
SITZUNGSBERICHTE

1896.
XL.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe vom 22. October.

**Geologisch-petrographische Studien im Adamello-
gebiet.**

Von Dr. WILHELM SALOMON
in Pavia.

Geologisch-petrographische Studien im Adamello- gebiet.

VON DR. WILHELM SALOMON
in Pavia.

(Vorgelegt von Hrn. C. KLEIN.)

Nachdem ich bereits in den Jahren 1888–1891 und 1894 einzelne Theile der Adamellogruppe geologisch untersucht und die Ergebnisse veröffentlicht hatte¹, erhielt ich im vorigen Jahre durch eine Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin Gelegenheit, meine Arbeiten in umfassendem Maasse wieder aufzunehmen und von Mitte Juli bis Mitte October zahlreiche Touren in den wissenschaftlich interessantesten Theilen des Gebietes auszuführen. Das Ziel dieser Aufnahmen war ein dreifaches. Erstens nämlich sollte die normale Schichtfolge der Sedimentgebilde genau erforscht werden, um sie mit der Reihenfolge der dem Tonalit angrenzenden metamorphischen Gebilde vergleichen zu können; zweitens sollte die Contactmetamorphose der mannigfaltigen, die Schichten zusammensetzenden Gesteine petrographisch untersucht werden, und endlich waren die Tektonik des Gebietes, der Ursprung und die Entstehungsart der Tonalitmassen festzustellen.

Die Aufnahmen haben, zusammen mit den im Anschlusse daran unternommenen, aber freilich noch nicht beendigten Laboratoriumsarbeiten, zu allen drei Fragen, wie ich hoffe, nicht ganz unwichtige Beiträge geliefert und die Frage nach der Entstehungsart der Tonalitmassen wohl erschöpfend beantwortet. Demungeachtet kann ich nicht

¹ Geolog. u. petrogr. Studien am Monte Aviolo, Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellsch. 1890. S. 450–556. — Über einige Einschlüsse metamorpher Gesteine im Tonalit, N. Jahrb. f. Min. Beil. Bd. VII. 1891. S. 471–487. — Neue Beobachtungen aus den Gebieten der Cima d'Asta und des Monte Adamello, TSCHERMAK's Mitth. XII. 1891. S. 408–415. — Sul metamorfismo di contatto subito dalle arenarie permiane della Val Daone, Giornale di Mineralogia u. s. w. Pavia 1894. S. 97–147. — Über die Contactmineralien der Adamellogruppe. I. Wernerit (Dipyrr) von Breno, TSCHERMAK's Mitth. XV. 1895. S. 159–183.

leugnen, dass bei der grossen Ausdehnung des untersuchten Gebietes, seinen riesigen Höhendifferenzen und hochalpinen Terrainschwierigkeiten noch eine ganze Reihe von klaffenden Lücken bleiben, deren Ausfüllung der Zukunft überlassen werden muss.

Da es nicht der Zweck des vorliegenden Berichtes sein kann, die Ergebnisse meiner Untersuchungen in allen ihren Einzelheiten zu beschreiben, so werde ich mich darauf beschränken, einen kurzen Überblick über die wichtigsten Resultate zu geben und im übrigen auf die später erscheinenden ausführlichen Veröffentlichungen zu verweisen.

Die Basis des Schichtgebirges im Adamellogebiet besteht aus krystallinen Schiefern, die zum grössten Theile zu den Phylliten gehören und unter denen Quarzlagenphyllite¹ bei weitem vorherrschen. Ich habe diese Phyllitgruppe bereits im Jahre 1890 (a. a. O.) ausführlich beschrieben, untersuchte sie aber im vergangenen Jahre von neuem an verschiedenen Punkten und zwar besonders in dem Gebirge nordwestlich und nördlich von Edolo, wo sie den südlichsten Theil der ganzen Grenzkette zwischen der oberen Val Camonica und dem Veltlin zusammensetzen, ferner in den Bergen zu beiden Seiten der mittleren Val Camonica, in Val Caffaro bei Bagolino und in Val Trompia. Es ergab sich dabei, dass in der mittleren Val Camonica, in der Umgebung von Cedegolo, die tiefsten Horizonte dieses Complexes aufgeschlossen sind und sich auch petrographisch von den überlagernden Schichten unterscheiden. Es sind Gesteine, die zwischen echten Biotitgneissen und biotitischen Feldspathphylliten schwanken. Auch granatführende Varietäten sind nicht selten. Sie bilden den Kern einer mächtigen, ungefähr Ost-West streichenden Antiklinale, zu deren Südflügel der Zug des Monte Elto auf dem rechten, der des Monte Colombè auf dem linken Oglioufer gehört. Der Nordflügel wird durch die nordfallenden Phyllitschichten des untersten Aglionethales und die diesen discordant, aber mit nicht sehr grosser Neigungsverschiedenheit aufgelagerten klastischen Schichten von Malonno und Garda repraesentirt.

Ebenso wie wir bei Cedegolo erkennen, dass unsere Quarzlagenphyllite nach unten allmählich in deutlicher krystallinische, ja selbst gneissartige Gesteine übergehen, liegen auch in der Val Moja bei Edolo, wie ich schon 1890 hervorgehoben habe, gneissige Gesteine unter den Quarzlagenphylliten. Doch ist diess Profil insofern nicht klar, als man beim Aufsteigen am Berge zwar anscheinend aus dem Hangenden ins

¹ So schlage ich vor, die gewöhnlich als »Quarzphyllite« bezeichneten Gesteine zu nennen, die durch Wechsellagerung von Quarzlagen und echten Phyllitlagen charakterisirt sind. Der Name Quarzphyllit ist falsch, da ja auch in den normalen Phylliten der Quarz stets ein wesentlicher Gemengtheil ist.

Liegende geht, dann aber in der sogenannten Foppa, wie später beschrieben werden soll, plötzlich permische Schichten antrifft. Es ist daher wahrscheinlich, dass hier Bruchlinien oder zusammengeschobene Falten vorliegen. In diesem Falle wird es aber unsicher, ob unsere gneissartigen Gesteine wirklich den tiefern Horizont bilden oder nicht.

Ich habe jetzt ein noch wesentlich reicheres Material von diesen Gesteinen untersucht, und bemerke, dass nicht selten auch Typen auftreten, wie sie aus der Umgebung von Klausen im Eisackthal als »Feldstein« in die Litteratur eingeführt worden sind¹. Es sind das Gesteine, die wesentlich aus Quarz und Feldspath mit wenigem, aber überwiegend weissem Glimmer bestehen und insofern den Granuliten verwandt wären. Doch unterscheiden sie sich von den mir in Sachsen bekannt gewordenen typischen Granuliten durch das Fehlen der deutlichen Lagerstructur, die dort auf petrographischer Verschiedenheit der einzelnen Schichten beruht. Sie sind auch meist unregelmässig flaserig struirt. Ihr Glimmer tritt nicht in individualisirten Blättern, sondern in phyllitähnlichen Häutchen auf, so dass die Gesteine wohl am besten als glimmerarme Phyllitgneisse aufzufassen sind.

In einem scheinbaren Gegensatz zu diesen Beobachtungen steht die zuerst durch E. SUSS² bekannt gewordene Thatsache, dass am Monte Colombine in Val Trompia gerade in den allerhöchsten Horizonten der phyllitischen Gesteine eine horizontal ziemlich weit ausgedehnte mächtige Gneisslage auftritt. Ich besuchte die Val Trompia und begieng das SUSS'sche Profil, constatirte aber, dass der »Gneiss« wenigstens bei der Malga di Mezzo, wo ich ihn sah, petrographisch völlig von den Phyllitgneissen der Val Moja und den Biotitgneissen von Cedegolo verschieden ist. Er ist ein völlig granitartiges, höchstens schwache Spuren einer Parallelstructur aufweisendes Gestein, das auch mikroskopisch den Zweifel aufkommen lässt, ob es nicht eher ein Intrusivlager von dynamo-metamorphisch verändertem Quarz-glimmerdiorit als eine Gneisslage sei. Im erstern Falle würde es sich um ein dem sogenannten Arnaldogranit, der in ähnlichem Niveau auftritt³, analoges Gebilde handeln. Sollte es aber selbst ein Gneiss sein, so nimmt es jedenfalls ein bedeutend höheres Niveau als der Gneiss von Cedegolo ein.

Ich untersuchte auch den von SUSS makroskopisch beschriebenen, den sogenannten »Gneiss« noch überlagernden »Casannaschiefer«, der

¹ TELLER und von JOHN, Jahrb. der Wiener geol. Reichsanstalt 1883. S. 593. Es sind das wahrscheinlich dieselben Gesteine, die A. STELLA (Boll. Com. geol. 1894. S. 20 u. a.) als »Gneiss chiari« bezeichnet.

² Über das Rothliegende in Val Trompia, Sitzungsber. der Wiener Akad. 1869.

³ SUSS a. a. O. S. 109.

die höchsten Lagen unmittelbar unter dem Quarzporphyr bildet, und fand, dass er ein granatführender Phyllit mit grossen, vielleicht primären Chloritblättern ist.

Aus diesen Beobachtungen geht nur so viel hervor, dass man in der Adamellogruppe wahrscheinlich eine tiefere, mehr gneissartig entwickelte Serie von den höheren Quarzlagenphylliten trennen kann. Eine weitere Gliederung ist mir aber bisher noch nicht gelungen. Insbesondere ist es mir nicht gelungen, mich der an verschiedenen Stellen auftretenden Amphibolite und Feldspathphyllite als Leithorizonte zu bedienen. Es ist vielmehr nach meinen bisherigen Erfahrungen viel wahrscheinlicher, dass die beiden genannten Gesteine in sehr verschiedenen Niveaus als meist wenig mächtige und bald auskeilende Einlagerungen auftreten. Auch von den in der oberen Val Camonica weit verbreiteten und sehr charakteristischen Kohlephylliten (1890 a. a. O. S. 469) steht es bisher nicht fest, ob sie wirklich nur in einem bestimmten stratigraphischen Niveau auftreten.

Sehr interessant ist die Nordgrenze unserer phyllitischen Gesteine. Ich suchte es bereits im Jahre 1891 (a. a. O. S. 412) wahrscheinlich zu machen, dass über den Tonalepass hinweg nach Osten in die Val di Sole, nach Westen in die Val Camonica eine Bruchlinie streicht, welche die Grenze zwischen den südlich anstossenden phyllitischen und den nördlich vorgelagerten hochkrystallinen Schiefen des Veltlins darstellt. Geht man z. B. von Veza d' Oglio nach Süden ins Aviolothal (Val Paghera der Karten) hinein, so findet man die typische Phyllitserie mit nördlichen Fallrichtungen. Gleich nördlich von dem Orte aber, in der Val Grande, treten Quarzite mit isolirten, bis über zollgrossen Muscovitblättern und echte Glimmerschiefer auf, alle in sehr wechselnden Schichtstellungen, aber das Fallen vorherrschend in südlichen Richtungen geneigt. Ähnliche Gesteine suchte ich vergeblich auf der Südseite der obersten Val Camonica; dagegen sah ich sie im mittlern Mortirolothale und im Veltlin zwischen Tirano und Stazzona weit verbreitet. Auch finden sie sich auf der Nordseite des Tonale, ja schon an der Strasse, die von Ponte di Legno zu dem Passe führt, hier zusammen mit Marmorbänken und Gneissen. Geht man hingegen von Ponte di Legno nach Süden in die Val Narcane hinein, so trifft man nur phyllitische Gesteine und zwar sogar vielfach jene schwarzen, durch Kohle gefärbten Phyllite, die in der oberen Val Camonica so weit verbreitet sind, die ich aber in diesem Sommer genau ebenso entwickelt auch östlich der Etsch beim Abstieg vom Monte Orno nach Falesina in der Umgebung von Pergine in Val Sugana fand. — Unsere Bruchlinie folgt vom Tonale aus dem Laufe des Hauptthales bis Veza d' Oglio; aber schon im Mortirolothale erkennt man, dass sie es ver-

lassen hat und in das Gebirge hineinstreicht. Der südlichste Theil dieses Seitenthales ist nämlich in Phyllite eingeschnitten und an der Stelle, wo man, von der strada nazionale, von Edolo aus kommend, den Bach überschreitet, um nach Monno zu gelangen, stehen wieder die charakteristischen Kohlephyllite an. Noch weiter im Westen fand ich die Grenzlinie in der Val Sacco südsüdöstlich vom Passo della Scala und wenig nördlich von der Sennhütte¹ östlich des Dosso sopra il bagno (2181^m).

Nördlich von diesem Punkt stehen Glimmerschiefer, Gneisse und Amphibolite² an; südlich finden wir echte Phyllite und zwar gar nicht weit südlich von der Hütte wieder die typischen Kohlephyllite.

Noch weiter westlich verlaufend erreicht unsere Grenzlinie endlich das Veltlin. Denn während, wie schon oben gesagt, unmittelbar hinter Stazzona auf dem Wege nach Tirano die typischen hochkrystallinen Veltliner Gesteine anstehen, erreichen wir zwischen Stazzona und Musciano bereits wieder die Kohlephyllite und bleiben auf dem ganzen Wege zum Belvedere und von da längs der Strasse nach Edolo immer in dem phyllitischen System.

Ich habe bereits in der citirten Arbeit verschiedene Gründe angeführt, weshalb die beschriebene Grenzlinie wahrscheinlich als eine Bruchlinie aufzufassen ist, und erinnere besonders daran, dass die Schichtstellungen der phyllitischen Gesteine südlich von ihr, und der hochkrystallinen Schiefer nördlich sich keineswegs entsprechen, dass die phyllitischen Gesteine sogar fast immer nach Nordnordwesten, also scheinbar unter den viel deutlicher krystallinen und aller Wahrscheinlichkeit nach viel ältern Complex einfallen. Ich habe für diese Linie schon früher den Namen Tonalelinie³ vorgeschlagen, und wir kennen sie nun in ihrem Verlaufe vom Passo Tonale bis ins Veltlin hinein. Sollte sich aber meine Annahme bestätigen, dass die gneissartige Modification des Tonalites auf der Nordseite des Adamello-Presanellagebirges in directem Causalzusammenhang mit der Nähe dieser Bruchlinie steht, so kann man mit Sicherheit folgern, dass sie sich auch nach Osten bis wenigstens nach Dimaro in der Val di Sole ausdehnen muss. In diesem Falle aber tritt die Frage an uns heran, ob es nicht mehr als ein Zufall ist, dass wir längs unserer Linie eine ganze Reihe von auffälligen Längsdepressionen haben, nämlich Val

¹ Auf der italienischen Generalstabkarte in 1/50000 eingezeichnet.

² Ich sehe hier von eigenthümlichen Pyroxengesteinen ab, die wahrscheinlich eruptiver Natur sind und auch im Mortirolothale Analoga haben.

³ Giornale di Mineralogia. 1892. S. 145. — In der deutschen Originalausgabe (Tschermak's Mitth. 1891. S. 413) blieb leider, wie ich erst später bemerkte, der betreffende Satz durch ein Versehen beim Abschreiben des Manuscriptes fort, obwohl die Bruchlinie ausführlich beschrieben ist.

di Sole, Val Vermiglio, Passo Tonale, oberste Val Camonica, das von Edolo zum Apricapasse führende Thal und unterstes Veltlin.

An allen Stellen, wo auf den Quarzlagenphylliten jüngere Gebilde von der Erosion verschont blieben, finden wir klastische Sedimente von mannigfacher petrographischer Beschaffenheit, meist mehr oder weniger reich an Geröllen oder feinerem Detritus von Quarzporphyr. Im Süden des Gebietes schalten sich zwischen sie und die Phyllite Quarzporphyrlaven ein (Judicarien, Val Caffaro, Val Trompia und untere Val Camonica). Das schönste Profil durch diese Ablagerungen ist das von SUESS (a. a. O.) ausführlich beschriebene des Monte Colombine nördlich von Collio in Val Trompia. Da indessen von verschiedenen Seiten Zweifel an seiner Richtigkeit laut wurden, und insbesondere angegeben wurde, dass der Quarzporphyr nicht etwa ein Lager an der Basis der dort die bekannten permischen Pflanzen führenden klastischen Schichten bilde, sondern jünger sei als diese, so begieng ich es von neuem sehr sorgfältig und fand in den Conglomeraten unmittelbar über dem Eruptivgestein zahlreiche Quarzporphyrgerölle. Es kann demnach kein Zweifel darüber bestehen, dass der Quarzporphyr wirklich, wie SUESS annahm, ein echtes Lager an der Basis der klastischen Schichten bildet. — Der Quarzporphyr erstreckt sich weiter nach Norden, als man bisher annahm. Ich fand ihn noch nicht $3\frac{1}{2}$ km südsüdöstlich von Prestine zu beiden Seiten des Torrente Travagnolo und noch einige hundert Schritte weiter nördlich davon im Grignathale. Nördlich von diesem Punkte steht er nicht mehr an, doch finden sich Quarzporphyrgerölle nach COZZAGLIO¹ sogar noch bei Malonno. Ich selbst sah sie zwischen Malonno und Odecla, bei Casino Boario, in der Val Grigna, nördlich vom Monte Guglielmo zwischen Grignaghe und Passabocche² und östlich der Val Camonica in der Val Daone. Es ist mir daher unwahrscheinlich, dass in diesen Gegenden Aequivalente des Carbons von Manno vorhanden seien³. — Petrographisch sind die permischen Schichten sehr mannigfaltig zusammengesetzt. Es überwiegen Sandsteine und Grauwacken, aber auch Arkosen, Conglomerate und Thonschiefer sind nicht selten. Die letzteren sind vielfach transversal geschiefert und können bei der Schwierigkeit, die grobe Schichtung der übrigen Gesteine aus der Nähe zu erkennen, leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Eine ganz sonderbare petrographische Entwicklung weisen die Gesteine des bei Malonno und Garda in nordnordöstlicher Richtung schräg über das Ogliothal

¹ Giornale di Mineralogia. 1894.

² Hier in Gemeinschaft mit Hrn. stud. rer. nat. VIGO.

³ Man vergleiche indessen das weiter unten über die Sericitschiefer von Garda Gesagte.

setzenden klastischen Zuges auf. Durchquert man ihn von seiner Südgrenze bei den Case Lorengo südlich vom Ponte Lorengo, wo er discordant auf den Quarzlagenphylliten zu liegen scheint, bis zu seiner Nordgrenze in der Val Rabbia bei Rino, wo er von einer nach Osten und Westen weiter verfolgbaren gewaltigen Bruchlinie abgeschnitten wird, so kann man auf beiden Ogloufern einen ältern und einen jüngern Complex unterscheiden.

Der ältere wird fast ganz von dünnschieferigen, klastischen Sericitschiefern¹ und Quarziten, die meist reich an Limonitflecken sind, zusammengesetzt; der jüngere besteht aus den normalen, meist grobklastischen Gesteinen der übrigen Theile der Val Camonica. Sie sind vollständig concordant. Da nun Quarzporphyrgerölle nur aus dem obern Complex bei Malonno bekannt sind, so ist es nicht unmöglich, dass wir hier ältere palaeozoische Schichten vor uns hätten. Auf der anderen Seite muss aber hervorgehoben werden, dass diese Schichten den stark zusammengeschobenen nördlichen Flügel einer grossen Antiklinale bilden und makroskopisch wie mikroskopisch äusserst intensive Druckwirkungen erkennen lassen. Man könnte daher in ihnen vielleicht auch dynamo-metamorphe Aequivalente normaler Permschichten erkennen wollen. Eine Entscheidung war mir leider bisher nicht möglich, da Fossilien ganz fehlen und auch die petrographische Untersuchung noch nicht zu Ende geführt ist.

Dass die klastischen Bildungen wirklich discordant auf den Phylliten lagern, beweisen ausser ihrem Reichthum an Geröllen und feinem Detritus von phyllitischen Gesteinen die folgenden Beobachtungen. Der westlich vom mittlern Ogliothale gelegene Zug des Monte Elto und der östlich davon aufsteigende Monte Colombè bestehen aus südlich verflächenden Phylliten und Gneissen, auf die sich gleichfalls südlich geneigte permische Sandsteine und Grauwacken legen. Der Neigungswinkel der permischen Schichten ist aber erheblich kleiner als der der krystallinen Schiefer; und auch von den zahlreichen Faltungen und Fältelungen dieser letzteren ist in den Permgesteinen nichts wahrzunehmen. Ferner beobachte ich an drei Stellen, nämlich zwischen Garda und Rino, zwischen Malonno und Paisco und zwischen Sellero und dem Ponte San Rocco oberhalb Capo di Ponte, dass, wenn man aus den Phylliten kommend in die klastischen Bildungen aufsteigt, man innerhalb dieser, wenig oberhalb der Formationsgrenze plötzlich von neuem Aufschlüsse von phyllitischen Gesteinen antrifft. Diese treten ganz unvermittelt auf und verschwinden wieder ebenso schnell.

¹ Von COZZAGLIO bereits als »talcoscisti« unterschieden. Sie werden zum Dachdecken benutzt.

Sie sind nichts anderes als von der Erosion verschont gebliebene Vorsprünge und Klippen, die in dem palaeozoischen Meere zur Zeit des Absatzes der klastischen Sedimente emporragten.

Schwierig ist die Abgrenzung des permischen Systems gegen oben, weil hier nicht wie in den Dolomiten der schwarze Bellerophonkalk¹ oder seine weissen Gypslager die Scheidung von der concordant aufgelagerten Trias ermöglichen, sondern die petrographisch ähnlich ausgebildeten Werfener Schichten (Servino) sich unmittelbar auf die Schichten des Perm legen. Dabei lässt auch der Fossilreichtum der Werfener Schichten zu wünschen übrig, so dass man an vielen Stellen und insbesondere in der Contactzone auf petrographische Merkmale für die Trennung der beiden Formationen angewiesen ist. Diese sind aber keineswegs ausreichend, um überall mit völliger Sicherheit eine scharfe Grenze ziehen zu können. Denn wenn auch im allgemeinen die Servinogesteine dünner geschichtet, deutlicher schieferig, kalk- und thonreicher sind, so dass echte Mergel vorherrschen und auch Kalksteinbänke vorkommen, so sind ihnen doch sandsteinartige Bildungen nicht fremd; und wenn nun gar noch die Contactmetamorphose eine völlige Umkrystallisierung bewirkt hat, so wird es oft äusserst schwierig zu entscheiden, ob man sich im obersten Perm oder im untersten Servino befindet.

Die Gesamtmächtigkeit des Servino schätze ich in der Val Camonica wie in der Val Trompia auf durchschnittlich nicht weniger als 150–200^m; doch scheint sie stark zu wechseln. — Hinsichtlich der Fauna will ich nur kurz bemerken, dass, während die Fossilien des Passo Croce Domini schon seit langer Zeit bekannt sind, neuerdings auch an anderen Stellen wohl erhaltene Versteinerungen in ihnen aufgefunden und von A. TOMMASI² beschrieben wurden. Auch ich sammelte einiges Material, besonders von Zweischalern, hoffe es aber noch mehr zu vervollständigen, bevor ich es zusammen mit den Fossilien höherer Horizonte derselben Gegend beschreiben werde.

Grosse Bedeutung hat, als einer der wichtigsten Leithorizonte des Adamellogebietes im weitern Sinne, der den Servino vom Muschelkalk trennende sogenannte Zellendolomit. Er ist, wie LEPSIUS nachwies, ein ungemein constanter und charakteristischer Horizont. Im Nordwesten unseres Gebietes nimmt er aber eine bisher nicht bekannte Facies an, deren Untersuchung auch für die Auffassung der metamorphen Schichten der Contactzone des Tonalites wichtig wurde. Steigt man nämlich aus dem Aglionethal von Paisco oder Loveno

¹ Nur bei Daone sollen nach GUEMBEL an einer Stelle schwarze Kalke in diesem Niveau auftreten.

² Rendiconti Ist. Lombardo. 1895 und Palaeontographia italica. 1895. Bd. I.

nach Süden zu dem Kamme des Eltozuges empor, so trifft man dort zwischen dem an Eisenspathlagern reichen Servino und dem nur noch einen Theil des Kammes bedeckenden Muschelkalk eine Schicht von hellgrauem, compactem, wohlgeschichtetem Dolomit, deren Mächtigkeit ich nicht genau messen konnte, aber auf 50^m bis höchstens 80^m schätze. Dieser Dolomit enthält noch an verschiedenen Stellen unregelmässig geformte und in ihn allmählich verschwimmende Massen und Linsen von echtem Zellendolomit und lässt auch durch seine schon beschriebene Einschaltung zwischen Servino und Muschelkalk erkennen, dass er ein Vertreter des Zellendolomites ist. Einige schlecht erhaltene Fossilreste, die ich in ihm fand, sind leider unbestimmbar und können somit auch nicht zur Entscheidung der Frage dienen, ob der Zellendolomithorizont zum Muschelkalk oder zur unteren Trias gehört.

Die Reihenfolge der über dem Zellendolomite folgenden Glieder der Trias ist in der östlichen Adamellogruppe und der Val Trompia durch die Untersuchungen von LEPSIUS und BITTNER gut bekannt. Da ich sie in Judicarien schon früher kennen gelernt hatte, so studirte ich sie im vergangenen Sommer besonders genau in der Umgebung von Breno und Cividate sowie, in Gemeinschaft mit Hrn. stud. VIGO aus Pavia, am Monte Guglielmo, untersuchte aber zum Vergleiche auch das bekannte Profil des Dosso Alto zwischen Val Caffaro und Val Trompia und die schönen Aufschlüsse des Dezzothales. Es ergab sich dabei vor allen Dingen, dass die Buchensteiner Schichten in der Val Camonica einen sehr constanten und in ähnlicher Weise wie in den Dolomiten durch Reichthum an Kieselausscheidungen und knollige Structur petrographisch gut charakterisirten Horizont bilden, freilich aber fast ganz versteinierungsleer sind. Im Dezzothale fehlen ihnen die Kieselknollen, und sie sind deshalb dort auch nicht leicht von den angrenzenden Schichten zu trennen.

Zwischen den Buchensteiner Schichten und dem Zellendolomit liegt der in der Val Camonica sehr mächtige Complex des Muschelkalkes, aus dem bisher trotz seiner weiten Verbreitung nur von relativ wenigen Stellen Versteinerungen bekannt sind. Wahrscheinlich wird sich auch hier im Laufe der Zeit ebenso wie in Judicarien und Val Trompia die zuerst von BITTNER¹ aufgestellte Dreigliederung durchführen lassen, in den mächtigen untern, versteinierungsarmen Muschelkalk, der dem Niveau des *Dadocrinus gracilis* von Recoaro entspricht, den Brachiopodenkalk oder Lager des *Ceratites binodosus* und den auch »Cephalopodenkalk« genannten obern al-

¹ A. BITTNER, Über die geolog. Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1881.

pinen Muschelkalk, das Lager des *C. trinodosus*¹. Es gelang mir bisher nur am Monte Guglielmo, alle drei Horizonte wirklich mit Sicherheit von einander zu trennen. Dort ist an dem »Castel Berti« genannten Gipfel ein schönes Profil entblösst, das ich in Gemeinschaft mit Hrn. stud. VIGO aufnahm. Unter den Buchensteiner Kieselkalken folgen erst mit Mergeln wechsellagernde Kalkbänke, darunter Kalkbänke von der eigenthümlichen aus BITTNER's Schilderung (a. a. O. S. 240) zur Genüge bekannten petrographischen Beschaffenheit des obern Muschelkalkes, hier auch schlecht erhaltene flache Cephalopoden führend, und darunter endlich schwarze Brachiopodenkalke, ganz erfüllt von *Spirigera trigonella* VON SCHLOTH. sp., und ausser dieser noch andere, aber weniger zahlreiche Brachiopoden führend, von denen ich bisher nur *Terebratula vulgaris* VON SCHLOTH. herauspraeparirt habe. Tiefere Horizonte sind an dieser Stelle nicht aufgeschlossen. Dagegen besteht der grösste Theil der steilen Wand, die von dem Pedaltamme des Monte Guglielmo nach Nordosten, also zum Metelletto hin abfällt, aus dem untern versteinierungsleeren Muschelkalk.

Andere versteinierungsführende Localitäten des camunischen Muschelkalkes sind die nordöstlich von Esine² aufsteigenden Hügel, in denen ich nicht selten Diploporen fand, die im Streichen desselben Zuges liegenden Hügel von Cividate, wo mich mein vortrefflicher Freund, Hr. Ingenieur CAPRANI aus Malegno, zu einem Fundorte grosser, schön erhaltener Ptychiten führte, und die Steinbrüche von Cogno am rechten Oglioufer, wo ich gleichfalls vereinzelt, aber gut erhaltene Cephalopodenreste sammelte. Auch bei Gibeza, an der Zappada unterhalb Borno und am Monte Aguina oberhalb Zone³ sind Muschelkalkfossilien bekannt geworden.

Zwischen den Buchensteiner Schichten und dem Esinokalke ist bei Cividate und im Dezzothale ein wenig mächtiger Schiefercomplex eingelagert, der meist reich an Halobien ist und dem obersten Theil der LEPSIUS'schen »Halobien-schichten«, den BITTNER'schen Wen-gener Schichten entspricht.

Während er im Dezzothale, wo er mit Kalkbänken wechsellagert, eine nicht unbeträchtliche Mächtigkeit erreicht, umfasst er östlich von Cividate unterhalb S. Pietro sicher nicht mehr als 10–15^m; und in

¹ Ob man dabei, wie das BITTNER thut, den Brachiopodenkalk als untern Muschelkalk aufführt oder, wie es PHILIPPI neuerdings (Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. 1895. S. 692–693) will, zum obern alpinen Muschelkalk rechnet, scheint mir ziemlich gleichgültig zu sein. Doch ist die letztere Eintheilung für den Feldgeologen bequemer.

² Nicht zu verwechseln mit Esino.

³ Man vergleiche A. TOMMASI, La Fauna del Calcare Conchigliare di Lombardia. Pavia 1894. S. 39. — A. COZZAGLIO, Giornale di Mineralogia. 1894. — E. VON MOJSISOVICS, Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1880.

dem schon erwähnten Profile am Castel Bertì auf dem Monte Guglielmo fand ich ihn überhaupt nicht aufgeschlossen und kann daher nur so viel behaupten, dass, wenn er dort vorhanden sein sollte, seine Mächtigkeit gleichfalls sehr gering sein muss. Schon diese wechselnde Mächtigkeit aber spricht dafür, dass Theile von ihm in der Facies des Esinokalkes oder der Buchensteiner Schichten vertreten sein können. Indessen kann ich an dieser Stelle weder auf diese Frage, noch auf die andere, durch die Auffindung eines Cephalopoden aus dem Formenkreise des *Ceratites nodosus* bei Recoaro¹ in ein neues Stadium getretene, der Parallelisirung des deutschen und alpinen Muschelkalkes eingehen und behalte mir vor, bei der Beschreibung der camunischen Fossilien darauf zurückzukommen.

Dagegen will ich kurz erwähnen, dass meine Untersuchungen ergeben haben, dass die seit langer Zeit bekannten Porphyritmassen des Dezzothales und des Monte Guglielmo nicht als Stöcke, Gänge oder Lagergänge, wie sie bisher gewöhnlich bezeichnet wurden, sondern als Lager aufzufassen sind. Sie sind an beiden Stellen den Schichten parallel eingeschaltet und von echten Tuffen begleitet. Im Dezzothale liegen sie genau an der Grenze zwischen den Halobien-schichten und dem Esinokalke. Die Tuffe befinden sich hier an der Basis. Einschlüsse von schwarzen, dem Liegenden angehörigen Kalken sind häufig; Einschlüsse von echtem Esinokalk sah ich nicht. Gegen die obere Grenze hin geht der Porphyrit in eine dunklere, compactere Varietät über². Am Monte Guglielmo liegen mehrere Porphyritlager, wie ich gemeinsam mit Hrn. stud. VIGO feststellte, bereits innerhalb der Buchensteiner Schichten³, während die Tuffe dort über den Porphyriten folgen und ganz oder fast ganz an die Basis des Esinokalkes heranreichen. Bei Cividate, das von den Eruptionstellen offenbar weiter entfernt war, treten nur Tuffe, aber keine Laven auf. Sie haben dort ebenso wie auf dem Monte Guglielmo zum Theil die typische Ausbildung der pietra verde des Buchensteins bei Livinalongo und sind in mehreren Bänken den unter den Halobien-schichten folgenden Buchensteiner Kieselkalken eingelagert⁴.

Der Esinokalk ist im Adamellogebiet und seiner weiteren Umgebung leider sehr versteinungsarm. Ich untersuchte ihn bei Breno und Cividate, im Dezzothale und am Monte Guglielmo. Nördlich

¹ A. TORNQVIST, Nachr. d. K. Akad. d. Wiss. Göttingen 1896.

² Ich übergab diese Gesteine meinem Freunde Dr. KARL RIVA zur Untersuchung. Sie sind in den Memorie Ist. Lomb. Vol. XVII. 1896. S. 167—169 beschrieben.

³ LEPSIUS (Das westliche Tirol. S. 316) zweifelte mit Recht an dem liassischen Alter der Porphyrite, irrte aber in der Auffassung der den Gipfel bildenden Kalke.

⁴ Vergl. Anmerk. 3 der vorhergehenden Seite.

von Breno wird er bei den Case Pillo von einer Verwerfung abgeschnitten und kommt nördlich davon auf dem linken Oglioufer nicht mehr zum Vorschein. Bei Breno selbst sind seine höchsten Lagen, die man an der Strasse nach Civate am linken Oglioufer trefflich aufgeschlossen findet, als Dolomit entwickelt. Jenseits des Flusses liegen darauf schwarze Kalke der Raibler Schichten, aus denen ich durch die Güte des Hrn. Ingenieur CAPRANI mehrere gut erhaltene Zweischaler bekam. Jüngere Formationen treten, wenn wir von den quaternären Bildungen absehen, in der eigentlichen Adamellogruppe nicht mehr auf und wurden daher bei meinen Touren nicht berücksichtigt.

Ausser den beschriebenen Sedimentärformationen und dem Tonalitmassiv betheiligen sich am Aufbau des Adamellogebirges noch einige kleinere Quarzglimmerdioritstöcke, die wahrscheinlich nichts anderes als mächtige Apophysen des Tonalites sind, die ihrem Ursprunge nach noch ganz unbekanntes granitischen Massen der Gegend von Pinzolo und äusserst zahlreiche gangförmig auftretende Eruptivgesteine, von denen nur ein kleiner Theil das in den Eruptionskanälen erstarrte Material der schon beschriebenen Buchensteiner und Wengener Laven sein dürfte. Die Zahl dieser Gänge ist erstaunlich gross. Ich glaube, ohne zu übertreiben, behaupten zu können, dass es keinen Quadratkilometer in der Adamellogruppe gibt, in dem man nicht bei genauer Untersuchung wenigstens einen, meist aber viel zahlreichere Eruptivgänge auffinden wird. Ihrer petrographischen Natur nach gehören diese Gänge zum allergrössten Theile zu den dioritischen und diabasischen Porphyriten; doch treten auch zahlreiche Diabasgänge und mehr vereinzelt Dioritgänge auf. Ich selbst habe in der Adamellogruppe¹ über 80 verschiedene Gänge aufgefunden und noch eine ganze Reihe von anderen auf in Gemeinschaft mit meinem Freunde Dr. KARL RIVA unternommenen Touren gesehen. Ich habe diesem mein ganzes Material zusammen mit meinen Angaben über die geologischen Verhältnisse der einzelnen Gänge überlassen und kann mich, da soeben die ausführliche Abhandlung RIVA's² erschienen ist, in dieser Hinsicht sehr kurz fassen. Sowohl der Tonalit selbst wie die Granitmassen von Pinzolo und sämtliche aufgeführten Sedimentformationen mit Ausnahme der quaternären Ablagerungen

¹ Diese Gänge sind übrigens keineswegs eine auf die Adamellogruppe beschränkte Erscheinung. Sie treten nach MELZI'S Untersuchungen auch im Veltlin in grosser Entfernung von der Adamellogruppe auf und finden sich nach TRAVERSO noch westlich des Lago Maggiore. Im Osten aber erstrecken sie sich, wie wir wesentlich durch TELLER wissen, randlich um die ganze Etschibucht herum. Ich fand sie 1891 in der Cima d' Astagruppe und in diesem Frühjahr in grosser Zahl in den Umgebungen von Pergine und Roncegno.

² A. a. O.

sind von Gängen durchsetzt, obwohl ein Theil von diesen sicher älter als der Tonalit ist. Da dieser nämlich, wie wir weiterhin sehen werden, bestimmt jünger als der Esinokalk ist, so müssen die zu den Laven und Tuffen des Monte Guglielmo, des Dezzothales, der Gegend von Cividate, des Dosso alto und der judicarischen Thäler gehörigen Gänge ja sicher älter als der Tonalit sein. Das bestätigt auch eine Beobachtung von COZZAGLIO, der bei der Malga di Marmo einen Porphyritgang durch Tonalitapophysen durchsetzt und verschoben fand. Auf der anderen Seite beschrieb ich aber schon im Jahre 1890 einen den Tonalit durchsetzenden Gang und fand seitdem noch an zahlreichen anderen Stellen Gänge in dem plutonischen Gestein. Wir müssen also wenigstens zwei Intrusionsepochen für unsere Gänge annehmen.

Hinsichtlich der zweiten und dritten Aufgabe, die ich mir bei meinen Aufnahmen gestellt hatte, kann ich mich in diesem Berichte ganz kurz fassen, da eine umfangreiche Abhandlung, welche die Entstehung, das Alter und die Lagerungsform des Tonalites und der übrigen im Bereiche der periadriatischen Senkung gelegenen eugranitischen Massen behandelt, bereits im Manuscript vollendet ist und sehr bald gedruckt sein wird. Auch die Untersuchung der contact-metamorphen Sedimentschichten der Adamellogruppe ist so weit gediehen, dass eine zweite Abhandlung, welche die Metamorphose der permischen und der wichtigsten untertriadischen Gesteine behandelt, in wenigen Monaten vollendet werden kann. Dagegen reichte die zur Verfügung stehende Zeit des letzten Sommers und Herbstes nicht mehr aus, um die Metamorphose der über dem Servino liegenden Glieder der Trias eingehender untersuchen zu können; und dementsprechend ist auch das Material an Contactmineralien nur sehr unvollständig und auch nicht annähernd so reich, wie ich in Anbetracht des wissenschaftlichen Interesses, das sich an ihre Untersuchung knüpft, gewünscht hätte.

In dem Contacthufe des Tonalites lassen sich fast überall wenigstens zwei Zonen verschieden starker Einwirkung der Metamorphose unterscheiden. So liefern die krystallinen Schiefer (Phyllite) in der unmittelbaren Nähe des Contactes meist vollständig umkrystallisirte, gern nicht-schieferig struirte Hornfelse, während die Gesteine der äusseren Zone mit den normalen Felsarten die Structur und den grössten Theil der Gemengtheile gemein haben und sich von diesen meist nur durch wenige fremdartige Mineralien (Andalusit, Staurolith¹,

¹ Tritt nach den Untersuchungen meines Freundes RIVA in den Contactproducten eines von mir entdeckten Quarzglimmerdioritstockes bei Rino auf. Die einzige dort erkennbare Contactzone entspricht der äusseren Zone des Tonalites.

Cordierit, Korund) oder durch ungewöhnliche Entwicklung anderer Mineralien (Biotit, Ilmenit) unterscheiden. Die schwarzen Kalksteine des Muschelkalkes der Umgebung von Breno lassen in der äusseren Zone die Metamorphose fast nur durch das Auftreten zahlloser Dipyrrisimen erkennen, während sie gegen den Tonalit hin in dipyrrfreie Marmorbänke mit Lagen und Nestern von Vesuvian und Granat (meist Hessonit) übergehen¹. Die Sandsteine und Grauwacken des Perm weisen in der äusseren Zone nur schwache Neubildungen und Umkrystallisierungen des Cementes auf; in der Nähe des Contactes aber sind meist auch die grösseren klastischen Körper umkrystallisirt und der Hornfelscharakter des Ganzen evident.

Die Thonschiefer und Mergel des Perm und der unteren Trias liefern in grösserer Entfernung vom Contacte deutlich schieferige Pseudo-Gneisse und -Glimmerschiefer, in der Nähe aber echte Hornfelse. Ob innerhalb der beschriebenen äusseren Zonen noch besondere Unterzonen unterschieden werden können, wie etwa in den Vogesen oder in Sachsen, das steht bisher nicht fest, da die Aufschlüsse nur selten zur Constatirung solcher Thatsachen geeignet sind. Sicher ist, dass an vielen Stellen Gesteine vom Typus der Knotenglimmerschiefer auftreten, nur dass in ihnen die Knoten von wohlkrystallisirten Contactmineralien, meist Cordierit, gebildet sind. — Die Sandsteine und Grauwacken des Perm liefern in der Nähe des Contactes sehr sonderbare und wohl nur mit den »Fleck-Grauwacken« der sächsischen Geologen Ähnlichkeit besitzende Gesteine. Es sind hornfelsartige Gebilde, die durch mehr oder weniger grosse kugelige oder langgestreckte Zusammenhäufungen von vorwiegend Biotit und Cordierit ein prachtvoll geflecktes oder getigertes Aussehen erhalten. Diese Gesteine, die man als »Fleckfelse« bezeichnen könnte, haben nichts mit den Fleckschiefern der äusseren Zonen der vogesischen Contacthöfe zu thun, da ihre Flecken ja nicht auf Pigmentanhäufung innerhalb einer noch vollständig erhaltenen primären Gesteinsmasse beruhen, sondern durch locale Concentrationen gefärbter² Mineralien inmitten eines gleichfalls umkrystallisirten, neu entstandenen Mineralgemenges gebildet werden. Bemerkenswerth ist, dass unter den Contactmineralien dieser permischen Gesteine der Feldspath eine grosse Rolle spielt und nicht bloss als Plagioklas, sondern sehr häufig als faseriger Orthoklas auftritt. Dieser ist aber, wie ich jetzt definitiv habe feststellen können, doch nichts anderes als mikropertthitischer

¹ Vergl. SALOMON, 1895. a. a. O.

² Es ist nicht der Cordierit selbst, sondern seine im Dünnschliffe meist schwach grünlich oder gelblich gefärbten Umwandlungsproducte, die im Verein mit dem Biotite die dunkle Farbe der Flecken bedingen.

Orthoklas, in dem die Plagioklaslamellen nach den Flächen eines steilen Orthodomas eingelagert sind.

Die Mächtigkeit des Contacthofes wechselt sehr stark und zwar nicht nur entsprechend der petrographischen Beschaffenheit der umgewandelten Schichten, sondern auch in Folge verschiedenartiger Lagerung und anderer, noch nicht näher bekannter Verhältnisse. Insbesondere dürften auch die Wärmeleitungsfähigkeit und die spezifische Wärme der sich umwandelnden Gesteine einen grossen Einfluss ausüben. Von diesen beiden Eigenschaften aber hängt die Wärmeleitungsfähigkeit jedenfalls mehr von der grösseren oder geringeren Compactheit der Gesteinsmasse als von ihrer mineralogischen Zusammensetzung ab.

Am Ausgange der Val Pallobia scheint die Mächtigkeit der Contactzone in den sonst doch für Contactmetamorphose so empfindlichen Kalksteinen einige hundert Meter nicht zu übersteigen, während in der Val Daone in den sonst sehr unempfindlichen Sandsteinen und Grauwacken des Perm die Contactwirkungen mikroskopisch bis auf 2^{km} Entfernung nachweisbar sind. Doch glaube ich der Wahrheit nahe zu kommen, wenn ich im Mittel die Breite der Adamello-Contactzone auf 1^{km} veranschlage.

Was die Lagerungsform des Tonalites betrifft, so ergab die Untersuchung, dass im Gegensatz zu LöwL's¹ Annahme auch in der nördlichen Adamellogruppe die umlagernden Schichten sich fast nie auf den Tonalit legen, sondern unter ihn einschliessen, derart, dass nicht die ältesten, sondern die jüngsten Bildungen mit ihm in Contact treten. Dabei gelang es, die metamorphen Perm- und Triaschichten zwischen den krystallinen Schiefern und dem Tonalit fast ununterbrochen vom Lago d'Arno bis auf die Nordseite des Adamellogebirges zu verfolgen. — Die schon im Jahre 1890 kurz von mir erwähnten Contactgesteine des Passo Gallinera, die zwischen den Tonalit des Monte Aviolo und den des Corno Baitone eingeklemmt sind, wurden nach Osten über das Aviothal hinweg bis auf den Kamm zwischen Val Aviolo und Val d'Avio verfolgt. Sie bestehen aus einer nördlichen Zone von metamorphen Phylliten und einer südlichen von metamorphen permo-triadischen, zum Theil vielleicht sogar schon mittel-triadischen Sedimenten. Die beiden Zonen, die in steiler Schichtstellung über den Pass ziehen, sind durch eine gewaltige Bruchlinie, für die ich den Namen »Gallinera-Verwerfung« vorschlage, von einander getrennt, aber beiderseits mit dem Tonalit in Primärcontact. Bei der

¹ Über die Tonalitkerne der Riesenerner in Tirol, PETERMANN'S Mitth. 1893. Heft IV u. V.

Verfolgung der Bruchlinie nach Westen ergab es sich, dass ihre Bildung jünger als die Tonalitintrusion ist. Es ist dieselbe Galinera-Verwerfung, welche bei Rino auf dem linken und bei Lava auf dem rechten Ogliaufer die Nordgrenze des klastischen Zuges von Malonno-Garda-Rino gegen die Quarzlagenphyllite von Edolo bildet. — Die von LöwL (a. a. O.) ausführlich beschriebene sogenannte »Bruchlinie des Monte Campellio« ergab sich nach meinen Untersuchungen nicht als Verwerfungsfläche, sondern als die Fläche discordanter Auflagerung des Perm auf die krystallinen Schiefer. Damit fällt natürlich auch die Scheidung des nördlichen »praepermischen Adamello-Presanella-Lakkolithes« von dem südlichen »triadischen Rè di Castello-Stocke«. Beide sind eine untrennbare Einheit, gleichzeitig und in gleicher Weise entstanden. Der Tonalit des Adamello ist ein intrusives, plutonisches Gestein, unterirdisch unter einer dicken Kruste älterer Sedimente erstarrt. Hinsichtlich seiner Lagerungsform steht er zwischen den Stöcken und den Lakkolithen. Er hat mit diesen letzteren den, wenn auch nicht ganz vollkommenen, so doch über weite Strecken anhaltenden Parallelismus zwischen seiner Grenzfläche und den Schichtflächen der umlagernden Schichten gemein und besitzt auch die Neigung, in jene Lagergänge zu entsenden. Er unterscheidet sich aber von den Lakkolithen und nähert sich in dieser Beziehung den Stöcken durch den starken Wechsel des stratigraphischen Niveaus der mit ihm in Contact tretenden Bildungen, sowie durch zahlreiche andere Unregelmässigkeiten.

Dem Adamello-Tonalite muss, wie ich in der schon erwähnten Abhandlung zeigen werde, ein höchstens obertriadisches Alter zugeschrieben werden. Wahrscheinlich aber ist er jünger, vielleicht wesentlich jünger. Ja, ich wage es zu behaupten, so erstaunlich das auch vielleicht klingen mag, dass bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse kein einziger Grund vorliegt, der ein voreocänes Alter des Adamello-Tonalites beweisen würde.

Ausgegeben am 29. October.
