



Wilhelm Salomon

Über neue geologische Aufnahmen in der östlichen Hälfte der Adamellogruppe

In:

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. – Berlin: Verlag der Königlich Akademie der Wissenschaften (in Commission bei Georg Reimer)

Jahrgang 1901 : Erster Halbband (Januar bis Juni)

S. 170-185

Persistent Identifier: [urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-40468](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-40468)



Über neue geologische Aufnahmen in der östlichen Hälfte der Adamellogruppe.

VON Prof. Dr. WILHELM SALOMON
in Heidelberg.

(Vorgelegt von Hrn. KLEIN.)

I.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin gewährte mir im Jahre 1900 zum zweiten Male eine Unterstützung behufs Fortführung der sich nun schon über eine ganze Reihe von Jahren hinziehenden geologisch-mineralogischen Untersuchung der Adamellogruppe.¹ Ich spreche ihr dafür auch an dieser Stelle meinen ehrerbietigen Dank aus und möchte kurz über die auf Grund dieser Unterstützung im Jahre 1900 und aus eigenen Mitteln im Jahre vorher unternommenen Reisen berichten. Der grösste Theil des im Gebirge gesammelten Materials bleibt einer späteren Bearbeitung vorbehalten.

Die Grenze des Tonalites gegen die benachbarten Formationen wurde vom Tonalepasse in die Val di Sole hinein verfolgt. Ich hatte schon im Jahre 1891² und dann wieder 1897³ darauf aufmerksam gemacht, dass unmittelbar südlich von der Tiefenlinie des Pässeinschnittes nicht gleich Tonalit, wie früher angenommen wurde, folgt, sondern eine Zone von »metamorphen, wahrscheinlich ursprünglich phyllitischen« Schiefergesteinen, die »in ONO.-Richtung streichend äusserst steil nach Süden, also unter den Tonalit einfallen«. Dass es thatsächlich Phyllite, und zwar zum System der Quarzlagen-Phyllite der Val Camonica gehörige Gesteine sind, ist jetzt sehr schön an der ersten südgerichteten Biegung der Fahrstrasse östlich der Caserma dei

¹ Vergl. diese Berichte 1896, S. 1033–1048 und 1899, S. 27–41; TSCHERMAK'S Mittheilungen XVII, S. 109–284; Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch. 1890, S. 450–556 und 1900, S. 348–359; Neues Jahrb. f. Miner. 1900, II, S. 117–139 und eine Reihe von anderen Mittheilungen.

² Neue Beobachtungen aus den Gebieten der Cima d'Asta und des Monte Adamello (TSCHERMAK'S Mittheilungen XII, 1891, S. 414).

³ Über Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen granitisch-körnigen Massen (ebenda XVII, 1897, S. 170 und 171).

Finanzieri zu sehen, wo sie zur Zeit, wenn auch in zerrütteter Lage-
 rung, vortrefflich aufgeschlossen sind.

Auf der Ostseite des Tonalepasses liegt die Grenze¹ des Tonalites nur wenig südlich des topographischen Einschnittes, wie man sich beim Anstieg von der Casa Locatori zum Presenapasse überzeugt. Von dort zieht sie in ungefähr N. 70–80 O.-Richtung südlich von der Malga Peccè vorbei, wo sie nach dem Farbencontrast zu urtheilen auf dem rechten Ufer des Torrente Vermigliana höchstens 200^m über dem Bach verläuft, und behält diese Richtung bis zum tiefen Einschnitt der Val Stavel. Sie überschreitet dann östlich von dieser den vom Croz della Luna² nach NW. ziehenden Ausläufer wenig nördlich des Baito Bunisoj und wurde auf der Westseite der Val Piana etwa 500^m südlich der Malga Peccè in einer das Gehänge durchschneidenden Runse wieder beobachtet. Sie streicht also auch von Stavel bis Val Piana unverändert weiter. Auf der Ostseite von Val Piana liegt sie dagegen wesentlich weiter nach N. Sie dürfte den Seavese-Rücken etwa 250^m nördlich von dem trigonometrischen Signal der Karte überschreiten und somit über das Thal in ungefähr N. 55 O.-Richtung setzen. Weiter östlich konnte ich leider keine sicheren Grenzpunkte mehr auffinden. Im Thal des Torrente Ossaja gegenüber von Castello wurde ich in etwa 1105^m Höhe durch ein Gewitter gezwungen umzukehren, war aber dort wahrscheinlich der Tonalitgrenze ziemlich fern. Noch weiter im Osten fand ich in dem Thal, das sich von Malga Marilleva nach Norden hinunterzieht, Tonalit in einer jedenfalls an Ort und Stelle aus anstehendem Gestein gebildeten Schutthalde, noch an dem Punkte, wo der von SW. aus Val Leores herkommende Weg den Bach erreicht. Nördlich und östlich von diesem Punkt gelang es mir bei der Mächtigkeit der alten Grundmoräne und der dichten Bewaldung des Terrains nicht, bei meinen wenigen Begehungen Aufschlüsse aufzufinden. Auch ist es nicht einmal wahrscheinlich, obwohl möglich, dass die Grenze hier an irgend einem Punkte aufgeschlossen sein wird, da die Gletscherbelege der Glacialzeit den Süabhäng der Val di Sole nach Dimaro hin bis zu beträchtlichen Höhen bedecken. Immerhin ergibt sich aus den angeführten Beobachtungen, dass die Nordgrenze des Tonalites von Val Piana nach Val Marilleva zwischen N. 59 O. und N. 66 O. streicht. Machen wir also die Voraussetzung, dass ihr Streichen auch noch weiter östlich constant bleibt, so würde sie die Tiefenlinie der Val di Sole zwischen Diolasa und Dimaro erreichen.

¹ Die Ausführlichkeit des zunächst folgenden Abschnittes hat ihren Grund in dem fast völligen Mangel an Angaben über diese Gegend, deren hohes geologisches Interesse eine solche Vernachlässigung nicht verdient.

² Man vergleiche zu diesem Abschnitt die vom k. k. militär.-geogr. Institute in Wien herausgegebene Karte der Adamellogruppe in ¹/₁₀₀₀₀.

Es scheint mir nun von Bedeutung zu sein, dass auf der Strecke vom Tonale bis zur Val Piana der Tonalit im Norden in primärem Contacte mit der bisher dort nichterkannten Fortsetzung der Quarzlagenphyllit-Zone der oberen Val Camonica steht. Ich beobachtete in der Val Piana, dass der in der Nähe der Grenze auftretende Tonalitgneiss Einschlüsse der benachbarten Schiefer enthält und Gänge in sie entsendet. Dagegen fehlen im Gegensatze zu der Val Camonica in dem Contacte des Tonalites benachbarten Gesteinen jene charakteristischen Hornfelstypen, die ich 1890 vom Monte Aviolo, 1897 von verschiedenen anderen Punkten der Adamellogruppe und anderer südalpiner Centralmassive beschrieben habe.¹ Um so interessanter ist es deshalb, dass die mikroskopische Untersuchung der in Val Piana und Val Stavel nahe dem Contacte gesammelten Stücke zum Theil noch Contactmineralien (Andalusit und andere), zum Theil noch Andeutungen von Hornfelsstrukturen nachwies. Dabei nähern sich die in weiterer Entfernung vom Contacte deutlich die Charaktere der Quarzlagenphyllite der Val Camonica besitzenden Gesteine in der Nähe des Contactes zum Theil dem Habitus der später zu besprechenden Rendaschiefer. Sie werden nämlich etwas krystallinischer, bleiben aber, soweit meine Erfahrungen reichen, stets deutlich schiefrig und zeigen makroskopisch durchaus keine deutlichen Andeutungen von Contactmetamorphose. Die mikroskopische Untersuchung zeigt aber, dass sie eben so wie der in der Nähe des Contactes zum Tonalitgneiss ungespreste Tonalit sehr starke Druckwirkungen ausgehalten haben. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass hier der Gebirgsdruck die ursprünglich wohl ähnlich wie in der Val Camonica ausgeprägte Contactmetamorphose wieder verwischt oder ganz unkenntlich gemacht hat. Ähnliche Erscheinungen sind ja durch GRUBENMANN und KÜNZL² von den primären Contacten des als Fortsetzung des Adamello zu betrachtenden Iffingermassives bei Meran bekannt geworden. Ja, ich möchte behaupten, dass der auffällige Mangel der Contactmetamorphose rings um so viele der Schweizer Centralmassive gleichfalls auf einer secundären Dynamometamorphose beruht, soweit er nicht einfach durch das Fehlen ausreichender mikroskopischer Untersuchungen zu erklären ist.

Was die geologischen Richtungen der Quarzlagenphyllite der Val di Sole betrifft, so streichen sie, wenn wir von ihren zahl-

¹ Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1890, S. 450—556. — TSCHERMAK'S Mittheilungen 1897, XVII, S. 109—284. — Vergl. auch H. V. GRABER, Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst. 1897, S. 225—294.

² Über den Tonalitkern des Iffinger bei Meran (Südtirol). Festschr. d. naturf. Ges. Zürich 1896, S. 349—352. — Die Contactzone um die Ulten-Iffingermasse bei Meran (TSCHERMAK, Mittheil. XVIII, 1899, an vielen Stellen).

reichen Biegungen und Faltungen absehen, auf der Westseite der Val Piana zwischen N. 45 O. und N. 75 O. bei sehr steilem N.-Fallen. Sie fallen also dort von der Tonalitgrenze weg. Der Tonalitgneiss, der, wie erwähnt, gegen den Contact hin den normalen Tonalit vertritt¹, zeigt dort gleichfalls ein ungefähr N. 70 O. gerichtetes Streichen seiner Structurflächen bei ungemein steilem, ja beinahe senkrechtem N.-Fallen. Auch in Val Ricolonda östlich von Val Stavèl konnte ich die geologischen Richtungen der Phyllite bestimmen. Das Streichen schwankt zwischen N. 60 O. und N. 76 O.; das Fallen fand ich an mehreren von einander ziemlich weit entfernten Stellen steil südlich, also unter den Tonalit gerichtet. Im Merlothale bei Malga Pecè nahe der Tonalestrasse streichen sie N. 56 O. und fallen wieder steil nördlich ein.

Nach Norden grenzt an die Quarzlagenphyllite, nur durch die Tonaleverwerfung² von ihnen getrennt, das wesentlich aus Gneissen, Glimmerschiefern, Flaserpegmatiten, Marmorlagern und anderen meist hochkrystallinen Schiefertypen bestehende System, für das ich den Namen Tonalieschiefer³ gebrauchen will. In diesem gelang es mir nun zum ersten Male, einen petrographisch wohl charakterisirten Gesteinstypus horizontal auf grössere Entfernungen zu verfolgen. Es ist das ein eigenthümlicher, jedenfalls aus einem Eruptivgestein durch Zerquetschung hervorgegangener und thatsächlich an verschiedenen Stellen sehr verschiedene Spuren dynamischer Einwirkung aufweisender Augengneiss. Er tritt von Val Piana bis westlich von Val Stavèl unmittelbar nördlich der Verwerfung auf und ist auf dieser ganzen Strecke südlich im Contact mit schwarzen kohligten phyllitischen Schiefern, die an einigen Stellen zu einer förmlichen Reihungsbreccie zertrümmert sind. Ich beobachtete sie neben einander auf beiden Seiten von Val Piana, verfolgte sie auf der Südseite der Val di Vermiglio von Pizzano bis nach Val de Ricolonda, fand sie dort und auf der Westseite von Val Stavèl beide wieder anstehend neben einander vor und beobachtete den Augengneiss noch eine Strecke lang westlich von Velon gegen Malga Pecè im Vermigliothale hin. Bei dieser Sehhütte selbst muss die Tonaleverwerfung schon nördlich des Vermigliana-Baches verlaufen. Denn ich fand dort beim Anstieg zur Tonalestrasse auf der W.-Seite des Merlothales anstehend eine kurze Strecke lang noch echte Phyllite, die offenbar zu den Quarzlagenphylliten gehören, im Merlobache aber Augengneiss-Stücke. Doch fehlen

¹ Schon LEPSIUS (a. a. O. S. 28) und STACHE (Verh. k. k. Geol. Reichsanst. 1879. S. 303) theilten mit, dass der Rand des Presanella-Tonalites von Gneiss (LEPSIUS), Tonalitgneiss (STACHE), begleitet wird.

² Vergl. diese Berichte 1896, S. 1037, Anm. 3 und Neues Jahrb. f. Min. Beilage Bd. XI, S. 356.

³ Es ist dasselbe System, über das ich schon früher berichtet habe (vergl. diese Berichte 1899, S. 27).

weiter oben in der muthmaasslichen Verwerfungsregion die Aufschlüsse ganz und gar. Durch die Nähe der Verwerfung erklärt sich auch die furchtbare Zerrüttung der Gesteine an der Tonalestrasse in der Umgebung des Merlothales.

Die angeführten schwarzen kohligen Gesteine sind zweifellos dieselben, die ich schon 1890¹ unter der Bezeichnung »kohlenstoffreiche Phyllite« als Einlagerungen der Quarzlagenphyllite der Val Camonica besprochen habe. Die kohlige Substanz in ihnen dürfte mit dem jüngst von ROSENBUSCH² eingehend beschriebenen Graphitoid mancher Schwarzwaldgneisse übereinstimmen. Es ist bemerkenswerth, dass diese Graphitoid-Phyllite auch jenseits des Tonalepasses wenig südlich der Verwerfung in der Val Nareame und Val d'Avio in mächtiger Entwicklung auftreten und sich bis in die Gegend von Mü bei Edolo verfolgen lassen, wobei indessen nach Westen ihr Abstand von der Verwerfung immer grösser wird, dafür aber ein zweiter Zug durchaus übereinstimmender Gesteine die Verwerfung bis in die Gegend von Musciano, westlich Tirano im Veltlin, begleitet.

Der glückliche Zufall, dass die Tonaleverwerfung östlich des Tonale zwischen zwei so ungemein charakteristischen Gesteinstypen entlang zieht, versetzt uns in die Lage, ihren Verlauf sehr leicht und genau bestimmen zu können. Sie folgt dem Tonalepass auf der Passhöhe nördlich der Fahrstrasse, überschreitet diese zwischen der Casa Locatori und dem Merlothale, setzt bald hinter Malga Peccè auf die Südseite des Torrente Vermigliana und streicht genau 6^{mm} südlich vom *n* des Namens Velon auf der Karte in $\frac{1}{50000}$ in ONO.-Richtung über Val Stavèl hinweg. Sie durchschneidet dann auf der Westseite von Val Piana den unteren Theil des Buchstabens *j* in Monte Vecchia und streicht über das Thal in nur wenig nach N. von O. abweichender Richtung in eine am Waldrande gelegene Runse hinein. Die Breite der Quarzlagenphyllit-Zone beträgt in Val Stavèl noch etwa 850^m, auf der Ostseite von Val Piana dagegen nur noch ungefähr 500^m und dürfte, nach der Convergenz der Tonalitgrenze und der Verwerfung zu schliessen, wahrscheinlich noch vor dem Thale des Ossajabaches auf 0 herabsinken. Es dürften daher jedenfalls vom Ossajathale an, wenn nicht schon früher, die Tonaleschiefer in unmittelbarem Contact mit dem Tonalit treten, wenn auch durch die Verwerfung von ihm getrennt. Eine Prüfung dieser Vermuthung wird durch die Begehung der oberen Theile des Ossajathales stattfinden können.

¹ A. n. O. S. 468/469 und 532, 534. Vergl. auch diese Berichte 1896, S. 1036 und 1037.

² Studien im Gneissgebirge des Schwarzwaldes (Mittheil. Grossherzogl. Badische Geolog. Landesanst. 1899 IV. S. 21—48).

Was die geologischen Richtungen der Tonaleschiefer betrifft, so beobachtete ich in den unmittelbar neben der Verwerfung gelegenen Augengneissen auf der Ostseite von Val Piana N. 55–60 O.-Streichen bei saigerer Stellung, auf der Westseite N. 70 O.-Streichen bei ganz steilem N.-Fallen, auf der W.-Seite von Val Stavel N. 76 O.-Streichen bei steilem S.-Fallen und in ganz geringer Entfernung davon bei Velon N. 65 O.-Streichen mit ganz steilem S.-, seltener N.-Fallen. Auch die unmittelbar nördlich von dem Augengneiss folgenden normalen Gneisse von Volpaja, westlich von Pizzano, streichen N. 50–55 O. und fallen ganz steil nach S. ein.

Aus den angeführten Daten geht hervor, dass die geologischen Richtungen der Tonaleverwerfung, der dieser benachbarten Tonaleschiefer, der Quarzlagenphyllite und der Schieferungsflächen des Tonalitgneisses östlich des Tonalepasses nur wenig von einander abweichen. Das gilt aber nicht mehr, sobald wir die Richtungen der weiter von der Verwerfung entfernten Tonaleschiefer berücksichtigen. Ich kann an dieser Stelle nicht meine sehr zahlreichen darauf bezüglichen Messungen im Einzelnen anführen, bemerke aber, dass schon eine Begehung der Tonalestrasse¹ zwischen dem Passe und Fucine ausserordentlich wechselnde geologische Richtungen beobachten lässt und dass neben auch hier vorkommendem ONO.-Streichen und N.-Fallen sehr häufig WNW.-, NW.- und NNW.-Streichen bei vorwiegend nördlichem oder östlichem Fallen auftritt. Ja, östlich von Fucine, am Südgehänge des Thales zwischen Ossana und dem Ossajabache, herrschen nördliche bis nordnordöstliche Streichrichtungen und östliches Fallen ganz entschieden vor.

Ich kann mir die angeführten Thatsachen im Verein mit schon bei früheren Gelegenheiten von mir mitgetheilten Beobachtungen über die nicht selten vollständige, sehr häufig annähernde Concordanz zwischen der Tonalitgrenzfläche und den geologischen Richtungen der benachbarten geschieferten und geschichteten Gebilde nur durch eine zuerst von F. Löwl präcisirte, aber damals von ihm für unmöglich gehaltene Hypothese erklären.² Ich nehme nämlich an, dass »der Tonalit die gefalteten Schichten durch die mit dem Auftrieb verbundene Span-

¹ Ich benutze diese Gelegenheit, um dem k. k. österreichischen Corpscommando in Innsbruck und dem Hrn. Hauptmann SCHEFCZYK (1899 in Strino) meinen besten Dank für das freundliche Entgegenkommen auszusprechen, durch welches mir die Ausführung der oben aufgeführten Beobachtungen auch in der Nähe der Befestigungen von Strino gestattet wurde.

² Tonalitkerne der Rieserferner in Tirol (PETERMANN'S Mittheilungen 1893, Heft IV und V, S. 12). Vergl. auch meine darauf bezüglichen Bemerkungen in TSCHERMAK'S Mittheilungen XVII. 1897, S. 129 und 130, in denen ich bereits die LÖWL'SCHE Hypothese für wahrscheinlich erklärte.

nung wieder streckte, glättete, ausbügelte«, und glaube, dass durch den kolossalen von dem eingepressten Magma ausgeübten Druck eine Anpassung der Structurflächen der benachbarten Gesteine an die Tonalitecontactfläche stattgefunden hat. Ja, es scheint, dass die Tonaleverwerfung ihrerseits durch das Vorhandensein der starren Tonalitmasse beeinflusst wurde oder sich vielleicht sogar in unmittelbarem Zusammenhange mit deren Intrusion herauszubilden begann. Endlich haben die fortdauernden Verschiebungen an der Verwerfung nicht nur den dem Contacte benachbarten Tonalit geschiefert, das charakteristische Gepräge seiner Contactproducte verändert und verwischt, sondern auch noch die Discordanzen zwischen den geologischen Richtungen der in der Nähe der Verwerfung und des Contactes befindlichen Gebilde vermindert oder unkenntlich gemacht. — In den östlich von Fucine beobachteten nord-nordöstlichen Streichrichtungen könnte möglicherweise schon eine Wirkung der dort nicht mehr sehr weit entfernten Judicarien-Verwerfung erkennbar sein.

Zum Schlusse dieser auf die Tonaleschiefer bezüglichen Betrachtungen möge endlich kurz erwähnt werden, dass, nachdem auf der Nordseite der Val di Sole Peridotit- und aus ihnen hervorgegangene Serpentinmassen seit längerer Zeit bekannt und besonders durch STACHE¹ sowie auf Veranlassung von CATIREN durch HAMMER² genauer erforscht worden sind, ich nun auch auf der Südseite des Thales am Ossajabache eine mächtige Bronzit-Serpentinmasse anstehend beobachtete. Sie findet sich in etwa 1100^m Höhe, scheint sich den von HAMMER beschriebenen Typen eng anzuschliessen und stellt topographisch ein Bindeglied zu den von STACHE³ aufgefundenen Peridotitmassen der Val San Valentino dar. Diese letzteren treten aber nicht mehr in den Tonaleschiefern, sondern in dem gleich zu beschreibenden Rendenaschiefersystem auf.

Während sich die bisher aufgeführten Thatsachen auf die nördliche Grenze des Adamellomassivs beziehen, möge im Folgenden über die die Ostgrenze bildende Judicarienverwerfung berichtet werden. Diese gewaltige Dislocation fällt südlich von Dimaro nicht mit der Tiefenlinie des Meledriothales⁴ zusammen, sondern verläuft westlich am Gehänge, und zwar zum Theil in sehr

¹ Verh. der k. k. Geol. Reichsanst. 1880—1881.

² Olivingesteine aus dem Nonsberg, Sulzberg und Ultenthal (Zeitschr. f. Naturw. Bd. 72. 48 S.).

³ Verh. der k. k. Geol. Reichsanst., Wien 1888, S. 250.

⁴ LEPSIUS (Südtirol, S. 192) beobachtete bereits, dass »der Meledrio am Hügel der Santa Brigitta nicht unmittelbar in der Verwerfung verläuft«.

beträchtlicher Höhe über dem Thaleinschnitt. So fand ich sie WSW. der oberen Malga di Presson¹ zwischen 1750 und 1825^m Höhe, während der Gebirgskamm dort etwa 2100^m Höhe erreicht, der Thaleinschnitt 1200^m über dem Meeresniveau liegt. In Campiglio zieht sie unter den Gebäuden des Grand Hôtel des Alpes hindurch, denn wenn man von dort auf dem alten Karrenweg rechts von dem Gasthause Dante Alighieri nach Norden geht, so findet man unmittelbar neben diesem durch den Weg aufgeschlossene krystalline Schiefer, die von granitischen und aplitischen Adern durchzogen sind. N. 4 W. streichen und steil nach O. fallen. Gleich darauf aber, wo der Weg nach O. umbiegt, folgen Aufschlüsse in N. 15 O. streichenden, mit mässiger Neigung O.-fallenden thonigen Kalksteinen von hell- bez. dunkelgrauer Farbe, die bereits zur Brentagruppe gehören. Auch an der neuerbauten Fahrstrasse nach Dimaro stehen unter der Passhöhe gegen Campiglio hin stark zerrüttete und zerbröckelte hellgraue Kalksteinmassen an, die gleichfalls tektonisch zur Brentagruppe gerechnet werden müssen. Von Campiglio aus streicht die Verwerfung zweifellos wieder an dem dort mit einer mächtigen Diluvialdecke versehenen Westgehänge des Sarcathales weiter. Denn wenn man der Strasse nach Pinzolo folgt, so findet man rechts vom Wege in einem kleinen Thälchen etwa 0^m5 nördlich des *g* im Namen Fogojard der Karte in $\frac{1}{50000}$ mächtige ungeschichtete Massen einer hellgrauen, mit verdünnter Salzsäure lebhaft brausenden Kalksteinbreccie, den letzten Aufschluss diesseits der Verwerfung. Weiterhin folgt Moräne und 6^m westlich des *P* im Namen Piazza der Karte in einer kleinen Runse an der Strasse der erste Aufschluss eines bereits zur Adamellogruppe gehörenden Gesteins. Es ist das eine eigenthümliche weisse, wohl zu den Apliten zu stellende Felsart, die ich am Monte Sabbione in grosser Verbreitung fand und auf die ich später noch einmal zurückkommen muss.

Die Verwerfung streicht also von Campiglio bis hierher ungefähr SSW., überschreitet die Sarea di Campiglio etwa bei Piazza und verläuft nun, wie bereits LEPsius² richtig erkannte, durch Valagola hinter dem Sabbione³ herum, der somit tektonisch noch zur Adamellogruppe zu rechnen ist. Aber auch in Valagola zieht sie nicht etwa, wie man annehmen könnte, in der Tiefe des Thaleinschnittes

¹ 1559^m der Karte in $\frac{1}{50000}$.

² A. a. O. S. 195.

³ Der Name ist im Gegensatz zur Karte mit doppeltem *b* zu schreiben, da er von der »sabbia«, dem zu sandigem Grus zerfallenen Granit des Gipfels, herrührt. Bei LEPsius heisst er »Bregn del oro«.

entlang, sondern hoch oben am westlichen Gehänge, ja sogar stellenweise ganz dicht unter dem östlichen Gipfelkamm des Sabbione. So fand ich, von Bandalors in wenig von N. nach O. abweichender Richtung aufsteigend, den Granit des Sabbione erst in 1880^m Höhe. Die Grenze gegen die zur Brentagruppe gehörigen Kalksteine und Schiefer der Valagola scheint an dieser Stelle ungefähr ONO. zu streichen. Weiter im Norden, unmittelbar östlich vom südlichen Stück des östlichen, dort nur etwa 2000^m hohen Sabbionekammes, liegt sie in 1960^m Höhe, während der Thaleinschnitt (Lago di Valagola) daneben 1589^m Höhe erreicht. Sie streicht dort in einer wenige Grade von N. nach O. abweichenden Richtung, muss sich aber später, um die schon bezeichnete Stelle auf der Strasse Pinzolo-Campiglio zu erreichen, ziemlich genau nördlich wenden. SW. von Bandalors dürfte sie etwa WSW. streichen und sollte nach LEPSIUS¹ schon nördlich der bei Giustino in's Rendenathal ausmündenden Schlucht wieder das Sareathal erreichen. Ich fand indessen in dieser Schlucht selbst noch ausgedehnte Aufschlüsse in dem schon vorher erwähnten aplitischen Gestein des Sabbione und in mächtigen Phyllitmassen, so dass die Verwerfung wohl eine Kleinigkeit weiter südlich verläuft, als LEPSIUS annahm. Dass das aplitische Gestein wirklich eine intrusive Bildung ist, geht daraus hervor, dass es in dem Bachbett an einer Stelle einen zweifellosen Gang in die Phyllite entsendet.

Auch weiter im Süden folgt die Judicarienlinie, wie BITTNER² zeigte, auf der ganzen Strecke von Verdesina im Rendenathal bis Roneone gleichfalls nicht der topographischen Haupttiefenlinie, sondern streicht westlich von ihr durch das Gebirge hindurch. Die gleiche Erscheinung beobachteten wir bei der Tonaleverwerfung, die, wie ich früher³ und in dieser Arbeit festgestellt habe, in der ganzen Val di Sole und von Vezza in der Val Camonica bis Stazzona im Veltlin zwar stets in der Nähe der grossen Thaleinschnitte verläuft, aber nie mit ihnen zusammenfällt. In beiden Fällen können wir nicht daran zweifeln, dass die Bildung der Thalsysteme eine Folge-Erscheinung der gewaltigen Dislocationen ist und dass die Thäler ursprünglich ganz nahe den Verwerfungen verliefen. Wir müssen daher die betreffenden Thäler als Längsbruchthäler auffassen und finden bei ihnen in ausgezeichneter Weise das von F. von RICHTHOFFEN⁴ hervorgehobene Merkmal, dass »die Hohlform zwar einheitlich

¹ A. a. O. S. 197.

² Über die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia (Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst. 1881, S. 368 und a. v. O.).

³ Diese Berichte 1896, S. 1036 und 1037.

⁴ Führer für Forschungsreisende S. 642.

ist, aber in eine grössere Anzahl von Thalstrecken zerfällt, welche von Strömen in kürzerer Erstreckung eingenommen werden«. Es ist nun eine mir in hohem Maasse beachtenswerth erscheinende Thatsache, wie wenig die Verwerfungen bei der weitererschreitenden Vertiefung der Thaleinschnitte es zu verhindern vermögen, dass die Tiefenlinien allmählich von ihnen abgleiten, bis schliesslich, wie in Valagola, die Verwerfung, statt in der Senke, wenige Meter unter dem Gebirgskamm entlang zieht. Die Gründe dieser Erscheinung, die ja keineswegs auf die hier beschriebene Gegend beschränkt ist, werde ich in meiner Monographie der Adamellogruppe eingehend erörtern.

Meine früheren Untersuchungen haben ergeben, dass der Tonalit sich in der Adamellogruppe im Norden, Westen, Süden und Osten überall in primärem Contact mit den angrenzenden Formationen befindet. Eine Ausnahme davon macht nur die NO.-Ecke bei Dimaro und möglicherweise die Strecke von Pinzolo bis zur Malghetta im obersten Meledriothale (Val Nambin bei LEPSIUS). WNW. von Pinzolo, genau 5^m1 südlich des *t* in S. Stefano der Karte, stehen unten am Gehänge des Sarcathales bis zu einer Höhe von 915^m krystalline Schiefer an, die zu dem weiterhin als Rendenaschiefer beschriebenen Complex gehören. Über ihnen folgt Tonalit. Der Contact ist unmittelbar aufgeschlossen. Ebenso findet man an den unteren Kehren der Fahrstrasse, die von der Ausmündungsstelle des Nambionethales gegen S. Antonio di Mavignola in die Höhe führen, in sehr geringer Entfernung von der Tonalitcontactfläche Aufschlüsse in phyllitischen Gesteinen. An beiden Stellen ist der Tonalit trotz der beträchtlichen Entfernung von der Judicarielinie deutlich gequetscht und geschiefert und somit als das ausgebildet, was STACHE Tonalitgneiss nannte. Der dynamometamorphe Ursprung ist hier um so klarer, als auch die dem Contacte benachbarten Schiefer stark zerdrückt, ja an dem Punkte bei Pinzolo zum Theil völlig zermalmt erscheinen. Apophysen des Eruptivgesteins, wie ich sie doch nun bereits von zahlreichen anderen Punkten seiner Grenze nachgewiesen habe, konnte ich hier nicht auffinden. Auch der ganze Habitus der an den beiden Stellen dem Contact benachbarten Schiefer schien es mir bei der makroskopischen Untersuchung im Felde auszuschliessen, dass eine contactmetamorphe Veränderung stattgefunden habe. Um so erstaunlicher war es mir daher, dass schon eine flüchtige mikroskopische Untersuchung einiger an den Kehren unterhalb St. Antonio gesammelten Stücke Stauroolith nachwies, ein Mineral, das in den Rendenaschiefern nach meinen weiterhin mitgetheilten Erfahrungen nur als Contactbildung auftritt, freilich nicht bloss des Tonalites, sondern auch des

östlich des Tonalitmassives in den Rendenaschiefern aufsetzenden Sabbione-Granites. Ähnliche Anzeichen einer übrigens jedenfalls durch spätere Dynamometamorphose, ähnlich wie in der Val di Sole, verwischten contactmetamorphen Einwirkung gelang es mir bisher an dem zweiten Punkte westlich Pinzolo nicht aufzufinden. Dagegen enthalten auch die schon wesentlich weiter von dem Tonalit entfernten krystallinen Schiefer oberhalb S. Antonio gegen Piazza gleichfalls Contactmineralien, und zwar Staurolith und Andalusit, dieselben Mineralien, die wir in stets wiederkehrender Paragenese als Contactbildungen sowohl des Tonalites, wie des Sabbione-Granites wiederfinden werden. Bei der Frage nach dem Urheber der so zweifellos anzunehmenden Contactmetamorphose ist zu berücksichtigen, dass, wenn die aufgeführten Fundorte sich der eine in unmittelbarer Nähe des Tonalites, die anderen in kaum mehr als höchstens 1^{km} Entfernung von ihm befinden, der Granit des Sabbione im SO. gleichfalls nicht so weit entfernt ist, dass er nach meinen Erfahrungen nicht ganz gut dafür verantwortlich gemacht werden könnte. Dazu kommt, dass die Schiefer zwischen dem Sabbione-Granit und dem Tonalit vielfach ganz beträchtliche Massen jenes schon vorher erwähnten eigenthümlichen aplitähnlichen Gesteines enthalten, das möglicherweise nur eine Apophysenfacies des Sabbione-Granites ist und somit die Metamorphose der Schiefer unterstützt haben könnte. Es sind also zwei bis jetzt nicht mit Sicherheit zu beurtheilende Erklärungen über das Verhältniss der Schiefer zu den Intrusivmassen möglich. Nach der einen würden die Schiefer mit Tonalit und Granit in primärem Contacte stehen und nur an der Tonalitgrenze mit dem Tonalit zusammen stark gepresst worden sein. Nach der anderen würden sie ihre Contactmineralien der Einwirkung des Granites verdanken, vom Tonalite aber durch eine von Pinzolo aus bei Carisolo vorbei in NNO.-Richtung ziehende Verwerfung getrennt sein. Für die erstere Erklärung spricht auch die Beobachtung, dass an dem Punkte westlich von Pinzolo unmittelbar auf die Schiefer nicht gleich der typische Tonalitgneiss, sondern zunächst eine schmale Zone eines eigenthümlichen, dem Auge dicht erscheinenden Gesteines folgt, das möglicherweise als Randfacies des Tonalites gedeutet werden könnte. Für die zweite Erklärung spricht eine andere, weiter im Norden gemachte Beobachtung, die im Folgenden kurz aufgeführt werden soll. Schon LEPsius wies in den krystallinen Schiefen westlich der Judicarienlinie im obersten Meledriothal einen grobkörnigen Granit nach, der »gänzlich verschieden von dem Tonalit hier einen Stock oder mächtigen Gang im Gneiss bildet«. Er bezeichnete das Thal als »Val Nambin«, die nächstgelegene Sennhütte als »Malga Mondifra«, während sie jetzt auf der Karte schlechthin als »Malghetta« bezeichnet

wird.¹ Ich besuchte dieselbe Stelle und fand dort ein Gestein, das dem Sablione-Granit nahe verwandt, wenn nicht identisch mit ihm zu sein scheint. Die Grenze zwischen dem Granit und dem Tonalit ist nicht abgeschlossen: doch sah ich unter den losen Stücken weder Übergänge zwischen den beiden Gesteinen, noch Einschlüsse oder Apophysen des einen im anderen. Der Tonalit ist nahe der Grenze hochgradig zermalmt, der Granit so stark zertrümmert, dass es schwer hält, grössere Stücke zu schlagen. Der Contact scheint also secundär zu sein. Da nun dieser Grenzpunkt ziemlich genau im Streichen der Grenzlinie zwischen Carisolo und S. Antonio liegt, so haben wir hier offenbar eine Thatsache vor uns, die für die zweite der oben gegenübergestellten Erklärungen spricht. Eine sichere Entscheidung wird aber erst nach genauer mikroskopischer Untersuchung des gesammelten Materiales und eventuell nach einer Revisionstour an Ort und Stelle möglich werden. Sollte sich dabei die zweite Erklärung als die richtige ergeben, so kann man schon jetzt sagen, dass dann die Verwerfung von dem Punkte bei der Malghetta ein mehr nordöstliches Streichen annehmen und sich bald darauf mit der Hauptlinie der Judicarienverwerfung vereinigen muss. Denn schon an der Eingangs beschriebenen Stelle oberhalb Malga Presson grenzen die Brentakalke unmittelbar an vollständig zermalzten gneissigen Tonalit.

Während die Quarzlagenphyllite der Val Canonica ganz vorherrschend echt phyllitische Typen aufweisen, während in den Tonaleschiefern diese nur untergeordnet auftreten und gerade hochkrystalline Typen das charakteristische Gepräge geben, sind unter den zwischen der Val Rendena und dem Tonalit das Gebirge bildenden Schiefer Gesteine, die an der Grenze zwischen Phyllit und Glimmerschiefer stehen, ausserordentlich häufig. Doch kommen auch echte Phyllite vor, und sehr oft finden sich normale Glimmerschiefer und mehr oder weniger mächtige Einlagerungen feldspathreicher Gesteine, die nicht eigentlich das Gepräge von Phyllitgneissen tragen, sondern als echte Gneisse zu bezeichnen sind. Von all den localen Gruppen der krystallinen Schiefer, die aus der näheren Umgebung der Adamellogruppe bisher bekannt geworden sind, gleichen sie am meisten dem im Jahre 1890 von mir beschriebenen und für älter als die Quarzlagenphyllite gehaltenen Schiefercomplexe des Monte Aviole.² Beide Systeme wurden von STACHE zu seinen »Gneissphylliten« gestellt. Ich möchte für diese auf der ganzen Westseite der Val Rendena in

¹ A. a. O. S. 193. Hinsichtlich der vielfach abweichenden Namen bei LEVSIUS ist zu berücksichtigen, dass dieser Forscher nur die alte Karte in $\frac{1}{144000}$ zur Verfügung hatte.

² Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1890, S. 482 und 506–511.

grosser Mächtigkeit entwickelten Gesteine und deren stratigraphische Aequivalente lieber den Namen »Rendena-Schiefer« wählen. Denn so sehr man den klaren und scharfen Blick anerkennen muss, mit dem STACHE in so weit zurückliegender Zeit und ohne die Unterstützung der mikroskopischen Untersuchung in seinen »palaeozoischen Gebieten der Ostalpen«¹ diese einzelnen Gruppen der krystallinen Schiefer richtig trennte, so wird man es heutzutage doch wohl vorziehen, für Formationen, die so verschiedenartige petrographische Typen enthalten, Localnamen zu wählen. Werden dann einst die krystallinen Gebiete der Alpen so weit erforscht sein, dass eine sichere Parallelsirung der einzelnen Gruppen möglich ist, dann mögen die Localnamen zu Gunsten einiger weniger auf stratigraphischer Basis gewählter Bezeichnungen fallen. Aus diesem Grunde will ich auch von jetzt ab neben den »Rendena-« und »Tonale-Schiefern« die besonders schön rings um das Städtchen Edolo in der oberen Val Camonica entwickelten Quarzlagenphyllite als »Edolo-Schiefer« bezeichnen.

Was das gegenseitige Verhalten der drei Schiefergruppen betrifft, so habe ich mich über die Stellung der Tonaleschiefer schon an anderem Orte² ausgesprochen. Die Rendena-Schiefer aber scheinen älter als die Edolo-Schiefer zu sein. Denn es ist wahrscheinlich, wenn auch nicht sicher³, dass sie am Monte Aviolo wirklich unter ihnen liegen: und es ist ebenfalls nicht ausgeschlossen, dass die in der Umgebung von Cedegolo⁴ in der Val Camonica am Fusse des Monte Elto auftretenden und jedenfalls in ein sehr tiefes Niveau der Edolo-Schiefer gehörenden gneissartigen Gesteine den jüngsten Rendena-Schiefern zu parallelsiren sind.

Die Untersuchung des Verhaltens der Rendenaschiefer zu dem Tonalit ergab eine Reihe von interessanten Ergebnissen. Schon früher hatte LEPSUS Beobachtungen gemacht, die eine Contactmetamorphose der Rendenaschiefer durch den Tonalit in der Val San Valentino anzudeuten schienen.⁵ Ich hatte dann 1891 und 1897⁶ den sicheren Beweis dafür erbracht und habe jetzt die Contactmetamorphose in Val di Borzago, Val San Valentino und Val di Breguzzo eingehend untersucht. Die ersten im Borzago⁷ und Bre-

¹ Jahrb. k. k. Geol. Reichsanstalt 1874. S. 135 ff

² Diese Berichte 1899. S. 27.

³ Vergl. diese Berichte 1896. S. 1034 und 1035.

⁴ Vergl. ebendort S. 1034.

⁵ A. a. O. S. 29. 151. 198.

⁶ TSCHERMAK'S Mittheil. XII, S. 414 und XVII, S. 164.

⁷ In diesem Thale treten freilich in den Schiefen auch Massen von Sabbione-Granit auf, die selbst eine durchaus ähnliche Metamorphose bewirkt und vielleicht die vom Tonalit ausgehende verstärkt haben.

guzzothale in etwa $2\frac{1}{2}^{\text{km}}$ Entfernung vom Contacte beobachteten Anzeichen der Metamorphose sind in bestimmten, meist phyllitischen oder zwischen Glimmerschiefer und Phyllit stehenden Gesteinslagen auftretende Krystalle von Staurolith bez. Andalusit oder beiden zusammen. Erst sind sie nur mikroskopisch nachweisbar, aber schon in Entfernungen von 2^{km} vom Contacte beobachtete ich den Schichtflächen parallele Staurolith-Krystalle von 2^{mm} Länge und Andalusite von 1^{mm} Dicke und mitunter bis 8^{mm} Länge. An den Staurolithen sind die Flächen $\infty P. \{110\}$, $\infty P\bar{\infty}. \{010\}$ ausgebildet. Den Prismenwinkel maass ich zu $129^{\circ} 43'$ am Reflexionsgoniometer. Ihr optisches Verhalten ist das gewöhnliche. Zwillinge sind selten, doch sah ich vereinzelte, die offenbar nach $\frac{3}{2}P\frac{3}{2}, (232)$ verzwillingt sind. An den Andalusiten prüfte ich das optische Verhalten, das sich als normal erwies ($c = a$, rosa). Beide Mineralien finden sich in Gesteinen, die sonst makroskopisch keine Spur einer Contactmetamorphose erkennen lassen, ja in denen die glimmerigen Häute noch häufig den typischen Phyllit-Charakter bewahrt haben. Knotenbildungen irgend welcher Art habe ich nie gesehen. Die zwischen den Lagen mit den grossen Krystallen befindlichen anderen Gesteinsschichten zeigen makroskopisch überhaupt keine Veränderungen. — Nähert man sich nun in einem der drei angeführten Thäler dem Contacte, so verschwinden nach einiger Zeit, und zwar immer noch in beträchtlicher Entfernung vom Contacte, die grossen Krystalle wieder ganz und gar. Staurolith sah ich dort überhaupt nicht mehr; Andalusit ist zwar noch vorhanden, aber in viel kleineren Individuen, die nun auch bei der Verwitterung nicht mehr so deutlich hervortreten. Dafür ist aber in dieser inneren Contactzone meist die ganze Gesteinsmasse vollständig umkrystallisirt. Die ursprünglichen Phyllite und Phyllitglimmerschiefer sind nicht mehr wieder zu erkennen. Andalusit- bez. cordieritreiche Hornfelse haben ihre Stelle eingenommen. Doch auch unmittelbar an dem primären Contact treten unter diesen neben ganz richtungslos struirten Gebilden auch sehr vollkommen schiefrige Gesteine auf, ein vortreffliches Beispiel für die Thatsache, dass selbst bei völliger Umkrystallisirung des Gesteinsmaterials eine vollkommene Schieferung erhalten bleiben kann. — Würden wir in unserem Falle die Grösse der Andalusit- und Staurolithkrystalle als Maassstab nehmen, so würden wir scheinbar das paradoxe Ergebniss erhalten, dass die Contactmetamorphose in grösserer Entfernung stärker wirkt als in geringer. In Wirklichkeit beruht die geschilderte Erscheinung offenbar darauf, dass in unserer äusseren Contactzone nur ein relativ kleiner Theil der chemischen Gesteinsconstituenten, und zwar auch nur bestimmter Gesteinslagen, chemisch beweglich wurde. Der grösste Theil

blieb, wie auch die mikroskopische Untersuchung bestätigt, starr und unverändert. Dabei dürften ferner die physikalischen Constanten, die für die Krystallisation der Neubildungen maassgebend waren, keine so raschen Änderungen erfahren haben wie in den dem Contacte nahen Massen.¹ So konnten, von relativ wenigen Krystallisationseentren ausgehend, allmählich grosse Individuen der beiden Mineralien entstehen, mussten sich aber wegen des starren Zustandes der einschliessenden Gesteinslagen in ihrer eigenen Schicht und parallel der Schichtfläche ausdehnen. Darauf in erster Linie, wenn auch unterstützt durch die grosse Härte und die freilich nur relativ geringe chemische Angreifbarkeit des Stauolithes und Andalusites beruht es, dass die Krystalle dieser beiden Mineralien in der äusseren Contactzone ungewöhnlich leicht herauswittern und dem Auge in ihrer ganzen Länge sichtbar werden. In der inneren Contactzone wurde ein wesentlich grösserer Theil, ja, in vielen Fällen die gesammte Masse des Gesteins chemisch beweglich, wenn auch wohl, wie ich bei der ausführlichen Darstellung dieser Verhältnisse später zeigen werde, nicht alle Theile ganz gleichzeitig und in gleichem Maasse. Auch bei den Contactbildungen ist nämlich mitunter eine bestimmte Krystallisationsfolge erkennbar, die man gerade ihnen bis jetzt, gestützt auf die Beobachtung poikilitischer und pilasterähnlicher Structuren, gewöhnlich abgesprochen hat. In unserem Falle aber entstanden bei der im Ganzen doch beschränkten Wanderungsfähigkeit der ihre chemische Anordnung bei der Contactmetamorphose ändernden Substanzen in der inneren Contactzone zahlreiche verschiedenartige Mineralien, die von relativ vielen Krystallisationseentren aus wachsend sich sehr schnell gegenseitig störten und darum keine so grossen Individuen entstehen liessen.

Die beschriebene Erscheinung kommt übrigens auch in zahlreichen anderen Contacthöfen vor und ist nur, wenn ich nicht irre, bisher weder als gesetzmässig erkannt noch zu erklären versucht worden. Sie weicht von dem durch ROSENBUSCH'S berühmte Untersuchungen der Steiger Schiefer bekannt gewordenen Typus der Contactmetamorphose ganz wesentlich ab, stimmt aber auch nicht mit dem jener zweiten Gruppe von Contacthöfen überein, bei »denen die Knotenbildung durchaus fehlt« und »sich aus den Schiefen sofort die Hornfelse entwickeln«. ² Dass die verschiedene Intensität der Faltung des Gebirges in unserem Falle nicht die Ursache des Unterschiedes gegenüber den Steiger Schiefen sein kann, geht daraus hervor, dass die letzteren durch denselben gebirgsbildenden Process aufgerichtet und

¹ Die Wärme schon wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit der Gesteine.

² ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, Aufl. II, S. 100.

gefaltet wurden, der die Rendenaschiefer betraf. — Zum Schlusse möchte ich noch hervorheben, dass auch in der Adamellogruppe selbst die geschilderte Art der Contactmetamorphose keineswegs auf die Rendenaschiefer beschränkt ist, sondern sich ebenso in den phyllitischen Gesteinen der Edoloschiefer, z. B. sehr schön in der Val Adamè, beobachten lässt. Nur fehlt dort der Staurolith, dessen häufiges Auftreten zusammen mit dem Andalusit, ja, gar nicht selten in einer an granophyrische Verwachsung erinnernden Durchdringung mit diesem, einen ganz eigenthümlichen, bedeutungsvollen Zug unserer Contactbildungen darstellt.¹

Der zweite Theil dieses Berichtes wird im Wesentlichen die in den Rendenaschiefern aufsetzenden Sabbione-Granitmassen, ihr Verhalten zu den Schiefen und dem Tonalit sowie die Erzgänge der Rendenaschiefer schildern. Er wird ferner den Nachweis zu führen suchen, dass in der That bei der Intrusion des Tonalites die über diesem bleibenden Theile der festen Erdkruste eine Hebung erfahren haben und wird schliesslich eine Reihe eigenthümlicher tektonischer und stratigraphischer Erscheinungen aus dem im SO. an den Tonalit stossenden Triasgebiete darstellen.

¹ In dem Contacthufe des kleinen von mir aufgefundenen Quarzglimmerdioritstockes der Val Rabbia bei Rino treten nach RIVA'S Beobachtungen gleichfalls Staurolith und Andalusit neben einander auf (vergl. Atti Soc. It. Sc. nat. 36, 1896, S. 14 und 15 des Sonderabdruckes).

Ausgegeben am 21. Februar.