

Zeitschrift: Appenzeller Kalender

Band: 228 (1949)

Artikel: Von der Entstehung unserer Alpen

Autor: Wehrli, Leo

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-375366>

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

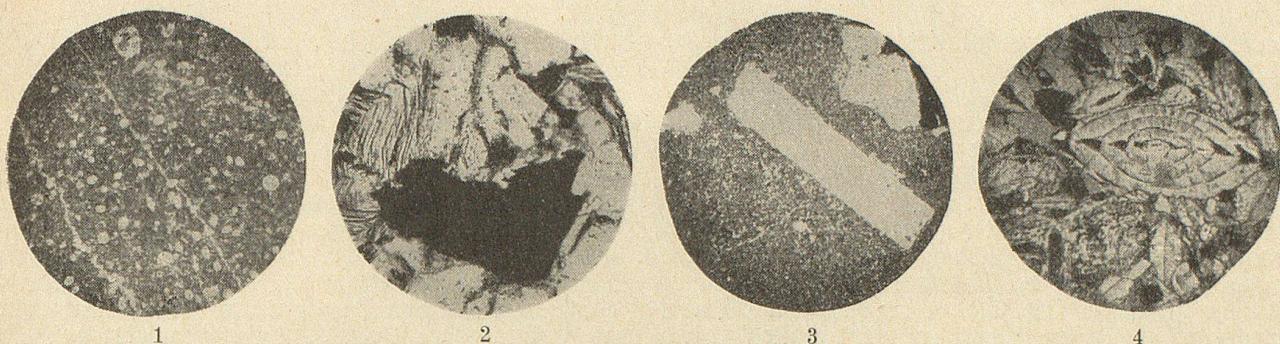
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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: 24.12.2025

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



1

2

3

4

Mikrophotographien von Gesteins-Dünnschliffen (Schliff-Dicke 1/50 mm)

1. Seewerkfalk, wie Säntisgipfel (Schliff-Original aus Seewen-Schwyz). Im Mikroskop erscheint das für bloßes Auge vollständig dichte Gestein aus unzähligen Schälchen mariner Kleintierchen (Foraminiferen) zusammengefüttet (35fache Vergrößerung).
2. Gilmmertättchen = Geüge, an kubischem Eisenkies-Krystall (dunkel) zerknüllt, ein Faltengebirge im Kleinen. Granit vom Bal St. Platz bei Disentis. (250fache Vergrößerung, 23. Februar 1896).
3. Windgälle - Portphyr. Feldspat (Orthoklas) in feinkörniger Grundmasse. Erguzgestein von der kleinen Windgälle. (35fache Vergrößerung, 8. Januar 1912).
4. Nuumuliten = Bähnenstein = Brekzie vom Tyl bei Weesen. Weltmeerbereherrschende Schalentierchen der Gozän-Zeit. (40fache Vergrößerung, 8. Januar 1912.).

Bon der Entstehung unserer Alpen

Von a. Prof. Dr. Leo Wehrli, Zürich (Orig.-Aufnahmen und Zeichnungen vom Verfasser.)

Im eidgenössischen Jubiläumsjahr 1891 kam ich als Student unter Führung meines in frischer Begeisterung verehrten und unvergesslich gebliebenen Lehrmeisters Albert Heim auf den Säntis. Überwältigend war der weitgespannte Ausblick, die anbordenden Gratwellen der ehrlich offenen Gebirgsarchitektur, das in rauhe Felswände eingemuldeten Seealp-Seeli, der bergauf leckende Große und der kleinere, doch gletscherartigere Blaue Schnee, um den wir, um Dürme und Öhrli herum, angestiegen gekommen; ich erstmals im Leben auf 2500 Meter über Meer.

Das tiefgehendste Erlebnis aber war ein ganz kleiner Fund. Während wir, in wohlige Bewunderung versunken, auf der Gipfel-Kalkplatte des gegen den Gyrenspitz abbrechenden Scheitelgewölbes saßen, spürte ich eine runde Erhabenheit in meiner Unterlage und fand ein bohnengroßes, braun-schwarz glänzendes Knöllchen, fest eingewachsen im grauen, dichten Gestein. Es sei ein flacher Pflasterzahn, der vor ungezählten Millionen Jahren einem haifischartigen Meertiere, vom berühmten Schweizer Paläontologen Agassiz „Ptychodus“ getauft, angehört habe, erklärte Professor Heim. Also kein Hosenknopf eines Appenzeller Alpenklübers!

Auf späteren Bergtouren sah ich versteinerte Austern-Schalen im Südhang der Rigi-Hochfluh und im Aufstieg zum Ruchen-Glärmisch, und an der großen Windgälle zu Steinließen verquetschte Ammonshörner, das sind schneckenförmige Gehäuse einstiger tintenfischartiger Weichtiere, die im Meere der geologischen Jurazeit räuberten. Wie kamen diese Völker auf unsere Bergeshöhen?

Um zu einigermaßen glaubhaftem Verständnis zu gelangen, erlese wir zunächst das Gesteinsmatische in allen unseren Alpen, quer zum Gebirge nach altem Geologengespräch „Mente et malleo“, mit Verstand und

Hammer uns hindurchklopfend von Aufschluß zu Aufschluß. Das besorgten in mühevoller Kopf-, Hand- und Beinarbeit seit über 150 Jahren ungezählte Geologen, ohne noch je fertig zu werden. Die wissenschaftliche Erdforschung schreitet täglich fort und wird nie aufhören. Daraus wollen wir von Ort zu Ort in kurzen Querschnitten die augensälligsten Rosinen dankbar herausknappern.

Da wäre zu allernächst der Kalkstein zu nennen, das häufigste und für das Auge einfachste Gestein unserer nordalpinen Bergketten. In gleichmäßiger Folge schichtenweise oder in dickebankigen Lagen aufgebeigt, muß es sich einst auf Meeresboden abgesetzt haben, wie dies eingeschlossene Schalen, Zähne und versteinerte Knochenreste unleugbar beweisen. Schleifen wir einen kleinen Kalksplitter unseres Säntisgipfels zu einer dünnen (ein fünfzigstels Millimeter „dicken“) Lamelle, so wird das dichte Gestein nahezu glashell und erweist sich im durchfallenden Licht des Mikroskops bei starker Vergrößerung als riesiger Friedhof unzähliger winziger Schalentierchen, sog. Foraminiferen („Löchleinträger“). Ihre zierlich gitigeren Kalkschälchen bilden, mit aus dem Meerwasser abgeschiedenen Kalkzement lückenlos verkitet, die kompakt dichten Gesteinsmassen, welche lagenweise mit weichen, tonig-mergeligen Schichten abwechselnd den Felswänden ihre treppig profilierte Bänderung verleihen.

Anderer Entstehung sind die verbreiteten Nagelfluh und Sandsteine unseres nächsten Alpen-Borlandes und schweizerischen Mittellandes. Ihre rundlich-gerollten, kopfgroßen bis feinkörnigen Bestandteile waren zuvor schon verschiedenartige Gesteine des im Aufstieg begriffenen (heute südlichen) Gebirgsteiles gewesen, von dem abwitternd sie durch erste Alpenflüsse nordwärts heraustransportiert und als Trümmergesteine im vorgelagerten großen Molasse-Süßwasser-See, zeit-

weise Molasse-Meer, zur mittleren und späteren Tertiärzeit abgelagert wurden.

Eine dritte Hauptgruppe bilden die Ur gesteine der inneren Alpen: die aus schmelzflüssigen Magmen in den Tiefen des Gebirges bei langsamem Erkaltung zum lückenlosen Kristallgefüge (z. B. aus Glimmer, Feldspat und Quarz) erstarrten: Granite und die meistene Gneise. Erst zufolge Abwitterung der sie einst bedeckenden Schichtserien und durch gewaltige Erosionen und Schübe der Erdrinde sind sie oberflächlich sichtbar geworden. Sie sind zu verschiedenen Mineralarten zusammen auskristallisiert, nicht mineralisch einheitlich wie etwa Kalk.

Alle diese, hier vor nur in augenfälligsten Hauptgattungen aufgezählten Gesteine sind verschiedensten Alters. Bei schichtweiser Ablagerung aus Wasser wird das zu unterst "Liegende" älter sein, als sein "Hängendes", und die aus Schmelzfluß entstandenen, kiesel-säurereichen "Massengesteine" der granitisch-kristallinen Massive liegen als Tiefengeburten normalerweise in der Basis der uns zugänglichen Aufschlüsse.

In der Schichtgestein- oder Sedimentserie lassen sich innerhalb größerer Einheiten noch unzählige Detailreihen aufstellen an Hand der darin enthaltenen Reste von Organismen, vorweltlichen Tieren und Pflanzen, und deren vom Ältesten zum Jüngsten in staunenswert konsequenter Entwicklung aus frühestem, Einfach-Organismus zum späteren Komplizierterem. Relative (gegensätzliche) Altersunterschiede konnten durch die Paläontologen und Stratigraphen in unglaublicher Kleinarbeit festgestellt werden. Die geologische Zeitfolge unterscheidet, von der Gegenwart rückwärts gerechnet, folgende Hauptabschnitte:

Neuzeit oder Känozoikum:

Quartär = Alluvium (Jetzzeit) und Diluvium (Eiszeiten); Tertiär (insbesondere die Sandsteine des schweizerischen Mittellandes).

Sekundärzeit oder Mesozoikum, umfassend die mächtigen, meist maritimen Sedimente der Kreide-, Jura- und Triasformation des Juragebirges und der Alpen.

Primärzeit oder Paläozoikum: Perm, Carbon, Devon, Silur und Cambrium (die drei letzten genannten bei uns nicht mehr voneinander unterscheidbar).

Endlich als tiefstbekannte, älteste Gesteine, ohne Fossilreste, die kristallinen Massengesteine und Schiefer (Granite, Gneise, Glimmer und Ur-Tonschiefer der Alpen):

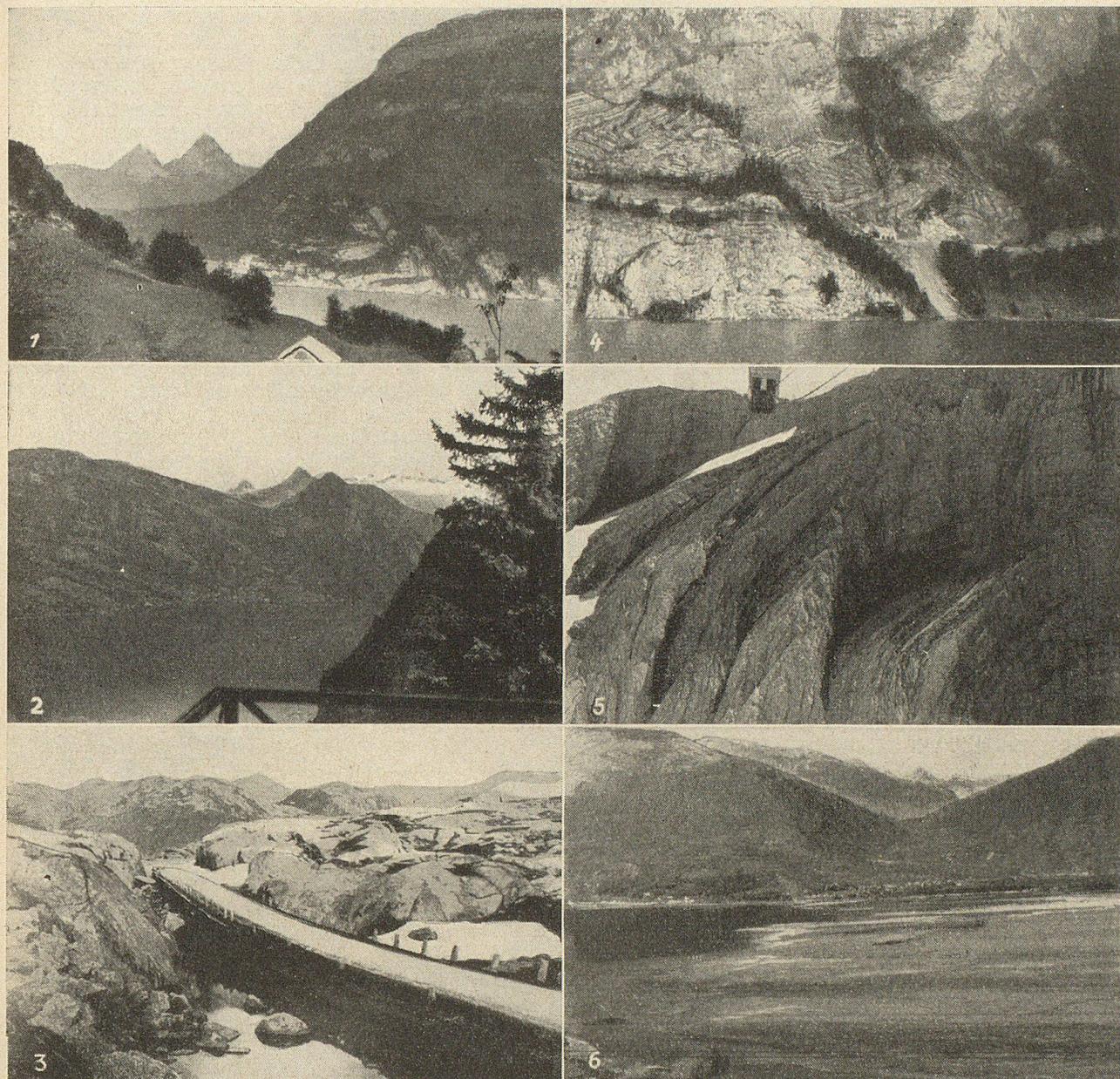
Urzeit oder Archäikum.

Bei dieser Altersreihe dürfen wir uns nicht verhehlen, daß unsere ältesten greifbaren Belegstücke nur verhältnismäßig geringen Tiefen von wenigen Kilometern entstammen, d. h. den obersten Rindenzonen des über 6000 Kilometer betragenden Erdreichs. Mit chemischen, physikalischen und mikroskopischen Untersuchungen sind die Mineralogen und Petrographen am kristallinen Gestein beschäftigt. Wenn alles "normal" liegt, mag solches Studium nicht unergründlich schwierig erscheinen. Doch bot schon unsere erste Säntis-Exkursion eine überraschende Komplikation. Die einst im Meeresgrund wohl

mehr oder weniger horizontal abgesetzten Schichten stehen im Berg schief bis senkrecht, bilden mehrfach Gewölbe und Muldenbiegungen, und bei näherem Vergleich ihrer Versteinerungsreste weisen große Schichtpakete zeitlich verkehrt Reihenfolge auf. Da ist doch seit der Bildung der Schichten Unglaubliches mit ihnen passiert, ganz abgesehen davon, daß sie 2500 Meter über der heutigen Meeresfläche tronen. Und aus fernem Alpenpanorama ragen, bei günstiger Beleuchtung vom Säntis sichtbar, der Granitgrat des Bernina im Oberengadin und aus dem Berner Oberländer Zentralmassiv das Finsteraarhorn, Mönch und Jungfrau spitze auf. Sie komplizieren das Rätsel. Wir müssen der Architektur der Alpen nachgehen, ihre "Tektonik" zu begreifen suchen. Wir suchen hierfür einige, als besonders maßgeblich ercheinende Belegstellen auf aus einem Nord-Süd-Querschnitt durch das ganze Gebirge, an dessen südwest-nordöstlicher Streichrichtung unser Säntis einen schier etwas vorwitzigen äußersten Flügel darstellt. Wir entnehmen sie den Landschaften vom geologisch wie vaterländisch klassischen Bierwaldstättergebiet durchs Urnerland aufwärts, über den Gotthard und jenseits bis an die Tessiner Seen hinab.

Eine erste tektonische Frage stellt uns schon der Rigi. Als "seinerzeit" von den werdenden und gleichzeitig abwitternden Alpen abgetragenes Material, zeigen schon die Luzerner Sandsteine und, näher am Gebirge, die größeren Nagelfluhschichten der mittelländischen Molasse Lagerungsstörungen: schwache Gewölbe aufbiegungen ("Antiklinale") und Muldenzonen ("Synklinale") streichen parallel nebeneinander längs des Alpenrandes von Südwest nach Nordost. Und ganz conträr zu ihrer einstigen Herkunftsrichtung fallen die bunten Nagelfluhbänke vom Rigiulmgipfel südwärts - alpeneinwärts - steil unter Gersau hinab. Rosberg, Schänniserberg bis Speer sind ihre östliche Fortsetzung. Sie erscheinen von Süden her aufgeschoben über die nördlich vorliegenden, schwächer dislozierten bis flachen Molasse-Sandsteine.

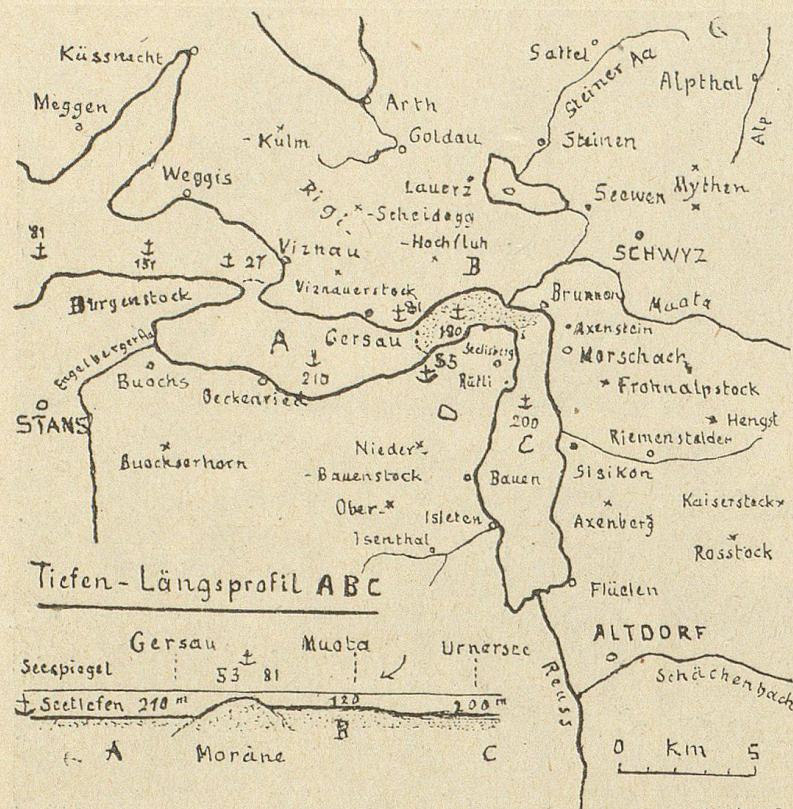
Steigt man von Rigi-Scheidegg auf der Nagelfluh ostwärts zum Gätterli-Sattel ab, so trifft man hier auf eine weich-tonschiefrige, schmale "Flysch"-Zone der ältesten Tertiärformation (Eocän), die der südfallenden (jünger tertiären) Rigi-Nagelfluh mit gleichem Südfallen altersregelwidrig aufliegt, und wir sind nicht wenig erstaunt, daß sich südlich darauf erst noch 500 Meter mächtige Schichtentkämpe wie eine Steiltreppe zur Rigi-Hochfluh aufbauen. Es sind Kalkplatten der in der normalen Schichtreihe ja älteren, schon zum sekundären Zeitalter gehörenden Kreideformation, die südlich vor der (jüngeren) Rigi-Nagelfluh, und noch abschüssiger als diese, auch zum Gersauer Längsarm des Bierwaldstättersees ab sinken und, offenbar unter diesem durchziehend, jenseits bei Treib zum Seelisberg wieder aufsteigen. Nach Westen erkennen wir das gleiche Gestein im Bünzauerstock, und gegen Osten streicht es als Kalkgrat der Zinggelenfluh bei Seewen axial sinkend aus. Drüber liegt Schwyz auf breiter eozäner Tonschiefermulde, und die Kreidekalke steigen von Brunnen südlich gegen Morschach auf, wie von Treib zum Seelisberg. Urnersee-aufwärts bilden die schroffen Felsbänder der



1. Mythen-Frohnalpstock, von südlich Seelisberg. Scharf geknickte Schratten-Kalk-Mulde, zum Frohnalpstock-Gipfelband aufwiegend (höhere helvetische Decke). Links hinten Mythen (Ketten der Klippen-Decke). 13. Mai 1923.
2. Rigi, vom Bürgenstock. Südfallende Molasse-Nagelfluhbänke vom Dossen, rechts darüber von Süden aufgeschoben (älterer) Kreidekalk: Rigi, Hochfluh, Bözmauerstock. 25. August 1940.
3. Gotthard-Pass Höhe vom Hospiz her gegen Nord. Granit vom Gletscher rundbucklig geschliffen. 22. Juli 1913.
4. Faltenbewirr an der Axenstrasse, vom Schiff aus. (Tiefere helvetische Decke). 22. Juli 1913.
5. Säntisgewölbe, aus der Schneekar. Südflügel der Säntis-Grenspitz-Mulde. 20. Juli 1940.
6. Magadino-Ebene. Endzungen der Tessin-Absturzschwemmung, querüber von Süden gesehen. 6. September 1943.

Kreideformation spiegelbildartig, kühn geschwungene Falten am Bauenstock westlich und östlich im Fronalpstock. Erosion und Talbildung haben uns hier das Naturbuch herrlich geöffnet. Weit im östlichen Hintergrund sitzen auf der Flysch-Mulde von Schwyz die troitzigen Mythen, erst recht nochmals ältere, in der Haupt-

masse der Juraformation zugehörige Kalklöze. Mehrfach findet sich also Älteres auf Jüngeres aufgebeigt. Zwar fehlt der Mythengruppe weitere zusammengehörige Nachbarschaft. Genaue Gesteins- und Fossilvergleiche führen aber zum Schluss, daß Roggenstock, Buochser- und Stanferhorn und der Giswilerstock ob dem Lun-



gernsee „von gleichen Eltern“ abstammen, will sagen, einst einen zusammenhängenden, auch schon in Falten gelegten Gebirgsteil darstellen. Dieser setzt sich als tatsächliche Ganzheit gegen die Westschweiz fort in den Simmentaler Bergen (Stockhornkette), und es sind die Freiburgischen und Waadtänder „Préalpes“. Sie kamen, Fremdlinge aus dem Süden, als sog. Klippendecke, über die „helvetischen“ Kalkalpdecken herübergeschoben und überbordeten im Westen stellenweise noch die weit jüngere, mittelländische Sandstein-Molasse.

Berfolgen wir, zum Urnersee zurückkehrend, unseren tiefsten Faltenzug der Kreideketten vom Fronalpstock südwärts. Er biegt unter's Riemenstaldertal ab und steigt auf der anderen Talseite hinter dessen eozänen Flysch-Mulde als neue mechanische Schubeinheit in dutzendfach übereinander liegenden Schichtfalten zum Axenbergr auf. Es sind die schon vom großen Zürcher Naturforscher J. J. Scheuchzer zu Anfang des 18. Jahrhunderts beobachteten und von ihm in origineller Profil- und Kartenzzeichnung wiedergegebenen, in unseren Reisehandbüchern „besterten“ geologischen Wunder der heutigen Axenstraße. Weiter folgt wieder eine, diesmal sehr breit ausgelegte Mulde, das Schächental, von Altendorf-Bürglen bis zum Klausenpass und Scheerhorn und ins Glarnerland verfolgbar.

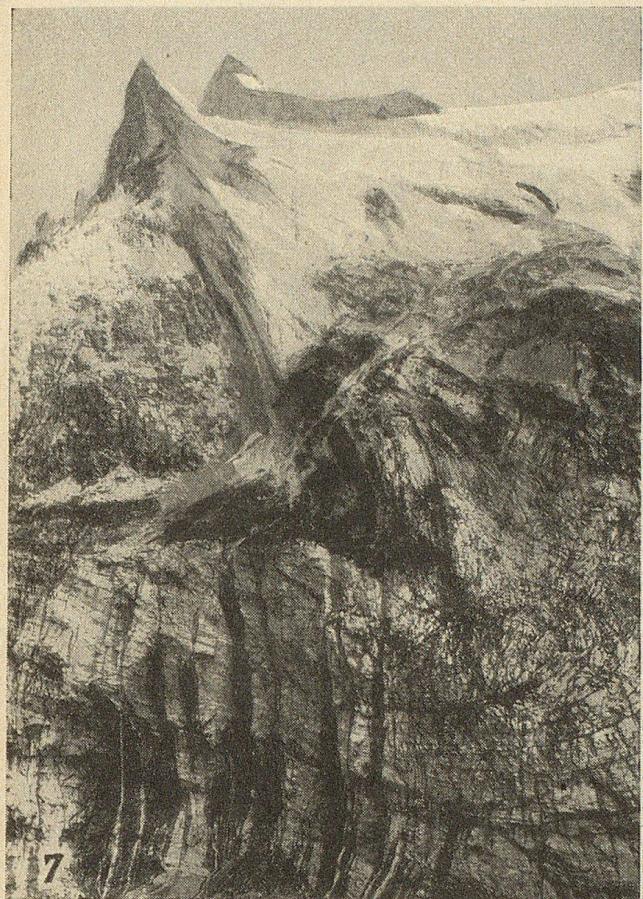
Vor Erstfeld tauchen nun, das Profil beherrschend, beträchtlich ältere Formationsglieder auf: stözige Hells-wände graublau anwitternden schwarzen „Alpenfalkes“, nebst tieferen Gliedern aus dem Jurazeit-Meer, untermauert von hübsch gebänderten, rötlichgelben Dolomiten

der Trias, des untersten Gliedes der sekundärzeitlichen Schichthierarchie. Dieser mächtige Gesteinskörper schlingt sich als gewaltiger Schichtenbogen in der Nordflanke des Maderanertales unter der kleinen Windgälle hindurch nach Norden über sich selbst zurück, umhüllt dabei einen nach Norden gegen den Seeweli-See sich öffnenden Alt-Tertiär (Gozän-)Keil der Schächental-Südflanke und endet, schon wieder südwärts umbiegend, mit der scharig in die Luft abbrechenden, schier schreckhaften Vertikalplattenwand von Großer Windgälle und Ruchen als Schlussglied des nördlichen Kalkalpen-Anteils unseres Urner Querprofils. Denn der ganze große Windgällenaufbau ruht quer auf steil, fast senkrecht stehenden Gneisen und Granit des Alaremassives. Schon bei Erstfeld steigen diese Ur-Gesteine am Talrand (berühmte Kontaktstelle am Scheidnößli) aus der Tiefe und beherrschen, braun angewittert und massig-klobig abstechend von den überlagernden, wellig-fältig ansteigenden Sedimentbändern von nun an das Landschaftsbild, mit einziger Unterbrechung durch die Urserenzone, bis jenseits des Gotthard ins Tessin hinab.

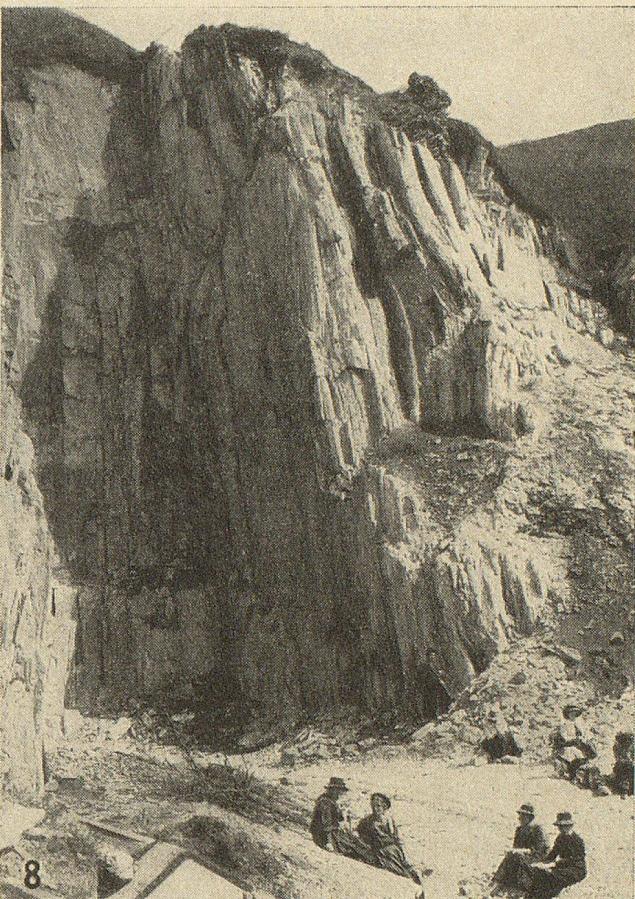
Während aber vom Rigi bis Altendorf die Schichtgesteine in den mehrfach übereinander geschobenen und in sich gefalteten „helvetischen“ Decken und mit der „Klippendecke“ (Mythen usw.) als oberstem Bau-Stockwerk durch Schub aus Süden hergebracht, gleichsam wurzellos sich aufbeigen, ist die Windgällen-Architektur, obgleich selber und in größtem Schwung gefaltet, auf ihrer Urgestein-Unterlage bodenständig, sog. autochthones Gebirge.

Es ist wohl selbstverständlich, daß die Gebirgsdislokationen, die unser Profil schon bis dahin erkennen ließ, im Streichen, d. h. in der Längsrichtung des Alpengebirges nach Südwesten und Nordosten, sich ausgewirkt haben müssen. So lassen sich tatsächlich tektonische Äquivalente der helvetischen Decken bis in den Säntis hinaus und in die Unterwaldner-, Berner- und Waadtänder-Alpen verfolgen; vom gebirgsarchitektonischen Zusammenhang der Mythen-Klippen mit den welschen Voralpen ist bereits die Rede gewesen. Das autochthone Windgällengebäude setzt sich erkennbar östlich im Tödi bis Calanda und westwärts über Titlis-, Bätterhorn-, Eiger, und als Kalkkeile in der Granitbrust der Jungfrau fort, allerdings mit bedeutenden lokalen Unterschieden.

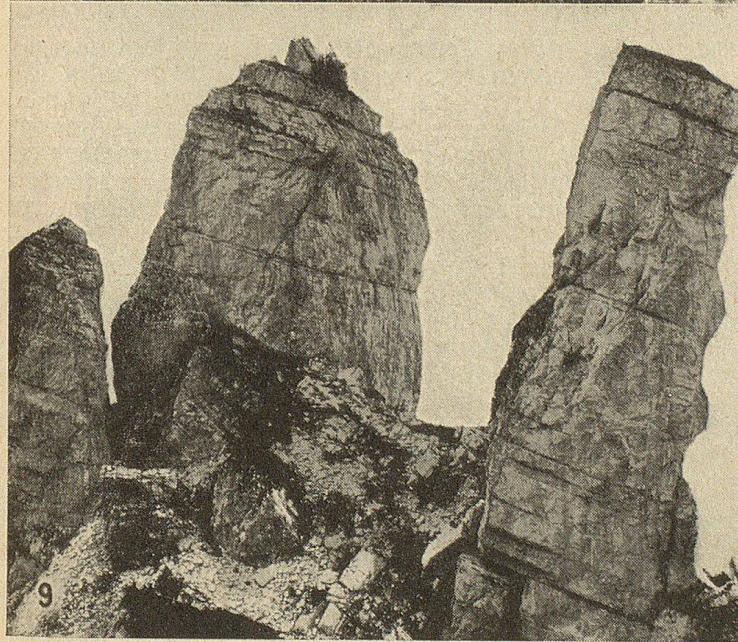
Noch ein besonderes Geheimnis verwahrt die Kleine Windgälle. Ihr Gipfelgestein ist wuchtiger Quarz-Porphyr, ein regelrechtes vulkanisches Ergußprodukt von rötlicher, stellenweise grünlicher Farbe. Er liegt im Gewölbekern der nach Norden umgelegten großen Windgällenfalte und durch deren Abwitterung im Dach freigelegt. Vor hundert Jahren war dieser Porphyr von den Geologen verdächtigt, ehemals durch seinen Aus-



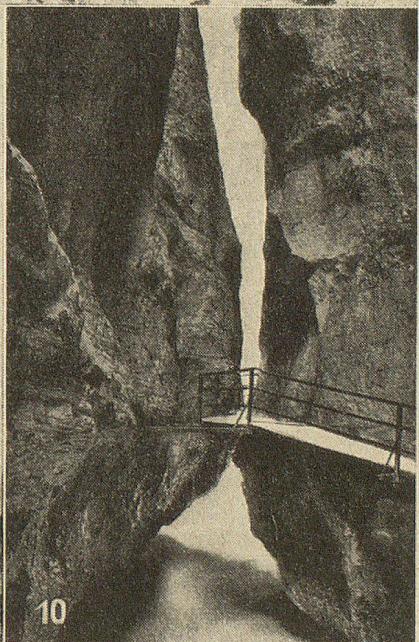
7



8

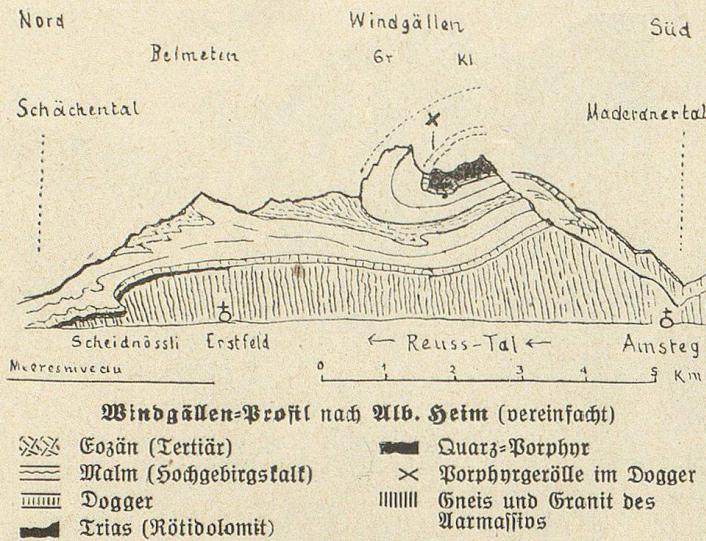


9



10

7. Großer Ruchen, vom Hüfi-Alpli. Mächtiger Hochgebirgskalk-Bogen (autochthone Juraf ormation) um den altvulkanischen Porphyrlöch. Rückseitenbild zur Windgällen-Profilzeichnung. 22. August 1893.
8. Ändermägter Marmor, v. West. Durch Gebirgsdruck zwischen Aar- u. Gotthardmassiv eingeklemmte Urseren-Mulde. 19. Sept. 1910.
9. Teufelskirche am Ortstock ob Braunwald. Musterbild grösster Verwitterung. 16. Juli 1912.
10. Aareschlucht Meiringen, aufwärts. Auskettelung durch Aare-Flusseroll im Kirchet-Querriegel. Photoglob Zürich, 1905.



bruch an der Auffaltung der Alpen mitgeholfen zu haben. In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts entdeckte Albert Heim anlässlich der geologischen Kartierung des Dufourblattes XIV in den der Mittel-Juraformation (Dogger) zugehörigen Schichten zwischen Großer und Kleiner Windgälle eingeschlossene Gerölle dieses schönen Porphyrs. Der Porphyrr muss demnach zur Ablagerungszeit dieses Meeres-Sedimentes schon fertig gebildet existiert haben. Weit jüngere Schichten (alttertiäres Gocän) sind aber bei der Alpenfaltung in die große Windgällenfalte miteingeschlossen worden. Der Faltungsvorgang ist also viel jünger, als der Porphyrr, und dieser an der Faltung unschuldig, vielmehr von ihr passiv mitgeschleppt worden. Seinen Ursprung glaubt man in sechs Kilometer südöstlicher Entfernung im Urgestein des Bucharren, einem Vorberg des Oberalpstocks, erkannt zu haben.

Doch setzen wir unser Profil Reustal-aufwärts fort. Bis zum Urserental bleibt es im kristallinen Almarmassiv. Bei Andermatt kreuzt man (wie auch darunter im Gotthardtunnel) die schmale, vertikal stehende, zwischen Aar- und Gotthardmassiv eingeklemmte Sedimentmulde des Urserentales. Sie ist durch Gebirgspressung geflacht und teilweise marmorisiert aus kalten jurassischen Alters und zieht Urserental-aufwärts gegen die Furka; triassisches und kohlig geschwärztes, wohl carbonisches Gestein begleitet sie. Die Urserenmulde bildet das Mittelstück der tiefen, inneralpinen Rhone-Rhein-Längstalrinne von Martigny bis Chur. Die Nordflanke des Walliser Rhonetales und das Bündner Borderrheintal sind als Wurzelzone der helvetischen Kalkalpen-Decken anzusehen. Aus ihr wurden diese über das Alaremassiv in komplizierten Reihenfolgen hinübergeschoben, dem sie heute in welligen Abfällen nördlich vorliegen, nicht ohne auf seinem granitischen Rücken Kalkluhen zurückzulassen (z. B. das im Jahre 1946 durch Erdbeben-Berasturz interessant gewordene Rawilhorn).

Ab Hospental verfolgen wir direkt südwärts die Gotthardstrasse über den Nordrand des Gotthardmassivgrates mit gneisig malträtierten Randsedimenten und ver-

schiedenen Linsen von Serpentinen und Talk-schiefern, die mehrerorts als Ofensteine und für geschliffene Kleinarbeiten abgebaut werden. Auch das sind durch Gebirgsbildungsdruck sekundär metamorphosierte Gesteine. Grobmassige Granite, feinkörnige weiße Ganggesteine, grüne Hornblendeschifer (Amphibolite) und allerhand schiefrige Gneistypen erfreuen den Gesteinskundler, und über eine breite Passhöhe mit dort selbst kaum merklicher grossalpiner Wasserfläche zwischen Reuss-Tessin (Nord-Süd) und Rhone-Rhein (Südwest-Nordost) erreichen wir beim Gotthardhospiz die ungemein steil abfallende Südrampe und durch das Tremolatal schluchtabwärts die geologisch markante Bedretto-Canaria-Sedimentmulde von Airolo. — Ihre Glanzschiefer (durch Gebirgsdruck umgewandelte mesozoische Tonschiefer) und Gypszeuge verbinden sich, ostwärts mächtig verbreiternd, mit den

„Bündner-schiefern“, und via Nufenenpass erreichen sie gegen Brig die Rhonetals-Marke, deren südseitige Flanke sie talabwärts unterbauen. Tessin-abwärts stoßen sie unter die paketartig flach übereinander gebankten Tessiner Gneise, ein neues, weit ausbreitete Gebiet kristalliner Gesteine. Ihre zahlreichen sedimentären Zwischenlagen verraten auch hier von Süden hergeschobenen Deckenbau. Wir finden Äquivalente als Simplon-decken durch den denkwürdigen großen Alpentunnelbau staunenswert aufgetäfelt. Die Simplon-Tessiner-Decken sind die tiefstbekannte Überschiebungsetage der Schweizeralpen. Aber sie erreichen doch mit ihrer im Mittel-Tessin aufgewölbten Decken-Culmination durchweg hochalpine Gipfelhöhen von 2500 bis 3000 Meter. Ihre tiefeingesagten Talzüge münden alle zur Linie Castione-Bellinzona-Langensee-Centovalli. Hier tauchen denn auch die Tessiner Gneisdecken steil südlich zur Tiefe ein; es ist ihre „Wurzelzone“. Nach Westen über Sesia und östlich über den Joripass bildet sich das eng zusammengepresste Ursprungsband des über südlichem Wallis und Graubünden ausgebreiteten aufliegenden penninischen Deckensystems (im weiteren Sinne).

Als nächst höheres Stockwerk folgt südlich der Rhone als (im engeren Sinne) penninische System: die St. Bernhard-Decke mit den qualitativ und quantitativ wenig berühmten Anthrazit-Linsen aus der Carbonformation, Monte Rosa-Decke und Dent Blanche-Decke mit den vornehmsten Walliser Hochgipfeln Matterhorn, Gabelhorn, Weißhorn. Über den Tessiner Gneisen als untersten penninischen Decken, sind jene oberen, eigentlich penninischen, längst abgetragen. Dafür sind sie, gedanklich über Simplon-Tessin nach Osten verfolgt, in den Mittelbündner-Schuppenzonen wieder zu erkennen. Die stolze Margaña an der Maloja wird als Fortsetzung des obersten Walliser Hochbaues, der Dent Blanche-Decke, aufgefasst. Ihr tektonisch übergeordnet, aber unter stetem östlichem Sinken der alpinen First-Achse erheben sich die stolzen Oberengadiner als unterste Ostalpine-Decken, beginnend und kulminierend in ihrem einzigen Viertausender, dem majestatischen Piz Bernina.



Tödi, von Planura, gewaltige Hochgebirgs-Kalwand (oberste Juraformation des Autochthonen), am Klein-Tödi noch tiefere Jurashichten und Trias. 2. August 1931 (Phot. H. Schönwetter, Glarus)

Nordwärts bot der Gotthard-Granitstock dem Anschub der Tessiner Decken Halt, wie die oberen penninischen Deckenserien am Alarmassiv an der Rhone-Linie brannten. Und es wäre ein lockendes, aber langatmiges Unternehmen, diese mechanischen Schuppen-Einheiten unserer Alpen in deren Längsrichtung über das Unterengadin hinaus und in entgegengesetzter Richtung durch die französisch-italienischen Alpen bis Korsika und übers heutige Mittelmeer zu verfolgen.

Versuchen wir schliesslich an unserem Rigi-Gotthard-Tessin-Querschnitt ein vorläufiges Ende zu finden. Am Generi, südlich der Magadino-Ebene, steht neuerdings kristallines Grundgebirge an. Darin eingeklemmt steht bei Manno, herwärts Lugano, eine carbonzeitliche Mulde mit spärlichen Kohlenpflanzenresten. Südlich von Lugano, gegen Melide-Morcote, machen sich, ähnlich wie an der Kleinen Windgälle, altvulkanische Ergüsse prächtiger Porphyre breit, rote und schwärzliche, die als Bausteine (Kirche Carona) und für Straßenbelag (Lugano) abgebaut werden.

Mit dem triassischen Dolomitklotz des Salvatore beginnen schon die Schichtgesteine der südlichen (dinarischen) Kalkalpen, die im Monte Generoso mit sekundärzeitlichen Ablagerungen (Eis-Kieselflukt) gewaltiger Mächtigkeit dominieren und in weit nach Süden ausgreifendem, doch verglichen mit den nördlichen Kalkalpen zähmeren Faltenwurf schliesslich unter die allu-

vialen Schuttmassen der Po-Ebene absinken. Dafür geben hier Schollenverschiebungen durch Verwerfungsbrüche der Erdrinde ungewohnte geologische Fragen zu lösen. Bei Arzo im Sotto-Generi ist ihnen ein wundervoll buntscheckiger Brekzie-Marmor zu danken, und zwischen dem Capolago- und Porto-Ceresio-Arm des Luguenersees wird am Monte San Giorgio aus triassischen bituminösen Schiefern das Heilmittel Saurol ausdestilliert; der Betrieb brachte hochinteressante Saurier-Skelette zu Tage, die im paläontologischen Institut der Universität Zürich (Leitung Prof. B. Peyer) zu bereits weltberühmt gewordenen Schaustücken minutiös auspräpariert wurden.

Was bis hierher an einem Nord-Süd-Querschnitt durch die zentralschweizerischen Alpen klarzulegen versucht wurde, schälte wohl das nackte Baugerippe unseres Gebirges heraus, das unfassbar gewaltige innere Kräfte in ebenso unfassbaren Zeiträumen primär aus obersten Kindenzonen aufgestaut und in Falten- und ausgedehnten Deckensystemen in- und übereinander geschoben haben müssen. Die jetzigen Oberflächenformen aber, die als Berge dastehen und von Tälern durchfurcht erscheinen, sind sekundär, doch gleichzeitig den Aufbau begleitend, durch abbarende äusserne Kräfte ziseliert worden. Atmosphärische Abwitterung, fließendes Wasser und endlich die Gletscher, vorab diejenigen der für

uns jüngsten erdgeschichtlichen Periode der Eiszeit, haben die Alpen mitgesetzt, die wir Menschen, noch rechtzeitig, zu bewundern kamen. Alles wurde, war, besteht und vergeht wieder.

Rückwärts schätzt man nach neuesten Methoden (Uran-Zerfall) das Alter der ältesten, uns zugänglichen Gesteine auf rund zwei Milliarden Jahre, und vorwärts in die Zukunft dürfen und können wir nicht zu denken wagen. Für die Ungeheuerlichkeit solcher Zeitzahlen fehlt uns jeder Begriff. Analoge Altersbestimmungen an Gesteinen aus allen großen Abschnitten der geologischen Zeitskala geben mit dieser befriedigend übereinstimmend differenzierte Zahlen.

Schon mancherlei frühere Messversuche an jungen geologischen Vorgängen in der freien Natur gewannen greifbarere Zeitmaßstäbe. Ein einziges Beispiel sei, weil gerade in unser Alpenprofil einspielend, kurz angeführt. Zwischen Gersau und Treib ließ der letzte eiszeitliche Neusgletscher auf dem Seeboden eine (durch Tiefermessungen festgestellte) hohe bogenförmige Rückzugsmoräne liegen. Seither bleibt der von der Muota bei Brunnen in den See geschwemmte reichliche Schlamm vor dieser unterseeischen Barriere rückgestaut liegen. Aus seinem Volumen bestimmte Albert Heim auf geistreichem Umweg das Alter der Schlamm-Auffüllung auf 16 000 Jahre, die verlossen, seitdem der Gletscher den See freigegeben. Damit war wenigstens die Größenordnung dieses Zeitabschnittes gekennzeichnet. Solches oder ähnlich gewonnenes Ergebnis aber wäre, als Maßstab mit gefühlsmäßigen Faktoren belastet, ein gefährlich phantastisches Instrument zu Zeitunterteilungen im Werden der Alpen: Bildung und Verfestigung der Gesteine, Hebung aus Meeresgrund, Aufwölbung in Falten, Isolierung in die einzelnen Deckensysteme und deren Teile gebiete usw.

Die Alpen erhoben sich nicht auf einmal, allerdings am intensivsten nach der ältesten Tertiärzeit, deren Götzen schichten noch mit verfaltet sind. Mehrfache Vorläufer der Bewegung hatten schon im Sekundär eingesetzt, und nach dem Hauptakt muss die Gebirgsbildung auch noch später fortgedauert haben, sonst würden nicht die Rigi-Nagelfluhbänke, das ursprünglich nach Norden verfrachtete Abspülungsprodukt der sich vorerst im Südosten allmälig erhebenden Alpen, jetzt gefältswidrig alpen-einwärts fallen, und große Molassezonen im westschweizerischen Mittelland von Prealpes-Decken viel älteren Materials überfahren sein. Sogar unser ganzes Säntisgebiet ist erst als letzter Schub auf seinen St. Galler Sandsteinteppich herbefördert worden. Als verspätete Ausgleichsbewegungen sind auch unsere, glücklicherweise seltenen Erdbeben aufzufassen. Große Bergstürze und der ständige, mengenmäßig ungeheure Abtransport aus den Bergen in Form von Geröll, Sand und Lehm (quantitativ noch viel bedeutender im Zustande gelöster Mineralstoffe) bis in die Meere, mag die Gleichgewichtsverhältnisse der oberen Erdrindenpartien im Laufe langer Zeiträume hier wie dort ändern und in magmatisch (gesteinsschlüssig) beweglichen Erdtiefen Gleichgewichtsauslösungen hervorrufen (Hostasie). Solchen wären nach heutigen Theorien überhaupt die Gebirge zu verdanken, wenn auch der Schrumpfungsprozess

der Erdrinde, infolge allmälig erdkaltung und dadurch Verkleinerung des Erdkerns, als Ursache des Horizontal-schubes noch nicht ganz von der Liste der geologischen Hypothesen abgesetzt ist. Ob der neuzeitlich entdeckte Atomfall mit seiner riesigen Wärmeentwicklung den theoretisch almodischen Wärmeverlust irgendwo auszugleichen oder gar zu entschädigen vermag?

Bulkanische Kräfte waren am Aufbau des heutigen Alpengebirges nicht aktiv beteiligt. Sie rührten wohl durch Injektionen in die schon erstarren Granitmassive hinein und schoben Ergusssteine in Sedimente ein, mit denen sie nachher als passive Bestandteile in den Alpenbau einbezogen und dabei oft in neue Felsarten ummineralisiert wurden: Windgällen- und Eganer-Porphyr, Melaphyr des permischen Glarner Gernifits, Ophiolith (Serpentin, Talschiefer usw.) der penninischen Decken. Hephaestos regte sich ernsthaft erst post festum wieder, wo die untadelig jungfrischen, von keinem Gebirgsdruck mehr betroffenen Bergeller Granite die fertig dislozierten Bündnerschieferdecken anschmolzen und als herrliche Gipfelzone in den Zentral- und Albigna-Kletterbergen aufragten. Es ist wohl noch lange nicht alles zu Ende, am wenigsten die in Generationen von Forschern sich glücklich mehrende Einsicht in den Verdegang unserer heben Gebirgs Welt. Als bald 80jähriger Geologe habe ich schon längst ergänzend und beständig berichtigend umlernen dürfen.

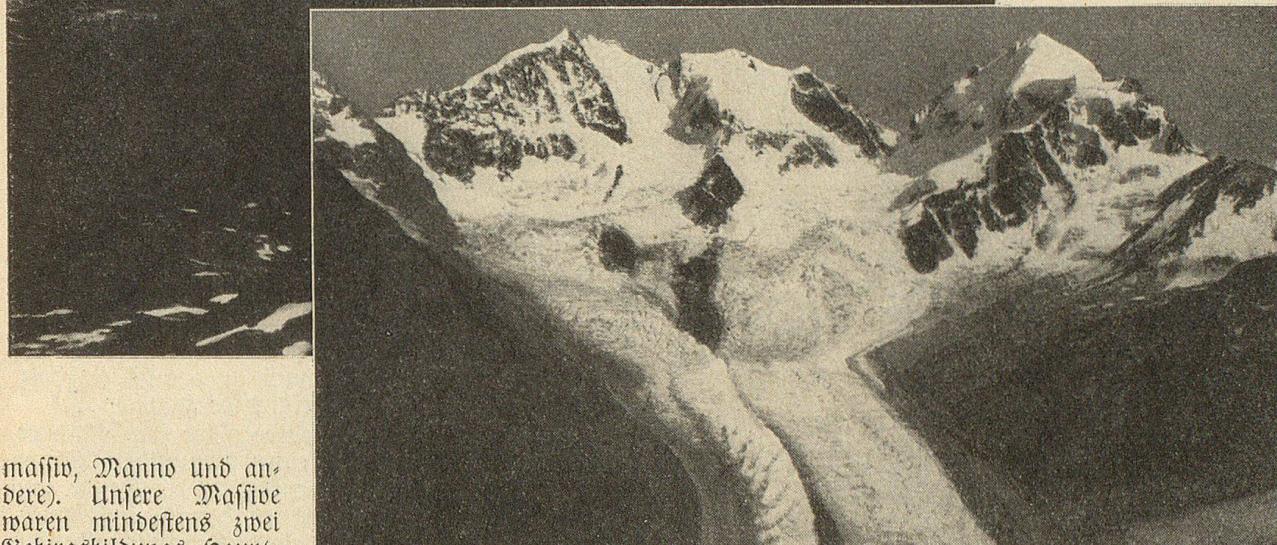
Noch eines muss gesagt werden – für den Laien wohl das Unerwartetste: Unsere Alpen sind zwar, nach Material, innerer Architektur und äußeren Formen, in verschiedenen Zeithabschichten der Erdgeschichte entstanden. Es war einmal Meer da, wo sie jetzt wundervoll dastehen und von wo ihre Einzelteile „per Schub“ herkamen. Ihr Magazin bildete ein gewaltig ausgedehnter Meeresraum, die Tethys, von dem das jetzige mittelländische Meer nur noch einen bescheidenen Rest seiner zentralen Größe darstellt. Dort, als in einer „Geohydraulik“, bildeten sich die marinen Gesteinschichten. Der afrikanische Kontinental-Koloss drängte, in Polflucht nach Norden, dagegen und schob die weit offene Geohydraulik zum verhältnismäßig schmalen Gebirge zusammen.

Aber diese Alpen sind nicht das erste Gebirge am Platze. Reste einer voralpinen, sogenannten hercynischen oder variscischen Faltung zeigen sich z. B. unter der Dent de Morcles in den Waadtländer Alpen. Carbonschiefer mit (zeitweise ausgebauten) Anthrazitlagern stehen als steiler Spitzfächer muldenförmig eingefüllt in kristalline Schiefer vom Nordost-Ende des Aiguilles-Rouges-Massivs am Rhonetalrand. Quer dazu liegt darauf Trias-Dolomit, und darüber folgen hoch oben die elegant geschwungenen Kreidekalft-Falten der (helvetischen) Dent de Morcles-Decke mit eingewinkeltem (eozaénen) Alt-tertiär. Dieses ist also alpin mitgefaltet, die Carbon-Einklemmung aber, als Vorgang, nach Carbon-Absatz, aber vor Triaszeit erfolgt, jedenfalls anlässlich einer Gebirgsfaltung vor derjenigen der jetzigen Alpen, eben jener „hercynischen“, die auch noch andere europäische Gebiete erfasst hatte. Sogar von einer zweitvorhergehenden, vor-carbonischen sind Spuren vorhanden. Ähnliche altgepreßte Carbon-Mulden stecken auch anderswo (Mar-



Links:
Obergabelhorn - Weizhorn,
vom Gornergrat. Oberste
Penninische Decke. 5. August
1920.

Unten:
Piz Bernina-Piz Roseg, von
Fuorcla Surlej (unterstalp.
Decken). Borne Tschierer-
gletscher mit Seitenmoränen,
von rechts Roseggletscher.
29. Juli 1922.



massiv, Manno und andere). Unsere Massive waren mindestens zwei Gebirgsbildungs-Hauptaktionen ausgesetzt. Unsere „Steine“ haben eine, an menschlichen Begriffen gemessen, unsagbar lange Geschichte durchlaufen. Aus glutflüssigem Magma in Tiefe der Erdrinde langsam erstarrt oder auf Meeresgrund aus Wasserlösung chemisch abgesetzt, oder von früherem Festland schon als zweite (Trümmer)-Generation abstammend, sind sie durch enorme Schubkräfte hauptsächlich zur mittleren Tertiärzeit – manche schon früher, nach der Carbonperiode oder noch vorher – als Gebirg getürmt worden und äußerlich wieder in Abtrag begriffen. Diese – man möchte bei aller Bewunderung fast sagen „Leidensgeschichte“ – kann sich im großen Alpenlandschaftsrahmen, im einzelnen Steinstück und bis ins mikrosko-

pische Kleinbild kundgeben. Sie forschend und für unser Land nutzbringend zu verfolgen, ist eine schwierige und überraschungstreiche, doch schöne Arbeit des Geologen.

Seit bald hundert Jahren sind allein durch die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft offiziell etwa 200 geologische Karten und dazu 150 illustrierte Textbände herausgegeben worden, von denen der größte Teil speziell unsere Alpen betreffen. Viele private Veröffentlichungen ergänzen das Bild. Jede gelöste Aufgabe strahlt wieder neue Probleme aus, und neue technische und wirtschaftliche Bedürfnisse sind zu befriedigen durch kenntnisreiche Auswertung des verschiedenartigen „Steinkleiniums“ unseres Bodens, «mente et malleo».

Mys Schwyzerland

Wie schön bisch du, mys Schwyzerland –
Du schönntschi nid schöner sy –
Bisch wohl im Ring a Gottes Hand,
Die schönschi Perle gsy?
Ar het di gfaßt i Silberglanz
Bo dñe Bärg u Firn –
U het d'r gleit e volle Chranz
Bo Wunder uf di Stirn.

Doch we mys Läbe eis etflieht
Is ferne Stärneland,
Am Himmel still es Stärnli zieht
U grüeßt mys Schwyzerland. –

Am schönste bisch, o Heimatland,
We d'Abedsunne sinkt –
Im Abedrot, mys Schwyzerland
Berglühlt, – i d'Macht versinkt.
I weiß nid wie-n-is ha verdient,
Das i ne Schwyzer by –
I hätt' das Glück gern abverdient,
Die Gnad' isch z'große gsy.

H. W. Kindler.