

**Dr. Albrecht von Krafft:** Das Alter des Granites der Cima d'Asta.

Die Kenntniss des Granites der Cima d'Asta ist in neuerer Zeit wesentlich gefördert worden. Im Jahre 1890 beobachtete Herr Prof. Rothpletz<sup>1)</sup> auf dem linken Ufer des Torrente Maso, dass der Granit gangförmige Apophysen in den umgebenden Schiefer entsendet und denselben zugleich im Contact umgewandelt hat, womit die schon von Leopold von Buch, später von Dölter und Mojsovics vertretene Ansicht einer eruptiven Natur des Astagranites bestätigt wurde.

Schon im nächsten Jahre 1891 hat Herr Dr. Salomon<sup>2)</sup> diese Beobachtungen weiter verfolgt, an acht verschiedenen Punkten der Peripherie des Granites typische Contactgesteine nachgewiesen und gezeigt, dass die Eruptivmasse ringsum von einer Contactzone begleitet wird.

Salomon erwarb sich ausserdem grosse Verdienste um die mikroskopische Untersuchung der Contactgesteine des Astagebietes, indem er in denselben Minerale nachwies, „welche dem umgebenden Grundgebirge gänzlich fehlen (Andalusit, Cordierit, Spinell) oder doch nicht in gleicher Menge und Art der Ausbildung auftreten (Biotit)“. Apophysen, die der Granit in die Schiefer entsendet, beobachtete der genannte Autor an mehreren Punkten und schliesslich gelang es ihm auch, Einschlüsse von Schiefer im Granit zu entdecken. Den Granit selbst hält Salomon für einen unter mächtigen Sedimenten erstarrten, cretacischen oder alttertiären Lakkolithen.

Von der löbl. Direction der k. k. geologischen Reichsanstalt mit der Neuaufnahme des Blattes Borgo—Primiero betraut, fand ich im Herbst 1897 Gelegenheit, den Astagranit zu untersuchen. Die auf das Vorkommen von Contactgesteinen, Granitapophysen und Schiefereinschlüsse im Granit sich beziehenden Beobachtungen Salomon's konnte ich vollauf bestätigen, seine Vermuthung über das Alter des Granites dagegen hat sich als nicht stichhaltig erwiesen.

Andalusit und Biotit führenden, metamorphen Gesteinen (Hornfels-Quarzlagen-Astite und Hornfels-Astite nach Salomon) begegnete ich an mehreren Punkten der Granitgrenze, u. a. auf dem Ostgrat des 2200 m hohen Scroz, nördlich der Mga. Cavallara und im oberen Val Vendrame, einem rechten Seitenthal des Val Grigno, wo dieselben mit weissen, unveränderten Quarziten wechsellagern. Auf dem linken Gehänge des obersten Val Vendrame, nahe einer mit der Côte 2314 m bezeichneten Scharte, kommen ferner Gesteine vor, welche den durch Herrn Dr. Pelikan beschriebenen<sup>3)</sup> Cordierit-Glimmer-Hornfelsen des Mt. Doja nicht unähnlich sind. Sie gleichen den letzteren vollständig in der Farbe, lassen jedoch mit freiem Auge keine Einsprenglinge erkennen.

<sup>1)</sup> „Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen“ pag. 175.

<sup>2)</sup> „Ueber Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen, granitisch-körnigen Massen.“ Tschermak's Min. u. petrogr. Mittheilungen, XVII. Bd., 2.—3. Heft, Ref. in den Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1897, pag. 332.

<sup>3)</sup> Tschermak's Min. petrogr. Mittheilungen, XII. Band.

Häufig beobachtete ich in den Phylliten Apophysen von Granit oder Aplit. Die quarzitischen Schiefer nördlich der Forcella della Cavallara sind mit Granit förmlich durchdrungen, so dass bald das eine, bald das andere Gestein zu Tage tritt und die kartographische Abgrenzung beider Gebirgsglieder mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Zum Theil haben die Phyllite eine intensive Fältelung erlitten, welche jedoch den Verlauf der Apophysen nicht beeinflusst. Diese letzteren durchschneiden vielmehr in annähernd gerader Richtung das enggefältelte Nebengestein. Die Fältelung ist also älter als die Intrusion des Granites. Mit der Gebirgsbildung steht sie offenbar in keinem Zusammenhang, ist vielmehr wohl das Resultat innerer Gleitung in Folge der Eigenschwere. Dies wird durch den Umstand wahrscheinlich gemacht, dass im oberen Val Vendrame gefältelte Schiefer mit ca. 1—2 *m* mächtigen, flach nördlich einfallenden Quarzitbänken wechsellagern, an denen Faltungserscheinungen nicht erkennbar sind.

Einschlüsse von Schiefertrümmern im Granit wurden nicht selten beobachtet. Sie sind als solche leicht erkennbar und können mit den putzenförmigen Concretionen des Granites nicht verwechselt werden. Salomon hat einen solchen Einschluss mikroskopisch untersucht und als Hornfels-Cordierit-Gneiss bestimmt (l. c. pag. 208).

Die von mir gefundenen Schiefereinschlüsse lassen die Schieferung noch deutlich erkennen und zeigen im Durchschnitt leistenförmige Gestalt; der grösste von mir gefundene Einschluss ist 10 *cm* lang. Ganz anders repräsentiren sich die Concretionen des Granites. Sie sind kugelförmig, erscheinen daher im frischen Bruch als runde, dunkelgraue Flecken im weissen Granit. Diese Putzen verwittern rascher als das sie umschliessende Gestein und auf diese Weise entstehen tassenförmige Vertiefungen <sup>1)</sup>, in welchen oft noch ein Rest der früher vorhandenen dunklen Einschlüsse zu beobachten ist. Auf dem südwestlichen Abhang des Cimon Rava begegnete ich solchen tassenförmigen Vertiefungen in reihenförmiger Anordnung, und zwar mehrere derartige Reihen in radialer Stellung zu einander.

Aus den Untersuchungen von Rothpletz und Salomon, sowie meinen eigenen Beobachtungen geht so viel mit Bestimmtheit hervor, dass der Granit der Cima d'Asta jünger ist als seine Schieferhülle. Hievon abgesehen lagen bisher sichere Anhaltspunkte für eine Altersbestimmung des Granites nicht vor.

Da die früheren Anschauungen über das Alter der Astamasse aus der Zusammenstellung bei Salomon auf pag. 194 ff. zu entnehmen sind, soll hier nicht näher auf dieselben eingegangen werden. Doch sei ergänzend daran erinnert, dass Brögger auf pag. 162 seines Werkes: „Ueber die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine von Predazzo“ den Granit der Cima d'Asta in die Trias stellt und ihm für gleichalterig hält mit den Granititen von Predazzo, welche letztere in der Eruptionsfolge dieses Gebietes das

<sup>1)</sup> Penck schlägt für derartige Löcher den Namen „Tafoni“ vor. Morphologie I, pag. 241.

Endglied einer aus basischen, durch mittelsaure zu sauren Felsarten übergehenden Gesteinsreihe darstellen. Dass der Granit der Cima d'Asta dieser triadischen Eruptionsperiode nicht angehört, wird sich aus dem Folgenden ergeben.

Suess nahm an, der Granit sei carbonischen Alters, Mojsisovics stellt ihn ins Perm, Brögger rechnet ihn, wie erwähnt, zur Trias, Salomon vermuthet, er sei cretacisch oder gar alttertiär. In der citirten Publication stellt der letztgenannte Autor folgende Hypothese auf: Die periadriatischen, granitisch-körnigen Massen bilden eine syngenetische, d. h. gleichzeitige und gleichartige Gruppe. Sie lassen sich scheiden: 1. in einen Randbogen, welchem Adamello, Iffinger, Rieserfernergruppe, die Gänge des Iselthales, die Polinikgänge, die granitischen Gesteine von Eisenkappel und Schwarzenbach und die Gänge von Praevali angehören, und 2. in die centralen Massen des periadriatischen Senkungsgebietes, unter welche neben dem Diorit von Klausen und den Eruptivgesteinen von Predazzo auch die Astamasse fällt.

Diese sämtlichen granitisch-körnigen Massen verdanken ihre Entstehung einer intensiven Senkung des grossen periadriatischen Bruchfeldes, in oder an dem sie gelegen sind. Das Alter der Randbogenmassen bestimmt Salomon nach dem am günstigsten aufgeschlossenen Glied, den durch oberen Jura setzenden Gängen von Praevali, als cretacisch oder alttertiär, und überträgt diese Altersbestimmung auch auf die centralen Massen, also auch auf den Granit der Cima d'Asta.

Wie schon erwähnt, deckt sich diese Anschauung nicht mit den thatsächlichen Verhältnissen. Es soll im Folgenden gezeigt werden, dass der Astagranit kein junges Eruptivgestein ist, dass vielmehr die älteren Annahmen eines palaeozoischen Alters das Richtige getroffen haben.

Der Verrucano des Val Sugana führt nach übereinstimmenden Angaben der bisherigen Beobachter keine Granitgerölle. Dennoch gibt er das Mittel zur Altersbestimmung des Astagranites an die Hand; man findet in ihm neben Quarz-, Phyllit- und Porphyrgeröllen auch Fragmente von metamorphen Schieferen, welche mikroskopisch vollkommen übereinstimmen mit den Biotit- und Andalusitführenden Gesteinen aus dem Contacthof des Granites.

Entlang dem Westfuss des Lefre zieht sich, vom Trt. Chiepinia über Strigno herab nach Agnedo im Val Sugana, ein breiter Streifen von Verrucano.

Diese Ablagerungen sind gut aufgeschlossen in einem Hohlweg, der von Agnedo zu dem malerisch auf einer Anhöhe gelegenen Castel Ivano hinaufführt. Eine Serie OW-streichender und nach N einfallender Sandsteine, lockerer Sandbänke, grünlicher und röthlicher Letten bildet das Liegende; darauf ruhen mächtige rothe Conglomerate. Ehe man zur Höhe gelangt, wird rechts oben ein Weinberg sichtbar, der auf diesen Conglomeraten angebaut ist; auf der Höhe selbst folgt ein kleines Vorkommen grünen Porphyrs über den Conglomeratmassen. Nach der Lagerung und der petrographischen Be-

schaffenheit müssen diese sämtlichen Bildungen im Liegenden des Porphyrs für Verrucano angesprochen werden.

Eine Untersuchung der Conglomerate in dem erwähnten Weinberg führte nun zur Auffindung von harten, bläulich gefärbten Gesteinen, die schon makroskopisch an die Hornfelse der Schieferhülle des Astagranites erinnern.

Es ist gänzlich ausgeschlossen, dass diese Contactgesteine Beimengungen glacialen Ursprungs darstellen, denn sie wurden nicht oberflächlich aufgelesen, sondern aus dem zersetzten Anstehenden herausgegraben. Ueberdies fehlen Kalkgerölle in dem erwähnten Weinberg. Es wäre aber nicht einzusehen, weshalb zwar die Gesteine der Schieferhülle, nicht aber die in der ganzen Umgebung massenhaft vorkommenden Kalke zum Castel Ivano verschleppt sein sollten.

Die metamorphen Schiefer des Verrucano habe ich mikroskopisch untersucht und als Biotit-Andalusithornfelse (Hornfels-Astite nach Salomon) bestimmt. Ich erfreute mich hierbei der gütigen Anleitung und Hilfe des Herrn Dr. A. Pelikan, der mich hiedurch zu wärmstem Dank verpflichtet hat.

Die Hornfels-Astite des Verrucano bestehen wesentlich aus Biotit und Andalusit, accessorisch findet sich Quarz, Muscovit, Apatit und Chlorit. Als Andalusit wurden länglich-rechteckige Schnitte eines farblos-durchsichtigen Minerals bestimmt, dessen Brechungsexponent den des Canadabalsams merklich übertrifft. Die Doppelbrechung ist schwach, die Interferenzfarben niedrig (grau I. Ordnung bis sirohgelb). Der Charakter der Doppelbrechung ist negativ, denn in allen Schnitten liegt die Elasticitätsaxe  $\alpha$  in der Längsrichtung der Krystalle. Gerade Auslöschung ist die Regel; schiefe Auslöschung ist nur ausnahmsweise zu constatiren. Scharfe Spaltbarkeit des Minerals nach dem Prisma. Als Einschlüsse führt der Andalusit reichlich Biotitblättchen und Erze. Einer der Schlitze enthält grellweisse Durchschnitte eines optisch einaxigen Minerals von starker Lichtbrechung und schwacher, bis auf 0 herabsinkender, negativer Doppelbrechung; dasselbe dürfte als Apatit anzusprechen sein.

Dünne Blättchen eines sehr schwach licht- und doppelbrechenden Minerals sind wohl Chlorit.

Die Schlitze der Andalusit führenden Gerölle des Verrucano wurden verglichen mit Schlitzen aus Gesteinen, die ich in nächster Nachbarschaft des Granites im Oberen Val Vendrame aufgesammelt habe. Letztere gaben sich ebenfalls als andalusit- und biotitreiche Gesteine zu erkennen, so dass an der Gleichartigkeit der beiden Vorkommnisse nicht zu zweifeln ist: die Biotit-Andalusithornfelse des Verrucano stammen also offenbar aus der Contactzone des Astagranites.

Aus diesen Untersuchungen folgt mit aller Bestimmtheit, dass zur Zeit der Bildung des Verrucano die contactmetamorphen Gesteine der Schieferhülle des Astagranites und folglich auch der die Contactmetamorphose bewirkende Granit bereits vorhanden gewesen sind.

Da man aus dem Verrucano keine Granitgerölle, wohl aber Contactgesteine kennt, muss angenommen werden, dass zur Zeit der Bildung des Verrucano zwar die Contactzone des Granites, nicht aber der Granit selbst blossgelegt war; dies steht mit der Anschauung Salomon's, der Granit sei als Intrusivmasse unterirdisch erstarrt, im besten Einklang.

Der Astagranit ist also jünger als das Schiefergebirge im Norden der Val Suganalinie und älter als der Verrucano des Val Sugana, d. h. vorpermischen Alters.

Eine genauere Fixirung des Alters dieses Eruptivgesteins ist derzeit nicht möglich. Hiefür wäre nur dann ein Mittel vorhanden, wenn sich die Phyllite als palaeozoisch erweisen liessen. Da jedoch Salomon die mikroskopische Uebereinstimmung der krystallinischen Schiefergesteine des Astagebietes mit den sicher vopalaeozoischen Schiefergesteinen der karnischen Alpen dargethan hat, ist an dem archaischen Alter der ersteren wohl kaum zu zweifeln.

Es sei mir gestattet, einige Bemerkungen über die Lagerungsform des Granites beizufügen. Salomon schreibt auf pag. 210 l. c. Folgendes: „ die Schiefer fallen auf der ganzen Südseite der Granitmasse unter den Granit ein und dienen ihm, wie bei Canale S. Bovo direct ersichtlich ist, als Basis. Auf der Nordseite aber liegen die Schiefer auf dem Granit (Caoria) und fallen im Sinne der Grenzfläche nach aussen. Da nun auch die Haupterstreckung der Granitmasse mit dem Streichen der Schiefer zusammenfällt, so ist es ungemein wahrscheinlich, dass der Cima d'Astagranit einen echten, wenn auch vielleicht im einzelnen unregelmässigen Lakkolithen darstellt, der sich allerdings nicht mehr wie die amerikanischen Lakkolithen in horizontaler Stellung befindet.“

Hiezu ist vor Allem zu bemerken, dass die Voraussetzungen, von denen Salomon ausgeht, den Thatsachen nicht vollkommen entsprechen. Nicht auf der ganzen Südseite des Granites fallen die Schiefer unter die Eruptivmasse ein. Auf dem Ostgrat des Scroz, dort, wo die Südgrenze des Granites knieförmig umbiegend, von S nach N zu streichen beginnt, habe ich metamorphe Schiefer auf dem Granit liegend und von diesem weg unter ca. 30° nach Osten einfallend beobachtet und es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Lagerung das ganze N--S verlaufende Stück der südlichen Granitgrenze zwischen Scroz und Col del Croce charakterisirt. Ein nördliches, gegen den Granit gerichtetes Einfallen der Schiefer ist nur auf den der Val Suganalinie parallelen Strecken der südlichen Granitgrenze wahrnehmbar. Diese Thatsache ist sicherlich von Bedeutung.

Wenn ferner Salomon, auf Mojsisovics' Karte gestützt, hervorhebt, die Haupterstreckung des Granites liege im Streichen der Schiefer, so ist dem entgegen zu halten, dass auf dieser Karte die Ausdehnung der Granitmasse nicht vollständig richtig wiedergegeben ist, wenigstens was ihre nördliche Grenze anlangt. Diese ist auf der Strecke zwischen Val Campelle und Val Grigno um beinahe 2 km zu weit nördlich eingetragen. Im Meridian des Cimon

Rava gemessen, beträgt die Breite des Granitzuges nur  $5\frac{1}{3}$  km in der Luftlinie, nicht 7 km, wie die genannte Karte angibt. Die Nordgrenze verläuft über den Bergrücken im S des Val Vendrame, biegt dann rein nördlich ab und nimmt erst bedeutend weiter im Norden die frühere ostwestliche Richtung wieder auf. Es zeigt sich also, dass der Parallelismus zwischen Schiefer und Granit durch ein zweimaliges, hakenförmiges Umbiegen des letzteren erheblich gestört wird.

Was aber die Schlussfolgerungen Salomon's betrifft, so scheinen mir dieselben nicht zwingender Natur zu sein. Aus dem Einfallen der Schiefer unter den Granit kann meines Erachtens nicht unmittelbar geschlossen werden, dass sie dessen Basis bilden. Dieses Einfallen mag bis in grössere Tiefen anhalten, es liegt aber kein Grund vor, anzunehmen, dass die Schiefer unter dem Granit vollkommen durchsetzen. Letzteres erscheint mir überdies deswegen zweifelhaft, weil der Neigungswinkel der Schiefer ein sehr beträchtlicher ist (Trt. Maso  $45^\circ$ , Bachrunse bei Canale S. Bovo<sup>1)</sup> nach Salomon's Messung  $40-50^\circ$ ).

Das steile Einfallen der Schiefer unter den Granit kann auch die Folge einer Ueberkipfung sein; die Thatsache, dass im Trt. Maso und in der Bachrunse bei Canale S. Bovo Schiefer und Granit in Primärcontact stehen, ändert daran nichts.

Es ist hier noch Folgendes zu bedenken: Bei den bedeutenden tektonischen Umwälzungen, welche an der Südgrenze des Granit-schiefer-Gebietes stattgefunden haben, ist es sehr wahrscheinlich, dass die hart an der Val Suganalinie gelegenen, weichen Schiefermassen Störungen erfahren haben. Zur Erklärung ihrer thatsächlich vorhandenen, abnormen Lagerung müssen daher in erster Linie diese tektonischen Vorgänge herangezogen werden, und zwar ist man hiezu umso mehr berechtigt, als, wie erwähnt, nur auf den der Val Suganalinie parallelen Strecken der Granitgrenze ein Einfallen der Schiefer unter den Granit sich beobachten lässt.

Ein endgiltiges Urtheil über die Lagerungsform des Astagranites wird erst nach eingehendem Studium dieses Gebietes gefällt werden können.

### Literatur-Notizen.

**Prof. Dr. Franz Toula.** Ein neuer Fundort von sarmatischen Delphin-Resten im Stadtgebiete von Wien. (Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch f. Mineralogie etc. Jahrg. 1898, Bd. I, S. 64—66.)

Bei den Regulierungsarbeiten im Wienthale wurde bei der Kaiser Josefsbrücke, unmittelbar an der alten Wiener Stadtgrenze, ein Tegel angetroffen, der sich nach den gefundenen Fossilien als sarmatisch kennzeichnet. Ausser einigen Conchylienresten (darunter: *Bulla Lajonkaireana* Bast., *Cardium* sp., *Tapes gre-garia* Partsch) und Foraminiferen (vorwiegend *Nonionina granosa* Orb., selten *Polystomella aculeata* Orb.) in einer der oberen Tegelschicht eingebetteten Sandlage mit Braunkohlenstücken fanden sich unterhalb dieser Einlagerung Knochenreste von *Champsodelphis*, ähnlich *Ch. Karreri* Brand. Der Liegendtegel hat auch Conchylienreste (darunter *Bulla*) geliefert. (Dreger.)

<sup>1)</sup> l. c. pag. 199.