titanit	0,8	0,2	1,4
Erz	0,3	0,1	0,2
Apatit	1,2	1,1	1,0
Orthit	0,1	0,1	0,1
Zirkon	Sp. (0,04)	Sp.	0,1
Summe:	5462	5645	5583
Farbzahl:	31,2	40,0	33,6

Schliff-Nr. 4511: feinkörniger Titanitfleckenredwitzit, Probe von Fundpunkt Nr. 5726 auf Abb. 10.

Schliff-Nr. 4519: mittelkörniger (mm-körniger) Hornblendeflecken-Redwitzit, Probe von Fundpunkt Nr. 5725 auf Abb. 10.

Schliff-Nr. 6762: mittelkörniger (mm-körniger) Redwitzit mit sperrigen Biotiten, Probe von Fundpunkt Nr. 5727 auf Abb. 10.

Redwitzitareal ca. 200 bis 500 m S Wölsau zu beiden Seiten der Straße. Kalifeldspat-Großkristalle fehlen in beiden Varietäten. Die Granitapophysen verlaufen 135/40–45 NE, scharf-begrenzte Aplitgängen sowohl 120/45 NE als 55/55 NW.

Gefüge: Die Biotitregelung in den Redwitziten streicht etwa kontaktparallel 90–125/90–35 N. Die mittelkörnige Varietät unterscheidet sich von feinkörnigen Varietäten und der feinkörnigen Varietät nur durch die Korngröße. Die Mineralzusammensetzung ist gleich.

Mikroskopische Beschreibung:

Die Redwitzite im SW-Eck des Gebietes führen Klinopyroxen (ganz selten Orthopyroxen) ausschließlich im Kern von Hornblende. Der Pyroxen kann modal die Hornblende überwiegen (5 bis 10 Volumenprozent nach Schätzung). Biotit ist jedoch ca. doppelt so hoch als die anderen Mafite vertreten. Titanit, Apatit und Orthit sind regelmäßige Bestandteile. Die Plagioklase entsprechen denen der benachbarten Vorkommen. E' beträgt im Durchschnitt 5. Kalifeldspat ist poikiloblastisch und jung. Quarz nimmt ca. 10 bis 15% des Volumens ein. Am Granitkontakt nimmt er mengenmäßig zu, bildet Siebquarze aus und greift den magmatischen Altbestand an. Zirkon fehlt nie. Bei ihm und Apatit kommt spätmagmatisches Wachstum vor, teils als Anwachszone, teils als kleine Neubildungen.

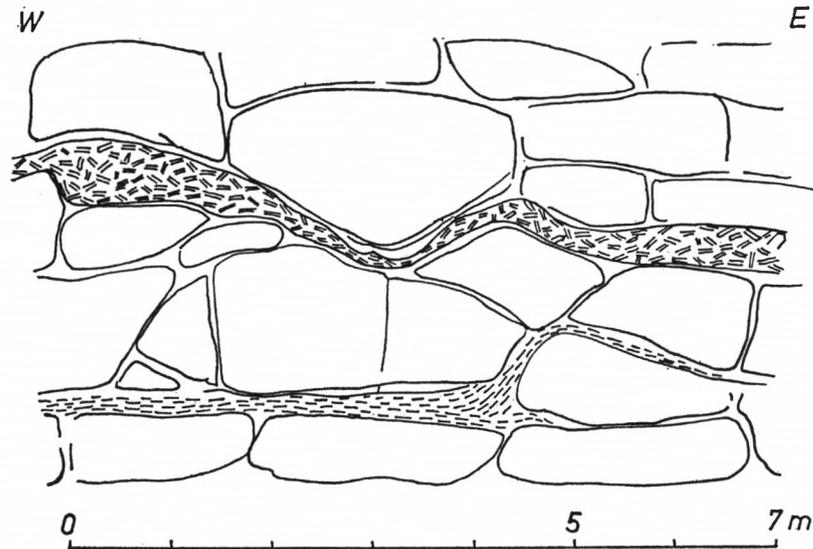


Abb. 11: Wollsackartige Zerlegung von mittelkörnigem Redwitzit. Porphyrischer Granit (Doppelstriche) drängt auf einer horizontalen Schwundkluft in den Redwitzitkörper ein. Darunter eine Zersatzlage (einfache Striche), welche nach Westen in eine Kluftquelle endigt.
Aufschluß während der 1964 vorgenommenen Fundierung des östlichen Brückenpfeilers der Straßenbrücke über die Bundesstraße 15 W Wölsau/Bl. Marktredwitz: R 45 07,93; H 55 40,93.

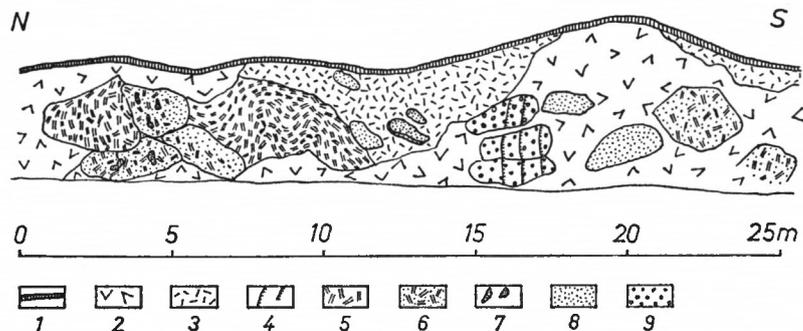


Abb. 12: Aufschluß von Redwitzit im Verband mit Falkenberg-Marktleuthener porphyrischem Granit zwischen Korbersdorf und dem Loh-Bühl, ca. 500 m N Korbersdorf/Bl. Marktredwitz: R 45 09,70; H 55 44,50. Der Aufschluß wurde teilweise durch die Flurbereinigung im Jahre 1964 zerstört.

1: Humusdecke; 2: Schutt; 3: autochthoner Gesteinsgrus; 4: Albit-Quarz-Gängchen (wulstartig herausgewittert); 5: riesenkörniger porphyrischer Granit; 6: Mischredwitzit mit großen Kalifeldspäten; 7: hornfelsitisierte, sehr feinkörnige Redwitzit-Schollen; 8: feinkörniger Redwitzit; 9: mittelkörniger Redwitzit.

Zusammenfassung: Auf Grund Geländebeobachtungen halte ich die feinkörnige Varietät in der westlichen und südlichen Umgebung von Wölsau für eine Salbandfazies, die ihr feineres Korn gegenüber den Redwitziten der Flur Wölsau (s. o. Abschnitt d) ihrer primären Kontaktnähe verdankt. Abgesehen von dieser Gefügeabart sind die geringer verbreiteten feinkörnigen Redwitzite ehemalige feinkörnige Gesteine, die ihr noch feineres

Korn nur in wenigen Metern Breite längs des Granitkontaktes (einschließlich der Granitapophysen) ausgebildet haben. In ihnen nimmt Quarz zu und verdrängt die früher ausgeschiedenen Minerale kräftig. Ähnlich verhält sich der Kalifeldspat.

h) Vorkommen von Redwitziten in der Umgebung von Korbersdorf/Bl. Marktredwitz:

Literatur: WILLMANN (1920, S. 10 und S. 12) erwähnt die porphyrischen Granite „bei Corbersdorf“, welche dann WURM (1932) als etwa 1 km²-großen Ausbiß südlich und südwestlich von Korbersdorf kartierte (vgl. Beilage 2).

Geologische Situation: Nördlich dieser Granitmasse treten im mittelkörnigen Normaldiorit und zwischen Mischredwitziten zweimal grobkörnige Redwitzite mit Biotiten von 2 bis 3 cm Durchmesser auf. Das ist einmal am Westhang des Hennesberges (R 45 08,96; H 55 44,14) und zum anderen im Ort Korbersdorf selbst, wo das Gestein das anstehende Fundament eines Bauerngehöftes bildet (R 45 09,71; H 55 44,15).

Die komplexen Redwitzit/Granit-Verbandsbeziehungen im Umkreis von Korbersdorf sind in Abb. 12 verdeutlicht. Sie zeigt auf engem Raum die verschiedene Ausbildung der Kontakt- und Mischgesteine. Vom gleichen Fundpunkt stammt auch die Abbildung 1 (auf Taf. 1) eines Wollsackblockes mit schaliger Absonderung.

Gefüge: lassen sich bei den fließenden Übergängen kaum für einen über hundert Meter großen Bereich festlegen. Die mikroskopische Beschreibung schließt sich eng an diejenigen der verwandten Vorkommen an (vgl. daher Beilage 2).

i) Vorkommen von Redwitziten und Mischredwitziten in der Umgebung von Seußen/Bl. Marktredwitz:

Literatur: C. W. v. GÜMBEL (1879, S. 358) nennt gute Aufschlüsse von „Syenitgranit“ an der Mühle bei Seußen (heute Dötschen-Mühle). Die von WILLMANN (1920, S. 12) erwähnten „Steinbrüche beim Bahnhof Seußen“ sind verfallen und heute nicht mehr festzulegen. WILLMANN war jedoch der Ansicht, daß die dort neben dunklen, körnigen Redwitziten auftretende „Schliere von porphyrtartigem Redwitzit“ eine aus der Tiefe mitgerissene Scholle von Kristallgranit sei (vgl. WILLMANN Taf. I, Abb. 1). Es handelt sich um typischen Mischredwitzit, d. h. um Redwitzit, der von jüngerem Granit imbibierte wurde.

Geologische Situation: Im SE von Seußen grenzen kontaktmetamorphe Schiefer der Arzberger Serie teils unmittelbar, teils durch porphyrischen Granit voneinander geschieden, teils durch junge Flußschotter der Kössein und der Röslau verdeckt, aneinander. Im S und SW des Ortes stecken Phyllite als mitunter über 100 m messende Schollen in den Redwitziten. Hier sind die Redwitzite vorzugsweise mittelkörnig und titanitreich ausgebildet. NW Bahnhof Seußen und im Leimattal oberhalb der Teichmühle herrschen mittel- bis grobkörnige Varietäten mit sperrigen Biotiten vor. In der nordöstlichen Umgebung von Seußen schließlich trifft man auf einen innigen Redwitzit/Granit-Verband.

Neben den üblichen Mischredwitziten (vgl. Abb. 11) sind verwandte Mischgesteine verbreitet, die wohl auch einige Großfeldspäte führen, aber den größten Teil des vom Granit stammenden zugeführten saueren Materials in unscheinbaren Poikiloblasten von Kalifeldspat und Quarz beherbergen. Ich habe diesen Typ nach dem Ort Seußen benannt und eigens auf der Karte dargestellt (vgl. Beilage 2). Er kommt besonders gut aufgeschlossen im

Bahneinschnitt an der Blattgrenze Marktredwitz/Waldsassen vor (Bl. Waldsassen: R 45 12,98; H 55 44,90).

Gefüge: Ich beschränke mich auf den Mischredwitzit vom Typ Seußen: Die Gesteine sind klein- bis feinkörnig und haben Mikroklinflecken von 1 bis 3 mm \varnothing , die sehr dicht verteilt sind. Bei verwittertem Gestein bleiben die einschlußreichen „Knoten“ grau, während die Plagioklase der umgebenden Grundmasse gelben.

Mikroskopische Beschreibung:

1. Mittelkörnige bis grobkörnige Redwitzite in der westlichen und nördlichen Umgebung von Seußen: Im allgemeinen überwiegt in diesem Bereich Hornblende modal über Biotit. Die Hornblende ist meist zonar und kommt, wie z. B. im Leimattal N Teichmühle, manchmal auch in durchschnittlich 5 mm durchmessenden Putzen vor, wo sie häufig uralitisch ist. Der Biotit ist teils nur im Kern der Hornblenden zu finden, andernteils bildet er bis 3 cm große sperrige Blätter aus. Monokliner Pyroxen ist selten. Titanit wechselt stark in seiner Verbreitung, von Bruchteilen eines Volumenprozents bis über 2 Volumenprozent. Der Gehalt an Apatit ist gegenüber anderen Vorkommen westlich und nördlich geringer. Kalifeldspat tritt außer in Mischredwitziten hinter Quarz zurück, wenn er nicht völlig fehlt. Orthit ist regelmäßig vorhanden.

2. Mischredwitzite vom Typ Seußen: Sie zeigen im Schliff die kennzeichnenden Eigenschaften redwitzitischer sowie granitischer Gefüge. Die Hornblende ist völlig biotitisiert. Die Biotite sind viel kleiner aufgesproßt als sie ursprünglich waren. Ca-reiche Plagioklase sind nur noch reliktsch da. Mikroklin ist poikiloblastisch. Die meisten seiner Plagioklas- und Biotiteinschlüsse sind mit ihren Tafel- bzw. Basisflächen parallel (010) des Kalifeldspats eingeregelt. Nach außen nimmt die Einschlußintensität zu (Abb. 13). Allem Anschein nach haben die blastischen Mikrokline andersgelagerte Einschlüsse bevorzugt aufgelöst. Ab und zu tritt auch etwas Muskovit auf.

j) Vorkommen von Redwitziten im Kösseintal zwischen Wölsauerhammer und Brand/Bl. Marktredwitz:

Literatur: Ein guter Aufschluß, der später auch kurzzeitig Steinbruch war, wird von WILLMANN 1920 (S. 11) als „unterhalb der Landstraße Seußen bei Friedau“ beschrieben. Die genaue Lage der Stelle, die auch WURM 1932 (S. 18) als „gegenüber Friedau“ angibt, ist: R 45 10,82; H 55 42,55.

Geologische Situation: Während der NW-exponierte Hang des Kösseintales meist von Solifluktionsschnitt tertiärer Basalte überdeckt ist, sind die Redwitzite nördlich des Flusses bis auf einen Granitdurchbruch zwischen Wölsau-Haag und Brand durchgehend vorhanden. Rings um diesen Granitdurchbruch (vgl. Beilage 2) kam es zur Bildung von Titanitfleckenredwitziten, so z. B. am Bühl W Wölsauerhammer und am Hammerberg NE Wölsauerhammer, wie das bereits WURM (1932, S. 15) andeutet. Da der mittelkörnige Redwitzit des Steinbruches Wölsauerhammer (Nr. 5 in Abschnitt 2.1.1.4.) sehr hornblendereich ist, führen auch die Titanitfleckengesteine der Umgebung mehr Hornblende als Biotit, was sie von den anderen Vorkommen unterscheidet.

Nach SW werden die Redwitzite im allgemeinen quarzreicher (Quarzredwitzite). Gleichzeitig verschiebt sich das Biotit/Hornblende-Verhältnis zugunsten von Biotit. In der Nachbarschaft von Friedau sind solche helleren Redwitzite verbreitet, die dann öfters wieder sperrige Biotite bis 1 cm \varnothing führen.



Abb. 13: Schliff-Nr. 4652.

Blastischer Mikroklin (weiß) lagert verschieden orientierte Biotite (eng schraffiert) und Plagioklase (mit Zwillinglamellen) selektiv ein, indem er die nicht mit der (001)- bzw. (010)-Fläche seiner (010)-Fläche parallel orientierten Körner stärker anlost und verdrängt. Ein großer Teil des Mineralbestandes, vor allem Quarz (punktiert), ist rekristallisiert.

Mischredwitzit Typ Seußen, Fundpunkt: Blatt Waldsassen: R 45 12,06; H 55 44,8.

k) Vorkommen von Redwitziten in der Umgebung von Garmersreuth/Bl. Marktredwitz:

Literatur: Außer dem Steinbruch Steinich (s. o. Abschnitt e) wurden Steinbrüche „südlich von Garmersreuth“ (WILLMANN 1920, S. 13) und „im Leimat-Tal SW Garmersreuth“ (WURM 1932, S. 18) betrieben, die aber heute nicht mehr vorhanden sind.

Gefüge: Die Redwitzite S und SW Garmersreuth sind mittel- bis grobkörnig, einmal heller und einmal dunkler. Neben hornblendereichen Varietäten, so z. B. am Punkt R 45 09,87; H 55 46,18, sind vor allem auch grobkörnige Redwitzite verbreitet, so am Kohlberg (P. 528 m) und östlich anschließend in den Waldstücken der Flur Reut längs des Weges von Seußen nach Garmersreuth. Eine eingehendere Beschreibung aller dieser Übergänge würde eine ausführliche Bestandsaufnahme voraussetzen, die den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würde.

2.1.1.6. Zusammenfassung der Gesteinsbeschreibung:

Die Übersicht der Dünnschliffuntersuchungen zeigt, daß die in ihrer Basizität (Farbzahl) abweichenden Varietäten und sogar noch die Redwitzit-Granit-Mischgesteine kennzeichnende gemeinsame Merkmale ihrer frühen Kristallisationsgeschichte aufweisen. Dazu zählen Pyroxenführung der Schmelze, erste Hornblendegeneration z. T. parallel zum Biotitwachstum, z. T. dieses überdauernd, Schwermineralgesellschaft, Labradoritkerne der

Plagioklase etc. Erst die spätere magmatische Entwicklung, die bei den basischen Kernpartien nur andeutungsweise eingeleitet wird und zu den intermediären Differentiaten hin immer breiteren Raum einnimmt, schafft die vielen Spielarten des Gefüges, insbesondere auch das wechselnde Biotit-Hornblende-Verhältnis. Eine gesetzmäßige Abhängigkeit des Hornblende-Biotit-Quotienten zum Anorthitgehalt der Plagioklase oder zur modalen Mineralzusammensetzung, wie das BÜSCH (1966, Abb. 7, 15, 40 und 41) in intermediären bis syenitischen Gesteinen des Schwarzwaldes fand, konnte nicht beobachtet werden.

Durch den zweischaligen Zonarbau der Plagioklase läßt sich die Redwitzitbildung in zwei große Kristallisationsphasen gliedern. Der Zonarbau der Hornblenden ordnet sich dem Schema ein. Danach hat sich ein Schmelzgleichgewicht eingestellt, das erst in der zweiten Phase, wohl infolge spätmagmatischer Zuführen von Alkalien und Kieselsäure, unterbrochen wurde. Ob und inwieweit diese Unstetigkeit der magmatischen Entwicklung, die streng von der Differentiation zu trennen ist, auf den Intrusionsmechanismus zurückgeführt werden kann, bleibt eine offene Frage. Nach der Auffassung des Verfassers, die sich auch auf feldgeologische Beobachtungen gründet, war in der Tiefe ein homogener Schmelzherd vorhanden als dies die Ausbildung der Redwitzite am heutigen Ort zeigt, ganz abgesehen von den Veränderungen, die der jüngere porphyrische Granit hervorrief.

Die Ausgestaltung des so stark wechselnden Gefügebildes ist zum größeren Teil sicherlich an Ort und Stelle erfolgt, wobei auch hierbei die der Biotitprossung folgende Hornblendeausscheidung eine große Rolle spielt. Der allgemein verbreitete Biotitreichum, der auch in basischen Redwitziten kaum vermindert ist, zeugt von einem primär hohen Kaliumgehalt der Schmelze, der die Redwitzite insgesamt von anderen intermediären Intrusivgesteinsserien wie Dioriten, Appiniten, Vaugneriten etc. abhebt.

Die spätmagmatischen Zuführen sind von all den Einwirkungen zu trennen, welche der Granit kontaktmetamorph hervorruft. Während im ersten Fall stufenlose Übergänge innerhalb verschiedener Redwitzitvarietäten vorhanden sind, schaffen die infolge des Granitkontaktes entstandenen Stoffumsätze im cm- bis m-Bereich wechselnde Gefügebilder und Stoffbestände. Zu Konvergenzerscheinungen kann es allenfalls kommen, wenn z. B. feinkörnige Redwitzite vorliegen, deren Gefüge entweder primär als Salbandfazies oder sekundär durch Rekristallisation am Granitkontakt gebildet sein kann.

Eine Ausschau nach ähnlichen Intrusivgesteinsgruppen in anderen Gebieten ergibt, daß nur die Vaugnerite (Tab. 8) des französischen Zentralmassivs und die Appinite Schottlands und Irlands (Abb. 1) vergleichbar sind. In den Appiniten fällt im allgemeinen die Rolle des Biotits aus, und gleichzeitig gewinnen die Hornblenden die führende Bedeutung für das Gesteinsgefüge.

Eine Zusammenfassung der quantitativen Messungen des Mineralbestandes kann die Eigenart der redwitzitischen Gesteinsgenese innerhalb der prägranitischen Intrusivgesteinsreihen gut verdeutlichen. Innerhalb der Eruptivgesteinsklassifikation i. allg. belegen die Redwitzite auf Grund ihrer Modalanalysen (Abb. 14) ein Feld, das von den Gabbros (bzw. Noriten) ausgeht und bis knapp am Quarzdioritfeld vorbei bis ins Granodioritfeld hineinreicht. Von frühen Bearbeitern (KRETZER 1912, S. 26–28) unter dem Einfluß WEINSCHEKENS angenommene monzonitische Eigenschaften sind nur in Einzelfällen nachzuweisen. Hier wäre zu erwähnen, daß bestimmte Mischredwitzite, also Mischgesteine von Redwitzit und Granit (z. B. Titanitfleckeredwitzit, vgl. Nr. 4 in Abb. 14) monzodioritisch zusammengesetzt sind.

Betrachtet man die Differentiationsreihe vom Gesichtspunkt des Modalbestandes aus, so eignet sich besonders die Darstellung der drei komponenten Mafite-Plagioklas-Quarz (Abb. 15), da Mafite und Plagioklas im wesentlichen Minerale sind, deren Keimbildungen

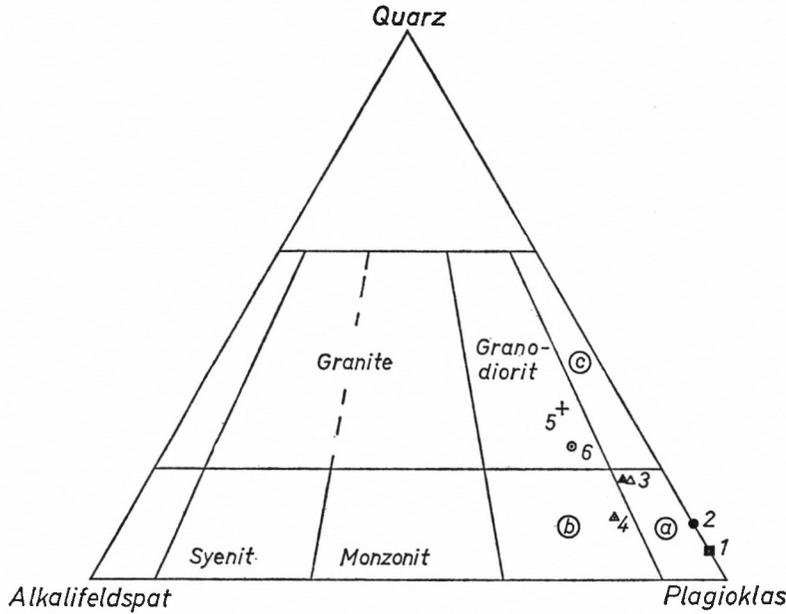


Abb. 14: Einordnung der modalen Redwitzanalysen in das Klassifikationsdiagramm nach STRECKEISEN (1966) für Eruptivgesteine der Farbzahlen 0–90.
 a) Gabbro-Diorit-Feld, b) Monzogabbro-Monzodiorit-Feld, c) Quarzdiorit-Feld. Die nummerierten Punkte geben die modalen Mittelwerte folgender Vorkommen an (vgl. dazu Abb. 17): 1. Wölsauer Höhe-Lorenzreuth, 2. Flur Rathaus, 3. Steinbruch Grafenstein-Flur Wölsau, 4. Titanitfleckenredwitzit Steinbruch Grafenstein, 5. Steinbruch Steinich, 6. Vergleichsanalyse des Hornblende-Glimmer-Diorits vom Steinbruch Paradies (aus TROLL 1964, S. 17).

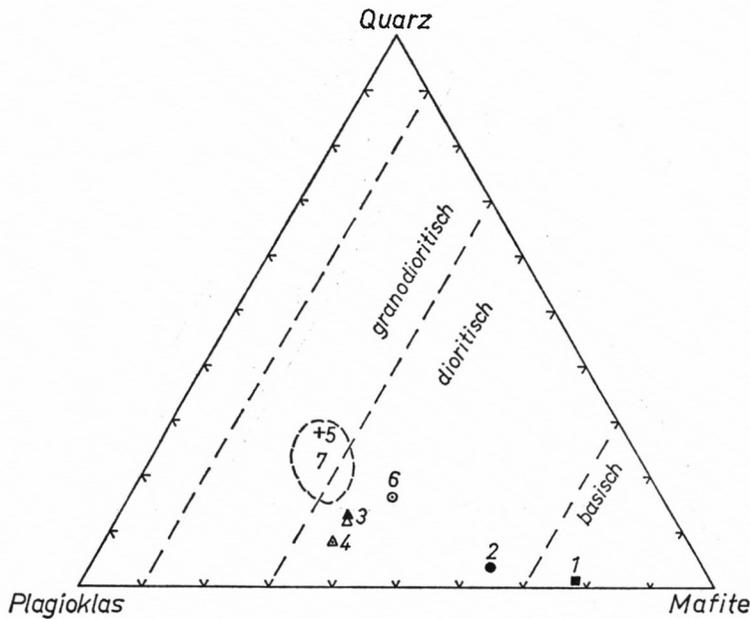


Abb. 15: Modaler Stoffbestand (Mittelwerte) der redwitzitischen Differentiationsreihe (vgl. Abb. 1); Die Numerierung der Punkte ist die gleiche wie in Abb. 14. Das Feld Nr. 7 beinhaltet die Modalanalysen der Fürstensteiner Quarzglimmerdiorite (aus TROLL 1964).

7 München Ak.-Abh. math.-nat. 1969 (Troll)

Tabelle 8: Modaler Stoffbestand der Vaugnerite (nach PALM 1954, Tab. 1, S. 632)

Nr.	1	2
Plagioklas	36	28
Kalifeldspat	4	1
Quarz	8	9
Biotit	26	28
Amphibol	22	31
Apatit	} 4	} 3
Titanit		
Accessoryen + Zirkon		
Summe:	100	100 Vol.-%
Farbzahl:	52	62
Anorthitgehalt:	An 50-25	An 45-30

1. Vaugnerit im Granit von Rocles (Mittel aus 8 Modalanalysen verschiedener Varietäten).
2. Vaugnerit im Gneis von Tanargue (Mittel aus 6 Modalanalysen verschiedener Varietäten).

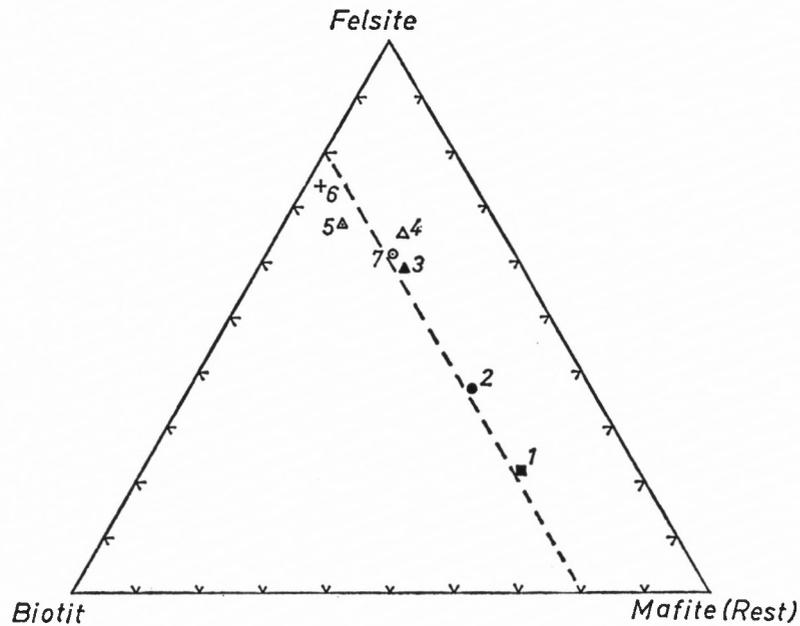


Abb. 16: Veranschaulichung des modalen Stoffbestandes (Mittelwerte) von Gesteinen der redwitzitischen Reihe unter Hervorhebung ihres Anteils an Biotit. Die Nummern beziehen sich auf folgende Vorkommen: 1. Wölsauer Höhe, 2. Flur Rathaus, 3. Steinbruch Grafenstein, 4. Flur Wölsau, 5. Titanitfleckenredwitzit vom Steinbruch Grafenstein, 6. Steinbruch Steinich, 7. Vergleichsanalyse des Hornblende-Glimmer-Diorits vom Steinbruch Paradies bei Fürstenstein (aus TROLL 1964, S. 17).

Frühausscheidungen und die selbst z. T. Einsprenglinge sind. Die Differentiationsentwicklung der Redwitzite verläuft gradlinig von den basischen über die dioritischen Redwitzite. Eine Streuung setzt erst an der Grenze dioritisch/granodioritisch ein. Sie ist auf die Mischgesteinsbildung, auf unterschiedliche Spätentwicklung oder den Erstarrungsablauf einzelner Magmenmassen zurückzuführen.

Der für das redwitzitische Gefüge kennzeichnende Biotit ist im Dreiecksdiagramm der Abb. 16 besonders hervorgehoben, indem sein Anteil am Aufbau des Gesteins von dem der anderen Mafite getrennt ist. Es ergibt sich dabei, daß der Biotitanteil in der Redwitziten nur geringfügig schwankt. Ich werte diese Beobachtung als Zeichen dafür, daß der Biotit, wie es auch viele Schliffbilder zeigen, ein Bestandteil der Hauptkristallisation ist, d. h. der Biotit war im verhältnismäßig K-reichen Redwitzitmagma das Mineral, welches das Kalium einbaute. Später erst schufen Hornblendekristallisation, Quarz- und Kalifeldspatwachstum größere Mannigfaltigkeit des Gefüges. Das drückt sich auch im felsitreicheren Teil des Diagramms (Abb. 16) aus.

Ein eingehenderer Vergleich mit anderen verwandten Gesteinsgruppen scheidert vor allem an genauen Modalanalysen, die in der Literatur bisher fehlen.

2.1.1.7. Der chemische Stoffbestand der Redwitzite und ihrer Minerale

a) Der Bauschchemismus der einzelnen Vorkommen:

Die in Tabelle 9 und 10 zusammengefaßten neuen Analysen sind mit den gleichen Methoden analysiert worden, so daß ihr Vergleich untereinander zuverlässig ist. Die Lage der Vorkommen wird in Abb. 17 veranschaulicht. Die drei älteren Analysen von Gesteinen der Umgebung von Marktredwitz (Tab. 11) stammen sämtlich aus der geologischen Bearbeitung von WURM (1932). Sie sind in den Diagrammen nicht ausgewertet, da ihre Projektionspunkte fast mit denen der vergleichbaren neuen Analysen übereinstimmen. Die Analyse Nr. 1 der Tab. 11 entspricht etwa den Analysen Nr. 1 und 2 der Tab. 9, Analyse Nr. 3 der Tab. 11 der Analyse Nr. 5 der Tab. 9.

Eine allgemeine Übersicht über die Variationsbreite des Stoffbestandes gibt das Konzentrationsdreieck der NIGGLI-Werte $al-(c+fm)-alk$ (Abb. 32). Darin erscheinen die basischen Redwitzite im Feld der Gabbros, während der mengenmäßige Hauptteil sich im Dioritfeld befindet. Seine Verbreitung deckt sich ungefähr mit derjenigen anderer dioritischer Gesteine der Böhmisches Masse. Eine Brücke zu den Graniten, wie sie z. B. die Tonalitgranite der Ostalpen zeigen, ist nicht vorhanden. Die Abgrenzung ist vielmehr scharf und wird nur von den Mischgesteinen (so Punkt 5 des Diagramms Abb. 32) durchbrochen.

Betrachtet man die in Abb. 32 verwendeten Analysen (Tab. 9 und 10), so fallen in erster Linie die innerhalb der Differentiationsreihe regelmäßig steigenden oder fallenden Analysenwerte auf. Das ist für die Hauptwerte wie si , al , fm , c und alk , nimmt man eine Differentiation als Entstehungsursache an, auch zu fordern. Dem Schema passen sich aber auch die anderen Elemente fast ausnahmslos an. Der NIGGLI-Wert k hat von den basischen bis zu den dioritischen Redwitziten eine „rückläufige“, ungewöhnliche Tendenz, d. h. er nimmt mit fortschreitender Differentiation ab. Ich sehe darin einen weiteren Hinweis darauf, daß im Falle der magmatischen Redwitzite bereits die basischen Anfangsdifferentiate verhältnismäßig K-reich waren. Diese besondere Zusammensetzung ist wiederum der Grund für das eigenartige Biotitwachstum, welches für das redwitzitische Gefüge verantwortlich ist.

Im Diagramm Abb. 19 ist Gesamt-FeO gegen MgO und die Alkalien aufgetragen. Eine solche Anordnung verwandte HESS (1960, Beilage 11), um verschiedene Differentiationstypen von Intrusivfolgen zu trennen. Er unterschied starke und weniger starke fraktionierte Kristallisation. Die erste Art ist in Lopolithen, die zweite in dicken Lagergängen (sills) gefunden worden. Außerdem ist an Hand des Garabal Hill-Glen Fyne Complexes (NOCKOLDS 1941) der Sonderfall typischer Kalk-alkalischer plutonischer Serien aufgezeigt. Vergleicht man nun das vorliegende Redwitzitdiagramm mit den Prototypen, so bildet die Redwitzit-Magmenfolge einen Zwischenfall zwischen der fraktionierten Kristallisation dicker Lagergänge und typischer plutonischer Kalk-Alkali-Folgen. Es ist hier von Interesse, daß der Garabal-Hill-Glen Fyne Igneous Complex in Schottland appinitische Differentiate führt,

Vereinfachte Karte des Intrusivgebietes von Marktredwitz



+++ porphyrischer Granit

▨ Mischredwitzite

••• Redwitzite i. allg.

5654 : Steinbruch Grafenstein

5732 : SW Lorenzreuth

5874 : Steinbruch Wölsauer Höhe

5875 : Flur Wölsau

5880 : Steinbruch Steinich

5965 : Flur Rathaus

Abb. 17: Darstellung der Probenpunkte innerhalb des Marktredwitzer Intrusivgebietes, von denen Gesteine für chemische Analysen gesammelt wurden. Von den gleichen Fundstellen stammen die dazugehörigen Modalanalysen im mikroskopischen Teil der Untersuchung (s. Tabellen unter Gesteinsbeschreibung!).

Tabelle 9: Chemischer Stoffbestand (Gew.-%) von Redwitziten des Intrusivgebietes von Marktredwitz (Anal.: Georg Troll 1965)

Nr.	1	2	3	4	5
SiO ₂	48,66	48,62	51,10	54,68	53,94
TiO ₂	0,85	0,82	0,69	1,17	1,30
Al ₂ O ₃	11,73	13,93	15,28	18,19	18,66
Fe ₂ O ₃	2,17	2,64	1,32	1,69	1,55
FeO	6,98	5,77	5,80	5,25	5,30
MnO	0,14	0,11	0,13	0,13	0,12
MgO	16,23	13,26	10,93	5,34	3,68
CaO	6,59	8,20	7,43	6,45	7,29
Na ₂ O	1,71	1,67	2,08	2,97	3,00
K ₂ O	1,80	1,73	2,18	2,56	2,52
P ₂ O ₅	0,33	0,33	0,22	0,47	0,55
H ₂ O+	2,06	2,48	2,25	1,00	1,49
H ₂ O—	0,06	0,05	0,05	0,10	0,11
S	0,49	0,48	—	0,15	0,13
Summe:	99,80	100,09	99,46	100,15	99,64
Korrektur f. S:	—0,16	—0,16	—	0,05	—0,04
	99,64	99,93	99,46	100,10	99,60
Dichte (hydrostatische Waage):					
	3,015	3,019	2,838	2,828	2,875
Niggli-Werte:					
si	100	105	120	152	156
ti	1,30	1,32	1,26	2,46	2,80
p	0,29	0,30	0,17	0,62	0,78
h	14,2	17,9	17,7	9,4	14,4
al	14,3	17,6	21,2	29,9	31,9
fm	65,4	57,7	52,0	38,2	32,4
c	14,6	18,9	18,8	19,3	22,6
alk	5,7	5,8	8,0	12,6	13,1
k	0,41	0,41	0,40	0,37	0,36
mg	0,76	0,74	0,73	0,58	0,49
c/fm	0,22	0,33	0,36	0,50	0,70
qz	—49	—54	—52	—50	—53

1. Basischer Redwitzit, Fundort: Straße SW Lorenzreuth, Nr. 5732.
2. Basischer Redwitzit, Fundort: Steinbruch Wölsauer Höhe, Nr. 5874.
3. Grobkörniger Redwitzit, Fundort: Flur Rathaus, Nr. 5965.
4. Redwitzit, Fundort: Steinbruch Grafenstein, Nr. 5654.
5. Redwitzit, Fundort: Flur Wölsau, Nr. 5875.

Tabelle 10: Chemischer Stoffbestand (Gew.-%) von Redwitziten und Vergleichsanalysen (Analytiker: Georg Troll 1965)

Nr.	1	2	3	4
SiO ₂	54,06	60,42	62,71	63,84
TiO ₂	1,88	1,25	0,64	0,78
Al ₂ O ₃	20,67	16,31	17,62	15,93
Fe ₂ O ₃	1,79	1,33	1,50	0,45
FeO	5,45	5,00	3,59	3,95
MnO	0,08	0,10	0,08	0,08
MgO	0,71	1,81	1,63	3,23
CaO	5,75	4,49	4,48	4,21
Na ₂ O	3,67	3,00	3,73	2,97
K ₂ O	3,67	4,13	2,44	3,28
P ₂ O ₅	0,76	0,25	0,37	0,30
H ₂ O+	1,19	1,06	0,86	0,70
H ₂ O—	0,10	0,03	0,13	0,01
S		—	0,00	—
Summe:	99,78	99,18	99,78	99,73
Dichte (hydrostatische Waage):	2,777	2,741	—	2,740
Niggli-Werte:				
si	174	216	232	235
ti	4,60	3,34	1,9	2,15
p	1,08	0,32	0,6	0,44
h	12,8	12,7	10,6	8,6
al	39,0	34,4	38,5	34,4
fm	22,3	28,6	24,6	31,0
c	19,8	17,2	17,7	16,5
alk	18,9	19,8	19,2	18,1
k	0,40	0,48	0,30	0,42
mg	0,15	0,34	0,37	0,45
c/fm	0,89	0,60	0,72	0,53
qz	—62	—7	+55	+14

1. Titanitfleckenredwitzit, Fundort: Steinbruch Grafenstein, Nr. 5706.

2. Titanitfleckenredwitzit, Fundort: Flur Rosenhof, Nr. 5968.

3. Titanitfleckenendiorit oder Engburgit, Steinbruch Buchet/Bl. Tittling, Nr. 36.

4. Granodioritischer Redwitzit, Fundort: Steinbruch Steinich, Nr. 5880.

Die Analyse Nr. 2 stammt aus der Randzone des Weißenstadt-Marktleuthener Granitmassivs, Bl. Marktredwitz: R 45 00,64; H 55 48,64).

Die Analyse Nr. 3 ist der Bearbeitung des Fürstensteiner Intrusivgebietes/Bayerischer Wald entnommen (TROLL 1964, Tab. 4, Nr. 11, S. 99).

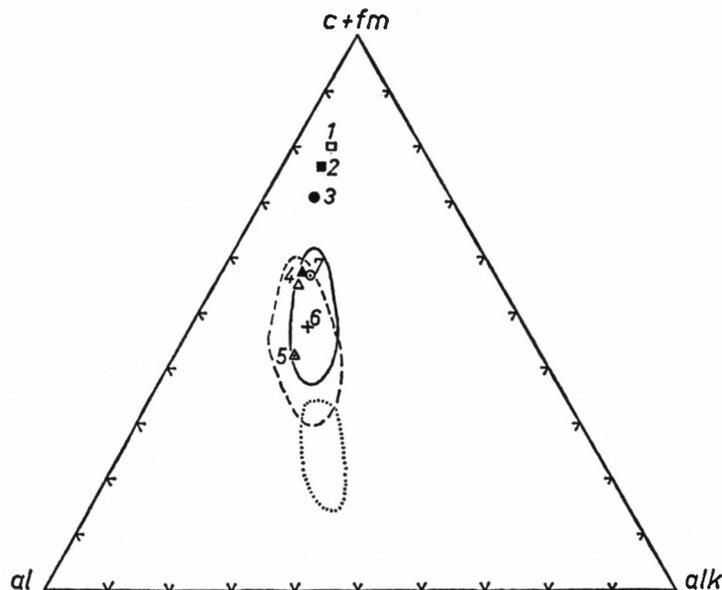


Abb. 18: Konzentrationsdreieck der NIGGLI-Werte $al-(c+fm)-alk$. Es sind folgende Redwitzitvorkommen eingetragen:

- 1: SW Lorenzreuth (Nr. 5732),
- 2: Wölsauer Höhe (Nr. 5874),
- 3: Flur Rathaus (Nr. 5965),
- 4: (schwarzes Dreieck): Steinbruch Grafenstein (Nr. 5654),
- 4: (weißes Dreieck): Flur Wölsau (Nr. 5875).
- 5: Steinbruch Grafenstein (Titanitfleckenredwitzit),
- 6: Steinbruch Steinich (Nr. 5880),
- 7: Vergleichsanalyse des Hornblende-Glimmer-Diorits vom Steinbruch Paradies bei Fürstenstein/Bayerischer Wald.

Zu den Nummern (in Klammern) vergleiche Abb. 17!

Die ausgezogene Linie umfaßt das Feld von 20 Analysenpunkten quarzglimmerdioritischer Gesteine der südwestlichen Böhmisches Masse (aus TROLL 1964), die gestrichelte Linie ein Feld von Analysen der Tonalitgranite der Tauern und periadriatischen Intrusiva (nach KARL 1959, Abb. 4) und die gepunktete Linie das Feld der Granite der südwestlichen Böhmisches Masse (14 Analysen aus TROLL 1964).

die teilweise den Redwitziten in der Bauschzusammensetzung recht nahe kommen (vgl. Tab. 12).

Sowohl nach ihrem Modalbestand als auch nach ihrem Gefüge erweisen sich die Gesteine der redwitzitischen Reihe als Intrusivgesteine. In welcher Weise nun eine fraktionierte Kristallisation, d. h. eine Differentiation stattfand, ist damit noch nicht geklärt. Es stehen sich drei Anschauungen gegenüber:

1. Eine Differentiation fand in der Tiefe vor dem Intrusionsvorgang statt.
2. Die Differentiation verlief während der Platznahme der Magmen.
3. Erst nachdem die Magmen im wesentlichen ihren Platz in der Arzberger Serie eingenommen hatten, setzte die Differentiation, vielleicht unter spätmagmatischer Lösungszufuhr, ein.

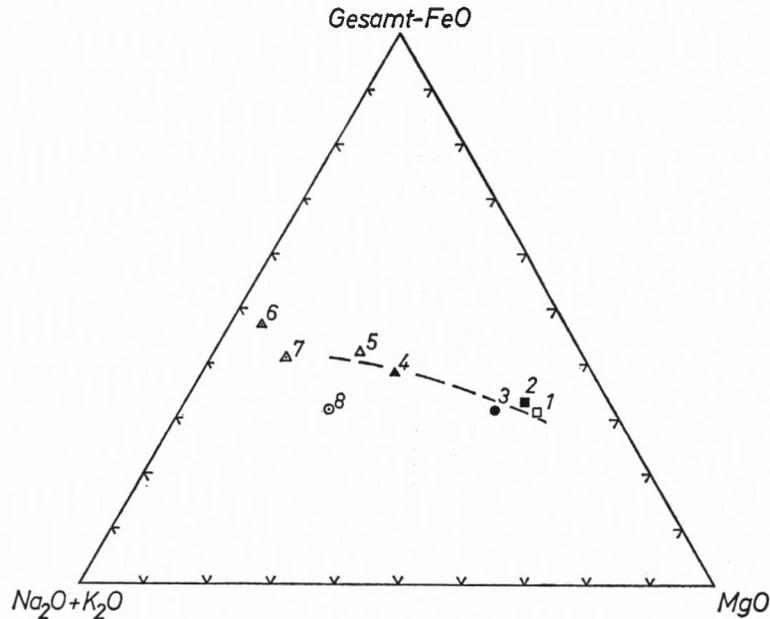


Abb. 19: Konzentrationsdreieck der Oxide (Gewichtsprozent) (Gesamt-FeO)-MgO-(Na₂O+K₂O). Das nach HESS (1960, Beilage 11) gezeichnete Differentiationsdiagramm zeigt die Auffingerung der Magmagesteine im saueren (granodioritischen) Bereich. Die Punkte beziehen sich auf Gesteine der folgenden Vorkommen:

- 1: SW Lorenzreuth (Nr. 5732),
- 2: Wölsauer Höhe (Nr. 5874),
- 3: Flur Rathaus (Nr. 5965),
- 4: Steinbruch Grafenstein (Nr. 5654),
- 5: Flur Wölsau (Nr. 5875),
- 6: Steinbruch Grafenstein (Titanitfleckenredwitzit),
- 7: Rosenhof (Titanitfleckengestein),
- 8: Steinbruch Steinich (Nr. 5880).

Zu den Nummern (in Klammern) vergleiche Abb. 17!

Aus den mikroskopischen Untersuchungen geht hervor, daß eine nach Plagioklaszusammensetzung und qualitativer Mafitenführung mehr oder minder gleichartige Frühentwicklung des Intrusivkörpers vorliegt. Der feldgeologische Befund weist andererseits auf Übergänge von basischen zu intermediären Gesteinen nach Chemismus und Gefüge hin, ohne daß die relative Altersfolge der Teilbereiche zu klären wäre. Das schaltet eine Deutung der Gesteinswerdung durch alleinige Differentiation in der Tiefe, wie bei den Quarzglimmerdioriten des Passauer Waldes (TROLL 1964), aus. Vom Gesichtspunkt des Petrographen gesehen befindet sich das Marktrewitzter Gebiet mit seinen Phylliten in einem wesentlich höheren Stockwerk als die Quarzglimmerdiorite in den katazonalen und teilweise migmatischen Gneisen. Dennoch scheint die Differentiation bei Marktrewitz eher schwächer, keinesfalls aber weiter fortgeschritten als im Passauer Wald.

Es ist allerdings zu bedenken, daß die redwitzitische Differentiation i. allg. bei vergleichsweise basischeren Schmelzen verlief und deshalb kaum in allen Punkten parallel verlaufen könnte. Hinzu kommt, daß der Wärmehaushalt der Redwitzite, wie ihr gröberkörniges Gefüge zeigt, ein ganz anderes war als bei der ursprünglich gangförmigen Quarzglimmer-

Tabelle 11: Chemischer Stoffbestand (Gew.-%) von Redwitziten des Intrusivgebietes von Marktredwitz und Vergleichsanalysen

Nr.	1	2	3	4 ²	5 ³	6
SiO ₂	45,90	48,90	54,80	55,19	59,41	57,60
TiO ₂	2,50	1,80	1,60	0,97	1,43	1,46
Al ₂ O ₃	9,76	19,07	18,02	16,79	15,46	16,15
Fe ₂ O ₃	2,70	2,70	1,74	1,45	1,09	1,13
FeO	7,83	5,87	5,48	4,83	5,65	6,14
MnO	0,33	0,40	0,42	0,10	0,11	0,07
MgO	15,58	5,27	3,62	5,41	3,21	3,25
CaO	9,80	7,80	6,90	6,18	4,50	5,61
Na ₂ O	2,28	3,68	2,97	2,95	3,01	2,80
K ₂ O	1,34	2,62	2,19	4,65	3,90	4,05
P ₂ O ₅	0,41	0,41	0,26	0,51	0,70	0,82
H ₂ O+	0,90	0,99	1,35 ¹	1,11	0,55	0,98
H ₂ O—	0,10	0,20	0,25	0,12	—	—
F ₂	—	—	—	0,02	—	—
Cl ₂	—	—	—	0,09	—	—
S ₂	—	—	—	0,01	0,11	0,06
CO ₂	—	—	—	—	—	—
BaO	—	—	—	—	—	0,11
Summe:	99,43	99,71	99,60	100,38	100,13	100,23
Korrektur f. O:				—0,04	—0,04	—0,02
				100,34	100,09	100,21
Niggli-Werte:						
si	89,1	122,3	161,5	155	196	181
ti	—	—	—	—	—	3,4
p	—	—	—	—	—	1,1
h	—	—	—	—	—	10,3
al	11,1	28,1	31,2	27,8	32	30,0
fm	62,5	37,9	34,4	37,3	34,5	34,3
c	20,4	20,9	21,8	18,6	16	19,0
alk	6,0	13,1	12,6	16,3	17,5	16,7
k	0,73	0,31	0,33	0,51	0,46	0,49
mg	0,22	0,52	0,46	0,60	0,46	0,44
c/fm	—	—	—	0,50	—	0,56
qz	—35	—31	+11	—10	—	+14

¹ Zu niedrig, infolge von Oxydation von FeO, theoretischer Fehlbetrag 0,61%.

² Farbzahl: 36,2.

³ Analysenwerte bezogen auf bei 110° getrocknete Substanz.

zu Tabelle 11:

- Nr. 1: Hornblende-Olivin-Norit, östlich von Haag/Bl. Marktredwitz. Analytiker: G. ABELE aus WURM, A. 1932 (Taf. 1, Nr. 5) und 1961.
- Nr. 2: Redwitzit, Wölsauer Hammer/Bl. Marktredwitz. Analytiker: G. ABELE aus WURM, A. 1932 (Taf. 1, Nr. 6) und 1961.
- Nr. 3: Redwitzit, Wölsauer Höhe/Bl. Marktredwitz. Analytiker: G. ABELE aus WURM, A. 1932 (Taf. 1, Nr. 7) und 1961.
- Nr. 4: Syenodiorit, P. 355,9 m Judenberg/Bl. Heidelberg. Analytiker: A. SCHINZINGER (1939) aus EIGENFELD, R. 1963 (S. 181).
- Nr. 5: Glimmer-Quarzdiorit, Steinbruch N Gebharts/Niederösterreich. Analytiker: W. FREH aus KÖHLER, A. und FREH, W. 1934 (S. 7).
- Nr. 6: monzonitischer Quarzglomerdiorit von Dornach (Steinbruch)/Oberösterreich. Analytiker: A. KÖHLER aus KÖHLER, A. 1931 (S. 863).

dioriten. Die höhere Temperatur bzw. eine länger wirkende hohe Temperatur leitet sich sicher von der Intrusion der basischen Redwitzite mit gabbroidem Chemismus her.

Alles in allem, der Chemismus der Redwitzite kann vom Blickwinkel der Differentiation her keine Antwort auf die Frage des Intrusionsmechanismus und der räumlichen Differenzierung der Magmen geben. Erst die Zusammenschau verschiedener Methoden schließt eine Differentiation der redwitzitischen Magmen allein in der Tiefe aus.

Im Vergleich mit anderen, chemisch verwandten Intrusivkomplexen lehrt Abb. 20, daß die Redwitzite ein ausgewogenes $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ -Verhältnis besitzen. Das Konzentrationsdreieck (Gesamt FeO)- Na_2O - K_2O , das von LANGE (1965, Bild 25) und von TROLL (1967, Abb. 8) zur Deutung der Alkalien in Metabasiten angewandt wurde, kann auch vortrefflich der Unterscheidung von Intrusionsreihen nach ihrem Alkaligehalt dienen. Es zeigt sich, daß verschieden basische Intrusivgesteine eines Komplexes in der Regel ein kennzeichnendes Alkaliverhältnis besitzen. Danach nimmt, wie bekannt, mit fortschreitender Differentiation der Natriumgehalt auf Kosten des Kaliumgehaltes ab. Diese Veränderung wird im Konzentrationsdreieck (Abb. 20) durch die Lage der Punkte auf einer Geraden als Lot auf die Dreiecksseite Na_2O - K_2O ausgedrückt. Die normalen intermediären und basischen Reihen (dioritische Reihe, appinitische Reihe etc.) liegen auf der dem Na_2O -Eck zugewandten Seite, die Redwitzite haben bereits überdurchschnittlich hohe K_2O -Werte gegenüber Na_2O (vgl. Tab. 9 und 10), die denen der Hornblende-Syenodiorite Sachsens (vgl. Tab. 15) nahe stehen, und nur wenige andere prägranitische Intrusiva (vgl. Tab. 11) übertreffen die Redwitzite an K_2O -Reichtum, vorausgesetzt, man betrachtet das $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ -Verhältnis in Abhängigkeit von der Basizität, die im vorliegenden Beispiel durch die Maßzahl Gesamt-FeO festgelegt ist. Sinken die Fe-Gehalte der Analysen, so tritt man im Bereich der granodioritischen bis granitischen Gesteine in ein weites Streufeld der Alkalien ein. Der Titanitfleckenredwitzit als dioritisch-granitische Mischgestein fehlt dem Diagramm Abb. 20, da bei ihm das Gleichgewicht $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$ durch Zufuhr aus dem jüngeren Granit zugunsten von K_2O verschoben wurde.

Das Titanium ist ein Element, das in Intrusivgesteinen meist großen Schwankungen unterworfen ist (im Steinbruchsbereich bis zu 50 relativen Prozenten), jedoch nach der Größenordnung seiner Anreicherung regelmäßig verbreitet ist. Eine Gesetzmäßigkeit seiner Verteilung in den Redwitziten läßt sich nicht finden.

Noch schwieriger ist es, das petrochemische Verhalten des Phosphors zu bestimmen. Wie bei dem Titan kann in dieser Frage nur eine statistische arealmäßige Erfassung der Gehalte weiterhelfen.

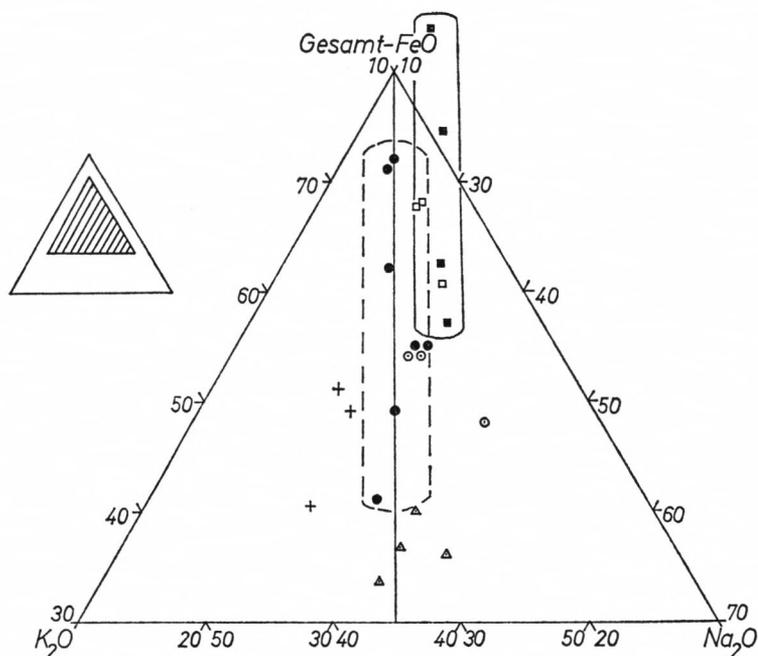


Abb. 20: Zusammenstellung verschiedener prägranitischer Intrusivgesteine im Konzentrationsdreieck (Gesamt-FeO)- Na_2O - K_2O .

Schwarze Kreise im Feld mit gestrichelter Linie: Redwitzanalysen von Fundpunkten des Intrusivgebietes von Marktredwitz (s. Tab. 9 und 10).

Die gestrichelte Linie umfaßt das Feld der Redwitzanalysen.

Weißer Kreise: Analysen von Quarzglimmerdioriten des Fürstensteiner Intrusivgebietes, Bayerischer Wald (aus TROLL 1964).

Schwarze Quadrate: Analysen von Appiniten des Glen Tilt Complex, Perthshire/Schottland (aus DEER 1950, Tab. 2, wiedergegeben in Tab. 13).

Weißer Quadrate: Analysen von appinitischen Dioriten des Garabal Hill-Glen Fyne Igneous Complex/Schottland (aus NOCKOLDS 1941, Tab. 7, wiedergegeben in Tab. 12).

Die ausgezogene Linie umfaßt das Feld der Appinitanalysen.

Weißer Dreiecke: Analysen von Hornblende-Syenodioriten des Meißener Massivs/Sachsen (aus PFEIFFER 1964, Tab. 2a, S. 38, wiedergegeben in Tab. 15).

Kreuze: Analysen verschiedener prägranitischer Intrusivgesteine aus Süddeutschland und der südlichen Böhmisches Masse (vgl. dazu die Analysen Nr. 4, 5 und 6 der Tab. 11).

Von den Spurenelementen wurde vorerst nur Chrom mit einer sehr genauen Bestimmungsmethode nachgewiesen. Die Resultate und ihre graphische Darstellung sind in Abb. 21 wiedergegeben. Es zeigt sich danach, daß die Chromgehalte, wie allgemein bekannt, gesetzmäßig von der Basizität der Gesteine (in Abb. 21 als Farbzahl angegeben) abhängen. Wichtiger ist die absolute Höhe der Chromwerte, da nach den Untersuchungen von FRÖHLICH (1960) Gehalte über 150 ppm Cr nur in magmatischen Gesteinen zu finden sind. Danach ist das Untersuchungsergebnis von 720 bzw. 520 ppm Cr (jeweils Mittelwert aus 2 Messungen) für basische Redwitzite ein einhelliger Beweis dafür, daß die Redwitzite orthogen sind.

Spurenelementanalysen auf spektrochemischem Wege sind in Verbindung mit weiteren Mineraluntersuchungen geplant.

Tabelle 12: Chemischer Stoffbestand (Gew.-%) von appinitischen Dioriten des Garabal Hill Glen Fyne-Komplexes in Schottland (aus NOCKOLDS 1941, Tab. 7)

Nr.	1	2	3	4
SiO ₂	48,68	47,68	46,26	53,70
TiO ₂	1,34	1,02	1,63	1,02
Al ₂ O ₃	17,66	19,47	15,96	15,48
Fe ₂ O ₃	2,17	2,76	2,88	1,68
FeO	6,72	6,28	7,45	6,19
MnO	0,03	0,10	0,17	0,13
MgO	7,78	6,44	8,86	8,03
CaO	9,32	8,02	9,68	7,32
Na ₂ O	2,22	3,38	2,66	2,52
K ₂ O	1,90	2,32	2,13	2,45
H ₂ O+	1,74	2,00	1,70	1,10
H ₂ O—	0,22	0,11	0,30	0,20
CO ₂	nil	nil	nil	nil
P ₂ O ₅	0,13	0,43	0,37	0,13
Summe	99,91	100,01	100,14	99,95

1. Coarse appinitic diorite, S. of Garabal Hill.
2. Medium appinitic diorite, E. of head of Lochan Beinn Damhain.
3. Medium appinitic diorite, E. of head of Lochan Beinn Damhain.
4. Highly contaminated xenolithic diorite, NE. of Loch Garabal. Analytiker von Nr. 1-4: W. H. HERDSMAN.

Die Redwitzite lassen sich nur unter großen Schwierigkeiten mit verwandten Gesteinen anderer Gebiete vergleichen. Das liegt z. T. daran, daß ihr verhältnismäßig hoher Kaliumgehalt nicht in Feldspäten gebunden ist, d. h. daß sie kaum syenitische Verwandtschaftsbeziehungen haben; zum anderen fehlen eindeutige Verbindungen zur Monzonitreihe, mitunter aus dem gleichen Grunde; und auch zu den Vaugneriten (PALM 1954) des französischen Zentralmassivs sowie zu den Kentalleniten (ANDERSON 1935 u. a.) Schottlands läßt sich ein Vergleich schwierig an, da diese Gesteinstypen, soweit sie heute bekannt, d. h. bearbeitet sind, nur einem Extremfall der Redwitzite entsprechen, nicht aber im Stoffhaushalt der Intrusivreihe verglichen werden können.

In jüngster Zeit sind im mitteleuropäischen Raum drei Intrusivkomplexe eingehend chemisch dargestellt worden: das Meißener Massiv (PFEIFFER 1964), der Mittelböhmische Pluton (ORLOW 1935, STEINACHER 1950-1963, PALIVCOVA 1965 u. a.) und das Fürstenstein Intrusivgebiet (TROLL 1964).

Im Meißener Massiv setzt der Plutonismus erst mit Hornblendesyenodioriten (Tab. 15) ein, also vergleichsweise viel sauereren Schmelzen. Obwohl ihr Na₂O/K₂O-Verhältnis auch etwa 1 : 1 ist, ist doch der Gesamtgehalt an Alkalien viel höher als in den Redwitziten. Selbst die sauren Endglieder der Redwitzite erreichen die absoluten Alkaliwerte der Hornblendesyenodiorite Sachsens nicht. Dagegen ist der Magnesiumgehalt der Redwitzite vergleichsweise höher. Die granodioritischen Differentiate des Meißener Massivs (Tab. 16) kommen in der chemischen Zusammensetzung den granodioritischen Redwitziten nahe (z. B. dem

Tabelle 13: Chemischer Stoffbestand (Gew.-%) von Appiniten des Glen Tilt-Komplexes in Perthshire, Schottland (aus DEER 1950, Tab. 2)

Nr.	1	2	3	4
SiO ₂	50,41	54,56	57,80	44,65
Al ₂ O ₃	12,42	13,00	8,76	12,40
Fe ₂ O ₃	2,54	1,11	3,27	5,47
FeO	7,12	5,08	5,41	9,03
MgO	10,22	9,19	9,80	11,80
CaO	11,76	10,81	8,05	9,85
Na ₂ O	2,12	2,73	3,02	1,90
K ₂ O	1,11	1,85	2,01	0,89
H ₂ O+	0,51	0,41	0,63	1,50
H ₂ O—	0,28	0,13	0,13	0,20
TiO ₂	1,35	0,96	0,83	1,90
MnO	0,05	0,20	0,11	0,03
P ₂ O ₅	0,28	0,29	0,14	0,25
CO ₂	—	—	—	Nil
Summe	100,17	100,32	99,96	99,87

1. Appinite, 1,500 feet about the Tilt in the Allt Clachaig.
2. Pyroxene-bearing appinite, head of Allt na Stabnilt.
3. Quartz-orthoclase appinite, 700 yards north-east of the head of the Allt a'Chama Choire (Anal. Nos. 1–3, W. A. Deer).
4. Appinite, quarter of a mile south-south-east A'Chrois, Argyll (Anderson, 1935).

Redwitzit vom Steinbruch Steinich, Anal. Nr. 4 der Tab. 10), was bereits WILLMANN (1920, S. 19) auf Grund der äußeren Beschaffenheit beider hervorhebt: „Dem Syenit von Gröba gleichen auffällig die übrigens ziemlich quarzreichen Redwitzite von Röthenbach.“

Gegenüber den Gesteinen des ausgedehnten Mittelböhmischen Plutons erscheinen die Redwitzite hinwiederum als die mehr dioritischen, weniger syenitischen Gesteine. Die syenitische Tendenz vieler Gesteine des Mittelböhmischen Plutons, sogar der basischen Differentiate, ist offenkundig. Eine Auswahl chemisch redwitzitverwandter Gesteine habe ich in Tabelle 17 zusammengestellt. Die Modalanalysen dieser böhmischen Quarzdiorite unterstreichen die große Rolle, die dort fast überall Quarz und Kalifeldspat spielen. Dadurch ist in den meisten Fällen der Gesamt-Kaliumgehalt höher als in der Redwitziten. Wenn chemische Konvergenzen bestehen, so nur im dioritischen bis quarzdioritischen Bereich, z. B. beim Vorkommen Mrač N Benešov (Tab. 17, Nr. 1) mit den dioritischen Redwitziten von Grafenstein und der Flur Wölsau (Tab. 9, Nr. 4 und 5).

Die Quarzglimmerdiorite des Bayerischen Waldes sind wie die mittelböhmischen Intrusivgesteine betont quarzreich im Verhältnis zu ihrer Mafitenführung. Während überhöhte Kaliummengen (Übergang zu Syenodioriten oder Syeniten) nicht auftreten, kommen aber kräftige Natriumgehalte vor, wohl auf Grund des Plagioklasreichtums. Diese Beziehungen verleihen dem Quarzglimmerdiorit bauchchemisch einen völlig anderen Charakter (vgl. dazu TROLL 1964, Tab. 3–5), so daß im Endergebnis eines Vergleichs die Redwitzite der Umgebung von Marktredwitz zwischen den „syenitischen“ Reihen des Meißener

Tabelle 14: Chemischer Stoffbestand (Gew.-%) von Appiniten aus Argyll, Schottland (aus BOWES, KNILOCH & WRIGHT 1964, Tab. 1)

Nr.	Coarse		Fine	
	9084	9086	9086	9088
SiO ₂	47,0	47,3	45,3	44,8
TiO ₂	0,99	1,0	1,1	1,4
Al ₂ O ₃	12,7	14,9	13,3	14,6
Fe ₂ O ₃	2,6	3,1	2,4	5,0
FeO	5,8	7,3	8,7	7,2
MnO	0,12	0,13	0,15	0,14
MgO	10,8	9,6	11,4	9,8
CaO	11,0	7,7	8,3	8,1
Na ₂ O	2,6	2,7	2,3	3,0
K ₂ O	3,0	2,2	1,4	1,9
P ₂ O ₅	0,20	0,63	0,55	0,43
H ₂ O ⁺	1,0	2,2	2,9	1,9
CO ₂ , etc. ¹	2,7	1,4	2,7	1,2
Punkte:	100,5	100,2	100,5	99,5

¹ From loss on ignition.

9084. Appinite; from mass in centre of main pipe, Back Settlement (Bowes and Wright, 1961, fig. 2).

9086. Appinite; coarse and fine grained varieties, small pipe, Back Settlement (Bowes and Wright, 1961, fig. 3).

9088. Appinite; summit of Ardsheal Hill (cf. Walker, 1927, analysis II, p. 154).

Nr. 9084 and 9086: D. R. BOWES and A. E. WRIGHT, anal.

Massivs sowie des Mittelböhmischen Plutons und den „dioritischen“ Differentiationsreihen des Bayerischen Waldes liegen. Sie sind von größeren Intrusivkomplexen noch dadurch abgehoben, daß die basischen Differentiate bei Marktredwitz einen vergleichsweise größeren Raum einnehmen als die granodioritischen und granitischen Massen.

Die Radioaktivität der Redwitzite liegt vergleichsweise höher als die anderer petrographisch ähnlicher Intrusivreihen (soweit deren Radioaktivität überhaupt bekannt ist). Die Träger radioaktiver Substanzen sind die Minerale Zirkon, Orthit, Apatit und Titanit. Über das Uran/Hafnium und das Uran/Thorium-Verhältnis ist nichts bekannt. Es können die vorliegenden bauschalen Messungen nur einen Grundstock für weitere Untersuchungen, vor allem von Mineralen, bilden. Abb. 22 zeigt eine Abhängigkeit der radioaktiven Strahlung von der Farbzahl des Gesteins derart, daß die basischen und quarzdioritischen Endglieder der Redwitzitreihe stärker radioaktiv sind als die normaldioritischen, d. h. auch die normalredwitzitischen Gesteine. Dieses unerwartete Ergebnis löst sich auf, bezieht man die Radioaktivitätsmessungen auf die Summe der Accessorien (als Maßzahl für die Strahlungsträger Zirkon, Orthit, Apatit und Titanit). Aus Abb. 23 geht hervor, daß nun eine hinreichende Erklärung für den wechselnden Gehalt an radioaktiver Strahlung in den Gesteinen gefunden ist, zumal ein nennenswerter Beitrag an ⁴⁰K-Strahlung

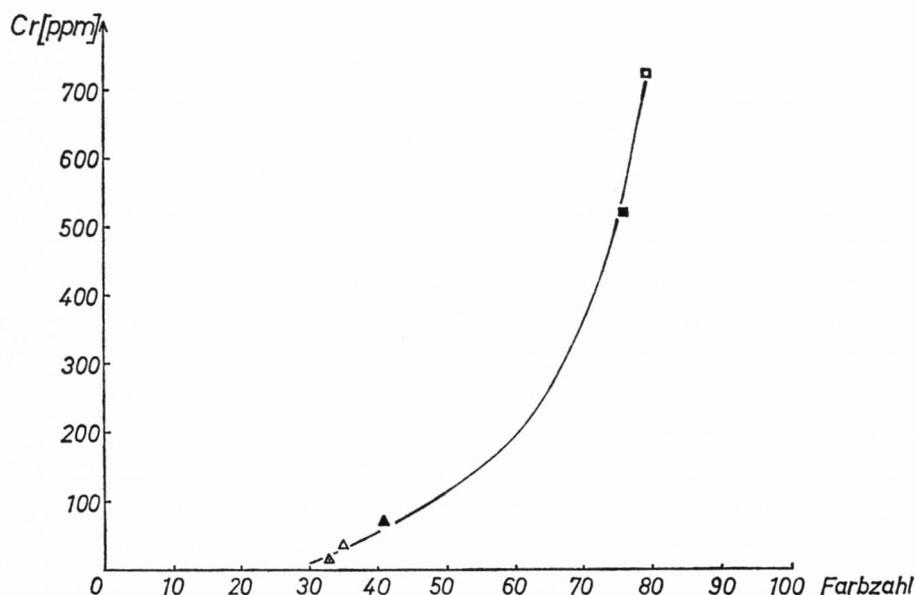


Abb. 21: Darstellung der Cr-Gehalte von Redwitziten gegen die Farbzahl des betreffenden Gesteins (Mittelwerte aus den Modalanalysen der Tab. 1-4). Die Quadrate bezeichnen basische Redwitzite, die Dreiecke dioritische Redwitzite.

Die absoluten Chromgehalte der analysierten Redwitzite sind Mittelwerte aus jeweils zwei Analysen, die kolorimetrisch mit Diphenylcarbazid nach der von FRÖHLICH (1959) modifizierte Methode mit Hilfe eines Ionenaustauschers bestimmt wurden. Die relativen Fehler der Spurenelementbestimmung betragen maximal 20%:

Die nachfolgende Reihenfolge richtet sich nach der Höhe des Chromgehaltes:

Nr. 5732, Vorkommen SW Lorenzreuth:	720 ppm Cr,
Nr. 5874, Vorkommen Wölsauer Höhe:	520 ppm Cr,
Nr. 5654, Vorkommen Grafenstein:	71 ppm Cr,
Nr. 5875, Vorkommen Flur Wölsau:	36 ppm Cr,
Nr. (5706), Vorkommen Grafenstein: (Titanitfleckenredwitzit)	17 ppm Cr.

Zu den Nummern vergleiche Karte Abb. 17!

nicht erwartet werden kann. Es besteht also eine positive Korrelation zwischen der Bauschradioaktivität und der modalen Menge accessorischer Minerale im Gestein.

b) Der Chemismus der Biotite:

Von den 5 in den Tabellen 18 und 19 vorgelegten neuen Biotitanalysen entfallen 4 auf Gesteine der Redwitzitreihe, 1 auf den Hornblende-Glimmer-Diorit von Steinbruch Paradis als dem bauschemisch ähnlichsten Gestein der dioritischen Redwitzite (vgl. Abb. 18).

Es wird im folgenden zuerst versucht, die Minerale in ihrer chemischen Zusammensetzung gesondert darzustellen; anschließend sollen die Beziehungen der koexistierenden Minerale untereinander und zum Bauschemismus der betreffenden Gesteine gesehen werden.

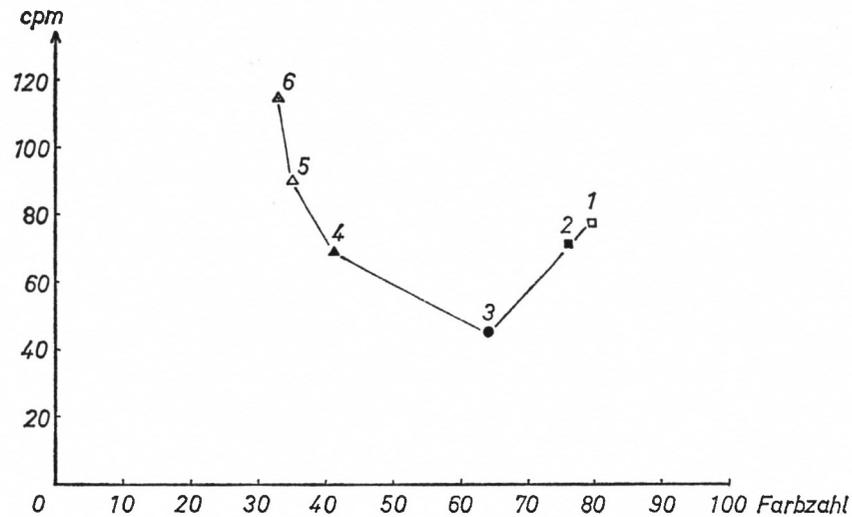


Abb. 22: Beziehung der natürlichen Radioaktivität (Beta- und Gamma-Strahlung, cpm = counts per minute) von Redwitziten zur Basizität der Gesteine (ausgedrückt durch ihre Farbzahl, vgl. dazu Tab. 1-4):

- 1 = basischer Redwitzit SW Lorenzreuth (Nr. 5732),
- 2 = basischer Redwitzit Wölsauer Höhe (Nr. 5874),
- 3 = melanokrater Redwitzit Flur Rathaus (Nr. 5965),
- 4 = dioritischer Redwitzit Grafenstein (Nr. 5654),
- 5 = dioritischer Redwitzit Flur Wölsau (Nr. 5875),
- 6 = Titanitfleckenredwitzit Grafenstein (zu Nr. 5654).

Zu den Nummern (in Klammern) vergleiche Abb. 17!

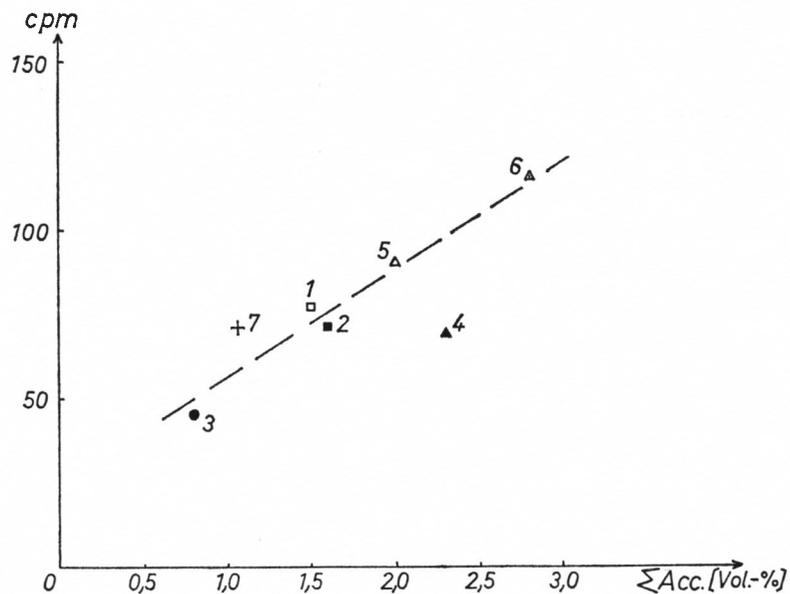


Abb. 23: Abhängigkeit der natürlichen Radioaktivität (Beta- und Gamma-Strahlung, cpm = counts per minute) von Redwitziten von der Summe der Accessorien (vgl. dazu Tab. 1-6). Zur Erläuterung der Nummerierung siehe Text der Abb. 22. Nr. 7 = granodioritischer bis quarzdioritischer Redwitzit von Steinbruch Steinich (Nr. 5880).

Tabelle 15: Vergleichsanalysen von Hornblendesyenodioriten des Meißener Massivs/Sachsen (Gew.-%)

Nr.	1	2	3	4
SiO ₂	60,53	58,43	61,08	60,15
TiO ₂	0,85	0,80	0,38	0,84
Al ₂ O ₃	16,54	15,97	18,83	16,41
Fe ₂ O ₃	3,05	4,14	2,47	2,68
FeO	2,20	2,25	1,50	1,97
MnO	Sp.	0,14	0,09	0,17
MgO	2,44	2,29	0,86	2,43
CaO	4,92	5,21	4,11	5,61
Na ₂ O	4,32	4,45	4,73	4,17
K ₂ O	4,29	4,20	4,73	4,49
BaO	Sp.	—	—	0,04
SrO	Sp.	—	—	0,02
ZrO ₂	—	—	—	0,03
P ₂ O ₅	0,31	0,54	0,29	0,55
H ₂ O+	0,66	1,00	0,81	0,29
H ₂ O—	0,26	0,06	0,14	0,41
F	—	—	—	0,13
S	—	0,13	0,13	—
Summe	100,37	99,61	100,15	100,39
Niggli-Werte :				
si	201,5	186,0	221,7	200,4
ti	2,1	1,9	1,0	2,1
p	0,4	0,7	0,4	0,8
h	—	—	—	—
al	32,5	30,0	40,2	32,2
fm	27,0	30,0	16,2	24,8
c	17,5	18,0	16,0	20,0
alk	23,0	22,0	27,6	23,0
k	0,40	0,38	0,40	0,41
mg	0,40	0,46	0,28	0,49
c/fm	—	—	—	—
qz	+9,5	-2,0	+11,3	+8,4
1. Hornblendesyenodiorit, Plauenscher Grund, Ratssteinbruch, Analytiker: R. NACKEN 1914, aus NACKEN, R. 1914 bzw. PFEIFFER, L. 1964, S. 37-38.				
2. Hornblendesyenodiorit, Steinbruch westlich Beiersdorf. Analytiker: E. WOHLMANN 1938, aus SCHMIDT, K. 1955 bzw. PFEIFFER, L. 1964, S. 37-38.				
3. Hornblendesyenodiorit, Steinbruch westlich Beiersdorf. Analytiker: E. WOHLMANN 1938, aus SCHMIDT, K. 1955 bzw. PFEIFFER, L. 1964, S. 37-38.				
4. Hornblendesyenodiorit, Plauenscher Grund, Ratssteinbruch. Analytiker: F. HOFMANN 1962, aus HOFMANN, F. 1964 bzw. PFEIFFER, L. 1964, S. 37-38.				
9 München Ak.-Abh. math.-nat. 1968 (Troll)				

Tabelle 16: Vergleichsanalysen von Biotit-Hornblende-Granodioriten des Meißener Massivs/Sachsen (Gew.-%)

Nr.	1	2	3	4
SiO ₂	63,5	61,86	58,81	59,59
TiO ₂	0,4	0,83	0,82	0,81
Al ₂ O ₃	18,7	15,35	16,65	16,67
Fe ₂ O ₃	3,1	1,63	1,71	3,28
FeO	0,4	4,31	4,48	4,03
MnO	0,1	—	0,12	—
MgO	1,9	3,50	2,63	2,31
CaO	3,5	4,88	4,86	5,83
Na ₂ O	3,6	3,06	3,53	2,88
K ₂ O	3,4	3,18	4,38	3,20
SrO	0,1	—	—	—
ZrO ₂	—	0,45	—	0,22
P ₂ O ₅	—	0,63	0,31	0,92
H ₂ O+	0,6	0,65	1,50	0,67
H ₂ O—	0,2	0,43		0,47
F	0,1	—	—	—
S	0,1	—	—	—
CO ₂	0,2	—	0,03	—
Summe	99,9	100,76	99,83	100,88
Dichte	2,643	2,740	2,738	2,760
Niggli-Werte:				
si	244,2	211,1	194,0	197,2
ti	1,2	2,1	2,0	2,0
p	—	—	0,4	1,2
h	—	—	—	—
al	42,0	30,8	32,5	32,6
fm	21,5	34,4	30,0	30,8
c	14,5	17,8	17,0	20,6
alk	22,0	17,0	20,5	16,0
k	0,38	0,41	0,45	0,42
mg	0,51	0,52	0,43	0,37
c/fm	—	—	—	—
qz	+56,0	+43,1	+12,0	+33,2

1. Biotit-Hornblendegranodiorit von Gasern/Meißener Massiv. Analytiker: E. WOHLMANN 1958, aus PFEIFFER, L. 1961, bzw. PFEIFFER, L. 1964, S. 65.
2. Biotit-Hornblendegranodiorit von Strehla/Meißener Massiv. Analytiker: F. MENDE 1922, aus PFEIFFER, L. 1964, S. 108.
3. Biotit-Hornblendegranodiorit von Görzig/Meißener Massiv. Analytiker: E. WOHLMANN 1937, aus SCHMIDT, K. 1955, bzw. PFEIFFER, L. 1964, S. 111.
4. Biotit-Hornblendegranodiorit von Nixstein S Görzig/Meißener Massiv. Analytiker: F. MENDE 1922, aus PFEIFFER 1964, S. 113.

Tabelle 17. Vergleichsanalysen von dioritischen Gesteinen des Mittelböhmischen Plutons (Gew.-%)

Nr.	1	2	3	4	5
SiO ₂	56,16	56,58	57,84	55,89	57,27
TiO ₂	0,75	1,19	0,70	1,00	0,97
Al ₂ O ₃	17,80	14,78	13,45	18,42	16,99
Fe ₂ O ₃	1,29	1,08	0,38	1,99	0,46
FeO	6,43	6,13	5,41	3,98	5,10
MnO	0,13	0,19	0,17	0,06	0,08
MgO	3,52	6,32	6,12	4,10	4,27
CaO	7,55	4,62	3,86	5,16	5,94
Na ₂ O	2,87	2,09	3,53	3,63	3,57
K ₂ O	2,44	4,95	7,52	3,56	4,06
P ₂ O ₅	0,45	1,36	0,75	0,37	0,48
H ₂ O+	0,42	0,70	0,60	1,37	0,72
H ₂ O—	0,09	0,06	0,22	0,08	0,00
S ₂	—	—	0,10	0,05	0,04
Cl ₂	—	—	—	—	—
CO ₂	—	—	Sp.	0,34	0,39
Summe	99,90	100,65	100,65	100,00	100,34
NIGGLI-Werte:					
si	163	164,7	168,1	168,30	171,20
ti	—	2,6	1,5	2,30	2,70
p	—	1,7	0,9	0,50	0,60
h	—	—	—	—	—
al	30,4	25,3	23,0	32,70	29,90
fm	33,4	45,2	41,1	33,10	33,00
c	23,5	14,4	12,0	16,60	19,00
alk	12,7	15,1	23,9	17,60	18,10
k	0,36	0,61	0,58	0,39	0,43
mg	0,45	0,61	0,65	0,56	0,58
c/fm	0,69	0,32	0,29	0,50	0,58
qz	+12	+4,3	—24,8	—2,19	—1,20

Nr. 1: Amphiboldiorit, mittelkörnig, Steinbruch Mrač nördlich von Benešov. Analytiker: VESELÝ aus ORLOV (1935, Nr. 31) bzw. STEINÖCHER (1950, Nr. 8).

Nr. 2: Quarzdiorit, Steinbruch am Bahnhof von Votice. Analytiker: Chemisches Labor des Geologischen Zentraldienstes in Prag, Nr. 257/1948 aus: STEINÖCHER (1953, Nr. 21).

Nr. 3: Quarzdiorit, Steinbruch an der Lužnice bei Klokoty. Analytiker: HUKA, Chemisches Labor des Geologischen Zentraldienstes in Prag Nr. 1148/1958 aus: STEINÖCHER (1961, Nr. 29).

Nr. 4: Plagioklasdiorit, Steinbruch Černikova, 4,5 km S Strakonice. Analytiker: KUČEROVA und MILKUŠIĆ, Chemisches Labor des Geologischen Zentraldienstes in Prag Nr. 4654/1958 aus STEINÖCHER (1963, Nr. 48).

Nr. 5: Quarzdiorit-Granodiorit, Steinbruch bei Čimice 6,5 km WSW Sušice (Schüttenhofen). Analytiker: KOCÍK, JENIČEK und ZIDKOVÁ, Chemisches Labor des Geologischen Zentraldienstes in Prag, Nr. 2441/1956 aus: STEINÖCHER (1963, Nr. 51).

Bei den Biotitanalysen aus den Redwitziten fällt auf, daß sie zwei Gruppen zugehören, die aber beide noch zu den Mg-Biotiten zählen (s. Abb. 24). Die Biotite der basischen Redwitzite (Tab. 18, Nr. 5874 und Nr. 5965) haben einen für Intrusivgesteine außergewöhnlich hohen Mg-Gehalt, so daß trotz der anschwellenden Biotit-Analysenliteratur (HEINRICH 1946, STEVENS 1947, DUDEK 1954, FOSTER 1960, RIMŠAITE 1964 und 1967 u. a.) keine Vergleichsanalysen gefunden werden konnten. Diese extremen Mg-Biotite neigen in ihrer Zusammensetzung den Phlogopiten zu.

Aus Abb. 24 geht hervor, daß die Biotite aus dioritischen Gesteinen innerhalb der bekannten Felder liegen, wenn man ihre oktaedrische Ionenbesetzung betrachtet. Verwandte Biotite zu den Analysen Nr. 5130 (Tab. 19), 5654 und 5880 (Tab. 18) sind in jüngster Zeit analysierte Biotite granodioritischer und quarzmonzonitischer Gesteine des White Creek Batholith, British Columbia (RIMŠAITE 1967, Analysen Nr. 14, 16 und 17), eines Plutons kretazischen oder tertiären Alters.

Die Biotitanalysen aus Redwitziten (Tab. 18) ordnen sich einer strengen Differentiationsreihe mit abnehmendem MgO- und zunehmendem FeO-Gehalt mühelos ein. Dieser Regel folgen auch die sich vermindernden Dichtewerte der Minerale. Der Kaliumgehalt wächst

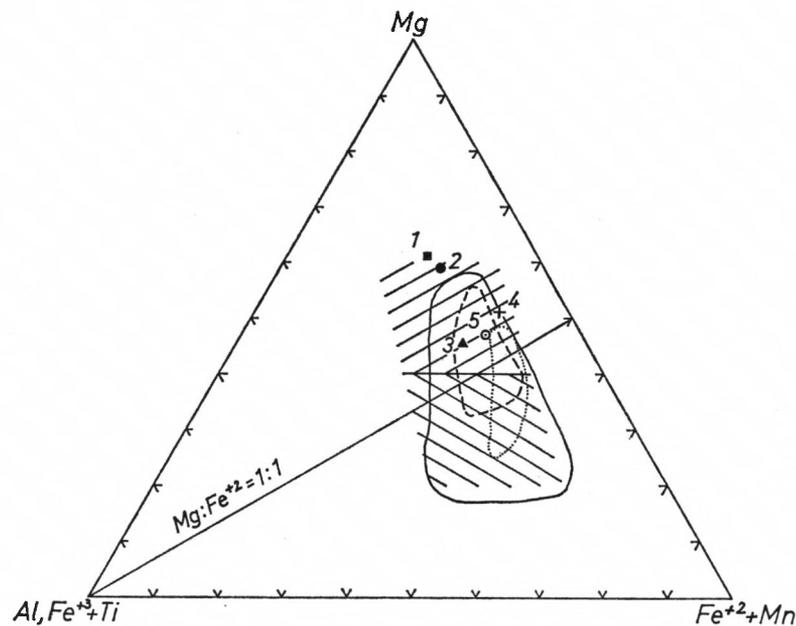


Abb. 24: Biotitdreiecksdiagramm nach HEINRICH (1946), welches die Konzentration von Mg-Fe²⁺ (+Mn)- (Al, Fe³⁺+Ti) festlegt, d. h. die Verteilung der Ionen in oktaedrischer Position der Einheitszelle. Erläuterung der Biotite: 1 = Vorkommen Wölsauer Höhe (Nr. 5874), 2 = Vorkommen Flur Rathaus (Nr. 5965), 3 = Vorkommen Steinbruch Grafenstein (Nr. 5654), 4 = Vorkommen Steinbruch Steinich (Nr. 5880), 5 = Steinbruch Paradies im Intrusivgebiet von Fürstenstein/Bayerischer Wald zum Vergleich.

(Zu den Nummern in Klammern vergleiche Abb. 17).

NE-SW-Schraffur = Feld der Mg-Biotite nach FOSTER (1960, Fig. 11).

NW-SE-Schraffur = Feld der Fe-Biotite nach FOSTER (1960, Fig. 11).

Ausgezogene Linie = Feld der Biotite aus Graniten und Granitoiden FOSTER (1960, Fig. 12).

Gestrichelte Linie = Feld der Biotite aus Granodioriten und Quarzmonzonien nach FOSTER (1960, Fig. 12).

Gepunktete Linie = Feld der Biotite aus Quarzdioriten nach FOSTER (1960, Fig. 12).

Tabelle 18: Chemische Analysen von Biotiten aus Redwitziten

Biotit Nr.	5874	5965	5654	5880
SiO ₂	36,68	39,20	35,85	36,08
TiO ₂	3,29	2,65	2,92	3,00
Al ₂ O ₃	19,20	17,01	18,93	16,67
Fe ₂ O ₃	2,51	1,53	1,05	0,04
FeO	10,60	11,95	16,28	17,50
MnO	0,30	0,11	0,25	0,28
MgO	16,90	16,10	11,88	13,65
CaO	0,46	0,28	0,21	0,28
Na ₂ O	0,30	0,10	0,31	0,25
K ₂ O	7,99	8,05	9,00	9,49
P ₂ O ₅	0,02	0,08	0,06	0,05
H ₂ O ⁺	1,70	1,83	2,53	2,91
H ₂ O ⁻	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	99,78	98,89	99,20	100,20
D (Pyknometer)	2,91 ₇	2,96 ₆	3,02 ₃	2,98 ₉
100 Mg: (Mg + Fe ⁺² + Fe ⁺³ + Mn) =	69,6	68,2	54,7	57,5
Atomare Zusammensetzung der Biotite, berechnet auf der Grundlage von 44 Kationen-Valenzen:				
Si	5,20	5,61	5,31	5,36
Al	2,80	2,39	2,69	2,64
Al	0,41	0,48	0,62	0,28
Ti	0,35	0,28	0,33	0,34
Fe ⁺³	0,27	0,16	0,12	0,00 ₆
Fe ⁺²	1,26	1,43	2,02	2,18
Mg	3,57	3,43	2,62	3,02
Mn	0,034	0,01 ₃	0,03 ₁	0,03 ₆
K	1,45	1,45	1,70	1,80
Na	0,09	0,03	0,09	0,07
Ca	0,07	0,04	0,03	0,04

Halbe Standardzelle, berechnet auf der Grundlage von 22 Kationen-Valenzen:

Biotit Nr. 5874: (Al_{0,20} · Ti_{0,17} · Fe_{0,13}⁺³ · Fe_{0,63}⁺² · Mg_{1,78} · Mn_{0,02})^{+0,53}.
(Si_{2,60} · Al_{1,40})^{-1,40} · O₁₀ · (OH)₂ · (K_{0,73} · Na_{0,05} · Ca_{0,04})^{+0,86}

Biotit Nr. 5965: (Al_{0,24} · Ti_{0,14} · Fe_{0,08}⁺³ · Fe_{0,72}⁺² · Mg_{1,72} · Mn_{0,01})^{+0,41}.
(Si_{2,80} · Al_{1,20})^{-1,20} · O₁₀ · (OH)₂ · (K_{0,73} · Na_{0,02} · Ca_{0,02})^{+0,79}

Biotit Nr. 5654: (Al_{0,31} · Ti_{0,17} · Fe_{0,06}⁺³ · Fe_{1,01}⁺² · Mg_{1,31} · Mn_{0,02})^{+0,42}.
(Si_{2,65} · Al_{1,35})^{-1,35} · O₁₀ · (OH)₂ · (K_{0,85} · Na_{0,05} · Ca_{0,02})^{+0,94}

Biotit Nr. 5880: (Al_{0,14} · Ti_{0,17} · Fe_{0,00}⁺³ · Fe_{1,00}⁺² · Mg_{1,51} · Mn_{0,02})^{+0,34}.
(Si_{2,68} · Al_{1,32})^{-1,32} · O₁₀ · (OH)₂ · (K_{0,90} · Na_{0,04} · Ca_{0,02})^{+0,98}

Analytiker: Georg Troll und G. Cammann 1966.

Biotit Nr. 5874: Biotit aus basischem Redwitzit des Steinbruchs „Wölsauer Höhe“/Blatt Marktredwitz.

Biotit Nr. 5965: Biotit aus basischem Redwitzit der „Flur Rathaus“ N Lorenzreuth/Blatt Marktredwitz.

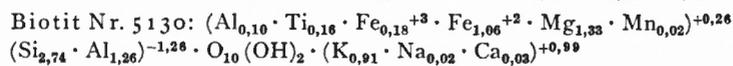
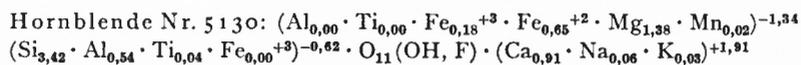
Biotit Nr. 5654: Biotit aus dioritischem Redwitzit des Steinbruchs „Grafenstein“ N Lorenzreuth/Blatt Marktredwitz.

Biotit Nr. 5880: Biotit aus quarzdioritischem Redwitzit des Steinbruchs „Steinich“ W Röthenbach/Blatt Marktredwitz.

Tabelle 19: Chemische Analysen von koexistierender Hornblende und Biotit aus dem Hornblende-Glimmer-Diorit des Steinbruchs Paradies im Fürstensteiner Intrusivgebiet/ Bayerischer Wald. Analytiker: Georg Troll 1966

	Hornblende Nr. 5130		Biotit Nr. 5130
SiO ₂	49,14		36,60
TiO ₂	0,74		2,81
Al ₂ O ₃	6,50		15,46
Fe ₂ O ₃	3,48		3,08
FeO	11,25		16,90
MnO	0,39		0,28
MgO	13,31		11,94
CaO	12,20		0,42
Na ₂ O	0,48		0,17
K ₂ O	0,40		9,49
P ₂ O ₅	0,09		0,12
H ₂ O+	1,96		2,41
H ₂ O—	0,02		0,00
Summe	99,96		99,68
100 Mg: (Mg+Fe ⁺² +Fe ⁺³ +Mn) =			
	61,5		51,6
Atomare Zusammensetzung, berechnet auf der Grundlage von 44 bzw. 48 Kationen-Valenzen:			
	44	48	44
Si	6,84	7,46	} 8,00
Al	1,07	0,54	
Ti	0,08	—	
Fe ⁺³	0,01	—	
Al	—	0,62	} 5,59
Ti	—	0,08	
Fe ⁺³	0,36	0,40	
Fe ⁺²	1,31	1,43	
Mg	2,76	3,01	
Mn	0,05	0,05	
Ca	1,82	1,98	} 2,19
Na	0,13	0,14	
K	0,07	0,07	

Halbe Standardzelle, berechnet auf der Grundlage von 22 Kationen-Valenzen:



Reinheitsgrad der Hornblende: 98,5%

Reinheitsgrad des Biotits: 99,5%

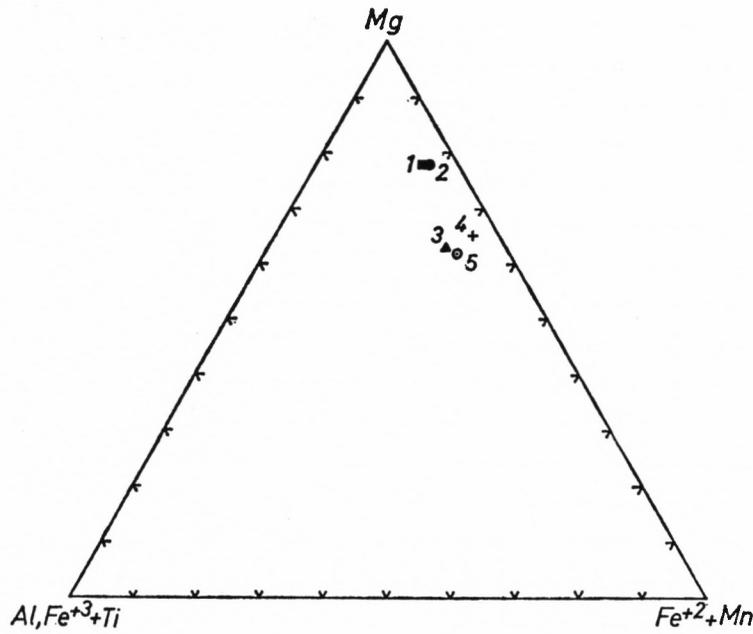


Abb. 25: Hornblendediagramm der Verteilung oktaedrischer Ionen innerhalb der Einheitszelle. Zu den Nummern vergleiche die Erläuterung der Abb. 24, s. S. 68! Es handelt sich hier um die koexistierenden Hornblenden zu den in Abb. 24 dargestellten Biotiten.

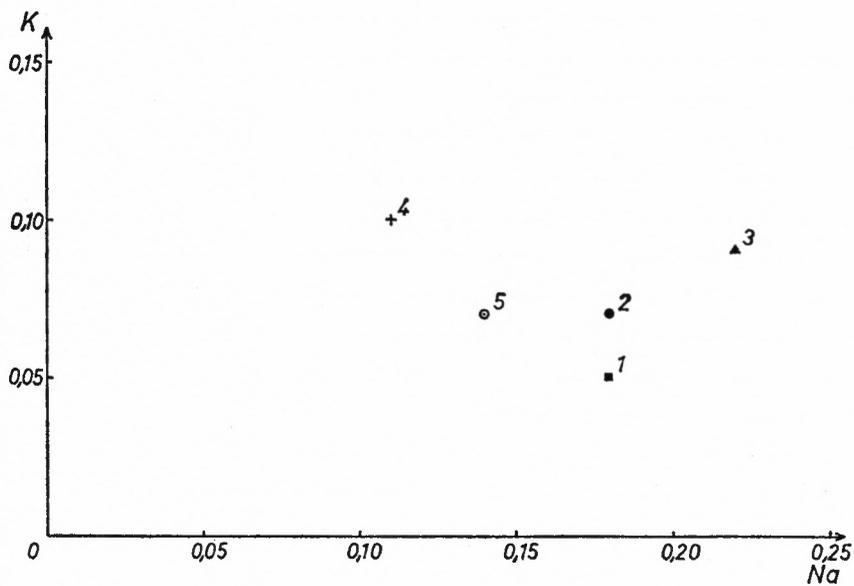


Abb. 26: Verteilung von Natrium und Kalium in der Einheitszelle von Hornblenden aus Redwitziten. Zu den Nummern vergleiche Abb. 24, s. S. 68! Die Werte beziehen sich auf die Berechnung von 48 Kationen-Valenzen.

mit fortschreitender Differentiation stetig an. Der „Basizitätsgrad“ $100 \text{ Mg} : (\text{Mg} + \text{Fe}^{+2} + \text{Fe}^{+3} + \text{Mn})$ steigt im Biotit des Steinbruchs Steinich nochmals leicht an, was auf eine Biotitisierung von Hornblende unter erhöhtem Kaliumangebot zurückgeführt werden kann.

Die Biotitanalyse des Hornblende-Glimmer-Diorits vom Steinbruch Paradies erhärtet die Auffassung, daß ein für die Zusammensetzung wesentlicher Faktor im Bauschchemismus des Magmatits zur Zeit der Kristallisation liegt. Die oben besprochene große chemische Ähnlichkeit des Gesteins mit dem dioritischen Redwitzit von Grafenstein hat einen Parallelfall in der Ähnlichkeit des Biotitchemismus beider Gesteine, insbesondere was das $100 \text{ MgO} / (\text{Mg} + \text{Fe}^{+2} + \text{Fe}^{+3} + \text{Mn})$ -Verhältnis betrifft. Abgesehen von dieser Abhängigkeit des Biotitchemismus vom Bauschchemismus des Gesteins gewinnt die Frage nach der Ausnahme von dieser Regel an Gewicht, da sich daran vielleicht Ungleichgewichte in der Kristallisationsgeschichte ablesen lassen. Außer an der Biotitanalyse des Redwitzits vom Steinich (Tab. 18, Nr. 5880) finden sich keine Anzeichen dafür.

c) Der Chemismus der Hornblenden:

Die Analysen der mit den Biotiten (Tab. 18) koexistierenden Hornblenden von Redwitziten sind in Tab. 20 wiedergegeben. Eine weitere neue Vergleichsanalyse steht in Tab. 19. Eine erste Übersicht zeigt durchweg Kieselsäure- und Magnesium-reiche Hornblenden. Ich führe es darauf zurück, daß ein Großteil der zonaren Minerale aus Hypersthen hervorgegangen sind (s. o. im mikroskopischen Teil). Eine Deutung der Hornblendeanalysen vom Gesichtspunkt der Gesteinsgenese wird leider durch den Gegensatz zwischen der Bauschzusammensetzung der chemischen Analysen und dem heterogenen Aufbau der Kristalle erschwert. Immerhin läßt sich einiges aussagen:

So erscheint nach Berechnung der Standardzelle, betrachtet man die Verteilung der Ionen in oktaedrischer Position (Abb. 25), wie bei den Biotiten eine Aufteilung der Hornblenden in zwei Gruppen, die Hornblenden der basischen Redwitzite und die Magnesium-ärmeren der anderen Varietäten. Sind die Kerne der zonargebauten Hornblenden optisch auch sehr ähnlich (und damit natürlich auch chemisch), so scheint der geringere Prozentsatz von Kernhornblende (Hornblende I) gegenüber Hüllhornblende (Hornblende II) den Ausschlag für den unterschiedlichen Chemismus zu geben. Leider läßt sich das Verhältnis von Kern zur Hülle wegen der fließenden Übergänge planimetrisch nicht genau ermitteln. Nach dem Basizitätsgrad verglichen, ist die Hornblende des quarzdioretischen bis granodioritischen Redwitzits vom Steinich (Tab. 20, Nr. 5880) basischer als die des dioritischen Redwitzits vom Grafenstein (Tab. 20, Nr. 5654). Dieser Umstand klärt sich auf einfache Weise, wenn man berücksichtigt, daß die Hornblende Nr. 5880 nur in Hornblende-Biotit-Flecken vorkommt, d. h. reliktsch, und in Ungleichgewicht mit der Gesteinszusammensetzung steht (vgl. Abb. 8).

Parallel mit der Veränderung des Gesteinschemismus innerhalb der Intrusivreihe vom basischen Redwitzit bis zum granodioritischen laufen folgende Veränderungen des Hornblendechemismus:

1. Anstieg der FeO- und MnO-Gehalte,
2. Abnahme der MgO- und CaO-Gehalte und
3. die Zunahme von K_2O und P_2O_5 .

Die Verteilung von Na_2O ist dagegen sehr unregelmäßig, was auch Abb. 26 (Nummernreihenfolge mit abnehmender Basizität der Redwitzite, Nr. 5 Vergleichsanalyse einer Hornblende aus Diorit) zeigt. Die relativ hohen Kaliumwerte gegenüber dem geringen Natrium-

Tabelle 20. Chemische Analysen von Hornblenden aus Redwitziten

Hornblende Nr.	5874	5965	5654	5880
SiO ₂	51,68	51,60	49,08	50,86
TiO ₂	0,45	0,38	0,93	0,48
Al ₂ O ₃	6,33	6,18	7,68	7,35
Fe ₂ O ₃	2,25	2,21	3,01	0,02
FeO	6,60	7,00	10,35	12,10
MnO	0,19	0,21	0,31	0,44
MgO	17,64	17,84	13,74	15,02
CaO	12,06	11,43	11,71	11,35
Na ₂ O	0,63	0,63	0,75	0,37
K ₂ O	0,30	0,38	0,49	0,54
P ₂ O ₅	0,05	0,05	0,08	0,16
H ₂ O+	1,58	2,22	1,55	1,10
H ₂ O—	0,01	0,00	0,00	n. b.
Summe	99,77	100,13	99,68	99,79
D (Pyknometer)	3,02 ₅	3,19 ₁	3,11 ₂	3,18 ₅
100 Mg: (Mg ⁺² +Fe ⁺² +Fe ³ +Mn) =	78,1	77,7	64,8	68,1

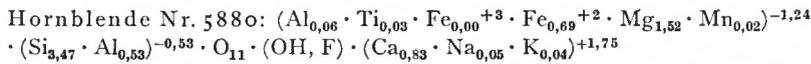
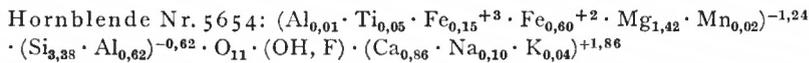
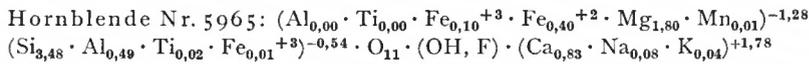
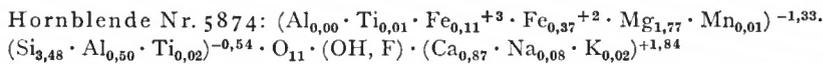
Atomare Zusammensetzung der Hornblenden, berechnet auf der Grundlage von 44 bzw. 48 Kationen-Valenzen:

Hornblende	5874		5965		5654		5880	
	44	48	44	48	44	48	44	48
Si	6,96	7,59	6,97	7,60	6,77	7,38	6,94	7,57
Al	1,01	0,41	0,98	0,40	1,23	0,62	1,06	0,43
Ti	0,03	—	0,04	—	—	—	—	—
Fe ⁺³	—	—	0,01	—	—	—	—	—
	} 8,00		} 8,00		} 8,00		} 8,00	
Al	—	0,69	—	0,67	0,02	0,74	0,13	0,86
Ti	0,02	0,05	—	0,04	0,10	0,11	0,05	0,05
Fe ⁺³	0,23	0,25	0,21	0,24	0,31	0,34	—	—
Fe ⁺²	0,74	0,81	0,79	0,86	1,19	1,30	1,38	1,51
Mg	3,54	3,86	3,59	3,92	2,83	3,08	3,05	3,33
Mn	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
	} 5,68		} 5,76		} 5,61		} 5,80	
Ca	1,74	1,90	1,66	1,81	1,73	1,89	1,66	1,81
Na	0,16	0,18	0,16	0,18	0,20	0,22	0,10	0,11
K	0,05	0,05	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10
	} 2,13		} 2,06		} 2,20		} 2,02	

10 München Ak.-Abh. math.-nat. 1968 (Troll)

zu Tabelle 20:

Halbe Standardzelle, berechnet auf der Grundlage von 22 Kationen-Valenzen:



Analytiker: Georg Troll 1966.

Hornblende Nr. 5874: Hornblende aus basischem Redwitzit des Steinbruchs „Wölsauer Höhe“/Blatt Marktredwitz. Reinheitsgrad: 99,8%

Hornblende Nr. 5965: Hornblende aus basischem Redwitzit der „Flur Rathaus“ N Lorenzreuth/Blatt Marktredwitz. Reinheitsgrad: 99,5%

Hornblende Nr. 5654: Hornblende aus dioritischem Redwitzit des Steinbruchs „Grafenstein“ N Lorenzreuth/Blatt Marktredwitz. Reinheitsgrad: 99,7%.

Hornblende Nr. 5880: Hornblende aus quarzdioritischem Redwitzit des Steinbruchs „Steinich“ W Röthenbach/Blatt Marktredwitz. Reinheitsgrad: 97,6% (ca. 2% Biotit).

gehalt kennzeichnen die Redwitzithornblenden. Ich erblicke darin wiederum ein Anzeichen primär erhöhter Kaliummenge im Redwitzit-Magma. Daß die Redwitzithornblenden in der Tat arm an Natrium sind, veranschaulicht auch Abbildung 27, in der die Pole der vorliegenden Analysen nahe an das Feld der Tremolite (Grammatite) rücken. Artverwandte Vergleichsanalysen zu den Hornblenden der basischen Redwitzite sind noch nicht bekannt geworden. Die in Abb. 27 dargestellten Vergleichsanalysen stammen zum vorwiegenden Teil von Hornblenden aus metamorphen Gesteinen. Durch den hohen SiO₂-Gehalt der Hornblenden aus den Redwitziten ist Aluminium in den Tetraedern des Gitters kaum vertreten. Tritt an Stelle der Alkalien (Abb. 27) in Abbildung 28 als Abszisse die Summe von (Al+Fe⁺³+Ti) in Sechserkoordination, so bleiben die Hornblenden aus den Redwitziten weiterhin randlich außerhalb des bekannten Feldes der Hornblendeanalysen, allerdings noch innerhalb des theoretischen Streufeldes der Hornblendeanalysen.

Die Tatsache, daß die Hornblenden der Redwitzite in ihrer stofflichen Zusammensetzung den Tremoliten nahestehen, d. h. verhältnismäßig Ca-reich und Al-arm sind, könnte für ihre Entstehung aus assimilierten Gesteinen sprechen. Doch fehlen dafür jegliche geologischen Anzeichen, so daß ein solcher Vorgang nur als Prozeß in größerer Erdtiefe als dem Intrusionsniveau angenommen werden kann.

LEAKE (1962, Fig. 3) veröffentlichte unter Verwendung von 650 Hornblendeanalysen, deren Ca in der Einheitszelle von 24 (O, OH, F) größer als 1.00 ist, ein Verteilungsdiagramm des Si-Gehaltes in den Analysen. Die zweigipfelige Kurve zeigt ein Minimum an Analysen mit Si-Werten zwischen 7.10 und 7.60 in der Einheitszelle. In dieses Minimum fallen die berechneten Si-Werte der Redwitzithornblenden.

d) Vergleichender Chemismus von koexistierenden Biotiten und Hornblenden:

Bei der vergleichenden Betrachtung koexistierender Minerale hat die Anwendung des NERNSTschen Verteilungssatzes den Fortschritt wesentlich gefördert. Er gibt an, in welchem

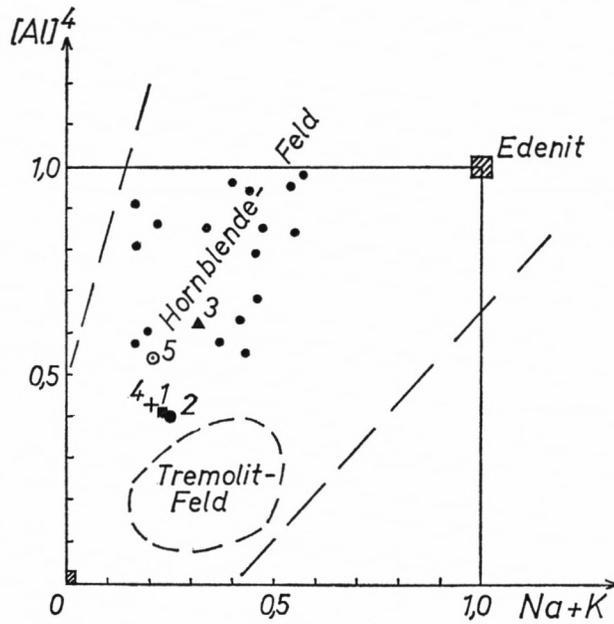


Abb. 27: Darstellung der Beziehung des Aluminiums in tetraedrischer Position zu den Alkalien von Hornblenden (Einheitszelle von 48 Kationen-Valenzen). Die Nummern der Hornblendepunkte sind in Abb. 24, s. S. 68 erläutert. Die nächstverwandten Vergleichsanalysen entstammen der Sammlung von DEER, HOWIE und ZUSSMAN (Vol. 2, London 1963, Fig. 71 und Tab. 40).

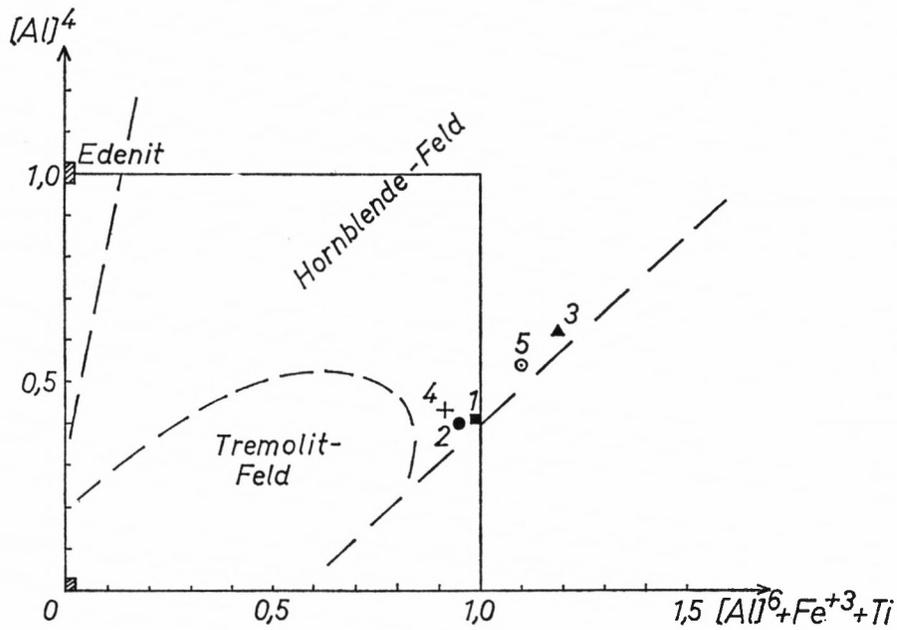


Abb. 28: Darstellung der Beziehung des Aluminiums in tetraedrischer Position zu der Summe von (Al+Fe⁺³+Ti) in oktaedrischer Position von Hornblenden (Einheitszelle von 48 Kationen-Valenzen). Die Nummern der Hornblendepunkte entsprechen denen der Abb. 24, 25, 26 und 27.

Verhältnis sich ein gelöster Stoff auf zwei Lösungsmittel verteilt. Ist C^{Biotit} die Konzentration eines bestimmten Stoffes in Biotit, $C^{\text{Hornblende}}$ diejenige in Hornblende, so ergäbe sich bei idealer Verteilung (unter Gleichgewicht) nach dem NERNSTschen Verteilungssatz:

$$\frac{C^{\text{Biotit}}}{C^{\text{Hornblende}}} = \text{Const.},$$

d. h. das Verhältnis der beiden Teilkonzentrationen bleibt gleich, unabhängig von der Gesamtmenge jedes der anwesenden Stoffe.

Es ist einzusehen, daß bei der Übertragung dieses Prinzips auf die „festen Lösungen“, wie sie Kristalle darstellen, ideale Bedingungen zu fordern sind. So konnte KRETZ (1959) bei der Bearbeitung von Hornblenden, Biotiten und Granaten der Grenville-Gneise in Quebec für die Verteilung von V_2O_5 in koexistierenden Hornblenden und Biotiten eine Konstante von 1,2 ermitteln, für das Mangan in den gleichen Mineralen, daß nur geringe Konzentrationen dem Verteilungssatz gehorchen, höhere aber Abweichungen ergeben. Daß Ionen in höherer Konzentration die idealen Bedingungen nicht so leicht erfüllen, ist zu erwarten. Desto erstaunlicher ist es, daß die Berechnung von Konstanten verschiedener Mineralpaare des gleichen Redwitzits Annäherungswerte an Konstanten bringt.

Der Versuch wurde mit den variablen und wesentlichen Ionen Fe^{+2} und Mg unternommen, da ihre Verteilung in den Mineralen von genetischem Aussagewert sein kann. Dazu diente die von RAMBERG (1952) und KRETZ (1959) angewandte Formel für die Ionenverteilung:

$$\frac{X^{\text{Biotit}}}{1 - X^{\text{Biotit}}} \cdot \frac{1 - X^{\text{Hornblende}}}{X^{\text{Hornblende}}} = K \text{ (Verteilungskonstante) (1)},$$

wobei $X = \frac{Fe^{+2}}{\Sigma Y}$ bzw. $\frac{Mg}{\Sigma Y}$ und Y = Ionen in oktaedrischer Position bedeutet. Folgende Verteilungskonstanten wurden ermittelt:

Nr. der Minerale	$X_{Fe^{+2}}^{\text{Biotit}}$	$X_{Fe^{+2}}^{\text{Hornblende}}$	$K_{Fe^{+2}}^{\text{Biotit-Hornblende}}$
5874	0,2139	0,1626	1,4011
5965	0,2387	0,1714	1,5157
5654	0,3519	0,2650	1,5060
5880	0,3701	0,2961	1,3968

Zum Vergleich gebe ich die Werte nach dem ursprünglichen Verteilungssatz von NERNST (s. o.) an: $X_{Fe^{+2}}^{\text{Biotit}}/X_{Fe^{+2}}^{\text{Hornblende}} = K_{Fe^{+2}}^{\text{Biotit-Hornblende}}$ (2)

Nr. der Minerale	$X_{Fe^{+2}}^{\text{Biotit}}$	$X_{Fe^{+2}}^{\text{Hornblende}}$	$K_{Fe^{+2}}^{\text{Biotit-Hornblende}}$
5874	0,2139	0,1626	1,3133
5965	0,2387	0,1714	1,3926
5654	0,3519	0,2650	1,3279
5880	0,3701	0,2961	1,2499

Für die Mg-Ionen folgt nach der Gleichung (1):

Nr. der Minerale	X_{Mg}^{Biotit}	$X_{Mg}^{\text{Hornblende}}$	$K_{Mg}^{\text{Biotit-Hornblende}}$
5874	0,6061	0,7780	0,4391
5965	0,5726	0,7787	0,3811
5654	0,4564	0,6303	0,4932
5880	0,5154	0,6545	0,5614

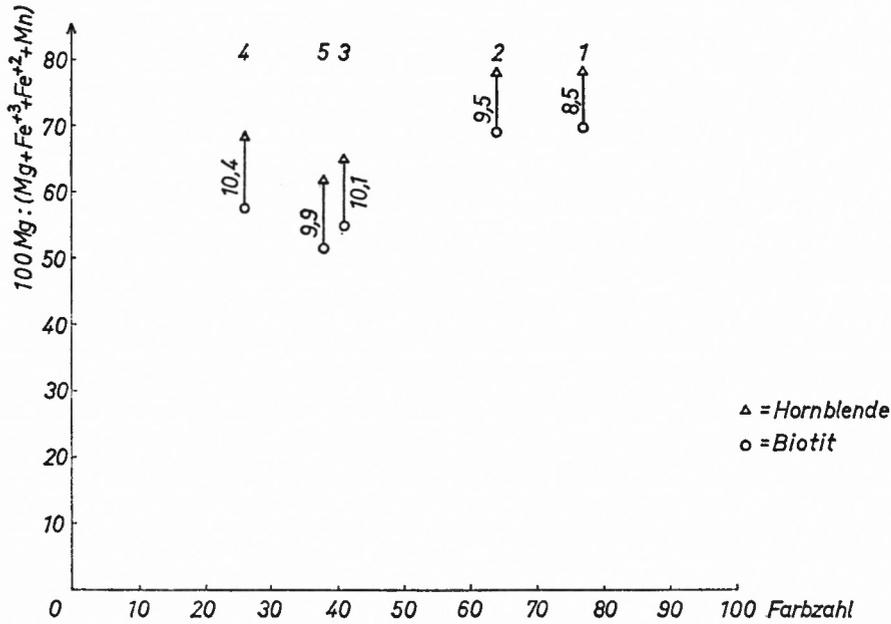


Abb. 29: Vergleichende Darstellung des „Basizitätsgrades“ von Redwitzit (Farbzahl = Abszisse) und den in ihm koexistierenden Mineralen Biotit und Hornblende (ausgedrückt in 100 Mg/Mg + Fe⁺³ + Fe⁺² + Mn). Die Nummern beziehen sich auf folgende Gesteine: 1 = basischer Redwitzit Wölsauer Höhe (Nr. 5874), 2 = Flur Rathaus (Nr. 5965), 3 = Steinbruch Grafenstein (Nr. 5654), 4 = Steinbruch Steinich (Nr. 5880), 5 = Diorit Steinbruch Paradies (Vergleichsanalyse). Die vertikal geschriebenen Zahlen sind Parameter, welche die Differenz des „Basizitätsgrades“ der koexistierenden Minerale angeben.

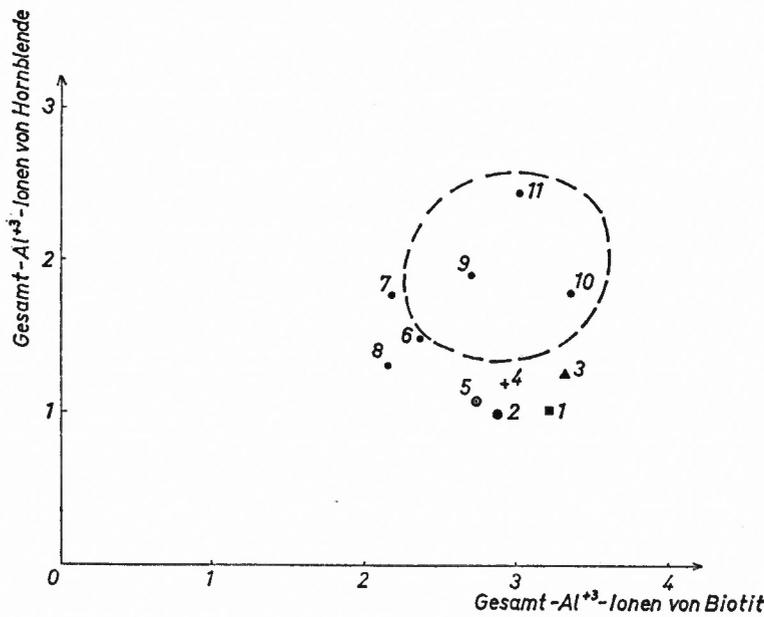


Abb. 30: Verteilung der Aluminium-Ionen zwischen Biotit und Hornblende. Zu den Nummern 1–5 vergleiche Erläuterung der Abb. 29! Die Nummern 6–11 beziehen sich auf Vergleichsanalysen aus japanischen Intrusivgesteinen (vgl. dazu Tab. 21). Die gestrichelte Linie umkreist das Feld von 17 Vergleichsanalysen aus metamorphen Gesteinen (nach KRETZ 1959 und SAXENA 1966, Fig. 5).

Tabelle 21: Vergleichsanalysen von koexistierenden Biotiten und Hornblenden aus japanischen Intrusivgesteinen
(aus SHIBATA, ŌBA & SHIMODA 1966, Tab. 2); Analytiker: H. SHIBATA

Nr.	6		7		8		9		10		11	
Typ	Northern Kitamaki		Northern Kitamaki		Ryōké		Ryōké		Ryōké		Ryōké	
Lokalität	Itaya		Bachigasawa		Urushihata		Shitoku		Higashihagidaira		Ikuta	
Gestein	Granodiorit		Granodiorit		Granit		Granodiorit		Hornblende-Granit		Hornblende-Granit	
Mineral	Hornbl.	Biotit	Hornbl.	Biotit	Hornbl.	Biotit	Hornbl.	Biotit	Hornbl.	Biotit	Hornbl.	Biotit
SiO ₂	47,58	29,87	44,76	28,78	38,78	29,95	39,47	30,45	41,87	32,97	38,52	28,26
TiO ₂	1,17	2,24	1,28	4,30	2,45	2,34	1,84	3,16	1,63	3,58	1,60	2,96
Al ₂ O ₃	9,51	14,06	11,17	13,36	7,97	12,83	11,15	16,18	10,85	19,32	14,06	18,49
Fe ₂ O ₃	2,25	13,53	2,64	17,39	7,72	19,51	3,14	14,01	7,13	6,67	4,65	16,88
FeO	10,56	11,47	10,75	7,46	22,02	10,77	22,94	13,04	18,44	19,63	22,37	9,14
MnO	0,54	0,20	0,19	0,48	0,98	0,22	0,66	0,30	0,60	0,37	0,23	0,33
MgO	12,26	13,63	13,75	11,31	5,63	5,95	4,62	2,57	4,83	5,34	4,02	2,89
CaO	10,60	0,94	10,59	1,52	8,38	1,83	10,90	2,10	9,55	0,76	10,29	1,69
Na ₂ O	2,55	1,00	2,45	0,75	2,00	0,75	1,80	1,05	1,49	0,61	1,52	0,64
K ₂ O	0,45	6,00	0,35	6,00	1,25	6,01	1,35	6,50	0,89	6,25	0,75	5,10
H ₂ O+	1,84	4,90	1,65	5,98	2,21	6,35	1,93	6,37	2,20	4,21	2,04	8,20
H ₂ O—	0,34	1,96	0,28	3,00	0,50	3,28	0,80	3,61	0,20	0,27	0,21	5,03
P ₂ O ₅	0,07	0,55	0,04	0,01	0,09	0,16	0,07	0,09	0,10	0,05	0,10	0,02
F	0,29	0,13	0,14	0,16	0,099	0,54	0,047	0,10	0,33	0,38	0,069	0,071
Cl	0,099	0,10	0,14	0,096	0,19	0,16	0,11	0,15	0,19	0,13	0,17	0,024
Summe	100,08	100,58	100,18	100,60	100,18	100,64	100,83	99,68	100,30	100,54	100,60	99,72
Si	6,91	4,65	6,46	4,32	5,89	4,61	6,20	4,74	6,39	4,99	5,97	4,24
Al ⁴	1,09	2,57	1,54	2,36	1,42	2,33	1,80	2,95	1,61	3,01	2,03	3,28
—Al ⁴	—	—0,78	—	—1,32	—0,69	—1,06	—	—0,31	—	—	—	—0,48
Al ⁶	0,53	—	0,37	—	—	—	0,26	—	0,33	0,63	0,64	—
Fe ^{III}	0,24	1,53	0,28	2,18	0,88	2,25	0,38	1,65	0,81	0,75	0,54	2,08
Fe ^{II}	1,29	1,50	1,33	0,95	2,83	1,40	3,04	1,70	2,38	2,51	2,93	1,17
Mg	2,67	3,18	3,02	2,55	1,29	1,37	1,08	0,60	1,11	1,21	0,94	0,65

Die K-Werte dieser Berechnungen zeigen, daß die Verteilung der Fe^{+2} -Ionen etwas besser ist als die der Mg-Ionen. Stellt man in Rechnung, daß zumindest die Hornblenden teilweise sekundären Ursprungs sind, d. h. aus Hypersthen hervorgegangen sind, so ist die Korrelation zwischen den Mineralen der basischen und denen der dioritischen Redwitzite als sehr gut zu bezeichnen. In den Abbildungen 31 und 32 sind die oben rechnerisch ausgeführten Korrelationen graphisch dargestellt. Die Verteilung der Fe^{+2} -Ionen zwischen den koexistierenden Mineralen Biotit und Hornblende ist eindeutig und der Verteilung in Metamorphiten ähnlich. Die Punkte der Mineralpaare basischer Redwitzite auf der einen Seite sind nur nach der Höhe des Fe^{+2} -Gehaltes geschieden. Umgekehrt verhalten sich die Mg-Verteilungen, da Magnesium zweiwertiges Eisen im Gitter der beiden Minerale substituiert. Gegenüber gleichen Mineralpaaren aus Metamorphiten erscheinen die Mg-Gehalte erhöht. Dieser Unterschied führt vom primär höheren Angebot (= Konzentration) der Mg-Ionen im Gestein bei der Kristallisation von Biotit und Hornblende her. Beim Vergleich der Al-Ionen von Biotit und Hornblende fällt auf, daß dieses Element in den Redwitzitbiotiten in normaler Verteilung, dagegen in Redwitzithornblenden in vergleichsweise ausgesprochen geringer Menge vorliegt. Diese Erkenntnis, die in den Abbildungen 27 und 28 bereits für das Aluminium in 4-Koordination gewonnen wurde, gilt also auch für den Gehalt an Gesamt-Al in den Hornblenden der Redwitzite. Es konnten bisher keine stofflich annähernd vergleichbaren Hornblenden gefunden werden.

Zum Abschluß der Behandlung koexistierender Minerale soll noch auf die Beziehungen zwischen ihnen und dem umschließenden Gestein eingegangen werden. Es ist leider kaum möglich, eine verbindliche zahlenmäßige Kurzcharakteristik eines Gesteins zu treffen. So muß als Maßzahl die Farbzahl (= modale Summe der mafischen Komponenten) verwendet werden, welche ich für den besten Parameter halte. In Abbildung 29 werden die Gesteine nach ihrer Farbzahl mit den in ihnen enthaltenen Mineralpaaren von Biotit und Hornblende verglichen. Die zwei Gruppen von Mineralpaaren aus basischen sowie aus intermediären Gesteinen sind gut kenntlich. Wiederum fallen die Werte für das Redwitzitvorkommen Steinich (Nr. 4) aus dem Rahmen (s. S. 72). Der Unterschied der Mineralpaare Biotit und Hornblende untereinander nach ihrer Basizität ist im basischen Bereich kleiner, d. h. ihre Projektionspunkte rücken enger zusammen. Das stimmt gut mit den optischen Beobachtungen überein, nach denen eine Kristallisation I eines Stamm-Magmas und spätere Zufuhren gefordert wurden, die dann für die saueren Differentiate verantwortlich sind. Diese Zufuhren saurerer Magmen verbanden sich mit Einsprenglingen der Kristallisation I, zu der auch Biotite und Hornblenden gehörten. Der Steinicher Redwitzit mit seinen Biotit-Hornblende-Flecken bewahrt in diesen Kristallaggregaten, welche die einzigen Hornblenden im Gestein führen, Relikte der betont basischen Kristallisation I auf (vgl. Abb. 8).

2.1.1.8. Zusammenfassung des Chemismus der Redwitzite und ihrer Minerale

Sowohl aus den Gesteinsanalysen als auch aus den Mineralanalysen geht hervor, daß die Redwitzite eine magmatische Serie von gabbroid-noritischem bis zu granodioritischem Chemismus bilden. Durch den geologischen Geländebefund und die mikroskopische Gefügeuntersuchung ist gesichert, daß es sich bei den Redwitziten der Umgebung von Marktredwitz nicht um „granitische Lamprophyre“ im Sinne von WILLMANN (1920) und auch nicht um hybride Mischgesteine von Para- und Orthomaterial an Ort und Stelle handelt, sondern daß ein Intrusivbestand prägranitischer Gesteine vorliegt.

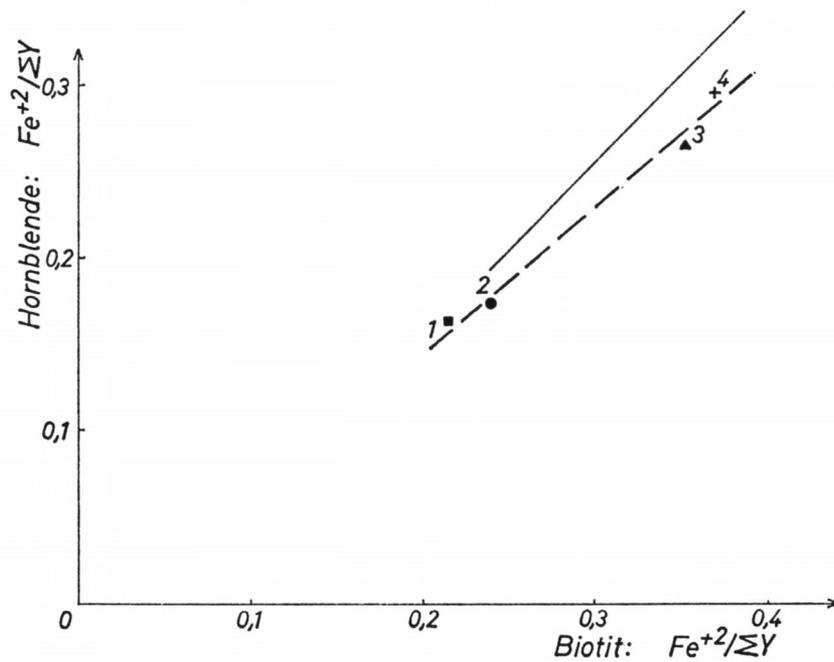


Abb. 31: Verteilung der Fe^{+2} -Ionen zwischen koexistierenden Biotiten und Hornblenden der Redwitzserie. Auf den Koordinaten ist Fe^{+2} /Summe der oktaedrischen Ionen ($= Y$) aufgetragen. Die Nummern entsprechen denen der Abb. 29. Die ausgezogene Linie gibt die Korrelation wieder, die SAXENA (1966, Fig. 3) für koexistierende Minerale aus kaledonischen Metamorphiten gefunden hat.

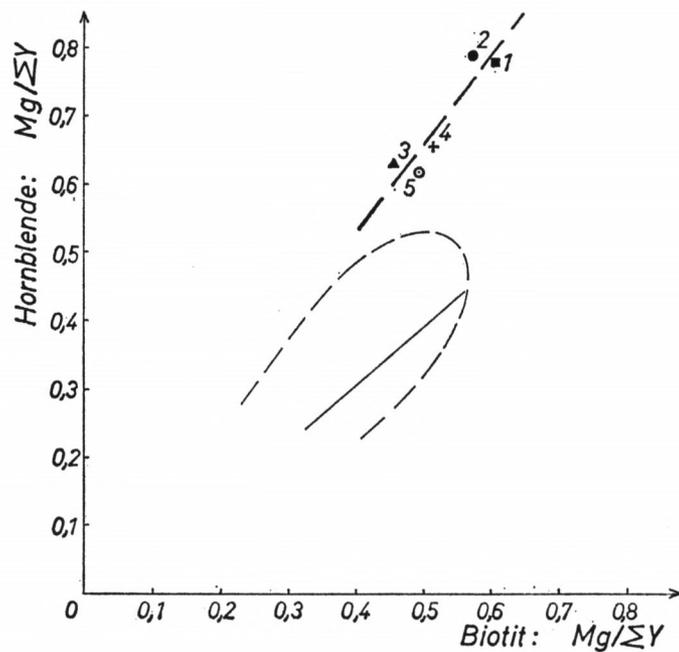


Abb. 32: Verteilung der Mg-Ionen zwischen koexistierenden Biotiten und Hornblenden der Redwitzserie. Auf den Koordinaten ist Mg /Summe der oktaedrischen Ionen ($= Y$) aufgetragen. Die Nummern entsprechen denen der Abb. 29. Die gestrichelte Linie umfaßt das Feld von Biotit-Hornblende-Paaren aus Metamorphiten (nach KRETZ 1959 und SAXENA 1966, Fig. 4). Die ausgezogene Linie gibt die Korrelation nach SAXENA für die kaledonischen Metamorphite wieder.

Die chemischen Untersuchungen ergänzen das Bild, indem nun die Beobachtungen einer in den Redwitziten allgemein verbreiteten Kristallisation I mit basischen Gliedern der Mineralmischreihen bestätigt werden. Daraus geht weiter hervor, daß die endgültige Ausbildung der stark abweichenden Varietäten auf junge Veränderungen der Schmelze (Kristallisation II) während der Intrusion oder erst nachher am Ort der Platznahme zurückgeht.

Ein Vergleich der Redwitzite Oberfrankens mit Intrusivreihen anderer Gebiete beleuchtet die Sonderentwicklung der Redwitzite innerhalb prägranitischer Intrusivgesteine, die vor allem auf dem verhältnismäßig hohen, vornehmlich in den Biotiten fixierten Kaliumgehalt beruht.

Die Differentiationsentwicklung der redwitzitischen Gesteine von Marktredwitz leitet nicht kontinuierlich zu granitischen Gesteinen eines bestimmten Massivs über, obgleich nur Kontakte zum Weißenstadt-Marktleuthener bzw. Falkenberger Granit bestehen. Diese beiden getrennt verbreiteten riesenkörnigen Porphyrg Granite sind höchstwahrscheinlich altersmäßig völlig ident und stellen die ältesten Intrusionen sudetischer Granite dar, so daß die Redwitzite als unmittelbare Vorläufer betrachtet werden können. Doch haben die Granite mit verschwindender Ausnahme nicht die Intrusionswege der Redwitzite benutzt.

Als wesentlichen koexistierenden Mineralen fällt Biotit und Hornblende in den Redwitziten eine wichtige Rolle zu. Die Schwierigkeiten der chemischen Untersuchung liegen in der Aufbereitung, da die z. T. zonargebauten Hornblende-Kristalle nicht nach Kern und Hülle getrennt werden können. Beim stofflichen Vergleich von Biotit und Hornblende ist die Verdrängung von Hypersthen durch Hornblende und auch die Gefügeposition der Minerale zu berücksichtigen. Immerhin zeigt sich eine Korrelation der durch gegenseitige Substitution verbundenen Fe- und Mg-Ionen, die darauf deutet, daß eine normale Differentiation stattgefunden hat. Im Bauschemismus der koexistierenden Minerale unterscheidet sich die Wirkung des ursprünglichen gabbroid-noritischen Magmas der basischen Redwitzite kräftig von dem Einfluß jüngerer Differentiate in den dioritisch-granodioritischen Redwitziten.

2.1.1.9. Folgerungen:

Zu den sudetischen Graniten im Westen der Böhmisches Masse gehört eine Serie basischer bis intermediärer Vorläufer, die folgende Kennzeichen haben:

1. Wie den sudetischen Graniten fehlt ihnen ein durch Druck aufgeprägtes Parallelgefüge.
2. Sie führen sämtlich Biotit in skelettartiger Form; in den meisten Varietäten übertrifft die Korngröße des Biotits die Größe der anderen Mineralkomponenten.
3. Das Kalium ist in erster Linie im Biotit festgelegt, dessen modaler Anteil am Gestein 15 bis 25 Volumenprozent beträgt.
4. Gegenüber den Nebengesteinen, Phylliten und Metaquarziten der fraglich kambri-schen Arzberger Serie, bilden sie scharfe Kontakte und einen Hof von andalusitführenden Hornfelsen.
5. Innerhalb ihres Auftretens in einem geschlossenen Gebiet von ca. 20 km² Größe sind die einzelnen, nach Zusammensetzung und Gefüge unterschiedenen Varietäten nicht streng getrennt, sondern zeigen fließende Übergänge.
6. Ihre Kontakte zu den jüngeren porphyrischen Graniten sind meist unscharf; am Kontakt entstehen vielfältige Mischgesteine, die kilometerlange Körper bilden können: Kalifeldspat-führende, schlierige Typen und Titanitfleckengesteine.

7. Die basischen Vorläufer der Granite erhielten nach der historischen Deutung als „granitische Lamprophyre“ (WILLMANN 1920) den Namen „Redwitzite“. Der eingeführte Name Redwitzit (nach dem Vorschlag von TRÖGER 1935, S. 331 als Sammelname aus der Typensammlung der Eruptivgesteine ausgesondert) wird für nachweislich magmatische Gesteine mit sperrigem Biotitgefüge vorerst regional beibehalten, da er sich im feldgeologischen Bereich bewahrt und bewährt hat.

8. Die Bezeichnung „Redwitzit“, „redwitzitisch“ oder „redwitzitoid“ bezieht sich nur auf das Gefüge eines Gesteins, keineswegs auf seinen Chemismus.

9. In petrographischer und petrochemischer Hinsicht handelt es sich bei den Redwitziten der Umgebung von Marktredwitz um magmatisch differenzierte Gesteine, die am Ort ihrer heutigen Lagerung kein Fremdmaterial aufgenommen haben, d. h. es gibt in ihnen nur Mischgesteine verschiedener magmatischer Differentiate, nicht aber von Para- mit Orthomaterial.

10. Die megaskopisch hervorstechende primäre Biotitführung geht auf eine ungewöhnlich angereicherte Kaliummenge in den Gesteinen zurück (im Vergleich zum Natriumgehalt). Auf Grund dieser Tatsache unterscheiden sich die Redwitzite von anderen prägranitischen Serien vergleichbarer Zusammensetzung.

11. Die Kristallisationsgeschichte der Redwitzitmagmen konnte insoweit geklärt werden, als eine allgemein verbreitete erste Phase, welche Labradorit, Hypersthen, Hornblende I und Biotit enthält, einer unterschiedlich verbreiteten zweiten Phase mit Andesin-Oligoklas, Hornblende II, Kalifeldspat und Quarz vorausgeht. Die zweite Phase steht mit der ersten in Ungleichgewicht, so daß magmatische Korrosion, Verdrängung und Zonarbau das Gefüge auszeichnen.

12. Nur in den Kontaktgesteinen von Redwitzit mit jüngerem porphyrischem Granit, in den sogenannten Mischredwitziten und Titanitfleckenredwitziten, kommt Biotit als junge Bildung vor.

13. Der Chemismus der koexistierenden Minerale Biotit und Hornblende steht mit den gewonnenen Ergebnissen nicht in Widerspruch. Aus dem Ionenvergleich sind ebenfalls magmatische Differentiation und Kristallisationsgeschichte ablesbar.

14. Die Verteilung der Fe^{+2} - und Mg-Ionen in beiden Mineralen spricht für eine annähernd ausgeglichene Konzentration dieser Ionen in der Schmelze. Unstimmigkeiten lassen sich auf Reliktstrukturen im Gefüge zurückführen. (Bei dem verwickelten und uneinheitlichen Kristallbau der Hornblende könnte die erfolgreiche Anwendung des NERNSTschen Verteilungssatzes Zweifel an der Richtigkeit der Methode aufkommen lassen.)

15. Die Frage nach dem Ort der magmatischen Differentiation konnte innerhalb der Untersuchungen nicht vollständig gelöst werden. Von den drei möglichen Antworten kann eine alleinige Differentiation in der Tiefe ausgeschlossen werden. Es ist jedoch noch ungeklärt, inwieweit die Differenzierung der Redwitzite nach Stoff und Gefüge bereits auf dem Wege nach oben oder erst am Ort der Platznahme erfolgte.

2.1.1.9. Conclusions:

Granites of sudetic age occurring west of the Bohemian mass were preceded by a series of basic to intermediate intrusives having the following characteristics:

1. Like the sudetic granites they lack a parallel texture imposed by pressure.
2. They all carry biotite in skeleton-like form. In most varieties the grain size of the biotite is larger than that of the other mineral components.

3. Potassium is fixed primarily in biotite. The biotite content of the rocks amounts to 15–25 percent by volume.
4. The contact with the enclosing phyllite and metaquartzite country rocks of the questionable cambrian Arzberg series is sharp and has an aureole of andalusite bearing hornfelses.
5. Within the 20 km² area of their occurrence the individual varieties, distinguishable by composition and fabric, are not sharply separated but show smooth transitions.
6. Their contacts with the younger porphyritic granites generally are not sharp. A variety of mixed rocks, forming bodies which extend for kilometers, occur along the contacts: potash feldspar-bearing rocks, schlieren types and so-called “titanitfleckenengesteine” (spotty sphene bearing rocks).
7. The basic intrusions preceding the granites were termed “redwitzites” (WILLMANN 1920) and were originally interpreted as “granitic lamprophyres”. The term redwitzite, useful and established as a geological field term, is retained for the time being for rocks of undoubtable magmatic origin which carry blocky biotite. (TRÖGER [1935, p. 331] suggested that redwitzite be used as a collective name and set apart from the other types of eruptive rocks in his nomenclature.)
8. “Redwitzite”, “redwitzitic”, “redwitzitoid” refers only to the fabric of the rock and not to its chemical composition.
9. Petrologically and petrochemically the redwitzites occurring in the neighbourhood of Marktredwitz are magmatically differentiated rocks. They have not taken up any foreign material at the site of their present position. They are mixed rocks but composed only of various magmatic differentiates not of para- and ortho-material.
10. The megascopically conspicuous primary biotite content is reflected by an abnormally high enrichment of potassium (as compared to the sodium content) in the rocks. This distinguishes the redwitzites from other pre-granitic intrusions of comparable composition.
11. The history of crystallization of the redwitzite magmas could be clarified as follows: a generally wide spread first phase, composed of labradorite, hypersthene, hornblende I and biotite, followed by a variable distributed second phase of andesine-oligoclase, hornblende II, potash feldspar and quartz. The second phase is not in equilibrium with the first resulting in a fabric characterized by magmatic corrosion, replacement and zonal structure.
12. A younger generation of biotite occurs only in contact rocks (so-called mixed redwitzites and “titanitfleckenredwitzite” [spotty sphene bearing redwitzites]).
13. The chemical composition of coexisting biotite and hornblende are consistent with the other results. A comparison of the ions also sheds light on the magmatic differentiation and history of crystallization.
14. The distribution of Fe⁺² and Mg-ions in both minerals indicates an approximately balanced concentration of these ions in the melt. Discrepancies can be traced to relic textures in the fabric. Considering the complicated and heterogeneous crystal structure of the hornblendes, the successful application of the “NERNST” distribution law could throw some doubt on the correctness of the method.
15. The investigations did not solve unequivocally the question of where magmatic differentiation took place. Of the three possible answers differentiation at depth alone can be excluded. However it is still not clear how much of the differentiation of the redwitzites took place on the way up and at the site of emplacement.

2.1.1.10. Zitierte Schriften:

- ANDERSON, J. G. C.: The Arrochar Intrusive Complex. – *Geol. Mag.*, 72 (1935), 263–282, London 1935.
 – Intrusions of the Glen Falloch Area. – *Geol. Mag.*, 74 (1937), 458–468, London 1937.
- BIGGAR, G. M.: Experimental studies if apatite crystallization in parts of the system $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ at 1000 bars. – *Miner. Mag.*, 35 (1966), 1110–1122, London 1966.
- BOWES, D. R. and WRIGHT, A. E.: An explosion-breccia complex at Back Settlement, near Kentallen, Argyll. – *Trans. Edinb. Geol. Soc.*, 18 (1961), 293–314.
- BOWES, D. R., KNILOCH, E. D.: Rhythmic amphibole overgrowths in appinites associated with explosion-breccias in Argyll. – *Miner. Mag.*, 33 (1964), 963–973.
- BOWES, D. R. and WRIGHT, A. E.: A comparison of the breccia-metagabbrosyenite complex at Fjone, South Central Norway, with some explosion-breccia-appinite complexes in the Caledonian orogenic belt of Scotland. – *Norsk Geologisk Tidsskrift*, 45 (1965), Nr. 4, 463–472.
- BÜSCH, W.: Petrographie und Abfolge der Granitisation im Schwarzwald V. – *N. Jb. Miner. Abh.*, 104, 2–3 (1966), Stuttgart 1966.
- v. COTTA, B.: Mitteilungen an den Geheimenrath v. LEONHARD gerichtet. – *N. Jb. f. Mineral., Geogn. Geol. und Petrefactenkunde*, (1843), H. 2, 168–178, Stuttg. (Schweizerbart) 1843.
- DEER, W. A.: The diorites and associated rocks of the Glen Tilt complex, Perthshire. II Diorites and appinites. – *Geol. Mag.*, 87 (1950), 181–195, London 1950.
- DRESCHER, F. K.: Zur Tektonik und Petrographie der Diorite von Fürstenstein (Bayerischer Wald). – *Abh. Hess. Geol. LA Darmstadt*, 8, H 1, S 1–49, Darmstadt 1925
 – Über Mikroklinholoblasten mit Grundgewebseinschlüssen, Internregelung von Biotit und einige diesbezügliche genetische Erwägungen – *Notizbl. des Vereins für Erdkunde u. des Hess. Geol. Landesanstalt zu Darmstadt für das Jahr 1927*, 5. F., H. 10, 246–269 (abgeschlossen April 1928).
 – Zur Genese der Diorite von Fürstenstein (Bayerischer Wald). – *N. Jb. Miner.* 60, Beil. Bd. A, 445–530, 1930.
- DUDEK, A.: Biotity hlubinových vyovřekin a jejich vztah K chemismu matečných hornin. – *Rozpravy Česk. Akad. VED, Ročník* 64, Sešit 6 (1954). 19–59. Praha 1954.
- EIGENFELD, R.: Assimilations- und Differentiationserscheinungen im Kristallinen Grundgebirge des südlichen Odenwaldes. – *Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg*, 6 (1963), 137–238, Freiburg i. Br. 1963.
- FISCHER, G.: Die Gabbroamphibolitmasse von Neukirchen a. hl. Blut und ihr Rahmen (eine regional-geologische Studie. – *Neues Jb. Miner. etc.*, Beil. – Band 60, Abb. A, 1929, 251–362 u. 363–396, Stuttgart 1930.
 – Das Dach des Moldanubikums in Schlesien, dem Bayerischen Wald und Mähren. – *Jb. Preuß. Geol. LA*, 56 (1935), S. 733–741, Berlin 1936.
 – Über das Moldanubikum der Bayerischen Oberpfalz. – 6. Sonderheft z. *Zeitschr. DER AUFSCHLUSS: „Die Oberpfalz“*, 7–26, Heidelberg 1957.
 – Ein Beitrag zur stofflichen Verteilungsanalyse. – *N. Jb. Miner., Mh.*, 1964, H. 9–11 (Bruno-Sander-Heft), 269–283, November 1964.
 – Über die modale Zusammensetzung der Eruptiva im ostbayerischen Kristallin. – *Geologica Bavarica*, Nr. 55, 7–23, München 1965.
- FOSTER, Margaret D.: Interpretation of the Composition of Trioctahedral Micas. – *Geol. Survey Profess. Paper* 354-B, 48 S., Washington 1960.
- FRENCH, W. J.: Appinitic intrusions clustered around the Ardara Pluton, County Donegal. – *Proceedings Royal Irish Acad.*, 64., Sect. B, Nr. 16. 303–322, Dublin 1966.
- FRÖHLICH, F.: Bestimmung kleiner Chromgehalte in Mineralien und Gesteinen mit Diphenylcarbazid. – *Z. anal. Chem.*, 170, 2, 383 (1959).
 – Beitrag zur Geochemie des Chroms. – *Geochimica et Cosmochimica Acta*, (1960), 20, 215–240, Pergamon Press Ltd.
- GAERTNER, H. R. v.: Probleme des Saxothuringikums. – *Geol. Jb.*, 65, 409–450, Hannover-Celle 1950.
- GLUNGLER, F.: Das Eruptivgebiet zwischen Weiden und Tirschenreuth und seine Kristalline Umgebung. – *Sitz-Ber. Bayer. Akad. Wiss., Math.-phys. Kl.*, 35, 1905, 169–246, München.
- GRABER, V.: Die Redwitzite und Engelburgite als Mischformen von Graniten und Amphiboliten. – *Mitt. Geol. Ges. Wien* 22, 16–24, (1929) 1930.
- GRABER, V. H. (†): Das Kristalline Grundgebirge im Donautale von Passau bis Linz und seine weitere Umgebung. – *Mitt. Geol. Ges. Wien* 49 (1956) 173–234.

- v. GÜMBEL, C. W.: Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern II Abt. Ostbayerisches Grenzgebirges. – Verl. Justus Perthes Gotha, 968 S., 1868.
- Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwalde und dem westlichen Vorlande. – Gotha 1879.
- HEGEMANN, F.: Tektonik und Entstehung dioritähnlicher Gesteine im nordwestlichen Bayerischen Wald. – N. Jb. Miner. etc., Beil. – Bd. 65, Abt. A, (1932), S. 233–284.
- HEINRICH, E. W.: Studies in the mica group: the biotite-phlogopite series. – Amer. J. Sci., 244 (1946), 836–848.
- HESS, H. H.: Stillwater Igneous Complex, Montana: A quantitative mineralogical study. – Mem. Geol. Soc. Amer., 80, 1–230, 1960.
- HOFMANN, F.: Mineralogisch-chemische Untersuchungen am sogenannten Syenit des Plauenschen Grundes bei Dresden. – Jb. Staatl. Mus. Mineral. Geol., (1946), 291–316, Dresden 1964.
- KARL, F.: Vergleichende petrographische Studien an den Tonalitgraniten der Hohen Tauern und den Tonalit-Graniten einiger periadriatischer Intrusivmassive. – Jb. Geol. B. A. Wien, 102, H. 1, 1959, S. 1–192.
- KÖHLER, A.: Der monzonitische Quarzglimmerdiorit von Dornach in Oberösterreich. – Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 140, S. 863–878, Wien 1931.
- KÖHLER, A. u. FREH, W.: Geologisch-petrographische Untersuchungen an Erstarrungsgesteinen des niederösterreichischen Waldviertels und seiner Randgebiete. – Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Nr. 1, 7–9, Wien 1934.
- KOSSMAT, F.: Gliederung des variscischen Gebirgsbaues. – Abh. Sächs. Geol. L.-A., 1, 39 S., 2 Taf., Leipzig 1927.
- KRETZ, R.: Chemical study of garnet, biotite and hornblende from gneisses of southwestern Quebec, with emphasis on distribution of elements in coexisting minerals. – J. of Geol., 67 (1959), Nr. 4, 371–402, Chicago 1959.
- The distribution of certain elements among coexisting calcic pyroxenes, calcic amphiboles and biotites in skarns. – Geochim. Cosmochim. Acta., 20 (1960), 161.
- KRETZER, H.: Beiträge zur Petrographie der Oberpfalz: Das Gebiet zwischen Weiden und Vohenstrauß.– Diss. Techn. Hochschule München 1911, 45 S. (1 Taf.), Regensburg (F. Huber) 1912.
- LANGHE, H.: Zur Genese der Metabasite im Sächsischen Erzgebirge. Ein Beitrag zur Petrographie und Geochemie eklogitischer und amphibolitischer Gesteine. – Freib. Forschungshefte, C 177 (1965), 1–136, Leipzig 1965.
- LEAKE, B. E.: On the non-existence of a vacant area in the Hallimond calciferous amphibole diagram. – Japanese Journal of Geol. and Geogr. 33, Nr. 1 (1962), 1–13, Tokyo 1962.
- LINDEMANN, W.: Eine Mineraldruse im Redwitzit. – Geol. Bl. NO-Bayern, 1 (1951), S. 76, Erlangen 1951.
- NACKEN, R.: Über die chemische Zusammensetzung des Syenits aus dem Plauenschen Grunde bei Dresden. – Cbl. Miner. (1914), 183–184, Stuttgart 1914.
- NOCKOLDS, S. R.: The Garabal Hill-Glen-Fyne Igneous Complex. – Quart. J. Geol. Soc. London, 96 (1940), 451–510, London 1941.
- ORLOV, A.: Zur Petrochemie des Mittelböhmischen Plutons. – Miner. Petr. Mitt., 46, H. 6, 416–446, Leipzig 1935.
- OSTWALD, W.: Die kleine Farbmeßtafel nach Wilhelm Ostwald. – „Muster Schmidt“, Wissenschaftl. Verl., Göttingen, Frankf., Berlin 1939.
- PALIVCOVA, M.: The Central Bohemian Pluton-A petrographic review and an attempt at a new genetic interpretation. – Krystalinikum, 3, 99–131, Prague (Czechoslovak Academy of Sciences 1965).
- PALM, Q. A.: Vaugnerites et amphibolites. – Deux types des roches amphibolitiques dans les Cérennes à la hauteur de Largentière (Ardèche). – Bull. Soc. Géol. Franc., Paris 6^e sér., t. IV, 627–641, Paris 1954.
- PFEIFFER, L.: Petrographische Probleme des Meißener Massivs. – Freib. Forsch. – H., C 119, 137–144, 1961.
- PRINCE, A. T.: The system Albite-Anorthite-Sphene. – J. of Geol., 51, Nr. 1 (1943), 1–16.
- RAMBERG, H.: Chemical bonds and the distribution of cations in silicates. – J. Geol., 60 (1952), 331–335.
- RIMŠAITE, J. H. Y.: On micas from magmatic and metamorphic rocks. – Beitr. Miner. Petr., 10 (1964), 152–183.
- RIMŠAITE, J. H. Y.: Studies of Rock-forming Micas. – Geol. Surv. of Canada (Dept. of Energy, Mines and Resources) Bull. 149, 1–82, Ottawa 1967.
- RITTMANN, A.: Die Zonenmethode. Ein Beitrag zur Methodik der Plagioklasbestimmung mit Hilfe des Theodolithes. – Schweiz. Miner. petr. Mitt., 9, 1–46, Zürich 1929.

- SAXENA, S. K.: Distribution of elements between coexisting biotite and hornblende in metamorphic Caledonides, lying to the West and Northwest of Trondheim, Norway. – Jb. Mineral. Mh. (1966), 3, 67–80, Stuttgart 1966.
- SCHMIDT, Kl.: Beitrag zur Petrographie und Tektonik des Meißener Granit-Syenit-Massivs. – Ber. Geol. Ges. DDR, 1 (1955), 50–59.
- SHIBATA, H.: Oba, N. & Shimoda, N.: Bearing of Aluminium in Mafic Minerals in Plutonic and Metamorphic Rocks. – Sci. Reports Tokyo Kyoiku Daigaku, Sect. C Geol., Mineral. and Geogr., 9, Nr. 86–87, 89–123, Tokyo 1966.
- SOLOMON, M. & GREEN, R.: A Chart for Designing Modal Analysis by Point Counting. – Geol. Rdsch., 55, H. 3 (1965), 844–848, Stuttgart 1966.
- STEINACHER, V.: Stellung einiger plutonischer sowie gangförmiger Eruptivgesteine des mittelböhmischen Plutons im quantitativen mineralogischen und chemischen System von P. NIGGLI. – Praha 1950–61
 I Stornik, UUG 17 (1950), 241–288,
 II Stornik (Abt. Geol.) 20 (1953), 101–128,
 III Stornik (Abt. Geol.) 21 (1954), 721–764,
 IV Stornik (Abt. Geol.) 24 (1957), 309–351,
 V Stornik (Abt. Geol.) 25 (1958), 187–222,
 VI Stornik (Abt. Geol.) 26 (1959), 7–54,
 VII Stornik (Abt. Geol.) 28 (1961), 191–230.
- STETTNER, G.: Über die geologische Entwicklung des Fichtelgebirges. – 8. Sonderheft „Fichtelgebirge“ des „Aufschluß“, VFMG, 9–22, 1960.
- STEVENS, R. E.: A system for calculating analyses of micas and related to minerals and members. – U. S. Geol. Surv. Bull. Nr. 950 (1947), 101–119.
- STRECKEISEN, A.: Die Klassifikation der Eruptivgesteine. – Geol. Rdsch., 55 (1965), 471–491, Stuttgart 1966.
- Suess, F. E.: Bau und Bild der Böhmisches Masse. – Bau und Bild Österreichs I. Teil, 1–322 S. (Verlag F. Tempsky & G. Freytag), Wien und Leipzig 1903.
- TEUSCHER, E. O.: Methodisches zur quantitativen Strukturgliederung körniger Gesteine. – Miner.-Petr. Mitt., 44, H. 5, 410–421, Leipzig 1933.
- TILLMANN, H.: Jungtertiäre Sedimente am Rand des Grundgebirges Ostbayerns. – Kapitel in: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500000, 2. Aufl., München (Bayer. Geol. Landesamt) 1964, 195–213.
- TRÖGER, W. E.: Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine (Ein Nomenklaturkompendium). – 1–360, Berlin (Verl. Deutsch. Mineralog. Ges.) 1935.
- TROLL, G.: Das Intrusivgebiet von Fürstenstein, Bayerischer Wald. – Geologica Bavarica Nr. 52, 140 S., München 1964.
- TROLL, G.: Spezielle Beschreibung einiger redwitzitischer Metabasite. – in: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000 Blatt Nr. 6539 Nabburg, 40–56, München (Bayer. Geol. Landesamt) 1967.
- VOLL, G.: Stoff, Bau und Alter in der Grenzzone Moldanubikum/Saxothuringikum in Bayern unter besonderer Berücksichtigung gabbroider, amphibolitischer und kalksilikatführender Gesteine. – Beitr. Geol. Jb., 42, 382 S., 96 Abb., 17 Tab., Hannover/September 1960.
- WALKER, F.: The Igneous Geology of Ardsheal Hill, Argyllshire. – Trans. Roy. Soc. Edinb., 55 (1927), 147–157.
- WAPPENSCHMIDT, J.: Zur Geologie der Oberpfälzer Braunkohle. – Abh. geol. Landesuntersuchungen Bayer. Oberbergamt, H. 25, München 1936.
- WILLMANN, K.: Die Redwitzite, eine neue Gruppe von granitischen Lamprophyren. – Z. Deutsch. Geol. Ges., 71, Jhrg. 1919, Abh. Nr. 1/2, 1–33 (1 Tafel, 1 Textfig.), Berlin 1920.
- WURM, A.: Geologischer Führer durch Fichtelgebirge und Frankenwald. – „Sammlung geologischer Führer“, 31, 223 S., Berlin (Gebr. Borntraeger) 1925.
 – Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000 Blatt Wunsiedel Nr. 82. – 46 S., München (Bayer. Oberbergamt) 1932.
 – Geologie von Bayern I. Frankenwald, Münchberger Gneissmasse, Fichtelgebirge, Nördlicher Oberpfälzer Wald. – 555 S., Gebr. Borntraeger, Berlin-Nikolassee 1961.

TAFELN



Abb. 1: Schalige Absonderung von Redwitzwollsäcken (im Bilde eine feinkörnige Kontaktvarietät). Fundpunkt 500 m N Korbersdorf, Bl. Marktredwitz: R 45 09,70; H 55 44,50.

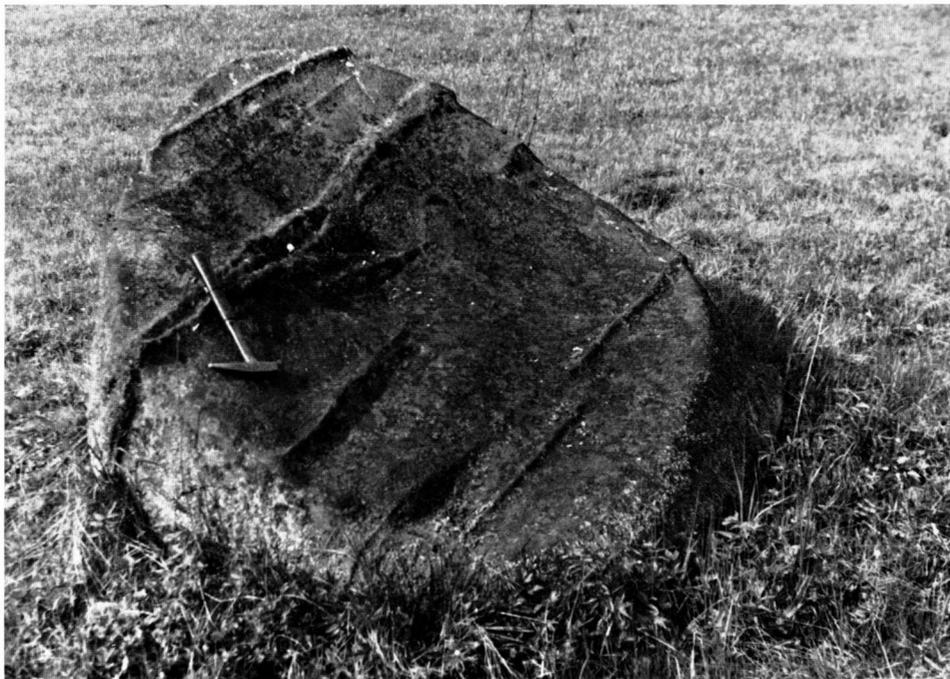


Abb. 2: Erhaben ausgewitterte „Albit-Quarz-Rippen“ spät- oder postintrusiver Bildung an einem Wollsackblock im Alluvium des Leimat-Baches. Bl. Marktredwitz: R 45 08,65; H 55 45,40.

TAFEL 2

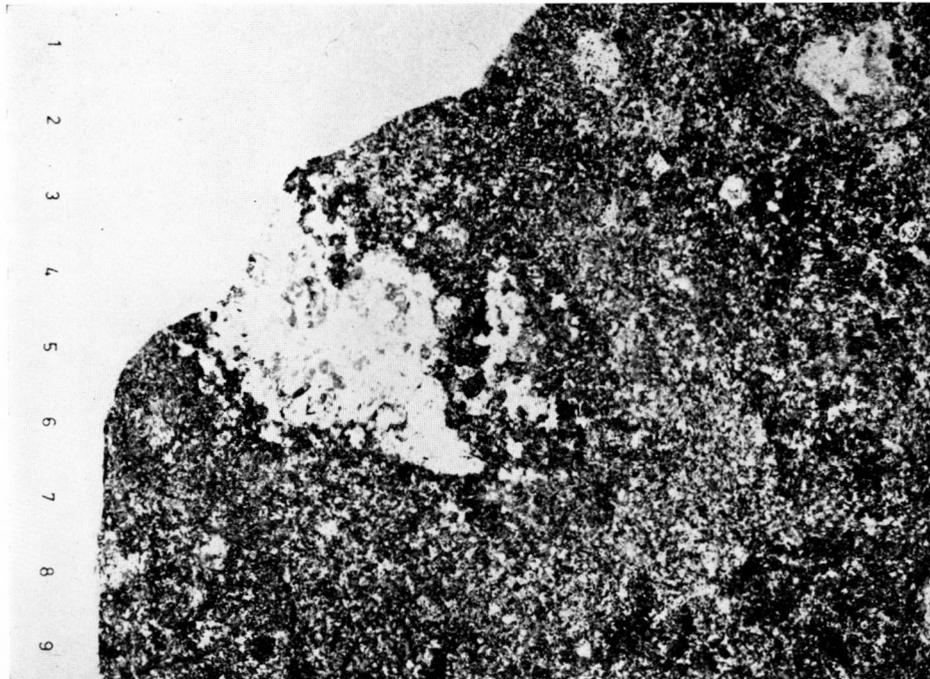


Abb. 1: Quarzeinschluß in basischem Redwitzit mit einem schmalen Reaktionsmantel aus Hornblende und einem etwa 3 cm breiten biotitfreien Hof. Fundpunkt: Steinbruch „Wölsauer Höhe“, Blatt Marktredwitz. Maßstab in cm (natürliche Größe).

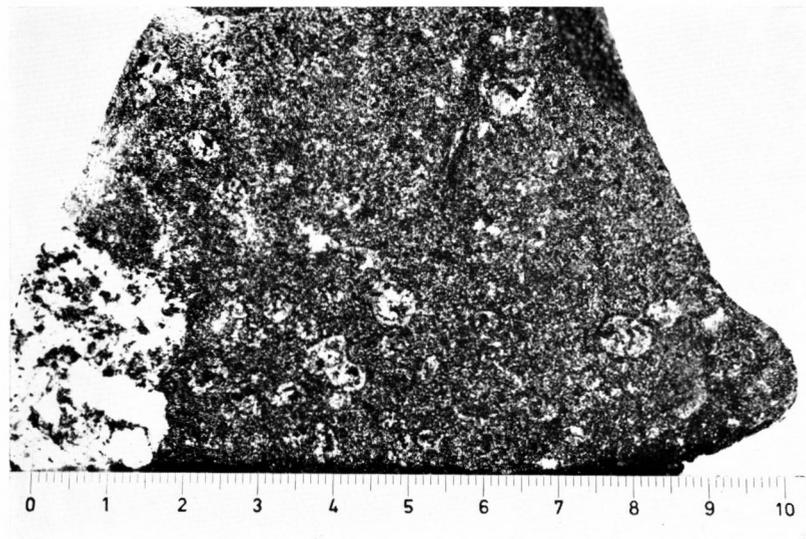


Abb. 2: Melanokrate Scholle in Mischredwitzit (nicht sichtbar) mit rundlichen „Quarzaugen“ von etwa 5 mm Durchmesser, z. T. von einer Reaktionsrinde umgeben. Links im Bild erscheint eine Apophyse von porphyrischem Granit. Fundpunkt: Steinbruch Grafenstein, Blatt Marktredwitz. Maßstab in cm (natürliche Größe).



Abb. 1: Schliff Nr. 4287, 1 Nicol. Vergr. 80-fach. Hornblende (grau) verdrängt Hypersthene (rechts unten) und Biotit (schwarz). Gegenüber Biotit bildet die Hornblende zuweilen eine verzahnte Grenze (rechts unten) aus. Basischer Redwitzit, Steinbruch Wölssauer Höhe.



Abb. 2: Apophyse porphyrischen Granits mit besonders großem Reichtum an Kalifeldspäten. Die Redwitzit-Schollen erscheinen dunkel. Man beachte die rapakivitischen Oligoklasränder der Kalifeldspäte. Stbr. Grafenstein, Foto: G. Troll 1965.

TAFEL 4

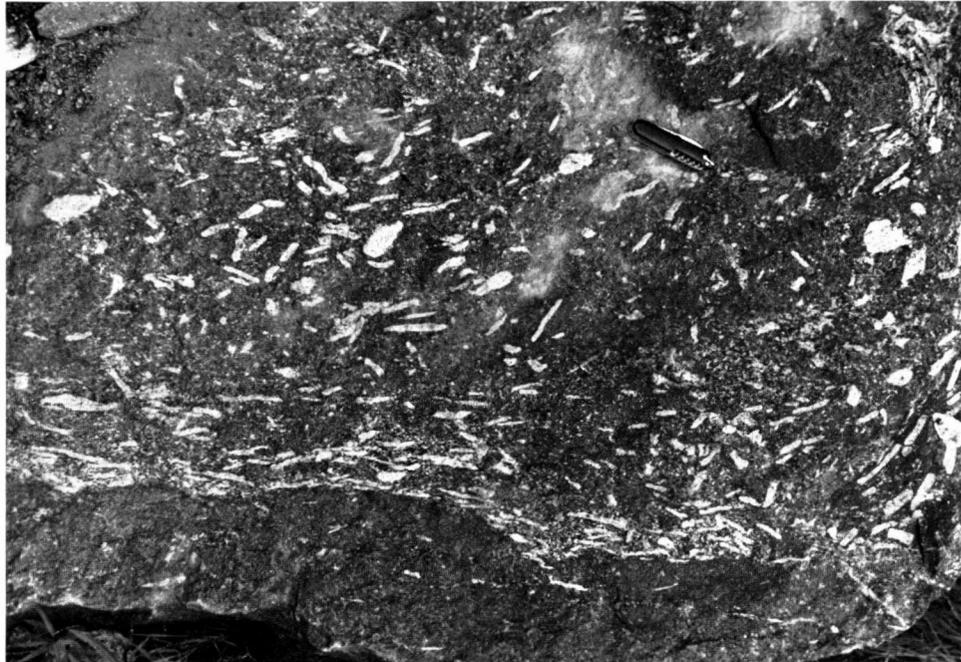


Abb. 1: Mischredwitzit mit den typischen schmaltafeligen Großfeldspäten (Mikroklin). Stbr. Grafenstein, Foto: G. Troll 1965.

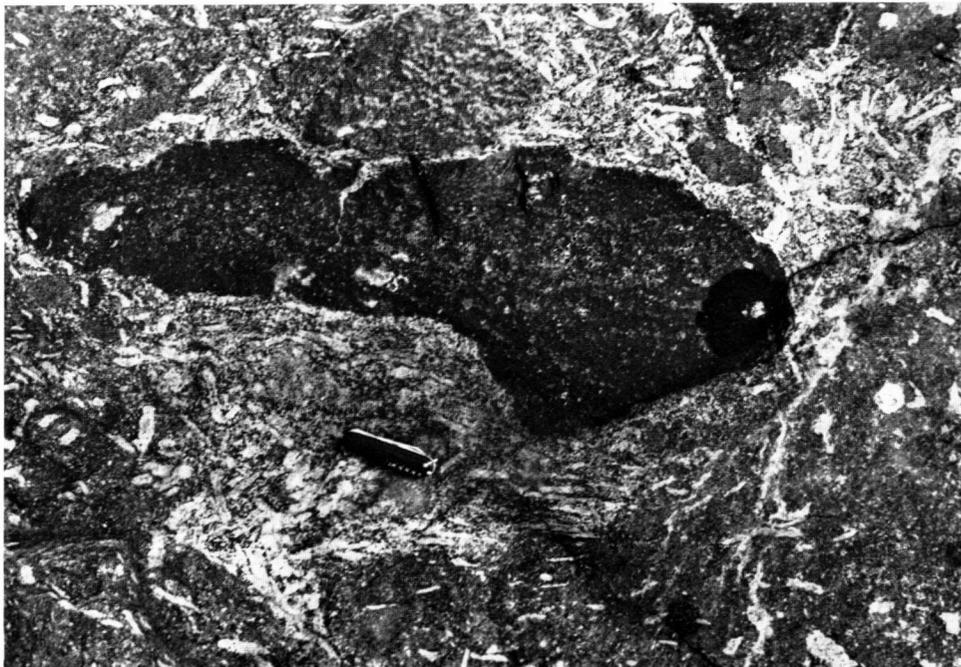


Abb. 2: Basische Scholle in Mischredwitzit verschiedener Zusammensetzung. Während die basische Scholle „Quarzaugen“ (z. T. mit Hornblendekern) führt, zeigt der Mischredwitzit beginnende Titanitfleckenbildungen. Tiefschwarzer Fleck = Ölfleck (künstlich). Stbr. Grafenstein/Bl. Marktredwitz, Foto: G. Troll 1965, vgl. Abb. 2 auf Tafel 2 (Detail).

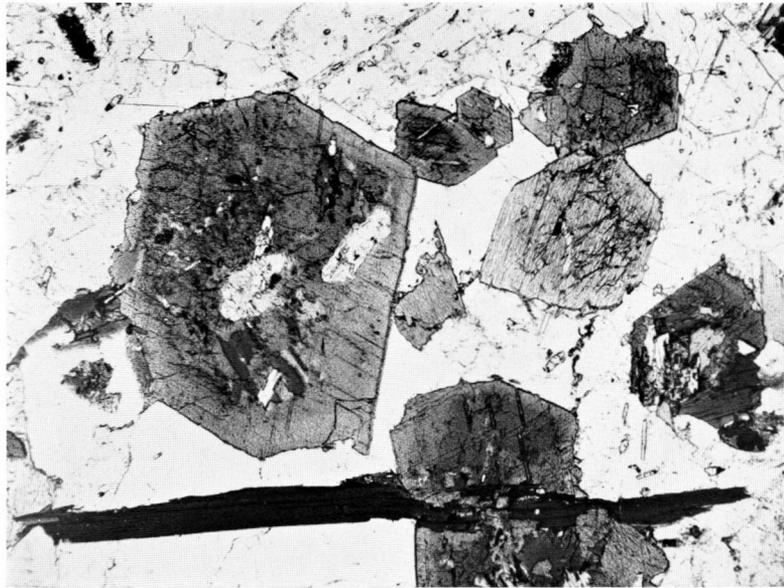


Abb. 1: Schliff Nr. 4427/1, 1 Nicol. Vergr. 22-fach. Zonargebaute Hornblende in einer Grundmasse von Plagioklas und Quarz. Ein Biotitblatt wird von der jüngeren, hellerefarbten Hornblendegeneration verdrängt. Weitere Biotite wurden von Hornblende umschlossen. Stbr. Grafenstein: dioritischer Redwitzit.



Abb. 2: Auflösungserscheinungen des mittelkörnigen Redwitzits vom Steinbruch Steinich durch Kontakteinfluß des jüngeren porphyrischen Granits. Beginn der Zerlegung des Redwitzits in Schollen.

TAFEL 6

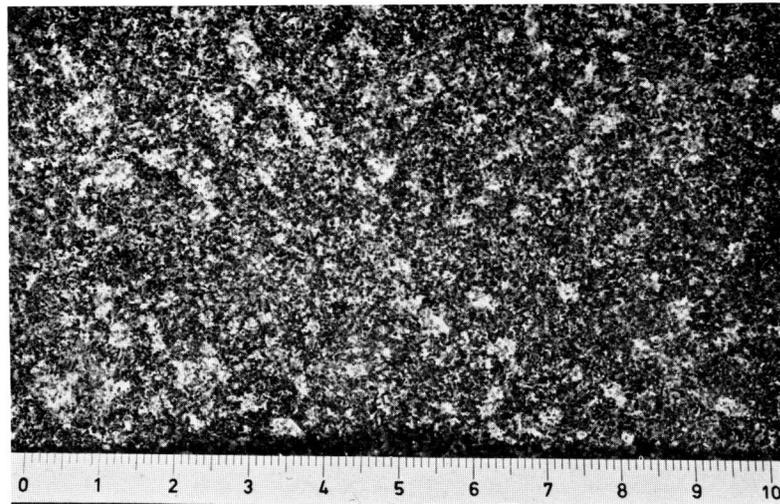


Abb. 1: Gefüge des Titanitfleckenredwitzits vom Grafenstein. Im Vergleich zum normalen dioritischen Redwitzit desselben Steinbruchs (Abb. 6) ist das feinere Korn bemerkenswert, welches von der weitgehenden Rekristallisation der Minerale herrührt. Stbr. Grafenstein/Bl. Marktredwitz. Maßstab in cm (natürliche Größe).

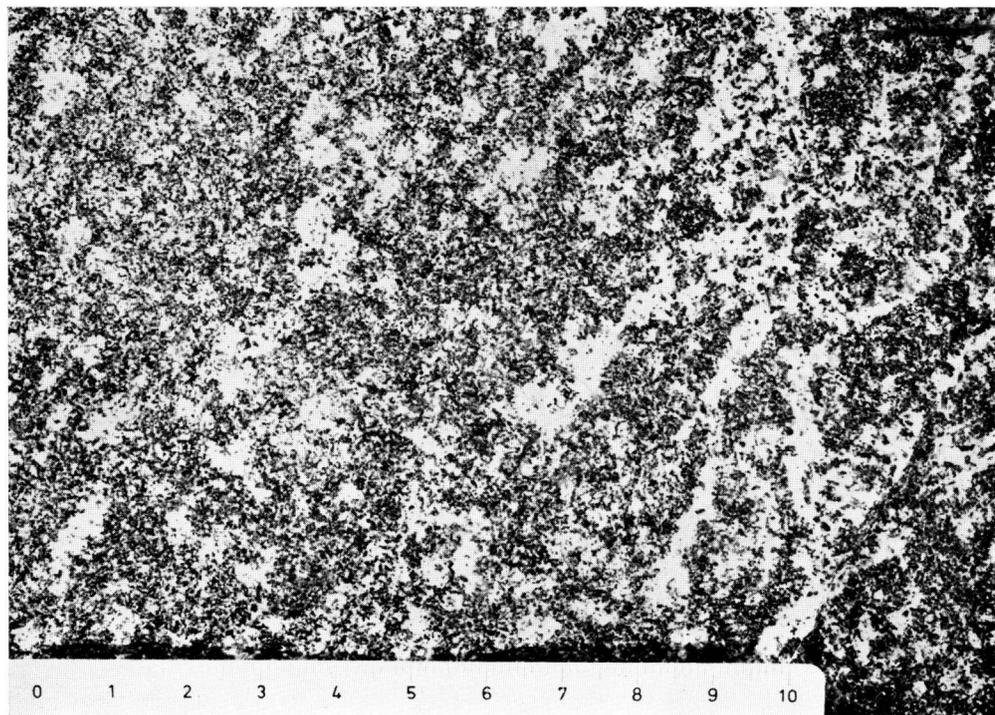
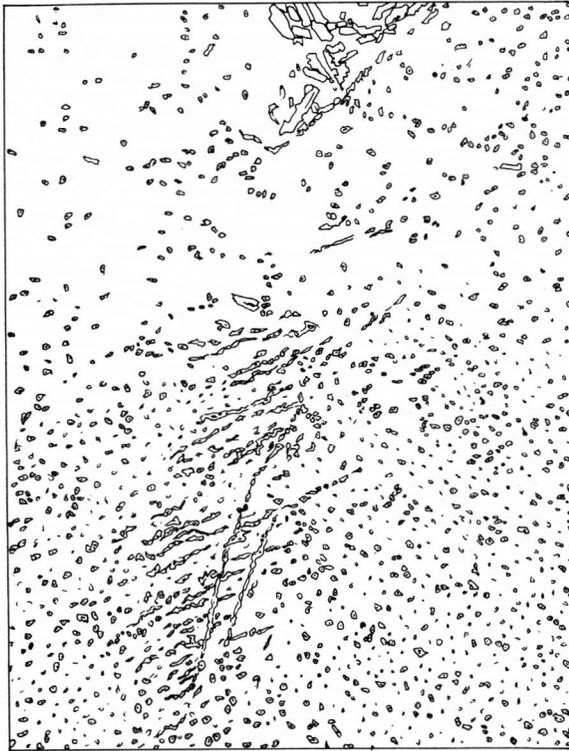


Abb. 2: Gefüge eines Titanitfleckenredwitzits, der bereits teilweise von aplitischen Leukosomen durchsetzt wird. Diese stehen mit Aufweitungszonen in Zusammenhang (vgl. Abb. 5), welche von Granitapophysen ausgehen und gerne fiederkluftartige Strukturen zeigen. Stbr. Grafenstein/Bl. Marktredwitz. Maßstab in cm (natürliche Größe).



0 50cm

Abb. 1: Titanitfleckenredwitzit: Von oben greift eine Kalifeldspatapophyse des porphyrischen Granits in den Redwitzit. Sie geht nach unten in aplitisch gefüllte Fiederspalt über, die große Titanite führen. Das Bild zeigt eindeutig, daß die Titanitfleckenbildung eine Folge des Granitkontaktes ist. Nordteil des Steinbruches Grafenstein/Bl. Marktredwitz: R 45 08,30; H 55 44,90.



Abb. 2: Etwa der gleiche Ausschnitt wie Abbildng 1 von Tafel 7. Man erkennt die beiden Richtungen der Fiederklüftung. Auch die Titanitkerne der hellen Höfe sind ab und zu noch zu erkennen. Nordteil des Steinbruches Grafenstein.

Vorkommen redwitzitischer Gesteine in NE-Bayern

