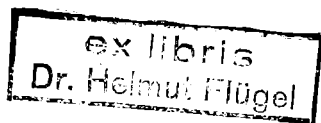


Sonderdruck aus

„Mineralogische und Petrographische Mitteilungen“

54 (1942) 178-182

Akademische Verlagsgesellschaft Becker & Erler Kom.-Ges., Leipzig



Monatsversammlung

am 17. Februar 1941 im Hörsaal des Mineral.-petrogr. Institutes der Universität.

Hans Peter Cornelius:

Neuere Erfahrungen über die Gesteinsmetamorphose in den Hohen Tauern.

Einleitend wurde ein Überblick gegeben über die historische Entwicklung unserer Ansichten über die Gesteinsmetamorphose während des letzten halben Jahrhunderts. Dabei wurden besonders hervorgehoben die Arbeiten von ROSENBUSCH-SAUER, die zu dem Axiom von der Unveränderlichkeit des chemischen Bestandes führten, die Tiefenzonenlehre von BECKE-GRUBENMANN, die Erkenntnis der Bedeutung der Stoffzufuhr vor allem von Seiten der nordeuropäischen Forscher (SEDERHOLM, GOLDSCHMIDT, WEGMANN u. a.), die Gefügeuntersuchungen von SANDER und W. SCHMIDT und die daraus hervorgehende kinematische Auffassung der Metamorphose der kristallinen Schiefer.

Dem Vortragenden stellten sich, als er gemeinsam mit E. CLAR die Untersuchung der Glocknergruppe begann¹⁾, in petrographischer Hinsicht folgende zwei Hauptfragen:

¹⁾ Vgl. H. P. CORNELIUS u. E. CLAR, Geologie des Großglocknergebietes. I. Teil: Das Baumaterial. Abh. Zweigst. Wien Reichsst. Bodenforsch. **25/1** (1939). — Für das Folgende nehme man die — auch separat erschienene! — Geologische Karte der Glocknergruppe zur Hand.

1. Wie steht es mit der Verteilung der Metamorphose im Gebirgsbau: ist das von der Tiefenzonenlehre geforderte Übereinander in der Natur verwirklicht?
2. Inwieweit ergibt sich die Notwendigkeit, Änderungen des stofflichen Bestandes im Verlaufe der Metamorphose anzunehmen? Solche waren ja auch von BECKE für die Tauern fallweise anerkannt, in einer seiner letzten Arbeiten in weitgehendem Umfang erwogen und in letzter Zeit von ANGEL in großer Ausdehnung angenommen worden.

Die Verteilung der Metamorphose im Gebirgsbau folgt insofern den Anforderungen der Theorie, als in den tektonisch höchsten Elementen: dem „Nordrahmen“ und der Matreier Zone im S (von allen Relikten von vor-alpidisch umgewandelten Gesteinen ist dabei abgesehen!) rein phyllitische Metamorphose herrscht, mit Serizit bzw. Muskowit, Chlorit, Epidotminerale, Chloritoid, Albit; vereinzelt tritt auch bereits Biotit auf. In den tieferen Elementen: der Oberen Schieferhülle, Brennkogel- und Riffeldecke und der Unteren Schieferhülle s. str. treten Biotit und grüne Hornblenden (wobei „Barroisit“ — im Sinne von ANGEL — nicht als besondere Spezies anerkannt werden kann) mehr an die Stelle der Chlorite, doch finden sich solche bis in die tiefste Schieferhülle hinab immer wieder in z. T. sicher primärer Paragenese daneben. Der Chloritoid wird durch Granat nicht nur ersetzt, sondern verdrängt (geschützte Relikte!), und zwar bereits hoch in der Oberen Schieferhülle. Von deren Untergrenze abwärts beginnen auch (relativ saure) Plagioklasmischungen in zunehmendem Maße stabil zu werden, hauptsächlich in Gestalt basischer Randzonen um Albit. Neubildung von K-Feldspat wurde dagegen nur einmal beobachtet: Fortwachsen von klastischem Mikroklin (? Trias-) Quarzit der Riffeldecke.

All dies läßt sich noch mit der herrschenden Tiefenzonenlehre in Einklang bringen, wenn man sie nicht zu schematisch faßt. Im Widerspruch zu derselben steht jedoch das Verhalten des Disthens, der z. B. bereits im Bereiche der phyllitischen Metamorphose des Nordrahmens vorkommt, in primärer Paragenese mit Chloritoid. Den größten Stein des Anstoßes bildet aber das Auftreten eklogitische Mineralbestände innerhalb der Oberen Schieferhülle, besonders in der Nachbarschaft ihrer Liegendgrenze (in ähnlicher Situation treten auch die berühmten Venediger-Eklogite auf). Sie finden sich allerdings nur als Ungleichgewichte, in Diaphthorese zu Prasiniten begriffen; da aber die Produkte dieser Diaphthorese — Gastaldit u. a. — bereits als Einschlüsse im Granat liegen, der zudem, wie die manchmal wirbelförmige Anordnung der Einschlüsse zeigt, unter Durchbewegung gewachsen ist, so kann es sich da nur um ein Hin- und Herschwanen zwischen zwei Gleichgewichtszuständen handeln, die beide in die alpidische Metamorphose zu stellen sind — nicht aber um eklogitische Relikte aus voralpidischem Altkristallin.

Ein ähnliches Schwanken der Gleichgewichtsbedingungen läßt sich auch an manchen anderen Gesteinen ablesen; z. B. ist in den Granatmuskowitschiefern der Oberen Schieferhülle Granat auf Kosten von Chloritoid (vgl. oben) gewachsen, dann (fallweise) zu Chloritflecken diaphthorisiert worden, und in einem jüngsten Stadium können neuerdings kleine Granaten aufspriessen.

Auch die inverse Zonenfolge der Plagioklase läßt sich unter diesem Gesichtspunkt betrachten: sie findet sich häufig an Albiten, die erst unter Ausscheidung von Zoisit usw. aus Plagioklas entstanden sind. Sie findet sich auch an den Einzelkörnern nach mechanischer Zerlegung rekristallisierter Plagioklase und endlich um Albite, die erst unter Na-Zufuhr (siehe unten!) gewachsen sind. Nach alledem erscheint sie

als eine letzte Zutat zum Gesteinsbild, bedingt durch Anstieg der Temperatur und Änderung der auf dem Intergranularnetz zirkulierenden Lösungen nach Aufhören der Na-Zufuhr.

Von stofflichen Änderungen ist die Na-Zufuhr die bedeutsamste. Sie erfaßt alle Gesteine (mit Ausnahme der ultrabasischen), selbst Dolomit und Kalkglimmerschiefer. Das massenhafte Auftreten des Albits in solchen Gesteinen, in denen er von Haus aus nichts zu suchen hat, ist das stärkste Kriterium für Zufuhr; außerdem läßt sich vielfach beobachten, wie er das ältere Gefüge — in erster Linie die hellen Glimmer — aufzehrt. Es entstehen die bekannten Albitknoten, die sich weiterhin zu Pflaster zusammenschließen und schließlich bis weit über 50% des Gesteins ausmachen können. Von Durchbewegung sind sie nur selten noch betroffen: im wesentlichen ist die Na-Zufuhr nachkinematisch erfolgt. Räumlich verteilt sie sich auf alle tektonischen Elemente vom Zentralgneis — verschieferte Zonen desselben, die selber Feldspat verloren haben, können nachträglich wieder Albit aufnehmen! — bis in den N-Rahmen, wo sie noch mit schwacher phyllitischer Metamorphose verknüpft sein kann.

K-Zufuhr äußert sich als Biotitisierung, vor allem in Abkömmlingen von basischen Massengesteinen; aufgezehrt werden Chlorite und Hornblenden, ausnahmsweise auch Granat. Sie tritt bis hoch in die Obere Schieferzone sporadisch auf; ihr Hauptvorkommen ist um die Hangendgrenze des Basisamphibolites der Unteren Schieferhülle, während sie an dessen Basis — Kontakt mit Zentralgneis! — auf einen Saum von höchstens ein paar Dezimetern beschränkt bleibt.

CO₂-Zufuhr spielt ebenfalls eine bedeutende Rolle: Calcit und Ankerit treten in allen möglichen Gesteinen — fallweise massenhaft! — auf, denen sie von Haus aus fremd sind, z. B. in Orthogneisen (ohne daß oberflächennahe Zersetzungs- und Infiltrationsvorgänge dafür haftbar gemacht werden könnten). Vielfach ist sie mit Albitisierung gekoppelt, was auf die Vermutung engerer Zusammenhänge — Na-Zufuhr in carbonatischer Lösung! — führt.

Die räumliche Verteilung der Stoffzufuhren schließt für ihren Hauptanteil die Möglichkeit aus, sie vom sichtbaren Zentralgneis abzuleiten, auch zeitlich ergeben sich da Schwierigkeiten, indem dieser selbst durchbewegt und sicher älter ist als die tektonische Hauptphase, während die Stoffzufuhren wesentlich erst postkinematisch erfolgt sind. Es bleibt also nur übrig, sie aus nicht aufgeschlossenen Tiefen zu beziehen, wobei neben rein magmatischen Quellen auch „pseudojuvenile“ (МОНЯ) in Betracht zu ziehen sind: Auswandern flüchtiger Stoffe aus Gesteinsmassen, die, an Oberflächenbedingungen angepaßt, durch tektonische Bewegungen in heiße Tiefen geraten sind.

Im Ganzen läßt sich die Metamorphose auffassen als zusammengesetzt aus drei Komponenten, die zwar vielfach miteinander verbunden, aber doch grundsätzlich weitgehend unabhängig voneinander sind. Zunächst einer rein mechanischen: der Durchbewegung, welche vor allem das Gefüge umgestaltet. Sie kann für sich allein auftreten (mechanische Schieferung, Mylonite) — ein Fall, der, an Oberflächennähe gebunden, im Glocknergebiet nirgends verwirklicht ist. Gewöhnlich allerdings ist sie mit der zweiten Komponente verbunden: Kristallisation ohne oder mit Änderung des Mineralbestandes. Es spielt dabei gewiß der Umstand eine Rolle, daß mechanisch beanspruchte Kristallgitter weniger stabil sind als nicht-beanspruchte, auch das, was SANDER Umrührwirkung der Durchbewegung nennt (Aufhebung instabiler Gleich-

gewichte usw.). Es bleibt aber fraglich, ob das das Wesentliche ist, denn die Bereiche der Kristallisation und stetig verteilter Durchbewegung decken sich räumlich auf alle Fälle: beide sind an eine gewisse Mindesttiefe gebunden. Und daß sie dort grundsätzlich voneinander unabhängig sind, zeigen die besonders aus den Westalpen bekannt gewordenen Fälle zufällig von der Durchbewegung verschonter Gesteinspartien, die unter Erhaltung des primären Gefüges genau so umkristallisiert sind wie die umgebenden, durchbewegten Massen. Der maßgebende Faktor für die Umkristallisation dürfte vielmehr die — mit der Tiefenlage zunehmende — Temperatur sein. Als dritte Komponente tritt fallweise hinzu die Änderung des stofflichen Bestandes — oder sie tritt auch nicht hinzu; keinesfalls ist sie das Um und Auf der Metamorphose, wie dies manchmal dargestellt wird. Meist wird ein Stoffaustausch vorliegen, indem zugeführte Stoffe an Stelle von anderen treten, die weggeführt werden. Wegen Herkunft von Zufuhren siehe oben; aber auch Stoffabfuhr bleibt zu beachten (im Glocknergebiet z. T., im Gefolge von scharfer Auswalzung, verwirklicht).

Diese drei Komponenten der Metamorphose werden sich im Gefolge entsprechend energischer Orogenese wohl immer einstellen. Es wird also notwendig sein, diese Art der Metamorphose mit einem Namen zu belegen. Was bisher dafür vorgeschlagen wurde, befriedigt nicht. „Dislokationsmetamorphose“ erweckt zu einseitig die Vorstellung eines rein mechanisch bedingten Vorganges; für Sonderfälle, wo wirklich ein solcher vorliegt, die Abhängigkeit von der erzeugenden Dislokation klar gegeben ist, mag man den Namen weiter gebrauchen. („Dynamometamorphose“ sollte man ganz abschaffen.) „Metamorphose“ schlechtweg oder „gewöhnliche Metamorphose“ versagt insbesondere als Gegensatz zur Kontaktmetamorphose, die doch eben auch eine Metamorphose, und auch keine ganz ungewöhnliche, ist. Auch „Tiefenstufenmetamorphose“ ist nicht brauchbar, da für rein magmatisch bedingte Umwandlungsvorgänge auch eine Gliederung nach Tiefenstufen anzunehmen ist. „Regionalmetamorphose“ endlich ist in zu verschiedenem Sinne gebraucht worden, als daß das Wort noch einen eindeutigen Begriff ausdrückte. Wohl hat F. E. SUESS versucht, durch Beifügung eines Zusatzes mit „enorogene Regionalmetamorphose“ ungefähr das zu bezeichnen, was hier gemeint ist, nur wollte er magmatische Fernwirkungen ausgeschlossen wissen. Nun könnte man ja seine Definition in der Weise abändern, daß man jene ausdrücklich miteinbezieht, nachdem sie nun einmal praktisch vielfach nicht säuberlich abtrennbar sind. Aber solches nachträgliche Herumflicken an einer einmal von einem Autor gegebenen Begriffsbestimmung ist immer mißlich und zudem ist der obige Ausdruck furchtbar schleppend und unhandlich. So scheint denn in diesem Falle die Prägung eines neuen Namens das kleinere Übel; es sei vorgeschlagen, als *Orometamorphose* die Gesamtheit der Umwandlungsercheinungen zu bezeichnen, die im Gefolge der Orogenese eintreten; also sowohl Folgen von einfacher Durchbewegung, als auch Kristallisation bzw. Umkristallisation in Abhängigkeit von tektonischer Versetzung = Änderung von Temperatur-Druckbedingungen, weiter auch die Ergebnisse von Stoffwanderungen, die durch eine solche Versetzung in Gang kommen, oder von miteinbezogenen Magmakörpern ihren Ausgang nehmen. Dislokationsmetamorphose (in dem angedeuteten Sinne) wäre demnach ein Sonderfall der Orometamorphose. Hingegen bleibt *Kontaktmetamorphose* — auch wenn sie von postkinematisch aufgedrungenen Magmakörpern ausgeht — auch begrifflich von der Orometamorphose getrennt, von der sie sich ja auch geologisch i. a. klar scheiden läßt; und getrennt bleiben auch Umwandlungen, die mit tiefmagmatischen

Vorgängen zusammenhängen (Migmatitbildung, Anataxis usw.). Hier freilich wird die Abgrenzung, der Natur entsprechend, wohl fließend bleiben müssen.

Den Ausdruck *Polymetamorphose* endlich sollte man auf solche Fälle beschränken, die zeitlich verschiedene Umwandlungsakte erkennen lassen. Da ist freilich zu erwarten, daß sich immer mehr orometamorphe Gesteine auch als polymetamorph herausstellen werden, je besser es gelingen wird, die Vorgänge im Verlaufe ihrer Umwandlung zu zergliedern; Beispiele wurden oben gegeben. Diese beiden Begriffe schließen sich nicht gegenseitig aus.

Der Vortrag war von Vorführungen einer Anzahl von Dünnschliffen begleitet.