

**TRAG**  
**ZUR STRATIGRAPHIE UND TEKTONIK**  
**DER TRIAS DES MONTE GUGLIELMO.**

---

VON

**NORBERT TILMANN.**

---

SONDER-ABDRUCK AUS DEN MONATSBERICHTEN DER  
DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT, BAND 61, JAHRGANG 1909, No. 4.

Beitrag zur Stratigraphie und Tektonik  
der Trias des Monte Guglielmo.

VON HERRN NORBERT TILMANN.

Mit 10 Textfiguren.

---

Bonn, den 19. März 1909.

### Literatur.

(Es sind nur die im Text erwähnten Arbeiten aufgeführt; im Text beziehen sich die hinter dem Autornamen mit Klammer beigefügten Zahlen auf die entsprechende Nummer dieses Verzeichnisses.)

1. BALTZER, A.: Geologie der Umgebung des Iseosees. Geol. u. pal. Abh. v. DAMES u. KAYSER, N. F., Bd V, H. II, 1901.
2. BITTNER, A.: Über die geologischen Aufnahmen in Judikarien und Val Sabbia. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien, Bd 31, 1881.  
— Nachträge zum Bericht über die geologischen Aufnahmen in Judikarien und Val Sabbia. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien, Bd 33, 1883.
3. CACCIAMALI, G. B.: Rilievi geotectonici tra il lago d' Iseo e la Valtrompia. Brescia, Comm. d. Ath., 1906.
4. COZZAGLIO: Note esplic. sopra alc. relievi geol. in Val Camonica. Giorn. d. Min. v. Sansoni, Pavia, Bd V, 1894.
5. CURIONI, G.: Geologia applicata delle provincie Lombarde. Milano 1877.
6. DEECKE, W.: Beitrag zur Kenntnis der Raibler Schichten in den lombardischen Alpen. N. Jahrb. Min., Beil.-Bd III, 1885.
7. LEPSIUS, R.: Das westliche Südtirol. 1878.
8. SALMOJRAGHI: Le piramidi di erosione della conca di Zone. Boll. d. Soc. geol. ital., Vol. IV, 1885.
9. SALOMON, W.: Geologisch-petrographische Studien im Adamellogebiet. Sitz.-Ber. d. K. Preuß. Ak. d. Wiss. Berlin, Bd XL, 1896.  
— Die Adamellogruppe. I. Teil. Abh. d. k. k. geol. Reichsanstalt Wien, Bd XXI, H. I, 1908.

10. TILMANN, N.: Tektonische Studien im Triasgebirge des Val Trompia. Bonn, Dissert., 1907.
11. VIGO, G.: Sulle porfiriti del Monte Guglielmo. Rendic. d. R. Ist. Lomb., Ser. II, 29, Milano 1896.

Zwischen dem Iseosee und der Val Trompia erhebt sich das Bergmassiv des Monte Guglielmo, dessen breiter, in OSO-Richtung sich hinziehender Kamm in dem Dosso Pedalta und dem Castel Bertina fast 2000 m Höhe erreicht. Schon frühzeitig lenkten die Triasschichten, die auf der Ostseite der Val Camonica und des Iseosees am Westfuß des Gebirgsstockes in seltener Regelmäßigkeit aufeinander folgen, das Interesse der Geologen auf sich, besonders seitdem CURIONI<sup>5)</sup> von dieser Stelle ein für die Trias der Lombardei grundlegendes Normalprofil beschrieb. Später hat BITTNER<sup>2)</sup> dieses Profil mit der von ihm in Judikarien und Val Trompia festgestellten Schichtenfolge der Triasablagerungen in Übereinstimmung gebracht. DEECKE<sup>6)</sup> verbreitete speziell über die lange strittigen Raibler Schichten von Toline am Iseosee völlige Klarheit. Nachdem dann von SALOMON<sup>9)</sup> und VIGO<sup>11)</sup> vom Gipfel des Monte Guglielmo ein dem BITTNERschen Schema völlig entsprechendes Profil der mittleren Trias beschrieben wurde, das ein Bindeglied zwischen der Trias der Val Trompia und dem Normalprofil CURIONI<sup>5)</sup> darstellt, darf die Schichtfolge der Trias des Monte Guglielmo in den wesentlichsten Zügen als feststehend angesehen werden.

Zu diesem Resultate führten mich auch die geologischen Begehungen, die ich im August und September 1908 in diesem Gebirgsstück ausführen konnte, und die als Fortsetzung meiner Untersuchungen im Triasgebirge der Val Trompia<sup>10)</sup> neben dem Studium der Triasschichten vornehmlich eine Klarstellung der tektonischen Verhältnisse bezweckten.

In dem zunächst folgenden, stratigraphischen Abschnitt kann ich mich also neben einer kurzen Übersicht über die einzelnen Horizonte und ihre Verbreitung auf die Mitteilung der Beobachtungen beschränken, die zur Beseitigung noch bestehender Unklarheiten und Richtigstellung einiger in der Literatur sich findender Irrtümer beizutragen geeignet sind. Im zweiten Teil der Arbeit werde ich dann die tektonischen Verhältnisse, die bis jetzt eine zusammenhängende, eingehendere Darstellung nicht erfahren haben, in ihren wichtigsten Zügen klarzulegen versuchen.

### Stratigraphie.

Die Schichten des Perm und der unteren Trias (Rote Sandsteine, Servino, Rauhwanke) sind auf eine Zone an der Nordgrenze des untersuchten Gebietes beschränkt. Gegen die krystallinen Schiefer des Muffetokammes stoßen sie überall an einer Störung ab. Sie streichen aus der Valle delle Selle nördlich des Guglielmokammes vorbei und gewinnen gegen die Val Camonica zu im Tal des Trobiolobaches größere Ausdehnung.

Über diesen Schichten erhebt sich als unterstes Glied der anisischen Stufe der mächtige Komplex des *Gracilis*-Kalkes. Vom Iseosee südlich Pisogne zieht er über den M. Agolo bis zur höchsten Spitze des Berges, dem Dosso Pedalta, und weiter gegen SO zum M. Stalletti; auf dieser ganzen Strecke bildet er den steilen Nordabfall des Gebirgskammes. Auf der Südseite des Berges durchzieht er die oberen Verzweigungen der Valle d' Inzino; infolge einer Störung erscheint er hier zweimal übereinander in steil abfallenden, immer gute Schichtung zeigenden Felswänden. Endlich bildet er im Osten des untersuchten Gebietes die pittoresken Felsen der Valle delle Selle und die steile, südliche Flanke dieses Tales bis zur Einmündung in den breiteren Kessel von Pezzazze. Die immer gut gebankten, schwärzlichgrauen, grau bis weißlich verwitternden, meist etwas knolligen, fossilarmen Kalke erreichen eine sehr bedeutende Mächtigkeit. SALOMON<sup>9)</sup> schätzt sie an der Nordwand des Dosso Pedalta auf über 600 m; das ist wohl hauptsächlich der Grund, daß er die ungewöhnlich hellweißlich verwitternden, teilweise verschratteten Kalke in der Nähe des Rifugios unterhalb der Pedaltaspitze, die den obersten Teil der ganzen Schichtmasse bilden, als Esinokalk anzusprechen geneigt ist. Eine ähnliche Ansicht hat VIGO<sup>11)</sup> geäußert. Aber die regelmäßige Überlagerung dieser Schichten durch die nächstfolgenden, jüngeren Triasglieder, die man am Castel Bertina und an mehreren anderen Punkten einwandfrei beobachten kann, setzt ihre Zugehörigkeit zum *Gracilis*-Kalk außer allen Zweifel, ganz abgesehen davon, daß sich auch hier die gleichen kleinknolligen, zum Teil mit Crinoidenstielgliedern erfüllten Lagen finden, wie man sie in der Val Trompia in den oberen Schichten des Horizontes anzutreffen gewohnt ist. Dort ist auch die Mächtigkeit nicht wesentlich geringer; an der Nordseite des M. Ario oder in der Val Degnone am Südabfall des Corno di Pò ist sie mit etwa 500 m nicht überschätzt.

Mehrfach ist schon die große Ähnlichkeit betont worden, die die Ausbildung des *Gracilis*-Kalks an der am Iseosee hinführenden Straße südlich Pisogne mit den Varennakalken des Comer Sees aufweist. Der Übergang aus der normalen Ausbildung in diese dünnebankten, ziemlich glattschichtigen Kalke läßt sich am M. Agolo deutlich verfolgen und scheint mir hauptsächlich dadurch zustande zu kommen, daß in den gewöhnlich dünner gebankten, oberen Partien dieses Horizontes die kleinknollige Struktur und wulstige Schichtflächen besitzen, diese Eigenschaften zurücktreten und so ein dünn geschichteter, ebenfächiger Kalk resultiert.

Der Übergang in das nächsthöhere Schichtglied, den Brachiopodenkalk, ist ebenso wie in der Val Trompia nicht so scharf wie in Judikarien; wo die Brachiopoden fehlen, ist eine genaue Grenze nur schwer zu ziehen. Die Mächtigkeit dieser bläulichschwarzen, gelb und blau verwitternden, knolligen Kalke ist wie bei allen bis zum Esinokalk folgenden Schichten nie groß. SALOMON<sup>9)</sup> und VIGO<sup>11)</sup> haben das massenhafte Vorkommen der *Plicigera trigonella* SCHLOTH. am Castel Bertina bekannt gemacht; auch an vielen anderen Punkten konnte ich die gewöhnlichen, für diesen Horizont bezeichnenden Fossilien auffinden. (Valle d' Inzino am Hang gegenüber Casa Orthigera, Dosso Fontanazzi, Punkt 1212.)

Die aus einem Wechsel von schwärzlichen, knolligen Kalken und sehr feinschichtigen, bräunlichen Zwischenlagen gebildete *Trinodosus*-Zone (Prezzokalk) ließ sich vom Gipfel des M. Guglielmo bis hinunter zum Iseosee über den M. Agolo und M. Aguina hin verfolgen; auch am oberen Südabhang des Berges ist sie ebenso entwickelt, während sie unterhalb von Casa Orthigera in der obersten Valle d' Inzino durch das Zurücktreten der bräunlichen Zwischenlagen sich der aus der Val Trompia schon länger bekannten Ausbildung nähert.

Die Reitzikalke (sog. Buchensteiner) sind wie in der Val Trompia als kieselige Kalke mit Hornsteinausscheidungen entwickelt, jedoch hier sehr fossilarm.

Die Wengener Schichten sind nach SALOMON<sup>9)</sup> sehr reduziert und vielleicht vollständig durch Esinokalk vertreten. VIGO<sup>11)</sup> erwähnt vom Castel Bertina Tuffe und schwarze Kalke, die nach ihrer Lage zwischen Reitzikalk und Esinokalk Wengener Alter besitzen müssen. In tuffig-kalkigem Schiefer fand ich gleich südlich des Turmes auf dem Castel Bertina *Daonella Lommeli* WISSM., wodurch die Annahme VIGOs<sup>11)</sup> ihre Bestätigung erhält. Die von ihm erwähnten Kalkbänke heben sich durch ihre gute Schichtung unter der von der Spitze

des Castel Bertina zur Casa Guglielmo di sopra sich hinabziehenden Mauer aus Esinokalk deutlich ab. Auf der Oberfläche dieser gelblich verwitternden Bänke finden sich wirrverzweigte Kieselausscheidungen, die nach SALOMON<sup>9)</sup> auch am Dosso alto in diesen Schichten auftreten und zunächst auf Reitzikalke schließen lassen. Ob am Westabfall des M. Guglielmo, an der Corna del Bene, die aus einem Wechsel von schwärzlichen, häufig durch eine charakteristische, ellipsoide Absonderung auffallenden Kalkbänken und bräunlichen, tuffigen Zwischenlagen bestehenden Schichten dem Wengener Niveau zuzurechnen sind, möchte ich noch dahingestellt sein lassen, solange nicht durch Fossilien ein sicherer Beweis erbracht ist. Sie ähneln sehr dem *Trinodosus*-Kalk, wozu sie anscheinend auch VIGO<sup>11)</sup> rechnet. Erst weiter abwärts bei den Case Zuf konnte ich Wengener Schichten in ähnlicher Ausbildung wie am Turm des Castel Bertina mit *Daonella Lommeli* WISSM. sicher nachweisen. Doch beträgt hier die Mächtigkeit nur wenige Meter; sie wächst jedoch in den Aufschlüssen am M. Aguina, speziell an dem Wege, der von der Casa di Bombolone zu den Alphütten auf der Höhe dieses Berges führt, bis auf 20 m an. Von diesem Punkt läßt sich der Horizont über die Alp Aguina in NNW-Richtung weiter verfolgen und zieht unter den Esinokalkfelsen, die die Spitze des M. Noale einnehmen, hinunter bis zum Iseosee; in dem unteren Teil des Berghanges ist er jedoch nur schlecht abgeschlossen und durch Schutt und Moränenmaterial überdeckt.

Am Südabfall des Guglielmokammes scheinen die Wengener Schichten ganz zu fehlen. Das ist um so auffälliger, als auch der Esinokalk, der sie faciell vertritt, an manchen Stellen hier nur wenig mächtig ist.

Im Gegensatz dazu treten sie auf der Ostseite bei Pezzoro in bedeutender Mächtigkeit auf. Der Weg von Pezzoro zur Casa Pontogna führt lange durch die graugrünlichen, oft pflanzenstreu führenden, tuffigen Schiefer dieses Niveaus aufwärts. Es kommen allerdings in diesem Komplex auch einige rötlich gefärbte Bänke vor, die an die Raibler Tuffschiefer erinnern könnten. Doch lehrt ein Vergleich mit den nächsten Raibler Vorkommen in der kleinen Valle Aperta, daß der Gesamthabitus dieser Schichten ein gänzlich anderer ist.

Der Esinokalk weist ebenso wie die Wengener Schichten, die er faciell vertritt, sehr schwankende Mächtigkeiten auf. Dort, wo er seine normale Entwicklung zeigt, gibt er sich leicht durch die schroffen, ungebankten, hellweißen Kalkwände zu erkennen, die nur in ihren obersten Partien an der Grenze

gegen die Raibler Tuffschichten deutliche Schichtung zeigen; doch gehören diese Lagen wohl zumeist schon dem Plattenkalk an, der die Basis der Raibler Schichten bildet. Eine scharfe Trennung zwischen den beiden Kalkhorizonten durchzuführen, gelang mir bis jetzt noch nicht; denn da, wo der Esinokalk reduziert ist, nimmt er oft eine ähnliche dunklere Färbung an, wie sie der Raibler Plattenkalk gewöhnlich zu besitzen pflegt. Auch stellen sich beide Horizonte in der Landschaft als Einheit dar gegenüber den liegenden und hangenden tuffigen Schichten, und deshalb habe ich sie auf dem Kärtchen und den Profilen mit gleicher Schraffur gezeichnet. Von besonderer Wichtigkeit wird dieser Kalkkomplex dadurch, daß er sich überall als das beste Mittel zu einer sicheren Trennung der älteren ladinischen von den jüngeren Raibler Tuffmassen erweist, wie dies von DEECKE<sup>6)</sup> schon richtig hervorgehoben ist\*). Auch in dem Normalprofil CURIONIS längs der Seestraße bei Toline fehlt dieser Kalkhorizont nicht. Allerdings sind die Berghänge stark durch Schutt und Moränen überdeckt; aber gleich nördlich des genannten Dorfes steht an der Straße, etwa bei km 41, ein wenig mächtiger, hellgrauer Kalk an, der ganz das Aussehen von Esinokalk besitzt und von den unteren Partien der Raibler Tuffmassen regelmäßig überlagert wird.

Erst auf der Spitze des M. Noale tritt der Esinokalk deutlich hervor, was schon BITTNER<sup>2)</sup> richtig erkannte. Seine weitere Fortsetzung findet sich aber nicht in den hellen Kalkbänken, die unter der Spitze des M. Agolo hinstreichen, wie DEECKE<sup>6)</sup> angibt; es stehen dort die obersten Bänke des *Gracilis*-Kalkes und die Brachiopodenschichten an; vielmehr zieht er über die Spitze des M. Aguina, steil nach WSW einfallend, ins Tal hinab gegen die Casa di Bombolone zu. In der Umgebung dieses Gehöftes ist er jedoch nicht vorhanden, wohl infolge einer Störung, die die Raibler Tuffe fast unmittlerbar an *Trinodosus*-Kalke anstoßen läßt.

Doch schon auf der linken Talseite der Val Vandül an den steilen Berghängen oberhalb Zone gewinnt er wieder eine ansehnliche Verbreitung; er zeigt hier gleiches steiles Fallen nach WSW wie nördlich am M. Aguina. Daher reicht er fast aus der Tiefe des Tales bis hinauf zu den Case Zuf. Ebenfalls

---

\*) Daß sich dieser wichtige Horizont entgegen den Angaben DEECKES<sup>6)</sup> auch bei Marcheno in der Val Trompia und in der Valle di Marmentino findet, konnte ich schon früher feststellen. Vgl. TILMANN<sup>19)</sup>.

steil aufgerichtet bildet er den Felsriegel, durch den sich der Lombrinobach in enger Schlucht seinen Ausgang zum Talkessel von Zone gesägt hat; dann begleitet er die nördliche Seite der Valle di Gasso bis zum Paß gegen die oberste Valle d' Opol. Die kleine Val del Guglielmo, die sich von den höchsten Teilen des Guglielmokammes zur Valle di Gasso herunterzieht, ist ganz in Esinokalk eingeschnitten. Er bildet weiter die oberen Abstürze des M. Marchione und der in den Talschluß der Valle del Lombrino überragenden Corna del Bene, endlich auch die südlichen Spitzen des Castel Bertina.

Auf der Südseite des Gebirgsstockes durchzieht die oberen Verzweigungen der Valle d' Inzino vom Dosso Fontanazzi bis in die Valle di Colosso ein zweites Band von Esinokalk, das einer gegen den Guglielmokamm nach Süden abgesunkenen Scholle angehört. Entgegen den Angaben CACCIAMALI<sup>3)</sup> besteht der Dosso Fontanazzi nicht ganz aus Esinokalk. Dieser bildet vielmehr nur den obersten Kamm dieses Berges und den unteren Teil des Hanges gegen die Val Casere, dazwischen kommen auf den Wiesen oberhalb Casa Brutine ältere Schichten zutage.

Am Ostabfall des Guglielmokammes besitzt der Esinokalk noch eine ziemlich bedeutende Mächtigkeit im Kamm des Dosso Sapel, der die kleine Valle Aperta von der von Pezzoro zur Casa Pontogna hinaufziehenden Talschlucht trennt; dagegen ist er an dem Berghang, der nördlich von Pezzoro zur Höhe I Dossi ansteigt, sehr reduziert, wo ihn die Wengener Schichten fast ganz vertreten.

Bezüglich der Raibler Schichten kann ich auf die vorzügliche Darstellung verweisen, die DEECKE<sup>6)</sup> gegeben hat. Daß an der ganzen Nordseite des Guglielmokammes bis hinüber zur Casa Pontogna dieser Horizont nicht vorhanden ist, ergibt sich schon deutlich aus der Karte BALTZERS<sup>1)</sup>; ferner stellte schon CACCIAMALI<sup>3)</sup> fest, daß der von Toline über Zone durch die Valle di Gasso kommende Zug der Raibler nicht kontinuierlich in die Val Trompia weiterzieht, sondern in der Val Casere an einer Verwerfung endet.

Doch möchte ich hier einige Worte über die zahlreichen Porphyritvorkommen anschließen, die ebenso wie in der Val Trompia die Triassschichten bis zu den Raibler Schichten hinauf durchsetzen. Aus meinen früheren Untersuchungen in der Val Trompia hatte ich die Ansicht gewonnen, daß dort die Eruptionen dieser Gesteine zum weitaus größten Teil Raibler Alter besäßen, da ich an mehreren Stellen eine innige Verknüpfung der Porphyrite mit den mächtigen, bunten Raibler Tuffmassen

auffinden konnte. Für die zahlreichen, kleineren Eruptivgänge, die die Triasablagerungen der Val Trompia durchschwärmen, ist eine genaue Altersangabe schwer zu erbringen; doch kam ich da, wo die Lagerungsverhältnisse in dieser Hinsicht klaren Aufschluß zu geben vermochten, zu der Annahme, daß ihre Bildung frühestens in die Wengener Zeit zu versetzen sei.

Nachdem ich nun die Vorkommen am M. Guglielmo kennen gelernt habe, die ausführlicher von VIGO<sup>11)</sup> beschrieben sind, unterliegt es mir keinem Zweifel, daß die Eruptionsperiode ihren Anfang schon während der Ablagerungen der Reitzikalke nahm, da sich am Castel Bertina in diesem Niveau konkordant eingelagerte, mit Tuffen verbundene Porphyrite finden. Andererseits kann ich die von VIGO bezweifelte Richtigkeit der kurzen Bemerkung SALMOJRAGHIS<sup>8)</sup>, der für die Porphyrite des M. Marchione Raibler Alter annimmt, wenigstens zum Teil bestätigen. Schon DEECKE<sup>6)</sup> gibt an, daß sich am Südfuß des M. Guglielmo vom Paß Pietro di Soliva bis zur Casa Costaricca Porphyrite finden, die mit den Raibler Schichten innig verbunden sind.

Dagegen beruhen die Ausführungen DEECKES<sup>6)</sup> über das Auftreten einer braunrot gefärbten, jüngeren Modifikation der Porphyrite im Hauptdolomit auf einem Irrtum, da er die weißleuchtenden Abstürze des Esinokalkes und der *Gracilis*-Schichten als Hauptdolomit ansprach. In diesem Horizont finden sich hier wie auch in der ganzen Val Trompia nirgends Anzeichen einer vulkanischen Tätigkeit.

Hauptdolomit und Rhät. bieten zu besonderen Bemerkungen keinen Anlaß. Immerhin möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß der Hauptdolomit eine 1500 m wohl noch übersteigende Mächtigkeit besitzt. Der ganze mächtige Komplex der Corna di trenta passi besteht aus gleichförmig steil WSW fallenden, gelegentlich auch senkrecht stehenden oder gar überkippten Schichten dieses Horizonts.

### Tektonik.\*)

Weit weniger vollständig als die stratigraphischen Verhältnisse ist bis jetzt die Tektonik des M. Guglielmo bekannt

---

\*) Zu diesem Abschnitt siehe die Karte und die Profile. Die Profile I—VIII folgen der Reihe nach von O nach W. Während jedoch die östlichen in etwa N—S-Richtung das Gebiet durchschneiden, nehmen die westlichen entsprechend dem Umbiegen der Streichlinien einen von ONO nach WSW gerichteten Verlauf, so daß die ganze Serie nach S und W strahlenförmig divergiert.

geworden. Nach dem Profil, das LEPSIUS<sup>7)</sup> aus der Tiefe der Val Trompia zum Gipfel des Berges zog, scheint dieser aus einer horizontal liegenden, ungestörten Folge von Triasschichten zu bestehen, die oben von einer Kuppe aus Liaskalk gekrönt wird. Daß der Aufbau aber doch viel verwickelter ist, entnimmt man schon aus dem Profil, das 1894 COZZAGLIO<sup>4)</sup> durch den Berg gelegt hat, und das in seinen wesentlichsten Punkten auch heute noch Gültigkeit hat. Nach ihm setzt sich

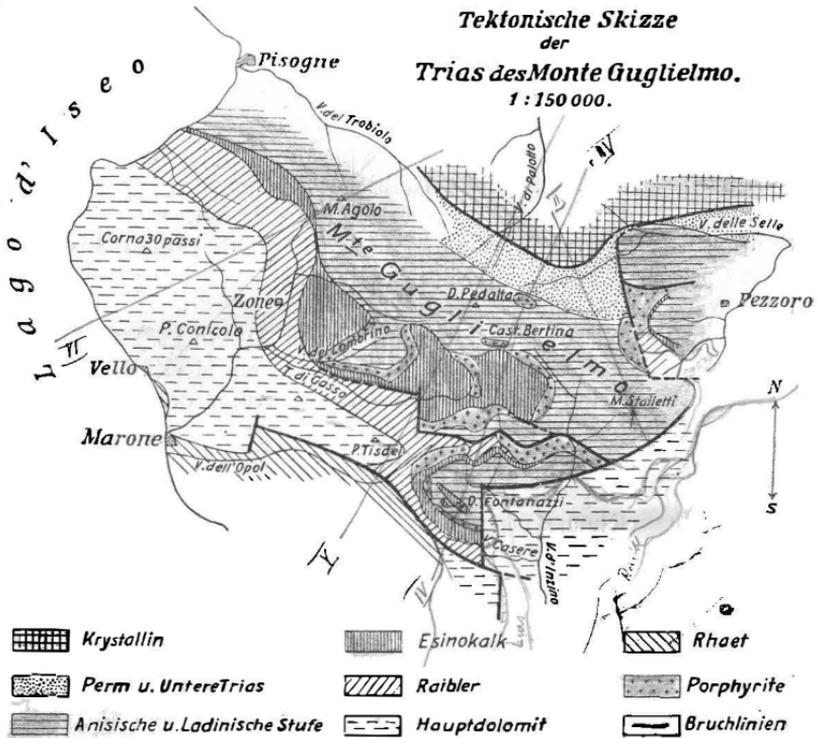


Fig. 1.

der Gebirgsstock aus drei treppenförmig gegen S abgesunkenen Triasschollen zusammen. Nicht ganz einfache tektonische Verhältnisse lassen auch die Karte und die Profile CACCIAMALI<sup>3)</sup>, die das hauptsächlich aus Jura- und Kreideschichten bestehende, südlich angrenzende Gebirgsstück zur Darstellung bringen, für das hier behandelte Gebiet erwarten. CACCIAMALI<sup>3)</sup> konnte dort neben einer O — W streichenden Faltung ein ausgedehntes Netz von Brüchen konstatieren, die in O — W-, NNO- und NNW-Richtung das Gebirge durchsetzen.

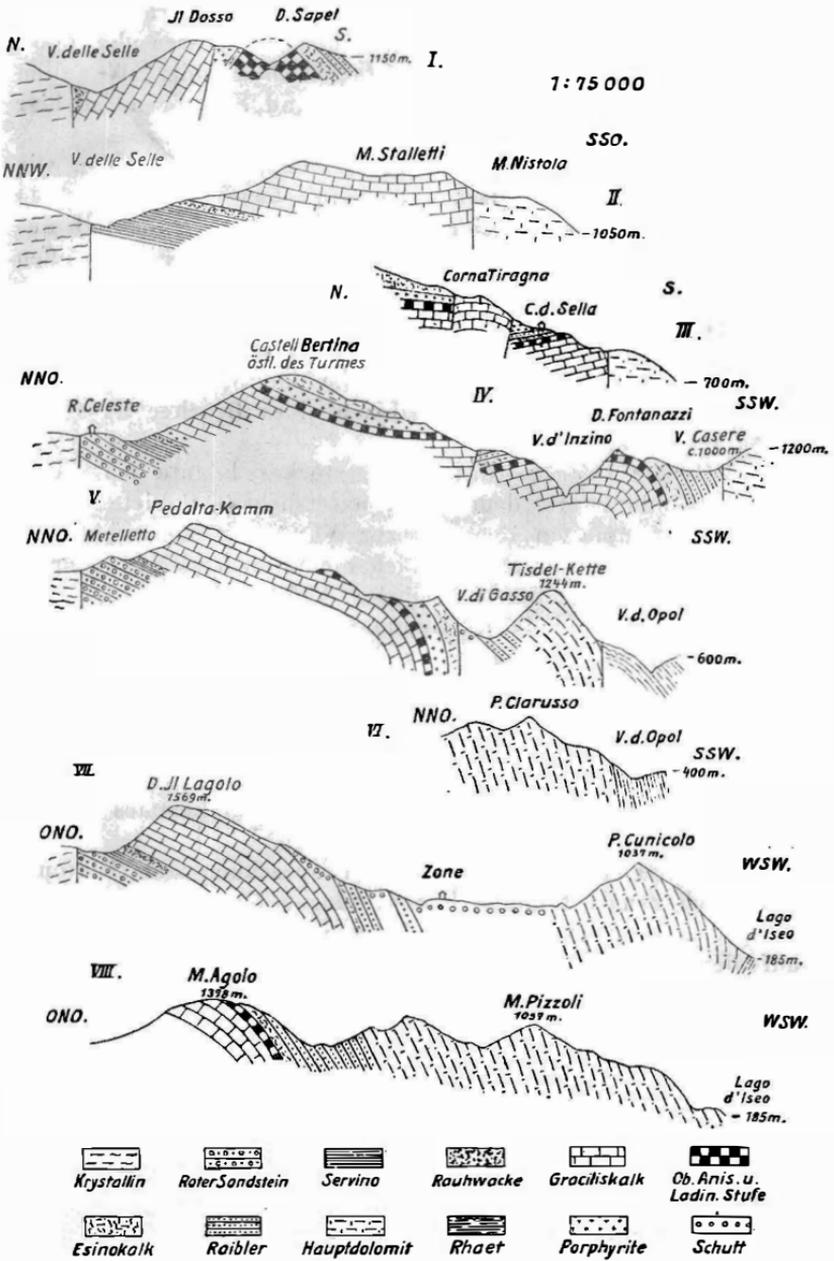


Fig. 2—9.  
Querprofile durch den Mt. Guglielmo.

In auffälligem Gegensatz dazu steht nun das altbekannte Profil, das sich längs des Ostufers des Iseosees darbietet. Sämtliche Schichten der Trias folgen hier mit SW-Fallen regelmäßig aufeinander; von Brüchen und Störungen ist hier nichts zu finden.

So mußte es von Interesse erscheinen, zu untersuchen, wie sich die Verbindung zwischen den einfachen Verhältnissen am Iseosee und der komplizierteren Lagerung am Südabfall des Gebirgsstockes gestaltet, um so mehr, als man hier erhoffen konnte, Aufklärung über die Entstehung der Störungen zu erhalten und damit der Lösung der Frage näher zu kommen, ob sich die Dislokationen als das Endresultat intensiver Faltungsbewegungen, als Faltenbrüche darstellen oder ob sich ihr Auftreten besser in den Rahmen eines Bruchgebirges einfügen lassen würde.

Auf der Ostseite des Gebirgsstockes konnte ich leider eine Verbindung mit dem früher untersuchten Gebiete östlich der Val Trompia in der mir zur Verfügung stehenden Zeit nicht vollständig durchführen; ich mußte mich vielmehr darauf beschränken, den oberen Teil des Abfalls gegen dieses Tal bis hinab zur Forcella di Cimmo und zu dem kleinen Dorf Pezzoro zu untersuchen. Nur im NO konnte ich bei der Untersuchung der großen Störungslinie (Val Trompia-Linie), die das Krystallin von den Sedimenten des Perm und der Trias trennt, den unmittelbaren Anschluß an das früher begangene Stück gewinnen und diese Dislokation bis hinüber gegen die Val Camonica am Nordabfall des Guglielmokammes vorbei verfolgen.

Bei der folgenden, näheren Besprechung der Tektonik werde ich zunächst meine Beobachtungen über den nördlichen Teil, besonders über die Val Trompia-Linie, mitteilen, dann auf den Aufbau des Guglielmokammes und seines Abfalls gegen S und gegen W zum Iseosee hin eingehen und endlich noch kurz die bis jetzt gewonnenen Resultate auf der Ostseite des Gebirgsstockes besprechen.

Meine früheren Untersuchungen in der oberen Val Trompia hatten mich zu der Auffassung geführt, daß die Grenze, an der die Perm- und Triasschichten an die krystallinen Schiefer anstoßen, einer steil stehenden Bruchlinie entspreche, und daß die Annahme einer größeren Überschiebung des Krystallins auf die jüngeren Schichten, wie sie BALTZER<sup>1)</sup> vertritt, keine Berechtigung besitze. Das nachstehende Profil, das ich an dem westlichen Endpunkt meiner früheren Untersuchungen<sup>10)</sup> gezogen hatte, zeigt deutlich, wie die fast senkrecht stehenden

Sedimente an einem steilen Bruch an den flach gelagerten krystallinen Schiefer absetzen.

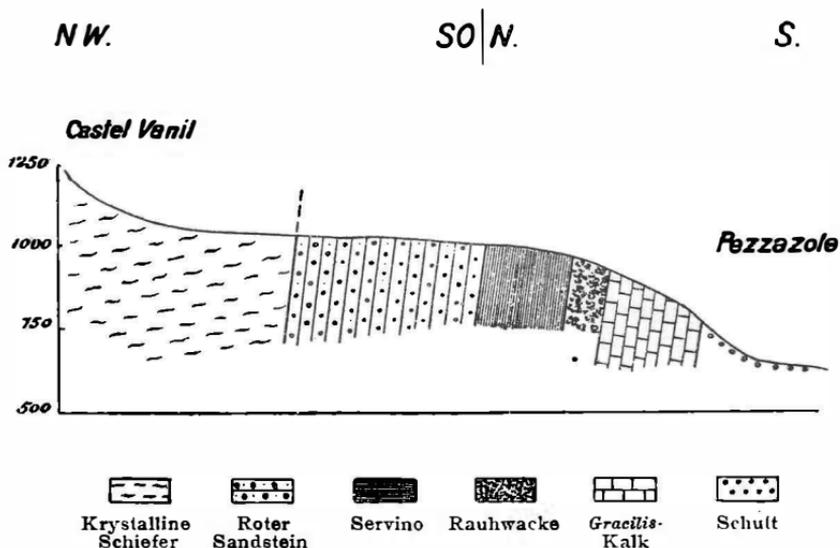


Fig. 10.

Profil auf der linken Seite des V. Roccomassimo bei Avano.  
1 : 25000.

Ganz ähnliche Verhältnisse lassen sich weiter gegen W oberhalb des Dorfes Pezzazze und am Nordhang der Valle delle Selle (Prof. I) etwa bis zu dem Punkte verfolgen, wo eine von S kommende, bedeutende Querstörung an den Val Trompia - Bruch anstößt. Weiter westlich ändert sich die Lagerung der Sedimente, indem sie jetzt meist flach nach SSW—SW fallen und nur am Bruche selbst bisweilen etwas steiler aufgerichtet erscheinen (Prof. II, IV, V, VII). So können wir der Bruchlinie hinüber in die Val del Trobiolo folgen; überall sehen wir nur ein Abstoßen der Sedimente gegen das Krystallin, niemals kann man eine deutliche Überlagerung durch das Krystallin, das Vorhandensein einer Überschiebung, feststellen.

Erst bei den Häusern von Zoncane in der Val del Trobiolo (schon nördlich des auf dem Kärtchen dargestellten Gebietes) tritt eine bemerkenswerte Änderung auf, indem der Bruch, der in etwas WNW-Richtung aus der Valle delle Selle herüberzieht, relativ plötzlich sein Streichen ändert, und die Fortsetzung der Grenze zwischen Krystallin und Sedimenten nunmehr fast

nördlich weiterläuft. Daß auch diese Grenze deutlich den Charakter eines steil stehenden Bruches trägt, an dem die Sedimente nach W absinken, habe ich schon früher nachgewiesen<sup>10)</sup>.

Wenngleich ich das hier in Frage kommende Gebiet in der Val del Trobiolo nur kursorisch besuchte, so glaube ich doch nach meinen Beobachtungen zu der Annahme berechtigt zu sein, daß weder die von OSO kommende Bruchlinie gegen W eine ihr gleichwertige Fortsetzung besitzt, noch auch die N—S streichende Störung quer an ihr vorbei gegen S in den Kamm des M. Guglielmo hinein sich verfolgen läßt. Es handelt sich also nur um eine recht auffallende Schwenkung der Streichrichtung des großen Bruches, wodurch bei einem flüchtigen Blick auf die Karte allerdings der Gedanke an eine Überschiebung aufkommen könnte. Daß diese Erscheinung aber keineswegs eine Ausnahme darstellt, sondern am Westabfall des M. Guglielmo ein gewisses Analogon findet, werde ich weiter unten zu zeigen haben; auf ihre Bedeutung für das Verständnis der Regionaltektonik möchte ich in der Zusammenfassung am Schluß der Arbeit zurückkommen.

Der Kamm und die höchsten Partien des M. Guglielmo werden aus einer meist nur schwach gegen SSW—SW geneigten Platte gebildet, in der ich bemerkenswerte Störungen nicht antraf (Prof. II, IV, V, VII). Die von SALOMON<sup>9)</sup> und auch von VIGO<sup>11)</sup> erwähnte Verwerfung in der Einsenkung zwischen Castel Bertina und Dosso Pedalta ist nicht vorhanden; der Irrtum beruht wohl auf einer Verwechslung des *Gracilis*-Kalkes mit Esinokalk.

Interessanter gestalten sich die Lagerungsverhältnisse am Süd- und Westabfall des Gebirgsstockes (Prof. II—VIII). Wie schon aus dem Profil von COZZAGLIO<sup>4)</sup> hervorgeht, besteht der Südabfall des Berges aus mehreren, durch allgemein O—W streichende Verwerfungen voneinander getrennten Schollen. Die beiden bemerkenswertesten Brüche entstehen aus einer am SO-Abfall des M. Stalletti sich hinziehenden Verwerfung, die den Hauptdolomit der Höhen oberhalb Cimmo gegen den *Gracilis*-Kalk des M. Stalletti absinken läßt (Prof. II). Die Teilung vollzieht sich in der oberen Valle di Colonno unterhalb des zur Val Trompia hinüberführenden Passes. Der nördliche der beiden Brüche läuft von hier unter den *Gracilis*-Kalkwänden des M. Stalletti und der Corna Tiragna entlang zum Paß Pietro di Soliva und setzt noch weiter in die Valle di Gasso fort; der zweite senkt sich tiefer in die Valle di Colonno hinab, überschreitet dann den Rücken zwischen diesem

Tal und der Valle d' Inzino; durch eine Querstörung nach S verschoben, durchzieht er die Val Casere und setzt über die Forcella di Marone hinüber in die Valle d' Opol. Die zwischen beiden Brüchen eingeklemmte Scholle bildet also einen von O nach W zu sich verbreiternden Keil.

Der nördliche Bruch, der den Guglielmokamm (Guglielmoscholle) von dem mittleren, keilförmigen Stück trennt, ist steil nach N geneigt. Seine Sprunghöhe nimmt nach W zu allmählich ab. Während in der Valle di Colunno Raibler Porphyrite tief am Fuß der mächtigen, zum Teil schwach nach S aufgebogenen *Gracilis*-Kalkhänge des M. Stalletti und der Corna Tiragna sich finden, werden diese gegen W immer weniger mächtig und verschwinden endlich oberhalb der Casa Croce di Soliva ganz. Während bis hierher beide Schollen eine nur wenig geneigte Lagerung besitzen (Prof. IV.), ändert sich dies jenseits einer flexurartigen Querstörung, die am Westfuß des M. Marchione in der Valle di Gasso den Bruch nach N verschiebt. An der Nordseite dieses Tales erscheint der Südrand der Guglielmoscholle scharf nach S heruntergebogen (Prof. V), so daß der Esinokalk, der die felsigen Nordwände des Tales bildet, vollständig senkrecht steht. An seinem Fuß finden wir die Raibler Schichten etwa 50° SSW fallend, so daß immer noch eine Verwerfung zwischen beiden Horizonten angenommen werden muß; das ganze Bild der Störung ähnelt hier aber ganz einer zerrissenen Flexur. Bis zum Ausgang der Valle di Gasso in den Talkessel von Zone hindert die starke Verrollung an genauen Beobachtungen. Hier tritt aber eine neue Erscheinung hervor; wie der Val Trompia-Bruch bei Zoncone aus seiner WNW-Richtung sich gegen N wendet, so schwenkt auch hier die Streichrichtung plötzlich nach N um. Die Guglielmoscholle biegt steil nach W hinunter (Prof. VIII), und dieses Absinken verknüpft sich, wie die Verhältnisse am Ausgang der Valle del Lombrino aufs deutlichste beweisen, so innig mit dem in der Valle di Gasso beobachteten Beugung des SW-Randes der Scholle, daß man über die Gleichzeitigkeit beider Vorgänge nicht zweifeln kann. Leider läßt sich die Lagerung der Raibler Schichten erst nördlich von Zone klar erkennen; hier aber legen sie sich ganz konkordant an den steil WSW fallenden Esinokalk an; von einem Bruch ist nichts mehr zu bemerken; die zerrissene Flexur der Valle di Gasso ist in eine einfache Abbiegung übergegangen. Am Ostufer des Iseosees verläuft die Streichrichtung wieder mehr nach NW.

Ein ähnliches Bild erhält man bei der Verfolgung der zweiten Bruchlinie. Bis zum Ostfuß des Dosso Fontanazzi

besteht sie aus einem fast senkrecht stehenden Bruch, an dem der Hauptdolomit, der die engen Schluchten der Valle di Colonno und der Valle d' Inzino bildet, abgesunken ist (Prof. II—III). Infolge einer Querstörung, die schon CACCIAMALI<sup>3</sup>) von S bis hierher verfolgt hat und die an der Ostwand des Dosso Fontanazzi entlang läuft, findet sich die Fortsetzung des Bruches erst auf der Südseite der Val Casere (Prof. IV). Allerdings könnte man im Zweifel sein, ob man sie nicht besser in der flexurartigen, scharfen Abbiegung des Esinokalkes an der Südwand des Dosso Fontanazzi suchen soll, zumal die Grenze zwischen den Raibler Schichten und dem Hauptdolomit auf der Südseite der Val Casere, an den Abhängen des Dosso Armala, nur schlecht aufgeschlossen ist. Doch spricht die relativ geringe Mächtigkeit des Hauptdolomits und sein schwaches SW-Fallen gegenüber den steil nach SSW einschließenden Raibler Schichten für das Vorhandensein der Verwerfung zwischen diesen beiden Horizonten, zumal an der Forcella di Marone unter Ausfall des ganzen Hauptdolomits das Rhät direkt an Raibler Schichten anstößt. Von hier zieht der Bruch durch die kleine Valle dell' Aqua santa an der Casa Pergarone vorbei gegen den Südfuß der Tisdelkette, unter deren Hauptdolomit die Schichten der mittleren Trias, die bis hierher die keilförmige, mittlere Scholle bildeten, an der Westseite des Dosso Fontanazzi hinabgetaucht sind. Am Fuß der steil aufragenden Dolomitwände trifft man mehrfach an der Straße, die die Valle d' Opol abwärts führt, zerknitterte Rhätschichten an (Prof. V); im Bachbett des Tales fallen sie ziemlich steil nach SSW ein. Sie finden sich hier unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie in der Valle di Gasso die Raibler Schichten unter den Abstürzen des Esinokalkes. An den Serpentinaen der Straße unterhalb der Madonna della Grotta bemerkt man einen kleinen Querbruch; gleich westlich von diesem legen sich an den senkrecht stehenden Hauptdolomit konkordant die Rhätschichten an (Prof. VI); der Bruch ist also hier ganz verschwunden. Auch hier macht sich der Einfluß eines Absinkens nach W, wie wir es an der Ostseite des Talkessels von Zone kennen lernten, bemerkbar. Die zunächst WNW streichende Tisdelkette erhält in ihrer Fortsetzung im M. Pizzoli und P. Cunicolo eine fast nördliche Richtung. Die Grenze zwischen Hauptdolomit und Rhät biegt bei Marone scharf nach NNW um und behält noch bis Zorzino am Westufer des Iseosees ihr fast senkrecht fallend bei. Lokal findet sich selbst eine Überkipfung der Schichten, so daß das Rhät unter dem Hauptdolomit einschließt (Prof. VII). Auf diese Weise ist das sonst schwer verständliche

Auftreten der Rhätschichten bei Vello am Fuß der steilen Wand der P. Cunicolo zu erklären. Z. T. sind dabei die weichen Rhätschichten durch die gewaltige, auf ihnen lastende Masse des Hauptdolomits zerpreßt und verdrückt worden. Die Überkipfung hat auch wohl COZZAGLIO<sup>4)</sup> zu dem Irrtum verleitet, den Hauptdolomit der Corna di trenta passi als eine steile Synklinale aufzufassen; das Auftreten des Rhät bei Vello würde bei dieser Annahme ganz unerklärlich erscheinen.

Kurz zusammengefaßt erscheinen die tektonischen Verhältnisse an der West- und Südseite des M. Guglielmo als das Resultat eines gleichzeitigen Absinkens der Schichten nach W und S. Während sich aber dieser Vorgang im W auf ein einfaches Abbiegen beschränkt, entstehen auf der Südseite steile Flexuren, die gegen O, wo der Senkungsprozeß ein intensiverer war, in Brüche übergehen, an denen die einzelnen Schollen treppenförmig in die Tiefe sinken. Auch die mehrfach auftretenden Querbrüche scheinen dem gleichen Vorgang ihre Entstehung zu verdanken. Sie bilden nämlich zumeist eine Scheidelinie zwischen zwei Gebirgsstücken, in denen sich die tektonischen Kräfte mit verschiedener Intensität ausgelöst haben, da sie sich z. B. da einstellen, wo ein einfaches Absinken oder eine noch deutliche Flexur in einen scharf ausgeprägten Bruch übergeht.

Schließlich erübrigt es noch, einige Worte über die Lagerungsverhältnisse am Ostabfall des M. Guglielmo gegen die Val Trompia zu sagen. Als das bemerkenswerteste tektonische Element muß die Bruchlinie aufgefaßt werden, die den Ostabfall des Guglielmokammes begrenzt und aus der Valle Aperta östlich der Casa Pontogna vorbei in NNW-Richtung in die Selleschlucht hinabzieht und hier gegen den Val Trompia-Bruch anstößt. Das durch sie gegen O abgesunkene Gebirgsstück besteht aus zwei Stücken (Prof. I). Südlich vom Val Trompia-Bruch folgt zunächst eine steil nach N fallende Scholle aus Rauhwanke und *Gracilis*-Kalk in überkippter Lagerung, zu denen sich weiter nach O auch noch tiefere Schichten gesellen. Sie wird im S begrenzt von einer an dem Berghang über Pezzoro hinstreichenden Verwerfung; das südlich anschließende Stück bildet eine kleine Antiklinale, als deren Gewölbekern in der von der Casa Pontogna nach Pezzoro hinabziehenden Schlucht die Wengener Schichten zum Vorschein kommen. Die Verhältnisse an der Bruchlinie in der Valle delle Selle nördlich unterhalb Casa Pontogna bieten noch manche Unklarheit. Der Servino, der wie die anderen Schichten der Guglielmoscholle gewöhnlich schwach nach SW fällt, zeigt an

der Bruchlinie fast NNW-Streichen bei fast senkrechtem Einfallen; darauf ist seine scheinbare Mächtigkeit in Profil II zurückzuführen, da dieses ihn fast im Streichen anschneidet. Auf der Ostseite der Störung biegen die *Gracilis*-Kalke steil an ihr nach W herunter, während man gerade umgekehrt ein flexurartiges Aufbiegen dieses abgesunkenen Teiles infolge von Schleppung erwarten sollte. Vielleicht haben hier auch transversal verschiebende Kräfte mitgewirkt; allerdings erscheint die Val Trompia-Linie nur wenig aus ihrer Richtung abgelenkt und ist nicht scharf durch den Querbruch verschoben — wohl auch ein Anzeichen dafür, daß beide Dislokationen durch gleichzeitige tektonische Prozesse entstanden sind.

In der Val Trompia beobachtet man, daß die Schichten sich von den Höhen oberhalb Cimmo nach O in das Tal hinuntersenkten. Man hat diese Erscheinung einer Faltung zugeschrieben, deren Axe in etwa N—S-Richtung verlaufen soll, und ich hatte früher diese Auffassung geteilt, so lange ich über die Regionaltektonik einen klaren Überblick nicht gewonnen hatte. Jetzt betrachte ich diesen Vorgang als eine einfache Senkungserscheinung ähnlich der, die wir am Westabhang des M. Guglielmo kennen lernten; sie ist aber hier weit schwächer entwickelt und weniger bedeutend.

Suchen wir zum Schluß einen Überblick über die Lagerungsverhältnisse zu gewinnen, so werden wir den beobachteten Tatsachen am besten gerecht, wenn wir die tektonischen Vorgänge, die das untersuchte Gebiet betroffen haben, als Senkungserscheinungen ansprechen. Wo nur schwache Kräfte in diesem Sinne tätig waren, genügte ein langsames, kontinuierliches Herabbiegen der Schichten, um die entstehenden Spannungen auszugleichen; wurde die Intensität der tektonischen Gewalten erheblicher, und erreichte das Ausmaß der Senkung einen größeren Betrag, so sanken die davon betroffenen Partien an steilen Flexuren zur Tiefe oder zerbrachen vollends in einzelne Schollen, die an scharfen Bruchflächen gegeneinander verschoben wurden. Wie in den ganzen Südalpen, so macht sich auch hier in erster Linie das Bestreben der Senkung nach S gegen die Poebene zu geltend; auf der Westseite des Gebirgsstockes aber kombiniert sich damit ein Hinabtauchen gegen W, am Ostabfall gegen die Val Trompia aber in viel geringerem Maße ein Abbiegen nach O. Alle diese Bewegungen jedoch sind eng miteinander verknüpft und vollzogen sich gleichzeitig. Das zeigt sich in dem Umbiegen des Val Trompia-

Bruches bei Zoncone, in dem bogenförmigen Verlauf der Streichrichtungen im ganzen Westteil des Gebietes, endlich in dem Austönen der das Gebirge gegen S senkenden Dislokationen an den Stellen, wo der Senkungsprozeß durch ein Absinken nach W sich auslöst. Daß auch die Querstörungen zur gleichen Zeit sich bildeten, wurde im Laufe der Arbeit mehrfach erwähnt. — Im ganzen ein buntes und mannigfaltiges, aber durch das Vorherrschen eines großen tektonischen Prinzips harmonisches Bild.

Die Untersuchung lehrt aber weiterhin, daß von einem eigentlichen Faltenbau nicht die Rede sein kann; wo wir Faltungserscheinungen antreffen, werden sie hinreichend durch die Annahme von Stauchungen und Pressungen während des Senkungsvorganges erklärt. Schon ihr gesetzloses Auftreten hier und dort sowie die schnell wechselnde Intensität spricht dagegen, sie als Folge einer einheitlich durchlaufenden Faltungsbewegung anzusehen, so daß man schon früher zu einer verständlichen Erklärung sich zur Annahme von zwei aufeinander senkrechten Faltungen bequemen mußte. Was aber für das Vorhandensein dieser Bewegungen ins Feld geführt wurde, beruht auf einer falschen Bewertung der beobachteten Erscheinungen, die sich ungleich besser in den Rahmen eines Senkungsprozesses einpassen, und auf einer Überschätzung der Lokaltektunik gegenüber dem regionalen Baugesetz — ein Irrtum, der auch mir selbst im Verlauf meiner Untersuchungen nicht erspart geblieben ist.

Mit dem Nachweis des Fehlens einer größeren Faltung erscheint aber auch die Annahme ausgeschlossen, daß die Dislokationen aus überschobenen und zerquetschten Falten hervorgegangen und als Faltenbrüche anzusprechen seien.

So gelangt man hier zu dem gleichen Resultat, das sich mir früher aus meinen Untersuchungen in der benachbarten Val Trompia ergab; und wenn ich beide in flüchtigen Umrissen zu einem Gesamtbild vereinigen darf, so erscheint mir der nördlich in den Höhen des M. Muffetto und M. Columbine zutage tretende Zug krystalliner Schiefer als ein hochgelegenes Zentrum, von dem der Mantel der sie umgebenden Sedimente gegen S und W abgesunken ist. Der M. Guglielmo bildet gerade den südwestlichen Teil dieser Hülle, und es erklärt sich daraus ganz natürlich, daß hier die Dislokationslinien und Streichrichtungen in so markanter Weise eine Schwenkung vollführen.

Es würde mich in meinen Folgerungen leicht zu weit führen, wenn ich mich noch in Betrachtungen einlassen wollte,

ob und in welchem Maße das Adamellomassiv die Tektonik des hier behandelten Gebietes beeinflusst hat. Ich begnüge mich mit dem Hinweis auf die von BALTZER<sup>1)</sup> hervorgehobene Tatsache, daß die Ausdehnung der krystallinen Insel des M. Muffetto gewisse Abhängigkeit von der Breite des Südrandes der Tonalitmasse zu zeigen scheint. Ebenso will ich die Frage, ob der Senkungsperiode eine Hebung vorausging, offen lassen. Nur möchte ich noch darauf hinweisen, daß die Dislokationen wohl nicht ihre Entstehung allein einer Hebung des aus krystallinen Schiefen bestehenden Kerns und einer damit verbundenen ruckweisen Emporzerrung des umliegenden Mantels verdanken können. Das zumeist vorhandene, allerdings recht steile Einfallen der Bruchflächen gegen N sowie die gelegentlich sich auf ihnen vollziehenden Überschiebungen gegen S sprechen vielmehr gegen eine solche Annahme und machen Senkungsvorgänge wahrscheinlicher.

Im ganzen ist das Resultat der Arbeit ein neuer Beweis für den Bruchgebirgscharakter der Südalpen gegenüber den großartigen Faltungsphänomenen des übrigen Alpengebirges.

---

Nachtrag: Beim Abschluß vorstehender Arbeit erschien im Centralblatt für Mineral. 1909, Nr. 5, S. 135 eine Notiz A. BALTZERS: „Bemerkungen und Korrekturen zum geologischen Kärtchen der Umgebungen des Iseosees und zu den Überschiebungen zwischen Camonica- und Chiesetal“, auf die ich hier noch kurz eingehen möchte. Eine Gabelung des Zuges der Raibler Schichten findet nördlich von Zone nicht statt. In dieser Hinsicht haben meine Untersuchungen die Richtigkeit der früheren Angaben BALTZERS<sup>1)</sup> bestätigt. Zur Frage der Überschiebungen will ich nur kurz bemerken, daß ich schon im Jahre 1907 nicht allein für die Gegend nordöstlich von Pisogne, sondern eingehender noch für die Südseite der „camunischen Überschiebung“ der Auffassung BALTZERS entgegengetreten bin. Jetzt „hält er das Überschiebungsprofil nur mit Vorbehalt und als eine hypothetische Konstruktion aufrecht“. „Es ist möglich, daß . . . nur liegende Faltung am südlichen Rand anzunehmen ist.“ Aber auch diese Auffassung wird den wirklichen Verhältnissen in keiner Weise gerecht; meine Untersuchungen haben nicht die geringsten Tatsachen ergeben, die als Beweis für die Richtigkeit dieser neuen Annahme verwertet werden könnten.

---