

Überreicht vom Verfasser.

Idien im Triasgebirge des Val Trompia.

Von

Norbert Tilmann.

Bonn,

Carl Georgi, Universitäts-Buchdruckerei und Verlag

1907.

Tektonische Studien im Triasgebirge des Val Trompia.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
genehmigt
von der Philosophischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn.

Von

Norbert Tilmann
aus Dortmund.

Promoviert am 26. Juli 1907.

Bonn,

Carl Georgi, Universitäts-Buchdruckerei und Verlag

1907.

Berichterstatter:

Herr Geheimer Bergrat Professor Dr. G. Steinmann

Mit Genehmigung der Fakultät kommt hier nur ein Teil der eingereichten Arbeit „Geologische Untersuchungen im Triasgebirge des Val Trompia“ zum Abdruck.

Meinen lieben Eltern.

Vorwort.

Im Gegensatz zu anderen Teilen der italienischen Alpen ist das Triasgebirge des Val Trompia in den letzten Jahrzehnten keiner eingehenden Spezialuntersuchung unterzogen worden. Nach den beiden Arbeiten von Bittner (3, 4) aus den Jahren 1881 und 1883 erschienen nur einige kleinere Notizen und Beschreibungen. Die Untersuchungen von Baltzer (2) beschränken sich auf die nächste Umgebung des Stirnrandes der von ihm entdeckten „Camunischen Überschiebung“, und die Karte von Cacciamali (8) umfasst von dem Triasgebiet nur einen Teil der Südabstürze des Mte. Guglielmo zwischen dem Iseosee und dem mittleren Val Trompia. Taramellis (26) Karte von 1890 ist die letzte, die einen Gesamtüberblick gewährt; einen Einblick in die tektonischen Verhältnisse jedoch kann man aus ihr nur ungenügend gewinnen, zumal auch die Abgrenzung der einzelnen Schichtkomplexe an Genauigkeit und Klarheit viel zu wünschen übrig lässt.

Gern folgte ich daher dem Rat meines verehrten Lehrers, Herrn Geheimrats Professor Dr. Steinmann, diese Lücke auszufüllen zu versuchen, und nahm im Herbst 1905 eine Kartierung des Gebietes im Massstab 1 : 25000 in Angriff, die ich im Frühjahr und Herbst 1906 fortsetzte. Was in der nachfolgenden Arbeit vorliegt, ist indes nur ein Teil der Aufgabe, die ich

mir stellte. Abgesehen von einer kurzen orographischen Übersicht und einer stratigraphischen Tabelle gelangt hier nur die Tektonik des Gebirgsstücks, das zwischen der Linie Collio-Vestone im Osten und dem Mittellauf der Mella im Westen liegt, zur Darstellung; im Norden ging ich noch etwas über diese Grenzen heraus. Die Eckpunkte des Vierecks, das ich bis jetzt untersuchte, werden ungefähr durch die Orte Bovegno, Collio, Marcheno und Vestone bezeichnet. In der beiliegenden Karte im Massstab 1:150 000 sind die wichtigsten Schichtkomplexe und tektonischen Linien eingezeichnet. Sie soll keineswegs etwas Abgeschlossenes sein; eine genaue, auch die Unterabteilungen der einzelnen Stufen zeigende Karte in Farbendruck hoffe ich nach Abschluss der Untersuchung der noch ausstehenden Gebiete zwischen der Mella und dem Iseosee publizieren zu können. Als Kartenunterlage dienten mir die Ta-vollette in 1:25 000 der Carta topografia del Regno d'Italia: Bovegno, Collio, Cimmo und Vestone. Das Übersichtskärtchen ist nach dem Blatt Breno der gleichen Karte in 1:100 000 in verkleinertem Massstab gezeichnet. Als Stützpunkte für meine Begehungen dienten mir Vestone am Chiese, Gardone, Bovegno, Collio im Val Trompia und Livemmo in den Bergen halbwegs zwischen Collio und Vestone. Herrn Professor Steinmann möchte ich hier herzlichst danken für die mir gegebene Anregung zu dieser Arbeit, sowie für die mannigfaltigen Ratschläge und das Interesse, das er ihr auch während der Ausarbeitung entgegenbrachte.

Literatur-Verzeichnis*).

1. Arthaber, v. G.: Die alpine Trias des Mediterran-Gebietes 1905. *Lethaea geogn.* II, Mesozoic. 1. Bd. 3. Lief.
2. Baltzer, A.: Geologie der Umgebung des Iseosees. 1901. *Geol. u. pal. Abh. v. Dames u. Kayser NF.* Bd. V, Heft II.
3. Bittner, A.: Über die geologischen Aufnahmen in Judikarien und Val Sabbia 1881. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.* XXXI.
4. Derselbe: Nachträge zum Berichte über die geologischen Aufnahmen in Judikarien und Val Sabbia. 1883. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.* XXXIII, S. 429.
5. Derselbe: Überschiebungerscheinungen in den Ostalpen. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.* XXXXIV, 1894.
6. Bonarelli, G.: Profilo geologico della Val Trompia. Guida-itinerario delle escursioni XX. *Congr. geol. ital. in Brescia* 1901.
7. Cacciamali, G. B.: Le miniere di V. Trompia. Guida-itinerario delle escursioni XX. *Congr. geol. ital. in Brescia* 1901.
8. Derselbe: Rilievi geotectonici tra il lago d'Iseo e la Val-trompia. *Brescia* 1906.
9. Cozzaglio: Il bacino di Collio. Guida-itinerario delle escursioni XX. *Congr. geol. ital. in Brescia* 1901.
10. Curioni, G.: Osservazioni geologiche sulla Val Trompia. *Mem. d. R. Ist. Lomb.* Vol. XII, III della serie III. 1870.
11. Derselbe: *Geologia applicata delle provincie lombarde* 1877.
12. Derselbe: *Carta geologica delle provincie lombarde* 1877.

*) Die dem Autornamen im Text in Klammern beigefügte Ziffer weist auf die betreffende Nummer im Literaturverzeichnis hin.

- ↳ 13. Deecke, W.: Beiträge zur Kenntnis der Raibler Schichten in den lombard. Alpen. N. J. f. Min. ect. Beilage ebd. III. 1885.
14. Diener, C.: Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes 1903.
15. Escher v. d. Linth: Geologische Bemerkungen über das nördl. Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. Denkschr. d. Schweiz. Allg. Naturf. Gesellsch. 1853.
16. Gümbel, v., C. W.: Geogn. Mitteilungen aus den Alpen. Ein Streifzug durch die Bergamasker Alpen. Sitz.-Ber. d. k. Bayr. Akad. d. Wiss. 1880.
17. Hauer, v., F.: Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte der Schichtengebirge der Lombardei. Jahrb. d. k. k. Reichsanstalt IX. 1858.
18. Lepsius, R.: Das westliche Südtirol 1878.
19. Mojsisovics, v., E.: Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. 1879.
- ↳ 20. Derselbe: Über heteropische Verhältnisse im Triasgebiet d. lombard. Alpen. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XXX. 1880.
21. Philippi, E.: Beitrag zur Kenntnis des Aufbaues der Schichtenfolge im Grignagebirge. Z. d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 47. 1895.
22. Ragazzoni, G.: Profilo geognostico del pendio meridionale delle prealpe lombarde. Com. d. Ath. di Brescia 1875.
23. Studer, B.: Geologie der Schweiz. 1851.
24. Suess, Ed.: Über das Rotliegende des Val Trompia. Sitz.-Ber. d. k. k. Ak. d. Wiss. in Wien. 1869.
25. Derselbe: Das Antlitz der Erde, I und III. 1888, 1901.
26. Taramelli, T.: Carta geologica della Lombardia. 1:250000 e Spiegiazione delle carte. 1890.
- ↳ 27. Tornquist, A.: Führer durch das oberitalienische Seengebirge. Samml. geol. Führer IX. 1902.

Orographie.

In dem Abschnitt zwischen dem Iseosee und dem Gardasee öffnen sich aus den Brescianer Alpen zwei Täler gegen die Poebene, das Chiesetal und das Val Trompia. Der Chiese durchfließt, vom Adamello-massiv kommend, zunächst das Judikariental, durchströmt den Idrosee und erzwingt sich dann von Vestone abwärts seinen Weg zur Poebene südwärts quer durch das ihm entgegenstehende Gebirge.

Das Gebiet der Mella, die das Val Trompia durchheilt, ist bedeutend kleiner. Dem Aussenrand der Alpenketten zu legt sich südlich vor den Adamellostock zunächst der vom Oglio bis zum Chiese W—O. streichende Zug des Mte. Muffetto und des Mte. Columbine mit einer Kammhöhe von etwa 2000 m, während die höchsten Kuppen 2200 m übersteigen. Nach aussen folgt die Pezzedakette, deren Spitzen noch 2000 m erreichen, durch den Maniva-Pass mit dem Mte. Columbine verbunden. An dieser Stelle ist der Ursprung der Mella. Sie fließt zunächst gegen Westen zwischen der Columbine- und Pezzedakette, biegt aber unterhalb Bovegno nach Süden um und erreicht ungefähr in dieser Richtung bei Brescia die Ebene. Zwischen die Mella und den Iseosee schiebt sich als ein breiter

Klotz, als Vorsprung des Columbinezuges, der Mte. Guglielmo, 1951 m hoch, der von seinem Nordost-Abfall den Morina-Bach, von der Südseite den Torrente d'Inzino zur Mella herabschickt, dagegen auf der Ostseite von Lavone bis Inzino keinen Raum zur Entwicklung eines grösseren Seitentales lässt. Dafür öffnen sich auf dieser Strecke von Osten her drei Täler gegen das Val Trompia, das Valle d'Irma, das die Fortsetzung der Pezzedakette vom Mte. Ario ab in zwei Teile scheidet, den Mte. Zovato im Norden und das Castello dell' Asino im Süden, weiter das Valle di Marmentino zwischen dem letztgenannten Berg und der steilen Kette des Mte. Inferno-Corno Savallo, die ihrerseits mit der Gruppe des Mte. Serclere das Val Biogno umschliesst.

Der Südabhang des Pezzeda-Zuges, speziell die Spitzen des Corno Blacca, des Corno di Pò und des Mte. Ario entwässert nach dem Chiese zu. Das Val Degnone mit dem von rechts ihm zukommenden Val Glera mündet bei Vestone; durch den Rücken der Cima Valli ist das Toveretal von ihm getrennt, das durch den nur 965 m hohen Passo del Termine mit dem Valle di Marmentino in Verbindung steht. Ein noch niedrigerer Pass begünstigt den Verkehr aus dem Val Biogno in das Tal des Torrente Nozza, der nach seiner Vereinigung mit dem Tovere-Bach sich bei Nozza in den Chiese ergiesst.

Die Berge, die durch dieses Talsystem voneinander geschieden sind, erscheinen je nach der Beschaffenheit der sie zusammensetzenden Schichten bald als sanft gerundete Kuppen mit Wiesen und Busch bedeckt, bald als steile, wildzerrissene Spitzen und Gräte, so dass sich der Charakter der Gegend in diesem Wechsel äusserst reizvoll gestaltet.

Stratigraphischer Abriss.

Fast das ganze untersuchte Gebiet ist von den Ablagerungen der Trias eingenommen. Nur im Norden zwischen Collio und Bovegno streicht eine Zone roten Sandsteins durch, der zu seinem grösseren Teil dem Perm zugesprochen werden kann. Daran schliesst sich das Gebiet der kristallinen Schiefer, die an der Zusammensetzung der Muffetto-Columbine-Kette den Hauptanteil haben, in den Grenzen dieser Arbeit aber nur den äussersten Nordrand ausmachen. Das Hauptinteresse musste sich daher mit Recht der Schichtenfolge der Trias zuwenden. Ich fand vollkommen bestätigt, was Bittner (4) als Resultat eines Besuches des Val Trompia angibt, dass sämtliche Triashorizonte von Judikarien und Val Sabbia unverändert bis hierher fortsetzen, und habe daher die Bittnersche Triasgliederung auch hier zugrunde gelegt; bezüglich der Benennung der einzelnen Schichten habe ich mich an die Bearbeitung der alpinen Trias von G. v. Arthaber (1) aus dem Jahre 1905 gehalten; insbesondere habe ich das Wort „Muschelkalk“ gänzlich vermieden und an seiner Stelle „Anisische Stufe“ geschrieben. Solange die wirkliche Grenze der mit dem deutschen Muschelkalk zu parallelisierenden Schichten noch nicht endgültig festgelegt worden ist, halte ich es für das Beste, einen solchen Namen überhaupt nicht in einer Arbeit vorliegender Art zu gebrauchen. Weiterhin ist neuerdings nachgewiesen, dass die Buchensteiner Schichten im Buchenstein selbst ein tieferes Niveau darstellen als die nach ihnen benannten Kieselkalke mit *Protrachyceras Reitzi*, und ich habe daher für diese Abteilung immer den Ausdruck: „Zone des *Protrachyceras Reitzi*“ oder kurz: „Reitzi-Kalke“ gebraucht. Die Schichtenfolge ergibt sich aus folgender Tabelle:

Trias	Norische Stufe	Hauptdolomit	
	Karnische Stufe	Rauhwacken und Gyps	
		Tuffe und Sandsteine	Mikrodiabas Mikrodiorit Porphyrit
		Plattenkalk	
	Ladinische Stufe	Wengener Schiefer und Doleritische Sandsteine	Wengener Riffkalk
		Kieselkalke mit Protrachyceras Reitzi (sog. Buchensteiner)	
	Anisische Stufe	Schwarze Plattenkalke mit Ceratites trinodosus	
		Recoaro-Kalk	
		Gracilis-Sch. (Zone d. Dadocr. gracilis)	
	Skythische Stufe	Rauhwacke	
Servino			
Perm	Roter Sandstein		
Palaeozoisch oder Archaisch	Kristalline Schiefer		

Tektonik.

Rückblick auf die bisherigen Untersuchungen.

Solange noch über die Schichtenfolge der mittleren und oberen Trias, die abgesehen von dem oberen Val Trompia das ganze untersuchte Gebiet einnehmen, Unklarheiten bestanden, war es natürlich unmöglich, ein klares, anschauliches Bild von den tektonischen Verhältnissen zu gewinnen. Die einzelnen Glieder der unteren Trias dagegen wurden schon früh gut voneinander geschieden; der im oberen Val Trompia von altersher betriebene Bergbau, besonders auf Eisen-erze, half der Kenntnis von dem tektonischen Aufbau dieser Gegend rascher voran, und so konnte schon im Jahr 1869 E. Suess (24) hier feststellen, aus welchen Vorgängen seiner Ansicht nach im allgemeinen das sich uns darbietende Bild resultiert.

Die Profile, die 1851 Studer (23) und einige Jahre später Escher von der Linth (15) veröffentlichten, leiden noch zu sehr an Unvollständigkeit und Schematisierung, als dass hier näher darauf eingegangen zu werden brauchte. Und auch das von v. Hauer (17) 1858 gegebene gewährt in seiner Einfachheit eine ganz falsche Vorstellung von den tatsächlichen Verhältnissen, wenngleich es auch manche richtige Beobachtung enthält und zum ersten Male die wichtigsten Gruppen der ganzen Trias in richtiger Aufeinanderfolge vorführt; er liess sich eben durch die auf der ganzen Strecke vom Mellatal bis hinauf zum Gipfel des Mte. Ario beobachtete horizontale Lagerung der Schichten täuschen, übersah dabei jedoch vollständig, dass mehrere grosse Brüche dies Gebirgsstück in getrennte Komplexe zerlegen.

Die Bedeutung der schon erwähnten Arbeit von

E. Suess (24) liegt besonders darin, dass er die Anschauungen, die er durch eigene Beobachtungen und Mitteilungen anderer von der Tektonik gewonnen hatte, zu folgendem Resultate zusammenfasst: Drei Erscheinungen sind scharf voneinander zu scheiden:

1. Die Bildung der O—W. laufenden grossen Wölbung der gesamten Schichtreihe.

2. Entstehung von senkrecht auf dieser Richtung stehenden, steil gegen Osten geneigten Spalten, wobei jeweils der östliche Teil des Gebirges absank.

3. Entstehung von Brüchen in der Richtung des Gewölbes (O—W.) und das Einsinken der südlichen Hälfte des Gewölbes. Betreffs der zeitlichen Aufeinanderfolge ist es ihm wahrscheinlich, dass die Querspalten früher entstanden sind als die unter 3 genannten Längsbrüche.

Vor allem möge hervorgehoben sein, dass Suess hier als erster die Existenz der grossen O—W. streichenden Bruchlinie, die die kristallinen Schiefer von den Sedimenten des Perm und der Trias trennt, der Val-Trompia-Linie, klar beweist. Ein durch das Valle di Serramando gelegtes Profil nebst genauer Beschreibung zeigt, in welcher hohem Grade der an diesem Bruch abgesunkene Südteil der grossen Wölbung von Störungen durchsetzt ist. Ob dagegen mit Sicherheit ein treppenförmiges Einsinken des Gebirges gegen Osten um ganz bedeutende Beträge angenommen werden darf, wird späterhin in Erwägung zu ziehen sein.

Aus den Werken von Curioni (10, 11, 12) kann man eine reiche Menge einzelner Beobachtungen entnehmen; auch er erkannte die gestörte Lage der Schichten in dem oberen Val Trompia, und wir hören weiter von dem Vorhandensein eines Bruches auf der Höhe des Pezzedazuges, von den verwickelten Lage-

rungsverhältnissen in den Tälern von Irma und Marmentino; Klarheit zu schaffen war ihm jedoch nicht möglich, — hatte doch seine Stratigraphie sich noch nicht einmal die Genauigkeit der von v. Hauer fast zwei Jahrzehnte früher gegebenen Schichtfolge zu nutze gemacht.

Lepsius (18) und v. Gümbel (16) kommen im oberen Val Trompia zu einem ähnlichen Resultate wie Suess; der erstere bringt auch über den übrigen Teil der untersuchten Gegend eine Reihe Beobachtungen, die jedoch leider infolge der anscheinend nur cursorischen Begehungen mancherlei Unrichtigkeiten enthalten. Der Längsbruch auf der Höhe des Mte. Pezzeda wird auch von ihm beschrieben; aber da er die Raibler Schichten auf der höchsten Terrasse des Mte. Ario als Servino anspricht, wird er gezwungen, zwischen dem letztgenannten Berge und dem Mte. Pezzeda selbst eine Querverwerfung anzunehmen. Ein Profil vom Mte. Guglielmo hinunter ins Mellatal zeigt deutlich die fast horizontale Lagerung der Sedimentserie auf der rechten Seite des Tales; jedoch figurieren die der mittleren Trias angehörenden Schichten der Spitze des Mte. Guglielmo noch als Lias. Dass es unrichtig ist, in dem Eruptivstock von Barghe im Val Sabbia ein Erhebungszentrum zu erblicken, von dem die Sedimente mantelförmig abfallen und dessen Wirkungen sich in dem N.-Fallen der Schichten bis hinauf zum Pezzedakamm bemerkbar machen sollen, wies schon bald nachher Bittner (3, 4) nach, der auch den genialen Anschauungen von Lepsius über den allgemeinen Gebirgsbau der lombardischen Alpen mit Recht entgegentrat.

Im Jahre 1880 kommt v. Mojsisovics (20) bei einem Besuche des mittleren Val Trompia zu folgen-

dem Resultate: Er betrachtet die Schichten auf beiden Ufern der Mella im ganzen als horizontal liegend, den Höhenunterschied zwischen dem Hauptdolomit der beiden Talseiten sieht er durch das Fehlen des Wengener Riffkalks auf dem linken Mellaufer bedingt und glaubt ein Analogon zu dem von ihm aus Südtirol beschriebenen „Schichtenfall“ vor sich zu haben. Danach hätte schon vor der Ablagerung des Riffkalks eine Niveaudifferenz bestanden, „die aber nicht durch das Dazwischentreten eines verwerfenden Bruches bewirkt wird; sondern die Sedimente beugen sich in einer schmalen, zwischen den beiden flachgelagerten Gebieten fortstreichenden Zone plötzlich steil von der Westseite gegen Osten und erreichen ohne Bruch das flachlagernde östliche Gebiet“. Das westliche, höher gelegene Knie des Schichtenfalles soll sich bei Marcheno nahe der Talsohle im Orte selbst in den Reitzschichten befinden, oberhalb Brozzo aber verlässt der Schichtenfall den Lauf der Mella und zieht sich mehr westlich am Gebirgsgehänge fort. Die tiefer gelegene östliche Region ist dann das Gebiet der Mergel und Tuffe, während dem höheren Teil das Riff des Mte. Nistola aufgesetzt ist.

Bittner (3) kam im Jahre 1881 zu dem Schluss, dass in dem Gebirgsstück südlich der Val Trompia-Linie — das ist dieselbe Bruchlinie, die schon vorher Suess, Lepsius und v. Gümbel aus dem oberen Val Trompia erwähnten, — und westlich des Val Ponticello, das zwischen dem Idrosee und Vestone in das Chiesetal mündet, mindestens sechs Aufwölbungen zu unterscheiden seien, von denen vier auf das Stück Collio-Vestone kommen. Ein Profil erläutert seine Auffassung. „Die beiden innersten, am weitesten vorgeschrittenen Wölbungen werden repräsentiert durch

wahre Längsbrüche mit Überschiebungerscheinungen, während die gegen aussen sich anschliessenden wahre Kniefalten darstellen.“ „Die hier eintretende Bewegungserscheinung verrät also eine aus dem Zentrum des Gebirges gegen den Rand hin wirkende Kraft.“ Die zahlreichen, die Falten senkrecht schneidenden Querstörungen sind wahrscheinlich teils gleichaltrig mit dem Beginne der Längsfaltung, teils jüngeren Alters, „wenn sie scharf durchsetzend völlig analog gebaute Gebirgsstücke geradezu verschieben“.

1883 kam Bittner (4) für das mittlere Val Trompia zu folgendem Resultate: Es sind drei Aufbruchswellen vorhanden, die Kniefalten mit steilgestelltem Südschenkel darstellen. Sie entsprechen den drei östlichen Seitentälern der Mella; es sind: 1. Linie Irma-Ajale-Lavone, 2. Tavernole-Marmentino, 3. Marcheno-Lodrino; zwischen ihnen liegen die trennenden Hauptdolomitrücken. Zwischen je zwei Stellen mit stark südlichem Einfallen erscheint in der Tiefe des Haupttales älteres Triasgebirge mit vorherrschend flachem Fallen gegen Norden. An der westlichen Seite des Haupttals scheinen gänzlich abweichende tektonische Verhältnisse zu herrschen.

Über das Stück zwischen dem Val Trompia und der Linie Collio-Vestone ist bekannt, dass der Längsbruch bei Forno d'Ono wohl über Livemmo und den Passo del Termine bis Ombriano reicht und hier durch eine bedeutende Querstörung getroffen wird, an der die westliche Hälfte abgesunken ist. Weiterhin weist Bittner auf die verwickelte Lagerung im Valle d'Irma und Valle di Marmentino hin, mit denen er sich bei seinem kurzen Aufenthalt nicht näher beschäftigen konnte

Auf die Beobachtungen von Bittner stützen sich

sowohl E. Suess (25) im „Antlitz der Erde“ als auch Diener (14) in seinem 1903 erschienenen Werke: „Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebirges“; sie scheinen mir jedoch zu recht verschiedenen Resultaten zu kommen; Suess sagt, dass im S. von der oberen Val Trompia noch weitere, zum Teil überschobene Flexuren folgen, während Diener resumiert: „Ein Hinweis auf die Profile Bittners würde genügen, die Existenz eines ebenso regelmässigen Faltenbaues in diesem Teil der südlichen Kalkzone wie in den Lechtaler Kalkalpen Nordwesttirols darzutun und die Unhaltbarkeit einer Erklärung derartiger Falten als Flexuren oder Senkungserscheinungen im Gegensatz zu den echten Falten der Nordalpen ersichtlich zu machen.“

Der Exkursionsführer zum Kongress der italienischen geologischen Gesellschaft in Brescia im Jahre 1901 bringt über das hier besprochene Gebiet drei kleinere Aufsätze von Bonarelli (6), Cacciamali (7) und Cozzaglio (9). Daraus mag nur folgendes bemerkt sein: Bonarelli (6) hebt besonders ab auf die grosse Höhendifferenz, die zwischen den Triasablagerungen des rechten und linken Ufers der Mella sich bemerkbar macht, und hält den Lauf des Val Trompia auf der Strecke von Marcheno bis Ajale als nicht allein durch Erosion entstanden, also für ein Transversaltal, sondern glaubt, dass bei seiner Entstehung auch tektonische Momente in Betracht zu ziehen sind. Ferner findet erneut der Bruch im oberen Val Trompia bei ihm ebenso wie in dem kleinen, auch von einem Kärtchen begleiteten Aufsatz von Cozzaglio (9): „Il Bacino di Collio“ Erwähnung.

Im Jahre 1901 erschien eine grössere Arbeit von Baltzer (2) zur Geologie der Umgebung des Iseosees. Beim Studium des von Curioni gegebenen Normal-

profils an der Ostseite des Oglitales glaubte er zu erkennen, dass die kristallinen Schiefer des Mte. Dardana und des Mte. Muffetto nicht regelmässig von den Schichten des Perm und der Trias überlagert würden, sondern ungefähr 7 km weit von N. gegen S. auf diese heraufgeschoben seien. Den Südrand dieses Aufbruchs der kristallinen Schiefer verfolgte er vom Iseosee an dem Nordabsturz des Mte. Guglielmo vorbei hinüber ins Val Trompia und kam zu dem Resultate, dass die Überschiebung auch hier noch bestehe, wengleich ihr Ausmass sich etwas verringert habe. Später konnte er sie auch bei Bagolino noch feststellen, so dass wir hier die bei weitem grösste bis jetzt aus den Südalpen bekannt gewordene Überschiebung vor uns hätten, nämlich in einer Längserstreckung von über 20 km bei einem durchschnittlichen Überschiebungsbetrag von etwa 3—4 km. Leider beschränken sich Baltzers Beschreibungen für unser Gebiet nur auf einen Besuch des Meolatales unterhalb Bovegno und einen Übergang über den Sette crocette-Pass von Collio über Memmo nach Breno hinüber. Ein Besuch eines der tief eingeschnittenen Seitentäler des Oberlaufes der Mella, etwa des Valle di Serramando, das schon E. Suess (24), Lepsius (18) und Gümbel (16) eingehend beschrieben hatten, würde ihn wohl überzeugt haben, dass eine Decke von kristallinen Schiefen auf Perm- und Triasschichten nicht existiert, vielmehr eine grosse Bruchlinie beide Komplexe voneinander scheidet.

Während meiner Arbeiten erschien im Jahre 1906 eine Arbeit Cacciamali (8): „Rilievi geotectonici tra il lago d'Iseo e la Valtrompia“. Wengleich die darin gegebene Karte das von mir untersuchte Gebiet nur in der SW.-Ecke berührt, so erfahren wir doch aus mehreren Bemerkungen recht wichtige Dinge zur

Frage der Tektonik unseres Gebietes. In der untersuchten Gegend existiert nach Cacciamali eine Längsfaltung mit O—W.-Axe nebst drei Bruchsystemen, welche die Richtungen O—W. (*linea triumplina*), NNO. (*benacense*) und endlich NNW. haben. Auf einem Profil von W—O. macht sich weiterhin eine wenn auch nur schwache Faltung mit N—S.-Axe bemerkbar. Den schon mehrfach oben erwähnten Höhenunterschied der Schichten auf beiden Ufern der Mella führt er auf einen dreifachen „salto“ zurück. Erwähnt sei ferner noch die Registrierung von Längsbrüchen und Brüchen in der Richtung NNW. in der Umgegend von Collio.

Eines — glaube ich — geht durch den Überblick über die bisherige Literatur, deren wichtigste Punkte ich in obigen Ausführungen darzustellen mich bemühte, deutlich hervor: trotz aller vielen Einzelbeschreibungen und Detailprofils sind wir nicht zu einer klaren Vorstellung über den Gebirgsbau der Berge des Val Trompia gelangt. Es soll daher in folgenden Zeilen gezeigt werden, wie sich der Gebirgsbau zwischen der Linie Collio-Vestone im Osten, längs der ein detailliertes Profil Bittners läuft, und den von demselben Autor beschriebenen drei Antiklinalen des Val Trompia darstellt. Gleichzeitig wird man aber auch Stellung zu der Frage nehmen müssen, ob längs der oberen Val Trompia ein grosser Bruch die kristallinen Schiefer von der Sedimentzone scheidet, oder man mit Baltzer diesen jedenfalls anormalen Kontakt auf eine grosse Überschiebung zurückführen will: ob wir ferner im Süden dieser Linie einen Faltenbau nachweisen können, wie wir ihn aus dem erwähnten Bittnerschen Profile entnehmen, oder ob vielleicht auch eine andere Deutung zulässig ist. Einem allgemeinen

Überblick, der die Zerlegung des Ganzen in seinen einzelnen Faktoren gewähren soll, wird sich eine eingehendere Beschreibung dieser Teile anschliessen, während dann ein Rückblick in Kürze auf die aus den Beobachtungen zu ziehenden Ansichten über die einzelnen Vorgänge eingehen wird, als deren Resultat uns der heutige Bau vor Augen tritt.

Grundzüge des Gebirgsbaues*).

Um zunächst einen Überblick zu gewinnen, wird man zweckmässig von dem von Bittner (3) gegebenen Profile Collio—Vestone ausgehen. Wer dieser Linie folgend von Vestone aus durch das Val Degnone und Val Glera hinauf über den Pezzedakamm hinüber nach Collio wandert, wird leicht feststellen können, dass eben dieses Stück durch zwei deutliche Längsstörungen in drei Teile getrennt ist. Eine von diesen quert man bei Forno d'Ono, die zweite auf der Höhe des Pezzedakammes. In beiden Fällen ist der jeweils südliche Teil gegen den nördlichen abgesunken.

Das südlichste Drittel setzt sich aus zwei Antiklinalen zusammen, der von Vestone und der von Levrange (Taf. II, Prof. I). Besonders die letztere zeigt gut den von Bittner so oft erwähnten Typus einer Kniefalte mit steilem Süd- und flachfallendem Nordschenkel. Die Antiklinale von Vestone, bedeutend kleiner wie die vorige, ist enger zusammengepresst, so dass beide Schenkel fast senkrecht stehen. Im Gegensatz zu diesen beiden Antiklinalen herrscht nördlich des Bruches von Forno d'Ono eine flach nach N. einfallende Lagerung, und vom Graciliskalk an bis zum

*) Für diesen Abschnitt siehe das Übersichtskärtchen (Taf. I) sowie die Profiltafeln (Taf. II und III) und Textfiguren.

Hauptdolomit treffen wir bis zur Höhe des Corno di Pò und des Mte. Ario die ganze Schichtserie in gleichem Verhalten (Taf. II, Prof. I).

Von der Höhe des Pezzedakammes hinunter ins Val Trompia begegnet man zunächst gleichfalls N.-Einfallen; bevor man jedoch das Tal erreicht, fallen die Schichten mehr oder weniger steil gegen Süden, so dass wir eine Synklinale vor uns haben (Taf. II, Prof. I). Bittner (3) glaubt nun, in den schwach nördlich fallenden Schichten die normalen Schenkel zweier nach S. übergelegten Falten erblicken zu dürfen, die eine extreme Weiterbildung ähnlicher Kniefalten sind, als deren Typus wir oben die Antiklinale von Levrance kennen lernten. Auffallend ist jedoch, dass man weder Reste eines Mittelschenkels trifft, noch auch an einer Stelle etwa das Umbiegen des normalen Schenkels sieht, trotzdem man besonders die Auflagerung der nördlichen Scholle auf die südliche an einer Stelle $1\frac{1}{2}$ km weit verfolgen kann.

Wir werden daher gut daran tun, zunächst es einmal dahingestellt sein zu lassen, ob hier wirklich die Auffassung Bittners berechtigt ist, sondern werden besser von dem südlichen Stück — von Forno d'Ono bis zum Pezzedakamm — als der Scholle des Corno di Pò oder besser der des Mte. Ario sprechen und den nördlichen Teil als Gebirgsstück von Collio bezeichnen. Dieses letztere wird im Norden gegen den Aufbruch der kristallinen Schiefer des Mte. Muffetto und Mte. Columbine durch eine grosse Störungslinie, die von O—W. läuft, begrenzt, die von allen Autoren bis auf Baltzer als ein mächtiger Bruch angesehen wurde, an dem der Südflügel des kristallinen Aufbruchs gegen Süden abgesunken sei. Nach Baltzer (2) bezeichnet diese Linie den Stirn-

rand seiner Camunischen Überschiebung. Nach den von mir gemachten Beobachtungen ist die Auffassung Baltzers nicht zutreffend; für eine Überschiebung liegen gar keine Anhaltspunkte vor, vielmehr ist die Grenze zwischen kristallinen Schiefen und Sedimenten als ein Längsbruch gut charakterisiert. Wie dieser Bruch sich über die Grenzen des untersuchten Gebietes hinaus nach Westen verfolgen lässt, so ist es auch mit dem Bruche, der auf der Höhe des Pezzedakammes die nördliche und südliche Scholle voneinander trennt. Es zeigen sich aber an dieser Linie recht wechselnde Verhältnisse. Am Mte. Ario beträgt das Ausmass der Auflagerung des nördlichen auf den südlichen Teil fast $1\frac{1}{2}$ km, aus der Tiefe des Valle di Fontanelle bis zum Gipfel des Mte. Ario verfolgbar (Taf. II, Prof. I). Nach W. hin jedoch stellt sich der Bruch wieder steiler, im Val Sorda liegt zwar der Graciliskalk noch deutlich auf den Schichten bis zu den Raiblern; betrachtet man aber die Grenze auf der Ostseite des Mellatals unterhalb Bovegno, so zieht sie sich verhältnismässig steil, von der Zovatoalp gegen Nord fallend ins Tal herunter.

Das Gebirgsstück von Collio, das nördlichste der drei oben festgestellten Teile, lässt sich also zwischen den beiden Bruchlinien nach W. bis über Bovegno hinaus verfolgen.

Im einzelnen wird dieses Gebirgsstück von vielen Störungen durchsetzt; der grosse Val Trompia-Bruch ist besonders oberhalb Collio und Memmo, weiter im W. bei Bovegno von parallel verlaufenden Brüchen begleitet. Ausserdem setzen Querstörungen in NNW.-Richtung durch, so oberhalb Ivino, ferner bei Collio auf der linken Seite des Tales, ein Bruch, der auch auf Cozzaglios (9) Kärtchen sich findet. Von einem treppenförmigen Einsinken des Gebirges nach O., wie

es Suess annehmen zu müssen glaubt, konnte ich nichts wahrnehmen; es fehlte mir jedoch die Zeit, die Gegend von Collio und Bovegno bis ins einzelne zu durchforschen; ich habe daher von der Einzeichnung der erwähnten Brüche in das Übersichtskärtchen (Taf. I) abgesehen und möchte nur darauf hinweisen, dass die Annahme von Suess jedenfalls in Widerspruch steht mit den weiter südlich beobachteten Tatsachen, die deutlich ein stufenartiges Absinken nach Westen erkennen lassen.

Nicht so deutlich ist das zweite Stück, die Scholle des Mte. Ario, abgegrenzt. Die bei Forno d'Ono angetroffene Störung lässt sich zwar über Livemmo, Navono, den Passo del Termine bis Ombriano sehr gut verfolgen. Bis hierher ist die Linie als ein steil nach N. einfallender Bruch entwickelt, an dem nur bei Livemmo und bei Ombriano kompliziertere Verhältnisse angetroffen werden (Taf. II, Prof. I).

Bei Ombriano schneidet nun eine Querlinie in der Richtung NNW. durch, die das westliche Gebirgsstück bedeutend gegen das östliche verwirft. Dieser Bruch lässt sich über den Passo del Santellone durch das Beccastrohätälchen ins Valle d'Irma verfolgen und scheint auch über den Westteil des Mte. Zovato noch fortzusetzen.

Das zwischen diesem Querbruch und den oben genannten Längsbrüchen liegende Stück besteht nicht etwa nur aus einer einzigen Scholle, sondern ist durch zwei grössere Verwerfungen in mehrere Teile getrennt. Die Ostseite des Val Glera scheint in der Tat noch ungestört zu sein, auf der Westseite jedoch lassen sich zwei Brüche konstatieren, an denen jeweils das südliche Gebirgsstück eingesunken ist. Man trifft sie am Anstieg von Casa Pontecolo zu der Casa Orta (Fig. 2,

pg. 37). Weiter gegen Westen wird die Unterscheidung zwischen beiden undeutlicher, jedoch sind sie an der SW.-Ecke des Mte. Ario wieder deutlich zu konstatieren, der eine oberhalb der Casa Piazze hinlaufend und ins Val dei Peri herunterziehend, der andere südlich davon über die Casa Baita am Südfuss des Mte. Cadinali über den Mte. Lazzaretto hin bis zu dem erwähnten Querbruch von Ombriano-Valle d' Irma.

In dem Stück westlich des Querbruches ist der Faltenbau etwas hervorstechender. Im Valle d' Irma, wo leider die Aufschlüsse mangelhaft sind, lässt sich wenigstens bei Magno eine Kniefalte konstatieren, indem im Orte selbst die Schichten fast horizontal liegen, an der Nordseite des Castello dell' Asino und im Mellabett zwischen Ajale und Lavone ziemlich steil gegen S. einfallen. Das Castello dell' Asino bildet eine flache Mulde, der im Valle di Marmentino eine neue Antiklinale folgt. Die von Forno d' Ono herüberziehende Bruchlinie ist auch noch jenseits Ombriano nachweisbar. Ob der das Mellatal unterhalb Tavernole kreuzende Bruch mit ihr zu verbinden ist, lasse ich vorläufig dahingestellt.

In diesem Teil macht sich besonders deutlich ein zweiter Faktor geltend, und zwar eine Faltung mit N—S.-Axe. An Stärke kommt sie der Längsfaltung in keiner Weise gleich. Durch sie wird das O.-Fallen der Schichten auf der rechten Mellaseite oberhalb Tavernole erklärt, und durch die gleiche Ursache wird weiter östlich am Castello dell' Asino der Hauptdolomit gehoben, so dass er hier etwa 200 Meter höher liegt als an dem Ausgang des Tales. Weiterhin wurden auch Querbrüche, ungefähr parallel der grossen Querverwerfung von Ombriano, konstatiert; dabei sinkt das Gebirge nach Westen hin ab (Taf. II, Prof. III).

Südlich von Forno d' Ono hatten wir schon zu Beginn dieses Abschnittes die fast O—W. streichenden Antiklinalen von Vestone und Levrance kennen gelernt, die in ausgezeichneter Weise im Val Degnone studiert werden können. Im Tal des Toverebaches lässt sich nur noch die letztere erkennen; der Sattel von Vestone verschwindet schon am Südhang des J Dossi genannten Berges oberhalb des kleinen Dorfes Sardello in den mächtigen Raibler-Schichten. Auch die Antiklinale von Levrance besteht gegen W. nicht lange fort. Ihr Verschwinden unter dem Hauptdolomit des Corno Savallo ist im Toveretal leicht festzustellen (Fig. 1, pg. 30). Weiter westlich tritt an ihre Stelle die breite, flache ebenfalls O—W. streichende Mulde der Hauptdolomitkette, als deren Eckpfeiler im W. der Mte.-Inferno, im O. der Corno Savallo aufragen (Taf. II, Prof. II). Auch in diesem Teil lässt sich ein schwaches Heben und Senken der Muldenaxe, somit Faltung mit N—S.-Axe, konstatieren.

Im SW. legt sich vor diese Synklinale die Antiklinale von Marcheno-Lodrino mit NO.-Streichen vor (Taf. III). Auch hier zeugen kleinere typische Knie-falten mit N—S.-Axe, sowie das Herunterbeugen der Schichten gegen Osten zwischen Brozzo und Tavernole von einer zweiten, von W. nach O. gehenden Faltung.

Den zuletzt besprochenen Gebirgsstücken scheinen grössere Brüche fast ganz zu fehlen, vielmehr tritt die Faltung bei weitem deutlicher hervor als im Nordteil des untersuchten Gebirges.

Dieser allgemeine Überblick lässt uns also folgende Einteilung erkennen:

I) Im Norden zwischen dem Val Trompia-Bruch und der Pezzedabruchlinie das Gebirgsstück von Collio

bis Bovegno, bestehend aus kristallinen Schiefen, permischen und der unteren Trias zugehörigen Schichten.

II) Die Scholle des Mte. Ario, eingeschlossen zwischen dem Pezzedabruch und der Bruchlinie von Forno d' Ono—Ombriano-Valle di Marmentino, durch die Querstörung Ombriano-Valle d' Irma in zwei Teile zerlegt.

III) Im Süden von Osten nach Westen:

1. Die Antiklinalen von Vestone und Levrance.
2. Die Synklinale der Inferno-Corno Savallo-Kette.
3. Die Antiklinale von Marcheno-Lodrino.

Die folgende Detailbesprechung beginnt mit den südlich gelegenen Gebirgstteilen (III); daran schliesst sich die Untersuchung des mittleren Stückes (II), während die Darstellung der Tektonik des oberen Val Trompia (I) den Schluss macht.

Einzelbeschreibung.

A. Südliches Gebirgsstück.

1. Antiklinalen von Levrance und Vestone
(Taf. II, Prof. I).

a) Degnonetal.

Ein Gang durch dieses Tal aufwärts bis Forno d' Ono zeigt uns den Bau der beiden Antiklinalen in ausgezeichneter Weise. Schon Bittner (3, 4) hat dieses Tal in seinen beiden Arbeiten ziemlich ausführlich geschildert. Wenn ich daher hier nochmals die durch diesen Einschnitt geschaffenen Aufschlüsse beschreibe, so sei das — selbst auf die Gefahr hin, in vielen Punkten nur Bittners Ausführungen zu wiederholen, — der grösseren Vollständigkeit halber geschehen. Der

Wengener Riffkalk*) des Südschenkels des Sattels von Vestone, der nach Bittner in diesem Orte hier und dort zu sehen sein soll, entging meiner Beobachtung; doch lässt die Streichrichtung des Riffkalks auf der linken Seite des Chiese gleich oberhalb des Ortes auf sein Vorhandensein im Dorfe selbst schliessen. Vom Eintritt in das Tal an steht zunächst Wengener Schiefer und Sandstein steil aufgerichtet an; auf der linken Talseite trifft man in die Schiefer eingeschaltet ein Porphyritlager, das am Kontakt mit den Schiefen diese letzteren in ein hartes, tiefschwarzes Gestein umgewandelt hat. Auf der anderen Seite ist es anscheinend durch Schutt verdeckt. Bald quert man einen schmalen Zug ebenfalls steilstehenden Wengener Riffkalks zum Nordflügel des Sattels von Vestone gehörend, und bleibt dann bis zur ersten Brücke über den Bach stets in Raiblern, die eine enge Synklinale bilden. Gleich hinter dieser Brücke streicht, fast senkrecht stehend, der weithin sichtbare Wengener Riffkalk durch das Tal und zieht auf der Ostseite gegen die Häuser von Zovo, auf dem anderen Talhang der Höhe der Cima Valli zu. Damit sind wir in den südlichen Flügel der Antiklinale von Levrance eingetreten. Gleich darauf folgen Wengener Schiefer, Reitzikalke, bei der Casa Zapelli die Trinodosuszone, der Recoarokalk und die obersten Bänke der Gracilisschichten mit südlichem Fallen; die Trinodosuskalke zeichnen sich besonders

*) Hier und auch weiterhin habe ich der Kürze halber mit „Riffkalk“ das in der Landschaft auffällig hervortretende Kalkband zwischen Wengener Schiefen und den bunten Raibler Tuffen bezeichnet. Es ist oft schwer zu entscheiden, wieviel von diesem Kalk dem eigentlichen Wengener Riffkalk zuzusprechen ist und welcher Anteil davon dem Raibler Plattenkalk zukommt.

aus durch die starke Faltung, die die Schichten in bizarrer Weise hin- und hergebogen hat. Bis zur Einmündung des Levrangebaches treffen wir die ganze Serie mit Nordfallen bis zu den Reitzikalken wieder, welche letztere hier eine Menge von Ammoniten in schlechter Erhaltung einschliessen. Talaufwärts heben sich nochmals die älteren Schichten empor, bei der Fucina Seretta sammelt man im Trinodosushorizont; dann folgen bis Forno d'Ono sämtliche Schichten bis zu den Raiblern mit Nordfallen, so dass man hier den Gegenflügel der bei der Casa Zapelli angetroffenen Antiklinale von Levrance vor sich hat.

Das zweimalige Emportachen der älteren Triaschichten beweist, dass die ganze Antiklinale in zwei Spezialsättel zerfällt, der eine südlich, der andere nördlich des Ortes Levrance. Diese Zweiteilung prägt sich auch dadurch aus, dass der Gipfel der Cima Valli von einer in den Wengener Riffkalk eingesenkten Mulde von Raibler Schichten gebildet wird.

b) Südabhang der J Dossi und Val Tovere.

Das Untertauchen der kleineren, steil emporgepressten Antiklinale von Vestone lässt sich gut am Abhang des J Dossi, oberhalb der Häuser von Sardello, beobachten. Die beiden besonders hervortretenden Bänder des Riffkalks, von denen das eine bei Vestone noch in die Flussebene fällt, während das obere etwa 600 m hoch am Talhang austritt, haben hier ihren Höhenunterschied schon auf etwa 200 m reduziert. Etwas westlich in etwa 200 m Höhe über dem Ort verschmelzen sie völlig miteinander, so dass gegen Val Tovere zu der ganze Abhang nur von Raiblern eingenommen wird. Durchquert man die enge Schlucht des Toverebaches gleich oberhalb seines Zusammen-

flusses mit dem Torrente di Nozza, so bleibt man immer in den roten Raibler Tuffen; keine Spur von Riffkalk tritt zutage.

Das Mittelstück des Tales überblickt man am besten von dem Gipfel der J Dossi. Deutlich erkennt man von hier, dass der Wengener Riffkalk von dem Gipfel der Cima Valli sich mit 10—20° nach Westen zu senkt und unter die Raibler und den Hauptdolomit des Corno Savallo untertaucht. Dadurch kommt das

WSW.

ONO.

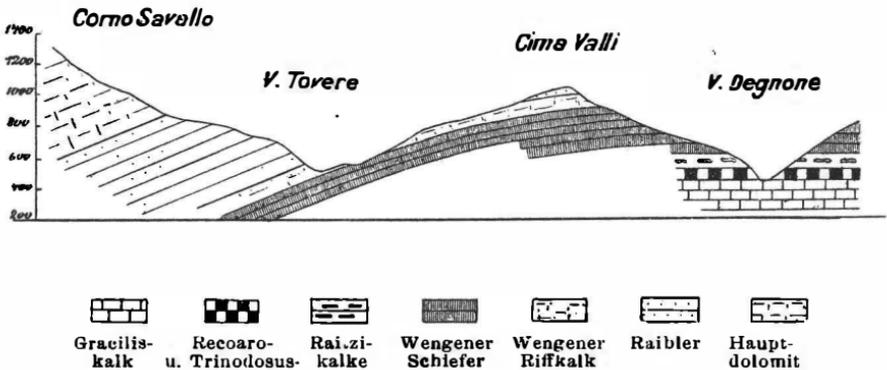


Fig. 1. Querprofil durch die Antiklinale von Levrage.
1:50 000.

von Bittner (3) beschriebene Umbiegen dieses Horizonts aus Südfallen in ein SW—W—NW—N.-Fallen, wie man das an der Strasse von S. Bernardo über Belprato nach der Capella S. Rocco sieht, zustande. Sehr gut ist dieses Untertauchen der Levrage-Antiklinale auch an der Einmündung des Val Cea wahrzunehmen. Der Riffkalk zieht sich von der alten Kirche J Morti di Barbaine ins Toveretal herab und kreuzt es bei der Casa Crespo; in tiefer, unzugänglicher Schlucht hat der Bach sich hier seinen Weg durch den harten Kalk gegraben. Infolge der Senkung der Anti-

klinale sind im Val Tovere nur noch Raibler, Riffkalk und Wengener Schiefer aufgeschlossen. Vollständig verschwinden sie auf der Westseite des Tales und tauchen hier unter den Hauptdolomit des Corno Savallo, während nördlich dieses Berges im Gebiete des Ceabaches gegen den Passo del Termine ein wenig ausgedehnter, in der Landschaft nicht hervortretender Sattel weiterzieht, der jedoch schon am Passe selbst nicht mehr vorhanden ist.

2. Synklinale der Inferno-Savallo-Kette.

(Taf. II, Profil II.)

Diese flache Mulde bietet wenig Bemerkenswertes. Sie wird zum grössten Teil aus mächtigem Hauptdolomit zusammengesetzt, der ringsum von Raiblern unterlagert wird. Auf der Nordseite bis zum Val Trompiä hin herrscht südliches, auf der Südseite schwach nördliches Einfallen. Im Streichen dieser Zone macht sich ein wenn auch nicht starkes, so doch durch die Schichtung des Hauptdolomits weithin wahrnehmbares Senken und Heben der Muldenaxe bemerkbar, so dass der Höhenunterschied der Schichtgrenzen zwischen Raiblern und Hauptdolomit oft ein beträchtliches Ausmass erreicht. Zum Teil mag dieser aber auch durch Querbrüche bedingt sein, deren Feststellung jedoch erschwert ist, da zumeist gewaltige Schutthalden des Hauptdolomits die Schichtgrenze gegen die Raibler verdecken. So scheint die Querverwerfung von Ombriano bis in die Kette hinein fortzusetzen; da, wo sie ungefähr treffen soll, sehen wir die Grenze von Hauptdolomit und Raiblern im Osten um ein beträchtliches höher liegen als gleich westlich davon.

3. Antiklinale von Marcheno-Lodrino.

(Taf. III.)

Während die in den vorigen Abschnitten beschriebenen Sättel und Mulden ein fast rein W—O.-Streichen aufweisen, ist dieses in der Antiklinale Marcheno-Lodrino im allgemeinen N55°O.

An ihrem Aufbau beteiligen sich die Schichten vom Gracilisniveau an bis zum Hauptdolomit.

Die ganze Zone stellt kein einheitliches Gewölbe dar; wir haben vielmehr eine Reihe von Spezialsätteln und -Mulden vor uns, von denen die nordwestlichste Antiklinale die bei weitem bedeutendste ist. Die Hauptaxe dieser letzteren läuft von Magno aus an der rechten Talseite der Mella unterhalb Cesovo durch, wo man sie im Tobel des Lusinebaches gut aufgeschlossen sieht, quert gleich oberhalb Brozzo die Landstrasse im Haupttal, wo sie schon von Bittner (4) beobachtet wurde, und zieht von hier gegen den Punta di Vestone genannten Vorsprung an der SW.-Ecke des Mte. Inferno. Der nordwestliche höhere Teil dieses Sattels ist im ganzen flach gelagert, nur etwas NW. fallend, so dass sich die Schichten vom Graciliskalk bis zum Hauptdolomit in regelmässiger Aufeinanderfolge finden. Ich glaube kaum annehmen zu dürfen, dass hier etwa ein Bruch die steile Mauer des Riffkalks über Cesovo zustande bringt, sondern halte diese Wand nur für ein Werk der Erosion. In den weniger widerstandsfähigen Schichten, wie den Wengener Schiefen, zeigen sich jedoch lokal heftige Falten, wie man es oberhalb Cesovo im Bett des Lusinebaches sieht. Der andere Schenkel dagegen hat einen durchweg grösseren Neigungswinkel. Im Lusinebach beträgt das Fallen etwa 35° SO., etwas stärker ist es schon oberhalb Brozzo, während an der

Punta di Vestone wohl 80° erreicht werden und eine scharfe Kniefalte ausgebildet ist.

Zu den weiter gegen SO. folgenden kleineren Sätteln muss auch der in Marcheno aufgeschlossene gezählt werden, während bisher diese Falte als die wichtigste angesehen wurde und durch sie die Hauptaxe der ganzen Antiklinale gelegt wurde. Dieses geht aus den Profilen von Curioni (11) und Lepsius (18) klar hervor, und auch v. Mojsisovics (20) erwähnt von hier seinen „Schichtenfall“. In Wirklichkeit aber ist sie nicht bedeutender als die ihr gleich auf dem anderen Mellaufer folgenden Wölbungen oder wie die kleine, ausgezeichnet aufgeschlossene, steile Antiklinale auf dem Wege von Aleno nach Magno sopra Inzino. Auch die aus dem Val Biogno bekannten kleineren Falten gehören hierher. Am auffallendsten ist hier ein SSW—NNO. streichender Bruch am Ponte del Pero, der die SO. fallenden Wengener Schiefer neben die klotzigen Kalkbänke der Gracilisschichten verwirft. Verfolgen konnte ich ihn jedoch weder auf der südlichen Talseite gegen das Roccolo Foresti, noch auch in dem zu den Case Gardù emporziehenden Tälchen. Weiterhin macht sich hier auch die im kleinen wohl recht intensive Faltung mit N—S.-Axe bemerkbar. Ihr verdankt die scharfe, ausgezeichnete Kniefalte in den Reitzikalken wenig oberhalb des Ponte del Pero ihre Entstehung. Auch das mit N—S.-Streichen verbundene steile, östliche Fallen der Raibler Schichten gerade der Einmündung des Lembrio gegenüber muss durch diese Faltung bedingt sein, gleichwie unterhalb der Punta di Vestone die Biegungen im Riffkalk, da, wo dieser auf die linke Seite des Tälchens hinübersetzt.

Am besten lassen sich die Spezialfalten an dem Verlauf des dünnen Bandes des Wengener Riff-

kalks*) von der Punta di Vestone aus über das Val Biogno herüber bis La Parte verfolgen. Dass an dem erstgenannten Punkte die Hauptwölbungsaxe durchstreicht, wurde schon erwähnt. Der Klotz der Punta selbst gehört noch dem Nordschenkel an, das auf dem Südabhang unter ihr durchziehende Band dem steilen SO.-Schenkel. Eine enge Mulde schliesst sich an. Der Riffkalkzug läuft zunächst gegen SW. bis zur Casa Gaghe, zeigt unterhalb dieser Hütte noch mehrere kleine, enggepresste Falten und zieht wieder am Südhang der Punta di Vestone hin, so dass er hier in drei Bändern untereinander auftritt. Von hier zieht er nördlich unter dem Roccolo Dario vorbei nach NO. gegen den Mte. Inferno, biegt scharf gegen SW. zurück, läuft dicht unter dem Roccolo Dario um dieses herum, stösst nochmals weit gegen ONO. vor bis zu dem vom Passo della Sisa kommenden Rinnsal und erreicht, sich von hier wieder zurückwendend, etwas unterhalb der Mündung des Lembrio das Val Biogno. Dieser Verlauf des Riffkalks zeigt uns ganz klar noch zwei steile Sättel, SO. von der Hauptwölbung an der Punta di Vestone. Vom Val Biogno bis La Parte gehört die Fortsetzung des Zuges dem äussersten SO. fallenden Schenkel der gesamten Antiklinale an. Beim Roccolo Foresti stellt sich eine Komplikation ein. Der im allgemeinen flach nach SO. fallende Schenkel ist hier zu einer kleinen, liegenden Falte gestaut. Infolgedessen erscheinen hier und in der Runse südlich des Roccolo drei Kalkbänder übereinander. Diese Erscheinung ist jedoch ganz lokal; schon der auf die Runse folgende Vorsprung lässt kaum mehr etwas von dieser Falte erkennen. Südlich von La Parte erreicht das Kalkband, das wegen seiner

*) resp Raibler Plattenkalk, siehe Anmerkung pg. 28.

geringen Mächtigkeit oft nur mit Mühe verfolgt werden kann und von dessen Vorhandensein sich Deecke (13) nicht vergewissern konnte, das Bett der Mella und ist durch die Flussschotter und den Talboden verdeckt; jedenfalls aber hängt es mit dem Kalkzug zusammen, der, vom Südrand des Nistolariffes kommend, halbwegs zwischen Marcheno und Inzino das Tal erreicht, und bildet mit diesem den Abschluss der Antiklinale im SW.

Ein Punkt, der noch auffällig bleibt und auch von v. Mojsisovics (20), Bittner (4) und Bonarelli (6) betont wird, ist die grosse Niveaudifferenz zwischen dem Wengener Riffkalk auf den beiden Talseiten der Mella oberhalb der Casa Predafallo. Wenn v. Mojsisovics (20) diesen Unterschied durch das Fehlen des Riffkalks bedingt glaubte, indem infolge des schon vorhandenen Schichtenfalles der Riffkalk auf dem linken Mellaufer im allgemeinen fehle, so widerspricht dieser Annahme der Umstand, dass am Abhang des Mte. Inferno oberhalb der Casa Predafallo ein mächtiger Klotz von Riffkalk ansteht, den auch schon Bittner (4) erwähnt, und zweitens die Tatsache, dass auch der Hauptdolomit deutlich die Beugung nach O. mitmacht. Auch die Annahme Bittners (4), dass auf der rechten Seite des Val Trompia eine gänzlich andere Tektonik zu herrschen scheine als auf der Ostseite, ist wohl hauptsächlich auf die Beobachtung dieser Höhendifferenz basiert. Nun sehen wir auch hier die gleichen scharfgeprägten Kniefalten mit N—S-Axe auftreten, wie die oben erwähnten im Val Biogno. Bittner (4) erwähnt eine solche im Tal selbst, gleich an der Landstrasse oberhalb der Casa Predafallo. Besonders schön aber sind diese Faltungen an dem Weg aus dem Tal des Torrente della Corna Gemella nach

Cimmo zu beobachten. Hier sind die Reitzikalke heftig gestaucht; der westliche Schenkel liegt fast horizontal, der östliche dagegen steht fast senkrecht, so dass die Schichten gleichsam treppenförmig zur Mella gegen Osten schnell heruntersinken können.

Es wird also hier der Höhenunterschied auf die im allgemeinen Teil besprochene Faltung mit N—S.-Axe zurückzuführen sein.

B. Scholle des M. Ario.

1. Gebirgsstück östlich der Linie Ombriano— Valle d'Irma.

Sind wir im Degnonetal bis Forno d'Ono gelangt, so sehen wir gleich hinter dem Ort eine mächtige Mauer aus den klotzigen Bänken des Gracilis-Horizontes sich erheben. Dieser Kalk zieht sich weiter nach Westen den Hang herauf bis Avenone, verschwindet dann unter dem Schutt und Wiesenhängen, um oben die vordere Kuppe der Dossi di Valsorda zu bilden. Von hier läuft die Grenze zwischen Raiblern und den Kalkmassen oberhalb Odeno-Navono über den Passo del Termine nach Ombriano. Es ist dies der grosse Längsbruch, an welchem die Kalke an einer nördlich fallenden Störungslinie an den Raiblern absetzen. Nicht immer ist es der Kalk der Gracilischichten, der den Kontakt mit den Raiblern bildet, an einigen Stellen kommen auch höhere Niveaus wie die Reitzischichten mit ihnen in Berührung.

a) Val Glera (Profil Fig. 2).

Im Val Glera durchquert man direkt oberhalb Forno d'Ono eine wohl 100 m tiefe, mit fast senkrechten Wänden abfallende Schlucht, die ganz in den

Pontecolo ins Val Glera mündet — kommenden Bach heftig gefaltetem Trinodosuskalk; steigen wir jetzt den kleinen zur Casa Orta steil hinanführenden Fusspfad hinauf, so stellen sich bald Reitzikalke und darüber bei etwa 800 m ein 80 m mächtiges Band von Wengener Riffkalk ein. Wandern wir dann ein kleines Stück in dieser Höhe gegen N. am Talhang hin, so kommen wir plötzlich aus dem Riffkalk in Gracilisschichten, so dass an dieser Stelle ein bedeutender Längsbruch durchlaufen muss. Eine zweite Störung läuft ihm parallel, deren Vorhandensein auf dem Wege von der Casa Orta zur Casa Presenò beobachtet werden kann. An der Einmündung des Val Sar neigt sich ausserdem die ganze Schichtenserie ziemlich stark gegen Westen. Doch genügt dieses Einsinken nicht, um die Höhendifferenz zwischen den Schichten auf der Ost- und Westseite des Tales zu erklären; da weiter oberhalb jedoch der Unterschied sich ganz ausgleicht, im Gegenteil ein schwaches Ansteigen der Schichten gegen W. vorausgesetzt werden muss, so ist anzunehmen, dass die oben erwähnten Brüche oder vielleicht auch ein Querbruch den Unterschied bewirken. Unter der Casa Presenò findet man sämtliche Horizonte bis zum Riffkalk flach gelagert im Bachbett anstehen; von hier steigt man etwa 300 m steil in dem wild zerrissenen Tal durch den Riffkalk zur Casa Pian del Bene empor; diese steht auf einem Plateau aus Raibler Schichten, das mit der oberen Terrasse am Corno di Pò in Verbindung steht. Darüber ist der Südteil der Mte. Ariospitze aus Hauptdolomit aufgebaut.

b) Dossi di Valsorda.

Oberhalb Livemmo beobachtet man an der Linie Forno d'Ono—Ombriano eine Komplikation. Wenden

wir uns von der Kirche von Livemmo den Fusspfad aufwärts der Casa Valsorda zu, so finden wir zunächst mit 20° N.-Fallen Raibler Tuffsandsteine, dann aber folgt steilgestellter Graciliskalk, der oben an der vorderen Spitze der Dossi flach liegend sich deutlich in die steile, fast senkrechte Stellung hinabbeugt. Über die Einsattelung zwischen beiden Spitzen zieht eine schmale Zone Raibler hin, die ebenfalls am Wege ganz senkrecht stehen und so auch auf der Ostseite des Berges bei der Casa Bastoncino angetroffen werden. Bis zur Casa Valsorda hinauf steigen wir auf steinigem Pfad über schwach nördlich fallenden Riffkalk empor. An der Grenze zwischen den Raiblern und dem Riffkalk ist eine etwa 1½ m mächtige Reibungsbreccie, aus Komponenten beider Schichten zusammengesetzt, entwickelt.

Versuchen wir, diese Komplikation weiter nach Westen zu verfolgen, so finden wir schon vor Odeno keine Spur mehr von Graciliskalken, sondern Reitzikalke stossen hier an die Raibler an. Erst in der Tiefe des folgenden Tales bei Casa Fusio stehen sie wieder an in etwa 800 m Höhe, während sie an der vorderen Spitze der Dossi di Valsorda, die aus ihnen gebildet wird, 1157 m hoch liegen. Auf der Ostseite ist eine Fortsetzung nicht sichtbar. Auf dem Weg von Avenone in das Val Sar liegt über den Raiblern eine regelmässige Schichtfolge vom Graciliskalk bis zum Riffkalk an der Spitze der hinteren Valsordakuppe.

Es ist schwer, diesen Beobachtungen eine richtige Deutung zu geben. Vielleicht löste sich, als auf der nach N. fallenden Bruchfläche der nördliche Teil auf die Raibler der südlich folgenden Antiklinale aufgeschoben wurde, ein Fetzen des Graciliskalks von der Hauptmasse los und wurde in die Raiblerschichten eingequetscht.

Einer ähnlichen Komplikation begegnete ich bei Ombriano; allein hier sind die Aufschlüsse schlechter und die ganze Erscheinung auf einen sehr kleinen Raum beschränkt.

c) Val Bovino.

Steigen wir aus der Tiefe des Val Tovere aufwärts, so treffen wir bei Casa Fusio auf die hier ziemlich steil, etwa 50° nördlich fallende Störungslinie Forno-Ombriano. Auf ihr tritt gleich oberhalb dieses Hauses eine starke Quelle hervor, deren Wasser nur etwa 100 m unterhalb ihres Ursprungs schon eine grosse Mühle treiben kann. Es wird dies das in den klüftigen, wasserdurchlässigen Kalken versunkene Wasser sein, das auf der Bruchfläche gegen die Raibler wieder aufsteigt.

Auf dem Wege von Odeno nach Navono stehen am Bache, der aus dem Val Bovino herunterkommt, schwach südlich fallende Recoaro- und Trinodosuskalke an. Am Fusspfad von Odeno zum Mte. Ario passiert man zunächst einen grösseren Bergsturz. Von der Südseite der Cima Vaghezza ist eine grosse Masse, hauptsächlich aus Riffkalk bestehend, abgerutscht und hat sich bis 800 m herunter auf dem Abhang ausgebreitet. Die Kirche von Odeno steht auf einem dazu gehörenden Felsen. Nach der Einbiegung ins Val Bovino sind mehrere kleinere Wölbungen in den Reitzikalke zu konstatieren; weiterhin zieht sich der Riffkalk, der die Wengener Schiefer hier ganz vertritt, mit südlichem Fallen gegen die Cima Lasso hinan. Über mit Busch bedeckten Schutt steigen wir aufwärts zu den Case Ronchi. Hier finden wir in einer Höhe von 1150 m Trinodosus- und Reitzikalke in horizontaler Lagerung. Die Niveaudifferenz zwischen

ihnen und den Kalken der gleichen Horizonte am Ausgang des Val Bovino beträgt mehr als 200 m. Es muss hier wenigstens ein Längsbruch durchstreichen, an dem südlich das Gebirge abgesunken ist, und zwar ist es der, den wir im Val Glera dicht bei der Casa Orta fanden. Er zieht von diesem Punkte an der Nordseite des Val Sar entlang nördlich der Cima Lasso zu den Case Ronchi hinüber. Von hier bis zur Casa Pian del Bene erklimmt der Weg die steile Wand des Wengener Riffkalks und gelangt bei diesem Hause auf das schon vom Besuch des Gleratals bekannte Plateau. Die Bruchlinie Casa Orta-Case Ronchi läuft von den letzteren Hütten am Fusse des Riffkalkabsturzes entlang gegen WNW. bis östlich der Casa Piazza, die schon auf der abgesunkenen Raiblerscholle steht.

**d) Stück westlich des Bovinotales bis zur Querstörung
Ombriano-Valle d'Irma.**

(Taf. II, Profil II, III.)

Von Navono aus über den Passo del Termine bis Ombriano begleitet uns beim Verfolg der von Livemmo kommenden Störungslinie zur Rechten immer der Graciliskalk. Dieser hat nicht überall auf dieser Strecke die gleiche Höhenlage. An der SO.-Ecke des Mte. Abbio haben wir schon bei 960 m Wengener Riffkalk, über dem Passo del Termine dagegen bis 1050 m noch Gracilisschichten flach nördlich einfallend und erst bei über 1100 m den Riffkalk. Diesem Ansteigen der Schichten entspricht das Ostfallen der Schichten östlich des Passo del Termine. Bei Ombriano schneidet die schon häufig erwähnte Querstörung die Längslinie ab und verwirft den Westteil beträchtlich, etwa um 200 m. Diese Bruchlinie ist von mehreren kleineren,

parallel laufenden Störungen begleitet, die beim Aufstieg vom Passo del Santellone zur Spitze des Mte. Lazzaretto wahrgenommen werden. An der Wegteilung gleich oberhalb des Kapellchens am Passe trifft man den Hauptbruch an. Auf der einen Seite des gegen Süd ansteigenden Pfades sieht man die abgesunkenen Raibler stark geschleppt aus steiler Stellung allmählich in ein flaches Fallen nach dem Pass zu übergehen, auf der anderen Seite die glatte Abrutschfläche des stehengebliebenen Teiles aus Recoarokalk schwach gegen die Verwerfung geneigt. Bis ungefähr 1100 m passieren wir die ganze Schichtenserie einschliesslich der untersten Raibler, dann treffen wir bis zur Hütte La Forca oben auf dem Kamm noch dreimal einen Wechsel von Riffkalk und Raiblern, so dass hier durch drei Verwerfungen jedesmal der westliche Teil an dem östlichen abgesunken ist. Auf dem Plateau fallen die Schichten schwach nach O.; es lässt sich hier eine Faltung mit N—S.-Axe wahrnehmen, durch welche wohl auch die verhältnismässig tiefe Lage der Raibler in dem obersten Val d'Ecolo bedingt ist, wenn dieses nicht durch einen NNW. streichenden Bruch bewirkt wird. Am Fusse des Mte. Cadinali, am Weg zur Casa Piazza, verläuft eine neue Störung, an der wiederum die Raibler gegen den den Mte. Cadinali bildenden Riffkalk gesenkt erscheinen. Die Verfolgung dieses Bruches nach Osten und Westen lässt diesen als eine WNW.—OSO. verlaufende Längsstörung erkennen, die ostwärts nördlich der Casa Baita, die am Nordabhang des Mte. Legone gelegen ist, vorbeizieht und sich im Val Bovino mit der Orta—Ronchi-Linie zu vereinigen scheint. Schuttbedeckung hindert hier eine genaue Festlegung. Nach Westen hin überschreitet sie den Mte. Lazzaretto südlich der Casa

Forcellina und verläuft von hier in dem zum R. Beccastrone hinabziehenden Tälchen, bis sie an der grossen Querstörung, die das Beccastronetal nördlich des Passo del Santellone entlang zieht, aufhört.

Die bis Casa Piazze aus der Val Glera kommende Bruchlinie lässt sich bis in die Tiefe des Val dei Peri verfolgen. Unter dem Riffkalkabsturz oberhalb der Alp Vezzale und Casa Piazze stellen sich die tieferen Schichten fast horizontal gelagert ein. Die Gracilis-schichten steigen hier noch bis 1200 m auf. Unter dem Riffkalk des Mte. Cadinali folgen jene Schichten erst etwa bei 1050 m und fallen deutlich gegen Süden. Daher gelangt man auf dem Wege von der Alp Vezzale zum Mte. Lazzaretto ungefähr an dem von der Casa Piazze kommenden Bachriss plötzlich aus den Gracilis-schichten in Riffkalk. Die ungünstigen Verhältnisse in den dicht bewachsenen Schluchten des Val dei Peri gestatteten es nicht, die Linie weiter gegen Westen zu verfolgen.

Auf der Nordseite des Valle d'Irma längs des Weges vom Val Squassai zur Alp Vezzale und herauf bis zur Spitze des Mte. Zovato beherrscht ein schwaches N-Fallen den ganzen Schichtkomplex. Am Wege nach Bumaghe trifft man bei ca. 950 m den Recoaro-Kalk fossilführend an; am Höhenweg, 1100 m, liegen unter dem Riffkalk schwarze plattige Kalke mit schiefrigen Einlagerungen, wohl dem Trinodosushorizont angehörend; die Spitze des Zovato besteht aus Riffkalk.

Die grosse Querstörung von Ombriano, die nach S. auch noch in die Hauptdolomitkette des Mte. Inferno-Corno Savallo hinübersetzt, ist gegen die Tiefe des Valle d'Irma weniger deutlich zu verfolgen. Nahe des Santellone-Passes ist sie zwar noch im Beccastronetal gut aufgeschlossen. Auf der Nordseite des Valle

d'Irma, zwischen dem Dorfe Irma und der Chiesa di S. Lorenzo, glaube ich sie sicher wiederzuerkennen, da hier anisischer Kalk östlich und Raibler Tuffe westlich in einem Niveau dicht beieinander liegen; sie wird gegen NNW. bis zu den Alphütten westlich der Zovatospitze noch weiter fortsetzen.

2. Gebirgsstück westlich der Linie Ombriano— Valle d'Irma.

(Tafel II, Profil III.)

Dieser Teil wird von den Tälern des Irma- und Marmentinobaches und dem sie scheidenden Rücken des Castello dell' Asino gebildet. In dieser Gegend erscheinen die Wirkungen einer W—O.-Faltung besonders deutlich. Auf der Westseite des Val Trompia fällt der Hauptdolomit vom Mte. Pergna mit etwa 20° Ost ins Tal herunter, so dass seine untere Grenze oberhalb Tavernole an der Casa Palazzina auf 650 m liegt, während am Pass nach Pezzoro nördlich oberhalb Cimmo diese Grenze auf etwa 1100 m heraufgerückt ist. Nach Osten gegen Marmentino zu steigen die Schichten wieder an; der Hauptdolomit geht bei diesem Orte nur etwas unter 900 m herunter. Es resultiert also eine N—S. streichende Mulde.

Die Störungslinie Forno-Ombriano setzt sich, soweit man dies bei den mangelhaften Aufschlüssen erkennen kann, noch eine Strecke weit in O—W.-Richtung fort. Das kann daraus geschlossen werden, dass in und unterhalb von Dosso Marmentino Wengener Riffkalk ansteht, während das ganze Tal bis hinunter zum Bach von Raiblern ausgefüllt ist, die die Fortsetzung der Antiklinale des Val Cea bilden; vielleicht ist auch die Lagerung des Riffkalks anscheinend über

den Raiblern gleich oberhalb der Einmündung des Valle dell' Aquila durch sie veranlasst. Im unteren Valle di Marmentino herrscht schwaches Ostfallen vor. Man durchquert am Taleingang bei Tavernole zunächst die Schichten vom Graciliskalk bis zu den Wengenern, dann aber erscheinen an der Mündung des zweiten, vom Mte. Inferno herabkommenden Tälchens die Graciliskalke noch einmal, aber in gleicher Höhe mit den Wengenern. Es ist also der westliche, von Tavernole aus gekreuzte Teil gegen die östliche Hälfte abgesunken. So kommt es, dass anscheinend, wenn man den Weg nach Villa weiter verfolgt, die Wengener Schiefer nochmals über den Raibler auftreten. Das verleitete Curioni (11), die schwarzen Wengener Schiefer und die roten Raibler für verschiedene Ausbildungen eines einzigen Niveaus zu halten. Man muss jedoch zugeben, dass die Grenze zwischen beiden Horizonten leicht übersehen werden kann, da der typische Riffkalk an dieser Stelle zu fehlen scheint, vielleicht auch nur durch eine Bank dunklen Kalkes angedeutet ist. In der Schlucht zwischen dieser Querverwerfung und dem Valle dell' Aquila kann man sämtliche Schichten bis zu den Raiblern in flach östlichem Fallen beobachten. Besonders schön ist der Riffkalk an der Mündung des Valle dell' Aquila ausgebildet, während noch Deecke (13) erklärte, dass im Valle di Marmentino die trennende Kalkablagerung zwischen Wengener Schiefer und Raibler Tuffsandsteinen fehle. Ein zweiter Querbruch stellt sich in der Nähe des Santellonepasses, in dem Dorfe Dosso Marmentino ein. Der Hauptdolomit ist hier gegen Raibler und Riffkalk um etwa 50 m verworfen. Man kann diese Störung nach N. über den Kamm des Castello dell' Asino gegen das Valle d'Irma verfolgen.

Im Grunde des Valle di Marmentino läuft eine Antiklinale in O—W.-Richtung lang, sie lässt sich jedoch in dem Stück zwischen Valle dell' Aquila und der Talmündung nicht mehr wahrnehmen.

Bevor ich auf die Lagerungsverhältnisse im Valle d'Irma eingehe, erübrigt es sich noch, zu erwähnen, dass die von Bittner angeführte Aufwölbung von Tavernole etwas unterhalb des Ortes anscheinend an einem Bruche abschneidet. Unterhalb des Ortes erscheint die Mauer des Graciliskalkes wie abgeschnitten. Der Weg an dem linken Talhang zur Punta di Vestone hinauf bringt uns aus dem Niveau der Gracilisschichten in Wengener Schiefer, die, flach nach NNW. fallend, schon der Antiklinale Marcheno-Lodrino angehören. Hiermit steht vielleicht in Verbindung, dass man an der Casa Rive keine Raibler findet, sondern aus den Reitzikalken sofort in Hauptdolomit kommt; aber Vegetation und Schuttbedeckung hindern an deutlicher Beobachtung.

Ob sich diese Längsstörung mit der Forno d'Ono-Ombriano-Linie und ihrer Fortsetzung in Verbindung bringen lässt, erscheint mir doch sehr zweifelhaft. Man müsste in diesem Falle annehmen, dass die in der Taltiefe des Valle di Marmentino fortlaufende Antiklinale hier ganz ausgeschaltet ist.

Der Hauptdolomit des Castello dell' Asino bildet eine Mulde mit steilerem Nord- und schwach nördlich fallendem Südflügel. Im Bachbett der Mella zwischen Ajale und Lavone, an der Mündung des Valle d'Irma und in diesem Tal aufwärts lässt sich das Einschieszen der älteren Schichten unter den Hauptdolomit gut wahrnehmen. Auf der Nordseite des Irmatales liegen die Schichten teils fast horizontal, teils senken sie sich schwach gegen SO. Es besteht also eine wenn auch

nicht besonders deutlich ausgebildete Antiklinale, wie sie schon Bittner (4) notierte. Im übrigen sind die Aufschlüsse sehr mangelhaft; der ganze südliche Talhang ist vom Hauptdolomitschutt überdeckt und die Raibler Tuffe im übrigen Teil lassen eine reiche Vegetation zu. Wiesen und Buschwerk überdecken die ganzen Abhänge. Es war mir daher bis jetzt unmöglich, ein genaueres Bild von dem tektonischen Aufbau dieses Stückes zu geben. Dass die Querstörung vom Passo del Santellone bis zur Zovato-Alp zu verlängern ist, habe ich oben wahrscheinlich gemacht; weiter erwähnte ich schon früher, dass der anisische Kalk der Zovatoalp gegen die Raibler Tuffe und Eruptiva in der Tiefe des Tales an einem Bruch abstösst, dessen Verbindung mit dem auf dem Pezzedakamm konstatierten noch später näher beschrieben wird. Dass aber noch andere Anomalien vorhanden sein müssen, ergibt sich daraus, dass mitten aus dem Schutt an der Nordseite des Castello dell' Asino auf einer kurzen Strecke eine Rippe von Recoarokalk (?) auftaucht. Ringsumher bilden nur Raibler Tuffe das Anstehende. Ferner trifft man unter der westlichsten Hütte von Case Pario Wengener Riffkalk, unten tief im Irmabache aber wieder Raibler. Eine deutliche Längsstörung durchsetzt das Val Trompia gleich oberhalb Ajale und scheint den Wengener Riffkalk, der das Dorf Magno trägt, im Süden abzuschneiden. Eine Verlängerung im Valle d'Irma aufwärts liess sich nicht nachweisen. Vielleicht werden die Untersuchungen auf der Westseite des Val Trompia am Mte. Gardio und im Morinatal mehr Licht auf die so unklaren Verhältnisse werfen.

C. Gebirgsstück von Collio.

1. Pezzedabruch und Synklinale von Collio.

(Tafel II, Profil I u. II.)

Stehen wir auf dem Plateau von Pian del Bene unter der Spitze des Mte. Ario und des Corno di Pò, so bemerken wir, dass der Kamm gegen das obere Val Trompia nicht aus Hauptdolomit besteht, sondern aus Graciliskalk, der mit etwa 30° nach N. einfällt.

Deutlicher ist dies an der Spitze des Mte. Ario zu sehen. Sie besteht nicht, wie Bittner (4) annahm, ganz aus Hauptdolomit, vielmehr wird nur der Südteil der auf das Raibler Plateau aufgesetzten Kuppe von diesem Horizonte gebildet, der hier ziemlich flach gelagert ist; der Nordteil einschliesslich des höchsten Punktes, auf dem sich ein Kreuz erhebt, gehört den Gracilisschichten an, die gegen das Val Trompia hin schwach nach N. fallen, am Kontakt mit dem Hauptdolomit steiler aufbiegen und eine intensive Faltung und Zerreissung zeigen. Steigt man von der Case Croce gegen den Sattel südlich des Gipfels herauf, so findet man, fast auf der Höhe angelangt, zwischen dem Graciliskalk und dem Hauptdolomit einen kleinen Fetzen von Raiblern eingequetscht. Es kann also gar keinem Zweifel unterliegen, dass der Graciliskalk auf den Hauptdolomit aufgeschoben ist. Das geht auch daraus hervor, dass man die Raibler fast um den ganzen Berg, auch auf der Nordseite verfolgen kann; die aufgeschobene Scholle hängt nur im Osten am Kamm zum Dosso Falcone herüber mit dem übrigen Graciliskalk zusammen.

Der Weg vom Kamm hinunter nach Collio führt bis etwa 1150 m über diese flach N. fallenden Schichten. Dann tritt ein deutliches Umbiegen ein, das Fallen ist

jetzt nach S. gerichtet und beträgt etwa 35°. Bei 1000 m erscheinen Rauhdecken und bis zur Talsohle reichen die Schiefer des Servino, darin ein Eruptivgestein, und roter Sandstein.

Zur vollen Klarheit über das Ausmass dieses am Mte. Ario beobachteten Schubes gelangt man durch einen Besuch des vom Mte. Ario kommenden Fontanelletales unterhalb Collio. Zunächst erblickt man die gleichen Verhältnisse, die beim Abstieg nach Collio auffallen. Roter Sandstein, Servino, Rauhdecken und Graciliskalke fallen bis etwa 1100 m aufwärts südlich, dann aber ziehen letztere Kalke mit N.-Fallen bis zur Kammhöhe hinauf und setzen den grössten Teil beider Talseiten zusammen. Gegen die Höhe hin sind sie in kleine sekundäre Falten gelegt. Im Hintergrund aber stürzt unter der oberen, von Raiblern gebildeten Terrasse des Mte. Ario eine wohl 200 m mächtige, ungeschichtete Kalkmasse senkrecht ab, die sich gleich beim ersten Anblick als Riffkalk dokumentiert. Darunter liegen die tieferen Triashorizonte bis zum Graciliskalk fast horizontal. Es ist das gleiche Bild, das man auf der West- und Südseite des Mte. Ario zu sehen gewohnt ist. Dadurch erklärt sich die Angabe v. Hauers (17), dass im Fontanelletal sämtliche Triashorizonte vorhanden seien. Er übersah jedoch, dass die Fallrichtung nicht konstant südlich ist, vielmehr liegen die Schichten im Hintergrunde des Tales fast horizontal, während wir an beiden Seiten den Graciliskalk mit N.-Fallen heraufziehen sehen. In etwa 1200 m Höhe liegen anscheinend mitten zwischen den Gracilisschichten ein paar kleine Fetzen von Raiblern. Wenn diese hier wirklich anstehen und nicht durch Bergsturz vom Arioplateau heruntergekommen sind, so liefert diese Tatsache den Beweis, dass die Gracilisschichten zwei

verschiedenen Komplexen angehören; der unter den Raiblern liegende Teil muss einschliesslich der oberen Schichten bis zum Riffkalk zu dem den Mte. Ario fast allein aufbauenden Gebirgsstück gerechnet werden, der andere gehört zu der bis zum Mte. Ario-Gipfel aufgeschobenen Scholle. Das Ausmass der Überdeckung durch die letztere wächst an dieser Stelle auf ungefähr $1\frac{1}{2}$ km an.

Die Bruchlinie läuft vom Passo del Croce nach Westen an dem Südabhang des Mte. Visigno hin und biegt bei der Casa Confine gegen NW. zurück. Diese Hütte steht noch auf Porphyriten und deren Tuffen; der Gipfel des Mte. Visigno besteht aus Graciliskalk. Der obere Teil des Mte. Piscia gehört ebenfalls zu der nördlich aufgeschobenen Scholle. Im Val Sorda treffen wir dem Fontanelletal analoge Verhältnisse an. Der an den Calzonihütten sichtbare Riffkalk gehört der überschobenen unteren Serie an und ebenso die unter ihm im Talgrunde anstehenden Schichten. Hierher zu rechnen ist wohl auch noch der Recoarokalk, den man am Wege von Ludizzo zur Casa Calzoni hinter der ersten, scharfen Wegbiegung findet und von Graciliskalk der Spitze des Mte. Piscia überlagert ist. Da, wo die Gracilisschichten beider Komplexe aneinander stossen, lassen sich diese nicht gegenseitig abgrenzen, da hier nirgends Reste verquetschter höherer Schichten angetroffen werden. Jedenfalls setzt die Linie vom Mte. Piscia über das Val Sorda zum Mte. Zovato hinüber und wird hier durch die Grenze zwischen dem Riffkalk der Spitze und dem unmittelbar daran stossenden Graciliskalk angezeigt. Der vom Santellonepass kommende Querbruch setzt auch in die nördliche Scholle fort und verwirft den Westteil des Zovato beträchtlich gegen den östlichen. Daher kommt es,

dass die Überschiebungslinie auf der Nordseite des Valle d'Irma unterhalb der Zovato-Alp in etwa 900 m Höhe verläuft; bei den Case Tesi biegt sie nach N. um und erreicht bei Zigole das Val Trompia. Gleich oberhalb dieses Dorfes findet sich zwischen den Kalkschichten und dem darunter liegenden Porphyrit ein eigentümliches, stark verwittertes Gestein, das aus eckigen Brocken von schwarzen Kalken und Porphyritstückchen nebst einer gelblichen, sandigen, eisenreichen Masse zusammengesetzt erscheint und das man vielleicht treffend als eine Reibungsbreccie zwischen den hier an dem Bruch aneinanderstossenden Kalken und Porphyriten deuten kann.

2. Südflügel der Muffettoaufwölbung, Val Trompia-Bruch.

(Taf. II, Profil I u. II; Fig. 3.)

Bei der Besprechung dieses Teiles werde ich mich auf die Untersuchung der Hauptstörungslinie beschränken, da mir zur Kartierung des von kleineren Brüchen stark durchsetzten Stückes zwischen der Mella und dieser Linie die Zeit mangelte. Ich hatte schon in der Einleitung zum tektonischen Teil Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dass ich auf der Strecke zwischen Collio und dem Val Meola zu der Erkenntnis gelangte, dass hier die von Baltzer (2) konstruierte Überschiebung nicht haltbar sei, sondern dass man zu der älteren Auffassung zurückkehren muss, die den an einem grossen Längsbruch niedergesunkenen Südschenkel der Muffettoaufwölbung an dieser Stelle zu sehen glaubte. In den folgenden Zeilen will ich kurz die Beobachtungen niederlegen, die mich veranlassen, mich wieder der alten Annahme zuzuwenden.

Baltzer (2) gibt zur Veranschaulichung der Überschiebungsdecke ein schematisiertes Profil von Memmo bis zum Passo Sette crocette auf der Höhe des Muffettozuges. Er sagt darüber folgendes:

„In der Schlucht kurz vor Memmo steht talwärts fallende Rauhwacke und kurz darüber Buntsandstein an. Steigt man von hier aus auf der linken östlichen Seite des Valle della Torgola aufwärts, so stellt sich bald der stark gefältete Sericitgneis mit Quarzlinsen ein. Er ist dem Buntsandstein deutlich aufgelagert. Noch vor den Hütten von Fontana und Tesa liegen auf dem Gneis (?) permische Sandsteine und Konglomerate. In der Tiefe der Bachschlucht wird unter dem Gneis der Buntsandstein wahrscheinlich anstehen. Steigt man von der Casa Fornarina aus gegen den Punkt 1426 und folgt von da aus dem Grate, . . . so bewegt man sich fortwährend in Phylliten und Sericitgneisen.“

Ich hatte Gelegenheit, gerade diese Gegend etwas genauer untersuchen zu können. Das N.-Ende des Profils I veranschaulicht meine Auffassung. Mit dem Profile Baltzers hat es nichts anderes gemeinsam als das Südfallen der Schichten unterhalb Memmo und die Auflagerung des roten Sandsteins auf den kristallinen Schiefer vor den Hütten von Fontana. Aber während er die kristallinen Schiefer als flache, von N. auf den Sandstein geschobene Masse ansieht, ist in Wirklichkeit von einer derartigen Überlagerung nichts zu sehen, weder im Valle della Torgola, noch im Osten im Valle di Serramando. Vielmehr setzen die kristallinen Schiefer an einer meist sehr steilen Verwerfungsfläche an den Sandsteinen ab. Daher auf der Karte der geradlinige Verlauf dieser Störung trotz der tief eingeschnittenen Täler.

Im Osten finden wir an der Costa fredda die

Grenze zwischen Glimmerschiefer und den Seditimenten (hier Servino) etwas unterhalb der Casa Besecche. Steil nach N. geneigt, zieht sie von hier im Val Marseghino zum Serramandobach hinab und steigt ebenso steil auf der anderen Talseite wieder aufwärts, um südlich der Casa Baleo den Kamm zu erreichen. An der Casa Mariet vorbei senkt sie sich ins Valle della Torgola hinab, und zwar gerade da, wo der Weg von Memmo, auf der Ostseite des Tales nur wenig ansteigend, den über den Kamm aus dem Valle di Serramando kommenden Pfad kreuzt. Die Verwerfung ist an dieser Stelle sehr steil einfallend. Das Stück zwischen der Mella und der besprochenen Bruchlinie ist von mehreren, der letzteren parallel laufenden Brüchen durchsetzt, die die einzelnen Teile immer tiefer nach Süden absinken lassen. Auf der Westseite des Valle della Torgola ist aber nur noch der Hauptbruch vorhanden, und zwar zieht er etwa 100 m unterhalb des Roccolo 1272 durch. Zwischen ihm und dem Mellatal bilden die Schichten eine Antiklinale, auf deren nördlichem Flügel noch ein Rest Servino erhalten geblieben ist. Im Navazze-Tal steigt der Bruch bis auf 950 m herunter, schneidet dann gerade durch das Roccolo oberhalb Casa Valporcile, durchsetzt das Graticelletal unterhalb des Ortes Graticelle und läuft am Berghang über Bovegno auf die Hütten von S. Andrea zu. Das Meolatal und der Vorsprung des Castel Vanil werden gradlinig gequert bis Avano, wo meine Beobachtungen aufhören.

Im Meolatal glaubte Baltzer (2) eine zweite Stelle zu haben, die den Beweis für seine Überschiebung erbringe. In der Tat fallen die Triasschichten am Eingang des Tales nach Süden, die Phyllite weiter oberhalb nach Norden. Von einer „in Blöcke zer-

schiefer abzuschneiden, wie ich es auf der ganzen Linie von Collio bis Avano gesehen habe.

Im Laufe dieses Frühjahrs bot sich mir die Gelegenheit, auf einigen Exkursionen auch die Westseite der Camunischen Überschiebung zu studieren. Aber auch hier habe ich keinerlei Beobachtungen gemacht, die mich von dem Vorhandensein einer solchen Decke überzeugt hätten. Die Grenze zwischen den kristallinen Schiefern und den Sedimenten ist im ganzen ziemlich korrekt in das von Baltzer gegebene Kärtchen eingetragen; aber es findet sich auch hier das gleiche Merkmal wie drüben im Val Trompia: die Dislokationslinie durchschneidet scharf die tiefen Schluchten des Trobiolobaches und des Gratacasolo-Tobels. Baltzer sucht das Auf- und Absteigen der Grenzlinie dadurch zu erklären, dass er annimmt, die Überschiebungslinie steige gewellt gegen Süden an. Bedenkt man aber, dass der tiefste Punkt im Trobiolotal, an dem das Kristalline ansteht, ungefähr bei 750 m liegt, dass die Grenze zwischen Kristallinem und den Sedimenten von hier bis zum Dosso di Camuzzone auf etwa 1400 m geradlinig ansteigt und das nur bei einer Entfernung von etwa 2 km, dass sie ebenso rasch über Fraine zur Gratacasoloschlucht hinabsinkt und man hier noch bei etwa 700 m Glimmerschiefer findet, so wird diese Tatsache wohl schwerlich mit der Annahme einer Überschiebung vereinbar sein. Ausserdem beobachtete ich in einem frischen Aufschluss in der Nähe der Casa Ballo, dass der Glimmerschiefer, der sonst schwach NO. fällt, gerade an der Grenze gegen den W. bis SW. fallenden Sandstein ein dieses gleiches Fallen nach W. zeigt, was wohl als Schleppungserscheinung aufgefasst werden muss. Alle Beobachtungen deuten auf einen fast N-S. ver-

laufenden Bruch hin, an dem die Sedimente gegen W. abgesunken sind. Endlich sei bemerkt, dass wir durch Baltzer (2) in dieser Gegend schon mehrere Brüche kennen, sowohl im Trobiolotal wie auf der anderen Seite des Val Camonica bei S. Vigilio, die die gleiche Erscheinung, das Absinken des westlich gelegenen Gebirgsstückes, zur Folge haben.

Schlussbetrachtung.

Die Resultate, die sich aus meinen bisherigen Untersuchungen für Kenntnis des Baues der Triasberge des Val Trompia ergeben, möchte ich folgendermassen zusammenfassen:

Trotzdem in dem untersuchten Gebiete eine Anzahl von Antiklinalen und Synklinalen auftreten, ist das Gebirge durchaus nicht ein ausgesprochenes Faltengebirge etwa vom Typus des Jura. Es mangelt ihm gänzlich an Faltenzügen, die sich in der Streichrichtung auf weite Strecken verfolgen liessen; das spricht sich auch in der Orographie durch das fast vollständige Fehlen grösserer Ketten aus. Die einzelnen tektonischen Glieder zeigen vielmehr keine Beständigkeit im Streichen. Die Antiklinalen von Levrance und Vestone verschwinden schnell unter der weiten, flachen Synklinale des Hauptdolomitzuges des Corno Savallo; auch dieser reicht nur bis hinüber zur Mella; also etwa 8 km weit; die Ausdehnung der Aufwölbung von Marcheno-Lodrino, die sich im Südwesten vorlegt, beträgt noch nicht ganz 6 km. Die Südhälften der Profile I und II der Tafel II, die das Gebirge in einem Abstand von nur 4 km durchschneiden, zeigen deutlich, wie rasch die Elemente des Gebirgsbaues wechseln.

Ein weiteres Merkmal bietet sich in der Regel

losigkeit der Stärke der Faltung. Nach dem Profil Bittners und den Ausführungen Dieners nimmt diese nach dem Aussenrand des Gebirges hin ab, die innersten Wölbungen erscheinen als liegende Falten mit ausgequetschtem Mittelschenkel, während gegen Süden nur noch steile Kniefalten folgen. Von dem Vorhandensein grösserer liegender Falten habe ich mich nicht überzeugen können; vielmehr scheint die im allgemeinen flache Lagerung der Schichten im nördlichen Teil eine geringere Intensität der faltenden Kräfte anzuzeigen, als weiter im Süden, wo wir die prachtvoll aufgeschlossene Kniefalte von Levrance und die eng zusammengepresste Antiklinale von Vestone kennen lernten. Das gleiche Bild bietet sich auch im westlichen Teil; der flachen Synklinale des Mte. Inferno-Corno Savallo ist die zum Teil sehr stark gefaltete Antiklinale von Marcheno-Lodrino südlich vorgelagert. Die Stärke der Faltung wechselt auch innerhalb der einzelnen Zonen recht beträchtlich; die drei Profile (Taf. III) zeigen dies auf das deutlichste; am Südfuss des Mte. Inferno eine Folge von eng zusammengestauchten, steilen Sätteln, dagegen schon bei Marcheno weit weniger starke Wölbungen.

Die Wirkungen einer Faltung mit N—S-Axe sind meist schwach ausgeprägt; nur im mittleren Val Trompia haben wir eine deutlich hervortretende Mulde, ferner verdanken kleine ausgezeichnete Kniefalten ihre Entstehung diesem in der Richtung W—O wirkenden Druck.

Das wichtigste tektonische Element sind unzweifelhaft die Brüche, die das Gebiet zumal im nördlichen Teil durchsetzen. An den Längsbrüchen (O—W) ist jeweils die südliche Scholle gegen die nördliche abgesunken und zum Teil die nördliche in stark wechselndem Ausmass auf die südliche aufgeschoben, so dass

der von Bittner geprägte Ausdruck: „Brüche mit Überschiebungserscheinungen“ gut am Platze ist. Eine Überschiebung aber in der Ausdehnung, wie Baltzer annimmt, ist nicht vorhanden; der Aufbruch der kristallinen Schiefer in der Muffetto-Columbinekette erscheint vielmehr als eine weite Antiklinale, deren Südflügel im oberen Val Trompia an einem gewaltigen Längsbruch, der Val Trompia-Linie, eingesunken ist, wie das alle früheren Autoren schon seit langer Zeit betont haben. Die Querbrüche bewirken ein stufenartiges Einsinken nach Westen.

Fasse ich alle diese Erscheinungen zusammen, so ergibt sich für mich die Vorstellung, dass ein allgemeines Einsinken des Gebirges nach Süden hin statthatte; das Ganze wurde durch Brüche in getrennte Schollen zerlegt, die während der Senkungsvorgänge unter Mitwirkung eines von N. her kommenden Druckes sich aufwölbten, stauchten und teilweise schwach aufeinandergeschoben wurden. Dadurch erklärt sich dann leicht die Unregelmässigkeit und Ungleichheit der Stärke der Faltung in den verschiedenen Gebirgsschollen, durch welche Merkmale der tektonische Bau der untersuchten Gegend charakterisiert ist.

Eine ähnliche Tektonik scheint mir das Gebiet der Südalpen vom Lago Maggiore bis gegen Schio zu beherrschen. Ich glaube, es ist hier am Platze, wiederum darauf hinzuweisen, wie ganz andere tektonischen Verhältnisse dem Bau des nördlichen Teiles der Alpen zu Grunde liegen, und dass von einer symmetrischen Ausgestaltung der Nord- und Südzone der Alpen keine Rede sein kann, wie dies schon seit langer Zeit von Ed. Suess ausgesprochen ist.

Inhalt.

	Seite
Vorwort	5
Literaturverzeichnis	7
Orographie.	9
Stratigraphischer Abriss	11
Tektonik	
Rückblick auf die bisherigen Untersuchungen	13
Grundzüge des Gebirgsbaues	21
Einzelbeschreibung	
A. Südliches Gebirgsstück	
1. Antiklinalen von Levrance und Vestone	
a) Degnonetal	27
b) Südabhang der J Dossi und Val Tovere.	29
2. Synklinale der Inferno-Savallo-Kette	31
3. Antiklinale von Marcheno-Lodrino	32
B. Scholle des Mte. Ario	
1. Gebirgsstück östlich der Linie Ombri- ano-Valle d'Irma	36
a) Val Glera	36
b) Dossi di Valsorda	38
c) Val Bovino	40
d) Stück westlich des Bovinotales bis zur Quer- störung Ombriano-Valle d'Irma	41
2. Gebirgsstück westlich der Linie Om- briano-Valle d'Irma	44
C. Gebirgsstück von Collio	
1. Pezzadabruch und Synklinale von Collio	48
2. Südflügel der Muffettoaufwölbung, Val Trompiabruch	51
Schlussbetrachtung	56

Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Norbert Tilmann, katholischer Konfession, am 20. Oktober 1883 zu Dortmund als Sohn des Bergassessors a. D. und Bergwerksdirektors Emil Tilmann und seiner Frau Henriette, geb. Herbertz. Nach Besuch der Elementarschule trat ich Ostern 1893 in die Sexta des Städtischen Gymnasiums in Dortmund ein, das ich Ostern 1902 mit dem Zeugnis der Reife verliess.

Ich studierte das S.-S. 1902 in Bonn, im Winter 1902/3 in München, S.-S. 1903 wieder in Bonn, besuchte im Winter 1903/4 die Universität Berlin, wo ich auch als Hospitant an der Bergakademie Vorlesungen hörte, im Sommer 1904 die Universität Heidelberg und war vom W.-S. 1904/5 bis zum S.-S. 1906 in Freiburg i. Br. immatrikuliert. Im Herbst 1906 kehrte ich an die Universität Bonn zurück und bestand am 27. Februar 1907 die mündliche Doktorprüfung.

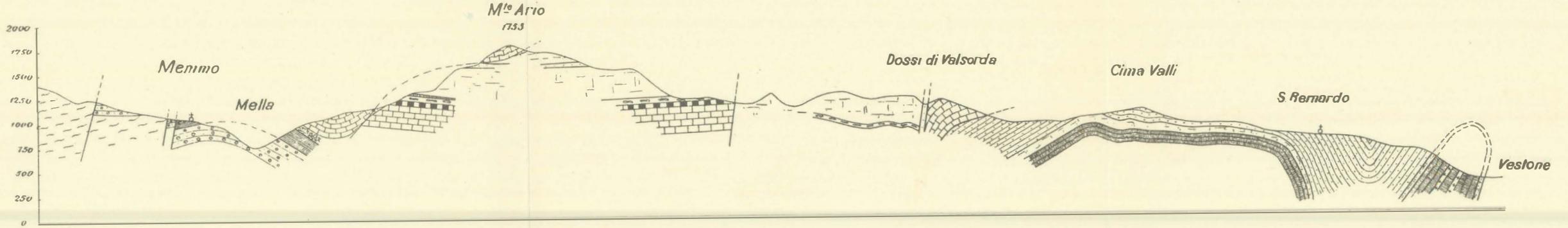
Seit dem 1. Oktober 1906 bin ich als 2. Assistent am geologisch-paläontologischen Institut der Universität Bonn angestellt.

N.

S. | NW.

Profil I

1:50000.

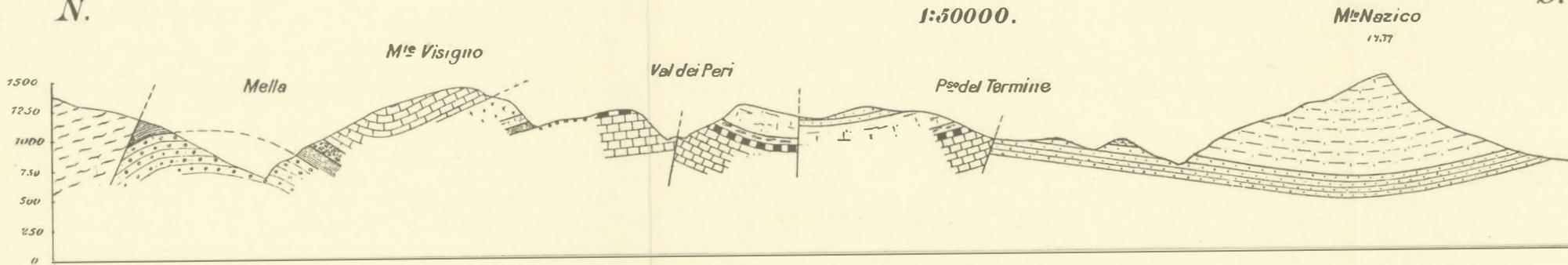


N.

Profil II

1:50000.

S.



Erklärung.

-  Schutt
-  Hauptdolomit
-  Raibler
-  Porphyrite
-  Wengener Riffkalk (u. Riffk. Plattenkalk)
-  Wengener Schiefer
-  Kieselkalk mit Protrachyc-Reitzi
-  Recoaro u. Trinodosus-Kalk
-  Oracilis-Kalk
-  Unt. Rauhwacke
-  Servino
-  Roter Sandstein
-  Kristalline-Schiefer

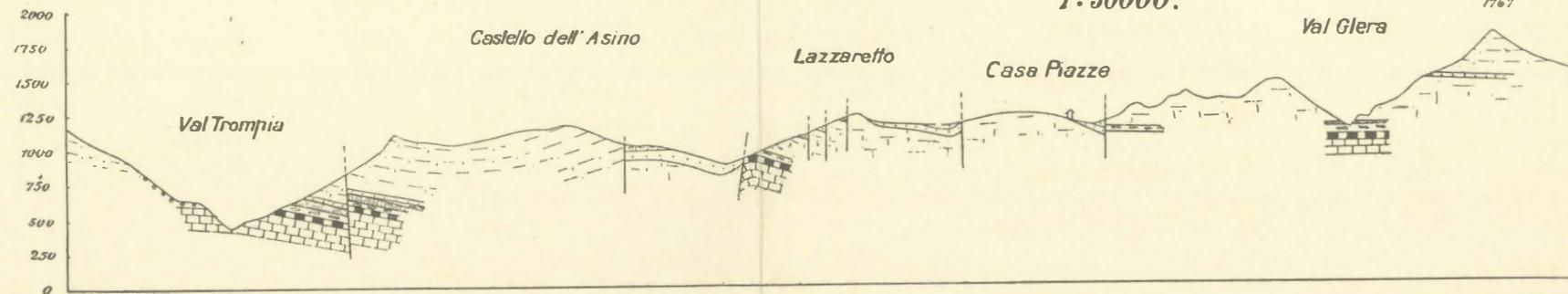
W.

O. | WSW.

Profil III

1:50000.

ONO.



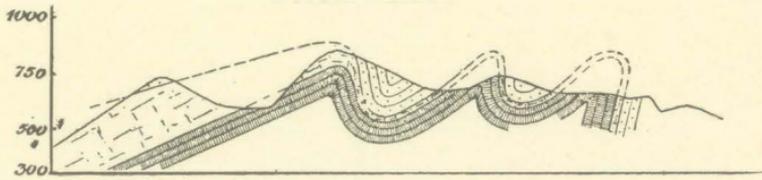
Geologische Skizze des Triasgebirges des Val Trompia nördlich Marcheno-Vestone. 1: 150000.



- | | | | |
|--|-------------------------------|--|---------------------------------------|
| | Bruchlinien | | Weniger Riffkalk u. Raibl-Plattenkalk |
| | Eruptiva | | Anisische u. Ladinische Stufe |
| | Hauptdolomit (Norische Stufe) | | Permu. Skythische Stufe |
| | Raibler (Karnische Stufe) | | Kristalline - Schiefer |

NNW.

Punta di Vestone

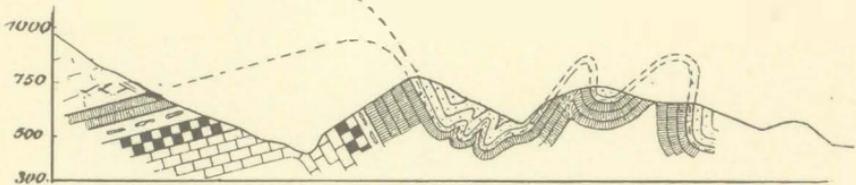


NW.

Mella

SO.

R. Dario

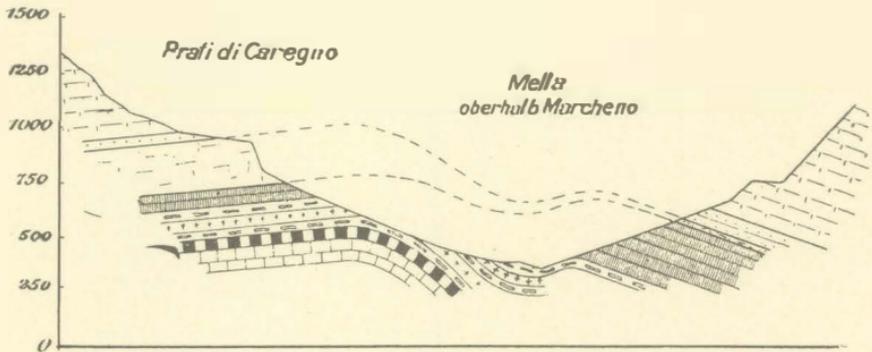


NW.

Prati di Caregno

SO.

Mella
oberhalb Marcheno



 Hauptdolomit

 Reibler

 Porphyrite

 Wengener Riffkalk
u. Rißbl. Plattenkalk

 Wengener Schiefer

 Kieselkalk mit Protrachyc. Reithi

 Recoaro u. Trimodosus-Kalk

 Gracilis-Kalk

Profile durch die Anticlinale Marcheno-Lodrino.

1 : 40000.