

XXIX. Neue Beobachtungen aus den Gebieten der Cima d'Asta und des Monte Adamello.

Von Dr. Wilhelm Salomon in München.

Vier grössere Eruptivstöcke sind uns im östlichen Südtirol bekannt: die Dioritmasse von Klausen, die aus mannigfaltigen Eruptivgesteinen zusammengesetzten Stöcke von Predazzo und Monzoni und das im Wesentlichen granitische Massiv der Cima d'Asta. Die eruptive Natur dieser Gebilde erkannte man schon früh, und bei den drei erstgenannten Stöcken wurden auch bald sehr interessante Contactmetamorphosen der umgebenden Sedimente beobachtet. Nur bei der grössten und gewaltigsten der vier Eruptivmassen, dem Cima d'Asta-Granit, waren ähnliche Erscheinungen niemals bemerkt worden. Es war dies um so auffälliger, als ja die eruptive Natur des Gesteines keinem Zweifel unterlag. — Das Verdienst der ersten Entdeckung contactmetamorpher Gesteine, und zwar unmittelbar neben dem Granit, gebührt Herrn Dr. Rothpletz, der im Herbst 1890 bei einer Begehung des von Suess¹⁾ beschriebenen Profiles auf dem linken Ufer des Torrente Maso, in der Nähe des Granites, Gesteine vom Habitus contactmetamorphisch umgewandelter Phyllite fand. Er hatte die Freundlichkeit, mir diese zur mikroskopischen Untersuchung zu übergeben und mir auch die weitere Verfolgung seiner Entdeckung zu überlassen. Ich verwendete daher einen Theil des Sommers 1891 auf die Untersuchung der Grenzgebiete des Astastockes und theile im folgenden die wichtigsten Resultate meiner Arbeiten mit, wobei ich mir indessen ausführlichere Publicationen über den Gegenstand vorbehalte.

An 8 verschiedenen Punkten der Peripherie des Granitstockes beobachtete ich typische Contactgesteine, und zwar 1. auf dem rechten Ufer des Torrente Maso als Einschluss im Granit, 2. auf dem linken Ufer des Torrente Maso oberhalb Scurelle, 3. bei Bienno, 4. in einer mächtigen, vom Granit umschlossenen Scholle

¹⁾ E. Suess, Ueber die Aequivalente des Rothliegenden in den Südalpen. Taf. I, Fig. 1 in Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. LVII, I. Abth., 1868, Wien.

westnordwestlich von Malga Orenna ¹⁾, 5. in der schmalen Schieferzone, welche östlich von Malga Orenna den Granit begleitet ¹⁾, 6. bei Canale San Bovo, 7. bei Cauria, 8. im mittleren Val Calamento. Aus der Lage dieser rings um den Granitstock zerstreut gelegenen Punkte geht hervor, dass die Eruptivmasse ringsum von einer Contactzone begleitet wird. Die Gesteine derselben sind charakterisirt durch das Auftreten von Mineralen, welche in dem umgebenden Grundgebirge gänzlich fehlen (Andalusit, Cordierit, Spinell) oder doch nicht in gleicher Menge und Art der Ausbildung auftreten (Biotit). Sie zeigen vielfach die eigenthümlichen, für Contactgesteine charakteristischen ²⁾ Contactstructuren und stimmen im Habitus mit den aus der Schiefercontactzone des Adamellogebietes bekannt gewordenen metamorphen Gesteinen zum Theil ganz auffällig überein. Die mit dem Granit in Contact tretenden und metamorphosirten Gesteine gehören der Quarz- und Gneissphyllitgruppe Stache's an. Die in der Gegend der Malga Orenna bis in grosse Nähe des Granites verfolgbaren, aber durch gewaltige Verwerfungen von ihm getrennten, mesozoischen Sedimente sind vollständig unverändert. Die Mächtigkeit der Contactzone ist eine sehr verschiedene je nach dem petrographischen Charakter der den umwandelnden Processen unterworfenen Gesteine. Quarzite ohne wesentliche Merkmale einer Metamorphose trifft man selbst in grosser Nähe des Granites an. Umgekehrt aber treten cordierit- und andalusitreiche Contactgesteine zum Theil in Entfernungen von mehreren hundert Metern von der Grenze auf. Der Granit entsendet in die ihn umgebenden Schiefer breitere und schmalere Apophysen (Canale San Bovo, mittleres Val Calamento beim Val di Pupille, Torrente Maso). Die Contactfläche zwischen ihm und den Schiefen ist unregelmässig gestaltet. Schiefer und Granit haben sich im allgemeinen gegenüber den grossen tektonischen Störungen, welche das Gebiet betrafen, wie eine einheitliche Masse verhalten. — Kein Anzeichen spricht dafür, dass der Quarzporphyr der Lagorai-Berge als eine Effusivfacies des Granites anzusehen sei, da auch im mittleren Val Calamento, wo beide dicht nebeneinander beobachtet werden können,

¹⁾ Die hier gesammelten Stücke verdanke ich den Herren E. Böse und H. Finkelstein.

²⁾ Vergl. Salomon, Ueber einige Einschlüsse metamorpher Gesteine im Tonalit. 1891, Beilageband VII des Neues Jahrb. f. Min. etc., pag. 482—483.

petrographisch vermittelnde Uebergangsglieder vollständig fehlen. Wahrscheinlich erstarrte der Astagranit, ebenso wie der Tonalit des Monte Adamello unterirdisch unter einer dicken Kruste älterer Sedimente und wurde erst spät durch Denudation und Erosion davon befreit.

Auch in der **Adamellogruppe** habe ich eine Reihe neuer Beobachtungen gemacht, die mir allgemeines Interesse zu verdienen scheinen, und die deshalb, obwohl sie gleichfalls noch Gegenstand ausführlicherer Publicationen sein werden, an dieser Stelle vorläufig mitgetheilt werden mögen. — In dem nordöstlichen, in der Cima Presanella culminirenden Abschnitt des Adamellogebirges beobachtete Lepsius¹⁾ rings um den Tonalit eine Zone von grobkörnigem, stellenweise Hornblendkrystalle führendem Gneiss. Er glaubte zu beobachten, dass derselbe an dem Tonalit scharf abschneide und demgemäss als ein Glied der Formation der krystallinen Schiefer aufzufassen sei. Nach ihm untersuchte Stache²⁾ dieselbe Gneisszone und drückte seine Resultate wie folgt aus: „Der nordöstliche Abschnitt (nämlich des Adamellogebirges), im wesentlichen das Presanellagebirge, zeigt vom Val Seria (westlich des Tonale) im Norden bis südwärts vom Val di Genova eine einerseits in den eigentlichen Tonalit, andererseits in die phyllitischen Gneisse Uebergänge zeigende Umhüllungszone eines durch Hornblendkrystalle charakterisirten Gneisses, den man am besten als Tonalitgneiss bezeichnet. Hierdurch ist die enge Verbindung des Tonalitstockes mit der umgebenden krystallinischen Gneiss- und Schieferformation gegeben und das hochprimäre Alter desselben festgestellt.“ Diese Anschauung gab er in dessen auf Grund neuerer Beobachtungen wieder auf und sagte in seiner letzten hierauf bezüglichen Publication³⁾: „Welches Bildungsalter und welche Bildungsweise dem Tonalit der nördlichen Presanellamasse mit ihrer rindenartigen Tonalitgneissdecke und dem Granit des centralen Adamello zugeschrieben werden muss, darüber will ich mich hier noch nicht äussern.“

¹⁾ Das westliche Südtirol. Berlin 1878, pag. 28, 192—194, 196 u. a. a. O.

²⁾ Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1879, pag. 303.

³⁾ Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1880, pag. 255. — Auf die interessanten Beobachtungen Teller's (Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1886, pag. 717—721) werde ich später noch zurückführen.

Um nun diese Fragen zu lösen, besuchte ich im Herbst 1891 eine Reihe von Punkten der erwähnten Tonalitgneisszone und kam dabei ebenso wie *Stache* zu der Ueberzeugung, dass sich eine scharfe Grenze zwischen Tonalitgneiss und Tonalit nicht ziehen lässt, dass sie vielmehr beide ganz allmählich in einander übergehen. Andererseits aber machte ich im Val Narcane und auf der Ostseite des Passo Tonale die Beobachtung, dass der Tonalitgneiss nach aussen von einer typisch entwickelten Zone von Contactgesteinen in derselben Entwicklung wie an dem 18 Kilometer in der Luftlinie westlich entfernt gelegenen Monte Avioło¹⁾ begrenzt wird und stellenweise (Val Narcane) sogar Gänge in die Contactzone entsendet. Ich kann mich daher nicht den Anschauungen der genannten Forscher anschliessen, sondern glaube, dass der Tonalitgneiss nur eine flaserig struirte Modification des Tonalites, also eruptiver Natur und von gleichem Alter wie die übrige Tonalitmasse ist. Es war nun von vorneherein klar, dass man die Ursache, welche jene vielfach so deutlich ausgesprochene Parallelstructur hervorrief, nur in zwei Phänomenen suchen konnte. Entweder nämlich mussten die jetzt parallel angeordneten Gemengtheile des Tonalites schon bei der Erstarrung ihre jetzige räumliche Lage erhalten haben, oder sie erhielten dieselbe erst nach vollendeter Krystallisation, und zwar durch dynamische Vorgänge. Im ersteren Falle hätten wir es mit einer infolge ihrer peripherischen Lage absonderlich erstarrten Gesteinsmodification zu thun. Im anderen Falle würden wir die gneissartige Structur des Tonalites als ein Product der Dynamometamorphose auffassen müssen. Um diese Frage zu entscheiden, untersuchte ich eine grössere Anzahl von „Tonalitgneiss-“ Stücken, die ich an verschiedenen Punkten gesammelt hatte, auch mikroskopisch. Hierbei zeigte es sich, dass, während im normalen Tonalit Druckerscheinungen zwar nicht gerade selten, aber doch im allgemeinen auch nicht sehr häufig auftreten, hier kaum ein Mineralindividuum zu finden ist, welches nicht in optischen Spannungen, in Biegung, Zerbrechung und mehr oder weniger vollständiger Zertrümmerung und Zermalmung jene Wirkungen des Gebirgsdruckes erkennen lässt, welche man gewöhnlich unter dem Namen „Kataklyse“ zusammenfasst. Ich glaube daher zu der Annahme berechtigt zu sein, dass die Parallelstructur der gneissartigen Modification des Tonalites

¹⁾ Vergl. *Salomon*, Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1890. Geolog. u. petrograph. Studien am Monte Avioło.

als ein Product der Dynamometamorphose, der „Tonalitgneiss“ selbst als eine dynamometamorphe Modification des Tonalites aufzufassen ist. Diese Anschauung erhält eine weitere Bestätigung durch die Thatsache, dass das Auftreten des „Tonalitgneisses“, den man nun wohl besser als „gneissartigen Tonalit“ bezeichnen wird, an die Nähe grosser tektonischer Störungslinien des Gebirges geknüpft ist. Denn unmittelbar neben dem südwestlich-nordöstlich verlaufenden Theil der gneissartigen Zone geht die bekannte Judicarienbruchlinie entlang. Im Süden aber, wo die Tonalitgrenze weiter nach Westen zurücktritt, sich also von jener colossalen Verwerfung entfernt, da nimmt auch der Tonalit, selbst in der Nähe der Grenze, wieder seine normale Structur an. Ebenso finden wir auf der Nordseite des Preanellagebirges in unmittelbarer Nähe unserer gneissartigen Zone eine wichtige tectonische Linie, welcher zwischen Dimaro im Val di Sole und Colico am Comersee eine grosse Reihe von tiefen Einsenkungen, nämlich Val di Sole, Val Vermiglio, Passo Tonale, obere Val Camonica, Val d'Aprica und unteres Veltlin ganz deutlich folgen. Ich überzeuge mich davon, dass bei Ponte di Legno (in der Val Camonica) das hochkrystalline, wesentlich aus Gneissen und Glimmerschiefern bestehende nördliche Gebirge an dieser Linie abschneidet und dem südlich davon im Val Narcaene auftretenden Phyllitgebirge Platz macht. Weiter im Westen, wo der Tonalitgneiss verschwindet, tritt einerseits die Tonalitgrenze mehr nach Süden zurück, andererseits beobachtet man (z. B. oberhalb Edolo) ganz deutlich, dass das südliche Phyllitgebirge in gleicher Ausbildung und Schichtstellung den Oglio überschreitet. Entweder also stimmt hier der Verlauf der Verwerfung nicht genau mit dem der orographischen Einsenkung überein, was ja auch bei der Judicarienlinie im Meledriothal¹⁾ und bei Bondo²⁾ vorkommt; oder es muss die Sprunghöhe der Verwerfung an dieser Stelle auf ein sehr unbedeutendes Maass reducirt sein. Auch hierfür sind Beispiele bekannt³⁾; und für diese Auffassung scheint auch die auffallende Knickung der Richtung des Hauptthales zwischen Edolo und Incudine zu sprechen. Wir finden also auch auf der Nordseite des Adamellogebirges, dass der Tonalit seine ursprüng-

¹⁾ Lepsius, l. c. pag. 192.

²⁾ Bittner, Ueber die geolog. Aufnahmen in Judicarien u. Val Sabbia. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1881, pag. 232 und 368.

³⁾ E. Suess, Das Antlitz der Erde. 1885, Bd. I, pag. 170.

liche Structur nur dort verloren hat, wo jene Störungslinie in der Nähe des Eruptivgesteines verläuft.

Aus dem Angeführten geht hervor, dass das Auftreten der dynamometamorphen, gneissartigen Modification des Tonalites an die Nähe von Linien geknüpft ist, längs welcher gewaltige Bewegungen des Gebirges stattgefunden haben, und in deren Nachbarschaft die bewegten Gesteinsmassen naturgemäss auch ungeheuren Pressungen ausgesetzt waren.

Ich habe jetzt noch über eine Reihe von Beobachtungen zu berichten, welche sich auf die Ausdehnung, Gestalt und Natur der Contactzone des Tonalites beziehen, muss aber vorher noch ganz kurz den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über diesen Gegenstand darstellen. Nachdem die Contactmetamorphose der permischen und triassischen Schichten am Südrande des Adamellostockes durch Trinker, Escher v. d. Linth und namentlich Lepsius bekannt geworden war, untersuchte Stache¹⁾ die Grenzgebiete des Tonalites und entdeckte dabei auf der ganzen Westseite des Gebirges eine bis dahin unbekannt gebliebene, sehr merkwürdige „Randzone, bestehend aus eigenthümlichen feingebänderten Schiefen, Lagen von krystallinischen, Granat führenden Kalksteinen und lagerförmigen Massen von dioritischen Gesteinen“. Er nahm an, dass diese Bildungen „zum grössten Theil den unteren Servinoschichten von Paspardo äquivalent“ wären, hielt sie aber für eine besondere „epi-krystallinische, oder auch subvulcanische Facies, die unter dem anormalen Verhältnis eines wiederholten Wechsels mit dioritischen Decken grösstentheils ursprünglich in ihrer jetzigen Beschaffenheit abgelagert und nur regional oder local nach erfolgtem Absatze metamorphosirt wurde“. Besonders interessant war seine Wahrnehmung, dass diese Zone nordöstlich des Lago d'Arno unregelmässig schleifenförmig über den Gebirgskamm hinweggreifend auf dem Tonalit aufliegt. Diese wertvollen Beobachtungen kann ich auf Grund meiner zahlreichen in den Jahren 1888—91 unternommenen Touren in dieser Gegend durchaus bestätigen. Nur weiche ich in der Auffassung jener Randzone erheblich von Stache ab, denn ich halte sie auf Grund

¹⁾ G. Stache, Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1879, pag. 300 bis 310; 1880, pag. 252—255. Im folgenden sind die Citate nicht ganz wörtlich, sondern etwas abgekürzt, aber getreu dem Sinne nach wiedergegeben.

makroskopischer und mikroskopischer Untersuchungen für die normale Contactzone¹⁾ des Tonalites. Ich glaube diese Auffassung in meiner Arbeit über den Monte Aviolo²⁾ für einen Theil derselben mit Sicherheit nachgewiesen zu haben, wusste aber damals noch nicht sicher, ob die von mir beobachtete Randzone wirklich mit der Stache'schen identisch sei. Jetzt indessen, nachdem ich eine Reihe von zweifellos zu dieser gehörigen Punkten besucht habe, muss ich die Identität beider behaupten. — Wenn man bedenkt, dass Stache bei seinen vor mehr als 12 Jahren erfolgten Aufnahmen mikroskopische Untersuchungen nicht zu Gebote standen, so wird man es sehr verzeihlich finden, dass dieser scharf beobachtende und um die Erforschung der Adamellogruppe so hoch verdiente Gelehrte in der Deutung seiner durchaus richtigen Wahrnehmungen einen Irrthum beging.

Nach diesen Bemerkungen nenne ich kurz die Punkte, an denen ich auf der Nordwestseite des Adamellogebirges die Contactzone beobachtete und untersuchte: 1. Auf der ganzen Linie vom Lago d'Arno über den Passo della Forcellina hinweg bis unterhalb des Lago di Campo (vergl. Suess, l. c. pag. 316—317), 2. unterhalb Lincino in der Valle dell'Adamè, 3. auf der Forcella di Boss zwischen Valle dell'Adamè und Val di Salarno, 4. unterhalb der Alpe Macesso im Val di Salarno, 5. unterhalb der Prati di Frino im Valle Malga, 6. am Lago Baitone, 7. auf der Forcella di Bombià, 8. am Corno delle Granate, 9. am Passo Gallinera, 10. um den ganzen Monte Aviolo herum.

Auf der Nordseite ist mir die Contactzone von den folgenden Punkten bekannt: 11. Kessel von San Vito, 12. Val d'Avio, 13. Val Narcane, 14. Passo Tonale, über den hinweg eine Schieferzone zwischen der Strasse und dem Tonalite zieht.

Endlich habe ich auf Grund der von Lepsius gegebenen Notiz auch das Val San Valentino auf der Ostseite besucht und auch dort typische Cordierit- und Andalusitcontactgesteine in grosser Mächtigkeit aufgefunden.³⁾ Nachdem ich ausserdem jetzt auch zahlreiche

¹⁾ Im Sinne von „contactmetamorphe Zone“.

²⁾ Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1890, pag. 450—556.

³⁾ Von Staurolith habe ich allerdings nichts sehen können. Vergl. Lepsius, l. c., wo einmal, pag. 29, nur Andalusit, einmal, pag. 198, nur Staurolith, einmal, pag. 151, beide angegeben sind.

Punkte der südlichen, aus umgewandelten Trias- und Permschichten bestehenden Contactzone besucht habe, das von Curioni¹⁾ erwähnte merkwürdige Vorkommen einer mitten in dem Eruptivgebiet auf dem Tonalit aufsitzenden keilförmigen Triaskalkscholle am Passo della Rossola untersucht und gleichfalls als contactmetamorph befunden habe, glaube ich jetzt mit absoluter Sicherheit Folgendes behaupten zu können: Der Tonalit wurde als glutflüssiges Magma in unregelmässige, unterirdische, wahrscheinlich gleichzeitig mit der Injicirung sich bildende Hohlräume eingepresst und metamorphosirte die ihn rings umgebenden, untereinander verschiedenartigen, im Verhältnis zu ihm aber älteren Sedimente sämmtlich ausnahmslos. Wie langsam übrigens die Erstarrung seines Magmas in den von der Peripherie entfernten Theilen vor sich gegangen sein muss, dafür existirt ein schöner Beweis in einer eigenthümlichen, im Val di Dois (südwestliche Adamellogruppe) auftretenden Tonalitvarietät, in der bei ungefähr normaler Proportion zwischen den Dimensionen der verschiedenen Gesteinscomponenten einzelne Hornblendekrystalle bis 29 Centimeter Länge erreichen.

Der Verlauf der Grenzlinie zwischen dem Tonalit und dem anstossenden Sedimentgebirge ist fast überall ein unregelmässiger. Im Val San Valentino zieht sich eine mächtige keilförmig verzüngte Schieferzunge in den Tonalit hinein. Am complicirtesten aber sind die Verhältnisse zwischen Monte Aviolo und Valle Malga, wo der Tonalit zahlreiche mehr oder weniger breite Ausläufer in die Schiefer entsendet, während diese in unregelmässigen Lappen, Streifen, Fetzen und Keilen in das Eruptivgebiet eindringen.

Berücksichtigt man diese Unregelmässigkeiten im Verlaufe der Contactlinie, so wird man nicht fehl gehen, wenn man die Gesamtlänge der Contactzone des Adamellostockes auf mehr als 100 Kilometer ansetzt. Erinnert man sich nun ferner der ausserordentlichen Breite dieser Zone, der grossen Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung der Gesteine, welche an ihrem Aufbau betheiligt sind, so wird man zugeben müssen, dass wir es hier mit dem weitaus grossartigsten aller alpinen und wohl auch der meisten europäischen Contactgebiete zu thun haben.

¹⁾ Giulio Curioni, Ricerche geologiche sull'epoca dell'emersione delle rocce sienitiche (Tonalite) della catena u. s. w. Mem. Ist. Lomb. XII, pag. 344—345.