



# Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Sitzung vom 8. März 1910.

---

**Inhalt:** Eingesendete Mitteilungen: G. B. Trener: Über das Alter der Adamello-eruptivmasse. — St. Richarz: Geologisch-petrographische Untersuchungen in der Umgebung von Aspang am Wechsel. — Vorträge: J. Dreger: Geologische Beobachtungen an den Randgebirgen des Drautales östlich von Klagenfurt. — L. Waagen: Über eine Zink- und Bleilagerstätte im bulgarischen Balkan. — Literaturnotizen: Raciborski, Menzel.

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

---

## Eingesendete Mitteilungen.

**Dr. Giovanni Battista Trener.** Über das Alter der Adamelloeruptivmasse.

Die periadriatischen Granitmassen. Die Erforschung der periadriatischen Granitmassen, wie Salomon die Adamello-, Brixner-, Rieserferner-, Eisenkappel-, Bachergebirge-, Predazzo- und Cima d'Asta-Eruptivkerne genannt hat, beschäftigt schon seit einem vollen Jahrhundert die Alpengeologen. Die epochemachende Entdeckung des Grafen Marzari Pencati, eines sicher eruptiven und jungen Granites in Predazzo, eröffnete die Debatte über die Lagerung, Natur und Alter der periadriatischen Granitmassen mit einer polemischen Diskussion zwischen dem vicentinischen Forscher und L. v. Buch, welcher damals noch den neptunistischen Theorien der Wernerschen Schule huldigte. Diese Polemik, welche nicht unwesentlich zu dem Siege des Plutonismus beigetragen hatte, fesselte die Aufmerksamkeit der alpinen Forscher derartig an Predazzo, daß nur verhältnismäßig spät das Studium der anderen großen Eruptivmassen in Angriff genommen wurde. Die Detailforschung machte aber in den ausgedehnten, schwer zugänglichen Gebieten ihre sicheren Schritte noch langsamer als sonst und es blieben sogar einzelne Eruptivkerne (zum Beispiel Cima d'Asta) so gut wie unbekannt. Es ist unter solchen Umständen naturgemäß, daß die theoretischen Spekulationen, welche sehr frühzeitig auftauchten und den Versuch machten, das komplizierte Problem in einfacher Weise zu lösen, heutzutage als mißlungen zu betrachten sind.

Schon Buch<sup>1)</sup> stellte die Behauptung auf, daß zwischen den Granitmassen von Brixen und von der Cima d'Asta (die er allerdings nicht gesehen hatte) eine Korrespondenz gar nicht zu verkennen wäre.

---

<sup>1)</sup> Geogn. Beobachtungen. Berlin 1802.

Richthofen<sup>1)</sup> ging um einen Schritt weiter und fand sich berechtigt, nach den vorliegenden Angaben von Buch, Rath, Escher v. d. Linth u. a. „die Granite der Cima d'Asta, des Adamello, der Umgegend von Brixen und von St. Caterina di Bormio als eine selbständige Gruppe unter den Alpengraniten anzusehen und eine gleichzeitige Entstehung nach beendeter Bildung der kristallinen Schiefer für sie anzunehmen“.

Diese Ansicht, welche später auch von einigen der besten Kenner der Südalpen, wie Doelter und Mojsisovics, vertreten wurde, wurde in der letzten Zeit von W. Salomon, einem Forscher, welcher die Lösung der Altersfrage der periadriatischen Massen zu seiner Lebensaufgabe gemacht hat, aufrechterhalten und sogar erweitert.

Er versuchte die Altersfrage mit einem Schlage zu lösen, indem er von einer theoretischen Betrachtung, nämlich von der Syngeneese, ausging. Nach ihm ergibt sich „die Zusammengehörigkeit aller dieser Intrusivmassen zu einer einzigen, als periadriatischer Randbogen bezeichneten Kette aus ihrer räumlichen Nähe im Verein mit ihrer unverkennbar einem bestimmten Plane folgenden Anordnung längs einer bogenförmig gekrümmten Linie rings um ein einheitliches Senkungsgebiet. Diese Anschauung wird noch bekräftigt durch die Form der einzelnen Massen, die sämtlich im Streichen der Bogenlinie verlängert sind und von denen die eine im Streichen der anderen folgt; sie wird auch durch ihre große petrographische und chemische Verwandtschaft bestätigt“.

Er hält also „für notwendig, allen Gliedern des Randbogens wenigstens ungefähr gleiches Alter zuzuschreiben und da die Tonalitporphyrite von Prävali den oberen Jura durchbrechen, als Maximalaltersgrenze eben den oberen Jura anzunehmen“.

Für die im Innern des periadriatischen Senkungsgebietes gelegenen Massen ist die räumliche Anordnung zu unregelmäßig, als daß man daraus eine sichere Beziehung der verschiedenen Massen zueinander nachweisen könnte.

Wenn man aber die peripherischen und die zentralen Massen zusammen von einem weiteren Gesichtspunkt aus betrachtet, dann wird es — nach Salomon — „doch sehr wahrscheinlich, daß sie alle zusammen durch eine einzige Ursache gleichzeitig entstanden sind, nämlich durch eine intensive Senkung des großen Bruchfeldes, in oder an dem sie gelegen sind“. Er nimmt ferner an, daß diese „durch den Druck des einbrechenden Senkungsfeldes in die Höhe gepreßten Magmenmassen die über ihnen liegenden Sedimente, wo der erlangte Druck stark genug war, in die Höhe hoben, so wie das auch von den amerikanischen Lakkolithen vorausgesetzt wird. Gibt man nun zu, daß die periadriatischen granitischen Massen eine einzige syngenetische Gruppe bilden, so erhält man als Altersgrenzen das Ende der Kreide- und den Anfang der Mitteleocänenzeit, denn es wird auf alle das Alter der Klausnermasse, deren Intrusionszeit nach seinen Beziehungen zu der Villnöser Bruchlinie ans Ende der Kreide oder in das Känozoicum verlegt wird, übertragen“<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo etc. Gotha 1860.

<sup>2)</sup> Tschermaks Min. u. petrogr. Mitth. 1897.

Man muß anerkennen, daß besonders die Anordnung der periadriatischen Kerne für die Aufstellung theoretischer Spekulationen der Syngeneese wie geschaffen erscheint und auch für den Versuch, welchen Salomon gemacht hat, sie im Lichte der modernen Auffassungen über die Krustenbewegungen und deren Folgeerscheinungen zu modernisieren.

Die schöne Theorie konnte aber nicht lange der scharfen Kontrolle der Detailuntersuchungen widerstehen.

Schon ein Jahr später fand Krafft<sup>1)</sup> in einem Quarzphyllitkonglomerat bei Castell Ivano Hornfelsstücke, welche mit der Cima d'Asta-Kontakthülle identisch sind. Dieser Fund, welcher von Salomon in Abrede gestellt wurde<sup>2)</sup>, konnte aber bereits im Jahre 1901 von mir bestätigt werden<sup>3)</sup>, wenn auch die Konglomerate etwas jünger als der eigentliche Verrucano erkannt wurden.

Später fand F. Wolff<sup>4)</sup> im Kastelruther Porphyry (1901) und im Blumauer Porphyrtuff (1905) Graniteinschlüsse und wies ihre Identität mit dem Eruptivgestein des Iffingerkerns nach; Bruno Sander bestätigte (1906) diese Funde. Im Cima d'Asta-Gebiet gelang es mir selbst (1904), Granitgerölle in einer tuffigen Lage der Quarzporphyrydecke aufzufinden, welche sich von dem Granit der Cima d'Asta nicht unterscheiden lassen.

Nach dem heutigen Standpunkt der geologischen Forschung darf man also weder von den peripherischen noch von den zentralen Eruptivmassen des periadriatischen Senkungsfeldes behaupten, daß sie in syngenetischem Verbands stehen, denn man kann über die Beweiskraft der obenerwähnten Funde denken wie man will, man wird immerhin gestehen müssen, daß sie unvergleichbar stärker als jene rein theoretischen Argumente ist.

Auch für die periadriatischen Randmassen müssen wir also, nachdem sie als verschiedenalterig anerkannt wurden, auf die langsame, mühsame, aber dafür sichere Methode der Detailuntersuchung zurückkommen.

\* \* \*

Die neue geologische Aufnahme des Adamello. Die detaillierte Erforschung der herrlichen Adamelloeruptivmasse hat sich Prof. Salomon zur Lebensaufgabe gemacht und der erste Teil der umfangreichen Publikation, welche die Resultate seiner zwanzigjährigen, rastlosen mühsamen und bewundernswerten Forschungen in diesem ebenso schönen als schwierigen Gebiete zusammenfaßt, ist bereits erschienen.

Die planmäßige Durchführung der geologischen Aufnahmen, welche die Etschbucht als Ausgangspunkt dieses Alpenabschnittes hatten, führten nun mich selbst in das Adamellogebiet, und zwar kaum zwei Jahre später als Salomon seine Arbeiten im Felde geschlossen

<sup>1)</sup> Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1893, pag. 187,

<sup>2)</sup> Ibidem, 1898, pag. 327.

<sup>3)</sup> Ibidem, 1901, pag. 319,

<sup>4)</sup> Sitzungsberichte der k. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1902, pag. 1047 und 1905, pag. 1055.

hatte. Meine Aufgabe, mit der ich noch nicht fertig bin, besteht darin, eine geologische Karte des österreichischen Teiles der Adamellogruppe zu liefern, welche wenigstens ebensoviel detailliert ist, als es bei den anderen Karten der geologischen Anstalt, welche im Druck erscheinen, üblich ist. Diese Aufgabe war mir naturgemäß durch die vorliegenden Vorarbeiten vorgeschrieben. Bittner hatte schon eine vorzügliche Karte des Blattes Storo geliefert und die ganze Trias musterhaft gegliedert. Ich konnte mich deshalb mehr den vortriadischen Bildungen widmen und die hiesige Gliederung des Perms mit dem lombardischen parallelisieren und kartieren. Die Trias- und Juraregion wurde revidiert unter Beibehaltung der Bittnerschen Einteilung.

Die Umrandung der Eruptivmasse, wie sie Stache festgestellt hatte, zeigt schon auf der Salomonschen Karte eine Reihe von wertvollen Detailberichtigungen und hat nunmehr durch meine Kartierung im Maßstab 1 : 25.000 denjenigen Grad von Präzision, welcher erfahrungsgemäß für die Übertragung in den Maßstab 1 : 75.000 mehr als genügend ist und sogar auch für eine eventuelle Herausgabe von einzelnen komplizierten Abschnitten im Originalmaßstab ausreichen würde.

Es wurde ferner die Eruptivmasse selbst als solche gegliedert und die basischen, saueren, granitischen und gneißigen Fazies, welche auf Randbildungen und im allgemeinen auf magmatische Differentiationen zurückzuführen sind, möglichst genau kartiert. Es wurde somit der Versuch Tellers, welcher schon auf der Manuskriptkarte Staches die saure Ausbildung des Zentraltonalits ausgeschieden hatte, fortgesetzt und bis ins Detail durchgeführt. Es wurde weiter die Kartierung der zahlreichen Gänge, welche die Eruptivmasse und ihre Hülle als Gangefolgschaft durchbrechen, in Angriff genommen, nachdem durch Begehung der kahlen Hochregion ihr relatives Alter ziemlich bald festgestellt werden konnte. Daß die auch von Stache schon begonnene Gliederung jenes Schieferkomplexes, welchen Salomon unter dem Kollektivnamen „Rendenaschiefer“ zusammengefaßt hatte, auch zu meiner Aufgabe gehört, liegt wohl auf der Hand.

Außer Programm, um so zu sagen, war eine Beobachtung, die ich während der Sommeraufnahmen 1909 in Val di Fumo machte und welche schon jetzt aus der Fülle der neuen Beobachtungen herausgegriffen werden soll, weil sie imstande ist, die maximale Altersgrenze der Tonaliteruption definitiv zu präzisieren.

\*

Das Alter des Tonalits. Die Altersfrage des Tonalits fand nach einigen Versuchen, sie theoretisch abzuleiten (Buch, Richtig), ihre positive Grundlage durch die Auffindung der Kontaktzone, an welcher auch Triasbildungen teilnehmen. Die detaillierte Gliederung der Trias und die dementsprechend genauere Kartierung des südlichen Randes durch Bittner (1881), gestattete nun festzustellen, daß die Adamelloeruptivmasse jünger als der Wengener Riffkalk (Schlerndolomit, Esinokalk) ist, eine Beobachtung, die später

auch von Salomon (1897) bestätigt wurde. Von theoretischen Betrachtungen über die minimale Dicke der Kruste der Adamellomasse, welche damals von ihm als ein Übergangsglied zwischen Lakkolith und Stock bezeichnet wurde, kam Salomon ferner zu dem Schluß, daß der Tonalit wenigstens das Alter des Hauptdolomits hätte <sup>1)</sup>.

Die Fixierung der Maximalgrenze des Alters durch positive Beobachtungen gelang aber erst viel später und kann wohl erst heute nach den Beobachtungen Salomons im Freronegebiete (Lombardei) und meinen eigenen in der Zentralregion des Adamello (in Val di Fumo) als abgeschlossen betrachtet werden.

Als Salomon im Jahre 1904, also unmittelbar vor dem Schluß seiner Revisionstouren, den Gipfel des Frerone betrat, sah er <sup>2)</sup>, „daß hinter dem Esinomarmor und dem bunten, gebänderten System der Raibler Schichten gegen die Porta di Stabio eine zweite mächtige, leuchtend weiße Marmorasse folgt. Sie kann nach ihrer Lage nur zum Hauptdolomit gehören. »Mir selber« — so schreibt Salomon weiter — »war es leider nicht mehr vergönnt, sie zu besuchen. Finkelstein aber, der die Porta di Stabio überschritt, kam unmittelbar an ihr vorbei und berichtet (1899, pag. 308 und 330), daß am Passe selbst Tonalit ansteht, daß der Kamm aber gegen den Frerone hin auf der Tonalitbasis zwei unbenannte und ungemessene Hörner, aus weißem Marmor bestehend, trägt. Ob es Dolomitmarmor ist, wie ich erwarte, das gibt er leider nicht an. Jedenfalls scheinen Silikate zu fehlen, was für Marmor der Raibler Schichten nicht paßt“.

Über die stratigraphische Folge des Frerone schreibt Salomon auf pag. 288 des a. O. noch folgendes:

„Unmittelbar nördlich des höchsten Gipfels des Frerone, aber tiefer, auf dem zur Porta di Stabio führenden Kamme stehen die im Bilde dunkel erscheinenden Wengener Schichten an. Dann folgt Esinomarmor, zu unterst mit dunklen Lagen von Wengener Schichten oder Intrusivgesteinen, weiterhin aber rein und in mächtiger Masse auftretend. Er reicht etwas über die Stelle hinaus, an welcher der von der Cima di Salmojrighi herüberziehende Grat den Porta di Stabio-Frerone-Kamm erreicht. Dann folgt ein System von im Bilde verdeckten, bunten, gebänderten Schichten von wenigstens 50 m Mächtigkeit und dahinter die im Bilde deutlich erkennbare mächtige schneeweiße Hauptdolomitmasse. Ich habe zwar nur die Schichten bis zum Esinomarmor an Ort und Stelle untersuchen können. Es kann aber kein Zweifel an der Richtigkeit der stratigraphischen Deutung bestehen. Leider war es mir nicht mehr möglich, das oberste Stabio-kar am Frerone zu begehen, um die petrographische Beschaffenheit der Raibler Schichten und des Hauptdolomits zu untersuchen. Ich muß das meinem Nachfolger überlassen.“

Aus dieser Angabe Salomons, welche ich buchstäblich zur Wahrung seiner Prioritätsrechte wiedergegeben habe, scheint auch mir das Vorkommen von Hauptdolomit sichergestellt zu sein und

<sup>1)</sup> Tschermaks Min. u. petrogr. Mitth., XVII. Bd., Wien 1897, pag. 175.

<sup>2)</sup> Salomon W., Die Adamellogruppe. Wien 1908. Abhandl. d. k. k. geol. R.-A. Bd. XXI, Heft 1, pag. 432—433.

ich könnte das photographische Bild, welches er auf Taf. VI wiedergibt, ebenfalls nicht anders deuten.

Immerhin halte ich es mit Salomon für wünschenswert, daß ein Nachfolger eine genaue und detaillierte Beschreibung des Freronegebietes bringt, um auch dieses wichtige Profil für die Feststellung der minimalen Altersgrenze einwandfrei benützen zu können. Denn um Fachgenossen von dieser Grenze zu überzeugen, genügt nicht allein die bloße Erwähnung, daß Hauptdolomit unmittelbar an Tonalit anstößt, man muß auch den Beweis liefern, daß ein primärer Kontakt vorliegt und daß eine Verschiebung oder diskordante Anlagerung am Granit ausgeschlossen ist.

Es wäre ferner wünschenswert, die Mächtigkeit des Hauptdolomits an der Kontaktstelle zu konstatieren, um die Altersgrenze auch innerhalb jenes Zeitraumes, welcher der norischen Stufe entspricht, feststellen zu können und die Kontaktstelle sorgfältig zu untersuchen, um eventuelle Spuren des Rhäts noch herauszufinden.

Auf alle diese Fragen und Zweifel kann dem Leser eine, wie ich hoffe, befriedigende Antwort gegeben werden, durch die Beschreibung der geologischen Verhältnisse, wie ich sie in Val di Fumo, und zwar auf der Cime delle Casinelle im vorigen Sommer bei der Gelegenheit der geologischen Aufnahmen kennen gelernt habe.

\* \* \*

Die Cime delle Casinelle und die Altersfrage. Schon die älteren geologischen Karten der Adamellogruppe haben uns mit jener merkwürdigen Einschnürung vertraut gemacht, welche die Breite der Adamelloeruptivmasse von 30 km, wie sie ihre nördliche Partie mißt, in der Mitte auf beinahe 3 km reduziert. Sie wird durch das Eindringen einer etwa 5 km breiten und 10 km langen Zunge, welche von Val Camonica beiläufig gegen SO bis in Val di Fumo mitten im Herzen der Eruptivmasse hineinreicht, hervorgerufen. Schon Curioni zeichnete diese Zunge, wenn auch unrichtig, in seine Karte ein, sie erhielt aber erst durch die Aufnahmen Staches die Ausdehnung und Form, wie sie die Karte Salomons verbessert zeigt, und welche mit Ausnahme von zahlreichen Details, die bei meiner Neuaufnahme in dem SO-Rande eingetragen wurden, wohl als definitiv zu betrachten ist.

Gerade dieser östliche Saum war es, welcher bald ein geologischer Anziehungspunkt der Adamellogruppe wurde. Suess schenkte ihm seine Aufmerksamkeit und nahm eine Schilderung seiner Lagerungsverhältnisse in seinem Antlitz der Erde auf. Zehn Jahre später gab sich Löw<sup>1)</sup> der Hoffnung hin, an dieser Stelle den Schlüssel für die Erklärung der Probleme, welche sich an die Lagerung und das Alter des Adamello knüpfen, gefunden zu haben. Auf ungenügende Beobachtungen sich stützend bemühte er sich, den Beweis zu liefern, daß die Adamelloeruptivmasse nicht einheitlich und nicht gleichalterig ist. Eine Bruchlinie, welche von Campiello nach Nudole über Lago di

<sup>1)</sup> Eine vollständige Zusammenstellung der Literatur siehe in: Salomon, Die Adamellogruppe.

Campo zieht und in Val Breguzzo am Ostrande des Tonalitgebirges, in einer Entfernung von 8 *km* wieder sichtbar sein sollte, hat, nach diesem Autor, den Adamellokern und den Re di Castellostock zusammengebracht. Der Re di Castello ist ein Stock für sich, ein Stock in der Trias, weil seine Grenzen keine Bruchränder sind, sondern Flächen des intrusiven Kontakts. Der Tonalit des Adamello ist indessen älter als die erste Faltung der Schichten, in denen er steckt, das heißt älter als die permische Formation. „An wenigen Stellen des Tonalitrandes zeigt sich so deutlich wie auf der Ervinaalm, daß das Magma nicht in gefaltete, sondern in ungestörte Schichten eingedrungen und als Kern unter einer durch die Intrusion selbst aufgetriebenen Schieferkuppel erstarrt sein muß.“

Wenn die Verhältnisse wirklich so einfach wären wie sie Löwl schilderte und auf seiner Skizze im Maßstab 1:100.000 zeichnete, könnte man eine ernste Prüfung seiner Anschauungen nicht umgehen. Die schönen Argumentationen Löwls fußen aber auf lauter schlechten, weil ungenügenden Beobachtungen.

Erstens existiert eine Bruchlinie zwischen dem metamorphen Sandstein und der Schieferhülle nicht. Ein zweiter fundamentaler Fehler in der Darstellung Löwls besteht darin, daß er nördlich seiner Linie keine Trias kennt. Gerade aber nördlich dieser Linie ist die Trias viel reichlicher entwickelt als es bei Lago di Campo der Fall ist. Schon Stache (1879) und später Suess (1885) hatten die Trias auf den Cime delle Casinelle gefunden und sogar in Val Breguzzo, wo Löwl die Fortsetzung seiner Campiellolinie durchziehen läßt, hat neulich Salomon triadische Bildungen festgestellt. Und endlich besteht die Schwierigkeit, welche sich dieser Autor aus dem Fehlen einer permischen Faltung in dem nördlichen Teile des Adamello selbst macht, für denjenigen, welcher die weitere Umgebung des Adamello kennt, durchaus nicht.

Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse wäre es also überflüssig, wenigstens an dieser Stelle, die Anschauungen Löwls über das Alter und die Lagerungsverhältnisse der Adamelloeruptivmasse einer gründlichen Diskussion zu unterziehen.

In neuerer Zeit wurde das Gebiet der Cime delle Casinelle von Salomon besucht. Er widmet der Beschreibung der Umgebung von Ervinatal, das ist also des Kesseltales südlich der Casinelle, ca. 4 Seiten des ersten Teiles seiner Adamellomonographie. Er beschreibt darin die Routen: Lago di Campo—Ervina; Malga Adamè—Forcel Rosso—Malga Pietrafessa di sopra—Ervina di sopra; Ervina di sopra—Passo d'Ignaga—Passo delle Casinelle—Val Saviore. Das Kartenbild, das er auf Grund dieser Touren geliefert hat, ist in den Hauptzügen richtig und es wäre ungerecht, von diesem verdienstvollen Forscher auf Grund seines einzigen Rundganges, welcher teilweise sogar im Nebel gemacht werden mußte, mehr zu verlangen.

Kein Wunder also, wenn unter solchen Umständen Salomon Hauptdolomit mit Esinokalk, Raibler Schichten mit Wengener Schichten und Esinokalk mit Marmor des Muschelkalkes verwechselte und außerdem ihm eine Menge interessanter Details entging.

Ich konnte dagegen in der Nähe des Lago di Mare (2225 m) unter dem Zelt einige Tage kampieren und von meinem Lager aus ruhig den Kampf gegen Nebel und Terrainschwierigkeiten aufnehmen. Es war mir in der Weise möglich, eine detaillierte Aufnahme dieser für die Mechanik der Intrusion sowie für die Altersbestimmung höchst wichtigen Hochregion, im Maßstab 1:25.000 durchzuführen und die gemachten Beobachtungen mit einer genügenden Zahl von Zeichnungen und Photographien zu dokumentieren.

Zur allgemeinen geologischen und topographischen Orientierung wolle man sich aber zunächst der Karte Salomons bedienen. Wir gehen von Strada in Judikarien in Val di Daone, den Quellen des Fiume Chiese entgegen. In dem oberen Teil des Tales, Val di Fumo genannt, sehen wir auf der Karte eine Sedimentzunge, welche wie ein stumpfer Keil zwischen die Re di Castello- und Adamelloeruptivmassen eingetrieben ist, ohne aber sie voneinander vollständig abzutrennen. Die Zunge besteht aus kristallinen Schiefen, der Hauptsache nach aus Quarzphylliten, ist aber ringsherum mit einem Saum von permokarbonischem Sandstein und weiters noch mit einer nicht ganz kontinuierlichen Borte triadischer Bildungen versehen. Diese Zunge dürfte wohl im großen und ganzen eine ziemlich flache Antiklinale bilden. Was aber höchst auffällt, ist der Umstand, daß in der Nähe des Tonalits der Saum ringsherum (also auch der stumpfen Spitze) rasch nach unten umgebogen ist, so daß in der Regel die permokarbonischen und triadischen Schichten am Kontakt fast oder ganz auf dem Kopf stehen. Es ist manchmal schwer zu sagen, ob die Schichten unter den Tonalit oder von diesem wegfallen. In Val Savioire beobachtete zum Beispiel Salomon, daß die Sedimente steil vom Tonalit weg nach außen und erst oben in der Runse, welche zum Forcel Rosso führt, unter ihn einfallen. Es sind also hier im höchsten Maße jene Lagerungsverhältnisse entwickelt, welche zuerst von Suess als für den Adamello charakteristisch anerkannt wurden.

Wenden wir nun aber unsere Aufmerksamkeit bloß dem Endstück der Sedimentzunge, einem Stück, welches über der Reichsgrenze, das ist also in Val di Fumo, liegt, zu. Das Kartenbild, welches Salomon von diesem Gebiet geliefert hat, ist schon des kleinen Maßstabes wegen etwas schematisch und deshalb, was die feinsten Details anbelangt, vielfach unrichtig; genügt uns aber, um den zerütteten Zustand des triadischen Randes zu veranschaulichen.

Auf meiner Detailaufnahmekarte (1:25.000) erscheint das Gebiet zwischen Lago di Campo, Malga Ervina, Mga. Pietrafessa, Forcel Rosso und der Reichsgrenze wie ein Mosaik. Nicht nur die triadische Borte, sondern auch der permokarbonische Sandsteinsaum und sogar auch die kristallinen Schiefer sind von Tonalit und Granit unterbrochen. Große und kleine Schollen und Brocken von Glimmerschiefer, Quarziten (die aus dem kontaktmetamorphen Sandsteinkomplex bestehen), von Hornfelsen und Silikaten (Werfener Schiefer), von reinem Marmor (Esinokalk und Hauptdolomit), von unreinen kristallinen Kalken, meistens mit Granat, Vesuvian und anderen Kontaktmineralien (Muschelkalk), schwimmen in der Tonalitmasse nur scheinbar regellos. Denn ohne besonders große Mühe läßt sich in der Lage dieser

Trümmer eine planmäßige Anordnung und ihre Zusammengehörigkeit zu dem permokarbonischen, beziehungsweise triadischen Sedimentsaume erkennen. Eine genauere Prüfung der Lagerungsverhältnisse lehrt uns ferner, daß diese Zerstückelung nicht ganz allein auf Denudationswirkung zurückzuführen ist; die losen Schollen sind nicht alle Erosionsreste, sondern vielfach Stücke des fransenförmig zerfetzten Saumes, und sie stehen in innig genetischem Verband mit dem Intrusionsprozeß. Ich kenne keine andere Stelle in der Adamellogruppe, welche lehrreicher für das Studium des Intrusionsmechanismus wäre. Die außerordentlich steilen Talgehänge, die kühnen Grate und die tiefen Runsen bieten uns herrliche Profilsichten, welche durch die fensterartigen Vertiefungen der Kare noch klarer und instruktiver werden. Es ist ein tiefer Einblick in die Unterlage der Sedimentscholle (welche hier das Dach und daneben die Wand des Tonalits bildet), welcher uns gestattet wird.

Es wird Aufgabe einer späteren Arbeit sein, diese interessante Region genauer zu studieren; um unser Ziel, das ist die Altersfrage der Adamelloeruptivmasse, nicht aus den Augen zu verlieren, wollen wir nun unsere Aufmerksamkeit dem Gebiet, welches nördlich der Malga Ervina liegt, allein schenken.

\*  
\*

Stratigraphie des Casinelleprofils. Aber auch selbst die Verhältnisse dieses kleinen Gebirgsstückes sind zu kompliziert, um die Hoffnung zu hegen, in Wort allein ein klares Bild davon zu geben. Auch Profile und photographische Ansichten würden nur mühsam und notdürftig zum Ziele führen. Ich habe deshalb noch die Plastik zur Hilfe herangezogen und ein Gipsmodell konstruiert, welches viel besser als zahlreiche Profile dem Zwecke entsprechen wird. Das Modell, welches in der Figur 2 dieser Arbeit photographisch reproduziert wird, ist im Maßstab 1:25.000 konstruiert und bietet eine für geologische Zwecke getreue Reproduktion der topographischen Karte dar: die Konstruktion ist die übliche, jede Isohypse wurde aus Karton herausgeschnitten und die Stücke dann aufeinander gelegt; eine leichte Gipsdecke glich die Böschung aus und gestattete die Eintragung von geologisch oder morphologisch besonders wichtigen Details. Es wurde ein dem richtigen Maßstab entsprechend dicker Karton verwendet; nur einzelne Kammlinien lassen an Genauigkeit etwas zu wünschen übrig, da die Zahl der Photographien, die mir zur Verfügung stand, nicht ausreichte.

Wir wollen also die Photographie des plastischen Modells uns vor Augen halten und der geologischen Beschreibung auf demselben folgen. Von Val di Fumo 1 ausgehend, steigen wir über Malga Ervina di sotto nach Mga. Ervina di sopra, eine seit mehreren Jahren verlassene und heutzutage ganz zerfallene kleine Hirtenhütte, welche in einer Höhe von 2029 *m* liegt. Die zwei Hütten sind auf der Photographie des Modells mit 2, beziehungsweise 4 markiert. Beim Anstieg, etwa zwischen Ervina di sotto und Ervina di sopra schneidet der Weg zunächst eine kleine isolierte Partie von weißem Marmor an 3, welche mitten drinnen in der Tonalitmasse

schwimmt. Kaum hat man die Talstufe von Ervina di sopra erreicht, so steht man am Rande der weiter verfolgbaren Kontaktzone. In der Alpenwiese stehend, wolle man nun einen Rundblick auf den Talkessel werfen. Im Süden sehen wir kein besonders befremdendes Landschaftsbild; die Wand, welche die Wasserscheide zwischen Lago di Campo und Ervina bildet, scheint noch immer aus Tonalit zu bestehen. Im Hintergrund des Tales im Westen oberhalb 25 sieht man aber dunkle rötstbraunfarbige Felsmassen, wie in der Regel die kontaktmetamorphen Quarzphyllite aussehen. Eine höchst charakteristische Landschaft bietet uns aber erst das nördliche Kesseltalgehänge: das Bild, das wir vor uns sehen, ist dasselbe, welches Suess in seinem „Antlitz der Erde“ nach einer von Prof. C. Diener aufgenommenen Photographie in Holzschnitt reproduziert hat <sup>1)</sup>.

Wir können auf den ersten Blick unterscheiden: einen Komplex von dicken Bänken eines grauen quarzitären Gesteines, welches das Liegende von feingeschichteten, dunklen Schiefern bildet, dann eine mächtige, lichte Marmorzone und schließlich zu unserer Rechten eine graue Masse, welche von der Ferne aus nicht weiter charakterisierbar ist. Die drei erstgenannten Glieder folgen von Westen her der beinahe horizontalen Kammlinie, biegen aber dann rasch um und ziehen bogenförmig herunter, wie die Skizze der Fig. 1 zeigt, und tauchen schließlich in die Tonalitmasse ein. Salomon hat schon auf Grund einer von Campo di sotto gezeichneten Skizze den Versuch gemacht, die Hauptkonturen des Suessschen Bildes zu deuten. Seine Deutung ist im großen und ganzen mit Ausnahme von einzelnen Details richtig. Die weiße Marmorzone entspricht tatsächlich dem Zellenkalk, der liegende dünngeschichtete Komplex besteht aus Werfener Schichten, die grauen dicken Bänke sind umgewandelter Grödener Sandstein. Es kann also nicht angezweifelt werden, daß dieser merkwürdige Bogen aus permotriadischen Schichten zusammengesetzt wird. Um uns aber davon zu überzeugen, wollen wir das Profil, welches uns herrlich aufgeschlossen vorliegt, näher untersuchen. Man wird mit Vorteil etwa von dem kleinen Karsee (2339 m), welcher auf der Karte 1:25.000 mit dem Namen Laghetto bezeichnet ist und auf dem Gipsmodell mit der Nr. 5 verzeichnet ist, ausgehen. Von dem See auf den Rundhöcker 6 (siehe Fig. 2) heruntersteigend, finden wir zuerst nur kontaktmetamorph veränderte Quarzphyllite, bei 6 trifft man aber schon die unterste Bank des Sandsteinkomplexes. Die Quarzphyllitkonglomerate, welche anderswo, zum Beispiel am Lago d'Avolo (siehe Karte 1:75.000), die Grenze markieren, fehlen an dieser Stelle; man sieht hier nur das nächstfolgende Glied, ein sehr glimmer- und feldspatreicher Quarzit.

Von Punkt 6 klettert man, um bessere Aufschlüsse zu finden, die Felswand etwa um 100 m hinauf und durchquert dabei einen Komplex von lichten Quarziten und feinschuppigen seidenglänzenden

---

<sup>1)</sup> Die Photographie wurde, wie Prof. Diener mir freundlichst mitteilte, von Malga Campo di sotto aus, aufgenommen, und zwar nach einem außerordentlichen Schneefall. Nicht durch einen Firn, wie in der Erläuterung des Bildes gesagt wird, ziehen also die Bänke der Trias, sondern durch die frische Schneedecke; denn im Hochsommer pflügen die C. delle Casinelle ganz schneefrei zu sein.



Fig. 1. Die Cime delle Casinelle. Östlicher Teil.

*Sa* = Permischer Sandstein. — *Be* = Bellerophonkalk. — *S* = Servino. — *Z* = Zellenkalk. — *M* = Muschelkalk (Runse 11, 12 des Modells Fig. 2). — *BD* = Reitzi- und Daonellenschichten. — *T* = Tonalit. — *G* = Granit.  
Rasen ist grob punktiert.

Schiefern, bis man ungefähr die Stelle 7 erreicht. Man findet dort die dicken Bänke jenes Quarzkonglomerats, welches sonst in Judikarien die Basis des Grödener Sandsteines bildet; was weiter folgt, sind hauptsächlich lichtgraue Quarzite. Wie in einer späteren Arbeit näher begründet werden soll, kann man trotz der weit vorgeschrittenen Metamorphose den Quarzitkomplex ebensogut gliedern wie sonst den Sandsteinkomplex in Judikarien. Die Sandsteine, welche das Liegende der Werfener Schiefer bilden, besitzen in Judikarien eine im Vergleich zu denen des Etschbuchtgebietes außerordentliche Mächtigkeit und Mannigfaltigkeit der Ausbildung. Ich habe sie auf meiner geologischen Karte in zwei große Abteilungen gegliedert: Die obere Abteilung beginnt unten mit den obenerwähnten Quarzkonglomeraten und besteht aus roten, bezw. roten und grauen Sandsteinen, welche dem Grödener Sandstein gleichzustellen sind. Die unteren Sandsteine sind dunkelgrün oder schwarzgrau, in der Regel viel kompakter und feinkörniger als die oberen. Maßgebend für ihre Altersbestimmung ist der Umstand, daß die zwei petrographisch so verschiedenen Sandsteine von den schwarzen, pflanzenführenden Schiefern, welche am Monte Colombine nach S u e s s *Walchia piniformis* und andere permische Pflanzen enthalten, getrennt werden. Wir haben also in dem Normalprofil von oben nach unten: rote oder graue Sandsteine mit basalen Quarzkonglomeraten, *Walchia*-Schiefer, grüne Sandsteine, Quarzphyllitkonglomerate und endlich die kristalline Basis, die Quarzphyllite. Die oberen Sandsteine sind sicher permisch, die unteren können entweder als tiefstes Glied des Perms oder als das sonst fehlende Karbon aufgefaßt werden. Ohne diese Frage an dieser Stelle näher zu erörtern, begnüge ich mich, zu konstatieren, daß sämtliche Glieder dieser Normalserie in dem kontaktmetamorphen, quarzitischem Komplex wieder zu erkennen sind. Dies geht leichter, wenn man auch das Profil des weniger intensiv metamorphosierten Gebietes des Lago d'Avolo (NW von L. di Campo) benützt. Auch die *Walchia*-Schiefer finden ihre Vertretung in den seidenglänzenden Schiefern, welche letztere normal das Liegende der Quarzkonglomerate bilden.

Um die Basis der Werfener Schiefer besser aufgeschlossen zu finden, erklettern wir die Wand bis zu 8. Es stehen dort unmittelbar über den Quarziten, welche nebenan gesagt fast immer glimmerreich sind, einige dicke Bänke eines schmutziggelblichen kristallinischen Kalksteines, der wohl als Vertreter jenes Kalkniveaus, welches gewöhnlich das Liegende der Werfener Schiefer bildet, also dem Horizont des Bellerophonkalkes entspricht, aufzufassen ist. Das Hangende dieses Kalkes ist ein mächtiger Komplex von dünn geschichteten schwarzen hornfelsartigen Gesteinen, welcher eine steile Wand, wie sie die Skizze der Fig. 2 zeigt, bildet. Es ist Servino (mit *Naticella costata*), das ist die lombardische Fazies der Werfener Schiefer der Etschbucht.

Klettert man durch die Wand bis zur Kammlinie 9 hinauf, oder, was bequemer ist, steigt man hinunter bis zu 10, so erreicht man jene charakteristische Marmor masse, welche schon von Ervina di sopra aus unsere Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat. Bei einigem Suchen gelingt es, an einzelnen Stellen fremde Einschlüsse und an einzelnen Bänken auch die eigentümliche brecciöse Struktur, welche

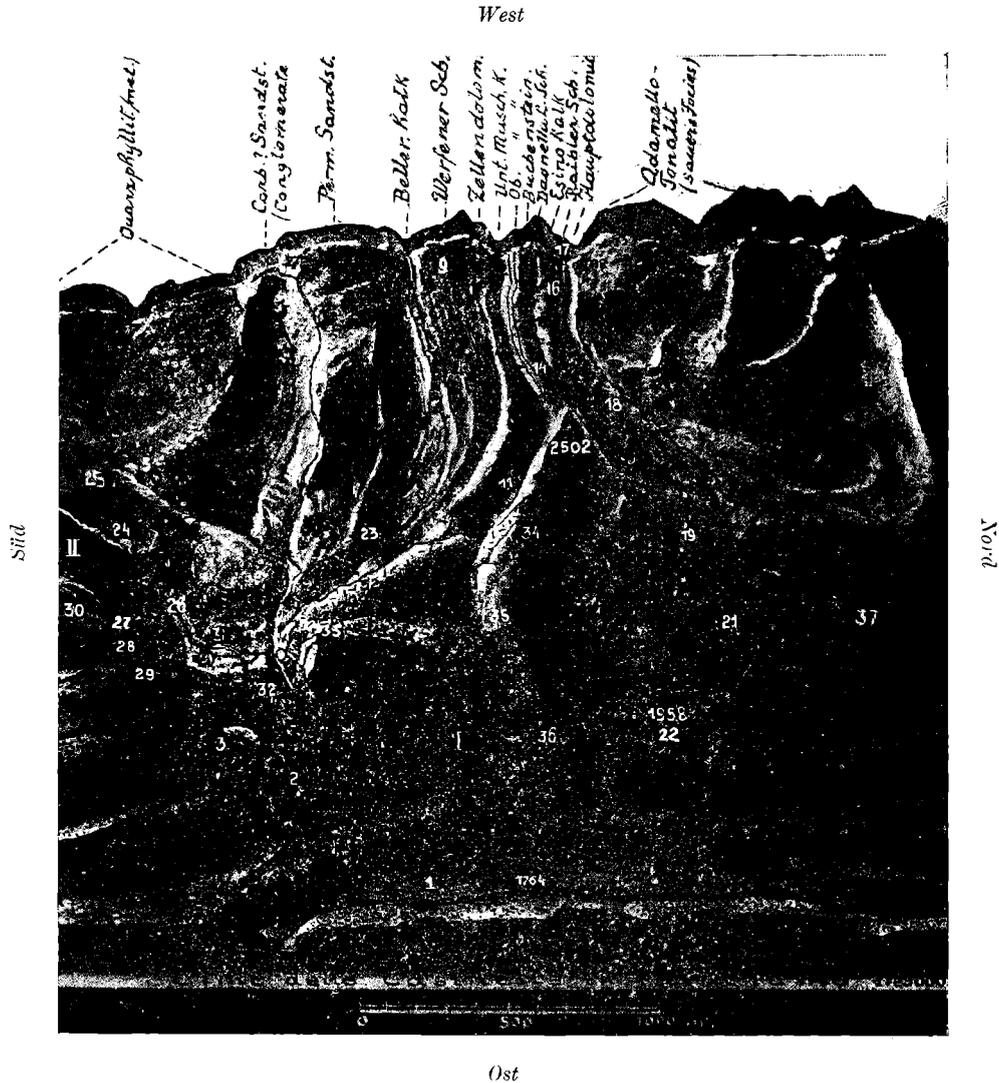


Fig. 2. Geologisches Gipsmodell der Cime delle Casinelle in Val di Fumo.

1 Fiume Chiese (1764 m). — 2 Malga Ervina di sotto. — 4 Malga Ervina di sopra (2029 m). — 24 Lago di Mare (2225 m). — 5 Laghetto (2339 m). — 20 Malga Pietrafessa di sopra. — 22 Malga Pietrafessa di sotto (1958 m). — 18 und 21 Runse des Forcel Rosso. — 17 Forcel Rosso (2708 m). — 2860 Cima di Breguzzo (2860 m). — 2729 Cima delle Casinelle (2729 m).

NB. Die andern Nummern beziehen sich auf die geologische Beschreibung im Texte.

Die starken Retouchen, welche notwendig wurden, um die Plastik auf der Photographie nicht ganz zu verlieren, haben leider die feinsten Details des Modells verwischt. Es ist namentlich die schmale, zirka 3 mm lange Apophyse der Granitmasse 32, welche unmittelbar oberhalb 34 nach N hinzieht, verloren gegangen.

die Zugehörigkeit dieses Marmors zum sogenannten Zellenkalk außer Zweifel setzt, zu finden. Der darauffolgende untere Muschelkalk ist in einen schmutziggrauen Marmor mit dünnen charakteristischen Silikatstreifen umgewandelt. Die dunklen, rotbraun anwitternden Silikatstreifen werden im oberen Muschelkalk dicker und häufiger, was also hier dem größeren Tongehalt entspricht.

Unterer und oberer Muschelkalk sind in der tiefen Runse, welche zum Forcel 12, einem von Gensenjägern benützten Paß, hinaufführt, prächtig aufgeschlossen. Klettert man die nördliche Wand der Runse hinauf, etwa an der Stelle 13, so findet man knapp unter der scharfen Kammlinie das nächstfolgende Glied der triadischen Serie, die Reitzschichten (Buchensteiner Schichten), und zwar sowohl die untere Abteilung, die hauptsächlich aus knolligen kieseligen Kalken besteht, welche der Hauptsitz des *Protrachyceras Reitzi* sind, als auch die obere, für welche Einschaltungen von „Pietra verde“ charakteristisch sind. Die Pietra verde ist wenigstens makroskopisch unverändert geblieben, die kieseligen Kalke dagegen sind in weißen Marmor umgewandelt, in welchem die kieselige Substanz derart verteilt ist, daß eine grobe maschenartige Struktur erzeugt wird und so die Verwitterungsfläche etwa wie eine Wabe, deren einzelne Zellen etwa eigroß sind, aussieht. Geht man dem schmalen Grat nach, so trifft man bald Daonellschichten, welche ihrer Tongesteinnatur entsprechend, in einen dichten massigen Hornfels umgewandelt sind. Dieser ist unter dem Mikroskop ein feinkörniges Aggregat, welches hauptsächlich aus Quarz, Glimmer, Erz und einem stark lichtbrechenden Mineral, das nicht näher untersucht wurde aber, dem Korund sehr ähnlich erscheint, besteht.

Was nun folgt, ist grobkörniger Marmor 15, welcher mit verdünnter Salzsäure noch braust und nach der stratigraphischen Lage, der Struktur und der Mächtigkeit dem Esinokalk entspricht oder, richtiger gesagt, einer Übergangsfazies zwischen dem Schlerndolomit der Etschbucht und dem Calcare d'Esino der Lombardei. Wir sind so in die Nähe des Forcel Rosso (2708 m) gekommen, steigen nun rechts hinab und erreichen eine breite Stufe 16, welche parallel der Kammlinie, beziehungsweise der Runse 17—18, die von Forcel Rosso hinunterzieht, ist. Diese Stufe besteht aus weichem, ziemlich glänzenden Schiefer von dunkelgrauer Farbe und einem eigenartigen Stich ins Violette.

In dem engen Paßeinschnitt und in der Runse steht blendend weißer Marmor an; die Reinheit der Farbe, das Fehlen von Silikaten, die nicht verzahnte Struktur und schließlich die chemische Prüfung überzeugen uns, daß es ein Dolomitmarmor ist. Der Marmor bildet nördlich des Paßeinschnittes, beziehungsweise seiner nach O hinunterziehenden Runse, eine dünne Wand, über welche die Tonalitmasse der Cima di Breguzzo (2860 m) emporragt. Am Kontakt zwischen Dolomit und Tonalit hat sich eine etwa handbreite Zone eines weißlichen makroskopisch dichten Silikats, welches hier nicht näher beschrieben werden soll, gebildet.

Ganz dieselbe stratigraphische Serie und dieselben Lagerungsverhältnisse des Forcel Rosso kann man beim Abstieg längs der ganzen Runse beobachten. Die Skizze der Fig. 3 illustriert sie noch besser

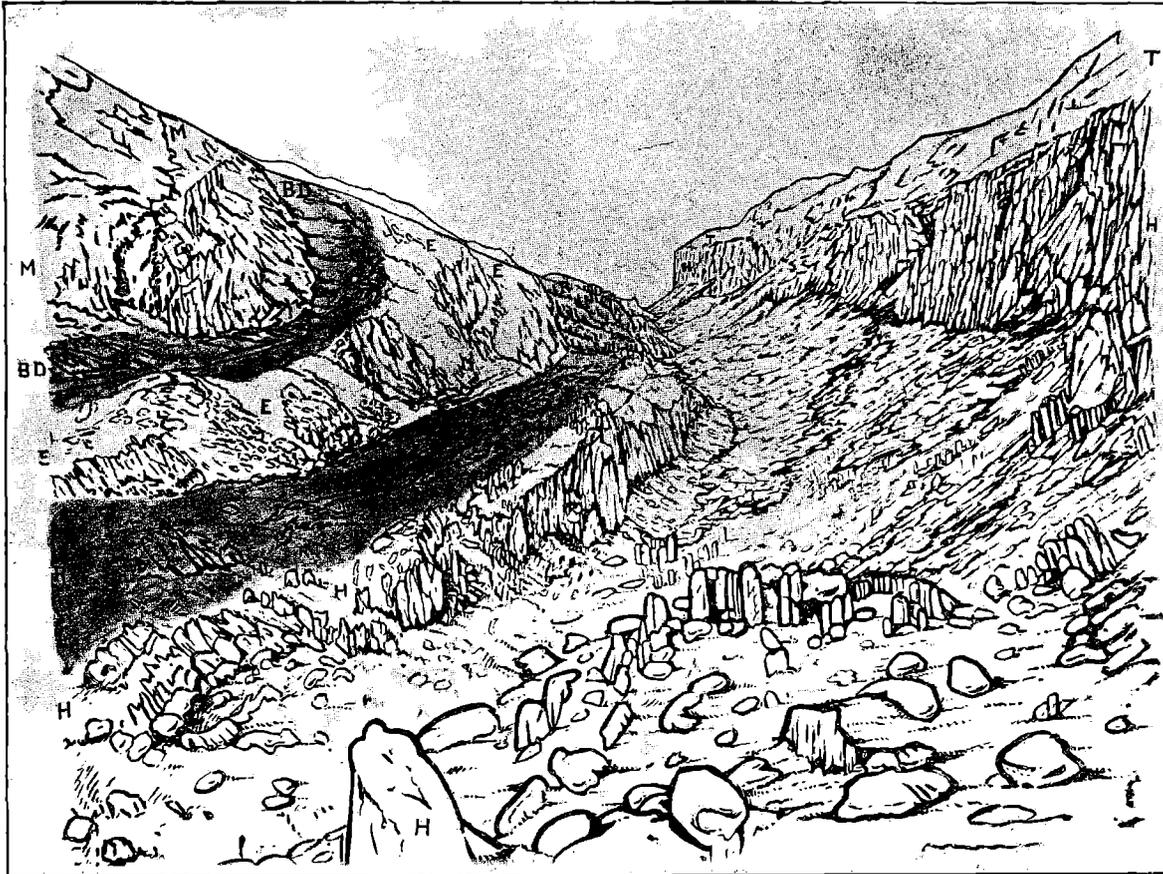


Fig. 3. Die Runse des Forcel Rosso. Mittlerer, östlicher Teil.

*T* = Tonalit. -- *H* = Marmorplatten des kontaktmetamorphen Hauptdolomits. — *R* = Raibler Schichten. —  
*E* = Esinokalk. — *BD* = Buchensteiner (Reitzi) und Daonellenschichten. — *M* = Muschelkalk.

als das Modell; sie wurde nach einer Photographie gezeichnet, welche etwa bei 18 aufgenommen wurde. Rechts oben (Nord) steht der Tonalit (*T*) an und vor ihm zieht eine verhältnismäßig dünne Wand, welche aus bald dicken, bald feinen Marmorplatten (*H*) besteht und deren Blockwerk den Boden der U-förmigen Runse bedeckt. Derselbe Dolomitmarmor reicht auch noch auf die Südseite der Runse hinüber, zieht als ein viel niedrigeres Band als auf der Nordseite dieser entlang. Er bildet die steile Seite der Stufe, welche im flachen Teil aus den oberwähnten weichen Schiefen besteht.

Die dahinterliegende, weiter südlich folgende Stufe ist aus Esinokalk (*E*) und Reitzi + Daonellschichten zusammengesetzt, welche, wie auf dem Modell zu sehen ist, die Kammlinie verlassen haben und jetzt genau von W nach O streichen. Was nun links oben folgt, ist Muschelkalk. Die säulenförmigen Pfeiler, welche im Vordergrund stehen, sind die Köpfe dicker Dolomitmarmorplatten, welche aus dem Rasen herausragen. Je weiter man in die Runse absteigt, desto breiter wird auch die Dolomitmarmorzone, welche bei 19 beinahe schon 300 m mißt, während sie am Forcel Rosso vielleicht nicht einmal die 10 m erreicht.

Jeder, der die Stratigraphie der Trias in Judikarien aus eigener Beobachtung kennt, wird nun aus den beschriebenen Verhältnissen den Schluß ziehen, daß diese mächtige Masse von Dolomitmarmor nur kontaktmetamorphveränderter Hauptdolomit sein kann und daß die weichen Schiefer der bereits erwähnten Stufe nur den Raibler Schichten, welche oft schon in unverändertem Zustande als schwarze oder rötliche mergelige Schiefer auftreten, entsprechen können.

Salomon ist bei der Deutung dieses Profils zu etwas anderen Schlußfolgerungen gekommen, offenbar weil, wie aus seiner Beschreibung zu entnehmen ist, er „dies für die Adamellogeologie sehr wichtige Gebiet nur bei sehr schlechter Witterung, vielfach im Nebel, begangen“<sup>1)</sup> hatte und er damals auch noch nicht ahnte, daß noch Hauptdolomit in der Kontaktzone vorkommen kann. So ist es gekommen, daß er Hauptdolomit mit Esinokalk verwechselte und die Raibler Schichten für Wengener Schiefer hielt. Salomon kam bei seiner Exkursion aus Malga Adamè (Val Savioire) und stieg bei Nebel zum Paß hinauf. In der Runse der Val Savioireseite fand er Hornfelse des Servino mit noch ganz deutlichen Exemplaren der *Naticella costata* und weiter nach oben glaubte er zu erkennen, daß sich zwischen dem Zellenkalk und dem Tonalit noch Muschelkalk und Esinokalk und ganz oben SW des Passes die dunklen Hornfelse der Wengener Schichten einschieben. Beim Abstieg benützte er die Runse 18, durchquerte das Profil der Kammlinie 16, wo die Reitzi- und Daonellaschichten tatsächlich und in klaren Verhältnissen zu den liegenden und hangenden Schichten anstehen. Wohl bemerkte er weiter unten, etwa bei 18, hinter seinen Wengener Schichten „noch einmal Marmor vom Habitus des Esinomarmors und noch einmal eine dunkle Gesteinszone“; bezüglich dieser blieb er aber, um der Deutung des Forcel Rossoprofils konsequent zu bleiben, im Zweifel, ob sie den Wengener Schichten angehört oder

<sup>1)</sup> Die Adamellogruppe, pag. 79.

einen veränderten Eruptivgang darstellt. Beim Weitergehen wurde seine Aufmerksamkeit von der scharfen Umbiegung der Schichten nach Süden in Anspruch genommen, er verfolgte diese Schichten auf dem Fußsteig, welcher von 19 nach Malga Pietra fessa di sopra 20 führt, kletterte so die Marmorwand über 21 nach Pietra fessa di sotto 22 nicht herab und kam daher, weil er die außerordentliche Mächtigkeit der Marmorzone nicht beobachten konnte, auch nicht über die Richtigkeit seiner Profildeutung in Zweifel.

Nach meinen Beobachtungen im Gebiete der Cime delle Casinelle halte ich mich also für berechtigt, festzustellen, daß hier Hauptdolomit mit dem Tonalit in Kontakt kommt.

Wie anfangs erwähnt wurde, kann man aber daraus noch nicht den Schluß ziehen, daß der Tonalit jünger als Hauptdolomit wäre. Es ist noch notwendig, zu beweisen, daß der Kontakt ein primärer ist. Ein solcher Beweis wurde, wie aus dem Zitat Salomons auf pag. 95 hervorgeht, für das Hauptdolomitvorkommen des Mte. Frerone noch nicht erbracht, ein Umstand, der mich veranlaßt, diese Frage, welche für die Altersbestimmung des Adamello von so fundamentaler Wichtigkeit ist, in unserem Gebiete näher zu prüfen.

Bei der Beweisführung für den primären Kontakt sind in erster Linie Metamorphose und Lagerungsverhältnisse in Erwägung zu ziehen. Was die Metamorphose anbelangt, so wurde schon bei der Beschreibung des Profils konstatiert, daß sämtliche Glieder vom Quarzphyllit an bis zum Hauptdolomit intensiv metamorphosiert sind. Daß diese Metamorphose nicht etwa auf die Intensität der Faltung, sondern auf die Wirkung der Eruptivmasse zurückzuführen ist, zeigen schon die Silikatbildungen, welche, wie oben schon gesagt wurde, an der Kontaktstelle zwischen Dolomit und Tonalit vorkommen. Aber, abgesehen von der Kontaktmetamorphose, liefern uns auch noch die Beziehungen zwischen der Tonalitmasse und dem Schichtengebirge den Beweis, daß der Kontakt ein primärer ist.

\* \* \*

**Tektonik.** Zuerst aber ein paar Worte über die Tektonik. Mit dem bogenförmigen Hinunterziehen der Schichten hat uns schon früher das Suesssche Bild<sup>1)</sup> und die Skizze der Figur 2 vertraut gemacht. Auf einen wichtigen Umstand muß man aber nun aufmerksam machen. Die westliche Partie derjenigen Schichten, welche der Kammlinie 9,9 folgen, erscheint von Ervina aus sehr flach liegend, beinahe horizontal; es ist dies nur eine Folge der Perspektive, denn tatsächlich handelt es sich um Schichten, die beinahe auf dem Kopf stehen, wie dies das dem Modell beigegebene Profil zeigt. Nach einer Strecke biegen aber die Schichten der äußeren Zonen 19 so scharf nach Süden, daß Salomon im Zweifel blieb, ob die Umbiegung nicht etwa durch Brüche vermittelt wird. Ich konnte feststellen, daß die knieförmige Biegung ohne Intervention von Bruchlinien stattfindet und daß die Schichten trotz der so plötzlich veränderten Richtung noch immer saiger stehen. Viel weniger scharf erscheint die Umbiegung der

<sup>1)</sup> Antlitz der Erde, Bd. I, pag. 315.

inneren Zone 8. Dieser Umstand ist zum Teil auf das Auftreten einer kleinen Verschiebung, welche im Modell bei 23 deutlich zu sehen ist, zum Teil auf die Schiefe der durch die Erosion erzeugten Anschnittfläche und schließlich teilweise auch auf den Mechanismus der Falte zurückzuführen.

\*       \*

Lagerungsverhältnisse. Der komplizierte Bau dieser kleinen Scholle spiegelt sich selbstverständlich auch im Lagerungsverhältnisse gegenüber der Eruptivmasse wieder. Dieses Paket von steil bis senkrecht stehenden Schichten wurde während der mise en place der Tonalitmasse in seinem inneren Gefüge nicht viel zerrüttet, an seiner heutigen Basis aber vielfach zerfetzt.

Um die an und für sich sehr interessanten Lagerungsverhältnisse kennen zu lernen, stellen wir uns wieder auf die Wiese der Hütte Ervina di sopra 4 und beginnen von dort über das geologische Modell einen neuen Rundgang.

Zuerst steigen wir zu dem Lago di Mare (2225 m), einem kleinen Karsee 24, welcher einen fensterartigen Aufschluß verschafft. Links von 25 sehen wir das keilförmige Eindringen der Quarzphyllite in die Eruptivmasse, welche ihrerseits zwei mächtige Apophysen 25 in die Schiefer sendet. Wir klettern dann von 24 die Wand bis 6 hinauf und konstatieren, daß dort der Sandsteinkomplex ohne Schieferunterlage auf dem Tonalit ruht, kehren zurück, passieren den Talkessel 26 und steigen zu 27 hinauf; was wir hier treffen, ist eine breite Sandsteinscholle, an deren östlichem Rande noch ein Fetzen von Servino erhalten ist. Die nächste Scholle 27 besteht ganz aus Servino, welcher den höchsten Grad der Metamorphose aufweist. Klettern wir bis 30 hinauf, so finden wir eine schmale Sandsteinscholle, welche die natürliche Fortsetzung von 27 ist; beide haben ein gleiches Streichen und ihre Bänke stehen senkrecht. Die Schollen 27, 28, 29 schwimmen im Tonalit, welcher in ihrer unmittelbaren Umgebung oft voll von ihren Fragmenten ist. Aus dem Rasen ragt bei 21 noch eine Servinoscholle heraus und am Rand der Wiese liegt noch eine Marmorpartie 32; die herabstürzenden Bäche haben sie in drei Teile zerschnitten und in jedem Einschnitt die Tonalitunterlage aufgeschlossen. Bei 10 sind die Aufschlüsse weniger günstig, nur in der im Zellenkalkmarmor liegenden Runse sind einige schöne Apophysen zu sehen. Es sind aber keine Apophysen des Tonalits, sondern der kleinen Granitmasse 32, welche sowohl die Trias bei 10 und 34 als auch den Tonalit, wie bei 33 auf dem Modell durch Verzahnung der Grenzlinie schematisch dargestellt wurde, injiziert. Erst an dem Fußsteig, welcher von Pietrafessa di sopra 20 nach Pietrafessa di sotto 22 hinunterführt, findet man wiederum den Kontakt zwischen der Eruptivmasse und der Trias, und zwar zwischen Tonalit und Hauptdolomit. Bei 35 in der Runse, welche die Fortsetzung von 11 und 12 bildet, sieht man die Intrusion des Tonalit in die Dolomitmarmor masse. Echte Apophysen, das sind Gänge, welche nicht nur mit dem Tonalit der Hauptmasse absolut identisch, sondern auch ausgesprochene gangförmige Fortsetzungen der letzteren sind, dringen

in den kontaktmetamorph veränderten Hauptdolomit. Das herabstürzende Bächlein fällt bald von einer Tonalitstufe herab, bald fließt es in prächtigen polierten Marmorwannen, welche ihre Entstehung demselben verdanken. In kleinerem Stil sind die Intrusionserscheinungen nochmals bei 35 zu beobachten; 36 sind zwei kleine, durch Erosion isolierte Marmorschollen. In der Runse 18 habe ich keine echten Apophysen gesehen, es kommen wohl Gänge vor, wie zum Beispiel bei 21, die mit dem Tonalit der Masse petrographisch identisch sind und somit aller Wahrscheinlichkeit nach Apophysen sind; es läßt sich aber in denselben, da sie isoliert im Marmor vorkommen, nicht auch konstatieren, daß sie von der Eruptivmasse direkt ausgehen. Damit ist nicht gesagt, daß auch an der nördlichen Umgrenzung der Marmor-masse echte Apophysen vorkommen könnten, um so mehr als ich die steile Wand nicht überall erklettern konnte und der Nebel oft die Fernsicht erschwerte. Außer vom Tonalit wird die Trias auch von zahlreichen Gängen seiner Gefolgschaft durchbrochen<sup>1)</sup>.

\* \* \*

Die minimale Altersgrenze des Tonalits. Sowohl aus der Kontaktmetamorphose als auch aus den Lagerungsverhältnissen muß man also den Schluß ziehen, daß der Kontakt der Trias inklusive Hauptdolomit mit dem Tonalit ein primärer ist. Es folgt nun daraus, daß der Tonalit zweifellos jünger als Hauptdolomit ist.

Interessant ist noch festzustellen, besonders gegenüber der Meinung Löwls (vergl. pag. 98), daß der Hauptdolomit sowohl mit dem Adamello- als auch mit dem Re di Castello-Tonalit im primären Kontakt ist. Das ist ebenfalls auf dem Gypsmodell ersichtlich. Der Adamello-Tonalit III ist sauer und grobkörnig, was durch spärliche Punktierung angedeutet wurde; der Re di Castello-Tonalit I ist feinkörniger und basischer und auf dem Modelle entsprechend dicht und feinpunktiert. Mit II ist weiter die basische Fazies des Re di Castello-Tonalit bezeichnet.

Beide Tonalite also sind jünger als Hauptdolomit.

Ich sage absichtlich jünger und nicht etwa „mindestens gleich-alterig“, denn der Vergleich der Mächtigkeit der Dolomitmarmor-masse mit jener, welche sonst der Hauptdolomit in Judikarien zu haben pflegt, hat mich überzeugt, daß in der Marmorzone auch die obersten Bänke des Hauptdolomits vertreten sind.

Die minimale, das ist also die älteste Altersgrenze des Tonalits, welche, als Suess über Adamello schrieb, bei der anisischen Stufe lag und nach den Aufnahmen Bittners die ladinische Stufe erreicht hatte, hat nunmehr die karnische und

<sup>1)</sup> Dieser Ganggefolgschaft dürften auch die Tonalitapophysen, welche Salomon aus der Forcel Rosso Runse erwähnt (a. O., pag. 81), angehören. Ich spreche diese Vermutung aus, weil dieser Autor in seiner Beschreibung die Apophyse der Tonalitmasse von den Gängen der Gefolgschaft nicht klar unterscheidet. So zum Beispiel auf pag. 259 der „Adamellogruppe“, wo von „Apophysen-tonalit im Tonalit“ die Rede ist.

norische Stufe überschritten und liegt nahe oder knapp an der Basis des Rhäts.

Spuren von Rhätschichten zu finden, ist mir bisher nicht gelungen. Wenn solche an der Cime delle Casinelle vorkommen, so sind sie noch bei 37 zu erwarten, eine Stelle, welche ich wegen Terrainschwierigkeit und Zeitmangel noch nicht begehen konnte und erst im nächsten Sommer näher untersuchen werde. Ich habe Rhät vergebens in der Nähe Pietrafessa bei 22, 35, 36 gesucht: ich sah dort nur weißen Dolomitmarmor, während der Komplex der rhätischen Ablagerungen mit schwarzen mergeligen Schichten beginnen sollte, so daß nichts leichter wäre, als sie auch in kontaktmetamorph veränderten Zustand von Hauptdolomitmarmor zu unterscheiden.

Noch jüngere Schichten als Rhät am Kontakt mit dem Tonalit zu suchen, ist vollkommen aussichtslos. Der Rhät als solcher ist nämlich in Judikarien so mächtig, daß eventuell nur noch seine Basalglieder in Kontakt erwartet werden könnten.

Es kommen übrigens die nächsten liassischen Schichten in Judikarien erst 10 *km* weiter östlich von dem Tonalitrand vor.

Unter solchen Umständen muß man also konstatieren, daß im Adamellogebiet ein so sicheres Kriterium der Altersbestimmung, wie es durch die Stratigraphie und durch die Lagerungsverhältnisse gegeben ist, uns nur die Feststellung der minimalen (ältesten) Altersgrenze des Tonalits, nicht aber der maximalen (jüngsten) gestattet. Wir wissen, daß der Tonalit sicher jünger als Hauptdolomit ist, nicht aber, um wieviel er jünger ist.

Wenn wir nun die maximale Altersgrenze des Tonalits bestimmen wollen, müssen wir es mit anderen Kriterien versuchen.

\* \* \*

Andere Kriterien der Altersbestimmung. Die Ansichten Prof. Salomons. Die anderen Kriterien der Altersbestimmung, welche im Adamellogebiete in Erwägung gezogen werden können, stehen mit 1. Konglomeraten, 2. Ganggefölschaft, 3. Syngeneese, 4. Dicke der Sedimentkruste, 5. Druckerscheinung, 6. Gebirgsbildung, 7. Faltung in Zusammenhang.

Aber nicht alle diese Kriterien sind für den Adamello brauchbar. Vor allem dasjenige des Vorkommens von Geröllen der Eruptivmasse in Konglomeraten und Breccien nicht. Dieses Kriterium, das sonst bei einem so charakteristischen Gestein wie der Tonalit aus einem glücklichen Fund sichere Schlußfolgerung gestattet hätte, ist in unserem Falle nicht anwendbar aus dem einfachen Grunde, weil Konglomerate, in welchen Tonalitgerölle möglich wären, fehlen.

Die Quarzphyllitkonglomerate an der Basis der permokarbonischen Sandsteine und die Quarzkonglomerate des Grödener Sandsteins kommen nicht in Betracht. Auch in den Konglomeraten der Raibler Schichten, welche, wie uns die neuen sorgfältigen Untersuchungen Cacciamalis<sup>1)</sup> lehren, an einzelnen Stellen der Provinz Brescia vorkommen, ist das Suchen von Tonalitgeröll überflüssig geworden,

<sup>1)</sup> Studio geologico delle valli di Lodrino e Lumezzane. Commentari dell' Ateneo di Brescia per l'anno 1908. Brescia 1909, pag. 68.

nachdem das Vorkommen von Hauptdolomit in primärem Kontakt mit der Adamelloeruptivmasse nunmehr außer Zweifel gestellt ist. Es bleiben nur die liassischen Breccien übrig, die in der Gardaregion, wie mir Cozzaglio brieflich mitteilt, ziemlich verbreitet sind. Es handelt sich aber um lokale Strandbildungen, in welchen kristallinische Elemente und selbst triadische Gerölle ebensowenig zu erwarten sind als in dem oberjurassischen Strandkonglomerat von Ballino bei Riva, welches von mir beschrieben wurde <sup>1)</sup>. Das Fehlen von Tonalitgeröllen in liassischen Breccien und oberjurassischen Konglomeraten hat nach meiner Anschauung wegen Lokalverhältnissen nicht einmal für Wahrscheinlichkeits-Schlußfolgerungen einen Wert.

Ebensowenig ist das Kriterium der Ganggefolgschaft in unserem Falle brauchbar. Die Verbreitung der Eruptivgänge der Tonalitganggefolgschaft in dem Adamellogebiete ist eine derartige, daß sie wohl für den Zusammenhang der Eruptivmasse mit den Gängen spricht; aber gerade diese Verbreitung ist es, welche die Anwendbarkeit dieses Kriteriums verhindert. Die Ganggefolgschaft ist in Judikarien nur in einer Entfernung von höchstens 6 *km* von dem Rand der Eruptivmasse zu finden; die nächsten rhätischen oder liassischen Bildungen sind aber über 10 *km* weit davon entfernt und tatsächlich findet man in den letzteren keine Eruptivgänge. Daß man unter solchen Umständen aus diesem negativen Resultat keine Schlußfolgerung für die Altersbestimmung der Adamellomasse ziehen darf, liegt wohl auf der Hand. Was die Syngeneese anbelangt, so liegt es ebenfalls auf der Hand, daß die Schlußfolgerungen, die man aus einer Hypothese zieht, immer auf sehr schwachen Füßen stehen müssen. In unserem Falle wird man es übrigens heutzutage wohl vorziehen, nach den Beobachtungen, welche in je einer der randlichen (Iffinger) und der zentralen (C. d'Asta) periadriatischen Eruptivmassen gemacht wurden <sup>2)</sup>, überhaupt den Gebrauch der oben erwähnten Kriterien aufzugeben.

In der Dicke der Sedimentkruste, welche noch auf dem Tonalit liegen mußte, um ihn granitisch erstarren zu lassen, versuchte Salomon, ein Kriterium für die Altersbestimmung zu gewinnen. „Da wir indessen wissen (so schrieb dieser A. im Jahre 1897), daß der Tonalit nicht die Oberfläche erreichte, sondern unter einer festen Kruste erstarrte, und da der Esinokalk am Passo del Frate zum größten Teil unter den Tonalit einfällt, so müssen wir annehmen, daß dieser von noch jüngeren Schichten als der Esinokalk bedeckt gewesen sein muß.“ Nach Salomon darf man der Tonalitbedeckung sicher keine geringere Dicke als der des norwegischen Drammengranits zuschreiben. „Eine Dicke von 600 *m* bedeutet aber bereits, daß der Tonalit wenigstens das Alter des Hauptdolomits hätte.“ Wir wissen nun, daß die neuen Beobachtungen wirklich dem Tonalit das Alter des Hauptdolomits bestätigt haben. Trotzdem möchte ich diese Übereinstimmung nur als zufällig betrachten. Denn die Lagerungsverhältnisse der Adamellohülle sind tatsächlich zu kompliziert,

<sup>1)</sup> Diese Verhandlungen 1909, pag. 171.

<sup>2)</sup> Siehe auf pag. 93.

um aus der ursprünglichen Dicke derselben diejenigen Schlüsse ziehen zu können, welche höchstens bei einer flachgewölbten regelmäßig gebauten Decke eine gewisse Berechtigung hätten. Ich erinnere zum Beispiel an die Verhältnisse in Val di Fumo und in Val Leno. An der letztgenannten Lokalität liegen bei Malga Gelo die Muschelkalkablagerungen bei 1800 *m*, am Rossola aber, in einer Entfernung von kaum 2 *km*, schon um rund 1000 *m* höher. Es wäre weiter meiner Ansicht nach nicht zulässig, obgenannte Methode der Altersbestimmung konsequent anzuwenden, das ist zum Beispiel noch dem Hauptdolomit 600 *m* zuzugeben, womit die Liasgrenze erreicht würde. Wahrscheinlich vertritt übrigens jetzt auch Salomon diese Ansichten nicht mehr, denn in seinen neuen Publikationen hat er dieses Kriterium nicht weiter angewendet. Er hat es vielmehr versucht, die noch zu besprechenden drei anderen Kriterien zu benützen und glaubt, mit deren Hilfe das tertiäre Alter des Tonalits positiv und bestimmt bewiesen zu haben.

Die definitive und ausführliche Form seiner Beweisführung werden wir erst in dem zweiten Teil seiner Adamellomonographie finden. Ich selbst habe die Arbeiten der Neuaufnahme des Adamello ebenfalls noch nicht abgeschlossen. Es wäre deshalb in mancher Beziehung gerechtfertigt, wenn ich meine Stellungnahme in diesen Fragen für eine spätere Zeit vorbehalten wollte. Wenn ich schon jetzt die Gelegenheit benütze, um meine vorläufige Meinung ganz kurz auszusprechen, so geschieht es, um einem direkten Wunsch Salomons, welcher seit 1899<sup>1)</sup> die „Gegner der von ihm vertretenen Anschauungen mit Gegengründen hervorzutreten“ eingeladen hat, entgegenzukommen. Ich folge dieser Aufforderung gern, weil meine persönlichen Beziehungen zu Herrn Prof. Salomon mir volle Bürgschaft leisten, daß die Diskussion immer streng sachlich bleiben wird und es wohl das Minimum ist, was man zur Anerkennung seiner großen Verdienste für die Alpengeologie tun kann.

Vor allem muß ich erklären, daß ich durchaus nicht zu denjenigen gehöre, welche, wie Salomon sagt, „nur mit Widerwillen oder nur ausnahmsweise, oder doch nur für exotische Länder“ die Möglichkeit des Auftretens jüngerer Granite und ihnen verwandter Tiefengesteine zugeben. Ich huldige in dieser Beziehung keinem Vorurteile und meine feste Überzeugung ist eben die, daß auch die Granitmassen der Südalpen verschiedenalterig sind, nachdem einerseits Granitgerölle in älteren Konglomeraten gefunden wurden und andererseits granitische Gesteine jüngere Schichten injiziert haben.

Trotz alledem bin ich nach den bisherigen Publikationen Salomons und nachdem ich selbst die für die Altersfrage wichtigsten Gebiete des Adamello durch eigene Anschauung kennen gelernt habe, noch nicht überzeugt, daß der Adamellotonalit tertiär ist.

Am wenigsten überzeugt mich das Kriterium der Gebirgsbildung. Salomon geht von der Hypothese aus, daß die Eruption der grani-

<sup>1)</sup> Sitzungsber. der kgl. preuß. Akad., 1899, III, pag. 39.

tischen 'periadriatischen Massen mit der Gebirgsbildung in engstem genetischen Zusammenhang stehen. Einzelne dieser Granitmassen, sagte er weiter, welche eine syngenetische Gruppe bilden, sind sicher post-triadisch; die nächste Epoche der Gebirgsbildung in den Alpen nach der Karbonzeit fällt bereits in das Tertiär, folglich erhält man als Altersgrenze dieser Granite das Ende der Kreide- und den Anfang der Mitteleocänenzeit.

Diese Schlußfolgerung ist also von zwei sich gegenseitig stützenden Hypothesen abhängig: von der Syngenese, welche nicht mehr aufrechterhaltbar ist und der Theorie des genetischen Zusammenhanges der Gebirgsbildung mit der Eruption.

Salomon gibt meiner Ansicht nach eine zu enge Interpretation der heute dominierenden Theorie der Gebirgsbildung. Diese Theorie, so wie sie fast allgemein anerkannt wird, sagt nicht etwa, daß sämtliche Eruptionen der Gebirgsregionen von der Gebirgsfaltung abhängig sind, sie lehrt uns vielmehr, daß Eruptionen und Gebirgsbildung auf eine und dieselbe Ursache, der Kontraktion unserer Erde, zurückzuführen sind. Sie setzt also die Möglichkeit voraus, daß Eruptionen auch mit anderen Krustenbewegungen in Zusammenhang stehen können, welche direkt oder momentan nicht als Gebirgsbildung zu betrachten sind; sie läßt sogar den Fall offen, daß einzelne Eruptionen auch unabhängig von Krustenbewegungen stattfinden. Und tatsächlich können die großartige Quarzporphyreruption, die Augitlaven der Wengener Schichten und die ausgedehnten Tuffbildungen des Raibler Niveaus in der Etschbucht, bisher mit keinerlei gebirgsbildenden und zugleich -faltenden Bewegungen ihrer Ausbruchregion in Zusammenhang gestellt werden. Sie liefern uns jedenfalls den positiven Nachweis, daß zwischen dem Karbon und dem Tertiär in unserem Gebiete große Eruptionen stattgefunden haben, welche von der tertiären Faltung und Gebirgsbildung absolut unabhängig sind. Und ich will in Erinnerung bringen, daß die Wengener Augitlaven und Tuffe eine Oberfläche bedecken, welche mehrmals größer ist als jene der Adamellomasse. Es handelt sich also um eine gewaltige Eruption und ich verstehe nicht, warum einer ähnlichen Ursache nicht auch die *mise en place* unterirdisch erstarrter granitischer Massen zugeschrieben werden darf. Es ist gewiß nicht die Gebirgsbildungstheorie, wie sie allgemein Geltung hat, die uns das verbietet, denn sie ladet uns vielmehr ein, für solche oberflächliche Ergüsse auch ein Tiefeäquivalent, eine Narbe zu suchen, nimmt aber andererseits auch gleichzeitig das Vorkommen von Eruptivmassen, welche nie die Oberfläche erreichten und granitisch unter einer Sedimentkruste erstarrten, an.

Wir haben also in der Etschbuchtregion große Eruptionen, welche keiner faltenden Krustenbewegung ihr Auftreten verdanken und die tertiäre Faltung, mit welcher ebenfalls große Eruptionen zusammenfallen. Wir sind durchaus nicht gezwungen, die *mise en place* einer Granitmasse mit einer solchen Eruption in Zusammenhang zu bringen; will man aber das tun, warum muß man der tertiären Faltungsperiode den Vorzug geben?

Weil, so lautet die Antwort Salomons, sich wohl unabweislich die Vermutung aufdrängt, daß die Entstehung

der ethmolithischen (trichterförmigen) Lagerungsform geknüpft ist an die Vereinigung und den gleichzeitigen Eintritt von Faltung und Intrusion.

Entscheidend ist also nach den letzten Publikationen Salomons nicht das Kriterium der Gebirgsbewegung, sondern jenes der Faltung und diesem müssen wir nun unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Die Anwendbarkeit dieses Kriteriums ist im allgemeinen nicht zu verkennen. Wird zum Beispiel ein Zug von parallelen Falten von einer Eruptivmasse durchbrochen, so ist es wohl möglich, daß die Lagerungsverhältnisse der Intrusivmasse und ihrer Apophysen gegenüber der umhüllenden Kruste derart klar sind, daß das Vorhandensein der alten Falten zur Zeit der *mise en place* überhaupt außer Diskussion steht.

Diesen einfachen Fall stellt aber die Tektonik der Adamello-region durchaus nicht dar. Ich will mit ein paar Worten an sie erinnern. Die kleine Skizze (Fig. 4) stellt in möglichst einfacher Weise die Leitlinie der Etschbucht-faltung dar. Das Mittelstück der dicken S-förmig

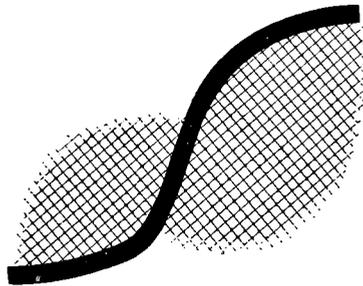


Fig. 4. Leitlinie der Etschbucht-faltung.

gebogenen Linie entspricht dem zusammengedrängten anormal N—NO streichenden Faltenzug, die schraffierten Teile den plateauartigen flachgefalteten Gebieten, welche den Übergang der Etschbucht-falten in die normalen, WO streichenden Falten der Lombardei und Venetiens vermitteln. Der Adamello liegt schon außerhalb des gedrängten Faltenzuges, also in dem Interferenzgebiet, wo kein ausgesprochenes planmäßiges Falten-system mehr zu erkennen ist.

In den südwestlichen und nordwestlichen Teil der Adamello-masse zieht sich je eine schmale zusammenhängende Zone von kontaktmetamorphen Trias auf einige Kilometer in das Tonalitmassiv hinein. Die Schichten dieser Zonen stehen steil bis senkrecht; die südliche Zone, jene der Val Blumone, dürfte vielleicht eine enggepreßte Synklinale oder eine Antiklinale darstellen; die nördliche, der Val Gallinera, ist der ganzen Länge nach durch eine Bruchlinie entzwei-gespalten.

Werfen wir nun einen Blick auf die Salomonsche Karte und es wird sofort das fremdartige Auftreten der Blumonezunge auffallen.

Sie bildet ein fremdes Element in dem Bau des Gebirges und erscheint nicht als Fortsetzung einer außerhalb der Eruptivmasse

liegenden Falte, denn nur der keulenförmige Keil zeigt steile Schichten; schon der Mte. Colombine, der noch nicht ganz außerhalb der Tonalitmasse liegt, ist flach gebaut und es beginnt also schon mit ihm die plateauartige flachgewölbte Region<sup>1)</sup>. Mit dem besten Willen kann man in dieser Blumonezunge nicht eine Falte, welche unbedingt dem tektonischen Plane dieses Gebietes entspricht, erkennen. Es ist aber dann auch unmöglich, mit Sicherheit und Bestimmtheit, wie Salomon meint, zu behaupten, daß diese kleine Falte ohne weiteres der tertiären Faltung gehört.

Denselben fremdartigen Eindruck macht auch die Gallinerazunge, und ich sehe nicht die Möglichkeit, das tertiäre Alter ihrer Faltung mit Sicherheit zu beweisen, denn wir haben es diesmal nicht einmal mit einer Falte zu tun, sondern bloß mit einer steilstehenden Zone, welche ebenso gut ihre heutige Stellung den Krustenbewegungen bei der so gewaltigen Intrusion verdanken kann, — was bei so großer Intrusivmasse um so näher liegt, je dünner man die Kruste annimmt.

Solange aber in dieser Beziehung Unsicherheit herrscht, können wir auch nicht von einer sicheren Bestimmung des tertiären Alters des Tonalits sprechen.

Ein neues Argument für die Entscheidung der Frage erblickt Salomon in der Beobachtung, daß die Kontaktmetamorphose jünger als die mechanische Deformation ist, die er an Permkonglomeraten der inneren Kontaktzone im Baitonegebiet konstatiert hat. Die makroskopische und mikroskopische Beweisführung, die er als absolut sicher bezeichnet, blieb bisher aus, wird aber offenbar in einer späteren Publikation erscheinen. Vorläufig kann also dieses Kriterium nicht in Diskussion gezogen werden. Immerhin will ich noch hervorheben, daß nach dem, was Salomon bisher mitgeteilt hat, auch diese Beweisführung voraussetzt, daß die starke Pressung, welche er am Osthange des Granatkammes im Baitonegebiet sah, nur mit der tertiären Faltung in Zusammenhang zu bringen sei, was aber meiner Ansicht nach erst zu beweisen ist.

Für mich bleibt also das tertiäre Alter des Tonalits vorläufig unbewiesen. Selbstverständlich ist damit die Diskussion durchaus noch nicht geschlossen. Ich habe mich aus den auf pag. 112 angegebenen Gründen darauf beschränkt, in diesem letzten Abschnitte meines Aufsatzes kurz und summarisch auf die Punkte hinzuweisen, in denen die Meinungen Prof. Salomons und die meinigen auseinander gehen. Ich hoffe damit die definitive Diskussion erleichtert zu haben, welche wohl erst nach der Herausgabe des letzten Teiles der Adamellomonographie Salomons und nach dem Schluß meiner Aufnahmen abgeschlossen werden kann.

Bis dahin soll auch die Besprechung der Lagerungsverhältnisse verschoben werden. Ich gestatte mir hier kurz anzumerken, daß nach der Überprüfung der Profile, die Salomon bisher mitgeteilt hat, die Adamellomasse mir eher als Stock oder Batholith als als Ethmolith erscheint.

---

<sup>1)</sup> Vergl. die geologischen Manuskriptkarten Bittners: Blatt Storo und Blatt Lago di Garda.