



Neujahresblatt

herausgegeben von der

Naturforschenden Gesellschaft

auf das Jahr 1908.

110. Stück.

Der Bau der Schweizeralpen.

Vortrag gehalten im Rathause Zürich den 24. Januar 1907

von

Dr. Alb. Heim, Professor.

Mit 2 Tafeln und 9 Illustrationen.

Zürich

In Kommission bei Fäsi & Beer.

Verzeichnis der bisher erschienenen Neujahrsblätter.	Preis Mk. Pf.
1. H. C. Hirzel: Einleitung zu den Neujahrsblättern. Zweck der Gesellschaft, Beschreibung ihrer Sammlungen, Nutzen der Naturwissenschaften. Auf 1799	-.25
2. - Die Verwüstungen des Landes durch die kriegerischen Ereignisse des Jahres 1799. Auf 1800	-.25
3. H. R. Schinz: Leben des Pfarrers Rudolf Schinz, Sekretär der Gesellschaft. Auf 1801	1.80
4. J. C. Escher (?): Ueber die Gletscher. Auf 1802	-.60
5. J. J. Römer: Aus Afrika. Auf 1803	-.60
6. - Aus Australien. Auf 1804	-.60
7. H. R. Schinz: Der Lämmergeier. Auf 1805	1.20
8. J. C. Escher (?): Reise auf den Gotthard. Auf 1806	-.60
9. - Ueber die Bergstürze in der Schweiz. Auf 1807	-.60
10. H. R. Schinz: Die Murmelthiere. Auf 1808	1.20
11. 11.-17. J. J. Römer: Beschreibungen und Abbildungen merkwürdiger Insekten. Auf 1809-15	ä 1.20
18. - Der Bär in der Schweiz. Schweizerische Schmetterlinge und Käfer. Auf 1816	1.20
19. H. R. Schinz: Entdeckungsreisen in Neuholland. Auf 1817	1.20
20. J. J. Römer Biographie von Prof. David Breitingen. Abbildung und Beschreibung der Tollkirsche. Auf 1818	1.80
21. - Conrad Gessner. Auf 1819	1.20
22.-38. H. R. Schinz: Der Steinbock. Die Gemse. Der Luchs. Der Bär. Der Wolf. Die Elefantenreste der Schweiz. Geier und Adler. Der Seeadler. Die Eulen. Der Kukuk. Der Storch. Die Schwalben. Die Nattern. Die Vipern. Der Alpenhaase. Die Mäuse. Das Wiesel. -- Der Preis dieser Neujahrsblätter, auf 1820-36, variiert per Nummer von Mk. -. 60 bis	1.20
39. Ferd. Keller: Ausflug nach dem Lägernberg. Auf 1837	-.60
40. - Ueber Meteore. Auf 1838	-.60
41. Wetterlöcher und Windhöhlen. Auf 1839	1.20
42. Die Karren (Lapies) in den Kalkgebirgen. Auf 1840	1.20
43. H. R. Schinz: Das Renntier. Auf 1841.	1.20
44. - Der Biber. Auf 1842	1.20
45. - Der Fuchs. Auf 1843	-.60
46. - Die Mäuse. Auf 1844	1.20
47. O. Heer: Ueber die obersten Grenzen des pflanzlichen und thierischen Lebens in unsern Alpen. Auf 1845	1.80
48. R. Wolf: Johannes Gessner. Auf 1846	1.20
49. H. R. Schinz: Die Forellen. Auf 1847	1.20
50. - Die Lachse. Auf 1848	1.20
51. A. Menzel: Die Spinnen. Auf 1849	1.20
52. A. Mousson: Tarasp. Auf 1850	1.80
53. J. J. Siegfried: Torf-, Schiefer- und Braunkohlenlager des Kantons Zürich mit ihren Tierresten. Auf 1851	1.80
54. O. Heer: Die Hausameise Madeira's. Auf 1852	1.80
55. - Der botanische Garten in Zürich. Auf 1853	-.60
56. G. v. Escher: Die Quellen überhaupt und die Bäder von Saxon. Auf 1854	1.20
57. -- Die Mineralquellen der Schweiz. Auf 1855	1.20
58. Chr. Heusser: Das Erdbeben im Visperthal i. J. 1855. Auf 1856	1.20
59. A. Menzel: Die niedere Lebenswelt des Wassers. Auf 1857 .	1.20
60. - Forscherleben eines Gehörlosen (Joh. Jakob Bremi). Auf 1858	1.20
61. J. M. Ziegler: Ueber die neuesten Reisen u. Entdeckungen in Inner-Afrika. Auf 1859	1.20
62. M. Ulrich: Der Hüfi- Firn und die Clariden. Auf 1860	1.20
63. J. M. Ziegler: Die Mineralquelle Pfäfers. Auf 1861	1.20
64. O. Heer (?): Uebersicht der Geologie des Kantons Zürich. Auf 1862	1.20
65. H. Locher-Balber: Rud. Heinirch Schinz. Auf 1863	-.60

Der Bau der Schweizeralpen.

Vortrag gehalten im Rathause Zürich den 24. Jan. 1907

von

Dr. Alb. Heim, Prof.

Mit 2 Tafeln und 9 Illustrationen.

Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr
1908.

110. Stück.

Druck von Zürcher & Furrer in Zürich.
In Kommission bei Fäsi & Beer in Zürich.

Der Bau der Schweizeralpen.

Das Streben nach Erkenntnis ist wohl einer der edelsten Naturtriebe des Menschen, die Erkenntnis der edelste Genuss. Das empfinden alle, deren Geist nicht versandet ist in der Hetze des Alltagslebens. Den Wert der Wahrheiten können wir nicht am unmittelbaren praktischen Nutzen bemessen. Aber die Erkenntnis im weitesten Sinne des Wortes ist und bleibt doch die Grundlage auch für die Verbesserung des menschlichen Daseins.

Die Gebirge scheiden Zonen, verschiedene Klima, scheiden Völker. Sie waren im Mittelalter gefürchtet, sie waren verabscheut. Petrarca 1304 und Conrad Gessner von Zürich 1555 haben zuerst den Abscheu überwunden, die Warnungen verachtet, und sie sind vom Triebe nach Erkenntnis geleitet auf die Berge gestiegen, sie haben zum ersten Male Berge bewundert, zuerst geliebt, und haben zuerst helle Bergfreude empfunden — jene Bergfreude, die jetzt alljährlich Tausende zur Wallfahrt in die Berge führt.

Alles um uns ist geworden, ist entwickelt. Wie sind die Berge entstanden? Ihr Bau, ihre Zusammensetzung muss darüber Auskunft geben können!

Anmerkung:

Unsere Auffassung über den Bau der Alpen, wie sie sich in den letzten zehn Jahren gestaltet hat, ist für den Nichtgeologen auf den ersten Blick verwirrend. Es ist deshalb schon mehrmals der Versuch gemacht worden, die neue Erkenntnis in gemeinverständlicher Form darzulegen. Ich weise in dieser Beziehung hin auf:

H. Schardt, die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges, Vortrag gehalten an der Versammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft am 1. August 1906 in St. Gallen, abgedruckt in den Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft 1906.

Steinmann, Geologische Probleme des Alpengebirges, in der Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins 1906, Bd. 37.

C. Schmidt, Bild und Bau der Schweizeralpen, Beilage zum Jahrbuch des Schweizer Alpen-Club 1906/1907.

Auch ich habe diesen Versuch in einem Rathausvortrage" in Zürich gewagt. So ähnlich auch naturgemäss diese verschiedenen Darlegungen einander in sachlicher Beziehung sind, so verschieden sind sie doch im Gedankengang und in der Sprache. Manchem Leser mag der eine, einem andern der andere Gedankengang angepasster sein. Meinem Vortrag bleibt der Vorzug der Kürze, der historischen Entwicklung und der Einfachheit, was seine Drucklegung auch noch neben den schon genannten vortrefflichen Darstellungen rechtfertigen mag.

Ich möchte im Folgenden in ganz kurzen Zügen zeigen, wie von Stufe zu Stufe unsere Erkenntnis über Bau und Entstehung unserer schweizerischen Alpen sich gestaltet hat, und besonders welche Lichter in neuester Zeit darüber aufgegangen sind. Die guten Beobachtungen, die Tatsachen-Erkenntnisse bleiben und mehren sich fort und fort. Die Theorien müssen sich dem Fortschritt in den Beobachtungen anpassen, und sollen zugleich die Beobachtungen befruchten. Allmählich wird manche Auffassung für immer beseitigt, anderes für immer festgestellt. Wir nähern uns der Wahrheit, aber neue Fragen steigen auf. Der Widerstreit verschiedener Ansichten findet sich hauptsächlich in den Regionen der Vorposten der Erkenntnis und bezieht sich oft bloss auf die neuen noch relativ untergeordneten Fragen. Freilich, ausserhalb der Wissenschaft vernimmt man oft zu wenig von den dauernden endgültigen Errungenschaften und hört mehr nur vom Widerstreit der Ansichten der Forscher. Dies erweckt den falschen Schein, als sei alle Wissenschaft bestreitbar. Dem ist nicht so. Hinter den blossen Rekognoszierungen und Vorpostengefechten, die am meisten Staub aufwirbeln, rückt ein gewaltiges, siegreiches sich mehrendes Heer festgewonnener abgeklärter Erkenntnistatsachen nach. Die neuen Erkenntnisse sind nicht eine Vernichtung der früheren, sondern ein Ausbau derselben. Aus der Knospe kommen Zweige, Blätter, Blüten, Früchte; die Blüte bedurfte der Knospe und wird die Knospe nicht verleugnen!

Der Däne *Nicolaus Steno*, der in Italien lebte, der Begründer der wissenschaftlichen Geologie, erkannte im Jahre 1669, dass die Gebirge sich dadurch auszeichnen, dass ursprünglich sicher horizontal abgelagerte Schichten der Erdrinde dort steil gestellt sind und er schloss daraus richtig, dass die Gebirge durch Schichtaufrichtung entstanden seien.

Ums Jahr 1710 hat unser *Joh. Jac. Scheuchzer* zum ersten Male Schichtenbiegungen beobachtet und die gefalteten Schichten beiderseits des Urnersees abgebildet.

Etwa ums Jahr 1800 entdeckte *Pallas*, dass die meisten grossen Gebirge in ihrer Mittelzone aus krystallinisch körnigen Kieselsäuregesteinen (Silicatgesteinen) wie Gneiss, Granit, Syenit, Glimmerschiefer etc. bestehen, in ihren beidseitigen Randzonen aus aufgerichteten, geschichteten, vorherrschend im Wasser abgesetzten sogenannten Sedimentgesteinen gebildet sind (Fig. 1*). *Humboldt, von Buch, de Beaumont* und andere glaubten nun, die Silicatgesteine seien glutflüssig nach Art der Laven durch eine Spalte aus dem Erdinnern ausgebrochen und haben dadurch die Sedimente aufgerichtet, seitlich gepresst und gefaltet. Man verglich die Alpen mit einem Vulkan. Während beim Vulkan die Eruptivmassen an einer einzelnen Stelle ausbrechen, seien sie bei der Alpenbildung auf einer langen Spalte hervorgetreten. Auswärtige Geologen kamen vor 50 bis 100 Jahren in die Schweiz. Sie erkannten, dass die Dinge hier nicht so einfach liegen. Überall, wo sie den Zusammenhang der Gesteine nicht mehr verfolgen konnten, nahmen sie nach dem

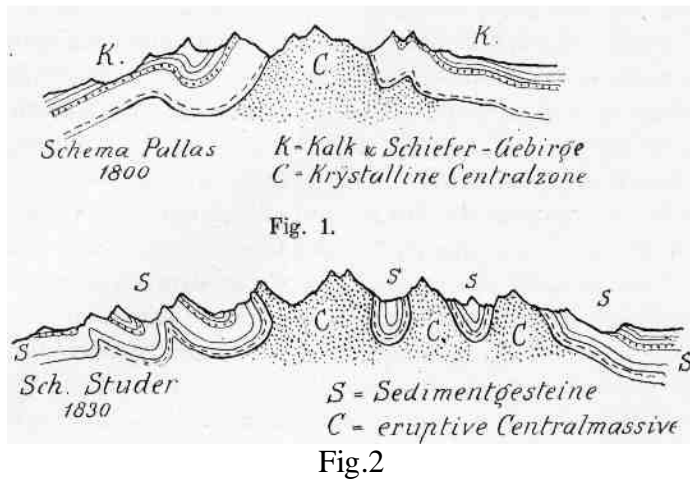
* siehe Tafel I

Muster einiger deutscher Bergwerksgebiete senkrechte Brüche (Verwerfungen) in der Erdrinde an. Bald gerieten die Alpen in den Verruf, ein unentwirrbares Chaos von Schollen der Erdrinde zu sein. Daneben hatte sich das sonderbare Vorurteil eingebürgert, die Alpen

müssten ungeheuer alt sein, und jeder Kalkstein, jeder Tonschiefer in den Alpen wurde als „Urkalk“ und als „Urtonschiefer“ bezeichnet.

Nun folgen aber drei wichtige Erkenntnisse, die geblieben sind und bleiben werden:

1. *Bernhard Studer* von Bern zeigt, dass in unseren Alpen nicht eine



einzigste Zentralzone aus krystallinen Silicatgesteinen bestehe, sondern zahlreiche einzelne solche „Zentralmassive“, wie er sie nannte, die dann wieder durch sedimentäre Gesteinszüge von einander getrennt sind, und er nahm nun Ausbrüche auf einem ganzen System von Spalten und Umkippen der Spaltenränder an (Fig. 2*).

2. Schon die Tatsache, dass die Alpen überhaupt noch bestehen, beweist eigentlich ihre geologische Jugendlichkeit. *Agassiz, Pictet, Studer, Arn. Escher* und andere wiesen nun durch ihre Versteinerungsfunde nach, dass in den hoch gehobenen und gefalteten Schichten der Alpen geologisch genommen sehr junge, im Meer gebildete Gesteine mitenthalten sind, ihre Aufrichtung also einer der jüngsten Perioden der Erdgeschichte — dem Ende der Tertiärzeit — angehört. Die Alpen sind ein junges Gebirge.

3. *Arnold Escher v. d. L.* fand, dass das vermutete Chaos von Brüchen nicht vorhanden ist, dass die Brüche gesetzmässig verteilt aber untergeordneter Art sind und dass die Alpen in der Hauptsache nicht einen Trümmerhaufen, sondern einen Faltenwurf der Erdrinde bedeuten, der den Formen eines flach liegenden und dann zusammengeschobenen Tuches ähnlich ist.

Um die Falten genauer zu verfolgen, mussten vor allem die Schichtgruppen und Schichten der Sedimentgesteine bis ins einzelne unterschieden und in ihrer Altersfolge festgestellt werden, was besonders an Hand der Lagerungsfolge und der Versteinerungen geschehen konnte. So wurde die Schichtlehre oder Stratigraphie der alpinen Sedimente geschaffen. Sodann musste der Verlauf der einzelnen Schichten nach ihrer Stellung, d. h. die Tektonik, der Aufbau der Alpen genau

* Siehe Tafel I

verfolgt werden. *Escher* und *Studer* und ihre Genossen und Schüler und Schülerschüler haben darin im Laufe der Zeit eine enorme Arbeit geleistet. Wir unterscheiden jetzt mit Sicherheit nicht nur die grossen sedimentären Schichtsysteme Carbon, Trias, Jura, Kreide, Tertiär, jedes einige 100 bis über 2000 m stark, sondern innerhalb derselben über 70 verschieden alte Schichten und Schichtgruppen als meist im Meer entstandene Absätze verschiedener Zeitabschnitte, und ausserdem eine Menge verschiedener Gesteine unter den krystallinen Silicatgesteinen und stellen ihre Verbreitung in Karten und Profilen dar. Und wir sind mit diesen Untersuchungen noch lange, lange nicht am Ziele.

Eine Zeitlang stand nun als brennendste Frage im Vordergrund die Natur der Zentralmassive. *Alph. Favre* vermutete in ihnen Falten der krystallinen Silicatgesteine, *Studer* betrachtete sie als Ausbruchsmassen aus dem Erdinnern, welche durch ihren Ausbruch die Alpen erzeugt haben. *Favre* sah also die Zentralmassive für passive Folgen einer langsamen Alpenstauung, *Studer* für deren plötzlich wirkende aktive Helden an.

In den Jahren 1870 — 1880 haben die Untersuchungen über die Natur der Zentralmassive (*A. Baltzer*, „der mechanische Kontakt...“ und *Alb. Heim*, „Mechanismus der Gebirgsbildung“) folgendes ergeben:

1. Die Zentralmassive enthalten allerdings viele Gesteine, die als alte glutflüssige Ausbrüche des Erdinnern nachzuweisen sind, sie enthalten aber auch massenhaft alte mehr oder weniger krystallinisch umgewandelte Sedimentgesteine. Sie sind nicht als Ganzes Eruptivmassen.

2. Die Eruptivgesteine der Zentralmassive und der Alpen überhaupt sind alle viel älter als die Aufrichtung der Alpen, sie können also nicht aktiv die Alpenerrhebung erzeugt haben.

Dieses Resultat, das ungefähr gleichzeitig und unabhängig von *Suess* und uns Schweizern erlangt worden ist, muss ich Ihnen wegen seiner grossen Bedeutung an einem von hunderten von Beispielen darlegen:

Der Gipfel der kleinen Windgälle im Kanton Uri wird von einem wunderschönen, meist roten echt eruptiven Quarzfeldspatporphyr (p in Fig. 3, S.7) gebildet. Darunter liegt erst eine verkehrte, dann eine normale Schichtfolge, südlich sind beide durch sichtbare liegende Umbiegung miteinander verbunden, nördlich krümmt sich in prachtvollem Bogen die verkehrte Schichtfolge wieder durch die grosse Windgälle zu normaler Schichtfolge südlich hinüber. Die Windgällen und die ganze Kette, in welche sie gehören, ist eine mächtige nördlich überliegende Falte am Nordrande des Zentralmassives. Der Porphyry konnte sich nach früherer Auffassung rühmen, die Auffaltung erzeugt zu haben.

An der in Fig. 3 mit * bezeichneten Stelle, mitten zwischen Meertierschalen, eingeschlossen in dem Kalkeisenoolith des mittleren Jura, der hier zunächst am Porphyry liegt, treffen wir zahlreiche gut gerundete Meerufergerölle von dem Porphyry

selbst. Der Porphyry musste also schon vor der Jurazeit erstarrt sein, um im Meer der Jurazeit als geröllbildende Klippe vorzuragen. Sein Ausbruch ist also älter als die Jurazeit.

In der Windgällenfalte sind die ursprünglich horizontal am Meergrunde abgelagerten Schichten des ganzen Jurasystemes und eines Teiles des noch viel jüngeren Tertiärsystemes harmonisch mitgefaltet. Diese Faltung ist also sicher jünger als

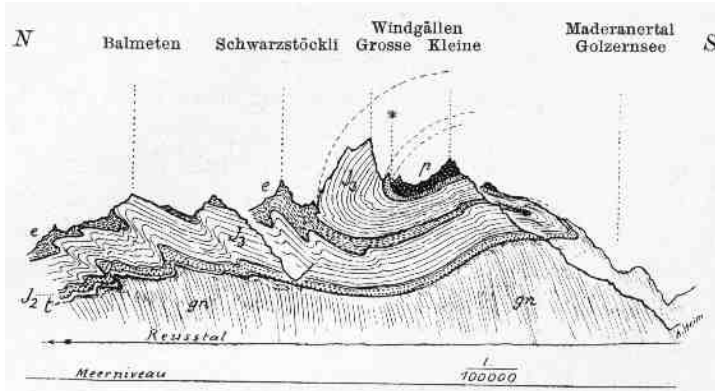


Fig.3

gn = Gneise, t = Röthidolomit (Trias), J₂ = Dogger (brauner Jura).
J₃ = Malm (oberer Jura, Hochgebirgskalk), e = Eocäen (alttertiär).

diese Tertiärschichten, sonst hätten dieselben nicht mitgefaltet werden können. Der Porphyry ist älter als Jura, die Auffaltung jünger als Tertiär. Somit kann der Porphyry nicht die Faltung bedingt haben. Er lag während mehrerer geologischer Perioden längst erstarrt und überdeckt von jüngeren Sedimenten unter dem Meergrunde. Er war nicht aktiv bei der Gebirgs-

auffaltung, sondern ist später von dieser mächtigen Bewegung der Erdrinde als ein passiver Baustein mitgeschleppt und an seine jetzige Stelle gebracht worden.

In solcher und ähnlicher Art können wir von allen einzelnen Eruptivgesteinen unserer Zentralmasse beweisen, dass ihr Ausbruch, und die von ihnen erzeugten Kontaktmetamorphosen älter sind als die Auffaltung der Alpen, dass sie bei der Alpenbildung sich passiv verhalten haben. Sie sind die längst erstarrt gewesenen Reste von durch Abwitterung schon in der Carbonzeit, spätestens der Jurazeit abgetragenen und ausgeebneten Vulkanen, deren Narben dann von späteren Sedimenten unter Meer überdeckt worden sind; ihr einstiger Ausbruch hat mit der Entstehung der jetzt vor uns sich erhebenden Alpen nichts zu tun.

3. Ein genaues Studium zeigte immer deutlicher, dass auch die Zentralmasse verwickelten Faltenbau haben. Sie sind im Kleinen wie im Grossen gefaltet, gefaltet, gebogen, von Stauschieferung durchsetzt. Sie sind Falten der Erdrinde aus krystallinen Schiefen und alten Eruptivgesteinen, d. h. aus der Unterlage der Sedimentgesteine gebildet. Sie gabeln sich zwischen die Falten der Sedimente, klemmen tiefe Sedimentfalten ein und werden gegen ihre Enden hin von gefalteten Sedimenten überbrückt und in der Längsrichtung von Sedimentfalten abgelöst oder ersetzt. (Verglichen Aarmassivprofil in Fig. 9. S.19)

Das Resultat aller dieser Untersuchungen über die Natur der Zentralmassive geht also dahin:

Die Alpenhebung ist nicht durch Ausbruch von Gesteinen aus dem Erdinnern zu Stande gekommen, sondern durch Lagerungsstörung, oder wie sie genannt wird durch Dislokation, durch Bewegung der schon vorhandenen Gesteine aller Art. Da nun auch die Zentralmassive als komplizierte Faltensysteme erkannt worden sind, so bleibt als einzige durchgreifende typische Dislokationsform der Alpen die Faltung der Erdrinde.

Streichen wir in Gedanken das ganze komplizierte Faltenwerk der Alpen wieder glatt aus, so wird diese Zone der Erdrinde zu breit, wir finden dafür keinen Platz mehr. Der Erdumfang muss also vor der Alpenfaltung grösser als jetzt gewesen sein. Die Alpen müssen durch ein horizontales in sich Zusammenschieben der Erdrinde entstanden sein. Horizontalschub hat die Alpen geschaffen. In allen ihren Fasern vom himmelhohen Zentralmassiv bis zur mikroskopisch feinen Deformation der Gesteinstextur finden wir seine Spuren. Und dieses Resultat ist durch die neueren Forschungen immer wieder bestätigt worden.

Mancher hat sich beim Anblick der oft herrlich blossgelegten Schicht-Falten in den Alpen (Taf. I, Fig. 2) gedacht, die Gesteine müssten zur Zeit der Faltung noch breiweich gewesen sein. Dem ist aber nicht so. Auch alte Gerölle, die schon um Gerölle zu werden von verfestigten Gesteinen stammen mussten, sind gequetscht, gefaltet; Muschelschalen, Schneckenschalen, Skelette, die von Anfang an fest waren, sind mit den Gesteinen, die sie einschliessen, bald gestaut, bald gestreckt — sogar bis auf dreissigfache Länge ausgewalzt, verbogen und verschieden deformiert, oft ohne zu brechen. Dass alle Gesteine unter gewaltiger Belastung sich umformbar verhalten, als wären sie ein plastischer Teig, ist heute tausendfältig erwiesen. Wir müssen nie vergessen, dass die Alpen eine Ruine sind, dass die Verwitterung weit mehr schon abgetragen hat, als noch vorhanden ist. Was wir von Gesteinsumformungen und Verknetungen der Gesteine jetzt an der äusseren Gebirgsoberfläche finden, das hat sich ursprünglich im Gebirgsinnern vollzogen, wo zu plastischer Umformung die Bedingungen gegeben waren.

Die Gesteine der Alpen haben bei der Gebirgsbildung eine Menge von sonderbaren Veränderungen, sogenannten Stauungsmetamorphosen erlitten. Ihre Struktur und Textur und ihre mineralische Zusammensetzung hat sich verändert. Es gibt ausgedehnte Zonen in den Alpen, wo jeder Kubikcentimeter Gestein Spuren der Quetschung oder Knetung zeigt. Massige Granite sind zu schiefrigen und stengligen Gneissen wie ausgewalzt, mergelige Sandsteine und Tonschiefer zu gefälten Glimmerschiefern geworden, Kalksteine zu Marmoren umkrystallisiert und gestreckt. Oft stehen wir vor der schwierigen Aufgabe, die Stellung von Gesteinen in der Schichtreihe bestimmen zu sollen, deren ursprüngliche Merkmale

samt den Versteinerungen durch solche Umformungen bei der Gebirgsbildung völlig verwischt sind. (*Alb. Heim*, Mechanismus der Gebirgsbildung etc. 1878.)

Im weiteren Verlauf — wir stehen jetzt mit unserem Gedankengang etwa in den Jahren 1870-1890 — hat jede vertieftere Untersuchung in den Alpen immer wieder gezeigt, dass hier die Erdrinde noch viel zerknitteter, noch viel verwickelter in ihrem Faltenwurf ist, als wir es uns jeweilen kurze Zeit vorher vorzustellen gewagt hatten und der Spott derjenigen, welche uns vorgeworfen hatten, wir meinten, „die Berge bestünden aus lauter Omlettes und Pfefferkuchen“, verstummte vor den Tatsachen mehr und mehr.

Lange Zeit stand als das gewaltigste alpine Faltungsphänomen vor den Augen der Geologen das, was wir die „Glerner Doppelfalte“ genannt hatten. *Hans Conrad Escher v. d. L.* wusste, dass im Glernerland vielfach die Berge Kappen von den sonst ältesten tiefsten Gesteinen (Sernifit) der Gegend tragen, während die Talgründe in die jüngsten, den „Flysch“ eingeschnitten sind. *Arnold Escher* hat mehrere Sommer der Untersuchung der unerhörten Lagerungsumkehr gewidmet und dieselbe als zwei weit ausholende liegende Falten zu erklären versucht. Aber wenn man ihn aufforderte, seine Beobachtungen zu veröffentlichen, so antwortete er: Kein Mensch würde es glauben und man hielte mich für einen Narren.

Seine Schüler haben das Gebiet weiter geprüft, die Beobachtung noch vertieft und in ihren Werken die Tatsachen dargelegt. (*Alb. Heim*, im „Mechanismus“ und Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz Bd. XXV 1891.) Es erwies sich dabei unwiderbringlich, dass es tatsächlich in den Alpen flach überliegende Falten der Erdrinde gibt, die enorm weit ausholen und eine totale Umkehr der Lagerung auf viele hundert Quadratkilometer hervorbringen, so dass die Gipfel aus dem ältesten bestehen, die Täler in die jüngsten Schichten eingeschnitten sind. Ferner, dass dabei der verkehrt sich legende sogenannte Mittelschenkel auf einen oft kleinen Bruchteil seiner ursprünglichen Stärke ausgestreckt, völlig ausgewalzt und zerrissen wird, bis manchmal sogar an seiner Stelle nur noch eine Rutschfläche bleibt, welche die unterliegenden jüngeren Gesteine von den aufliegenden älteren trennt. Aber jeder Fetzen ausgewalzter Schichten des mittleren Alters, der in der Rutschfläche eingeklemmt zu finden ist, ist zu vergleichen einem rudimentären Organ in der Abstammungslehre, und beweist, dass die Überschiebung nicht nach einer primären flachen Kluft sich vollzogen hat, sondern aus der Übertreibung einer liegenden Falte hervorgegangen ist. (Fig. 5 und 6.) den weit ausgreifenden liegenden Falten ist zuerst 1882 an dem Beispiele südlich der Tellsplatte festgestellt worden (*Alb. Heim*, „Beiträge“ Bd. XXV), dass Falten der Erdrinde nochmals gefaltet und dadurch völlig eingewickelt werden können („gefaltete Falte“). Seither ist diese Erscheinung in ausgedehnter Masse von vielen Beobachtern auch an andern Stellen gefunden worden.

Ein neues Rätsel im Alpenbau entdeckte zuerst F. J. Kaufmann (Luzern). Fünf bekannte Berge des Vierwaldstätterseegebietes, die in den Zonen der Kreideketten liegen, nämlich Schynstock, Mythen, Buochserhorn, Stanserhorn und Giswylstock, aus einem Mantel von Tertiär (Flysch) auftauchend, waren bisher für Kreidesteine angesehen worden. Stutz hatte am Buochserhorn Trias-Versteinerungen gefunden, Kaufmann entdeckte, dass die Genannten alle aus Jura- und Trias-gesteinen von allerdings abweichender Beschaffenheit gebildet seien. Wie Klippen alten Gesteines aus jetzigen Meeren vorragen, so ragen diese Berge empor aus einer Umgebung von jüngeren Gesteinen — man nannte sie nun „Klippen“. Die Klippen wurden Gegenstand lebhafter Forschung vieler Geologen (*Quereau, Tobler, Schmidt, Schardt, Gilliéron, Hugli, Arnold Heim* etc.). Sie mehrten sich, und sie wurden umso rätselhafter, je genauer man sie kennen lernte. Schliesslich sah man sich vor folgenden unabwiesbaren Tatsachen (verglichen Mythen in Taf. II. Fig. 10).

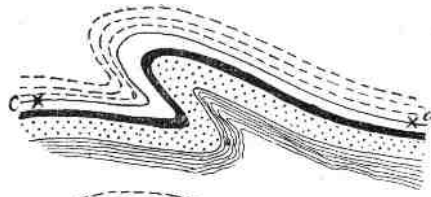


Fig. 5
Bezeichnung der Teile einer liegenden Falte
(Querschnitt)

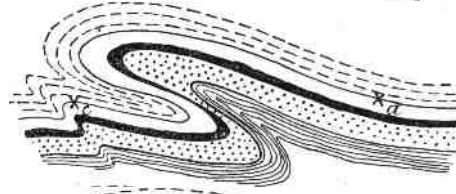
Die Klippen stechen nicht von unten durch den jüngeren Flysch herauf, sie haben keine Wurzel nach unten, sie verdienen eigentlich den Namen nicht, sie liegen mittelst einer Rutschfläche auf dem tertiären Flysch oben auf. Sie beeinflussen auch die Faltung der unterliegenden Schichten nicht, sie sind in selbständiger unabhängiger Art in sich gefaltet. Und das Auffallendste. Die Klippengesteine Trias, Jura und Kreide, hie und da mit Fetzen von Eruptivgesteinen, sind in einer ganz anderen Art ausgebildet als wie in den nächst umgebenden Gebirgen, sie sind näher verwandt mit den gleichaltrigen Gesteinen im Innern oder gar gegen den Südabhang der Alpen hin — sie sind jedenfalls ursprünglich weit weg von ihrem jetzigen Standort gebildet worden, sie sind, wie man sich ausdrückte, exotische Fremdlinge! Die Klötze der Mythen, das Stanserhorn etc. müssen etwa aus der Gegend vom Julier, Bergell, Locarno oder Bellinzona hergeschlittet worden sein!

Hier erinnern wir uns daran, dass schon *Studer*, der die Klippen noch nicht kannte, exotische Blöcke im Flysch und viele exotische Gerölle in der Nagelfluh namhaft gemacht hatte, und dass er darauf hingewiesen hatte, dass die ganze Stockhornkette in ihren Gesteinen einen ähnlich fremdartigen Charakter trage und vom Lemensee bis Thunersee streiche, dort aber unvermittelt und ohne östliche

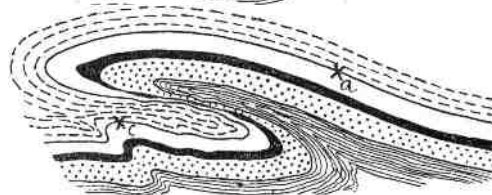
a) Mittelschenkel noch nicht reduziert



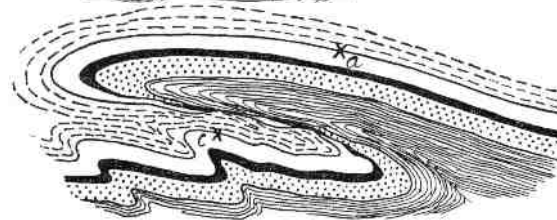
b) Mittelschenkel reduziert



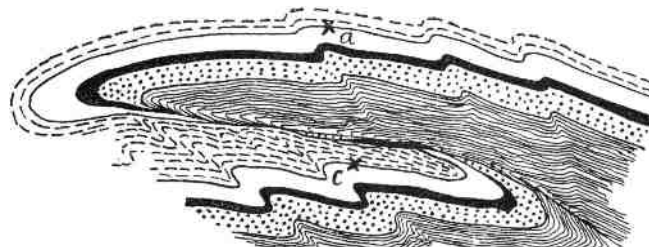
c) Mittelschenkel stark reduziert



d) Mittelschenkel zerrissen



e) Mittelschenkel stark, zerrissen



f) Überschiebungsfalte

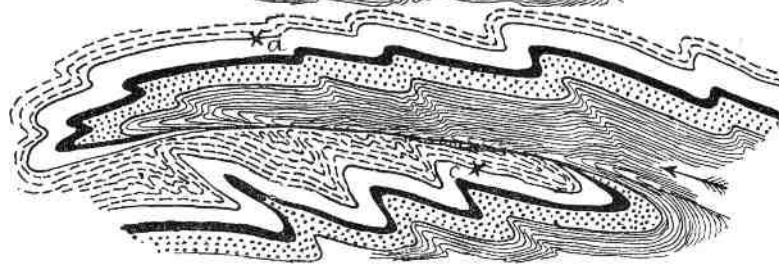


Fig. 6.
Entwicklung einer überliegenden Falte zur Überschiebungsfalte,

Fortsetzung abbreche. An eine Herkunft vom Südabfall der Alpen freilich dachte Studer niemals.

Im Jahre 1884 hat der Pariser Professor *Marcel Bertrand* einen Vergleich zwischen den Lagerungserscheinungen im nördlichen Kohlenbecken Frankreichs und den liegenden Falten im Kanton Glarus gezogen. Die letzteren kannte er nur aus unseren Publikationen. Dabei tauchten in seinem Geiste kühne Gedanken auf: Die „Glarner Doppelfalte“ ist vielleicht nur eine einzige von S. nach N. überschobene liegende Faltendecke (vergl. Fig. 4 B) und das gleiche Phänomen der ungeheuren liegenden Faltendecken erstreckt sich vielleicht noch weiter. Viele alpine Gebirgszonen wie Chablaiszone, Stockhorn, Préalpes- oder Voralpen-Zone, Muottataler-berge, Churfürsten, Rhätikon sind nicht direkt von unten aufgefaltet, sondern wurzeln weiter im Süden und sind von dorthier überschoben.

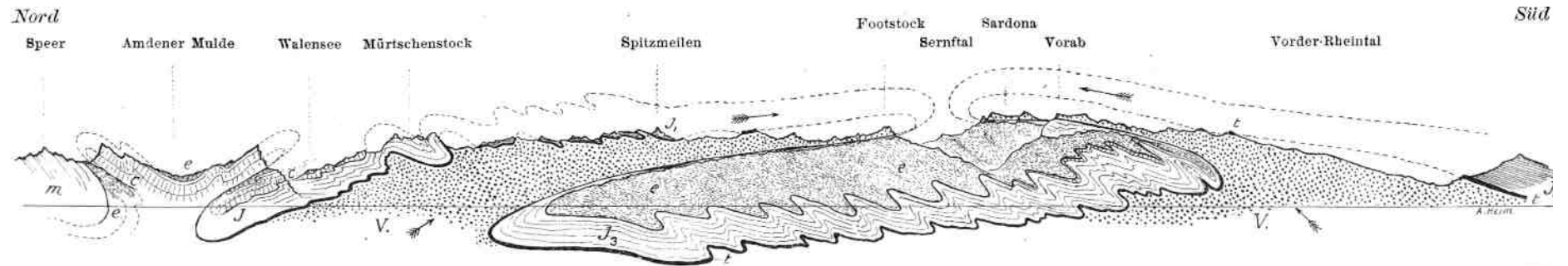
Wir schüttelten ungläubig den Kopf und eine Reihe von Jahren blieben diese Hinweisungen von Bertrand vergessen. Heute erfüllt uns Bewunderung vor dem Seherblick unseres Freundes, der, leider jetzt in schwerer geistiger Umnachtung dahinträumend, die Freude nicht mehr mit uns empfinden kann*).

1890 bis 1893 ist Prof. Dr. *Hans Schardt* in Veytaux durch seine Untersuchungen der Voralpenzone vom Lemensee bis Thunersee auf ganz ähnliche Ideen geführt worden. Im besonderen stellt *Schardt* fest, dass die Klippen Reste der bisher vergeblich gesuchten Fortsetzung der Stockhornzone sind, und dass die sogenannten Voralpen überhaupt und die Chablaiszone so gut wie die Klippen ein ganzes Faltengebirge älterer Gesteine darstellen, welches auf dem jüngeren Flysch, weit von Süden her überschoben, schwimmt *Schardt* hat das erste Alpenprofil gezeichnet, in welchem eine ganze gefaltete Gebirgszone überschoben auf Jüngerem liegt. Dort im Westen liegt das überschobene Gebirge etwas tiefer im Niveau und ist deshalb mehr zusammenhängend erhalten, in der Mittelschweiz liegt es höher und ist deshalb dort mehr und mehr durch Abwitterung in einzelne Stücke, unsere „Klippen“ aufgelöst. Östlich des Rheines, im Rhätikon, ist die Fortsetzung wieder als zusammenhängendes Gebirge vorhanden. Ein Falten-Gebirge ist über ein anderes geschoben und in den mittleren Schweizeralpen bis auf wenige Reste zerstört worden. In mündlichem Vortrag und in einer leider unveröffentlicht gebliebenen Preisarbeit wies *Schardt* den Überschiebungen noch weitere Verbreitung zu.

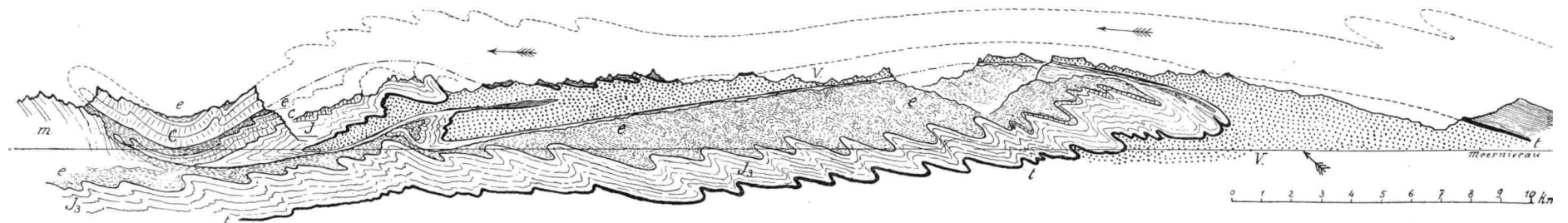
Prof. M. *Lugeon* in Lausanne bekämpft 1894 bis 1895 mit vielen anderen die Auffassung von *Schardt*. Allein im Frühjahr 1896 bekennt er sich vollständig zu derselben. Und nun wirft sich *Lugeon* mit einer Energie und Fündigkeit sondergleichen von grossen Gesichtspunkten aus auf die neu auftauchenden Fragen. *Bertrand* erkennt 1897, dass der Flyschstreifen unter Wetterhorn und Jungfrau

* In Paris gestorben den 13. Februar 1907.

Fig. 4. Die Glarnerfalten in schematischem Profil N — S



A. Glarner-Doppelfalte" 1870 bis 1902 Escher und Heim.



B. Glarner-Deckfalten 1883 Bertrand, 1892 Suess, 1903 Heim.

m = Molasse (Nagelfluh, mitteltertiär)
e = Flysch (alttertiär)

C = Kreide
J = Jura

t = helvetische Trias (Röthidolomit)
V = Verrucano (Sernifit).

die Fortsetzung desjenigen der Glarnerfalten ist und darüber geschoben Unterjura-massen mit Umbiegungsknie gegen Norden gewendet folgen. *Lugeon* tritt das geistige Erbe *Bertrands* an und bald sind die bisherigen Profile aller Fachgenossen durch ihn in viel weiterem Umfange, als es *Schardt* und *Bertrand* getan hatten, umgedeutet und geprüft auf den Gesichtspunkt der liegenden Überfaltungsdecken. Auch die sogenannten helvetischen Gebirgszonen der Schweizeralpen, auch die südlicheren Zentralmassive, auch die Ostalpen zeigen ihm Überfaltungsdeckenbau, er findet ähnliches in den Karpathen, im Apennin, auf Sizilien. Unterdessen tritt auch der Pariser Geologieprofessor *Termier* mit kühnen Griffen ein. *Bertrands* Vision war richtig, und die „*Bertrand-Schardt-Lugeonsche* Erkenntnis der Überfaltungsdecken oder „nappes de recouvrement“ hat von 1898 bis heute einen mitreissenden Siegeszug von Westen nach Osten durch die Vertreter der alpin-geologischen Wissenschaft gehalten, wie er ähnlich in der Geschichte unserer Wissenschaft kaum je vorgekommen ist.

Unmöglich! Udenkbar! Unerhört — unsinnig! so riefen Viele. Man zieht uns den Boden unter den Füßen weg. Aber die Kraft der Wahrheit wohnte in der neuen Auffassung. Das erneuerte kritische und eindringliche Studium gerade der Gegner hat in den letzten zehn Jahren ihre Richtigkeit erwiesen und viele der Gegner sind die Vertreter der neuen Auffassung geworden. Sie ist weder eine Hypothese noch eine Theorie, sondern eine Zusammenfassung von Beobachtungstatsachen geworden. Die Theorie, d. h. die wirkliche mechanische Erklärung der Vorgänge und ihrer Ursachen wird erst viel später aus noch vermehrten vertieften Beobachtungen sich ableiten lassen — von der wollen wir heute noch nicht reden. Eine ungeheure Perspektive neuer schöner Aufgaben, neuer Gesichtspunkte, neuer Ideen hat sich durch das Genie unserer Freunde *Bertrand*, *Schardt* und *Lugeon* für die Alpengeologie geöffnet. Wir stehen am Anfang der fruchtbarsten Schaffensperiode. Rätsel, vor denen wir jahrzehntelang ratlos gestanden, lösen sich und erscheinen nun als notwendig und selbstverständlich. Wie Schuppen fällt es uns von den Augen, und als eine zwar enorm verwickelte aber grossartige Faltungseinheit, viel verständlicher, viel harmonischer als früher, stehen heute die Alpen vor unserem geistigen Auge. Die Einheit der Sedimentation und die Einheit der Faltung des ganzen Alpensystems, so wie der geniale *Suess* in Wien sie zuerst geahnt hat, ist zur Erkenntnis gekommen.

Ich will nun versuchen, Ihnen zu verdeutlichen, warum die *Bertrand-Schardt-Lugeon'sche* Auffassung Wahrheit ist. Zunächst will ich Sie hinweisen auf die Wurzellosigkeit der meisten Berge der nördlichen Alpenketten, sodann auf die Facieserscheinungen.

Sie sehen hier (Fig. 7) einen etwas allgemein gehaltenen Querschnitt, der etwa einem Profil *Speer-Mattstock-Churfürsten* oder *Rigi-Rigihochfluh-Frohnalpstock* oder auch *Pilatus-Frutt* entspricht. In dieser ganzen Zone treffen wir ähnliche

Verhältnisse. Die Signaturen bezeichnen die grossen Schichtgruppen so weit, als man dieselben direkt sehen kann. Früher suchten wir stets das Naheliegendste zur Erklärung und deshalb dachten wir uns die Wurzel einer Falte möglichst nahe unten in der Richtung, nach welcher die Schichten in die Tiefe stechen. Das ergab

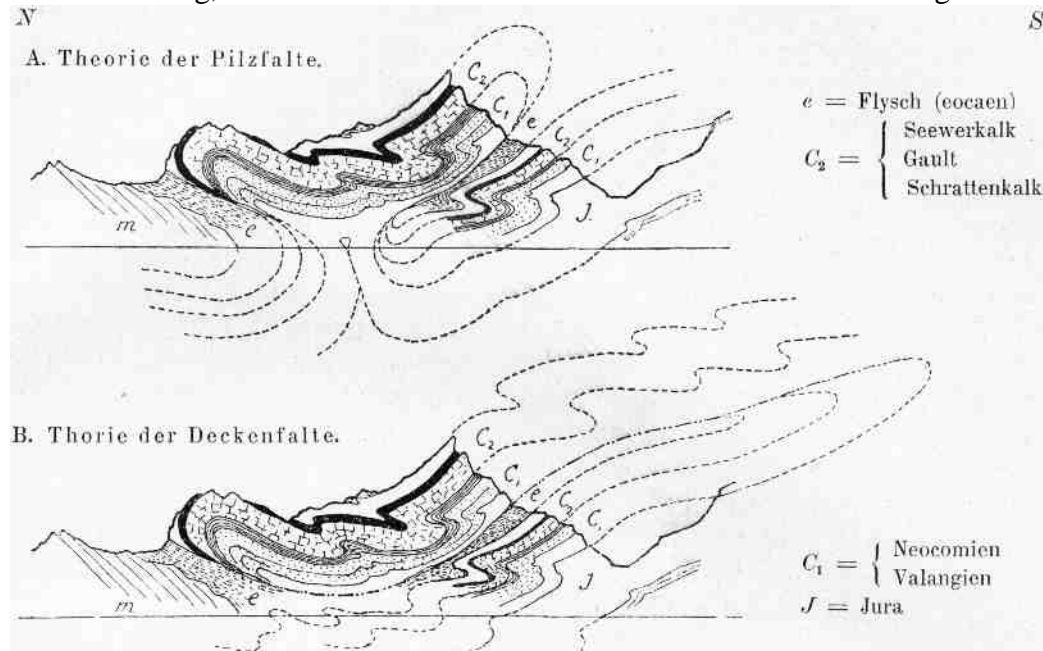


Fig. 7.

z. B. für Mattstock und Leistkamm gemeinsame Wurzel unter der Amdenermulde. Die beiden verkehrten Mittelschenkel sind, wie so oft, zerrissen, es war ein beidseitig überliegendes pilzförmiges Faltenpaar, eine „Pilzfalte“.

Die genaue neue Überprüfung führt nun für diese Deutung zu folgenden Schwierigkeiten :

1. Beidseitig sticht das junge Eocaen so tief unter die Amdenermulde etc. hinein, dass der Stil des pilzförmigen Gebildes unbegreiflich dünn, an manchen Orten abgequetscht sein müsste.

2. Das nach N gewendete Umbiegungsknie ist an manchen Stellen zu sehen, aber nirgends auf der 60 km langen Südfront ist eine gegen S gekehrte Umbiegung zu finden, nur nördlich gewendete Kniee sind da.

3. Der untere Schichtenkomplex zeigt eine vom oberen stark verschiedene Ausbildung. Wenn wir Wurzel in der Tiefe annehmen, so setzen wir die beiden näher zusammen, als sie jemals haben im Meere abgesetzt werden können.

So verschiedene Ausbildung der Gesteine aus dem gleichen Meere verlangt nicht nur 3 bis 6, sondern doch 30 bis 60 km ursprünglicher Distanz.

Alle diese Schwierigkeiten sind völlig gelöst, wenn wir annehmen, dass der ursprüngliche Zusammenhang so war, wie er auf dem zweiten Bilde von Fig. 7 dargestellt ist. Der obere Schichtenkomplex ist an dieser Stelle ohne Wurzel, seine Wurzel lag weiter südlich. Wir haben nur die eine Gewölbeumbiegung und die eine Muldenbiegung, die beide direkt sichtbar sind. Die liegenden Falten können mit ihrer Stirn wie hier auch abwärts gestossen worden sein, oder es ist die überfaltete Region durch ihr Gewicht eingesunken.

Mit der Kreide des Leistkamm-Mattstock hängt das ganze Säntisgebirge zusammen. Wo Entblössungen sich finden, sieht man ringsum den Tertiärflysch unter das Säntisgebirge hineinstecken, es liegt auf dem Flysch aufgeschoben ganz wie die Klippen oder die Stockhornzone. Auch das Säntisgebirge hat keine Wurzel nach unten, es ist eine liegende Deckenfalte, deren oberer Schenkel wieder gefaltet ist (Fig. 8). Seine Wurzel hat wohl etwa in der Region des Vorderrheintales gelegen und ist durch Abwitterung jetzt abgetrennt und sogar weggenommen. Die tiefere Region der Churfürsten hängt gegen Süden mit dem Mürtschenstock zusammen, dessen Schichten auf die grosse Decke der Glarnerfalten hinauf steigen, unter deren ältesten Schichten aber abermals der eocäne Flysch folgt. (Vergl. Fig. 4 B.) Also sind Säntis, Churfürsten, Mürtschenstock eine zusammenhängende Gruppe von Überschiebungsfalten (die „helvetischen- oder Glarnerfalten“).

Für eine ganze Anzahl von Bergen, wo wir uns früher Abquetschung ihrer Wurzel zur Not vorstellen mussten, ist jetzt die Wurzellosigkeit senkrecht

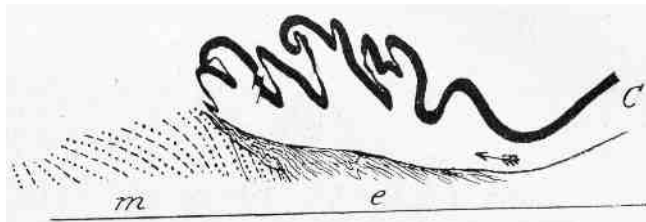


Fig. 8. Profil durch das Säntisgebirge
(schwarz = Schrattenkalk)

darunter, das Schwimmen auf dem Flysch, deutlich dargetan. So ist der gewaltige Glärnisch ein System liegender Falten aus Trias-, Jura- und Kreideschichten, das auf einem Sockel von Eocänflysch liegt. I hatte schon 1870 den Flysch im Glär-

nischsockel verfolgt, aber damals nicht gewagt, ihn als ganz unten durchgehend aufzufassen. Das Urirotstockgebirge ist östlich durch das Urnerseetal tief durchschnitten, allein jeder Wurzelstiel nach unten fehlt, vielmehr reichen die mächtigen in nördlich überliegende Falten geordneten Juraschichten nicht bis an den See hinab, darunter durch ziehen jüngere Kreide- und Flyschschichten. Die enorme Kalkmasse des Urirotstocks mitsamt seiner östlichen (Axenkette und Nordrand des Schächentales in Fig. 10, Taf. II) und westlichen zeigt die Falten angestaut am nördlichen Stirnrand der Decke.

Fortsetzung sind aus Süden hoch über Tödi, Windgällen, Spannort, Titlis und Gadmenflühen als nördlich absinkende Faltendecke herübergeschoben worden. Und wenn *Theobald* sich früher gewundert hat, wie die Gneise des Silvrettamassives überall an dessen Rande sich auf die Triaskalke und die jurassischen Bündnerschiefer hinüberlegen, so hat sich seither ergeben, dass diese jüngeren Gesteine tatsächlich unter den älteren Gneisen völlig durchgehen, die krystallinen Silicatgesteine auf den jüngeren Sedimenten schwimmen. Die Trias und Juragesteine von Val Blenio, Bernardino, Mesocco, Splügenpass sind nicht nur ein bischen vom Gneiss-Rande des Adulamassives, des Tambomassives, des Surettamassives etc. überwulstet, sondern sie gehen als liegende Platten weit unter diese Massive hinein. Die Massive sind flach liegend gegen Norden überstossene Deckfalten.

Wie im Glarnerland die Täler in das junge Tertiär geschnitten sind, die Gipfel vom alten Carbon (Sernifit) gekrönt werden (Fig. 4), so ist auch z. B. das Nikolaital durch Jura und Trias hinab eingeschnitten, und die alten krystallinen Schiefer bilden im Matterhorn, Dent Blanche, Weisshorn aufliegende Deckfalten mit nördlich gewendetem Umbiegungsknie. Und ganz ebenso sind Schams und Rheinwaldtal in jurassische Bündnerschiefer eingeschnitten, während die Gipfel ringsum nach Art der Klippen mit anders gefalteten Kappen älteren Gesteines südlicher Herkunft gekrönt sind (Splügener Kalkberge etc.). Sie sehen, sehr viele Gebirgsteile unserer Alpen bestehen aus nach Norden überliegenden Systemen von Falten älterer Gesteine, die auf jüngeren aufliegen, ohne Wurzel direkt in der Tiefe. Diese weit überliegenden Platten sind übertriebene liegende Falten in Form gefalteter Decken. Wir nennen sie Deckfalten, Faltendecken, nappes de recouvrement. Ein durch Erosion abgetrenntes Stück einer Deckfalte heisst Klippe, richtiger Deckklippe. Ein Erosionsloch, durch das die junge Unterlage unter einer Decke älterer Gesteine herauschaut, heisst ein Fenster. Die liegenden Falten, deren zuerst entdeckte die Glarnerfalten sind, sind eine ganz allgemeine Erscheinung der Nordalpen und der inneren Alpen und die Wurzeln liegen in den inneren und den südlichen Zonen.

Ein zweiter Gesichtspunkt, der die Wahrheit der *Schardt-Lugeon'schen* Auffassung bezeugt, ist der folgende:

In den jetzigen Meeren bilden sich Absätze verschiedener Art mit Übergängen in einander. Von Uferbildungen mit Muschelsandsteinen, Conglomeraten gelangen wir bei zunehmender Tiefe und Entfernung vom Ufer zu Muschelbänken, Korallenbänken, dann tiefer zu Schwammbänken und Seelilienwäldern, dann zu versteinungsarmen Schlammabsätzen; allmählich folgt das Gebiet der Tiefmeerbildungen mit Foraminiferenkalken, in der Tiefsee tonig kieselige Absätze mit Radiolarienschälchen etc. An anderen Orten bilden sich gleichzeitig Sande, Kiesanschwemmungen auf Festland oder Kohlen und Kalke in Süßwassersümpfen.

Alle die Unterschiede gleichaltriger Ablagerungen nach Stoff- und Tierresten, die von den verschiedenen lokalen Bildungsbedingungen abhängen, nennen wir Facies. Die alten Sedimentgesteine zeigen genau die entsprechenden Facieserscheinungen wie die Absätze der Gegenwart, und viele Facies gehen nur allmählich durch viele Vermittlungen in einander über.

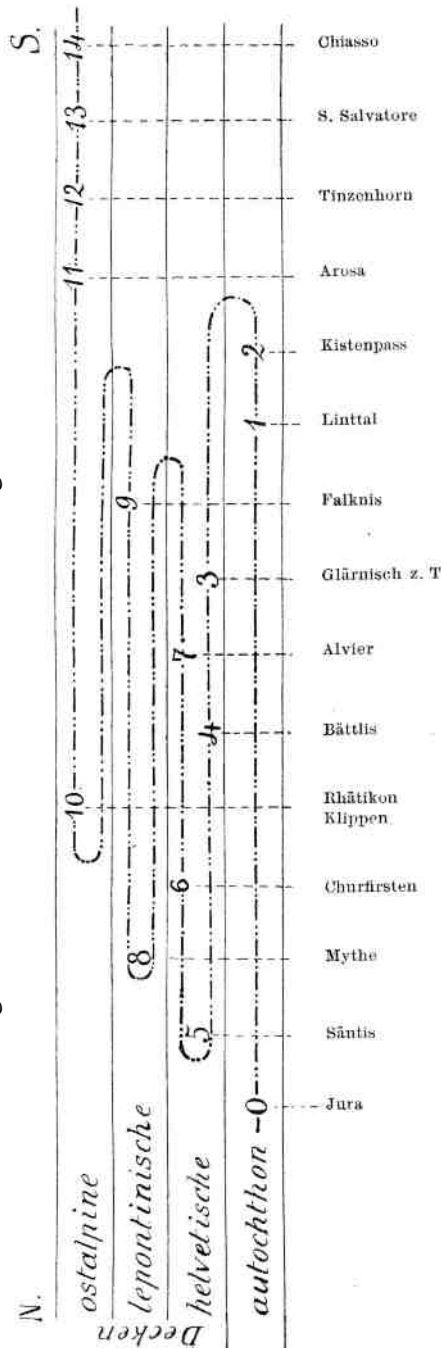
Gehen wir in der Längsrichtung der Alpenketten, so finden wir in den Gesteinen einer Kettenzone innerhalb einer bestimmten Altersgruppe der Schichten auf sehr grosse Distanzen fast keinen oder nur einen ganz allmählich vermittelten Facieswechsel.

Gehen wir dagegen quer zu den Ketten, so treffen wir da oft von einer Kette zur andern einen sehr starken und sprungweisen Facieswechsel auf geringe Distanz. So rasch kann sich innerhalb der Schichten gleichen Alters Facieswechsel ursprünglich gar nicht vollzogen haben — so nahe neben einander können nicht Ufer und Tiefmeerbildung entstanden sein. Auch wenn wir uns nach der früheren Auffassung mit den direkt unten liegenden Wurzeln die Abwicklung der Falten vorstellen, so bleiben die Entfernungen von Stellen verschiedener Facies immer noch viel zu eng. Ganz besonders überraschend ist aber die Tatsache, dass die verschiedenen Facies von den äusseren nach den inneren Ketten der Alpen sich in total verstellter Reihenfolge finden. Wenn wir z. B. die verschiedenen Faciesvorkommnisse der Kreideschichten in der ursprünglichen Reihenfolge ihres Absatzes von N nach S mit 1, 2, 3, 4 etc. bezeichnen, so finden wir jetzt quer durch die Alpen von N nach S gehend die Faciesvorkommnisse verstellt in die Reihe: 0, 5, 8, 6, 10, 4, 7, 3, 9, 1, 2, 11, 12.

Schon lange haben wir uns darüber gewundert, dass nördlich vom Schächental lange grossen Axen die Kreideschichten in vollmariner Ablagerung 600 m mächtig und wenige Kilometer südlich am Südrand des Schächentales gar nicht zur Ablagerung gekommen sind (Fig. 10). Am Walensee treffen wir auf mächtig entwickelten untersten Jura, sogenannten Lias mit Seichtmeurfossilien hinauf bis ins Sernfgebiet. Am Tödi ist keine Spur davon, da war Festland. Südlich des Vorderrheines folgen unvermittelt einige tausend Meter liasischen Bündnerschiefers. Dazwischen ist die Wurzel der Glarnerfalten. Der Walenseelias gehört ursprünglich zwischen Tödi und Vorderrheintal hinein und vermittelt somit die sonst unbegreifliche plötzliche und enorme Differenz zwischen Tödi und Vorderrheintal.

Als unlösbares Rätsel stand dieser sprungweise und verstellte Facieswechsel vor uns, so lange wir die Wurzel jeder Falte in nächster Nähe unter ihr suchten; völlig klar, notwendig und selbstverständlich wird dies, sobald wir erkannt haben, dass die liegenden Falten die Lagerungsverhältnisse der Alpen beherrschen. Sie haben, in Mehrzahl übereinander geschoben, nahe zusammengebracht, was ursprünglich weit voneinander abgesetzt worden ist; sie haben südlicheres über nördlicheres um 50 und 100 Kilometer nach Norden ge-

Fig. 9 Schema der verschiedenen Faciesfolge der Kreide.



stossen. Alle Abnormitäten in der Verteilung der Facies sind völlig begreiflich und wir können jetzt die in der Ausbildung der Sedimente so verschiedenen Stücke der Alpen uns in ihre ursprüngliche Reihenfolge im Geiste zurückversetzt denken. Die Frage, ob denn alle die Deckfalten aus Süden gekommen seien, ist eingehend erörtert worden. Eine Zeitlang wurde von einzelnen Geologen, sich anlehnend an einen Gedanken von *Studer*, die Wurzel in einem versunkenen und überschobenen Gebirge gesucht, das am Nordrande der Alpen liegen sollte. Für die rein südliche Herkunft sind folgende Erscheinungen beweisend:

1. An den meisten Stellen unterscheiden sich die Decken vom unterliegenden Gebirge dadurch, dass sie mehr südliche Facies aufweisen, an manchen Stellen ist dies noch nicht näher bestimmbar, nirgends aber haben die Decken nördlichere Facies, als ihre Unterlage.

2. Hundertfältig treffen wir auf liegende Umbiegungen. Wenn es Gewölbebiegungen (mit dem Kern aus den ältern Gesteinen) sind, dann wenden sie das Knie stets gegen Norden; wenn es Muldenbiegungen sind (mit dem Kern aus den jüngsten Schichten), dann wenden sie das Knie stets gegen Süden. Die Gewölbe sind also alle flach nördlich überliegend überschoben. Ausnahmen kommen nur ganz lokal vor, und erweisen sich durch den Zusammenhang als Rückfaltung einer vorgefalteten Decke (Falte einer Falte).

3. Wenn eine Mehrzahl liegender Deckfalten von S nach N überschoben sind, so sind zwischenliegende Ausnahmen mit umgekehrter Bewegungsrichtung mechanisch sehr unwahrscheinlich, vielleicht dürfen wir

sogar sagen unmöglich. Die Richtung der grossen Bewegung S—N ist festgestellt, sie muss alles harmonisch beherrschen; gegen den Strom zu schwimmen, war für einzelne zwischenliegende Gebirgsteile unmöglich.

Innerhalb der Zentralzone der Alpen zeigt sich deutlich, dass auch die krystallinen Schiefergesteine samt ihren Einschlüssen von alt eruptiven Massen zu liegenden Falten überstossen worden sind. Ausgezeichnet schön sind solche entwickelt im Adulamassiv, Tambomassiv, Surettamassiv, wir finden das Silvrettamassiv als Kernmasse einer Deckenfalte über ostalpiner Trias und Basischem Bündnerschiefer, wir sehen in Matterhorn und Dentblanche liegende Falten krystalliner Schiefer mit nördlich gewendetem Knie, und das Simplongebirge besteht aus übereinandergelagerten liegenden Falten, deren Kern aus Gneisen, die Mulden aus krystallinisch umgewandelten Trias- und Juragesteinen bestehen.

Mit Eifer und hoher Begeisterung arbeiten zur Zeit eine grosse Anzahl von Geologen an der Durchforschung des alpinen Deckenbaues in der Schweiz.*)

Es sind nun schon eine ganze Menge der liegenden Falten von ihrem Stirnrand bis an ihre Wurzeln und weithin in ihrer Längserstreckung von Osten nach Westen verfolgt und jeder Sommer bringt weitere Entdeckungen im gleichen Sinn. Dabei zeigte sich stets, dass von N nach S vorschreitend, die Wurzeln der tiefsten Decken am wenigsten weit südlich, die höchsten am weitesten südlich zu suchen sind; die höchsten Überfaltungsdecken haben die Sedimente vom Südabhang der Alpen in die nördlichen Regionen gebracht. Die Deckfalten lösen sich ab, vereinigen sich oder teilen sich in mehrere Schuppen oder Teildecken, eine schiebt sich über die andere. Sie sinken oder steigen in der Längsrichtung langsam: Nur dadurch treten sie alle an der jetzigen Gebirgsoberfläche in Erscheinung. Alle haben mehr oder weniger glatt geschliffene gestreckte Unterlage, intensiv gefalteten • Gewölbeteil. Verkehrte, verschärfte Mittelschenkel sind oft auf weite Erstreckungen zu finden, manchmal setzen sie völlig aus. Bald ist es der weiche alttertiäre Flyschschiefer, bald der ähnliche Bündnerschiefer, die wie ein weiches Schmiermittel dazwischen liegen und die Bewegung der steiferen Massen übereinander erleichtert hatten. Sehr viele Faltendecken sinken mit ihrem Gewölbescheitel tiefer, sie haben gewissermassen mit ihrem Kopf den Boden eingedrückt und sind dann in ihrer Stirn arg verstaucht, sogar über sich selbst durch den Gegendruck der Widerstände zurückgestülpt. Die oberen Decken haben vollere Formen ihrer sekundären Falten, sie sind oft rascher gegangen, sie haben die unteren verquetscht, verschärft und oft in Fetzen verschleppt. Unsere früheren Profile sind vielfach vollauf bestätigt in dem direkt beobachtbaren

* Ich nenne: Arbenz, Argand, Baltzer, Baumbergen, Blumen, Buxtorf, Ganz, Gerber, Grubenmann, Alb. und Arn. Heim, Hoek, Lugeon, Niethammer, Oberholzer, Preiswerk, Sarasin, Schardt, Schiller, Schmidt, Seidlitz, Steinmann, Tobler, Trösch und andere. In gleichem Sinne arbeiten in den aussenschweizerischen Alpen Haug, Kilian, Suess, Termier, V. Uhlig und andere,

Teile, nur die punktierten Linien, die den ursprünglichen Zusammenhang andeuten sollen, sind anders geworden (die Wurzel nach unten fehlt) und es sind noch viel mehr Komplikationen da!

Nachdem alle liegenden Decken überschoben waren, wurde das ganze Alpengebäude noch mehr zusammengedrängt, die Wurzeln der liegenden Decken wurden dadurch in der letzten Phase der Bewegung steil gepresst und unter den Decken falteten sich in letzter Phase der Alpenstauung die nördlichen Zentralmassive (Aar, Gotthard, Aiguille rouges, Montblanc) höher auf, während die liegenden Decken noch mehr miteinander verfaltet und mit ihrer Stirn an den Südrand des schon emporgepressten und durchtalten Nagelfluhgebirges angestossen wurden. Dabei sind sie wie brandende Wellen zerschellt und von Querrissen durchsetzt worden, während in den Tiefen unter den Decken alle Faltung auch am sprödesten Gestein sich ohne Bruch plastisch vollzogen hat. (Verglichen Fig. 4, B unter der Amdenermulde, Fig. 10.)

Ausser den Falten und den Überschiebungen finden sich in manchen Regionen der Alpen, besonders in den höheren Decken, schwarmweise noch mehr oder weniger senkrechte Bruchflächen, welche quer oder schief die Ketten und Falten durchschneiden. Die Rutschflächen an denselben verlaufen annähernd horizontal und die beidseitigen Gebirgsteile sind gegeneinander horizontal verschoben. Sie sind dadurch entstanden, dass die vorrückenden Decken über unebene Unterlage geschoben worden oder auf ungleiche Widerstände des Vorlandes gestossen sind. Sie sind alle auch Resultate des Horizontalschubes; sie dürfen nicht verwechselt werden mit den echten Verwerfungen, welche primäre Vertikalbewegungen in der Erdrinde darstellen. Von den letzteren sind zweifellose Fälle in den Alpen bisher nicht entdeckt worden. Alle Dislokationen in den Alpen, die Falten wie diese Brüche („Blätter“, horizontale Transversalverschiebungen) sind die Erzeugnisse der Horizontalbewegung in der Erdrinde.

Wir unterscheiden jetzt in den schweizerischen Alpen (Tafel II, Fig. 10 und 11):

I. Autochthones Gebirge, d. h. an Ort und Stelle abgelagertes und gefaltetes, nicht weit transportiertes Gebirge, das auch nicht Wurzelregion von Überfaltungsdecken ist. Hieher gehören in den nördlicheren Zonen: Tödi, Aar-massiv mit seinem Nordrand: Windgälle, Titlis, Wetterhörner, Jungfrau etc., wahrscheinlich auch Gotthardmassiv, sodann Muveran, Massiv der Aiguilles rouges, Montblanc. Überall waren diese Gebirge von den nördlicher noch erhaltenen Deckenfalten überlagert, sind aber an den genannten Stellen durch Abwitterung der oberen Decken blossgelegt worden. Die krystallinen Zonen derselben tragen stellenweise die Spuren einer noch früheren älteren, aber schwächeren Faltung (nach Carbon, vor Trias).

II. Deckenland, Gebirgszonen, bestehend aus von Süden überschobenen vorherrschend sedimentären Deckenfalten. Wir nennen die Deckengruppen und Decken,

wie sie in ihren Wurzeln von Norden nach Süden oder in ihrer Übereinanderlagerung

von unten nach oben folgen. Das Deckenland der Schweizeralpen besteht aus:

- a) Helvetische oder Glarnerdecken, vom Südrande des Aarmassives gekommen, die Wurzelnarben von Chur bis über Martigny verfolgbar. Sie bilden unsere östlichen Kalkalpen vom Säntis bis über das Kalfeusental, vom Vierwaldstättersee bis Engelberg und bis an den Thunersee und die Diablerets. Zur Zeit können wir in den östlichen Schweizeralpen drei Hauptgruppen helvetischer Decken unterscheiden, die sich strichweise wieder in Teildecken gliedern. Unterste Gruppe : Glariserdecke, Mürtschen-decke. Mittlere Gruppe: Axendecke, Urirotstock-Fruttddecken, Silberdecken. Obere Gruppe: Säntisdecke, Rädertendecke, Drusbergdecke. Ein durchgreifendes Verfolgen des Zusammenhanges und der Art und Weise, wie die Decken sich durchziehen oder auch ablösen, auftauchen oder untertauchen, ist heute noch nicht möglich. Wir kennen diese Erscheinungen erst stückweise.
- b) Lepontinische Decken oder Klippendecken. Sie wurzeln in der Hauptsache südlich des Gotthardmassives. Sie bilden die westalpinen „Voralpen“, d. h. die Zonen des Chablais und des Stockhorns bis an den Nordrand der Diablerets und des Wildstrubel. Östlich vom Thunersee gehören ihnen noch die „Klippen“, im engeren Sinne (Giswylerstöcke, Stanserhorn, Buochserhorn, Mythen etc.) an, und sodann die Falkniszone. Auch die lepontinischen Decken haben tiefere und weniger tiefe Gliederungen : Klippendecke im engeren Sinne, Brecciendecke, rhätische Decke. Die letztere zeichnet sich aus durch ihren Gehalt an ophiolitischen Eruptivgesteinen und jurassischen Radiolarithornsteinen. Vielfach, so z. B. in manchen Teilen von Graubünden sind die lepontinischen Decken so sehr verquetscht, dass sie nicht für sich allein Gebirge bilden.
- c) Ostalpine Decken. Diese wurzeln in den südlichen Alpenzonen und bilden die Triaskalkberge der östlichen Graubündneralpen, das Silvrettamassiv und einen grossen Teil der Ostalpen. In Graubünden haben die ostalpinen Decken sehr komplizierten Erosionsrand, und im linksseitigen Unterengadin ein grosses Erosionsloch (Fenster). Die autochthonen und helvetischen Schweizeralpen mit ihrem Bau setzen sich mehr oder weniger in der Tiefe östlich fort und wären dort tief unter den Tiroleralpen zu suchen. Die früher so rätselhafte Differenz im Gebirgsbau der Alpen beiderseits der Rheinlinie Avers-Bodensee ist jetzt dadurch vollständig verständlich, dass durch sanftes Einsinken der Decken gegen Osten die lepontinischen und besonders die ostalpinen Decken östlich einsetzen, während sie westlich abgewittert sind.
- d) Krystalline Decken. Dieselben gehören den Alpen südlich der Rhone-Greina-Rofna-Linie an, und sind zum Teil die krystallinen Kerne von

vorgenannten Decken. Hierher zählen im Westen die Decken der Simplongruppe, des grossen St. Bernhard, des Monte Rosa, der Arollagneisse (Dent Blanche), dann die Decken der Tessinergneisse und in der Fortsetzung der westlichen Decken die Adulagruppe, die Rofnaporphyroide (Surettamassiv) etc. etc.

III. Wurzelland werden diejenigen Flächen genannt, aus welchen die Decken herausgepresst worden sind, die aber von den Decken meistens durch Erosion abgetrennt sind. Die Abgrenzung ist nicht einfach, indem manchmal in der breiten krystallinen Zone der Alpen die Talgründe in Wurzelland liegen, die Gipfel aus Decken gebildet sind. Räumlich greifen II d und III ganz ineinander hinein. Gegen den Südrand der krystallinen Alpen sind Wurzelzonen zusammenhängender entblösst (Amphibolitzone von Ivrea etc.). Meistens besteht das Wurzelland nur noch aus steil stehenden krystallinischen Silicatgesteinen mit schmalen Zwischenlagen stauungsmetamorpher Sedimente (z. B. Umgebung von Locarno-Bellinzona etc.).

IV. Autochthones Gebirge Südzone. Hierher gehören die Kalkalpen in den Umgebungen des Luganersee, die sich dann gegen Osten verbreitern und ausserhalb des von uns zunächst einzig in Betracht gezogenen Gebietes der Schweizeralpen auch in südlich überliegende Falten gelegt sind.

Wir haben nun den Baustil des gewaltigen Alpengebäudes geprüft und gefunden, dass die Alpen aus einem System von flach von S nach N übereinander geschobenen Falten bestehen, die dann z. T. noch wieder miteinander zusammengestossen und abermals gefaltet worden sind. Die Alpen sind eine Region ungeheurer Zerknitterung in der Erdrinde in allen Grössen von den Überschiebungen, ganze Gebirgsmassen über 50 oder 100 km übereinander verstellt haben, von den Gewölben, die himmelhohe Berge auftürmen, bis zu den Gesteinsumformungen, die wir erst unter dem Mikroskop sehen können. Die früher gefundenen verschieden geformten Falten bestehen tatsächlich, sie sind aber in dem verwickelten Alpenbau mehr das architektonische Detail der Gewölbeschenkel der Decken. Die liegenden Falten beherrschen viel mehr, als wir früher annehmen konnten, die grossen Züge des Alpengebäudes. Die Glarnerfalten sind nicht mehr eine unerhörte Ausnahme, sondern gehören zur Regel. Das ist die Erkenntnis der letzten fünfzehn Jahre. Es werden noch viele Jahre vergehen, bis wir im Einzelnen genaue und vollständige Profile durch die ganzen Alpen zeichnen können.

Vor 30 Jahren haben wir ein Ausmass für den Betrag des Zusammenschubes, den die Erdrinde im Alpengebiete erfahren hat, zu gewinnen versucht, indem wir uns die Falten in einem Querprofil wieder ausgeglättet dachten. Wir fanden damals, dass das Alpenland wenigstens doppelt so breit gewesen sein müsste vor der Auffaltung der Alpen, dass also z. B. die Punkte Zürich und Como vor der Entstehung der Alpen 120 bis 150 km weiter auseinander waren, als heute.

Wenn wir aber unsere jetzigen Alpenprofile mit den Überfaltungsdecken im Geiste abwickeln, und die Gebirgsmassen in ihre ursprüngliche gegenseitige Lage zurückversetzen, so erhalten wir das 4- bis 8-fache der jetzigen Breite. Ein in sich Zusammenschieben einer Zone auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{8}$ ihrer ursprünglichen Breite hat die Alpen geschaffen. Jetzt sind die Alpen etwa 150 km breit, früher war hier an ihrer Stelle ein flacher Landstreifen von 600 bis 1200 km Breite und um den entsprechenden Differenzbetrag muss wahrscheinlich der Erdumfang während der Alpenfaltung kleiner geworden sein. Das ist doch nicht so furchtbar viel, das sind keine 3% des Erdumfanges!

Als vor 350 Jahren Conrad Gessner auf dem Pilatus stand, verwunderte er sich, dass die Berge nicht durch ihre eigene Last in dem Grunde versinken. Sie sind versunken, sie wären sonst noch viel höher! Wir kennen die Folgen der Einsenkung in der Seebildung und in dem Massendefekt, den die Pendelbeobachtungen in grossen Gebirgen anzeigen. Da ist das leichtere Rindenmaterial Schuppe auf Schuppe gehäuft worden, so dass es sich eindrückte und in der Tiefe schwereres Material verdrängte, bis wieder Gleichgewicht war und die Alpen wieder vom schweren Erdkern schwimmend getragen werden konnten. Und dass das Schieben und Rücken und Biegen und Brechen immer noch in gelindem Masse fortgeht, haben uns die Erdbebenbeobachtungen bewiesen. Immer wieder taucht in meiner Erinnerung das Bild der Alpen auf, wie ich es aus etwa 6000 m Höhe über dem Juragebirge, im Ballon stehend, einst genossen habe. Ihre verschneiten Kämme sahen aus wie die Wellen eines brandenden Meeres, die deutlich gegen uns sich zu bewegen schienen. In dem Eindruck lag Wahrheit. Die Alpen sind die Wellen einer langsamen gewaltigen Bewegung der scheinbar festen Erdrinde, die Wellen oder Falten, die sich von S nach N überholt und überstossen haben und endlich brandend erstarrt sind — gross für uns und unser Erfassen — klein im Verhältnis zur Mutter Erde — nur wie die kleinen Runzeln ihres lieben alternden Antlitzes. Sie stellen nur ein Stadium dar im Lebenslauf der Erde, ein Zeitalter, wie es ähnlich der Planet Venus, Jupiter, Saturn noch nicht begonnen, der Planet Mars schon überlebt hat. Die Erde selbst aber schwebt, verschwindend klein und unbedeutend, zwischen Millionen ähnlicher Himmelskörper im unendlichen Weltenraum, zwischen der Ewigkeit, der Vergangenheit und der Ewigkeit unbestimmter Zukunft.

Erläuterung der Tafeln.

Tafel I, Fig. 1 führt uns in das Gebiet der Glarnerüberfaltungen, und zeigt uns eine der Stellen, wo die Aufschiebung des hier dunkelgrünen Verrucanoschiefers besonders auffällig ist. Die Tschingelspitzen sind von der Verwitterung aus dem Verrucanoschiefer herausmodelliert, der selbst nur die Basis eines höheren abgewitterten Gebirges war. Der helle Kalkstein unter der weithin auffallend ebenen Überschiebungsfläche ist der verknetete Jurakalk des verkehrten Mittelschenkels der Glarnerfaltendecken. Ein Keil der unterliegenden Flyschschiefer ist in den Kalk hineingewalzt und hat zusammen mit einem kleinen Vertikalbruch die Auswitterung des Martinsloch veranlasst. Die Tschingelspitzen am Segnespass sind eine der Stellen, wo schon Hans Conrad Escher von der Linth erkannt hatte, dass verkehrte Lagerung vorhanden ist, indem das älteste Gestein die Gipfel bildet, das jüngste die Gehänge und die Täler. Der Grat des Segnespasses (2626 m hoch), rechts im Bilde, ist aus Flyschschiefer gebildet, in welchem auch die Talkessel beiderseits ausgespült sind.

Tafel I, Fig. 2 zeigt nicht wie Fig. 1 die Spur einer der grossen Überfaltungsflächen, sondern gerade im Gegensatz dazu eine Einzelfalte innerhalb des Gewölbeschenkels der Säntisdecke. Es ist die Falte am Stoss. In prachtvollem, nach Norden überliegendem Gewölbe ist das ganze Packet der so harten und festen Schrattekalkschichten bruchlos umgebogen. Aus dem Säntisgebirge liessen sich viele ähnliche Bilder geben. Der Säntisgipfel selbst ist ein herrliches Schichtgewölbe — schade nur, dass dort kein guter Standpunkt für eine photographische Aufnahme zu finden ist. Solche Gewölbefalten haben wir uns früher als unmittelbar von unten aufgepresst und in der Tiefe wurzelnd gedacht. Jetzt wissen wir, dass sie nur eine Runzel in einer grossen liegenden Deckfalte darstellen, und ihre eigentliche Wurzel 50 km weiter im Süden liegt. Textfigur 8 zeigt, in welchem Verhältnis im Säntisgebirge diese Gewölbeschenkelfalten zur gesamten Deckfalte stehen.

Tafel II, Fig. 10 und 11 stellen die Gebirgsfalten in senkrechten, quer zu den Alpenketten laufenden Schnitten, sogenannten „geologischen Profilen“ dar. Die auf den Profilen angebrachten Bezeichnungen, sowie das früher im Texte gesagte, erläutern diese beiden Figuren. In der Darstellung der direkt sichtbaren über die Talböden emporragenden Teile des Gebirges entsprechen dieselben den eingehenden Beobachtungen, geben aber dieselben des kleinen Masstabes halber in eingehenden

etwelcher Schematisierung wieder. Die Linien des nach unserer heutigen Kenntnis wahrscheinlichsten ursprünglichen Zusammenhanges sind in Fig. 10 unterbrochen gezeichnet, und zwar die Oberseiten der Decken gestrichelt, die Unterseiten, das sind die Überschiebungsflächen älterer Gebilde über jüngeren, als Kettenlinien. Bei Fig. 11 konnten wegen dem zu kleinen Masstab die Faltenzüge nur in ganzen Linien gezeichnet werden. Die eine dicke Linie entspricht den Schichten der Trias-kalke und Dolomite in helvetischer Facies, während es nicht tunlich war, auch die süd- und ostalpine Trias ganz in schwarz zu zeichnen, indem deren Verlauf im Profile noch zu unsicher ist. Diese Profile sind überhaupt in ihren Einzelheiten vielfach noch unsicher, und werden mit fortschreitender Kenntnis noch Abänderungen erleiden. Sie können aber in ihrem Gesamtcharakter als sicher festgestellt betrachtet werden, und hier sind sie auch nur beigegeben, um den Gesamtcharakter der alpinen Faltung und des alpinen Baustiles vor Augen zu führen.

Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. in Zürich 1908
Fig. 1.



Südseite des Segnespass mit Tschingelspitzen

Fig. 2.



Umbiegung des Schratenkalk am Stoss (Säntisgebirge)

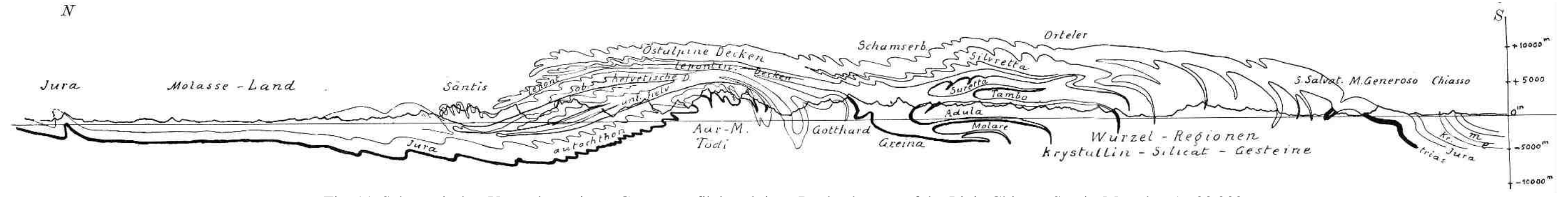


Fig. 11. Schematischer Versuch zu einem Gesamtprofil des alpinen Deckenbaues auf der Linie Chiasso-Säntis. Mastab = 1:600 000

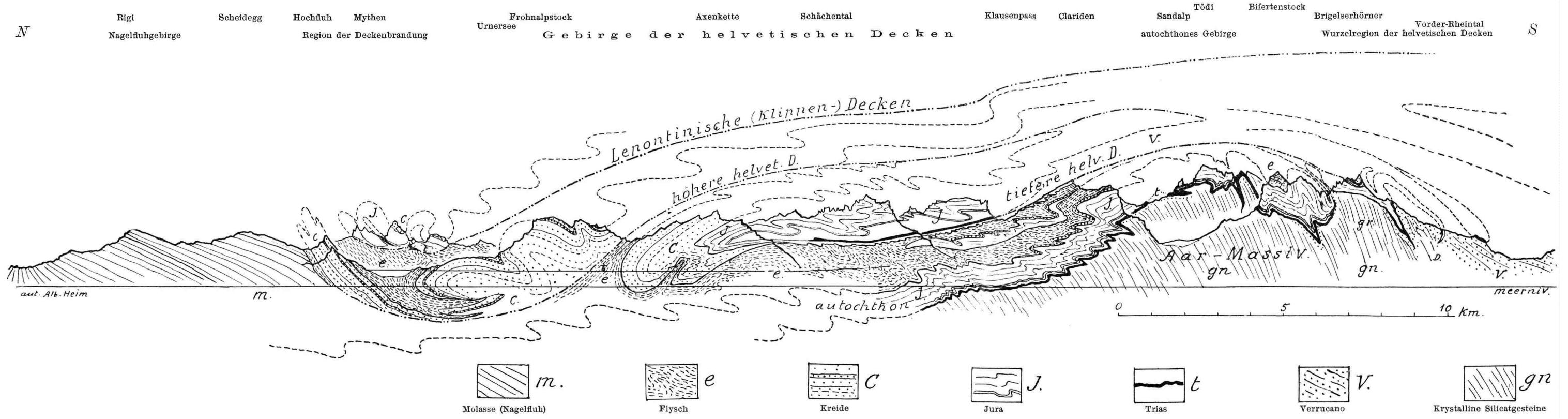


Fig. 10. Schematisches Profil durch die Deckenfalten vom Aarmassiv bis zum Rigi. Masstab = 1:120 000

Formales:

Format: 23 × 28.5 × 0.154 cm; Gesamtgewicht: 104 Gramm.

Papierart:

Umschlag Farbe: #B1B8AB, holzarm gestrichen.

Seiten: weiss, holzarm, gut gestrichen

Tafel I: leicht écru, holzfrei, gestrichen, rasterfreie Lithographien

Figuren im Text: Blei-Strichclichés

Papier-Dicken:

Umschlag: 0.08mm, 80 g/m²;

Seiten: 0.0754mm, 80 g/m²;

Tafel I: 0.115mm, 160 g/m².

Tafel II: 0.105mm 43.5 × 28.5 cm Quer-Faltblatt, 115g/m². Blei?-cliché

Satzspiegel ohne Seitenzahl: 13.5 × 18 cm.

Bleisatz, Type Roman-Antiqua, etwa Times oder Book-Antiqua

Bindung: genäht und geklebt.

Auszeichnungen: Sperrung und kursiv

OCR mit Omnipage. Seitentreu aber nicht Zeilentreu.

Bilder mit 300 DPI.

Bemerkung:

Die Kraft für die Faltung der Alpen stammte noch aus dem Schrumpfen der Erde. Alfred Wegener kam später.

	Preis
	Mk. Pf.
66. U. Stutz: Ueber die Lägern. Auf 1864	1.20
67. A. Menzel: Zur Geschichte der Biene und ihrer Zucht. Auf 1865 .	1.20
68. O. Heer: Die Pflanzen der Pfahlbauten. Auf 1866 . Als Neujahrsblatt vergriffen. Separate Ausgabe	- .75
69. C. Mösch: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Brugg. Auf 1867	1.80
70. Ed. Gräffe: Reisen im Innern der Insel Viti-Levu. Auf 1868	1..20
71. A. Menzel: Die Biene. Auf 1869	1.80
72. G. Schoch: Ein Tropfen Wasser. Auf 1870	-.60
73. A. Escher v. d. Linth u. A. Bürkli: Die Wasserverhältnisse von Zürich. Auf 1871 .	1.80
74. O. Heer: Flachs und Flachskultur. Auf 1872	1.20
75. R. Wolf : Joh. Feer, ein Beitrag zur Geschichte der Schweizerkarten. Auf 1873	1.20
76. A. Heim: Verwitterungsformen der Berge. Auf 1871	1.20
77. H. Fritz: Kosmische Physik. Auf 1875	1.20
78. A. Weilenmann: Luftströmungen. Auf 1876	1.20
79. C. Mösch: Wohin und warum ziehen unsere Vögel. Auf 1877	-.60
80. R. Billwiller: Joh. Kepler. Auf 1878	1.20
81. C. Keller: Der Farbenschutz in der Thierwelt. Auf 1879	1.20
82. G. Schoch: Künstliche Fischzucht. Auf 1880	1.20
83. G. Asper: Gesellschaften kleiner Thiere. Auf 1881	1.20
84. A. Heim: Ueber Bergstürze. Auf 1882	1.20
85. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. Auf 1883	1.20
86. J. Jäggi: Die Wassernuss. Auf 1884	1.20
87. H. Fritz: Die Sonne. Auf 1885	1.20
88. C. Schröter: Der Bambus. Auf 1886	1.80
89. C. Mösch: Der japanische Riesensalamander u. der fossile Salamander von Oeningen. Auf 1887	1.20
90. R. Billwiller: Die meteorolog. Station auf dem Säntis. Auf 1888	1.20
91. C. Cramer: Bau und Wachsthum des Getreidehalmes. Auf 1889 . Vergriffen	-. -
92. Ed. Schär: Das Zuckerrohr. Auf 1890	1.80
93. A. Heim: Geschichte des Zürichsees. Auf 1891 Vergriffen	-. -
94. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde. Auf 1892 Vergriffen	-. -
95. A. Forel: Die Nester der Ameisen. Auf 1893	Vergriffen
96. J. Jäggi: Die Blutbuche zu Buch am Irchel. Auf 1894	2.40
97. J. Pernet: Hermann von Helmholtz. Auf 1895	2.40
98. A. Heim (unter Mitwirkung von Léon Du Pasquier und F. A. Forel): Die Gletscherlawine an der Altels am 11. Sept. 1895. Auf 1896	3.60
99. C. Schröter: Die Schwebeflora unserer Seen (Das Phytoplankton). Auf 1897 .	Vergriffen
100. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. Auf 1898	3.60
101. Ulr. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. Auf 1899	2.40
102. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. Auf 1900	2.40
103. C. Schröter: Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. Auf 1901	3.-
104. K. Hescheler: Sepia officinalis L. Der gemeine Tintenfisch. Auf 1902	3.-
105. A. Weilenmann: Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi. Auf 1903	3.-
106. H. Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. Auf 1904	3.60
107. A. Heim: Neuseeland. Auf 1905	3.60
108. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. Auf 1906	3.-
109. M. Rikli: Kultur- und Naturbilder von der spanischen Riviera. Auf 1907	2.60

Alle diese Neujahrsblätter, mit Ausnahme der vergriffenen Nr. 13 (auf 1811), 68 (1866), 91 (1889), 93 (1891), 94 (1892), 95 (1893) und 99 (1897), können durch die Buchhandlung von, Fäsi & Beer in Zürich bezogen werden.



1908

Druck von Zürcher & Furrer.