

SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEM

CENTRALBLATT

FÜR MINERALOGIE, GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE.

Jahrg. 1909. No. 13.

(Seite 405—410.)

Ueber Mineralien der Kontaktmetamorphose im Kristiania-Gebiet.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von

V. Moritz Goldschmidt in Kristiania.

Stuttgart

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

Nägele & Dr. Sproesser.

1909.

Ueber Mineralien der Kontaktmetamorphose im Kristiania-Gebiet.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von V. Moritz Goldschmidt in Kristiania.

Seit zwei Jahren beschäftige ich mich mit der Untersuchung von Kontaktmineralien des Kristiania-Gebiets. Ursprünglich hatte ich die Absicht, mit der Veröffentlichung meiner Ergebnisse zu warten, bis ich alle wichtigeren Kontaktvorkommen in dem genannten Gebiet bearbeitet hätte, um sie dann in einer zusammenfassenden Monographie herauszugeben. Da aber inzwischen auch andere beginnen, sich mit diesen Mineralvorkommen zu beschäftigen, möchte ich schon jetzt in einer vorläufigen Mitteilung einige meiner Resultate in Kürze andeuten.

Zuerst habe ich ein von mir aufgefundenes Kontaktvorkommen in Aarvaldsdalen, wenige Kilometer nordöstlich von Kristiania, untersucht. Die Mineralien von Aarvaldsdalen sind an eine allseitig von Syenit (Nordmarkit) umgebene, etwa 6 m lange Scholle kontaktmetamorpher silurischer Gesteine geknüpft. Der Nordmarkit zeigt in der Breite von einigen Zentimetern endomorphe Kontakterscheinungen. Eine seiner Grenzfazies ist ein Skapolith-Alkalifeldspatgestein mit bis ca. 10 cm langen Skapolithstengeln, die senkrecht auf der Grenzfläche stehen. Eine Bestimmung der Lichtbrechung, sowie die niedrige Doppelbrechung machen einen sehr hohen Marialithgehalt des Skapoliths wahrscheinlich. An andern Stellen der Grenze zeigt der Nordmarkit aplitische Entwicklung. Der Aplit führt sehr viel Orthit (mit der gewöhnlichen optischen Orientierung dieses Minerals) und spärlich makroskopische Kristalle von Alvit. Vom resorbierten Silur enthält der Aplit viel Granat, der gegen die Grenze hin allmählich den Übergang in die eingeschlossene Scholle vermittelt. Der Nordmarkit der Grenze ist ganz von gelbem Axinit (s. unten) durchsetzt, der oft schöne Verdrängungspseudomorphosen nach dem Mikroperthit des Gesteins bildet. Die kontaktmetamorphe Scholle besteht größtenteils aus Granatfels mit Einzelindividuen bis 5 cm Durchmesser in schönen Kristallen von verschiedenen Typen entsprechend dem Vorherrschen der Formen $\{110\}$, $\{211\}$, $\{321\}$. Es ist manganreicher Grossular. Die Doppelbrechungsverhältnisse der zum Teil sehr komplizierten Kombinationen des Rhombendodekaedertypus und eines Ikositetraedertypus wurden an zahlreichen Durchschnitten studiert. Neben Granat ist Vesuvian das Hauptmineral, teils in Kristallen von pyramidalem Habitus (meist $\{111\}$, $\{001\}$ oder nur $\{111\}$) Vesuvianfels bildend, teils in langen Stengeln im Granatfels, teils in ganz flach tafelförmigen Kristallen in einem Diopsidfels mit Granat. An den gemessenen Kristallen wurden die Formen $\{001\}$,

{100}, {110}, {210}, {101}, {111}, {331}, {311} konstatiert. Die optischen Eigenschaften wurden in Schnitten parallel {001} und {110} untersucht. Anomale Zweiachsigkeit mit äußerst kleinem Achsenwinkel zeigte sich nur an wenigen Stellen. Mit Ausnahme der langprismatischen Kristalle zeigen die Vesuviane starke Zonarstruktur mit 3 oder mehr scharf abgesetzten Zonen, die sich im Betrag der Doppelbrechung unterscheiden. In den einzelnen Zonen ist jedoch die Doppelbrechung auch nicht konstant, sondern ändert sich in sehr regelmäßiger Weise kontinuierlich von innen nach außen, wobei sie oft allmählich von $+$ durch 0 nach $-$ umschlägt. Beim Studium derart kontinuierlich variabler Doppelbrechung empfiehlt es sich, den Begriff „Gradient der Doppelbrechung“ einzuführen.

Dieser Gradient ist das Verhältnis $\frac{(\varepsilon - \omega)_1 - (\varepsilon - \omega)_2}{d}$, wobei

$(\varepsilon - \omega)_1$ und $(\varepsilon - \omega)_2$ die Größen der Doppelbrechung an 2 verschiedenen Punkten sind, während d der Abstand (mit Richtungssinn) beider Punkte in Projektion auf die Wachstumsrichtung des betreffenden Anwachskegels ist. Den Abstand d kann man teils in Millimetern angeben, teils, und dies ist beim Vergleich verschiedener Kristalle zweckmäßiger, in Bruchteilen der Zentraldistanz der betreffenden Begrenzungsflächen. Die Doppelbrechung mehrerer Kristalle wurde durchgemessen. Im parallelen polarisierten Licht und im Babinet-Compensator geben die beschriebenen Doppelbrechungsverhältnisse Anlaß zu eigenartigen Erscheinungen. Der Diopsid im schon erwähnten Diopsidgestein ist auffälligerweise nach der b -Achse gestreckt. Er zeigt schöne Zonarstruktur; Auslöschung und Achsenwinkel der einzelnen Zonen wurden untersucht. Oft ist er randlich in Serpentinmineralien umgewandelt. Im Diopsidfels finden sich zerstreute Einsprenglinge von Mikroperthit, die jedenfalls Apophysen des Nordmarkits entstammen, da sie mit dessen Feldspat völlig übereinstimmen. Charakteristisch für das Mineralvorkommen von Aarvoldsdalen ist die Häufigkeit des Axinit, der sich außer im Nordmarkit auch in fast allen Teilen der umgewandelten Scholle reichlich findet. Die Kristalle sind flachtafelig nach {201} (Aufstellung SCHRAUF) oder nach der Zone {111} : {001} gestreckt. Es finden sich die Formen: {001}, {110}, {101}, {201}, {021}, {111}, {111}, {111}, {311}, sowie zahlreiche Vizinalen besonders des Zonenstücks (111) (001). Die Messungen wurden an 10 Kristallen ausgeführt. Der Axinit ist gelb bis grüngelb, oft mit blauem Kern. Er ist stark zonar gebaut. Die optische Orientierung der einzelnen Schichten wurde an orientierten Schliffen möglichst genau festgestellt. Ein eigenartiges Gestein von der unmittelbaren Grenze besteht aus Mikroperthit, Klinozoisit, Prehnit, sowie Granat und Molybdänglanz (findet sich auch im Granatfels), das Gestein ist von dünnen Axinitadern durchflochten. Auf Klüften des Kontaktgesteins und des Nordmarkits findet sich nur selten grüne durchsichtige Zinkblende.

Von sonstigen Mineralien können erwähnt werden: Fluorit, Kupferkies, Braunstein, Kalkspat (sehr reichlich), Epidot, Hornblenden und Titanit (hübsche, von mir gemessene Kristalle in einem Nordmarkitaplit der Grenze). Ferner finden sich einige nicht näher bestimmte Mineralien, von denen ich erst kürzlich zur Untersuchung ausreichendes Material einsammeln konnte.

Bezeichnend für das Mineralvorkommen von Aarvoldsdalen ist die starke Anreicherung von Mangan (im Granat und Axinit), sowie von Borsäure. Dagegen zeigen sich keine Anzeichen für Substanzzufuhr bei der Kontaktmetamorphose einer wenige Meter entfernten Rhombenporphyrscholle, die unter der Einwirkung des Nordmarkits nur eine Umkristallisation erfahren hat. Ganz in der Nähe findet man, ebenfalls im Nordmarkit eingeschlossen, dunkle biotitreiche Gesteine, die nach ihrem ganzen Mineralbestand und zum Teil der Struktur nach an basische Eruptivgesteine erinnern. Sie sind aber, wie auch makroskopisch sichtbare Streifung andeutet, umkristallisierte Sedimente.

Ein sehr geeignetes Gebiet zum Studium von Kontaktmineralien ist der große Granitit-Lakkolith zwischen Lier und Modum (nördlich von Drammen). An der Westseite des Lakkolithen habe ich mehrere Vorkommen untersucht. Das südlichste derselben ist das schon von KJERULF erwähnte Zinkvorkommen von Glomsrudkollen¹. Hier setzen Zinkblende-Eisenglanzreiche Gänge mit Kalkspat in stark kontaktmetamorphen silurischen Schichten auf; die Zinkblende tritt teilweise auch im Granatfels auf. Folgende Kontaktmineralien können von hier erwähnt werden: gediegenes Wismut (in sehr geringer Menge in Kalkspat), Fluorit, Zinkblende, Greenockit, Pyrit, Kupferkies, Quarz, Eisenglanz, Magnetit, Braunstein, Kalkspat, Zinkspat, Malachit, Granat, Epidot, Chloritmineralien. Der oft recht flächenreiche Pyrit zeigt teils Würfelhabitus, teils Oktaederhabitus, teils durch Kombination von Oktaeder und Pyritoeder Ikosaederhabitus. Auch die andern hier vorkommenden Mineralien wurden, soweit das Material dies gestattete, kristallographisch untersucht. Zahlreiche Dünnschliffe von diesem Vorkommen wurden studiert. Der Granat gehört, soweit er doppelbrechend ist, meist dem normalen Rhombendodekaedertypus allein an, selten kombiniert mit einem Ikositetraedertypus; mitunter zeigt er kompliziertere Doppelbrechungsverhältnisse, die Störungen des Wachstums entsprechen. In manchen der untersuchten Gesteine läßt sich hübsche Perimorphosenbildung am Granat beobachten, indem weniger beständige Schalen im Kristall weggelöst und durch einheitliche Individuen von Kalkspat, Quarz oder Epidot ersetzt sind. Im Quarz des kontaktmetamorphen Silurs

¹ Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Obersteiger J. Bronder, dem Leiter der Grube, für sein liebenswürdiges Entgegenkommen bestens zu danken.

und auch sonst im Gestein sind Hornblendenadeln sehr häufig. In vielen der Kontaktgesteine findet sich ein sehr schwach doppelbrechender Chlorit mit ganz ungewöhnlich starkem Pleochroismus zwischen grünlichem Schwarz und fast farblos. Im Kalk finden sich Albit und Oligoklas-Albit sowie kalkreiche Skapolithe (hohe Lichtbrechung), seltener Rotzinkerz. Im Granatfels kommen in untergeordneter Menge Diopsid und Kalifeldspat vor. Epidot ist außer in hübschen makroskopischen Kristallen auch in fast allen untersuchten Gesteinen verbreitet. Nach seinen optischen Eigenschaften ist er eisenreich. In einem Falle war der Eisengehalt nach Art der Sanduhrstruktur verschieden in den Anwachskegeln ungleicher Flächen. Weiter findet sich eisenreicher Epidot auch in kontaktmetamorphem Rhombenporphyr, der östlich vom Zinkvorkommen ansteht.

Etwa 4 km nördlich von Glomsrudkollen bei dem kleinen See Urtjern ist ein Gebiet vom obersilurischem Kalkstein zu Marmor umgewandelt; derselbe enthält Diopsid und Granat, letzteren auch makroskopisch, sowie Albit und Prehnit.

Noch weiter nördlich, bei Vikesund, findet sich eine sehr schöne Kontaktzone nahe dem Gipfel von Valsknatten. Von diesem Vorkommen untersuchte ich hauptsächlich Dünnschliffe der ehemaligen Kalkknollen des umgewandelten Silurs. Dieselben sind in mehr oder weniger grobkörnige Silikatgemenge umgewandelt, einige in den Knollen beobachtete Mineralkombinationen mögen kurz angedeutet werden: Äußerst stark pleochroitische grüne Hornblende mit kleinem, negativen Achsenwinkel, daneben kalkreicher Skapolith; Skapolith, Diopsid und kalkreicher Plagioklas (bis 70 % An) vorwiegend, in untergeordneter Menge Albit, Hornblende, Prehnit, Magnetit, Titanit; Granat und Diopsid als Hauptbestandteile, daneben kalkreicher Plagioklas (bis 55 % An), Skapolith und Biotit; Granat und Diopsid mit untergeordnetem Limonit und Klinozoisit. An anderen Stellen ist Granat ganz vorherrschend, daneben finden sich Diopsid und Skapolith, sowie Hornblende und Titanit. Auch ein Dünnschliff von der unmittelbaren Grenze wurde untersucht. Der Granitit (granophyrisch ausgebildet) grenzt völlig scharf an das Kontaktgestein, das reich an Diopsid und Hornblende ist. Daß keine Spur von Einschmelzung stattgefunden hat, erkennt man auch deutlich am Verhalten des Albits im Granitit, der unmittelbar an der Grenze (etwa 0,5 mm von derselben entfernt) nur etwa 3 % An enthält. An anderen Stellen scheinen freilich lokale Einschmelzungen stattgefunden zu haben, da der Granitit nahe bei einer ganz kleinen isolierten Kalkscholle östlich von Valsknatten Plagioklas mit 25—32 % An (an mehreren Individuen aus Lichtbrechung und Auslöschung bestimmt) in mikropegmatitischer Verwachsung mit Quarz zeigt.

Sehr reich an Kontaktmineralien sind die Kalkknollen des

umgewandelten Silurs bei Hörtekollen in Lier an der Ostseite des erwähnten Granititlakkolithen. Bemerkenswert ist das Vorkommen des Vesuvians in Kristallen mit vorherrschendem $\{111\}$, was an einen Typus von Aarvoldsdalen erinnert; daneben finden sich auch langprismatische Kristalle. Epidot ist äußerst verbreitet; im Dünnschliff erinnert er sehr an den von Glomsrudkollen.

Außerdem habe ich einzelne Kontaktmineralien von anderen Vorkommen untersucht, ich kann z. B. Wollastonitfels östlich von Aarvoldsdalen erwähnen, wo sich auch makroskopische Granatkristalle in noch fossilführendem Kalkstein finden.

Das allgemeine Resultat meiner bisherigen Untersuchungen an den umgewandelten Kalkknollen ist, daß denselben bei der Kontaktmetamorphose jedenfalls reichlich Kieselsäure zugeführt wurde, da der ursprüngliche kohlen saure Kalk ganz oder teilweise durch kalkreiche Silikate ersetzt wird¹.

Da im Laufe meiner Arbeiten sehr viele Vorkommen von Granaten in bezug auf Doppelbrechung untersucht wurden (teils in Gesteinsdünnschliffen, teils in orientierten Schliffen), mag es von Interesse sein, die dabei erhaltenen allgemeinen Ergebnisse zusammenzufassen. Dieselben sind im wesentlichen übereinstimmend mit den von KLEIN gemachten Angaben.

1. Die Stärke der Doppelbrechung variiert sehr an verschiedenen Kristallen desselben Vorkommens, wie besonders aus dem Material von Aarvoldsdalen hervorgeht, wo sich Kristalle ohne Spur von Doppelbrechung wenige Zentimeter entfernt von solchen mit $(\gamma - \alpha)$ bis 0,01 fanden; diese Variation äußert sich auch in dem altbekannten Wechsel isotroper und doppelbrechender Schichten, der auch bei vielen Vorkommen von Glomsrudkollen sehr schön zu beobachten ist.

2. Die Doppelbrechung braucht sich nicht erst bei der Abkühlung der Kristalle zu bilden, die Anisotropie kann in jedem Augenblick des Wachstums der Kristalle entstehen, daher hinterlassen während des Wachstums eingetretene Formänderungen ihre Spuren im Typus der Doppelbrechung, wie auch schon KLEIN bemerkt hat.

Dies läßt sich bis in das kleinste Detail verfolgen; ist z. B. eine Ikositetraederfläche durch Kombination mit dem Rhombendodekaeder gestreift, so setzt sich auf dieser Fläche nicht nur Substanz mit der optischen Orientierung des Ikositetraedertypus ab, sondern auch schmale Streifen mit der optischen Orientierung der beiden benachbarten Rhombendodekaederflächen. Diese isolierten Partien mit Rhombendodekaederstruktur können in ihren Dimensionen bis 0,01 mm herabsinken. Dies zeigt, daß die spezielle

¹ W. C. BRÖGGER (Die silurischen Etagen 2 und 3 im Kristiania-gebiet und auf Eker 1882) kam zu dem gleichen Resultat bei den Kalkellipsoiden der Alaunschiefer.

Orientierung der Anisotropie von der Lage der betreffenden Begrenzungsfläche bedingt ist und daß die Form des Anwachskegels nicht in erster Linie bestimmend wirkt. Zahlreiche Beispiele für diese Erscheinungen lieferte das Material von Aarvoldsdalen, ebenso wurden typische Fälle am Granat von Glomsrudkollen beobachtet.

3. Das Abwechseln verschieden zusammengesetzter Schichten braucht keine Doppelbrechung zu verursachen; die außerordentlich stark zonar gebauten Kristalle eines Fundorts von Valsknatten zeigen kaum Spuren von Anisotropie.

4. E. VON FEDOROW (Z. K. 28. 276) hebt hervor, daß der Winkel $2V$ der optischen Achsen beim Rhombendodekaedertypus des Granats sehr nahe an 90° liegt; diese Erfahrung kann ich ausnahmslos an allen von mir untersuchten Durchschnitten dieses Typus bestätigen.

Die bisher ausgeführten kristallographischen und chemischen Untersuchungen habe ich in der Abteilung B (Prof. TH. HIORTDAHL) des chemischen Universitätslaboratoriums in Kristiania ausgeführt, die optischen Bestimmungen im mineralogisch-petrographischen Institut (Prof. F. BECKE) der Universität Wien. Es sei mir jetzt schon gestattet, den Herren Professoren TH. HIORTDAHL und F. BECKE für ihr liebenswürdiges Interesse an diesen Untersuchungen zu danken.

Kristiania, Mai 1909.
