

einseitigem Druck ein; danach wäre ein allseitiger Druck von 4000 kg p. qcm als nötig zu vermuten. Wir haben, weil man bei den Versuchen von ADAMS nicht leicht genau den wahren allseitigen Druck und den Einfluß der äußeren Reibung abschätzen kann, einen allseitigen Druck von 2000 kg p. qcm als genügend angenommen. Es mag sein, daß die Annahme von A. HEIM, auf die wir uns hierbei stützen, nicht ganz zutrifft, und daß die größeren Zahlen von ADAMS zugrunde zu legen sind. Doch dürfte, wenn ein Granit glimmerreich ist, und eine gleitende Bewegung längs der Blättchen zustande kommt, die innere Reibung, die sich dieser Umformung entgegenstellt, kleiner sein als die bei der Kompression von Säulen. In der Natur finden wir standfeste Granitmylonite in Tiefen, die sicher nicht über 10 km betragen, und also eine allseitige Belastung von nicht über 2000 kg p. qcm bewirkt haben können.

6. Der Gebirgsbau der lombardischen Alpen.

Von Herrn H. RASSMUSS.

(Mit 4 Textfiguren.)

Vortrag vom 6. November 1912.

Literatur.

Es sind nur die auf die Tektonik bezüglichen speziellen Arbeiten hier angeführt. Die im Text in Klammern beigefügten Zahlen verweisen auf die entsprechende Nummer dieses Verzeichnisses.

1. AIRAGHI, C.: Il Giora tra il Brembo e il Serio. Atti Soc. Ital. di Sc. nat., Milano 1897.
2. DE ALESSANDRI, G.: Osservazioni geologiche sulla Creta e sull'Eocene della Lombardia. Atti Soc. Ital. di Sc. nat., Milano 1899.
3. — Il gruppo del Monte Misma. Ebenda, Bd. 42, Milano 1903.
4. — Sezioni geologiche attraverso il gruppo de Mte. Misma. Atti Soc. Ital. di Sc. nat., Bd. 43, Milano 1904.
5. BALTZER, A.: Geologie der Umgebung des Iseosees. Geol. u. Paläont. Abh., hrsg. v. KOKEN, Jena 1902.
6. BECKER, H.: Carta geologica dell'Alta Brianza 1:86400. Milano, Sacchi, 1894.
7. — Brianza. Zeitschr. f. prakt. Geol., Berlin 1895.
8. BENECKE, E. W.: Erläuterungen zu einer geologischen Karte des Grignagebirges. N. Jahrb. Min., Beil.-Bd. III, 1884.
9. v. BISTRAM, A.: Das Dolomitgebiet der Luganer Alpen. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. B., Bd. XIV, 1903.

10. BITTNER, A.: Über die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., Bd. 31, Wien 1881.
11. — Nachträge zum Berichte über die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia. Ebenda, Bd. 33, Wien 1883.
12. — Überschiebungerscheinungen in den Ostalpen. Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanst., Wien 1894.
13. BONARELLI, G.: Contribuzione alla conoscenza del Giura-Lias lombardo. Atti R. Acc. Sc. di Torino, Bd. XXX, 1894.
14. BUSSANDRI, G.: Osservazioni stratigrafiche sul Monte Barro. Atti Soc. Ital. di Sc. nat., Bd. 49, Milano 1910.
15. CACCIAMALI, G. B.: Rilievi geotectonici tra il lago d'Iseo e la Val Trompia. Comm. Ateneo di Brescia 1906.
16. — Complemento dei rilievi geotectonici usw. Ebenda 1908.
17. — Costituzione geologica del Mte. Maddalena. Ebenda 1899.
18. — Studio geologico della regione Botticino-Serle-Gavardo. Ebenda 1904.
19. — La Geologia Bresciana alla luce dei nuovi concetti orogenici. Ebenda 1911.
20. — Struttura geologica del Gruppo del Guglielmo. Ebenda 1912.
21. — Revisione della geologia Camuna. Ebenda 1912.
22. — Una frattura con sovrascorrimento in Val Camonica. Boll. Soc. Geol. Ital. 1909.
23. — Una falda di ricoprimento tra il lago d'Iseo e la Val Trompia. Ebenda 1910.
24. — La falda di ricoprimento del Mte. Guglielmo con premesso schizzo tectonico della Lombardia orientale. Ebenda 1912.
25. — Studio geologico dei dintorni Collio. Comm. Ateneo di Brescia 1903.
26. CORTI, B.: Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche sulla regione compresa fra i due rami del lago di Como e limitata a sud dai laghi della Brianza. Boll. Soc. Geol. Ital., Bd. XI, 1893.
27. COZZAGLIO: Osservazioni geologiche sulla Riviera Bresciana del lago di Garda. Boll. Soc. Geol. Ital. 1891.
28. — Ricerche sulla topografia preglaciale e neozoica del lago di Garda (tav. II). Comm. Ateneo di Brescia 1902.
29. CURIONI, G.: Geologia applicata delle provincie Lombarde. Bd. I, II. Milano 1877. Mit Karte 1:172800.
30. v. HAUER, F.: Erläuterungen zu einer geologischen Übersichtskarte der Lombardei mit kol. Karte. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. IX, Wien 1858.
31. HEIM, A.: Ein Profil am Südrand der Alpen, der Pliocänfjord der Breggiasschlucht. Geol. Nachr. 15, Naturf. Ges. Zürich, 1906.
32. MARIANI, E.: Appunti geologici sul secondario della Lombardia, occidentale. Atti Soc. It. Sc. Nat., Bd. 43, Milano 1904.
33. PARAVICINI, G.: Contribuzione alla conoscenza geologica dell'Alta Brianza. Manuskriptdruck, Milano 1899.
34. PHILIPPI, E.: Beitrag zur Kenntnis des Aufbaues der Schichtenfolge im Grignagebirge. Diese Zeitschr. 1895.
35. — Geologie der Umgegend von Lecco und des Resegonemassivs. Ebenda, Berlin 1897.
36. PORRO, C.: Le Alpi Bergamasche, carta geol. 1:100000 con note ill. Milano 1903.
37. — Note geologiche sulla Alpi bergamasche e bresciane. Rend. R. Ist. Lomb., Milano 1911.
38. RASETTI, E.: Il Monte Fenera di Valsesia. Boll. Soc. Geol. It. 1897.

39. RASSMUSS, H.: Zur Geologie der Alta Brianza. Zentralbl. Min. 1910.
40. — Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Alta Brianza. Geol.-Paläont. Abh., hrsg. v. KOKEN, X, 5, Jena 1912.
41. — Zur Geologie der Vall'Adrara. Diese Zeitschr. 1912.
42. REPOSSI, E.: Osservazioni stratigrafiche sulla Val d'Intelvi, la Val Solda e la Val Menaggio. Atti Soc. Ital. di Sc. nat., Milano 1902.
43. SALOMON, W.: Die Adamellogruppe. Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien 1908—10.
44. SCHMIDT, C. und SREINMANN, G.: Geologische Mitteilungen aus der Umgebung von Lugano. Ecol. geol. Helv., Bd. II, Lausanne 1890.
45. SCHMIDT, C.: Zur Geologie der Alta Brianza. C.-R. VI. Congr. géol. int. Zürich 1894.
46. TARAMELLI, T.: Il canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi. Bern 1880.
47. — Carta geologica della Lombardia 1:250000 con spiegaz. Milano 1890.
48. — Di alcune condizioni tettoniche della Lombardia occidentale. Boll. Soc. Geol. It. 1902.
49. — Considerazioni a proposito della teoria dello Schardt nelle regioni esotiche delle Prealpi. Rend. R. Ist. Lomb., Bd. 31, Milano 1898.
50. — I tre laghi con carta geolog. Milano 1903.
51. — Sulla tectonica del Verbano. Rend. R. Istit. Lomb., Milano 1911.
52. TILMANN, N.: Tektonische Studien im Triasgebirge des Val Trompia. Diss., Bonn 1907.
53. — Beitrag zur Stratigraphie und Tektonik der Trias des Mte. Guglielmo. Diese Zeitschr. 1909.
54. TOMMASI, A.: Alcune osservazioni stratigrafiche sui Corni di Canzo e dintorni. Rend. R. Ist. Lomb., Milano 1882.
55. TORNQVIST: Geologischer Führer durch das oberitalienische Seengebirge. Berlin 1902.
56. VARISCO, A.: Carta geologica della provincia di Bergamo con note illustr. Bergamo 1881.
57. WILCKENS, R.: Beitrag zur Tektonik des mittleren Ogljotales. Diese Zeitschr. 1911.

Die Alpengeologie wird gegenwärtig von der Theorie des einseitigen Schubes beherrscht. In kühner Konsequenz hat diese zu der großartigen Konstruktion der Überschiebungsdecken geführt, die ein gewaltiger einseitiger Schub von Süden her übereinandergetürmt haben soll. Die ostalpine Decke überlagert die lepontinischen und helvetischen Decken der Westalpen. Ein asymmetrischer Bau kennzeichnet die Faltengebirge. Die südlichen Kalkalpen, deren Bewegung nach Süd gerichtet ist, werden daher von EDUARD SUESS¹⁾ von den Alpen abgeschieden und mit den dinarischen Ketten zu den Dinariden zusammengefaßt, die sich nach Osten in den Tauriden nach Asien fortsetzen. Während die Alpiden, im Rahmen der präpermischen Gebirge posthum gefaltet, sich durch ihre Be-

¹⁾ Das Antlitz der Erde.

wegungsrichtung von dem asiatischen Bau der Altaiden unterscheiden, behalten die Dinariden das kennzeichnende Merkmal der asiatischen Grenzbögen in der Bewegung nach Süden bei. Erkennt E. SUESS damit den Südalpen eine gewisse Gleichstellung mit den Nordalpen zu und versucht die Einseitigkeit des Baues der Gebirge durch die scharfe und vollständige Trennung dieser beiden Gebirgstteile aufrecht zu erhalten, so versuchen neuere Arbeiten von TILMANN (52,53) und R. WILCKENS (57) wiederum, auf ältere Ansichten von SUESS zurückgreifend, die südlichen Kalkalpen nur als ein Absenkungsgebiet der Alpen zur Poebene und Adria anzusehen und intensivere nach Süd gerichtete tangentielle Kräfte zu leugnen.

Ich habe am Ende meiner Arbeit über die südöstliche Alta Brianza (40) den Gebirgsbau der lombardischen Alpen kurz zu schildern versucht; weitere Untersuchungen, die ich in den Bergamasker und Brescianer Alpen ausführte, sowie neue wichtige Arbeiten des hochverdienten Brescianer Geologen G. B. CACCIAMALI erlauben jetzt ein vollständigeres Bild zu geben.

Die Grenze der Dinariden gegen die Alpen wird nach E. SUESS durch jene „Narbe“ bezeichnet, die in mehr als 400 km Länge von Ivrea im Westen bis zum Bachergebirge im Osten sich verfolgen läßt. Ihr entspricht eine Intrusivzone granodioritischer Gesteine und ein Gürtel tiefgreifender Dislokationen.¹⁾ Die Grenzlinie verläuft von Ivrea längs des Amphibolitzuges zum Lago Maggiore nach Bellinzona, quer hinüber zum Comer-See, folgt dem Veltlin bis Stazzone, der Tonale-Linie bis Dimaro, wo sie sich mit der Judicarien-Linie vereinigt und biegt dann über Meran und Bruneck in den Gailbruch ein. Das also nach Süden abgetrennte Gebiet zerfällt durch eine weitere Grenze, die der Richtung und Lage des Garda-Sees entspricht, in die lombardischen Alpen im Westen, die Venezianer Alpen im Osten, die sich durch verschiedene Sedimentausbildung schon vom Perm an unterscheiden. Ebenso ist der Gebirgsbau verschieden.

Die lombardisch-judicarischn Alpen zwischen Lago Maggiore im Westen und Garda-See—Sarca—oberes Etschtal im Osten bilden insgesamt einen gegen Südsüdost deutlich konvexen Bogen, dessen äußerste Wölbung etwa

¹⁾ SUESS: III 1, S. 422; SALOMON: Über Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen granitisch-körnigen Massen. TSCHERMACKS Mineral. petrogr. Mitteil. 1897. SALOMON: Die Adamellogruppe, Wien 1908—10.

bei Brescia liegt (vgl. Carte geolog. internat. de l'Europe 1:1,5 Mill. Bl. 31 und Fig. 4). Die Bogenform ist der natürliche Ausdruck des tangentialen Gebirgsdruckes, wobei wir mit SUESS die Kraft im Zentrum, den Schub von innen nach außen, also hier von Nord nach Süd annehmen müssen. Das Zurückweichen des Bogens im Osten und Westen mag mit einer Hemmung durch die starren Porphyrlatten von Bozen und Lugano zusammenhängen.

Der Gebirgsbogen der lombardischen Alpen zeigt sich selbst wieder aus einer Anzahl kleinerer Bögen girlandenförmig zusammengesetzt, wie die Betrachtung einer geologischen Übersichtskarte (TARAMELLI: Carta geologica della Lombardia 1:250 000) lehrt (vgl. auch Fig. 4). Wie der asiatische Bau im großen in eine Scharung und Kettung nach außen konvexer Faltenbögen zerfällt¹⁾, so zergliedert sich der lombardische Bogen im kleinen in eine Reihe von Teilbögen. Der ungleichen Intensität des von der Innenseite wirkenden Gebirgsdruckes, der unmöglich — schon wegen der ungleichförmigen Zusammensetzung der Erdrinde — sich in einem ganzen Erdringe zu gleicher Stärke entfalten kann, entspricht das Vor- und Zurückschreiten der Faltenwelle, dem Auf- und Abschwingen der Faltenachse in der vertikalen Komponente vergleichbar. Wir unterscheiden die Bögen Val Margorabbia—Varese—Mendrisio; Mendrisio—Como—Canzo. Diesem liegt im Süden der Bogen Mte. Barro—Erve vor. Es folgt die prächtige Girlande des Albeuza—Erve—Caprino—Almenno, dann ein mehr gradliniger Verlauf bis zur Val Cavallina. Der Iseo-See wird von dem Iseo-Bogen umkränzt (41). Von dort schwingt sich ein weiter Bogen zum Garda-See.

Einzelne dieser Faltenbögen zeigen sich randlich in eine Reihe schräg zur Gesamtrichtung streichender Wellen zerlegt, eine Erscheinung, die HAYDEN²⁾ an der Front Range als „folds en échelon“, E. SUESS³⁾ als Kulissenfalten“ bezeichnet hat. V. STAFF⁴⁾ und KRONECKER haben eine solche Einbiegung des Schichtstreichens vom Tornagotal am Ostende des Albenzagewölbes beschrieben. Wahre Musterbeispiele dieser Zergliederung des Alpenrandes konnte ich am Iseo-Bogen beobachten (41). Während das Innere des Bogens im Westen des Iseo-Sees einen verhältnismäßig ruhigen

¹⁾ SUESS: Bd. I.

²⁾ Atlas of Colorado.

³⁾ Antlitz der Erde III, 2, S. 438 ff.

⁴⁾ V. STAFF: Über Kulissenfalten. N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. XXX,

Bau zeigt, bäumen sich zum Alpenrande immer neue, schief streichende Sekundärgewölbe auf, die, vom Vorland von Süden aus gesehen, wie echte Kulissen hintereinander sich aufbauen (vgl. Karte, diese Zeitschr. 1912, S. 339.) Vor das Mismagewölbe tritt nach der Einbiegung von Grone (Mulde von S. Antonio) das Bronzone-Gewölbe, vor dieses nach der Mulde von Viadanica das Predoregewölbe, das sich durch die Canzano-Einbiegung in zwei Kulissen zweiter Ordnung teilt. Nach der Einbiegung des Schichtstrichens, die jetzt vom See von Sarnico, dem westlichen Zweige des Iseo-Sees erfüllt ist, dringt das Gewölbe des Mte. Alto von neuem in die Ebene vor. Dann biegt der Iseo-Bogen zur Val Trompia zurück.

Die Zersplitterung des Faltenbogens in seitliche Kulissen findet nur in einer tangentialen, von innen nach außen, d. h. hier von Nord nach Süd, wirkenden Kraft ihre Erklärung, wie v. STAFF¹⁾ gezeigt hat. AMPFERER²⁾ hat dargetan, daß bei nicht kreisförmigem Umriß einer vorwärts bewegten Scholle das Streichen der Falten schräg zum Schollenrande gerichtet ist, da die Falten sich senkrecht zu den Kraftstrahlen, den Verbindungslinien mit dem Schwerpunkt dieser Scholle, anordnen. Faßt man den nach Süd vordringenden Faltenbogen als eine einheitlich bewegte Scholle auf, so wird man zum Verständnis der schief streichenden Randfalten auch diese Erklärung heranziehen können.

Weist die äussere Form des Gebirgsbaues der lombardischen Alpen, der nach Süden konvexe Bogen mit seinen Girlanden und Kulissen, auf einen von Norden drängenden tangentialen Schub hin, so wird diese Anschauung durch das Studium der Struktur vollauf bestätigt. Der lombardische Bogen ist durch eine fortlaufende Reihe nach außen, also ungefähr nach Süden gerichteter Überschiebungen gekennzeichnet. Könnte die Form der Architektonik auch der eines Zerrungsgebirges, hervorgerufen durch einen Zug von Süden, ähneln, so wird diese Annahme durch die Struktur scharf widerlegt. Bei einer Zerrung müßte man Anzeichen von Ausdehnung im Schichtenbau erwarten, hier findet man die Beweise stärkster Zusammenpressung, wie den Schuppenbau von Canzo oder die Verknetungen in der Ravellamulde (40). Diese Tatsachen schließen auch die Entstehung durch „ein allgemeines Einsinken des Gebirges nach Süden“ (52) aus.

¹⁾ a. a. O.

²⁾ AMPFERER: Über das Bewegungsbild von Faltengebirgen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., 56, Wien 1906, S. 574, ein Hinweis, den ich Herrn v. STAFF verdanke.

Eine kurze Schilderung des Schichtenbaues möge zur Erläuterung dienen. Die südlichen Kalkalpen beginnen an der Val Sesia in Gestalt einzelner Kalkschollen. Die flach lagernde Trias-Liasscholle des Mte. Fenera ist die wichtigste (38). Zwischen Lago Maggiore und Lago di Lugano, wo die Kalkzone noch auf einen schmalen Streifen beschränkt ist, und der permische Quarzporphyr große Flächen einnimmt, finden sich nur durch Verwerfungen zerlegte Schollen, zwischen denen das Grundgebirge noch öfters hervortritt. In dem Liasgebiet zwischen Luganer- und Comer-See haben uns REPOSSIS Untersuchungen (42) bisher nur aufrechten Faltenbau und Ost—West streichende Verwerfungen kennen gelehrt.

Je weiter wir von Westen nach Osten vorschreiten, je breiteren Raum die Südalpen gewinnen, um so freier können sich die tektonischen Kräfte entfalten, um so mehr treten die Verwerfungsbrüche zurück, die im Westen in der schmalen Absenkungszone am Bruchrande der krystallinen Alpen gegen die Poebene, natürlich die Hauptrolle spielen müssen. Am Comer-See, in der Alta Brianza, tritt der tangentielle, von Norden kommende Gebirgsdruck zum erstenmal in größerer Intensität in Erscheinung. Von Como bis Canzo verläuft eine Überschiebung von Lias auf Kreide, die C. SCHMIDT (45) beschrieben hat. Den östlichen Teil dieser Überschiebung konnte ich genauer untersuchen (40). Auf flacher Überschiebungsfäche lagert der Mittel- und Unterlias auf flyschartiger jüngerer Kreide, die ein vortreffliches Schmiermittel abgegeben hat. Im Liegenden dieser Hauptüberschiebung findet eine vierfache enge Schuppung von Kreide und Jura statt. Ich habe die Intensität des Gebirgsdruckes mit der „Sonnenwendphase“ FRECHS¹⁾ verglichen. Nach Osten, wo eine mächtige Riffbildung des oberrhätischen Korallenkalkes einsetzt und dem Gebirgsdruck ein Hindernis entgegengestellt hat, hört die Überschiebung auf; wir finden nur im Südschenkel der Ravellamulde eine innige Verknetung und Verquetschung der Schichten. Der Riffkalk selbst ist zu einem nach Süd überstürzten Spezialgewölbe, das an ähnlich gebauten Falten in den Nordalpen erinnert, zusammengestaut (Fig. 1). Dafür treten hier in einer südlicheren Zone Überschiebungen auf. Am Prasanto, wo die Schichten in prächtige Falten gelegt sind, ist zwischen zwei nach Süden überliegenden Gewölben ein dritter Antiklinalkern eingezwängt, die Mulden dazwischen sind ausgequetscht und

¹⁾ F. FRECH: Über den Gebirgsbau der Alpen. Petermanns Mitteil. 1908.

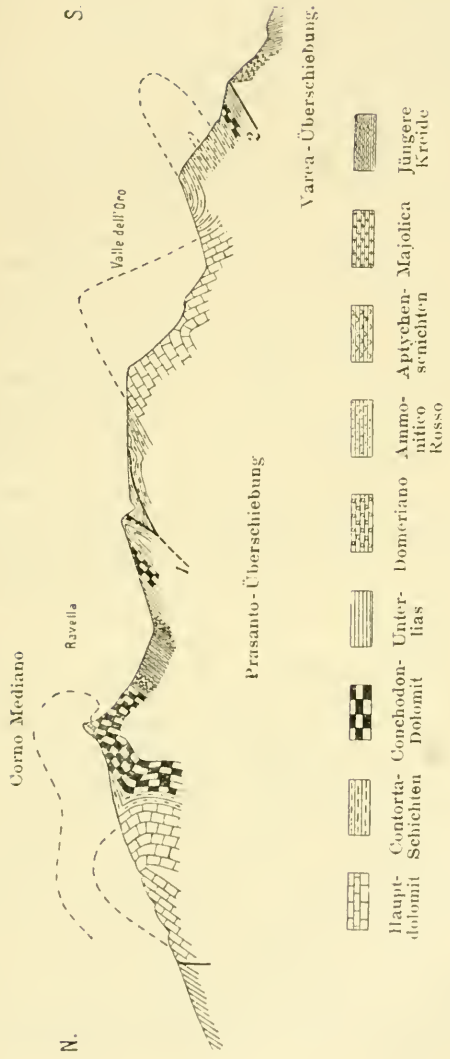


Fig. 1.
 Querprofil durch die südöstliche Alta Brianza. 1 : 50000.

durch Überschiebungen ersetzt. Noch weiter südlich, in der Randzone an der Val Varea, ist unterster Lias auf Tithon überschoben, rechts und links an Querverwerfungen abgebrochen, einem plötzlichen Überbranden der Faltenwelle entsprechend. Diese richtet sich dann noch einmal auf, um sich im Mte. Barro noch stärker nach Süden zu überschlagen. Auf einer schrägen Fläche, die die Schichten diskordant abschneidet, ist der Hauptdolomit auf die jüngeren Schichten bis zum Mittellias aufgeschoben. Im Osten treten diese wieder unter dem Hauptdolomit hervor, am andern Ufer des Lecco-Sees sind sie zuerst noch überkippt, um nach der Biegung von Erve im Albenza wieder in ein normales Gewölbe überzugehen. Dafür hat sich der tektonische Druck in der nächstnördlichen Zone ausgelöst — es scheint hier das Gesetz zu gelten, daß die Überschiebungen in den verschiedenen Zonen einander ablösen —, die die unmittelbare Fortsetzung der Ravellaüberschiebungszone bildet. Die Hauptdolomitscholle des Resegone östlich Lecco ist auf oberes Rhät überschoben, wie PHILIPPI (35) nachgewiesen hat. Auf die Resegone-Coltignonescholle türmt sich im Norden die Muschelkalk-Esinokalkscholle der Grigna meridionale, auf diese längs einer dritten Überschiebung der Muschelkalk und Esinokalk der Grigna settentrionale (34). Entsprechend dem Gesteinscharakter der starren Kalkmassen treten hier nicht Faltenüberschiebungen wie in der Alta Brianza, sondern dachziegelförmige Schollenüberschiebungen auf.

Die Überschiebungslinie, die von Como über Canzo bis zum Resegone zu verfolgen war, geht nach Osten in die von PHILIPPI (35) beschriebene Diagonalverschiebung von Morterone über, um am Mte. Aralalta ganz auszuklingen. Die Grignaüberschiebungen laufen nach Osten in die Verwerfung Valtorta-Averara aus (36). Hier hat die Stauung schon im Norden eingesetzt, wo permische Ablagerungen und krystalline — vielleicht paläozoische (43) — Schiefer den Bereich der Südalpen von neuem erweitern. Die krystallinen Schiefer des Vetlin sind an einer Überschiebung, deren flaches Einfallen PORROS Karte (36) deutlich zeigt, kilometerweit auf die permischen Sedimente im Süden überschoben. Der südlich gelegene beherrschende Gipfel der orobischen Alpen, der Pizzo dei tre Signori, ist gleichfalls durch eine Überschiebung gekennzeichnet. Nach Osten macht die Überschiebung der krystallinen Schiefer, die sich zuerst teilt, später einem nach Süd überkippten Faltenbau Platz. Ihr mechanisches Äquivalent ist in der außerordentlich verwickelten, wohl noch nicht klar

erkannten Tektonik der Presolana im Süden zu suchen, die PORRO durch Überschiebungen aus Süden erklärt (36).

Das sich im Osten anschließende Gebiet der oberen Val Camonica hat CACCIAMALI vor kurzem in einer zusammenfassenden Arbeit (21) behandelt. Die krystallinen Schiefer der Zone von Edolo sind nach den Untersuchungen PORROS (37) auf Perm und untere Trias im Süden überschoben. Die Überschiebung geht im Westen aus einer überkippten Falte am Mte. Bognaviso hervor und läuft nach Osten in den Gallinerabruch SALOMONS (43) aus. Sie wird im Norden am Palone di Torsolazzo von zwei weiteren aus verquetschten Falten entstandenen Störungen begleitet, an denen Sericitschiefer und karbonische Konglomerate auftreten. Im Süden von Malonno schließt sich eine vierte nach NW einfallende Störung an. Die Edoloschiefer fallen stets nach NW zur Tonallinie ein, was auf „struttura imbricata“ (Schuppenstruktur) zurückzuführen ist. CACCIAMALI kommt zu dem Schlusse: „Questa tectonica a zolle embricate in senso S—N, ossia a ripetute sovrapposizioni od accavallamenti di serie in senso N—S, non si spiega se non ammettendo tante fratture immergenti a nord con altrettanti sovrascorrimenti di masse da nord a sud.“

Die eigenartig dreieckige Gestalt des krystallinen Gewölbes von Cedegolo hängt wohl mit der Intrusion des Adamello-ethmolithen zusammen und kann man vielleicht eine Fortsetzung des Tonalitkernes darunter annehmen (21). Die Lage des Adamello gerade im Zentrum des lombardisch-judikarischen Bogens (vgl. Carte geol. intern.) führt unwillkürlich zu der Vermutung¹⁾, daß ihm eine gewisse Bedeutung bei der Gebirgsbildung zuzuschreiben sei, besonders da er erst in junger Zeit emporgedrungen ist, wie SALOMONS Untersuchungen nachgewiesen haben. Sind wirklich die alpinen Zentralmassive, deren jugendliches Alter zu beweisen zahlreiche Forscher an der Arbeit sind, nur passiv heraufgetragene²⁾ Stücke der Erdrinde?

Im Süden des Adamello dringen die krystallinen Schiefer am weitesten nach Süden vor, einem Gebiet stärkster Emporhebung entsprechend, dessen Zentrum der Adamello bildet. Die Aufwölbung der von pflanzenführendem Perm bedeckten Quarzphyllite des Mte. Muffetto wird im Süden durch die Val Trompia-Linie SUESS' begrenzt. Diese stellt einen meist senkrechten oder steil nach Nord geneigten Bruch dar, zu

¹⁾ die auch BALTZER (5) ausspricht.

²⁾ SUESS: III, 2.

dem Querbrüche hinzutreten (52). Im Osten, in der Gegend von Collio, ist die Tektonik noch nicht geklärt. Die Karte CACCIAMALIS (52) läßt nicht sicher erkennen, ob hier Querbrüche den Verlauf der Grenzlinie beeinflussen, die ungefähr den Isohypsen folgt, oder ob diese in eine Überschiebung übergeht.¹⁾

Die camunische Triassynkline, die sich zwischen das Westende des Cedegolo- und Muffetogewölbes einschiebt und im Osten an das Adamellomassiv grenzt — vertikale Bewegungen herrschen in dessen Umgebung vor —, wird durch die von WILCKENS (57) erkannte steile Verwerfung Niardo—Val Dezzo

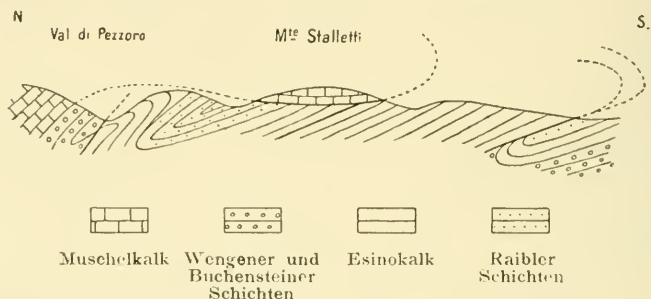


Fig. 2.

Profil durch die Guglielmo-Gruppe (nach CACCIAMALI). 1 : 50000.

zerschnitten. Im Süden folgt ein weniger bedeutender, nach Nord geneigter Bruch, der von Breno nach Westen zu der Val Dezzo verläuft, nach Osten dem Pillobruch SALOMONS entspricht (21).

In den Brescianer Kalkalpen, im Süden der Muffettoaufwölbung, ist eine wichtige langgedehnte Überschiebungslinie von CACCIAMALI erkannt worden. Sie verläuft von Pilzone am Iseo-See über die Punta d'Oro, den Mte. Redondone, Mte. Guglielmo, Castel dell'Asino zum Mte. Ario südlich der Val Trompia. Sie geht aus einer nach Süd überliegenden Falte hervor, deren Mittelschenkel ausgequetscht ist. An der Punta d'Oro ist Lias und Jura auf Kreide überschoben und zum Teil durch die Erosion des Rio Parlo von der — ca. 1 km entfernten — Wurzel gänzlich losgetrennt (15, 23). Nach NO treten, da die hangenden Schichten von der Erosion entfernt

¹⁾ Ich war durch ungünstiges Wetter und Zeitmangel verhindert, genauere Begehungen dort auszuführen.

sind, ältere Schichten des überschobenen Antiklinalkerns an den Überschiebungsrand: Hauptdolomit überlagert am Mte. Redondone und Mte. Valmala den unter der Kreide auftauchenden Lias (23). In der Mte. Guglielmo-Gruppe (vgl. Profil Fig. 2), von der CACCIAMALI (20) soeben eine Spezialkarte im Maßstab 1 : 25 000 veröffentlicht hat¹⁾, setzt sich diese Überschiebung in immer älteren Schichten fort. Am Mte. Nistola überlagert Esinokalk den Hauptdolomit des Mte. Lividino. Östlich dringt im Mte. Pergua eine breite Zunge von Esinoriffkalk bis an das Mellatal vor. In geringem Abstände folgt im Norden eine

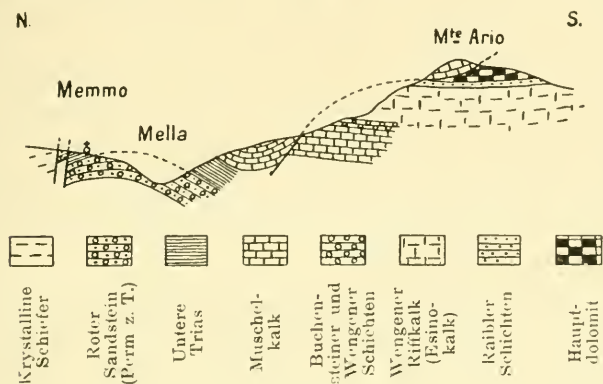


Fig. 3.

Profil durch den Mte. Ario (nach TILMANN). ca. 1 : 66600.

zweite Überschiebung, die nach CACCIAMALI (20) mit 17° nach Norden einfällt. Der Muschelkalk des Mte. Stalletti, auf den sich Wengen-Buchensteiner Schichten und der Esinokalk des Guglielmo-Gipfel legt, ist auf den Esinokalk des Mte. Nistola überschoben. (Fig. 2). Durch die Erosion der Mella weit zurückgeschnitten, setzt sich die Überschiebung wahrscheinlich in der Muschelkalkklippe, die dem Hauptdolomit des Castello dell'Asino auflagert, am östlichen Ufer der Mella fort (20, S. 12, Anm. 1) und geht dann in die von TILMANN (52) beschriebene Überschiebung des Mte. Ario über (Profil Fig. 3).

BITTNER hatte aus seinen Untersuchungen im Val Trompia-Gebiet (10, 11) auf eine aus dem Zentrum des Gebirges gegen

¹⁾ TILMANN hatte im Jahre 1909 in dieser Zeitschrift (53) den Gebirgsbau des Guglielmo als durch Absenkungsbrüche gekennzeichnet dargestellt.

den Rand hin wirkende Kraft und einen „in gewissem Sinne symmetrischen Bau der Ostalpen“ geschlossen. TILMANN stellt das Gebiet als hauptsächlich von Längs- und Querverwerfungen zerbrochen dar, denen sich im Süden die beiden Antiklinen von Levrance und Vestone anschließen. Der Verlauf der Mte. Ario-Linie auch im Westen dieses Berges auf TILMANN'S Karte (52, Taf. I) beweist deutlich, wie flach diese Störung nach Norden einfällt. TILMANN will, wie früher SUESS, den Gebirgsbau durch Absenkung nach Süden erklären, im Gegensatz auch zu der Annahme einer Hebung des krystallinen Kernes des Muffetto (53, S. 216). Das Vorland der lombardischen Alpen, das Kreideflysch- und Tertiärhügelland im Süden ist aber gar nicht eingesunken, sondern nur weniger gehoben als die Kalkalpen: die Sedimente des Vorlandes lagen ja vorher unter dem Meerespiegel. Selbst das Pliocän ist am Rande der lombardischen Alpen noch auf 400—500 m gehoben worden und beweist — wie die pliocänen Terrassen im Innern (40, 41) —, daß die Hebung so lange anhielt. Senkungsvorgänge treten erst in den Venezianer Alpen auf.

Der Bau der Bergamasker Voralpen gehorcht demselben Gesetz, zeigt dieselben Merkmale eines Schubes von Norden. Sind in den nördlichen italienischen Kalkalpen mit ihren starren triadischen Kalkmassen die Bewegungen mehr in Schollenverschiebungen vor sich gegangen, so finden dieselben tektonischen Kräfte im südlichen Gebiet plastischerer, meist jurassischer Schichten in überkippten Falten, gesteigert zu Faltenverwerfungen und Überschiebungen, ihren Ausdruck. Am Mte. Canto Alto, der die Fortsetzung des Albenzagewölbes nach Osten bildet, findet nach liebenswürdiger schriftlicher Mitteilung meines Freundes Herrn KRONECKER¹⁾ eine Wiederholung der mesozoischen Schichtserie durch Überschiebung statt. Die Gruppe des Mte. Misma zwischen Serio- und Cheriotal setzt sich nach DE ALESSANDRI (4) aus einer Reihe nach Süd überschlagener Falten zusammen, bei denen durch Ausquetschung des Mittelschenkels (4, S. 111) Faltenverwerfungen und Überschiebungen entstehen. Der Mte. Misma selbst ist durch eine eigenartige überschobene Liasscholle auf seinem Gipfel ausgezeichnet, die an eine ähnliche Lagerung am Mte. Barrogipfel erinnert. Im Osten des Cheriotal (Val Cavallina) dringt der Isco-Bogen nach Süden vor, dessen Zergliederung in seitliche Kulissen ich oben beschrieben habe. In dem

¹⁾ der eben mit der Kartierung dieses Gebietes beschäftigt ist.

Winkel zwischen Misma-Gewölbe und Iseo-Bogen wird die Brachyantikline von Zandobbio aufgestaut. Das Bronzone-Mte. Gronegewölbe ist nach Süden überschlagen (41). Die eigentümliche, durch einen Bruch bedingte, viereckige Form des überkippten Predorgewölbes, das gerade am Rande der Kalkalpen — der ja einer Flexur entspricht — gelegen ist, scheint mir auf vertikale Kräfte hinzuweisen, die den Gewölbescheitel auseinanderzerrten.

Der Iseo-See — bzw. sein N—S gerichteter Teil ohne den See von Sarnico —, in dem ich eine Querstörung annehmen muß (41), trennt die westliche in Kulissen zerteilte Hälfte des Iseo-Bogens von der östlichen, in der der Faltenbogen in die oben beschriebene Überschiebung Punta d'Oro-Mte. Redondone übergeht. Die Brescianer Voralpen zeigen weitere Überschiebungen (Mte. Maddalena, 18).

Bei Brescia biegt der Bogen der lombardischen Alpen nach Nordosten zurück. Der Gebirgsbau behält den gleichen Charakter. Der Garda-See wird am westlichen Ufer von einer gewaltigen Überschiebung von Hauptdolomit bis auf Kreide begleitet, die COZZAGLIO schon 1891 beschrieben hat (27). Ihr folgen parallele Überschiebungen im Westen (27, 28, Taf. II). Die Überschiebung des Mte. Baldo am Ostufer des Garda-Sees — mit dem der Übergang zu dem erst später dem Meere entstiegene Veroneser Tafelland¹⁾ beginnt — und der ähnliche Gebirgsbau der judikarischen Alpen (10), der durch die breit davorliegende Bozener Porphyryplatte in seiner Entfaltung gehemmt ist, fallen nicht mehr in das zu betrachtende Gebiet der eigentlichen lombardischen Alpen.

Einige Worte über das Alter der Gebirgsbildung mögen meine Schilderung schließen. Als die Theorie des einseitigen Schubes die Herrschaft gewann, und der symmetrische Bau der Ostalpen zertrümmert wurde, suchte man die nach Süd gerichtete Bewegung der Südalpen, als durch das Einsinken der Poebene bedingt, als das Resultat einer pliocänen Rückfaltung anzusprechen. Ja TERMIER²⁾ sah in den Dinariden den *traineau écraseur*, der den eigentlichen Mechanismus des Nordschubes vollbracht und dann beim „elastischen Rückstoß“ nach Süden überkippt war. Die Südbewegung der Südalpen sollte also jünger als die nordalpine Deckenbewegung sein.

¹⁾ Vgl. K. BODEN: Die geologischen Verhältnisse der Veroneser Alpen zwischen der Etsch und dem Tale von Negrar. Beitr. z. Geol. und Paläont. Österreich-Ungarns und des Orients. Wien, 1908.

²⁾ La Synthèse des Alpes.

Ich habe an anderer Stelle (40, S. 126) nachzuweisen versucht, daß die Hauptaufrichtung der lombardischen Alpen in die oberste Kreide zu versetzen sei. Dies geht einerseits aus den santonianen (2) Geröllablagerungen des Vorlandes — im Gebirge selbst fehlen diese oder zeitliche Äquivalente vollständig —, die bereits triadische Gerölle enthalten, andererseits aus der diskordanten Anlagerung der santonianen und jüngeren Ketten hervor, die auch durch den ruhigen

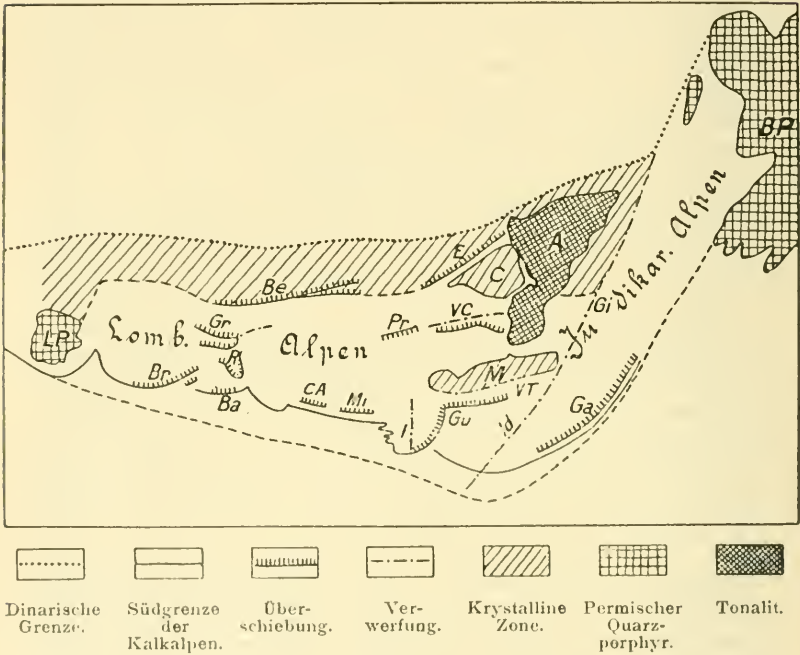


Fig. 4.

Schematische Skizze zur Tektonik der lombardischen Alpen.

- | | |
|--|---|
| <p>A Adamello.
 <i>LP</i> Luganer Quarzporphyr.
 <i>BP</i> Bozener Quarzporphyr.
 <i>C</i> Cedezolo-Aufwölbung.
 <i>M</i> Muffetto-Aufwölbung.
 <i>Br</i> Brianza-Überschiebungen.
 <i>Gr</i> Grigna-Überschiebungen.
 <i>Be</i> Bergamasker-Überschiebungen.
 <i>R</i> Resegone-Überschiebung.
 <i>Ba</i> Barro-Überschiebung.
 <i>CA</i> Canto Alto-Überschiebung.
 <i>Mi</i> Misma-Überschiebung.</p> | <p><i>Gu</i> Pta d'Oro-Guglielmo-Ario-Überschiebung.
 <i>Ga</i> Garda-See-Überschiebung.
 <i>Pr</i> Presolana-Überschiebung.
 <i>E</i> Überschiebung der krystallinen Schiefer von Edolo.
 <i>I</i> Iseo-Bogen.
 <i>VC</i> Val Camonica-Bruch.
 <i>VT</i> Val Trompia-Linie.
 <i>Gi</i> Giudicarien-Linie.
 <i>Id</i> Idro-Linie.</p> |
|--|---|

Bau von den Kalkalpen deutlich abweichen. Ich habe drei Phasen der Faltung unterschieden, in denen, von Erosionsperioden unterbrochen, stets neue Ketten dem Hauptgebirgskörper angegliedert wurden.

Die Schweizer Molasse, die älter als die helvetischen Decken sein soll¹⁾, enthält zahlreiche südalpine Gerölle, die nicht von der Klippendecke abgeleitet werden können²⁾ — ebensowenig wie die exotischen Blöcke des Flysch, die vielleicht bis in das Obersenon herabreichen³⁾ — sondern das Vorhandensein eines südalpines Gebirges — wahrscheinlich schon im Obersenon — voraussetzen. Dieses muß also auch aus diesem Grunde älter als die nordalpines Deckenbewegungen sein.

7. Nachträgliche Bemerkungen zu meiner Kritik der LACHMANNschen Ekzemtheorie.

VON HERRN E. HARBORT.

Berlin, November 1913.

Herr LACHMANN⁴⁾ hatte in seinen letzten Ausführungen in unserer Kontroverse auf meine wiederholte Anfrage an ihn, welches denn die physikalisch-chemischen Kräfte der von ihm behaupteten autoplasten Salzbewegungen wären, geantwortet: „Im übrigen kann ich heute noch nicht Herrn HARBORT zufriedenstellen, wenn er dargelegt haben will, mit welchem physikalischen Namen die Salzauftriebskräfte abgestempelt werden müssen. Nach Kraftgröße und Ablauf scheint mir manches in die Gruppe der osmotischen Kräfte zu weisen, über die ja allerdings selbst unter den Physikern keine gemeinsame Vorstellung existiert. Wie weit sich hier die

¹⁾ ARN. HEIM: Die Brandung der Alpen am Nagelluhgebirge. Vierteljahrschrift d. Naturf.-Ges., Zürich 1906.

²⁾ ARN. HEIM: Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch, mit einigen Bemerkungen über die subalpine Nagelluh. Ecl. geol. Bd. IX, 1907.

³⁾ ARN. HEIM a. a. O. S. 422.

⁴⁾ R. LACHMANN: ERICH HARBORT im Streit gegen die Ekzeme. Diese Zeitschr. 1911, Monatsber. S. 491.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [65](#)

Autor(en)/Author(s): Rasmuss Hans

Artikel/Article: [6. Der Gebirgsbau der lombardischen Alpen. 86-101](#)