

Beobachtungen über den Diorit (Banatit) von Vaskö im Banat und seine endogene und exogene Kontaktmetamorphose.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

Hohen philosophischen Fakultät II. Sektion der Ludwigs-
Maximilians-Universität in München

von

Emil Bergeat.



Tag der Prüfung: 10. November 1909.

Referent: Geheimrat Prof. Dr. v. Groth.

Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil.-Bd. XXX.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

Nägele & Dr. Sproesser.

1910.

Druck von Carl Grüniger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Beobachtungen über den Diorit (Banatit) von Vaskö im Banat und seine endogene und exogene Kontakt- metamorphose.

Von

Emil Bergeat in München.

Mit Taf. XVII—XIX und 1 Textfigur.

Einleitung.

Südlich von dem aus Siebenbürgen kommenden Temesflusse zieht sich durch das Komitat Krassó-Szörény ein langgestreckter Gebirgszug zur Donau hinab, der im Muntje Semenik seinen höchsten Punkt in der Höhe von 1450 m erreicht, im übrigen eine mittlere Höhe von annähernd 800 m haben mag. Sein Streichen ist NNO. bis SSO. und in dieser Richtung setzt sich das Gebirge südwärts über die Donau nach Serbien fort. Es besteht aus langen Falten von Glimmerschiefer und Gneis, aus flözführendem Karbon, permischem Sandstein, Jura- und Kreidekalkstein. Ein großer, ungefähr von N. nach S. streichender Zug tertiärer, eruptiver Ausbrüche nimmt seinen Anfang nördlich von Németh-Bogsán und hat allein auf ungarischem Boden eine Länge von 78 km. Er bezeichnet im ganzen eine wichtige Verwerfung, längs welcher gegen Osten zu das jüngere Kalksteingebirge an den älteren, gegen W. zu allein herrschenden Schichten abgesunken zu sein scheint und die das Schichtenstreichen unter sehr spitzem Winkel schneidet. Die bekannten Erzlagerstätten sind an den Kontakt der Kalk- und Eruptivgesteine gebunden; der Zug der letzteren ist kein ununterbrochener; er zerfällt vielmehr in eine Gruppe gleichfalls etwa NS. gestreckter Durchbrüche, die nach SUESS zusammen 41 km lang sind. Während

im südlichen Teil des Gebirges die Jura- und Kreidekalke stellenweise das einzige Nebengestein der eruptiven Massen bilden, sind sie bei Dognacska und Vaskö zwischen die Schiefer eingefaltet und eingesunken. Die Eruptivgesteine durchbrechen die Kalksteine in Stöcken und vielverzweigten Gängen, haben Bruchstücke und Schollen derselben umschlossen und eine weitgehende Kontaktmetamorphose bewirkt.

Bei der großen Ausdehnung des Erzgebietes im Banat konnte für diese Arbeit nur ein kleiner Teil dieses Gebietes in Betracht kommen, und ich habe dazu die nächste Umgebung von Vaskö (Moravicza) gewählt. Ein zweimaliger, längerer Aufenthalt von zusammen 10 Wochen hat mir eine genaue Untersuchung der Verhältnisse gestattet, und ich möchte bereits hier nicht versäumen, der k. k. österr.-ungar. Staatseisenbahn-Gesellschaft meinen Dank zu sagen für die Erlaubnis, das Gebiet besuchen zu dürfen, besonders aber Herrn Inspektor GEZA v. BENE für seine unermüdliche Liebenswürdigkeit und Bereitwilligkeit, mit der er mich in allem unterstützte und für seine vielen wertvollen Mitteilungen meinem aufrichtigsten Dank auch an dieser Stelle Ausdruck zu verleihen.

Der Ort Vaskö liegt von dem Endpunkte der Bahn Vojtek—Német—Bogsán ungefähr $1\frac{1}{2}$ Stunden entfernt nördlich vom Danieli, der höchsten Erhebung dieses Teiles des großen Gebirgszuges, der von Siebenbürgen an die Donau reicht. Hier ist der Anfang des jetzt so hoch entwickelten Erzbergbaues zu suchen, der nach MARKA gegen das Jahr 1770 zu legen wäre, wenn auch bereits im Jahre 1700 Kupfer- und Eisenerze dort verschmolzen wurden und den Römern das Erzvorkommen bekannt gewesen sein soll.

Die interessanten geologischen und Lagerungsverhältnisse haben es mit sich gebracht, daß von jeher der Banat von Geologen und Mineralogen besucht wurde und an geologischer Literatur über ihn kein Mangel ist. Wohl fehlt es bis jetzt an einer systematischen Bearbeitung der Petrographie dieses Gebietes und auch die vorliegende Arbeit kann nur als ein Versuch aufgefaßt werden, die Kenntnis über die Vorgänge bei der Bildung der Kontaktgesteine speziell in der engsten Umgebung von Vaskö zu erweitern. Meine Untersuchungen betreffen vor allem die alten Tagebaue Groß- und Klein-Theresia, dann Paulus, Franziskus, Delius, Karolus und Reichenstein, dazu Archangel. Da die Erzvorkommnisse

südlich und südöstlich von Danieli andere sind, indem dort die Erze hauptsächlich aus Sulfiden bestehen, während im Vaskö-Gebiete oxydische Eisenerze vorherrschen, so ließ sich eine geologisch petrographische Untersuchung des nördlichen Teiles des großen Banater Erzzuges ohne genauere Kenntnis der südlichen Vorkommnisse durchführen. Die Gesteine wurden in ungefähr 200 Dünnschliffen untersucht, von denen einige genauer beschrieben werden sollen. Die Arbeit wurde im Institut für Mineralogie der Kgl. Bergakademie Clausthal im Harz ausgeführt, und ich möchte hier nicht versäumen, Herrn Prof. Dr. A. BERGEAT und Herrn Dr. BAUMGÄRTEL für ihre Unterstützung meinen besten Dank zu sagen.

Allgemeine Übersicht.

In die Schiefer ist bei Vaskö und Dognacska eine ungefähr 20 km lange, von wenigen bis zu 1000 m breite Kalksteinzone muldenförmig mit einem annähernden Streichen von NO.—SW. eingelagert, die bei Vaskö und Dognacska von dem Eruptivzug durchschnitten wird. Sie wird von zahlreichen Gesteinsgängen durchschwärmt und ist dadurch in Silikatfelse und kristallinen Marmor umgewandelt worden. Der Silikatfels ist ein oft sehr mächtiger Granatfels im allgemeinen von brauner Farbe. Als steter Begleiter des Erzes zeigt er sich bis zu einer wechselnden Entfernung vom Erzstock mit mehr oder weniger Erz verwachsen. Die Erzmassen, die ungefähr zu $\frac{7}{10}$ aus Magnetit, im übrigen aus Hämatit bestehen, treten in vollkommen unregelmäßigen Körpern, meist stockförmigen Gebilden auf, die nach MARKA „Ausfüllungen der an der Grenze des Kalkes bei dessen Kristallisationsprozeß entstandenen Spalten und Höhlungen“ darstellen sollen. Der Kalkstein ist im Gebiet der Eruptivgesteine, soweit er nicht in Silikatfels umgewandelt ist, weiß, grob- bis feinkristallin, und letztere Struktur verliert sich erst in weiter Entfernung vom Kontakt. Während man nun einerseits einen allmählichen Übergang des Granatfelses in den Erzstock beobachtet, ist, wenn das Eruptivgestein das Liegende des Erzstockes bildet, nie ein Übergang vom Eruptivgestein zum Erz zu konstatieren, sondern die Abgrenzung ist stets eine scharfe, wobei der Diorit manchmal grusig aufgelöst sein kann. In den jetzt meist aufgelassenen Tagebauen sind wegen der starken Verwitterung der Diorite Kontakte des

Diorits mit Erz nicht zu beobachten und man kann sich nur in Tiefbauen über derartige Fälle orientieren, die dann deutlich genug die oben beschriebene Erscheinung des Verhaltens des Diorits zum Erz bestätigen. Anders wiederum ist das Verhältnis des Granatfels zum Kalkstein. Während auf der einen Seite sich das Erz im Granatfels allmählich verliert, verschwindet der Granat gegen den Kalkstein viel rascher. Mit der Zunahme von Kalkeinlagerungen im Granatfels wird dessen Gleichartigkeit je näher dem Kalke desto geringer, der Granatfels wird grobkörniger und verliert sich schließlich im Kalk allmählich vollständig. Vereinzelte Granatindividuen zeigen noch die Nähe des Granatfels an. Hier möge dann auch auf eine merkwürdige Erscheinung in den Danieltagbauen hingewiesen werden, wo der kristalline Kalk in der Nähe des Granatfels zunächst eine auffällige bankförmige Absonderung zeigt. Diese Schichtung verliert sich allmählich gegen das Hangende, so daß dann der Kalk in einer Entfernung von ca. 20 m vom Granatfels ganz massig ist. Das Verhalten des Kalksteines gegenüber dem Erz ist ähnlich dem des Granates, indem das Erz im Kalk gelegentlich Putzen und Adern bildet.

Die Eruptivgesteine.

Diesen allgemeinen Bemerkungen soll nun eine genauere Beschreibung der Gesteine folgen. Die Eruptivgesteine, die von COTTA zum erstenmal unter dem Namen *Banatite* zusammengefaßt und beschrieben wurden, sind im Laufe der Jahre oft Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen, und sie haben in der vor kurzem erschienenen Preisarbeit „Beiträge zur genaueren petrographischen und chemischen Kenntnis der Banatite des Komitates Krassó-Szörény“ von P. ROZLOZNIK und K. EMSZT (32) eine ausführliche Beschreibung erfahren. Sie lassen eine recht verschiedene Struktur und Zusammensetzung erkennen, die sich auch bei den Gesteinen von Vaskö zeigt. Ihr Auftreten darf man allgemein als ein stockförmiges bezeichnen, wengleich eine z. T. gangförmige Ausbildung z. B. längs des Bahndammes von Paulus nach Reichenstein oder auch hinter dem Maschinenhaus von Paulus nicht zu verkennen ist. Als typischer Stock mag das Vorkommen des Eruptivgesteins in Klein Theresia aufgefaßt werden, der nach der Tiefe zu bedeutend an Umfang zunimmt, wie es sich unter Tag ganz deutlich gezeigt hat, und längs dessen auch der Kontakt am

besten aufgeschlossen ist. Die hauptsächlichlichen Bestandteile der dortigen Gesteine sind mit wenigen Ausnahmen dieselben; in struktureller Beziehung und hinsichtlich des Quantitätsverhältnisses besteht jedoch eine große Mannigfaltigkeit und das Eruptivgestein wechselt in rascher Folge von grobkörniger und dabei porphyrischer bis zu feinkörniger, manchmal dichter Struktur. Sie nehmen z. T. ein annähernd gneisartiges Aussehen an, das dann eine Verwechslung mit dort tatsächlich vorkommenden Gneisen möglich machen könnte.

Die Zusammensetzung der sogen. Banatite entspricht im allgemeinen der des Diorits, die Hauptgemengteile sind Plagioklas und Hornblende; Orthoklas, Quarz und Biotit kommen in wechselnden Mengen vor, Pyroxen ist lokal zu beobachten, untergeordnet aber überall zugegen sind Apatit, Titanit, Magnetit, Zirkon, hie und da Hämatit und Titaneisen.

Der Plagioklas ist meist idiomorph, immer gegenüber dem Orthoklas und Quarz, die allotriomorphe Ausbildung zeigen. Die durchwegs idiomorphen farbigen Gemengteile sind nach dem Zirkon, Apatit, Magnetit und einem Teile des Titanits als die ältesten Ausscheidungen zu betrachten, umschließen aber auch gerne Plagioklas. Dieser ist im Handstück gewöhnlich weiß bis gelblichweiß, etwas glänzend. In den Gesteinen, die bereits etwas zersetzt sind, wird er trüb und teilweise milchweiß; er bildet bald dicktafelige Individuen nach M, bald dünntafelige und leistenförmige, doch überwiegt die dicktafelige Ausbildung. Am meisten verbreitet ist das Albit- und das Periklingesetz. Häufig sind Verwachsungen von Viellingen dieser beiden Gesetze. Karlsbader Zwillinge sind seltener, Verwachsungen nach dem Manebacher und Albitgesetz können mitunter beobachtet werden.

Häufig hat eine mechanische Zertrümmerung das Wachstum der Feldspäte gestört, Biegungen und Brechungen sind nicht selten, Risse und Spalten durchziehen oft den Kern zonar gebauter Feldspäte und scheinen dann meist von der Substanz der nächstanliegenden Zone ausgefüllt zu sein, wie eine entsprechend höhere oder niederere Lichtbrechung der eingewanderten Feldspatsubstanz oder eine gleichmäßige optische Orientierung der Ausfüllungssubstanz mit der in Betracht kommenden Zone erkennen läßt. Meist sind die äußeren Zonen saurer als die inneren, doch kommen auch entgegengesetzte Erscheinungen vor. Die Zusammensetzung

der Feldspäte schwankt zwischen $Ab_{90}An_{10}$ und $Ab_{50}An_{50}$; im allgemeinen walten saure Feldspäte.

U. d. M. erweist sich der Plagioklas der Eruptivgesteine von Vaskö als ziemlich reich an Einschlüssen. Neben Magnetit, Titanit, Apatit, Hornblende, Biotit, alle nur in geringeren Mengen und z. T. als kleinste Individuen, sowie neben Flüssigkeitseinschlüssen treten Mikrolithen von hellgrüner Farbe und staubförmige Einschlüsse unbekannter Natur massenhaft auf. Die von PAUL ROZLOSZNIK in seiner Arbeit über die Banatite erwähnten Glaseinschlüsse konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen. Mikropegmatitische Verwachsungen von Plagioklas und Orthoklas einerseits oder von Plagioklas mit Quarz sind nicht selten.

Als weitere farblose Mineralien treten Orthoklas und Quarz in wechselnden Mengen auf. Sie scheinen sich bis zu einem gewissen Grade gegenseitig zu bedingen. In fast orthoklasfreien Gesteinen kann Quarz kaum gefunden werden, in den grobkörnigen Eruptivgesteinen zeigt sich ein annähernd gleiches Mengen- und z. T. auch Größenverhältnis der beiden Mineralien. Es scheint demnach im allgemeinen mit der Zunahme des Kalifeldspates auch eine solche von Quarz Hand in Hand zu gehen, ein Verhältnis, das auch die Größe der Individuen betreffen würde. In den feinkörnigen Varietäten der Diorite tritt Quarz nur in feinsten Verwachsungen mit Orthoklas auf.

Der Orthoklas ist im Handstück z. T. rosa, oft auch weißlichgrau gefärbt und besitzt ziemlich starken Glasglanz. U. d. M. zeigt er allotriomorphe Ausbildung und ist oft getrübt durch massenhafte Einschlüsse unbekannter Art. Teilweise tritt er auch in Umwachsungen um Plagioklas auf und dringt manchmal auch auf Spalten in diesen ein. Buchtige Verwachsungen des Orthoklases mit Plagioklas-Zwillingen sind nicht selten.

Der Quarz bildet bereits im Handstück erkennbare allotriomorphe Körner und ist im allgemeinen gleichalterig mit dem Orthoklas. An Einschlüssen beobachtet man neben zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen mit z. T. beweglichen Libellen Mikrolithenschwärme unbekannter Art. Sekundär gebildeter Quarz ist durch sein Auftreten in Spalten leicht als solcher zu erkennen.

Von den farbigen Gemengteilen ist grüne Hornblende vorherrschend und stets vorhanden. Die Körner oder leistenförmigen Durchschnitte zeigen im Handstück dunkelgrüne bis

schwärzlichgrüne Farbe mit starkem Glanz. U. d. M. ist c dunkelgrün, b grün und a hellgrün mit einem Stich ins Gelbe, also $c \gg b > a$. Neben diesem Amphibol tritt teilweise eine braungrün gefärbte Hornblende in selbständigen Individuen oder verwachsen mit grüner Hornblende auf; sie zeigt den Pleochroismus b braun, c braun- bis dunkelgrün und a olivengrün, $c \gg b > a$. Die größte gemessene Auslöschungsschiefe bei der gemeinen grünen Hornblende ist $c \quad c \quad 16-18^\circ$, bei der bräunlich gefärbten annähernd 12° . U. d. M. sind neben den großen Kristallen der Hornblende, die in manchen Gesteinen vorherrschen und die typische Spaltbarkeit zeigen, langgestreckte, dünne Prismen recht häufig. Die Zwillingbildung nach (100) ist ziemlich verbreitet. Außer den größeren Individuen sind hier und da kleine kompakte Körner von Hornblende zu beobachten, die regellos im Schriff verteilt sind und dann häufig von Feldspat umschlossen werden. Auf die faserige Hornblende und den Uralit soll in dem Abschnitt über die Umwandlungserscheinungen Bezug genommen werden. An Einschlüssen ist die Hornblende verhältnismäßig reich. Außer dem Titanit, der sie meist in unregelmäßig verteilten Körnern oder in seiner typischen Briefkuvertform in wechselnder Menge und Ausbildung ständig begleitet, ist eine Anhäufung von Magnetitkörnern ziemlich gewöhnlich. Ob diese Konzentration des Erzes im Zusammenhang mit einer Verblässung des Randes des umhüllenden Amphibols steht, die man bei solcher Gelegenheit öfters bemerken kann und auf diese Weise eine Art Zonarstruktur hervorbringt, muß unentschieden bleiben. Apatit zählt weiter zu den gewöhnlichen Einschlüssen, Zirkon ist häufig und dann fast immer von pleochroitischen Höfen umgeben. Biotit wird ebenso wie Plagioklas manchmal von Hornblende umschlossen.

Häufig ist die Hornblende mit Biotit verwachsen; dieser ist hier und da längs der prismatischen Spaltflächen oder auch parallel zur Zwillingfläche des Amphibols angelagert. Unregelmäßige Verwachsungen der beiden sind jedoch in dem Vasköer Gebiet häufiger als die oben angedeuteten. Neben diesem Glimmer konnte vereinzelt in den Schliffen von Klein-Theresia-Dioritstock noch eine Verwachsung von farblosem Pyroxen mit Hornblende beobachtet werden, die an anderer Stelle erwähnt werden soll.

Der Biotit gehört zu den ältesten Ausscheidungen, er ist im Handstück von schwarzbrauner Farbe, in idiomorphen, glänzen-

den sechsseitigen Tafeln, öfter auch in putzenförmigen Häufchen ausgebildet und erscheint u. d. M. braun, mit kräftigem Pleochroismus *c* und *b* tiefbraun, *a* hellgelbbraun und mit schwacher Dispersion. An Einschlüssen ist auch der Biotit sehr reich.

R u t i l nadelchen in langprismatischer Kristallform, seltener in Zwillingen nach (100), dann Sagenitnetze von brauner oder auch gelber Farbe sind durch ihre hohe Licht- und Doppelbrechung wohl erkenntlich. Der Pleochroismus des Rutils ist meist undeutlich, pleochroitische Höfe um ihn sind nicht selten. Außerdem begleitet Titanit beständig den Biotit, wenn auch nicht in solcher Menge wie den Amphibol. Zirkonkörner, gleichfalls von pleochroitischen Höfen umgeben, sind häufig im Biotit zu beobachten, seltener ist Magnetit und Apatit, dieser in hexagonalen Querschnitten oder in prismatischen Säulchen. Kleine Plagioklasleisten sind bisweilen derart orientiert, daß 001 des Biotits parallel zu 010 des Plagioklases liegt. Teilweise sind die Biotite mit einem opacitischen Rande umgeben, dessen Natur nicht sicher bestimmt werden konnte. Es scheint bei einigen Vorkommen Magnetit oder Titaneisen dabei beteiligt zu sein. Die Verwachsungen mit Amphibol wurden bereits oben erwähnt.

Weiterhin treten meist untergeordnet in wechselnden Mengen Titanit, Apatit, Zirkon, Magnetit und Hämatit auf. Der Titanit und Apatit wurden bereits als Einschlüsse erwähnt; letzterer zeigt häufig infolge Korrosion eine rauhe Oberfläche und ist zuweilen reich an Einschlüssen mit beweglichen Libellen, die bei gelindem Erwärmen nur z. T. verschwinden und deshalb nur teilweise CO_2 sein können. Der Zirkon findet sich nur in einzelnen rundlichen Individuen, die hier und da nicht näher bestimmbare Kristallflächen aufweisen.

Als Erz kommen fast nur Magnetitkörner in Betracht, die manchmal Apatit umschließen. Leukoxenbildungen sind deshalb nur vereinzelt zu beobachten; Hämatit und Titaneisen treten ganz untergeordnet auf. Pyrit ist in feinen Schnüren und Nestern verbreitet. U. d. M. läßt sich zuweilen erkennen, daß er Magnetit umschließt, er kann nur als sekundäres Mineral angesehen werden und ist aus dem Magnetit hervorgegangen.

Die S t r u k t u r der Gesteine ist eine ungemein wechselnde. Bei den p o r p h y r a r t i g e n Varietäten erreichen die Feldspateinsprenglinge Längen bis zu 1 cm und darüber und zeigen bereits

makroskopisch zonare Struktur. Die Farbe dieser Plagioklase wechselt von einem matten Bläulichgrau zum Weiß. Nicht ganz die Größen der Plagioklase erreichen die Hornblendeleisten, die mit den Glimmertäfelchen sich aus einer feinkörnigen Grundmasse herausheben. Diese besteht dann aus einem dichten Aggregat von Orthoklas und Quarz und z. T. auch aus spärlichem Plagioklas. Die innersten Zonen der Feldspäte haben eine ungestörte Flächenentwicklung erfahren, während die Ausbildung der äußeren Umgrenzung mit dem Festwerden der Grundmasse zusammenfiel. Die Feldspateinsprenglinge zeigen deshalb an Korrosion erinnernde zackig buchtige Umrisse.

Unter Quarzdioriten kann man eine Reihe von Gesteinen zusammenfassen, die entlang des Bahngelaises der Werkbahn von Vaskö nach Archangel aufgeschlossen sind. Hier herrscht mittelkörnige Struktur vor, der Gehalt an Orthoklas und an Quarz ist annähernd derselbe. Die Ausbildung des letzteren ist eine allotriomorphe.

Andere Gesteine wiederum zeichnen sich durch eine große Armut an Quarz und Orthoklas aus. Sie bestehen dann hauptsächlich aus Plagioklas mit Amphibol und Biotit. Aus den dunklen Mineralien und zwar besonders aus Biotit bestehende Konkretionen sind darin gewöhnlich. Sie bilden rundliche Zusammenballungen oder langgezogene Schlieren innerhalb der lichtereren Gesteinsmassen. Aplitische, meist rötliche oder gelbliche Gesteine treten nur stellenweise auf, Orthoklas und Quarz herrschen darin vor, Plagioklas ist untergeordnet, dunkle Gemengteile sind nur spärlich vertreten, Pyrit z. T. häufig.

Es mögen hier einige bemerkenswertere Vorkommnisse von Banatiten besonders charakterisiert werden.

1. Granodiorit vom Steinbruch am Wege nach Dognacska. Die zonar gebauten Plagioklaseinsprenglinge, annähernd $Ab_{60}An_{40}$, sind bis über 1 cm groß, Orthoklas und Quarz finden sich in annähernd gleichem Verhältnis in der Grundmasse verteilt. Hornblendeindividuen sind neben sechsseitigen Blättchen von Biotit die einzigen farbigen Silikate. U. d. M. zeigen sich Zwillingsbildungen der Feldspäte nach dem Albit-, Periklin- und Karlsbader Gesetz. Häufig sind Zwillingsbildungen der Hornblende und Verwachsungen mit Biotit, letzterer umschließt Sagenitgewebe und besitzt opacitische Ränder. Apatit, Zirkon und Titanit sind neben Magnetit in geringen Mengen verbreitet.

2. Granodiorit von Groß-Theresia erste Terrasse, südlicher Schachteingang. In der dunkleren Grundmasse liegen Plagioklasleisten. Biotit ist häufiger als die Hornblende. Die Zusammensetzung der Feldspäte ist annähernd $Ab_{50}An_{50}$, die Grundmasse besteht aus einem feinkörnigen Gemenge von Plagioklas, Orthoklas und Quarz. Häufig sind Chloritpseudomorphosen nach Biotit. Als Einschlüsse finden sich Titanit, Apatit und Zirkon.

3. In der Nähe der vorigen Fundstelle führt das Gestein große Plagioklase neben rötlichem Orthoklas und Quarz in ziemlich gleichmäßiger Verteilung. Hornblende herrscht gegenüber dem Biotit vor. Pyrit ist in geringen Mengen auf Spalten zu beobachten. U. d. M. erweisen sich die Plagioklase als die Mischung $Ab_{65}An_{35}$. Bemerkenswert ist eine z. T. feinfaserige Ausbildung (Taf. XVIII Fig. 3) von Feldspäten, die in der Umgebung größerer Feldspäte und besonders in der Nähe des Quarzes zu beobachten ist. Es sind Aggregate kleinster Feldspatindividuen, die fast radialstrahlig angeordnet, mit kleinsten Quarzindividuen verwachsen sind. Sie löschen undulös aus und zeigen erst bei stärkster Vergrößerung eine ganz feine Zwillingslamellierung. Der Quarz erscheint in der Grundmasse stark korrodiert, und in seine Körner ragen oft die faserigen Feldspataggregate buchtenförmig hinein. Diese Aggregate verdanken ihre Bildung scheinbar einer magmatischen Resorption und einer Wiederausscheidung und sind bereits makroskopisch bei genauer Beobachtung als strahlenförmige Umwachsungen der Plagioklaseinsprenglinge zu erkennen. Die Entstehung dieser sonderbaren feinsten myrmekitartigen Verwachsungen fiel, den korrodierten Umrandungen der großen Feldspäte und Quarze nach zu schließen, mit dem letzten Stadium der Verfestigung dieser Mineralien zusammen. Neben ihnen treten noch echt granophyrische Verwachsungen größerer Feldspäte mit Quarz auf. Bemerkenswert ist die besonders starke Ansammlung von Titanit in der grünen Hornblende, die er mitunter fast ganz zu verdrängen scheint und in dichten Körneraggregaten umrandet. Pseudomorphosen von Chlorit nach Biotit sind auch hier häufig. In den Biotiten treten neben Zirkon Rutil- und Sagenitgewebe als Einschlüsse auf. Quarz herrscht gegenüber dem Orthoklas vor; neben Apatit und Magnetit beobachtet man sekundären Pyrit.

4. Von Groß-Theresia zwischen der zweiten und dritten Terrasse, südliche Wand. Große Plagioklaseinsprenglinge und Hornblende-

individuen sowie sechsseitige Biotittafeln liegen in der Grundmasse, die aus Orthoklas und Quarz besteht. Bemerkenswert ist u. d. M. namentlich eine Verwachsung von Feldspat nach dem Albit- und Manebacher-Gesetz. Die Zusammensetzung der Feldspäte ist annähernd $Ab_{60}An_{40}$. Sonst zeigt der Dünnschliff besonders das Ineinandergreifen der feinkörnigen Grundmasse in die Umrandung der Feldspäte bei der Festwerdung. Bemerkenswert sind auch hier wieder die großen Anhäufungen von Titanitkörneraggregaten in der Hornblende, die sie manchmal auch vollständig umrahmen können. Ganz vereinzelt finden sich auch neben den gewöhnlichen akzessorischen Einsprenglingen Individuen von dunkel gefärbtem Titanit.

5. Granodiorit in der Nähe von No. 1. Große Einsprenglinge von Plagioklas (annähernd $Ab_{63}An_{37}$) liegen in der an Hornblendenadeln reichen, feinkörnigen Grundmasse neben Hornblende und Biotit. Der Plagioklas ist hier besonders reich an Einschlüssen von kleinen Biotitindividuen, Erzkörnchen und Titanit. Der Orthoklas zeigt unbestimmbare Einschlüsse in großer Menge; Quarz ist spärlich vorhanden.

6. Groß-Theresia, III. Terrasse. Angewitterter Dioritporphyr mit spärlichem Biotit; an Stelle der Feldspäte ist Karbonat getreten.

7. Vom Bahndamm der Zweigbahn Theresia bei der Kreuzung mit der Straße nach dem Danieli. Im Handstück fallen die großen und reichlichen Hornblendeindividuen auf. Kleine Einsprenglinge von Pyrit sind häufig. Der Plagioklas (annähernd $Ab_{60}An_{40}$) zeigt oft perthitähnliche Verwachsungen von Albit und Periklinzwillingen. Ein Karlsbader Zwillig (Taf. XVIII Fig. 1), der in seinen äußeren Schalen eine größere Auslöschungsschiefe und eine etwas stärkere Lichtbrechung wie der Kern zeigt, besteht selbst wieder aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz. Diese polysynthetischen Individuen sind wiederum von Orthoklas durchwachsen. Außerdem sind als Einschlüsse Körner von Titanit, farblosem Augit, Magnetit und Quarz vorhanden. Das Gestein ist stark zerrüttet; es scheint, wie wenn die zuerst ausgebildeten Feldspäte zertrümmert worden wären und auf den dadurch entstandenen Rissen und Spalten Plagioklassubstanz von der Zusammensetzung der Umwachsungsschalen des Plagioklases ausgeschieden worden wäre. Die Feldspatmasse in den Rissen zeigt dann dieselbe Orientierung wie die nach der Zertrümmerung ab-

geschiedene Randzone des Plagioklases. Die grüne Hornblende ist derartig mit Pyroxen verwachsen, daß die unter sich gleich orientierten Amphibolpartien im Pyroxen flecken- oder streifenartig liegen, was eine gleichfalls an perthitische Verwachsungen erinnernde Erscheinung bewirkt. Die Verteilung der einzelnen Pyroxen- und Amphibolpartien ist dabei eine unregelmäßige. Größere Aggregate des einen Minerals treten neben kleineren Fetzen des anderen auf. Oft sind die Spaltrisse der Hornblende unter einem schiefen Winkel gegen die des Augits geneigt. Während sich an anderen Schliften die Möglichkeit einer Umwandlung des Pyroxens in Amphibol nicht ganz von der Hand weisen läßt, spricht hier alles für eine primäre Verwachsung beider Silikate, denn weder läßt sich hier ein Vordringen des Amphibols längs der Spaltrisse des Pyroxens beobachten, noch auch andere Vorgänge, die auf eine Pseudomorphosenbildung von Uralit nach Pyroxen schließen ließen. Auffallend sind Körneraggregate von Magnetit im Amphibol; Biotit mit Einschlüssen von Sagenit, Rutil und Zirkon wird gleichfalls beobachtet.

8. Diorit vom Eingange zu Klein-Theresia (nicht mehr ganz frisch). Die Feldspateinsprenglinge in der feinkörnigen Grundmasse zeigen u. d. M. als Verwitterungsprodukte hauptsächlich Kaolin und Carbonatbildungen, in denen einzelne Epidotkörner auftreten. Die Hornblende ist zum Teil faserig ausgebildet.

9. Vom Dioritstock Klein-Theresia, erste Terrasse. Feinkörniges, dunkles Gestein mit größeren Plagioklas-Individuen. Aus der dunklen Grundmasse heben sich gelbgrün gefärbte kleine Partien von Epidot ab. U. d. M. entspricht die Zusammensetzung des Feldspates annähernd $Ab_{55}An_{45}$; Quarz konnte nicht beobachtet werden. Bemerkenswert sind Opalpseudomorphosen nach Plagioklas, die Einsprenglinge sind im übrigen z. T. zu Kaolin mit wenigen Epidotkörnern zersetzt. Hornblende tritt vereinzelt auf, Biotit bildet putzenförmige Anhäufungen in ovaler oder langgestreckter Form aus unregelmäßig orientierten Individuen bestehend. Epidot dringt auf feinen Adern in das Gestein ein.

10. Von der Randzone des Diorits an den Kontaktgesteinen, Klein-Theresia. Dunkles, feinkörniges Gestein vom Dioritstock. Neben den Feldspäten (annähernd $Ab_{70}An_{30}$ bis $Ab_{55}An_{45}$) treten als jüngere Bestandteile Orthoklas und Quarz in geringen Mengen auf. Granophyrische Verwachsungen von Orthoklas und Quarz

sind schön entwickelt (Taf. XVIII Fig. 2), ebenso Verwachsungen von Hornblende mit Pyroxen. Der Epidot nimmt mit der Nähe des Kontaktes zu; er ist teils strahlig, meist aber körnig ausgebildet und füllt Spältchen im Gesteine aus. Die Körner scheinen als sekundäres Produkt aus Feldspat hervorgegangen zu sein und sind wohl anderer Entstehung als der aderförmig auftretende Epidot. Das Auftreten des Epidots wird später eine ausführliche Behandlung erfahren. Biotit fehlt in der Nähe des Kontaktes.

Verschiedene Beobachter haben bereits auf die *Verwitterung der Banatite* hingewiesen. Sie ist vor allem der Einwirkung der Atmosphärien zuzuschreiben. Die Zersetzung beginnt mit einer Trübung des Feldspates, der dann vollständig zu Kaolin wird. Dabei bildet sich auch ein Karbonat, wie die Behandlung mit Säuren zeigt, und zugleich verbleichen die farbigen Gemengteile. Das Gestein verblaßt und die Grundmasse wird graubraun. In diesem Stadium bricht der Diorit bereits unter der Hand und beim Schlämmen des zermürbten Gesteins bleiben nur geringe harte Partien von Quarz zurück. Die Spuren der beginnenden Verwitterung lassen sich zuerst an den Feldspäten beobachten, die reich an Einschlüssen unbestimmbarer Natur und trübe werden, wobei sich Carbonat bildet. Dann treten Kaolinschuppen auf, die allmählich den Feldspat maschenförmig durchsetzen, und endlich ist an Stelle des Feldspates ein Aggregat feinsten, staubförmiger Partikelchen von bräunlicher Farbe getreten. Neben dem Kaolin wird bisweilen ein stärker licht- und doppelbrechendes Mineral in feinsten Verteilung oder in etwas größeren Individuen beobachtet, das möglicherweise Muskovit sein kann. Pseudomorphosen von Opal nach Feldspat, die bereits früher erwähnt wurden, sind im allgemeinen nicht häufig. Sie haben eine mattrosa Farbe und schwache Doppelbrechung und werden leicht an ihrer sehr geringen Lichtbrechung erkannt.

Die Kontakterscheinungen.

Wie bereits erwähnt, durchbrechen die Eruptivgesteine bei Vaskö den Kalk; sie haben nicht nur große Veränderungen in ihm bewirkt, sondern dabei selbst solche erfahren. An Stelle des Kalksteines sind durch Stoffzufuhr im größten Maßstabe Silikat-

felse getreten, während das Eruptivgestein andererseits durch seine Berührung mit dem Kalk eine Veränderung seiner Struktur und Zusammensetzung erlitt und Epidot als ein Produkt dieses Vorganges entstand. Für die nähere Beschreibung der Kontakterscheinungen möge folgende Disposition gelten:

- a) Die *e n d o g e n e* Metamorphose des Eruptivgesteins.
die Epidotzone.
- b) Die *e x o g e n e* Umwandlung des Kalksteins
 1. der Diopsidfels,
 2. der dichte Granatfels.

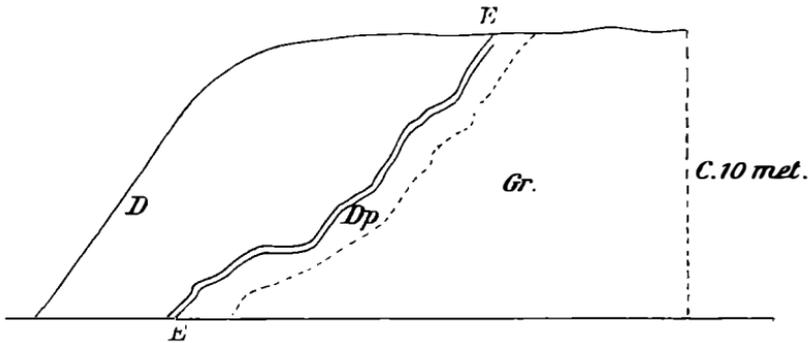
a) Die endogene Metamorphose des Eruptivgesteines.

Der Banatit läßt am Kontakt schon in den Handstücken die Anzeichen einer endogenen Beeinflussung erkennen. Was die Änderung seiner primären Zusammensetzung anlangt, so zeigt sich zunächst eine rasche Abnahme des Biotitgehalts bis zu dessen vollständigem Verschwinden. Damit geht eine scheinbare Zunahme von Amphibol, sei es unter konkretionärer Anhäufung von kleineren Individuen oder unter Ausscheidung einzelner großer Hornblende-kristalle Hand in Hand. Eine sekundäre, durch Kalkaufnahme bewirkte Veränderung äußert sich darin, daß bei dem allmählichen Übergang zu einem vollkommen feinkörnigen Gestein der Amphibol zurücktritt und aus dem grobkörnigen Banatit ein feinkörniges hornfelsähnliches Gestein von dunkelgraugrüner bis gelbgrüner Farbe wird. In diesen sekundären Randgesteinen treten dann in der feinkörnigen Grundmasse vereinzelt noch größere Feldspat- und Hornblendeindividuen auf. Außerdem aber zeigen sich makroskopisch kleine Körneraggregate von Epidot, die mit der Nähe des Kontaktes häufiger und größer werden, bis allmählich der Banatit vollständig durch Epidot ersetzt erscheint.

Die Epidotzone.

Diese Veränderungen sollen hier an der Hand des nebenstehenden Profiles (Fig. 1) am Dioritstocke von Klein-Theresia näher erläutert werden. Es sei bemerkt, daß sich die dort im großen auftretenden Kontakterscheinungen auch in einem einzelnen Handstücke ausgezeichnet beobachten lassen. Der Diorit *D* ist ein

feinkörniges, dunkles Eruptivgestein mit größeren Feldspateinsprenglingen und wenigen Hornblendeindividuen. U. d. M. gleicht die Grundmasse einem Eutektikum von Quarz, Orthoklas und wenig Plagioklas. Außerdem sind einzelne Körner von Epidot zu beobachten. Mit der Zunahme der Epidotaggregate erscheint an Stelle des dunklen Eruptivgesteins ein gelbgrünes Gestein, das direkt am Kontakt von Klein-Theresia nur die geringe Mächtigkeit von nicht über 6—8 cm erreicht und auch außerhalb dieses Fundortes stets beobachtet werden kann, wie am Bahndamm der Werkbahn und in den Tagebauen am Danieli. Der fast noch unveränderte Diorit



D = Diorit. *E* = Epidotzone. *Dp* = Diopsidzone mit Granat.
Gr. = dichter Granat.

Fig. 1.

besteht hier aus einer feinkörnigen Grundmasse mit großen Einsprenglingen von Plagioklas und Hornblende neben Chloritpseudomorphosen nach Biotit. Die Feldspäte sind dicktafelig nach M; ihre Zusammensetzung entspricht annähernd $Ab_{75}An_{25}$. Bei den zonar gebauten Feldspäten zeigen die Umwachsungsschalen meist geringere Lichtbrechung als der Kern. In den teilweise in Zersetzung begriffenen Feldspäten beobachtet man Kaolin und Carbonatbildungen, vereinzelt auch Epidotkörner. Das Vorkommen des Epidot beschränkt sich auf einzelne Körner im angewitterten Feldspate, selten sind es kleinere Aggregate solcher, die dann hier und da eine schlauchähnliche Form annehmen. Nie aber läßt sich eine Pseudomorphose von Epidot nach Feldspat konstatieren. Die Ausbildung der Grundmasse fällt auch hier mit der Entwicklung

der äußersten Umwachsungsschalen der Feldspäte zusammen, wie aus den korrodierten Rändern zu schließen ist. Die Grundmasse selbst ist hypidiomorph bis allotriomorph, neben dem Amphibol treten Chloritpseudomorphosen nach Biotit auf. Risse und Spalten in den farbigen Gemengteilen sind von dem Quarz-Feldspatgemenge ausgefüllt. Neben letzteren beiden Mineralien kommen dann auch in der Grundmasse vereinzelt unregelmäßige Epidotkörner vor. Außerdem sind Titanit, Apatit und Zirkon vertreten.

Wenige Zentimeter von der Stelle, welcher der eben besprochene Schliff entnommen ist, also noch in der Grenzzone des Diorits, folgt dann die *Epidotzone*, die man als Übergang zum dichten Epidotfels bezeichnen könnte. Meist sind hier bereits starke Anreicherungen von Epidot zu beobachten. Im Handstück lassen sich noch ziemlich deutlich Feldspäte und Amphibole erkennen. U. d. M. zeigen die Gesteine der Übergangszone in einer feinkörnigen Grundmasse Feldspateinsprenglinge, die hier und da in ein Gemenge von Kaolin und Carbonat mit wenig Epidotkörnern umgewandelt sind. Die Grundmasse unterscheidet sich bereits wesentlich von der oben beschriebenen. Der Amphibol ist z. T. noch frisch, meist hat er aber ein faseriges, uralitisches Aussehen angenommen, seine Einschlüsse wie Apatit, Titanit und Zirkon sind in ihrer ursprünglichen Verteilung anwesend. Der Biotit wie auch der Chlorit sind vollkommen verschwunden. Die Grundmasse besteht aus Epidot, Orthoklas und Quarz, und zwar herrscht der Epidot vor. Seine Ausbildung ist meist eine unregelmäßig körnige, selten läßt sich eine z. T. wenigstens prismatische Entwicklung beobachten und am ehesten hat es den Anschein, als ob der Epidot eine Ausscheidung des fast erstarrten Magmas in einer Endphase der Festwerdung wäre und als ob seine Bildung in die Zeit zwischen der Erstarrung der äußeren Plagioklasschalen und des Quarzes und Orthoklases falle. Gibt man diesen Gedanken auf, so bleibt nur die Annahme, daß hier zum Schlusse der Erstarrung der sich zuletzt bildende Plagioklas durch eine Kalkzufuhr umgewandelt wurde.

Dieser Zwischenstufe folgt nun der eigentliche *Epidotfels E*, der selten eine größere Mächtigkeit erlangt und in den meisten Fällen nur nach Zentimetern gemessen werden kann. Er erscheint makroskopisch völlig dicht, die mikroskopische Unter-

suchung zeigt hauptsächlich ein Haufwerk von massenhaften allotriomorphen Epidotkörnern, spärliche Quarzkörnchen, Carbonatbildungen, dann Überreste von Amphibol, der im übrigen in Chlorit umgewandelt ist. Spärlicher Titanit und Apatit sind noch in ihrer ursprünglichen Lage als Einschlüsse des Amphibols zu beobachten. Sie weisen auf das Eruptivgestein hin und sind Überreste des Banatits, der hier an der Grenze gegen den Kalk eine intensive Veränderung erfahren hat.

Die Epidotbildung als einen Verwitterungsvorgang anzusehen, ist deshalb kaum angängig, weil die großen Plagioklase, die gerade das Hauptmaterial hätten dazu liefern müssen, nur an der kalkärmeren Peripherie umgewandelt sind und weil die Umwandlung nicht längs der Spalten vor sich geht. Die Verwitterung des Plagioklases hätte durch Kalkzufuhr von außen her erfolgen müssen, Wege für eine wässrige Kalkzufuhr sind aber nicht nachweisbar. Dazu kommt, daß die Epidotisierung gerade die jüngeren Ausscheidungen betroffen hat, gerade als wenn im letzten Stadium der Verfestigung noch bei Gegenwart von magmatischem Wasser Kalkresorption zur Bildung von Epidot geführt hätte. Die Zunahme der Epidotbildung und die endliche vollständige Umwandlung des Gesteins in Epidot neben dem Kalkstein könnte man gleichfalls für eine Verwitterungserscheinung halten, wobei aus dem Kalkstein in wässriger Lösung dem Diorit Kalk zugeführt worden wäre. Aber immer spricht hiergegen wieder das Fehlen von Zufuhrkanälen und die Abwesenheit von Rissen; Spältchen, auf denen der Kalk auch weit abseits des Kontakts das Gestein nachträglich hätte epidotisieren können, fehlen durchaus nicht (Absonderungsrisse), aber es hat sich auf ihnen kein Epidot gebildet. Die Epidotbildung ist vielmehr auf die allernächste Nähe des Kontaktes beschränkt und weiterhin nicht mehr als eine Folge wässriger Kalkzufuhr, die doch sicherlich möglich gewesen wäre, zu beobachten. Die Beschränkung der Epidotbildung auf den Kontakt spricht sehr zugunsten der Resorption von Kalk in der letzten Erstarrungsphase.

Es scheint daher so, als wenn der Epidot keine eigentliche Auskristallisation aus dem Magma wäre, sondern als ob die Feldspäte vorhanden gewesen und unter Stoffinfusion durch eine irgendwie stattfindende Einwanderung von Kalk in das heiße Gestein, also durch eine Art Diffusion, umgewandelt worden wären.

b) Die exogene Umwandlung des Kalksteins.

1. Der Diopsidfels und seine Umwandlung in Carbonat (Dolomit?), Uralit und Granat.

Dem Epidotfels folgt fast unvermittelt ein graues dichtes, hornfelsähnliches Gestein, in dem neben wenigen Erzkörnern Granatkörner und Aggregate solcher zu beobachten sind, die mit zunehmender Nähe des Granatfelses zahlreicher werden. U. d. M. besteht das Gestein (*Dp*, Fig. 1) aus einem Aggregat von farblosem Diopsid, der, soweit er unverändert ist, meist in Tafeln und Leisten, seltener in Körnern vorkommt. Dieses Gestein, das im eigentlichen Kontakt zwischen dem Banatit- und dem Granatfels auftritt, ist ebenso wie der Epidotfels eine charakteristische Erscheinung der Vasköer Kontaktbildungen. Seine Mächtigkeit schwankt von wenigen bis 25 cm und läßt sich stets in derselben Zusammensetzung und Ausbildung verfolgen. Der unveränderte Diopsidfels ist nun allerdings, soweit meine Beobachtungen reichen, nirgends am Kontakt zu bemerken. Er hat vielmehr meistens tiefgehende Veränderungen erlitten, die weiter unten beschrieben werden sollen.

Dem Diopsidfels folgt als nächstes Glied der Kontaktgesteine der Granatfels (*Gr*), der meist ein dichtes Gestein ist, lokal aber auch körnig idiomorph ausgebildet erscheint. In letzterem Falle ist seine Farbe in der Nähe des Diopsidfelses eine sehr verschiedene, während der dichte Granat ziemlich gleichmäßig dunkelrotbraun gefärbt ist. Er erreicht im Vasköer Gebiet eine Mächtigkeit von über 150 m und ist dort als ständiger Begleiter des Erzes bekannt.

Der gesteinsbildende monokline Pyroxen in der oben beschriebenen Ausbildung hat in der Nähe des Granates starke Veränderungen erlitten, die sehr weit verbreitet und teilweise sehr vorgeschritten sind und in zweierlei Art und Weise vor sich gehen; sie bestehen erstlich in einer Umwandlung in Uralit und Carbonat (Dolomit?), aus welcher letzterem sich wieder Granat bildet, und zweitens in einer direkten Umbildung von Diopsid in Granat mit Nebenprodukten untergeordneter Art.

Die Carbonatpseudomorphosen nach Diopsid, die von Uralitbildung begleitet sind, lassen sich kurz so skizzieren: Die Umwandlung des Pyroxens geschieht vom Rande aus und zeigt sich zuerst durch das Auftreten von grün und braun gefärbten, haarförmigen Büscheln, die für Uralit gehalten werden

müssen. Diese Uralitbildung umgibt dann meistens die einzelnen Individuen des Diopsids. In der Nähe des Epidotfelses ist sie besonders ausgeprägt. Mit dieser Erscheinung geht eine Carbonatbildung Hand in Hand. Längs feinsten Spalten und Kanäle, teilweise auf Spaltrissen geht sie vor und breitet sich nach beiden Seiten aus. Oft sind die äußeren Partien des Diopsids umgewandelt, während der Kern noch unversehrt ist. Z. T. aber ist der Diopsid fast ganz verschwunden und an seine Stelle ist das Carbonat getreten, das dann die geringen Überreste des Diopsids umschließt. Weiter entfernt vom Epidotfels, also näher am Granat, überwiegt die Carbonatbildung über die des Uralits, der dann meist die Carbonatpseudomorphosen umgibt. Bei den Zwillingen des Diopsids nach (100) ist oft ein Individuum des Zwillings vollkommen in das Carbonat umgewandelt, während das andere noch verhältnismäßig frisch ist. In solchen Fällen läßt sich häufig noch die Auslöschungsschiefe des Diopsids beobachten. Das Carbonat ist nach mehrmaligen Beobachtungen leicht als Zersetzungsprodukt des Diopsids zu erkennen. Es erscheint im Dünnschliff fleckig und trüb ohne Spaltbarkeit und Lamellierung und dürfte seiner chemischen Zusammensetzung nach dolomitisch sein, wie die Behandlung mit Salzsäure zeigt, außerdem ist auch seine Lichtbrechung etwas größer als die des Kalkspates. Umbildungen dieser Pseudomorphosen in Serpentin mögen hier erwähnt werden, die als jüngere Bildungen an der Oberfläche oder an sonstigen, den Atmosphärien zugänglichen Stellen prachtvoll ausgebildet sind.

Der Uralit erscheint in der oben besprochenen Epidotzone dunkelbraungrün gefärbt, einschlußreich und trüb und wird mit der Nähe des Granatfelses heller, bis er eine grüne bis hellgrüne Farbe annimmt. Seine Büschel bestehen aus einzelnen feinen Säulehen, die in allen Spältchen zu beobachten sind.

Die Neubildung von Granat nach Diopsid auf dem Wege durch die Umwandlungsprodukte des Pyroxens ist im Vasköer Gebiet vorzüglich zu erkennen und mikroskopisch fast überall zu beobachten. Der Granat im Diopsidfels ist, wie die Untersuchung mit dem Mikroskope zeigt, von zweierlei Alter. Bei der makroskopischen Untersuchung ist man zuerst zu glauben geneigt, ein blaßbraunroter Granat, der in den Diopsidfels buchtenförmig eindringt, sei primär mit dem Pyroxen verwachsen. Dasselbe Mineral tritt mitunter in dem Epidotfels oder in der Randzone des Diorits

in kleinen Mengen auf. Doch zeigt die Beobachtung mit dem Mikroskop, daß von einer primären Verwachsung hier keine Rede sein kann, sondern daß es sich um eine Neubildung eines sekundären Granates handelt, der aus den obigen Umwandlungsprodukten des Diopsids entstand.

Dieser Vorgang ist allgemein verbreitet und genau zu verfolgen. Die oben erwähnten Granateinschlüsse im Diopsidfels sind Aggregate von idiomorphen, optisch anomalen Granatindividuen, meist (110) (211). Sie sind älterer Entstehung. Neubildungen von Granat verdrängen lokal die ganze Diopsidzone und man beobachtet dann u. d. M. scheinbare Verwachsungen von Granat und Epidot, und nur spärliche Diopsidüberreste im dichten Granat lassen auf das ursprüngliche Gestein schließen. Der aus den früher (p. 566) erwähnten Umwandlungsprodukten des Diopsids entstandene Granat ist unschwer von einem anderen mit dem Diopsid ungefähr gleichzeitig gebildeten Granat zu unterscheiden; oft sind die idiomorphen, optisch anomalen Körner des älteren Granats von isotropen jüngeren Granataggregaten umgeben, die unregelmäßige, fast zackige Ausbildung zeigen.

Ähnlich ist der Vorgang bei der Bildung von Granat unmittelbar aus dem Diopsid. Im Handstück z. B. von Groß-Theresia sind kaum Spuren von Granat zu beobachten, u. d. M. aber erkennt man, daß er entlang feinsten Spalten eindringt und sich mit Vorliebe zwischen den Begrenzungsflächen der einzelnen Diopsidindividuen entlang schlängelt (Taf. XIX Fig. 5), dadurch entsteht eine netzförmige Struktur, die im weiteren Stadium wie eine Breccienausfüllung aussieht. Von den mit Granat erfüllten Klüften aus geht dann die Bildung entlang den Rissen der einzelnen Diopsidindividuen weiter und verbreitet sich, bis am Schluß ein dichter Granat entsteht, der reich an kleinsten Einschlüssen von Diopsidkörnern ist, die allmählich vollkommen von dem Granat aufgesaugt werden. Häufig bildet sich Serpentin aus dem durch Zersetzung des Diopsids entstandenen Carbonat, und zwar stets an Stellen, die den Atmosphäriken zugänglich sind. Es handelt sich in ihm zweifellos um eine viel jüngere Neubildung, da in größerer Tiefe nirgends bei diesen Kontakten wasserhaltige Mineralien zu beobachten sind. Der Serpentin dringt auf Spalten und Rissen in das Carbonat ein, verbreitet sich dann über das ganze Gestein und bildet Adern und förmliche bilateralsymmetrische Gänge (Taf. XIX

Fig. 7). Neben diesem sekundären Mineral soll auch das Vorkommen von Gymnit erwähnt werden, der in geringen Mengen an den gleichen Stellen, und zwar auch nur an der Oberfläche zu finden ist. Taf. XVIII Fig. 4 und Taf. XIX Fig. 6, 8 zeigen Neubildungen, wie sie an Stellen, die den Atmosphärlilien zugänglich sind, beobachtet werden. Es sei noch bemerkt, daß im Lagerstättenteile Franziskus auch etwas Vesuvian vorkommt.

2. Der dichte Granatfels.

Dieser Übergangszone zwischen Diopsid- und Granatfels folgt der eigentliche dichte Granatfels. Am besten beobachtet man ihn in den Tagebauen von Danieli und Theresia. Im Handstück ist er dicht und von rosa bis tiefbrauner Farbe, teilweise auch mit wenig Erz imprägniert, das mit der Nähe der Erzstöcke bedeutend an Menge zunimmt. In Spalten und Klüften ist hauptsächlich eine dodekaedrische Ausbildung der einzelnen Granatindividuen zu beobachten, die Spalten selbst sind im übrigen meist mit jüngeren Kalkspatbildungen und Quarz ausgefüllt. Die Mächtigkeit des Granatfelses beträgt teilweise über 150 m. U. d. M. ist die Ausbildung des Granates durchgehend eine idiomorphe, in dem feinkörnigen Gestein meist in (110), außerdem lassen sich Schnitte nach dem Ikositetraeder oder Kombinationen des ersteren mit diesem erkennen. Er ist optisch anomal, die Höhe der Doppelbrechung stark wechselnd. Häufig ist bei den einzelnen Individuen eine Folge von verschiedenen doppelbrechenden Schalen zu beobachten. Des öfteren zeigt sich ein Aufbau aus Anwachsipyramiden, deren Basis eine Fläche von (110) und deren Spitze das Kristallzentrum ist. Die Spaltbarkeit ist im allgemeinen nur undeutlich erkennbar; manchmal liegt nur scheinbar eine solche, in Wirklichkeit vielmehr eine schalige Absonderung vor.

Die Vorgänge bei der Kontaktmetamorphose.

Die oben beschriebenen Gesteinsbildungen zeigen die sichtbarsten und hauptsächlichsten Vorgänge der Kontaktwirkung. Die Bildung des Epidotfelses ist bereits erwähnt und als Folge einer Einwanderung von Kalk in das dioritische Magma bei höher Temperatur betrachtet worden.

Gleichzeitig mit der Bildung dieses Epidots ging die des Diopsidfelses vor sich. Infolge der Diffusion von Tonerde, Magnesia, Kieselsäure und Eisenoxyden aus dem Magma in den Kalkstein, der selbst nicht dolomitisch ist, erfolgte eine intensive Umwandlung des Carbonats in Silikatfelse. Es entstand zunächst Diopsidfels, der ohne Übergang dem Epidotfels angelagert ist. In ihm sind teilweise bereits ziemlich reichlich idiomorphe Granatkörner ausgeschieden, die, wie die Analyse zeigte, sehr eisenarme Kalk-Tonerdegranate sind. Der Diopsidfels scheint das erste Produkt dieser durch Gasausströmungen des Magmas erfolgten Stoffübertragung zu sein. Seine Mächtigkeit läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen. Zweifellos aber war sie ziemlich bedeutend, da man auch im dichten Granatfels noch Reste von Diopsid findet, die durch spätere Stoffnachschiebe zur Bildung des jüngeren Granates herangezogen wurden. Das im magmatischen Exsudat vorhanden gewesene Magnesium hat zum größten Teil bei der Bildung des Diopsidfelses Verwendung gefunden.

Auf dieses Gestein folgt nun der dichte Granatfels, der nach einer von mir im chemischen Laboratorium des mineralogischen Institutes der Kgl. Bergakademie zu Clausthal ausgeführten qualitativen Analyse ein reiner Kalkeisengranat mit geringfügigen Spuren von Tonerde ist. Dieser Art scheint auch der Granat zu sein, in welchen späterhin der Diopsidfels, wie oben ausführlich beschrieben, umgewandelt wurde. Eine im chemischen Laboratorium von Dr. BENDER und Dr. HOBEIN ausgeführte Analyse ergab folgende Resultate:

Si O ₂	34,22
Fe ₂ O ₃	21,54
Al ₂ O ₃	6,55
Ca O	35,52
Mg O	1,10
Glühverlust	0,80
Mn	Spuren
Sa.	99,73

Bei der Umwandlung des Kalksteins in Kalkeisengranat sind also dem ersteren erhebliche Mengen von Kieselsäure und Eisenoxyd seitens des Magmas zugeführt worden. Dabei zeigt sich weiter, daß mit der Nähe der Erzlagerstätten Einschlüsse von Eisenglanz und Magnetit im Granatfels immer zahlreicher werden und all-

mählich in den verschiedensten Formen Verwachsungen von Eisenerzen mit dem Granatfels, meistens in der Art einer Bänderung, auftreten. Allmählich tritt der Granat immer mehr zurück, bis schließlich in einiger Entfernung vom Diorit gewaltige, massige Stöcke von Magnetit und zum geringeren Teil von Hämatit an Stelle des Granatfels treten. Über den Molekularzustand der das Exsudat zusammensetzenden Verbindungen läßt sich keine bestimmte Angabe machen. Da besonders eine Verbindung der Kieselsäure nur mit Halogenen denkbar wäre, so muß bei dem scheinbaren Fehlen von Halogenverbindungen die Frage nach dem Verbleib der Begleiter des Siliciums offen bleiben.

Mit der Bildung der Erzlagerstätten hat dann die Kontaktmetamorphose im Vasköer Gebiet ein Ende erreicht.

Mineralog. Institut der K. Berg-Akad. zu Clausthal im März 1909.

Literatur.

1. v. BORN, Briefe über mineralogische Gegenstände auf seiner Reise durch das Temesvarer Banat, Ober- und Niederrungarn. 1774.
2. JENS ESMARK, Kurze Beschreibung einer mineralogischen Reise durch Ungarn, Siebenbürgen und das Banat. 1798.
3. F. S. BEUDANT, Voyage minéralogique et géologique en Hongrie pendant l'année 1818. 1822.
4. K. MARTINI, Die geognostischen Verhältnisse in den Banater Bergwerksrevieren Oravicza, Dognacska, Szaska und Neu-Moldowa. (LEONHARDT's Taschenbuch der Mineralogie.) 1823.
5. A. KESZT, Bergverwalter zu Vaskö, Briefliche Mitteilung an F. v. HAUER in: Verzeichnis der Einsendung von Mineralien, Petrefakten, Gebirgsarten usw. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1851. p. 151.
6. J. KUDERNATSCH, Beiträge zur geologischen Kenntnis des Banater Gebirgszuges. Ibid. 1855. 6. 219—253.
7. B. v. COTTA, Erzlagerstätten im Banat und in Serbien. Wien 1864.
8. MARKA, Einige Notizen über das Banater Gebirge. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1869. 19. 299.
9. M. CASTEL, Mémoire sur les mines et usines métalliques du Banat. Ann. d. min. (6.) 16. 1869. p. 405—517.
10. E. TIETZE, Geologische und paläontologische Mitteilungen aus dem südlichen Teil des Banater Gebirgsstockes. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1870. 20. 567.
11. FR. v. SCHRÖCKENSTEIN, Die geologischen Verhältnisse des Banater Montan-Distriktes. A. Magyarhoni Földt. Tarsulat Munkálatai. 1870. 5. 58.
12. NIEDZWIEDZKI, Zur Kenntnis der Banater Eruptivgesteine. TSCHERM. Mitt. 1873. p. 255—262.

13. J. SZABÓ, Moravica-Vaskö eruptiv közetek. Földt. Közlöny. 1876. 6. 112.
14. G. VOM RATH, Bericht über eine 1878 unternommene Reise durch einige Teile des österreich-ungarischen Staates. Sitz-Ber. der niederrh. Ges. in Bonn. 1879. p. 38.
15. TH. POSEWITZ, Über Eruptivgesteine vom Komitate Szörény. Földt. Közlöny. 1879. 9. 347.
16. J. BÖCKH, Geologische Notizen von der Aufnahme des Jahres 1882 im Komitate Krassó-Szörény. Jahresber. der k. ungar. geol. Reichsanst. für 1882. p. 80.
17. L. ROTH v. TELEGD, Geologische Aufnahme im Leitha- und im Banater Gebirge. Ibid. 1882. p. 62.
18. H. SJÖGREN, Beiträge zur Kenntnis der Erzlagerstätten von Moravicza und Dognaczka im Banat und Vergleichung derselben mit den schwedischen Eisenerzlagerstätten. Ibid. 1886. 36. p. 606.
19. J. HALAVATS, Über die geologische Detailaufnahme in der Umgebung von Alibunár, Moravicza, Moriczföld und Kakova. Ibid. 1883. p. 99.
20. — Über die im Jahre 1884 in der Umgebung von Oravicza-Románbogsánd durchgeführte geologische Detailaufnahme. Ibid. 1884. p. 112.
21. — Bericht über die im Jahre 1887 in der Umgebung von Dognacska ausgeführte geologische Detailaufnahme. Ibid. 1887. p. 157.
22. — Bericht über die im Jahre 1888 in der Umgebung von Dognacska und Vaskö bewerkstelligte geologische Detailaufnahme. Ibid. 1888. p. 116.
23. Hauptsächlich auf HALAVATS und SJÖGREN stützt sich der Aufsatz: Das Eisenerzgebiet von Dognacska und Moravicza im Banat. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. 39. 1891. p. 91—96, 102—106.
24. F. TOULA, Die geologisch-geographischen Verhältnisse des Temesvarer Handelskammerbezirkes im Auftrage der Handels- und Gewerbekammer in Temesvar verfaßt. Mitt. k. k. geogr. Ges. Wien 1880. Ref. Dies. Jahrb. 1881. II. -367—368-.
25. E. SUSS, Antlitz der Erde. 1. 1885. p. 210—213.
26. Notizen über die Erzlagerstätten und Metallwerke im Banate. Berg- u. Hüttenm. Ztg. 45. 1886. p. 217—219.
27. Geologische Notizen vom Bergbau-Distrikte des Banates und seiner nutzbaren Gesteine und Mineralien. Ibid. 47. 1888. p. 71—74, 85—87.
28. Das Eisenerzgebiet von Dognacska und Moravicza im Banate. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 39. 1891. p. 91.
29. HELMHACKER, Montanistische Mitteilungen. Berg- und Hüttenmänn. Ztg. 54. 1895. p. 83.
30. PRZYBORSKI, Das Eisenerzgebiet von Moravitza und Dognacska im südlichen Ungarn. Ibid. 58. 1899. p. 73.
31. A. STELZNER und A. BERGEAT, Die Erzlagerstätten. 1904—1906. p. 1141.

32. P. ROZLOZSNIK und K. EMSZT, Beiträge zur genaueren petrographischen und chemischen Kenntnis der Banatite des Komitates Krassó-Szörény.

Außerdem standen mir verschiedene private Mitteilungen des Herrn Inspektor GEZA v. BENE zur Verfügung.

Tafel-Erklärungen.

Tafel XVIII.

- Fig. 1. Ein Karlsbader Zwilling von Plagioklas, dessen Individuen selbst wieder die Lamellierung nach dem Albit- und Periklingesetz zeigen und dazu von Orthoklas durchwachsen sind. Auf Rissen und Spalten dringt Plagioklassubstanz von der Zusammensetzung der Umwachsungsschalen in den Kern ein. Als Einschlüsse sind Körner von Titanit, farblosem Apatit, Magnetit und Quarz vorhanden. Vergr. 27. Vom Bahndamm der Zweigbahn Theresia bei der Kreuzung mit der Straße nach dem Danieli.
- „ 2. Rechts granophyrische Verwachsungen von Orthoklas und Quarz; die dunkleren Individuen sind Biotit, der z. T. in Chlorit umgewandelt ist. Die Grundmasse besteht aus Plagioklas, Orthoklas und Quarz. Links oben Verwachsungen von grüner Hornblende mit farblosem Diopsid. Vergr. 27. Klein-Theresia.
- „ 3. Die hellen, stark korrodierten Körner in der Mitte und unten sind Quarz. Um sie herum liegen Aggregate feinsten Feldspatindividuen, die radialstrahlig angeordnet mit kleinsten Quarzindividuen verwachsen sind. Die Grundmasse besteht aus Plagioklas, Orthoklas und Quarz. Vergr. 27. Groß-Theresia.
- „ 4. Die Granatperimorphosen in der Mitte liegen in Kalkspat, der auch z. T. das Innere der Perimorphosen neben Chlorit und Eisenglanz ausfüllt. Die feinflockigen Partien unten rechts und links sind aus Carbonatpseudomorphosen nach Diopsid. Vergr. 27. Groß-Theresia.

Tafel XIX.

- Fig. 5. Das Präparat besteht hauptsächlich aus Diopsid, in welchem längs Rissen die Umwandlung in jüngeren Granat vordringt. Die schwarzen Partien unten und oben sind Magnetit. Vergr. 27. Groß-Theresia.
- „ 6. Die Granatperimorphosen umschließen Carbonat, Diopsidreste und Erzkörnchen. Die tafelförmigen Individuen links sind z. T. schon in Carbonat und Uralit umgewandelter Diopsid. Die dunkle Grundmasse besteht aus Neubildungen von Granat und aus Carbonat-

574 E. Bergeat, Beobachtungen über den Diorit (Banatit) etc.

pseudomorphosen nach Diopsid. Die strahligen schwarzen Partien sind Eisenglanz, in einem Aggregat von sekundärem Carbonat und Überresten von Diopsid. Vergr. 27. Groß-Theresia.

Fig. Der Serpentin in bilateralsymmetrischen Gängen und in radialstrahliger Ausbildung verdrängt die flockige, aus Pseudomorphosen von Carbonat nach Diopsid bestehende Grundmasse. Die dunklen Aggregate unten und oben sind aus derselben Grundmasse hervorgegangene Granatneubildungen. Vergr. 27. Franziskus.

8. In dem Aggregat von Carbonatpseudomorphosen liegen Anhäufungen von Granat, auf dessen Absonderungsrissen sich Limonit gebildet hat, der Pseudomorphosen nach Granat bildet. Vergr. 27. Groß-Theresia.