Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 9 (1906-1907)

Heft: 4

Artikel: Ueber die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizeralpen

Autor: Schmidt, C.

Kapitel: III: Bau der Schweizeralpen im Süden und im Norden des Rheines und der Rhone

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-156603

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

masse kann sich weit nach Osten erstreckt haben, Dent Blanchedecke und Silvrettadecke können einst zusammengehangen haben. Das Eintreten der Val Ferretmulde östlich von Visp in das autochthone Ueberfaltungssystem des Simplon bedeutet einerseits wieder ein südliches Zurückweichen der penninischen Alpen, die bei Sitten am weitesten nordwärts vorgedrungen sind, anderseits eine Auffaltung und eine Ueberschiebung nach Norden der tiefstliegenden Elemente der Zone des Piemont. Die carbonische Axialzone der Westalpen erscheint nicht mehr in den centralen Alpen, an deren Stelle tritt das Gotthardmassiv. Beim Versinken des Gotthardmassivs gegen Osten dringen die Bündnerschiefer von Mittelbünden, die dort das Hangende der noch zur « Zone von Piemont » gehörenden Adulamasse bilden, wieder nordwärts vor, die Narbe des Rheintales, aus der einst der Gewölbeschenkel der Glarner Deckfalte emporgestiegen ist, überdeckend. Von Süden her schiebt sich über die Bündnerschiefer ganz analog wie im mittleren Wallis das System der ostalpinen und der dinaridischen Deckschollen.

Wir sehen, in zwei Kardinalfragen gipfelt sich heute das Problem der Mechanik der Schweizeralpen :

Was liegt begraben in der Narbenzone des Rhonetales und des Rheintales, was hat einst sich aufgebaut über den Höhen des Gotthard, des Finsteraarhorns und des Mont Blanc ?

III. Bau der Schweizeralpen im Süden und im Norden des Rheines und der Rhone.

Die in ihren Hauptzügen nun abgeschlossen vorliegenden Resultate unserer Detailuntersuchung der Simplonberge, führten mich ebenso wie A. Stella dazu, einen Ueberblick über das ganze Gebiet der Walliser- und Tessineralpen zu gewinnen. Wir fanden, dass die Alpen im Norden und im Süden von Rhein und Rhone genetisch innig mit einander verbunden sind. Auf einige wesentliche Punkte hinsichtlich der modernen Anschauungen über den Bau der Schweizeralpen möchte ich hier vorläufig hinweisen.

Die sogenannte Umprägung der geotektonischen Auffassung unserer Alpen, die auf die Arbeiten von M. Bertrand, Lugeon, Schardt, Rothpletz, Termier und andere zurück-

zuführen ist, besteht darin, dass die Auflagerung stratigraphisch älterer Gebirgsteile — zonenweise in grosser Auffassung — auf solchen von jugendlicherem Alter immer mehr registriert und teils neu beobachtet, teils konstruiert wird. Unter der Aegide von A. Heim hatte man sich daran gewöhnt, die tatsächlich vorliegenden, grossartigen Lagerungsstörungen zu erklären durch Annahme eines gewaltigen, aus einem Guss entstandenen Faltenwurfes der Erdrinde. Der Faltentypus sollte durchweg die Tektonik unserer Alpen bedingen, derart, dass man durch Ergänzung der erodierten und durch Konstruktion von in der Erdtiefe verborgenen Verbindungsstücken ohne Unterbruch dem Faden der Ariadne hätte nachgehen können. Die komplizierten Lagerungsverhältnisse erschienen uns menschlich verständlich.

Es war leicht möglich in Gedanken die alpinen Falten wieder auszuglätten, der relative tangentiale Zusammenschub in den Alpen sollte $^1/_2$ betragen. Gegen die herrschende Anschauung, die Lagerungsstörungen in den Alpen vorzugsweise auf einheitliche, weitausgreifende Faltungen eines konkordanten Schichtsystems zurückzuführen, wurden mannigfache Einwendungen erhoben. In erster Linie zeigte es sich, dass im Gebiet der sog. « Zentralmassive » auf der Nordseite der Alpen und im « Seegebirge » am Südrand des Gebirges die Bedeutung der hier sich zeigenden variszischen Faltung und die dadurch bedingte Diskordanz zwischen Paläozoikum und Mesozoikum für die Tektonik nicht ausser Acht gelassen werden darf[1]. Im allgemeinen aber können wir wohl zugeben, dass die Faltentheorie in jenem Widerstreit der Meinungen, der die schönen Epitheta « Faltendichter, Spaltendichter und Transgressionsdichter » hat werden sehen, mit Recht die Oberhand behalten hat. In zwei wesentlichen Punkten aber ist durch extreme Verfolgung des Schrumpfungs- und Faltungsprinzipes eine objektive Prüfung aller Erkenntnistatsachen getrübt worden.

Seit Elie de Beaumont wissen wir, dass die Natur eines Gebirges durch die Gesteinsverbände am Gebirgsrand bedingt wird. Wie liegt die subalpine Molasse am Alpenkörper, wie erklärt sich das Auftreten ihrer exotischen Gerölle, das sind Cardinalfragen.

B. Studer gibt im Jahre 1853 im zweiten Band seiner *Geologie der Schweiz* auf Seite 387 und 388 drei Skizzen,

[1] C. Schmidt, Zur Geologie der Schweizeralpen. Basel, 1889.

welche die « successive Gestaltung des nördlichen Alpenrandes » veranschaulichen sollen. Wie A. HEIM sich die Beziehung von Molasse zu Flysch denkt, ersehen wir aus den vielen Profildarstellungen, die er seit 1871 bis 1905 gezeichnet hat [1]. Im Jahre 1893 zeichnete K. BURCKHARDT, ein Schüler HEIM's, auf Tafel VIII der *Beiträge zur geol. Karte der Schweiz*, Lief. II. N. F., Figuren welche den Vorgang der Alpenfaltung am Nordrande erläutern. Fig. 9 und 10 auf Tafel XVI des *Mechanismus der Gebirgsbildung* von A. HEIM müssen neben die genannten Figuren von C. BURCKHARDT gehalten werden. Die durchdringende Ueberzeugungskraft, die Wort und Bild der Arbeiten A. HEIM's innewohnt, liess uns das vielgestaltige Gebäude der Alpen sehen und begreifen im Sinne des *Mechanismus der Gebirgsbildung*. Eine einheitliche Platte konkordant übereinander liegender Gebilde vom ältesten, krystallinen Schiefer bis zum jüngsten Tertiär sollte durch Tangentialschub während des einheitlichen Prozesses der alpinen Hauptfaltung emporgestaut worden sein. Eozäner Flysch und miozäne Molasse mussten konkordant liegen am Nordrand der Alpen.

Die Zusammensetzung der bunten Nagelfluh am Nordrande der Alpen, die Art, wie dieselbe an die alpinen Ketten angrenzt, die sogenannten exotischen Blöcke im Flysch, etc., das waren Erscheinungen, die seit MURCHISON's und vor allem B. STUDER's Zeiten darauf hinwiesen, dass die Analogie mit dem zusammen geschobenen Tischtuch allein, auch bei Annahme der latenten Plastizität der Gesteine, die Entstehung der Alpen nicht ganz verständlich mache. Noch eindringlichere Sprache begannen dann seit etwa 15 Jahren die Mythen bei Schwyz, die Berge bei Iberg, Buochser- und Stanserhorn, die Giswiler Stöcke zu reden. Es erwiesen sich dieselben als exotische, wurzellose Massen. Im Jahre 1893 postulierte H. SCHARDT als Erster stratigraphisch den exotischen Charakter, tektonisch die Wurzellosigkeit der Voralpen der Westschweiz vom Thunersee bis zur Arve. Die Klippenfrage musste aufhören « ein Problem für sich » zu sein. Die Frage nach der Bedeutung der Zusammensetzung der bunten Nagelfluh und der exotischen Blöcke im Flysch steht in engstem Zusammenhang mit derjenigen nach der Natur der als Deckschollen gedeuteten Klippenmassen. Nicht

[1] Vergl. *Verhandl. d. Schweiz. Nat. Ges.*, 1872, und *Beiträge zur geol. Karte der Schweiz*. Lief. XVI, N. F. (Theoret. Profil, Tafel I, gez. von ARNOLD HEIM.)

grosse Ströme sind es, die vor der Aufwölbung des heutigen Gebirges die Gerölle der Riginagelfluh aus Südtyrol hergeführt haben. Schon damals, als J. Früh auf Grund durchaus unzulänglicher Untersuchungen [1] dieser Theorie Geltung zu verschaffen suchte, wussten wir, dass bei Iberg und an den Mythen, in nächster Nähe vom Rossberg und Rigi jene Gesteine zu finden sind, die aus Südtyrol kommen sollten [2]. Wir wissen heute, dass das Auftreten exotischer Gerölle im Miozän und im Eozän der Nordalpen nur erklärt werden kann im Hinblick auf das Phänomen der aus den zentralen und südlichen Teilen der Alpen nordwärts vordringenden Ueberschiebungsdecken. Es liegt in dieser Auffassung durchaus keine Uebereilung, wie Arnold Heim meint. Dass das Problem noch lange nicht gelöst ist, wissen wir wohl. Vor allem ist zu betonen, dass nicht nur im Miozän und im Flysch exotische Breccien und Gerölle sich finden. Ich erinnere an die Chablais- und Hornfluhbreccie, die ja lange für Eozän gehalten worden ist, ferner weise ich besonders darauf hin, dass im Dogger der Pléyadeszone bei Bulle, im Collovien des Steinberg am Stanserhorn Granit- und Porphyrgerölle sich finden, die mit denjenigen der bunten Nagelfluh identisch sind.

Die Erkenntnis des Gebirgsbaues der Schweizeralpen, zu der uns die Untersuchungen bis zu Beginn des neuen Jahrhunderts geführt hatten, zeigte das Gebiet der nördlichen Abdachung der Schweizeralpen aus zwei tektonisch und faziell verschiedenartig beschaffenen Elementen bestehend: 1. An die altkrystallinen Gesteine der zentralen Teile der Alpen reihen sich nordwärts erst die hochalpinen Ketten mit mitteleuropäischer Facies der Sedimente; die Falten sind hier autochton, südwärts sind die mesozoischen Schichten über den sog. Zentralmassiven z. T. erodiert, nordwärts tauchen sie unter die Molasse der Mittelschweiz; in ihrer ganzen Ausdehnung sind sie gefaltet, in grösster Intensität — aber wir verfolgen im Gebirge alle die weitausholenden Windungen der Schichten, für fehlende Verbindungsstücke findet die Theorie anscheinend leicht die Ergänzung. Die Faltungsenergie wird da, wo das Aarmassiv ostwärts versinkt, ausgeglichen durch die Glarnerdoppelfalte. 2. Ueber dieses

[1] Vergl. auch A. Baltzer, Zur Herkunft der bernischen Nagelfluh. *Mitteil. der Nat.-Ges. Bern*, 1891. S. 108.

[2] Vergl. J. Früh, *Denkschrift der Schweiz. Nat.-Ges.*, 1887. — Ferner Arnold Heim, *Eclog. geol. Helv.* IX, Nr. 3, 1907, und A. Tornquist, *Sitzungsbericht der königl. preuss. Akad. d. W.* 20. Juni 1907.

normalhelvetische Faltengebirge lagern sich da und dort die exotischen Klippen, wurzellos von unbekannter Herkunft. Die Schroffen der Mythen starren uns entgegen gleich einer Sphinx. Man suchte eifrigst nach den Wurzeln der Deckschollen.

Man erkannte, dass die Klippenmassen selbst nicht einheitlich sind; im Jahre 1895 unterschied M. LUGEON in den « Préalpes romandes »: 1. Zone bordure; 2. Préalpes médianes; 3. Brêche du Chablais et de Hornfluh; 4. Zone intérieure de contact.

Mit dieser dualistischen Charakterisierung der alpinen Elemente: exotisch einerseits, helvetisch andrerseits, war tatsächlich die Möglichkeit untergraben, die Tektonik der Alpen so schematisch einfach zu deuten, wie das in den ältern Gesamtprofilen durch die Schweizeralpen geschehen war. Die Frage drängte sich gebieterisch in den Vordergrund: Wie verhalten sich die Klippengebiete zu den autochthonen Falten der Sedimente helvetischer Facies? Die Art der Lagerung der Klippen auf dem helvetischen Sockel ist in keiner Weise präjudizierend für die Richtung ihrer Ueberschiebung, somit für ihre Herkunft. Die Frage, ob die exotischen Deckgebirgsmassen in der Mittelschweiz und in den Freiburger-Chablaisalpen von Norden oder Süden her importiert worden seien, konnte nur auf weiten Umwegen gelöst werden und zwar mussten in erster Linie Untersuchungen über gesetzmässige Faciesübergänge der gesamten mesozoischen Sedimente im autochthonen und in exotischen Gebieten in den Vordergrund gestellt werden.

Im autochthonen, helvetischen Gebirge der Nordalpen blieb noch immer in suspenso die Deutung der Lagerungsverhältnisse im Kanton Glarus. A. HEIM hatte gegenüber VACEK und ROTHPLETZ hinsichtlich richtiger Erkenntnis der Beobachtungstatsachen unbedingt gesiegt: Die alttertiären Schiefer unterteufen als einheitliche Masse den hochliegenden Verrucano — der Lochseitenkalk ist keine Gangbildung, sondern tatsächlich verquetschter Malm. Trotz der überzeugungsfestesten Versicherungen konnte die Theorie der Glarnerdoppelfalte mit ihrem nach Norden und nach Süden gerichteten Doppelschube nur so lange zu Recht bestehen, bis eine neue bessere Erklärung gefunden war. — M. BERTRAND und H. GOLLIEZ, dann aber vor allem M. LUGEON konnten nun

zeigen, dass im Bauplan der helvetischen Faciesgebiete durchweg nach Norden gerichtete Ueberschiebungen mit bedeutendem Ausmass der Fortbewegung der Massen, zugleich mit Zerreissung der Verbindungsglieder angenommen werden müssen, sodass auch hier weit aus ihrem Bildungsraume hinausgetragene, ortsfremde Deckschollen oder Teildecken als wesentliche Bestandteile des heutigen Gebirges erscheinen. So hat im Jahre 1901 M. Lugeon die Lagerungsstörungen im Glarnerlande, in den Churfirsten und im Säntis als ein einheitliches ganzes erkannt und durch eine einzige grosse nach Norden gerichtete « Nappe de charriage » erklärt. Albert und Arnold Heim haben ihm in der Folge beigestimmt. Das überschobene Eocän des Kanton Glarus verfolgt man durch die ganzen helvetischen Kalkalpen bis zur Gemmi ; ceteris paribus müssen somit analoge Deckfalten durch den ganzen Nordabfall der Alpen sich erstrecken und gleichen Bau zeigen Diablerets, Dents de Morcles und Dents du Midi.

Wenn nun so das helvetische Sockelgebirge durchweg weitausgreifende Ueberfaltung nach Norden zeigt, so müssen auch die darauf liegenden Klippen einem Schub nach Norden ihr Dasein verdanken. Mit dieser Erkenntnis erschien der Dualismus, den die Elemente des Gebirges, als helvetische einerseits, als exotische andrerseits aufzuweisen schienen, eliminiert. Wir sehen, der Betrag des einseitigen Lateralschubes potenziert sich vom liegenden helvetischen zum hangenden exotischen Gebirge, ferner vom Rande resp. von der Höhe des Aarmassivs gegen den Alpenrand hin. Die heimatfernsten Massen, die am weitesten von Süden her importiert sind, liegen am höchsten. So weit aber aus den vorhandenen Resten der Decken geschlossen werden kann, ist anzunehmen, dass jede einzelne Schubmasse auf der ganzen Linie von Nordosten nach Südwesten nicht überall gleichweit nach Norden vorgedrungen ist. (Taf. 12.) Wo an der Nordabdachung der Alpen die Schuppen aufeinanderliegen, muss jeweilen eine höhere Schuppe von der tiefern getrennt sein, durch eine Lage der jüngsten an den Ueberschiebungen mit sich beteiligenden Formation, nämlich durch Eocän. Man hat sich daran gewöhnt jeder Schubmasse, jeder Decke, die so auf Eocän aufruht und wieder von Eocän bedeckt ist, eine ihr eigentümliche Facies ihrer mesozoischen Sedimente zuzurechnen. Was heute ganz nahe übereinanderliegt, das stammt aus in horizontaler Richtung einst weit auseinander gelegenen Bildungsräumen. Die Sedimente, die zu den verschiedenen helvetischen Decken gehören, differieren weniger

unter sich, als gegenüber den exotischen Decken und ihrerseits zeigen die exotischen Decken unter einander grössere Faciesdifferenzen, als solche den einzelnen helvetischen Decken eigentümlich sind.

Während M. LUGEON schreibt: « Les faits tectoniques surtout ont fait ma conviction, tant leur valeur est supérieure à celle des arguments stratigraphiques [1]», findet G. STEINMANN [2] die Lösung des Problems gerade umgekehrt darin, dass er die tektonische Selbständigkeit der Decken nach Faciesdifferenzen bestimmt. Wir sind heute dazu gelangt, in den exotischen Gebieten am Nordabfall der Schweizeralpen vier differente Decken annehmen zu müssen, die bei vollständiger Entwicklung, je durch Eocän getrennt, aufeinander liegen :

1. Ostalpine Decke.
2. Brecciendecke.
3. Klippendecke — STEINMANN (Préalpes médianes — SCHARDT).
4. « Zone des Cols » und « Zone externe » (Freiburgerdecke — STEINMANN).

Die höchstliegende, ostalpine Decke, die mediterrane Trias enthält, zeigt den grössten Betrag der Ueberschiebung; sie ist am weitesten von Süden her eingewandert — die tiefstliegende Decke hat ihre Wurzel am wenigsten weit im Süden, die Facies ihrer Sedimente kommt am nächsten derjenigen der helvetischen Gebiete.

Bezüglich des Mechanismus der Deckenbildung komme ich zu der Auffassung, dass im wesentlichen die Erscheinung beruht in einem in Falten sich auslösenden Tangentialschub, der in maximalster Intensität sich geltend macht. « Le charriage a suivi et non précédé le plissement initial ; il en est l'exagération — schreibt KILIAN. Dass derartig dislozierte Schichtmassen nachträglich wiederum von einem neuen Faltungsakt ergriffen werden können, ist selbstverständlich. Ein Moment erscheint mir von besonderer Bedeutung bei der Entstehung der Deckfalten zu sein: Die Bewegung fand statt im Sinne einer bereits vorgebildeten Neigung der Oberfläche der Erdkruste; immer rücken die Schollen vor gegen ein

[1] Vergl. *Bull. soc. géol.* 1902. S. 727. — W. KILIAN nennt diese Worte mit Recht : « quelque peu paradoxales », *Compte rendu, Vienne, Congr. géol.* S. 464.

[2] Vergl. *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i./Br.* Sept. 1905.

niedrigeres Vorland, sie setzen sich hinein in vorgebildete Depressionen.

A. HEIM hat eine vorzügliche, viel zu wenig berücksichtigte Terminologie für liegende Faltensysteme gegeben. Ist unsere Anschauung über die mechanische Natur der Deckschollen = nappes de charriage richtig, so müssen wir in denselben die Formelemente des Systems liegender Falten wiederfinden in den verschiedensten Stadien ihrer mechanischen Umbildung. Die stratigraphisch ältern Gebirgsteile müssen als Gewölbekerne aufliegen den stratigraphisch jüngern Schichten der Muldenkerne. Tatsächlich sind in den Dislokationstypen des helvetischen Gebietes die Elemente liegender Falten noch am ehesten erkennbar, es sind Ueberfaltungsdecken, während die viel weiter transportierten exotischen Massen die stärkste Abweichung vom normalen Faltentypus zeigen : es sind Deckschollen.

In Figur 1 und 2 der Tafel 12 vergleiche ich die Elemente von hintereinanderliegenden, geneigten Falten schematisch mit denjenigen einer Ueberfaltungsdecke von dem Typus, wie sie zwischen Rheintal und Säntis entwickelt ist. In liegenden Faltensystemen ist nach A. HEIM am stärksten verändert, resp. ausgewalzt der Mittelschenkel ; der Gewölbekern kann direkt auf den Muldenkern zu liegen kommen. In der Ueberdeckungsfalte kommen zwei weitere Erscheinungen dazu : 1. Gegen den in eine vorgebildete Depression hinein sich schiebenden Gewölbekern drängt die Gesteinsmasse ; die Gewölbebiegung wird gestaut, sie zerlegt sich in Teilfalten, Bifurkationen, an denen sich wesentlich nur die Schichten des Gewölbeschenkels oder Gewölbebiegung beteiligen. Die Kräuselung der Gewölbebiegung ist der Ueberfaltungsdecke eigentümlich. 2. Da wo gegen den zum gestreckten Gewölbeschenkel aufsteigenden Muldenschenkel eine neue Falte herangedrängt, werden die Schichten ausgepresst, der Gewölbeschenkel wird zerrissen ; die zwischen den beiden Falten liegende Mulde wird in die Tiefe zurückgedrängt und bei gleichzeitiger Ausquetschung des Mittelschenkels der hintern Falte kommen die Gewölbekerne beider Falten aufeinander zu liegen. Verzerrung des Verbindungsstückes zwischen Muldenschenkel (MS) und Gewölbeschenkel (GS) ist weiterhin der Ueberfaltungsdecke eigentümlich.

Da wo aus einer Antiklinalen eine Decke sich entwickelt, bleibt erhalten die Muldenumbiegung (MB) ; Mitttelschenkel

(Mis) wird ausgequetscht und der Gewölbeschenkel wird über dem zurückbleibenden Gewölbekern nach vorwärts abgeschürft und dadurch die Gewölbebiegung verdickt und gekreuselt. Die Verbindung von Muldenschenkel (MS) und Gewölbeschenkel (GS) ist zerrissen. Die zwischen zwei sich vorschiebenden Antiklinalen liegende Synklinale wird zusammengepresst und in die Tiefe zurückgedrängt. Dadurch entsteht eine *Narbe*, die überdeckt wird durch den Gewölbekern der von rückwärts herandrängenden Falte. Die Wurzeln der « Decke », d. h. der auf dem Muldenkern in glatter Ueberschiebungsfläche aufliegenden Gewölbekern und Gewölbeschenkel, ist demnach eine eng zusammengepresste in der Narbe versenkte Synklinale. Solche Wurzeln liegen verborgen in den grossen alpinen Längstälern, im Rheintal und im Rhonetal!

Die Figuren 3, 4 und 5 der Tafel 12 sollen möglichst klar und übersichtlich, schematisch den Gebirgsbau der Schweizeralpen im Osten, in der Mitte und im Westen veranschaulichen. Ich muss darauf verzichten, dieselben hier in allen Punkten zu erläutern. Es sollen diese Profile auch nur die Basis zur Kritik und Berichtigung geben, sie mögen aber weiterhin zeigen, wie die Ueberfaltungstheorie die Bezeichnung einer « berechtigten Arbeitshypothese » tatsächlich verdient.

I. *Profil durch die östlichen Schweizeralpen.* (Tafel 12 Figur 3.) Zwischen Vorderrhein und Bodensee ist es die Glarnerdeckfalte (G), die den Gebirgsbau beherrscht. Es überspannt dieselbe das Ostende des zur Tiefe versenkten Aarmassivs. Nachdem seit 1901 M. Lugeon, Arnold Heim, Albert Heim und J. Oberholzer [1] neue Profile gezeichnet haben, habe ich hier zur Erläuterung meiner Darstellung nur auf zwei Punkte aufmerksam zu machen. Während am Säntis und am Walensee alle ältern Beobachtungen des genauesten nachgeprüft und kritisiert werden, sind alle die genannten Darstellungen der Glarnerdeckfalte unrichtig in der Wurzelregion und zwar in doppelter Beziehung: 1. Trotzdem A. Rothpletz schon im Jahre 1898 gezeigt hat, dass am Flimserstein die Schichtserie normal liegt und nicht verkehrt, dass Drusbergschichten für Dogger angesehen worden sind, soll dennoch nach den letzten Darstellungen von Lugeon, Albert und Arnold Heim die Platte des Flimsersteins entsprechen dem aufsteigenden Mittelschenkel der

[1] Vergl. *Geogr. Lexikon d. Schweiz,* Bd. IV, S. 400 und 482.

Glarnerdeckfalte[1]. Der Flimserstein ist ein Teil des südwärts am höchsten aufgestiegenen Muldenschenkels, die Muldenbiegung liegt nicht nordwärts unter den Schichten des Flimsersteins, sondern südwärts über denselben begraben in der Rheintalnarbe. 2. Nach den vorliegenden Profilen sollen die Bündnerschiefer am Südufer des Vorderrheins normal über dem Dogger von Bonaduz liegen und, als oberer Jura nordwärts in Hochgebirgskalk übergehend, zum Gewölbeschenkel der Glarnerdeckfalte gehören. Auch gegen diese Auffassung opponiert mit Recht A. Rothpletz schon lange und auch ich habe auf deren Haltlosigkeit hingewiesen[2]. Der Dogger und die Birmensdorferschichten von Bonaduz und Val Surda gehören zu dem in der Rhonetalnarbe steckenden, den Verrucano von Truns überlagernden, verquetschten Gewölbeschenkel der Glarnerdeckfalte; längs einer Ueberschiebungsfläche überdecken ihn die Bündnerschiefer des Domleschg.

Eine der schwierigsten und bedeutungsvollsten Fragen bezüglich der Tektonik der Schweizeralpen ist das Problem der Bündnerschiefer im Prättigau. Wenn es auch gelungen zu sein scheint durch Konstatierung von Orbitulinenkalken [3] in denselben, sie als einen Flysch der Untern Kreide stratigraphisch zu bestimmen, so herrscht doch noch vollständige Unklarheit darüber, in welcher Beziehung diese Schiefer stehen zu dem Kreideflysch des Falkniss, zu dem Eocän von Vaduz[4]. Die Umdeutungen, die M. Lugeon an den Profilen von Th. Lorenz vorgenommen hat, dürften kaum zu Recht bestehen. Noch immer unaufgeklärt ist die Beziehung der Schiefer des Prättigau zu den bei Ilanz einsetzenden Liasgesteinen des Piz Aul. Die Kalkphyllite der Viamala sind identisch mit den sogenannten Tristelbreccien im Prättigau bei Kublis[5]. Ich habe ebenfalls Foraminiferen-Reste in denselben gefunden.

[1] Vergl. auch A. Rothpletz. *Geolog. Alpenforschungen*. Bd. II, 1905, S. VIII.

[2] Vergl. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*, Lief. XXV, Anhang, S. 67.

[3] Ueber die Wurzelregion der Glarnerdeckfalte und deren Beziehung zum geologischen Bau des nordöstlichen Graubündens, gedenke ich demnächst eingehendere Mitteilungen zu machen.

[4] Vergl. C. Schmidt. Ueber das Alter der Bündnerschiefer im nordöstlichen Graubünden. *Ber. oberrhein. geolog. Ver. Freiburg i./Br.* 1902.

[5] Vollständig stratigraphisch und tektonisch zu trennen sind die Prättigauschiefer vom Eocän bei Ragaz, trotzdem vereinigt C. Diener beide noch im Jahre 1903 auf seiner « Uebersichtskarte der Strukturlinien der Ostalpen ».

Die Struktur des Plessurgebirges hat H. Hœk untersucht. Fig. 3 der Taf. 12 zeigt, wie ich mir die Beziehung des Plessurgebirges zum Bündnerschiefervorland denke und welche Bedeutung der von G. Steinmann als « Aufbruchzone » bezeichneten Region zukommen soll. Von Nord nach Süd reihen sich im ausgeglätteten Schichtsystem die Faciesentwicklungen aneinander : Helvetische Facies, Klippenfacies mit Kreideflysch des Prättigau, Breccienfacies, Jurassische Bündnerschiefer, Ostalpine Facies. Im Rheintal liegt die Klippenfacies in der Rheintalnarbe verborgen, sie sticht hervor in der Südschuppe des Fläscherberges und als kümmerlicher Rest der Decke, ausgequetscht aus der Narbe, liegt in der Toggenburgermulde der Grabserberg[1]. — Unter dem Kreideflysch des Hochwang und des Stätzerhorns in der Tiefe soll Jura liegen, jener Jura, der als sog. Pretschkalk im Gürgaletsch die Schiefer des Vorlandes überlagert und die Gesteine der « Brecciendecke » trägt. Auf der äusserst kompliziert zusammengesetzten Breccienzone liegt ostalpine Trias in umgekehrter Schichtfolge, einem Mittelschenkel entsprechend und darüber folgt der Gneiss des Parpaner Rothorns. — Im Prättigau bei St. Antönien befinden wir uns inmitten der begrasten, sanft abgerundeten Berge, bestehend aus dem Kreideflysch des Vorlandes. Ueber den Schiefern liegt Thiton der Klippendecke, entsprechend dem Pretschkalk des Gürgaletsch, darüber Breccienfacies, Ostalpine Trias und die Krystallinen Schiefer der Madrisa, die zur Silvrettamasse gehören[2]. — Die über jüngern Sedimenten liegenden Gneisse des Madrisa stehen gegen Osten und Süden in ununterbrochenem Zusammenhang mit der ausgedehnten Masse altkristalliner Gesteine, die von der Silvretta bis zum Piz Kesch sich ausdehnt. Unter diese Gneisse tauchen die Kalke am Nordabhang des Plessurgebirges, auf ihnen liegen diejenigen des Ducan und dann südlich des Engadin die vielgegliederte Kalkmasse der Ofenerberge bis zum Piz Umbrail am Stilfserjoch und Piz Lat ob Martinsbruck. Bei Landeck durchqueren die Silvrettagneisse das Inntal und ohne Unterbruch setzen sie sich fort in die Oetztalmasse, die gegen Südwesten unter die Kalkgebirge der Ortler-, das heisst Piz Lat-, Piz Umbrail-Masse untertaucht. Silvretta und Oetzmasse stellen sich als eine tektonische Einheit dar. Im Val d'Uina, im Scarltal ist die Decke von Triasgesteinen durchsägt, die basalen Gneisse

[1] Arn. Heim. *Eclog. géol. Helv*, Bd. IX, Nr. 3. 1907.
[2] Vergl. W. v. Seydlitz. *Ber. Nat. Ges. Freiburg i./Br.* 1906.

treten darunter zutage und wiederum erscheinen dieselben in schmalem Streifen am Südufer des Inn im Unterengadin zwischen Nauders und Guarda, wo sie mit den Gneissen des Piz Linard sich verbinden.

Da wo so in schmalem Zuge zusammengequetscht die Silvrettagneisse unter das triadische Deckgebirge der Piz Lischanamasse südwärts untertauchen, tritt unter ihnen hervor das Bündnerschiefergebiet des Unterengadin. Die an Einlagerungen basischer Eruptivgesteine reichen Bündnerschiefer des Unterengadin gehören nach ihrem Alter zum Jura und zur untern Kreide, sie sind identisch mit den Schiefern, die Prättigau und Schanfigg erfüllen. In elliptischer Masse von 55 Kilometer Länge und 25 Kilometer maximaler Breite treten dieselben zutage zwischen Guarda im Südwesten und Prutz im Nordosten. Im Mutler und Piz Mondin erheben sie sich über 3000 Meter und gegen Nordwesten tauchen sie unter die Gneisse der Silvretta, um, wie wir heute annehmen, sich unterirdisch zu verbinden mit den Schiefern des Prättigau. Gleichwie die Gneisse der Dent Blanche im Wallis steigen auch die Silvrettagneisse nicht da wo sie heute liegen aus der Tiefe empor, sondern sie ruhen auf einer Unterlage von Bündnerschiefern.

Wir haben gesehen, wie die zentrale Gneisszone der Alpen im Westen gegen Süden begrenzt wird durch die Amphibolitzone von Ivrea und wir haben dieselbe verfolgt bis Chiavenna. Zwischen Sondrio im Veltlin und dem Albulapass liegen die gewaltigen Massive der Disgrazia, des Bernina, des Julier, die gegen Norden scharf abschneiden an einem Muldenzug von Schichten des Lias, der von Bormio bis Bergün sich erstreckt. Die oberengadiner Massive bestehen aus Amphiboliten, Dioriten und Graniten; sie sind nichts anderes, als das nordöstliche Ende der Zone von Ivrea, die gegen Südosten bis zum Adamello sich fortsetzt und an der « Judikarienlinie » abstösst. Bemerkenswert ist der Nordrand dieser Granitberge an der Albula. An die Granitmasse des Piz Giumels lehnen sich nordwärts, die Senke des Albulapasses erfüllend, Schichten des Lias und der Trias, die im allgemeinen gegen Süden einfallen. Unter dem Granit des Piz Giumels durchfuhr nun, zirka 1 Kilometer südwärts der oberflächlichen Grenze von Trias und Liasschiefern gegen den Granit, der Albulatunnel eine Scholle von Kalkschiefern, die 750 Meter tief unter dem Granit begraben liegt. Wir ziehen daraus den Schluss, dass das Ostende der Zone von Ivrea mit seinem Nordrande über die ihm vorgelagerten

Sedimente hinübergeschoben ist, ähnlich wie die Gneisse des Simplon über die Schiefer der Bedrettomulde. Diese Ueberschiebung, deren Betrag wir hier nicht zu erkennen vermögen, entspricht der Deckscholle der Dent Blanche.

Im östlichen Graubünden sehen wir somit liegende Falten zu gewaltigen Ueberschiebungsdecken potenziert :

1. Der dinaridische Sedimentmantel lagert auf den Gneissen des Veltlins, in ihn dringt der Tonalit des Adamello ein. Die Grundgebirgsbasis der Dinariden, die in der lombardischen Sedimentzone sich fortsetzen, sind die veltliner und oberengadiner Granitmassive und Gneisse. Ein Sedimentkeil in diesem Grundgebirge durchzieht das Veltlin. Ein Vordringen nach Norden ist durch die Ueberschiebung des Albulagranites angedeutet.

2. Die ostalpine Trias des Orltergebietes bildet die Wurzel der « Ostalpinen Decke », deren Stirnmassen vom Vorarlberg bis zu den Splügener Kalkbergen sich erstrecken.

3. Unter der ostalpinen Decke liegt die Brecciendecke, stark verquetscht, die « Aufbruchzone » bildend[1].

4. Falknis-Gürgaletsch bilden mit dem Kreideflysch des Prättigau die Klippendecke, von deren Stirnmasse noch ein Rest bei Wildhaus erhalten ist[2].

5. Unter der in der Rheintalnarbe versenkten Klippendecke steigt die Glarnerdeckfalte, als helvetische Decke empor.

Mit den Sedimenten der Decken ist jeweilen auch das krystalline Grundgebirge bewegt worden, als Gewölbekern, von Ort zu Ort jedoch in verschieden starkem Betrage. Dieses Mitbewegen des Grundgebirges ist da am intensivsten, wo keine variszische Faltung stattgefunden hat, wie wir am Simplon gesehen haben. Wie E. Suess betont, hat nicht nur jede einzelne Decke durch eine Reihe von Formationen ihre selbständige Facies, sondern bei jeder derselben ist die ursprüngliche Auflagerung der sedimentären Serie auf eine bestimmte krystalline Unterlage kennbar. So bildet der Albulagranit für die werdende dinaridische, oder wohl besser « südalpine », Decke[3]; Silvrettagneiss für die ostal-

[1] Nach G. Steinmann wäre ausser der Brecciendecke noch eine durch Ophiolithe und Radiolarite charakterisierte « Rhätische Decke » vorhanden.

[2] E. Süess vereinigt die Brecciendecke, die rhätische Decke und die Klippendecke zur lepontinischen Decke.

[3] Die Beziehung von ostalpiner zu dinaridischer resp. südalpiner Decke ist noch klarzulegen. Im westlichen Graubünden scheint die erstere allmählig von der zweiten abgelöst zu werden.

pine; die Granitstöcke bei Ardetz im Unterengadin und diejenigen an der Kotschna bei Davos für die Breccien- und die Klippendecke die jeweilige Grundgebirgsbasis. (Vergl. Taf. 14 Fig. 2.) Unter dem Gebiet der Klippen- und namentlich unter demjenigen der Brecciendecke muss das Grundgebirge am höchsten emporgeragt haben; hier liegt wohl auch der langgesuchte Ursprungsort, die Heimat, der exotischen Gesteine im Flysch und in der Nagelfluh.

II. *Profil durch die mittleren Schweizeralpen.* (Taf. 12 Fig. 4.) Für den Nordabfall der Alpen von der Windgälle bis zum Rigi ist es charakteristisch, dass das Aequivalent der grossen Glarnerdeckfalte der östlichen Schweiz sich hier viel mehr verteilt. Vom Glarner-Verrucano ist am Fuss der Schächentaler Windgälle nur noch ein schmaler Streifen erhalten. Wir unterscheiden hier von Norden nach Süden: 1. Erste Kreidekette (Rigihochfluh-Pilatus); 2. zweite Kreidekette (Frohnalp-Bauen) als Höhere helvetische Decken und 3. Tiefere helvetische Decke (Achsenkette-Schächentaler Windgälle). Wenn wir den Faciesverband rekonstruieren, so finden wir, dass die nördlichste Kette die südlichste Facies und umgekehrt die südlichste Kette die nördlichste Facies zeigt. Die Axenkette mit ihrem Gewölbekern aus Malm, Dogger und Verrucano bestehend, mit sogar stellenweis noch erhaltenem Mittelschenkel (Lochseitenkalk), entspricht der eingesenkten Gewölbeumbiegung einer Teildecke, die direkt über dem Glarnereocän liegt. Eine höher liegende Teildecke ist die Frohnalpkette; das zwischen Axenteildecke und Frohnalpteildecke emporstehende Eocän von Riemenstalden ist ein aufgefaltetes Fenster. In der Frohnalpteildecke hat sich das Material der Gewölbeumbiegung schon mehr konzentriert, Jura und Verrucano des Gewölbekernes sind zurückgeblieben, keine Spur eines Mittelschenkels ist mehr vorhanden und von der äussersten Stirne dieser Teildecke scheert sich, wie Tobler und Buxtorf, im Gegensatz zur Auffassung von M. Lugeon, gezeigt haben, die nordwärts aufbrandende Rigihochfluhkette ab, die gegen Osten und Westen im Säntis und Schrattenfluh sich fortsetzt[1]. Ueber diesen helvetischen Teildecken, speziell auf der Eocänmulde zwischen Axenkette und Rigihochfluhkette (Eocän: Wildhaus-Habkern), liegen die Klippen von den Giswilerstöcken bis nach Iberg. Wir wissen heute, dass in diesen

[1] Vergl. C. Schmidt, A. Buxtorf und A. Preiswerk. *Führer zu den Exkursionen der Deutschen Geol. Ges.* 1907. Fig. 23 und 28.

Klippen wiederum drei durch Eocän getrennte Decken von relativ weiter südlichem Ursprung uns erhalten geblieben sind: Klippendecke, Brecciendecke und ostalpine Decke. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die miocäne Molasse der Voralpen in der Tiefe den gemeinsamen Untergrund aller dieser Ueberfaltungsgebirge bis unter das Eocän von Flüelen bildet.

Unter dem Eocän von Flüelen steigt am Scheidnössli bei Erstfeld der autochthone Jura über dem variszischen Horst des Aarmassivs hervor. Von der Sedimentdecke des Aarmassivs ist die Griesstockteilfalte abgeglitten. Diese Sedimentdecke bildet die Falten an der Windgälle, die Keile von Fernigen und von Andermatt. Die Wurzeln der Axenteildecke und der Frohnalpteildecke müssen einst über Andermatt und über dem Gotthard gelegen sein.

Ein Vergleich der Nordabdachung der Alpen in der Ostschweiz mit derjenigen in der Mittelschweiz zeigt folgendes:

In der östlichen Schweiz war bei der Alpenfaltung das Vorland relativ sehr stark versenkt. Gegen diese Senke glitt ab als Ganzes die Glarnerdecke. Bis zum Walensee rückte der Gewölbekern, aus Verrucano bestehend, vor. Nur die Stirne der Ueberfaltungsdecke wurde gekräuselt, zerschlitzt und aufgestülpt vom Mürtschenstock bis zum Säntis. — In der mittleren Schweiz war die Senkung des Vorlandes relatif weniger tief. Das Aequivalent der im Osten einheitlichen Deckfalte zerschlitzt sich hier bis viel weiter gegen Süden zu Teildecken. Der Verrucano-Gewölbekern kann in diesen Teildecken jeweilen nicht mehr vorrücken. Die Auffaltungen des liegenden Eocän stellen sich schon früher ein und dringen höher hinauf. — Diese Differenz im Gebirgsbau des nördlichen Abhanges kommt ganz allmählig zur Geltung in der Richtung von Nordost nach Südwest und damit parallel verläuft die weniger grosse Tiefenlage des Vorlandes. Diese Differenz in der Beschaffenheit des Vorlandes von Nordosten gegen Südwesten zeigt sich weiter nördlicher am klarsten in dem an entsprechender Stelle einsetzenden Ansteigen des Schwarzwaldhorstes unter dem Randen hervor und in dem Auftauchen des Faltenjura mit der Lägern.

Das Profil durch die mittleren Schweizeralpen (Taf. 12 Fig. 4) haben wir weiter gegen Süden zu verfolgen. Im Aar- und Gotthardmassiv und ebenso in der Tessiner Gneissmasse dokumentiert sich gegenüber dem Osten eine sehr beträchtliche Aufstauung des ganzen Gebirges. Die Sedimentmulden in den Gneissen südlich des Gotthard zeigen Bündnerschiefer-

facies — somit müssen die Wurzeln der zwischen Giswil und Iberg liegenden Reste der Klippen- und der Brecciendecke nordwärts davon zu suchen sein. In der Furkamulde glaube ich Anklänge an Klippenfacies gefunden zu haben. Im Gegensatz zu Osten und Westen aber haben wir hier in der Mitte die Wurzeln dieser Decke einst hoch über den Zentralmassiven liegend zu denken und dort sind sie eben heute erodiert. Wurzelregion und Vorland liegen im Osten relativ tief, in den mittleren Schweizeralpen aber sind beide höher gehoben, wobei namentlich die Wurzelregion mit den « Centralmassiven » hoch aufgestaut worden ist.

Durch das Tessin hinunter finden wir allein die autochthone Gneissmasse erhalten, an welche der Muldenzug von Castione, die Amphibolite von Ivrea und wiederum die Mulde des S. Joriopasses sich anschliessen.

Die autochthone Gneissmasse des Tessin mit ihren Glimmerschiefern im Hangenden ist überfaltet an ihrem Nordrande über die Bündnerschiefer der Bedrettomulde und mehr gegen Westen, wo das Gotthardmassiv zur Tiefe sinkt, treffen wir auf die intensiv mit Verzweigungen der Bedrettomulde verfalteten Gneisse und Glimmerschiefer des Simplongebietes (Taf. 12 Fig. 6).

Ein neues « Zentralmassiv », in welchem die variszische Faltung kenntlich ist, taucht im « Seegebirge » empor. Die Reste der sog. ostalpinen Decke an den Giswilerstöcken, am Zweckenstock und bei Iberg deuten wir als die Stirne einer gewaltigen Ueberschiebungsdecke, deren Wurzel die Sedimentdecke von Ivreazone und Seegebirge darstellte. Der Gewölbekern, aus altkrystallinen Gesteinen der Ivreazone bestehend, ist hoch über Tessinergneiss, Aar- und Gotthardmassiv erodiert. Dieser starken Ueberfaltung nach Norden in den medianen Teilen der Schweizeralpen entspricht wiederum eine starke Versenkung auf der Südseite, in der lombardischen Ebene, die in einem Nachsacken beruhen dürfte, derart, dass auch südwärts gerichtete Ueberschiebungen und Ueberfaltungen eingetreten sind[1].

III. *Profil durch die westlichen Schweizeralpen* (Taf. 12 Fig. 5 u. Taf. 13). Die Untersuchung der geologischen Struktur der Simplonberge und der Walliseralpen überhaupt hat den Ausgang gebildet für unsern Streifzug durch die ganzen Schweizeralpen. Eingehend habe ich die Geologie der Berge

[1] Vergl. C. Schmidt, Alta Brianza. *Congrès géol. internat. C. R.* 1894. S. 503.

südlich der Rhone geschildert und für die Darstellung auf Profil 5 der Tafel 12 betreffend die Alpen zwischen Sitten und Bulle haben mir die Arbeiten von H. SCHARDT und M. LUGEON [2] die nötige Grundlage gegeben.

Auch hier offenbart sich uns die frappante Korrelation, die alle tektonischen Elemente durch das ganze Gebirge zeigen.

Die dinaridische Sedimentzone liegt verborgen unter den Alluvionen der piemontesischen Ebene. Die Gneisse des Seegebirges sind zwischen Baveno und Biella fast ganz durch jung paläozoische Granitstöcke verdrängt. Vom Ivreamassiv aus geht eine gewaltige liegende Falte, ähnlich derjenigen der Silvretta im Osten. Diese Falte überspannt den autochthonen Sesia- und Monterosagneiss ; ihr Gewölbekern ist die exotische Masse der Dent Blanche und in ihrem fast ganz erodierten Gewölbeschenkel vollzieht sich der Uebergang von südalpiner in inneralpine Facies. Der Muldenkern, resp. die Muldenbiegung, bestehend aus Bündnerschiefern liegt am Nordrand der Zone von Ivrea. — Die Ueberfaltungszone des Simplon, weiter nach Norden sich vorschiebend, findet hier ihr Aequivalent in der nordwärts übergedrängten Antiklinale der Gneisszone Berisal-Grosser St. Bernhard. Nordwärts an dieselbe reiht sich ebenfalls als schmal zusammengepresste Antiklinale die axiale Carbonzone, in deren hangenden, mesozoischen Sedimenten Bündnerschieferfacies in Breccienfacies übergeht. Die von Südwesten aus dem Val Ferret heranstreichenden zwei Sedimentzonen, die Breccienfacies und Klippenfacies zeigen, sind die in der Rhonetalnarbe z. T. versenkten Wurzeln der Breccien- und Klippendecke, welche in den Freiburgeralpen liegen. — Das helvetische Gebirge, welches über dem versenkten Verbindungsstück zwischen Aar- und Gotthardmassiv liegt, bildet hier keine sichtbare weit nach Norden ausholende Ueberfaltungsdecke wie am Ostende des Aarmassivs ; es löst sich vielmehr in drei Teildecken auf, die überspannt werden von den drei aus dem Rhonetal aufsteigenden Decken : « Zone des Col » Klippendecke und Brecciendecke. Westlich des Thunersees war das Vorland so stark versenkt, dass hier die exotischen Decken in ausgedehntestem Masse sich angehäuft

[2] Ich bin M. LUGEON zu Dank verbunden für einige Angaben bezüglich Eintragungen auf der Karte 1 : 350 000 (Taf. 13). Nach den neuesten Untersuchungen von M. LUGEON müsste der Eocänstreifen am Westabhang des Mont Gond bis in die Gegend von Ardon hinuntergezogen werden.

haben; die helvetischen Teildecken kommen am Alpenrande gar nicht mehr an die Oberfläche.

Das Profil der Fig. 5 Taf. 12 geht auf seiner Länge durch eine Quersenkung im Alpengebirge (vergl. Fig. 8, 9, 10). Noch weit über das Alpengebirge hinaus nordwärts bis nahe an dem südwestlichen Harzrande macht sich diese in der ältern Tertiärzeit sich herausbildende Senke fühlbar. Im Juragebirge finden wir ihr entsprechend die Tertiärbecken von Delsberg und Laufen, die beide ein Hingreifen des oberrheinischen Grabens in das Juragebirge bedeuten. Gerade wie Gran Paradiso und Monte Rosa, sowie Mont Blanc- und Aarmassiv sind Vogesen und Schwarzwald die stehen gebliebenen Pfeiler beiderseits des versenkten Streifens.

* * *

Ein viertes Profil durch die Alpen, von Evian aus südwärts über Mont Blanc und Gran Paradiso gelegt, würde uns wieder ein Auftauchen aller tektonischen Elemente zeigen. Ob die Dinaridische Decke, zu der die Dent Blanchemasse gehört, einst Gran Paradiso und Monte Pourri überlagernd, weiter gegen Südwesten sich erstreckt hat, wissen wir nicht. Die axiale Carbonzone richtet sich auf und verbreitet sich in der Gegend des Kleinen St. Bernhard. Breccienzone und Klippenzone liegen zwischen ihr und dem variszischen Massiv des Mont Blanc an autochthoner Stelle. In dem gefalteten Bathylithen des Mont Blanc hat L. Duparc zwei Carbonsynklinalen nachgewiesen. Die autochthone, mesozoische Decke ist ebenfalls in einzelnen tiefeindringenden Keilen konserviert, sie gelangt aber zu mächtiger Entwicklung in helvetischer Hochalpenfacies erst am Nordwestrand der Aiguilles rouges und zwar zeigen Dent de Morcles nordöstlich und Dent du Midi südwestlich der Rhone, wie zuerst H. Schardt und A. Heim gezeichnet haben und wie neuerdings L. W. Collet[1] weiterhin berichtet, ganz äquivalente Struktur. Die autochthone helvetische Decke des Massivs sinkt in Form mehrerer übereinanderliegender Falten, deren Gewölbebiegungen je gegen Nordwesten eintauchen, zur Tiefe. Auf dem Eocän dieser Gewölbebiegungen liegt die Trias, welche die Basis der « Chablaisalpen » bildet. Dass die Chablaisalpen den Freiburgeralpen homolog sind, wissen wir durch die Arbeiten von H. Schardt und M. Lugeon. Charakteristischer

[1] L. W. Collet. *Mat. pour la Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, XIXe livr., 1904.

Weise fehlt im Chablais die « Zone des Cols » ; hingegen ist die Brecciendecke in viel grösserer Ausdehnung erhalten als in den Freiburgeralpen und bei St. Jean d'Aulph ist die Gewölbebiegung derselben, entsprechend der Hornfluh, sehr schön zu sehen ; sie liegt 50 Km. von der Wurzel ihres Gewölbeschenkels jenseits des Mont Blanc entfernt. Die darunter liegende « Klippendecke » bildet mit ihrem Gewölbeschenkel, ebenfalls wie in den Freiburgeralpen, drei Antiklinalen[1] ; die Trias ihres Gewölbekernes tritt südlich Thonon zu Tage, unterteuft, infolge Abschürfung des Mittelschenkels, den Flysch des Muldenkerns, welcher der Synklinale der Aiguilles Arves im Südosten entstammt.

Hoch über dem Mont Blanc-Massiv lagen einst, jetzt durch Erosion entfernt : 1. die Aequivalente der « Zone des Cols » — Decke, 2. die Muldenbiegung des Eocäns der Aiguilles d'Arves-Synklinale, 3. der südliche Teil des Gewölbeschenkels der Klippendecke, dessen Muldenbiegung in der Tiefe unter Amone liegt, 4. die Muldenbiegung des über der Klippendecke und unter der Brecciendecke liegenden Eocäns und endlich 5. der grösste Teil des Gewölbeschenkels der Brecciendecke selbst, samt dem sein Hangendes bildendes Eocän. — Wie von den Höhen des Gotthard- und des Aarmassivs sind auch von denjenigen des Mont Blanc-Massivs die Decken alpenauswärts abgeschoben worden derart, dass jede höher liegende Decke ihre Wurzel findet im Süden der sie unterlagernden Decke. Diese Regel bezüglich Höhenlage und Ursprungsort der Decken bestätigt sich durchweg, nicht aber gilt eine Beziehung zwischen der Länge des Schubes nach Norden einerseits und der nördlichen beziehungsweise südlichen Lage der Wurzeln der einzelnen Ueberfaltungsdecken andrerseits.

Mit der Skizze von Fig. 2 Taf. 14 möchte ich zeigen, wie die modernen Ueberfaltungstheorien sich tatsächlich als wohlberechtigte Arbeitshypothese erweisen, indem sie allein es ermöglichen, die Faciesübergänge in der Reihe der alpinen Sedimente zn erklären und somit den Weg weisen, wie eine Rekonstruktion der Geschichte der alpinen Sediment- und Gebirgsbildung versucht werden kann. Wir sehen, wie die mitteleuropäische, variszische Gebirgsbildung in das Gebiet

[1] M. Lugeon. *Bull. de Serv. de la Carte géologique*, Nr. 49, t. VII, pl. VII.

der Alpen hingreift und an der Rhein-Rhonelinie ihr südliches Ende erreicht. Glarner- und Ilanzer-Verrucano, ebenso der Walliserquarzit sind der südliche Schuttwall der « mitteldeutschen Alpen ». Eine breite zentrale Zone im Alpenkörper ist von dieser Faltung am Ende des Paläozoikums verschont geblieben ; erst am Südrand der Alpen hat dieselbe wieder eingesetzt und ist hier besonders energisch von vulkanischer Tätigkeit begleitet worden. Die mesozoischen Sedimente haben sich in ungleichwertiger Entwicklung auf ungleichartigem Grunde im Gebiet der Schweizeralpen abgelagert. Eine wesentliche Rolle in der Scheidung der Facies hat der südliche Rand des variszischen Gebirges gespielt, jene Linie, die uns heute tektonisch als die Rhein-Rhonelinie von Chur bis Martigny entgegentritt. Nordwärts dieser faciellen Grenzscheide, herrschte durch das ganze mesozoische Zeitalter und noch im Alttertiär mitteleuropäische d. h. in unsern Alpen helvetische Facies, südwärts derselben reihen sich aneinander : Klippenfacies, Breccienfacies, Bündnerschieferfacies, Ostalpine Facies und Südalpine (beziehungsweise dinaridische) Facies. Im Gebiete der Schweizeralpen scheinen gebirgsbildende Bewegungen, infolge derer das ordnungsmässige Nebeneinander der faciellen Ausbildung der Gesteine in durchgreifender Weise in Unordnung geriet, eingesetzt zu haben erst am Ende des Oligocäns und hierhin würde sich ein Gegensatz dokumentieren zwischen Westalpen einerseits, zwischen Ostalpen und Pyrenäen andrerseits. Dass die Beantwortung der Frage nach der Entstehung der Klippen, der exotischen Blöcke im Flysch und der fremdartig zusammengesetzten subalpinen Nagelfluh, in endgültiger Lösung, eine vollständige Rekonstruktion der Geschichte der Alpenerhebung bedeuten würde, habe ich im Jahre 1894 postuliert [1]. Wir haben dieses Ziel noch lange nicht erreicht. Seit den Zeiten da Bernhard Studer die Voralpen zwischen Genfersee und Thunersee untersucht hat und in einem denkwürdigen Satz schon im Jahre 1834 an die Wurzellosigkeit derselben anklingt, seit F. Kaufmann im Jahre 1875 die « Fünf neuen Jurassier am Vierwaldstättersee » auffand, seit man mit Studer und Gümbel an ein « vindelicisches » Randgebirge dachte — bis zur Veröffentlichung der kleinen Mitteilung von H. Schardt im Dezember 1903 « Sur l'origine des Préalpes Romandes » bis zu der Umdeutung der « Glarnerdoppelfalte » durch M. Lugeon im Jahre 1901, und

[1] *Livret-guide géologique.* Congr. géol. intern., 1894, S. 124.

endlich bis zu den neuesten Darlegungen von P. TERMIER, W. KILIAN und E. HAUG einerseits, E. SÜESS und G. STEINMANN andrerseits — ist viel ehrliche Arbeit und redliches Mühen zur Stellung und Lösung des Problems aufgewandt worden. Wir hoffen einen Schritt weiter gekommen zu sein.

Geologisches Institut der Universität Basel.
Abgeschlossen den 4. August 1907.

Mitteilungen aus den Verhandlungen der Geologischen Kommission vom 12. Januar 1907.

---

1. Durch einen Zusatz, der im folgenden gesperrt gedruckt ist, erhält der

§ 17 der Statuten der Geologischen Kommission

den Wortlaut:

> Die von den Geologen gesammelten Gesteine und Petrefakten, sowie solche Dünnschliffe, deren Herstellung von der Geologischen Kommission bezahlt worden ist, sollen einem öffentlichen, in seinem Bestande gesicherten Museum der Schweiz übergeben werden.

2. Die Geologen, welche im Auftrage der Kommission arbeiten, sind verpflichtet, dieser mitzuteilen, in welchem Museum sie (entsprechend § 17) Handstücke, Petrefakten und Dünnschliffe deponiert haben.

3. Diese Angabe soll, um eine allfällige spätere Revision oder ein Vergleichen des Belegmaterials zu erleichtern, in die kurze geschichtliche Notiz aufgenommen werden, wie sie seit drei Jahren einer jeden Lieferung (vergl. Lief. XVI ff. der *Neuen Serie* der *Beiträge*) auf der Rückseite des Titels mit Angaben über Zeit und Dauer der Aufnahmen etc., vorangestellt wird.

Für die Geologische Kommission:

Der Präsident, Dr. ALB. HEIM.
Der Sekretär, Dr. AUG. AEPPLI.