

# VERHANDLUNGEN

DER

## GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT

Nr. 9

Wien, September

1925

**Inhalt:** Eingesendete Mitteilungen: W. Hammer: Bemerkungen zur Phasenfolge im Kristallin der Ostalpen. — A. Köhler: Graphit in Orthogesteinen aus Niederösterreich. — G. Bukowski: Geologisches aus der näheren Umgebung von Ercegnovi (Castelnuovo) in Süddalmatien. — Literaturnotiz: J. Pia.

NB. Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.

### Eingesendete Mitteilungen.

**W. Hammer:** Bemerkungen zur Phasenfolge im Kristallin der Ostalpen.

In einem auf der 88. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Innsbruck gehaltenen Vortrag<sup>1)</sup> wurde für das Gebiet der kristallinen Schiefer in Westtirol versucht, Bewegungs-, Kristallisations- und Intrusionsphasen zu trennen und ihre zeitliche Beziehung zueinander festzustellen.

Bei dem Vergleich der für Westtirol gefundenen Verhältnisse mit solchen auf ähnlicher Grundlage gewonnenen Befunden aus anderen Teilen des ostalpinen Altkristallins ergab sich zunächst eine weitgehende Analogie mit dem Altkristallin der Stubalpe in Steiermark nach den Mitteilungen von Fr. Heritsch.<sup>2)</sup>

Er findet dort als älteste Vorgänge eine voralpinozoische Bewegungs- und Kristallisationsphase (I): sie beginnt mit Gebirgsbildung, während welcher auch schon die Kristallisation einsetzt; unter Fortdauer der Bewegung intrudieren dann Granite (Ameringorthogneise), worauf am Schluß der ersten Phase erst die Kristallisation (Gleinalpenkristallisation) ihren Höhepunkt erreicht und als posttektonische Kristalloblastese sich überall ausbreitet.

Der erste Abschnitt dieser Phase entspräche der ältesten „prä-kristallinen“ Bewegungsphase der Ötztaler Gneise, wobei ich allerdings die Ausbildung der Augengneisstruktur nicht in diese, sondern eine spätere Phase stelle. Jedenfalls gehört hieher aber die Intrusion der jetzt als Orthogneise vorliegenden Granite und auch die Verschieferung und Faltung jener basischen Eruptiva, welche später in Amphibolite umgewandelt wurden. Die Gleinalpenkristallisation könnte dann mit jener Kristallisationsphase in Parallele gestellt werden, in welcher die Ötztaler Schiefergneise erstmalig ihre kristalloblastische Struktur erhielten. Hier

1) Geologische Rundschau 1925, Heft II.

2) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., B. B. 51, S. 73, 1924.

wie dort entstand „Hochmetamorphikum“ mit dem Charakter der Abbildungskristallisation.

Als zweite Phase läßt Heritsch eine Störungsphase mit Diaphthorese und lokal beschränkter Kristallisation (Ameringkristallisation) folgen. Da von ihr bereits Grazer Altpaläozoikum mitbetroffen wurde, kann man für das Stubalpengebiet karbonisches Alter der Phase annehmen, aber nicht beweisen. Sie läßt sich vergleichen mit der vorpermischen Bewegungsphase in Westtirol, welche in breiten Bewegungshorizonten die Phyllitgneise als tektonische Fazies der Ötztaler Schiefergneise erzeugt. Auch die rückschreitende Metamorphose der Vintschgauer Augengneise habe ich hierher gestellt. Diaphthorese und Mylonitisierung folgt in beiden Gebieten den großen Störungslinien.

Da in Westtirol sicheres Altpaläozoikum nicht bekannt ist, kann über ein vorpaläozoisches Alter der ersten Phase nichts ausgesagt werden, für beide Phasen ist nur vorpermisches Alter anzugeben. Die Gleichheit der Phasenfolge in zwei verschiedenen Gebirgsgruppen erlaubt natürlich keinen Schluß auf Gleichaltrigkeit; die Reihenfolge: ältere Bewegung, Kristallisation, jüngere Bewegung wird im allgemeinen überall am leichtesten erkennbar bleiben, sofern nicht nur die ersten oder letzten beiden Stadien erkennbar sind.

Für das Stubalpengebiet ist nach Heritsch die Tektonik in der Hauptsache präkristallin: „der größte Teil der tektonischen Komplikationen ist der Gleinalpenkristallisation gegenüber vorkristallin.“ Die Rolle der zweiten Störungsphase ist eine untergeordnete. Der nächstfolgenden vorgosauischen Gebirgsbildung fällt nur mehr eine „manchmal bis zur Kataklase sich steigernde postkristalline Pressung vieler Gesteine“ und die Pressung des Wölkerkogelgranits zu.

Das steirische Gebiet wäre also früher zu relativer Ruhe gelangt als Westtirol, dessen kristalline Schiefer jedenfalls in der zweiten Störungsphase intensive und weitumschgreifende Durchbewegung erlitten haben und später noch von der kretazeischen und tertiären Gebirgsbildung stark betroffen wurden.

Für das Ausmaß der präkristallinen Bewegung in den Westtiroler Gesteinen liegen nur unzureichende Anhaltspunkte vor; es muß diesbezüglich bemerkt werden, daß Sander<sup>1)</sup> für den Nordteil der tirolischen Zentralalpen auf ein nicht stark durchbewegtes Areal in dieser Phase schließt.

Für die letzten Bewegungsphasen liegt aber immerhin im steirischen Gebiet eine Analogie zu den Schubbewegungen der Ötztaler vor in der Aufschiebung der Ameringserie auf die Obdacher Zone, eine Analogie, die sich auch auf die Bewegungsrichtung (OW) erstreckt.

Der Wölkerkogelgranit, dessen Empordringen und Einschlichtung in konkordanten Schichtverband Heritsch in einer dritten Phase angliedert, steht seiner Struktur nach eher den Granodioriten der Ötztaler Alpen nahe; er hat bei der Metamorphose eine teilweise Regelung des Gefüges erfahren und ist konkordant eingeschlichtet. Der Winnebachgranit, den man seines jüngeren Alters wegen geneigt wäre in Vergleich zu stellen,

<sup>1)</sup> Jahrbuch d. geol. St.-A. 1921, S. 175.

ist unabhängiger von der Gebirgsbildung und strukturell weniger verändert, nur von den jüngsten Rupturen betroffen.

Der Ameringkristallisation in Heritsch's zweiter Störungsphase entspreche im W die rückschreitende Metamorphose der Phyllitgneise und der Augengneise.

In Westtirol haben wir aber noch eine spätere Kristallisationsphase, welche höher metamorphe Gesteine schafft in der Albitisationsphase und der begleitenden Kristalloblastese der Gneise und Glimmerschiefer. Sie entspricht (wie in dem Innsbrucker Vortrag ausgeführt wurde) der Hauptphase der Tauernkristallisation. Die tonalitischen Intrusionen in den Ötztaler Alpen lassen sich ihr zuordnen. Als tektonische Vorgänge dieses Zeitraums wurden die Überschiebungen und Überfaltungen am Matscherkamm, Schneebergzug und Mühlbacher Tal (Speikbodendecke) aufgeführt. Die ganze Gruppe von Ereignissen erfolgt nach der zweiten Störungsphase und vor Ablagerung der Gosaukonglomerate, für die Tauern wird sie zwischen Jura und Gosau von Sander eingeordnet, die starke Metamorphose der Raibler Schichten in der Tribulaungsgruppe<sup>1)</sup> spricht für gleiches Alter in den Öztalern.

Für die westlichen Hohen Tauern ist nach Sander ebenfalls eine vorpermische Kristallisationsphase anzunehmen, in welcher Quarzphyllit und alte Gneise ihr kristallines Gepräge erhalten. Intrusivmassen (Orthogneise) gehören dem Komplex an. Gleichzeitig mit der Kristallisation und sie teilweise überdauernd erfolgt Durchbewegung. Anschließend an diese vorpermische Phase erfolgt das Aufdringen des Brixener Granits und eines älteren Teiles der Tauernzentralgneise. Dann folgt als zweite Kristallisations- und Bewegungsphase die Hauptphase der Tauernkristallisation, Granitintrusion und Tektonik, welche Sander zeitlich zwischen Jura und Gosau einreicht. Sie schafft das heute sichtbare Bild der Tektonik und Metamorphose durch Verfaltung und Verschiebung der in den früheren Perioden übereinandergeschobenen Bewegungshorizonte, durch Intrusion und Granitisation der tiefstliegenden Teile, höhere Metamorphose des tieferliegenden südlichen Teils und nachkristalline Deformation durch Überdauern der Bewegung in den granitferneren nördlichen Teilen.

Für die östlichen Tauern nimmt Winkler<sup>2)</sup> eine ältere Faltung und Intrusion an und eine seiner Meinung nach vermutlich in die kretazeisch bis tertiäre Gebirgsbildung einzuordnende Tauernkristallisation, verbunden mit tektonischen Bewegungen.

Für die Hohen Tauern ist also eine jüngere mesozoische Phase die entscheidende für ihr heutiges Bild gegenüber der schon im Paläozoikum in ihren Hauptzügen abgeschlossenen Entwicklung des Altkristallins in Westtirol und Stubalpe, wobei aber in Westtirol noch der Tauernkristallisation parallele Vorgänge nachfolgen.<sup>3)</sup> In den östlichsten Zentralalpen wäre also früher eine „kristalline Erstarrung“ eingetreten, die nur durch eine Bruchtektonik später noch gestört wird. In dem noch weiter westlich gelegenen Graubünden dauert nach der Darstellung Staub's

1) Sander im Jahresbericht der Geol. B. A. Verb. 1923, S. 21.

2) Verhandl. d. Geol. B. A., 1923.

3) Vielleicht ist die Intrusion des Wölkerkogelgranits noch ein Zeuge dieser Phase im Stubalpengebiet?

(und der Metamorphose der Bündner Schiefer) die kristalline Umformung und Beweglichkeit in noch jüngere Zeit herauf an.

Von einer anderen Grundlage — nämlich von der durch Gebirgsbildung gesteigerten Erosion und entsprechender Anhäufung von Sedimenten — ausgehend kommt Mohr<sup>1)</sup> auch zur Aufstellung von zwei Hauptzeiten der Regionalmetamorphose einer „präverrukanen“ und einer präeozänen. Eine noch ältere, präkarbone, ist kaum sicher von der vorpermischen zu trennen, da Gerölle von metamorphem sicherem Karbon im Verrucano bisher meines Wissens nicht nachgewiesen sind. Die Intrusion des Zentralgneises wird ersterer zeitlich gleichgestellt.

Eine bedeutend größere Zahl verschiedener Metamorphosen nimmt R. Staub<sup>2)</sup> für das Gebiet von Graubünden (mit Ausschluß des Aarmassivs) an. Wenn wir zunächst von den vier Zeiten mit Kontaktmetamorphose, welchen ebensoviele Intrusionsepochen entsprechen, absehen, verbleiben noch sieben verschiedenalterige Regionalmetamorphosen und vier Dislokationsmetamorphosen; die letzteren würden den Bewegungsphasen obiger Erörterung entsprechen, die Regionalmetamorphosen den Kristallisationsphasen. Schon bei den paläozoischen Metamorphosen, wo die von Staub angenommene zyklische Folge in seiner Liste verwirklicht wäre, ist es unerwiesen, ob hier ein Nacheinander und nicht ein Nebeneinander oder mindestens ein weitgehendes zeitliches Übergreifen vorliegt. Bei den jüngeren ist der Zyklus auch in der Liste nicht vorhanden. Daß die Dynamo- und Regionalmetamorphosen gutenteils gleichzeitig sind, geht schon aus Staub's Definition der beiden hervor, so daß z. B. die alpine Dislokationsmetamorphose die oberen Decken trifft, während sie gleichzeitig in den tieferen einer weitgehenden Regionalmetamorphose Platz macht entsprechend der tektonischen Überlastung.

Im großen heben sich auch aus Staub's Liste zwei Hauptepochen der Kristallisation heraus: eine vorpermische (siehe auch Heim, Geologie d. Schweiz, III. Bd.) — die Unterteilung in prä- und postkarbon ist hier gleich schwer nachzuweisen wie in den Ostalpen — und eine mesozoische, vielleicht bis ins Tertiär fortdauernde, welche aber nicht nur die Ophiolithe der Bündner Schiefer, sondern auch diese selbst betroffen hat, wobei wieder Dislokations- und regionale Tiefenmetamorphose zusammenfallen. Sie hat stellenweise ebenso hoch metamorphe Schiefer erzeugt wie die paläozoische.

Ob die Regionalmetamorphose in den Bündner Schiefen des Unterengadin noch bis ins Tertiär fortwährt, hängt vom Nachweis des tertiären Alters der hangenden Teile derselben ab, der bisher noch nicht einwandfrei erbracht ist. Die Umkristallisierung der basalen Kalkglimmerschiefer könnte auch dann schon im Mesozoikum erfolgt sein, falls eine später durch die Tektonik verwischte Transgressionsdiskordanz zwischen beiden besteht. Ist die Metamorphose tertiär, so kann sie sowohl infolge Anwachsens der Sedimente als durch Belastung mit Decken entstanden sein.

Nach meinem Schlußmaterial aus dem Unterengadin haben die grauen Bündner Schiefer nach ihrer Kristallisation hinsichtlich Kalzit und Quarz

1) Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges., 75 Bd. 1923, Monatsber., S. 114.

2) Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich, 65. Bd., 1920.

keine Deformation mehr erlitten. Die serizitisierten, graphitischen Ton-schieferhäutchen zeigen eine relikte Fältelung, stellenweise ist auch der Serizit verbogen. Auch die bunten Bündner Schiefer zeigen, wo sie kristallinisch sind (Fendelser Gebiet, Stubental), im allgemeinen keine postkristalline Deformation, nur die kristalline Umrundung mancher Breccienkomponenten zeigt manchmal eine leichte Verbiegung.

Das gleiche gilt für die Grünschiefer. Sie zeigen meist eine starke tektonische Durcharbeitung überdauernde Kristallisation mit quer und schräg gestellten Hornblendenadeln im feinschieferigen Grundgewebe oder augenartig erhaltenen Feldspat- oder Pyroxenkörnern. Sekundär gebildete feinfaserige Hornblende zwischen Pyroxenresten zeigt manchmal wellige Verbiegungen.

Allem Anscheine nach war also der tektonische Aufbau der Bündner Schiefer im Oberinntal schon in den Hauptzügen beendet vor Abschluß der kristallinen Umwandlung, wofür ja auch die Abhängigkeit im Grad der Metamorphose von der Tiefenlage in der Antiklinale spricht.

**Dr. Alexander Köhler:** Graphit in Orthogesteinen aus Niederösterreich.

#### Graphitdendriten in Granulit.

Das merkwürdige Vorkommen von diesen Gebilden im Granulit von Pöchlarn hat zuerst A. Sigmund<sup>1)</sup> beschrieben und daraus den Schluß gezogen, daß der Granulit sedimentären Ursprungs ist. Ich habe bereits auf Grund der Untersuchungen von P. H. Limbrock und von mir bei den geologischen Feldarbeiten in diesem Gebiete darauf hingewiesen, daß der Graphit immer dort im Granulit zu finden ist, wo er vermutlich Sedimente aufgenommen hat. Beobachtungen im letzten Sommer bestätigten diese Ansicht. Ich will hier zwei neue Funde solcher Dendriten aus dem Randgebiete des Granulitmassivs mitteilen.

Am Ostausgange des kleinen Ortes Sarling (zwischen den Stationen Säusenstein und Ybbs-Kemmelbach der Westbahn) ist ein aufgelassener Steinbruch, noch im Granulit gelegen, doch an seinem Rande. Es sind recht variable Typen, die hier aufgeschlossen sind, einerseits ein quarzreicher, sehr feinkörniger Granulit, der wie ein Quarzit aussieht, darin größere und kleinere Lagen von kontakt- und injektionsmetamorphen Paragesteinen, ganz ähnlich den granulithornfelsartigen Gesteinen, wie sie an verschiedenen Stellen beobachtet werden konnten, anderseits sieht man ein deutlich geädertes, glimmerreiches Gestein, das einem injizierten, z. T. assimilierten Schiefergneis entspricht. In der quarzitisch aussehenden Granulitmasse sind an einer Stelle mehrere Zentimeter große schwarze, moosförmige Gebilde, die sich scharf abheben von ihrem hellen Untergrunde. Das ähnliche Aussehen mit den von Sigmund beschriebenen Dendriten ließ sofort das gleiche vermuten, nur ist das Muttergestein etwas anders zusammengesetzt.

<sup>1)</sup> A. Sigmund: Graphit im Granulit von Pöchlarn, Tscherm. min. petr. Mit. Bd. XXIII. S. 406—409, ferner: Die Minerale Niederösterreichs, Wien und Leipzig, Verlag F. Deuticke, 1909, S. 13.

<sup>2)</sup> A. Köhler: Mineralogisches aus dem niederösterreichischen Waldviertel; Ebenda, Bd. XXXVI. S. 157—163.