Zeitschrift: Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

Band: 21 (1879-1880)

Artikel: Geologische Begründung der Topographie des Sentis und der Molasse

Autor: Früh, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834983

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: 16.07.2025

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

V.

Geologische Begründung der Topographie des Sentis und der Molasse.

Von

J. Früh, Kantonsschullehrer in Trogen.

(Vorgetragen an der Hauptversammlung den 26. October 1880.)

> Die Churfirsten, sowie der Sentis, liefern ein Beispiel, dass die äussere Form des Gebirges durch Structur und Stellung des Gesteins bedingt wird.
>
> *Escher v. d. Linth.*

Dies ist ein Hauptsatz aus der „geognostischen Skizze über das Gebirge des Appenzellerlandes bis zum Walensee", welche der geniale Meister an der Versammlung schweizerischer Naturforscher in Trogen 1857 entwarf. Ihn zu beweisen und speciell für die Vorberge gültig darzustellen, soll meine Aufgabe sein. Es soll gezeigt werden, wie die geologischen Verhältnisse eines Landes die topographischen Eigenthümlichkeiten desselben bestimmen.

Bekanntlich * bilden die Alpen mit dem Jura, dem Apennin und den Karpathen ein System paralleler Gebirgsketten, was auf eine gleichartige und gemeinschaftliche Ursache ihrer Entstehung schliessen lässt. Sie darf aber nicht in eruptiven, vertical wirkenden Kräften krystallinischer Massen gesucht werden, sondern vielmehr in einem seitlich

---

* Siehe Jahresbericht unserer Gesellschaft pro 1877/78, pag. 171 ff.

und einseitig erfolgten Horizontalschub und daraus hervorgegangener Faltung der Erdrinde, zu welcher Auffassung *Thurmann* schon 1853 für den schweizerischen Jura gekommen ist.* Die Faltung ist als eine Folge der fortdauernden Abkühlung und der damit verbundenen Volumenverkleinerung des Erdkerns zu betrachten; sie dauert wohl jetzt noch fort, oder mindestens sind noch mannigfache Spannungsverhältnisse innerhalb der Gebirgsglieder auszugleichen, wie die zahlreichen, jährlich im ganzen Alpengebiete wahrzunehmenden Erdbeben vermuthen lassen. Mit der Aufthürmung der imposanten Alpen sind nothwendig Senkungen am Steilrand verbunden; für die Schweizeralpen liegt das Senkungsgebiet im S und SO, in einem ehemaligen Golf der Adria, der heutigen Poebene. Die faltenden Stösse sind von SO aus ergangen; daher fallen Alpen und Jura gegen SO steil, gegen NW sanft ab und bilden ein System von Parallelketten, welche im Allgemeinen von SW nach NO streichen.

Gleich den von einem starken Südostwind erzeugten Wellen eines Sees bäumen sich die Jurazüge gegen die schweizerische Hochebene und verlieren sich in immer niedriger und flacher werdenden Wellen gegen die jurassischen Plateaux von Frankreich oder überschieben sich an dem Massengebirge des Schwarzwaldes. Ahmt man diese Erscheinung mittelst mehreren über einander gelegten Tuchstreifen nach, oder — wie es von *A. Favre* geschehen — mittelst Thonschichten, welche auf einer gespannten Kautschukplatte ruhen**, so wird man eine oder mehrere Falten finden, bei

* „Une action latérale, procédant du côté suisse vers le côté français sur les massifs faillés etc.“ in Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Pruntrut 1853.

** *De Chaucourtois* zeigte die Bildung des Erdreliefs an einem Kautschukballon, welcher hermetisch an ein Kupferrohr mit Hahn

denen selbst tiefe Lagen gehoben wurden und an die sich nach aussen solche lagern, die nur obere Schichten enthalten. Dasselbe ereignete sich bei der Hebung der Alpen. An einzelnen Orten wurden selbst Schichten der azoischen Formation, aus Silikatgesteinen, wie Gneiss und Glimmerschiefer bestehend, gehoben, welche, weil in der Tiefe von SO nach NW stark gepresst, sich fächerartig nach oben Luft machten. So entstanden die in der alpinen Geologie schon lange bekannten Fächerformen der krystallinischen Centralmassive, wie Mont Blanc, Monte Rosa, Gotthard, Finsteraarhorn. Das letztere stützt ein sehr mächtiges, nach NW gerichtetes Faltensystem, zu dem auch die Tödigruppe, die Glarneralpen, sowie die Erhebungen unseres Kantons gehören. Hieraus folgt als erste topographische Eigenthümlichkeit unseres Landes:

Als Theil der Centralalpen setzen sich die Erhebungen derselben aus parallelen Ketten zusammen, welche im Allgemeinen von SW nach NO streichen.

---

befestigt ist, mit mehr als einem Atmosphärendruck mit Luft erfüllt und dann in ein Wachsbad getaucht wird; strömt hernach — dem Drucküberschuss entsprechend — Luft heraus, so entsteht in der oberflächlichen Wachsschicht das Faltenrelief (Comptes rend. T. 87).

Die Biegung spröder Massen zeigen folgende zwei Beobachtungen: In Trogen ist ein Privatbrunnen vor Unreinigkeiten durch ein Gehäuse geschützt, welches oben mit einer Sandsteinplatte bedeckt ist; sie ist 192 Ctm. lang, 58 Ctm. breit und 10 Ctm. dick, ruht an den Enden auf einer 20 Ctm. dicken Mauer; diese Platte, welche nie belastet wurde, zeigt nun eine gleichmässige Concavität, welche in der Mitte um 28 Mm. gegen die Horizontale differirt, was einem ziemlich kleinen Krümmungsradius entspricht. — An einer älteren Insectenschachtel war eine Glasplatte eingezwängt, am Rande durch Papier verkittet, welches in der Mitte der Längsseite zerrissen war; dies war durch eine convexe Biegung der Glasplatte veranlasst worden, welche — 35 Ctm. lang, 22 Ctm. breit und 1,25 Mm. dick — in der Mitte 3,5 Mm. über die Horizontale gebogen ist.

(Es möge entschuldigt werden, wenn in der Folge, um einfacher zu sein, das Streichen nur durch SW und NO angegeben wird.)

Mindestens 10 Falten hat man vom Walensee bis Bodensee erkannt, die nach ihrer gegenseitigen Lage, den in ihnen aufgeschlossenen Formationen und den sie zusammensetzenden Gesteinen naturgemäss drei Gruppen bilden: Churfirsten, Sentis und die dem letzteren vorgelagerten Molasseberge. Wir beschränken uns auf die Besprechung der beiden letzteren.

Das bedeutendste topographische Element zwischen Thur und Bodensee ist unstreitig das **Sentisgebirge.** Nicht nur dominirt es in hypsometrischer Beziehung, sondern es bestimmt die Richtung aller übrigen Bergketten im N und NW des Landes, ähnlich wie das gleichwerthige System des Pilatus die benachbarte Molasse influirt. Wie das letztere wird es im SO und NW von der Eocenformation flankirt, im SO durch die Mulde von Wildhaus, im NW durch einen schmalen, zum Theil undeutlich erhaltenen Streifen von Weesen bis Eichberg im Rheinthale. Während die Kreidemulden der Pilatusfalten von gehobenem Eocen ausgefüllt sind, hat man dieses am Sentis nur an zwei Stellen nachweisen können (Gräppelenalp und Rossegg, westlich von der Teselalp), aber nicht als Ausfüllungsmittel; es sind noch wirkliche Mulden. Dagegen hat sich das Eocen zwischen Sitter und Rheinthal in allen Stufen erhalten und zu der 1507 M. hohen Pyramide der Fähnern erhoben. Im ganzen Gebirge ist Jura nirgends aufgeschlossen; es ist ein Kreidegebirge, das im Wesentlichen vier Stufen zeigt: Neocom, Urgon (Schrattenkalk), Gault, Seewerkalk.* Trotzdem kommen

* Zur petrographischen Orientirung über diesen vielbesprochenen Punkt siehe Jahresbericht unseres Vereins pro 1871/72, pag. 89 ff.

Silberblatt und Altmann dem höchsten Gipfel der die Juraformation deutlich zeigenden Churfirsten gleich (Gärtlisegg 2413 M.), und wird derselbe vom Sentis um fast 100 M. übertroffen. Dies rührt einmal von dem Mangel grösserer Dislocationslinien innerhalb des Sentis her; dann von den gleichmässigen, steil aufgerichteten Falten seiner Ketten, welche als das Resultat einer grösseren Stauung der Erdschichten erscheint. Diese ist in der That eine sehr bedeutende, was schon daraus hervorgeht, dass sechs Hauptfalten auf eine Breite von kaum 7 Km. zusammengeschrumpft sind, während sie von Weesen bis Kobelwies eine Länge von 39—40 Km. einnehmen. Die stärkste Hebung und Pressung erfolgte in der Richtung des „Diagonalkammes" Altmann-Sentis, wo keine grössere Einsattelung wahrzunehmen ist. Wir erhalten eine Vorstellung von der ungleichen Hebung gleichalteriger Sedimente, wenn wir beachten, dass derselbe Seewerkalk, der die Sentisspitze krönt (2504 M.), in dem bleichen Riffe bei Bodengaden (977 M. zwischen Weissbach und Brüllisau) ansteht.

Wenn es *Escher* gelungen ist, auf einem Querprofil des Sentissystems acht Gewölbe nachzuweisen, so darf man nun topographisch nicht acht Ketten erwarten, da die nördlichste drei an einander gepresste Falten umfasst; wohl aber lassen sich sechs Ketten mit fünf Mulden erkennen, die sich in ihren Hauptzügen folgendermassen darstellen:

In einem einfachen Gewölbe am Mattstock beginnend, zieht sich die *erste Kette* über den Schindlenberg, Lütispitz nach dem Silberblatt und nördlich vom Gyrenspitz bis zur Ebenalp, um in dieser in einem Gewölbe zu endigen. Nirgends trifft man einen erhaltenen Sattel; die Gewölbe sind geborsten; entweder sind sie ferner gleichmässig schief abgetragen, wodurch die steile, mauerartige, kahle NW-

Abdachung entstand — oder es haben sich die steil aufgerichteten Gewölbeschenkel erhalten, namentlich in dem Schrattenkalk, wodurch die imposanten Wände gebildet wurden, welche als Scelettheile im Sommer gegen die grünen Matten, im Winter gegen die Schneedecken der sanfteren Gehänge sich abheben. Solche Schrattenkalkfelsen hat der Volksmund trefflich bezeichnet mit: Hangeten, Oehrli, Thürme, Nadleren, und ebenso ist der Name Ebenalp für den gebliebenen Theil eines etwas schiefen Gewölbes bezeichnend.

Die *zweite Kette* erstreckt sich vom Sentis über die Wagenlucke gegen die Gloggeren hin. Von dieser Falte ist gegen SO namentlich ein Schrattenkalkschenkel geblieben, welcher die Rossmad bildet. Mit einem Steilabsturz schaut sie gegen die Seewenerkalkmulde, welche das Längenthal vom Blauen Schnee-Untere Messmeralp-Seealp bildet.

Die *dritte Kette* erstreckt sich vom Rothstein des Diagonalkammes über Bötzel, Marwies und Alpsigel; sie ist von der zweiten durch die Mulde von Meglisalp getrennt, welche wieder oberflächlich aus oberer Kreide besteht. Der einseitige Bau zeigt sich namentlich am Alpsigel. Der abgebrochene Gewölbetheil nimmt keineswegs die höchste Stelle dieses Berges ein, sondern bildet mit dem ebenfalls erodirten NW-Schenkel die mit Schutthalden bedeckte NW-Abdachung. Darüber erscheint als eine Kappe der oben sanft geneigte SO-Schrattenkalkschenkel mit Wald und Weiden bedeckt, aber gegen NW durch die bekannte Steilwand abgerissen.

Denselben Bau zeigt die *vierte Kette,* die in dem Gemäuer des Altmanns culminirt, sich über die Thürme und den Fählenhundstein erstreckt und in dem Schrattenkalkriff zwischen Furglenalp und Semtiseralp endigt. Der aus Neocom bestehende Gewölbekern zeigt sich wieder an der NW-Böschung und nicht auf den Gipfeln, z. B. beim Altmann

in dem dünnplattigen Mauerwerk, welches sich vom Sentis aus gegen Süden darbietet. Die Zacken, Thürme und Spitzen werden von dem steil aufgerichteten und kleine Karrenfelder zeigenden SO-Schenkel gebildet, der wieder aus Schrattenkalk besteht. Die steile Schichtung des Altmanns erscheint von den Gipfeln des Bregenzerwaldes und des Lechthales (Widderstein) ganz charakteristisch für denselben; schaurig erheben sich die Thürme und der Hundstein von dem stillen Fählenseethal, welche Seewenerkalkmulde die vierte und fünfte Kette trennt, während die dritte und vierte durch das Becken des Semtisersees geschieden werden.

Im Schwendigrat bei Starkenbach beginnt die *fünfte Kette* in einem aufgebrochenen Gewölbe, dessen Kern wieder stark erodirt ist und zur NW-Böschung gehört, während der aus Schrattenkalk formirte SO-Schenkel den nach SO steil abfallenden Grat bildet. Nachdem dieser Zug im Lauisboden durch die Thur quer durchsägt worden, erhebt er sich wieder im Wildhauser Schafberg und erstreckt sich über die Krayalp und den Rosslen- oder Saxerfirst bis zur Bollenwies. Die asymmetrische Architektonik zeigt sich namentlich im Schafberg und Saxerfirst: die nach NW gerichteten Faltenkerne sind abgefressen; die SO-Schenkel erscheinen als steile Wände, welche im NW die Teselalp einschliessen, in der Rosslen aber durch Schrattenkalk (Gault) und Seewenerkalk einen aus fast horizontalen Schichten bestehenden Kopf bilden, welcher gegen NW als Steilwand abgebrochen ist. Dies muss jedem Sentisbesucher als Analogon zum Alpsigel auffallen. Die Seewenerkalkmulde beginnt oben in der Rosslenalp und senkt sich dann in die stille Teselalp hinunter, welche ein Muster eines durch Faltung bedingten Muldenthales darstellt.

Noch haben wir der äussersten und *sechsten Kette* zu

gedenken, durchweg ein aufgebrochenes Gewölbe darstellend, welches sich gegen die Eocenmulde bei Wildhaus staute und — weil an den übrigen Ketten einen bedeutenden Widerstand findend — sich einseitig nach SO faltete. Der erodirte Neocomkern schaut nach dem Rheinthal, und die steilen Schrattenkalkschenkel dominiren im NW, erheben sich also als schroffe Wände des Gulmen, Ambos, Furglenfirst und Stauberen. Im Hohen-Kasten und Kamor ist das Gewölbe wieder auf der appenzellischen Seite angeschnitten, und sind die Schrattenkalkwände der Schenkel von weitem auffallend.

So erkennen wir das geotektonische Faltensystem noch deutlich in dem heutigen orographischen System der Sentisketten. Die ursprüngliche Architektur ist freilich stark verändert. Die bei der Aufthürmung entstandenen zahllosen Spalten und Risse öffneten der Erosion Thür und Thor. Die Gewölbe erscheinen nur noch als Luftsättel. Die Identität von Falten und Ketten ist nicht so augenscheinlich, wie im Jura; aber die stratigraphischen Verhältnisse der letzteren lassen sie leicht als die Grundmauern der ersteren erkennen. Das gemeinschaftliche und gleichartige Streichen der Ketten, ihr mancherorts deutlich sich zeigender einseitige Bau, die mit denselben gleichalterigen und unter sich gleichförmigen Mulden oder die topographischen Längenthäler sind durch die gemeinsame Art der Entstehung begründet. Weil aus kalkigen Sedimentgesteinen bestehend, hat das Sentisgebirge mit den Churfirsten die terassenartigen, durch Natur und Stellung des Gesteins bedingten Verwitterungsformen gemein, die freilich in viel kleinerem Massstabe auftreten, meist in schmalen, auf Schutthalden ruhenden Grasbändern, welche die leblosen Kalkwände angenehm unterbrechen.

Zur **Molasse** übergehend, mögen für das leichtere Verständniss kurz die geognostischen Verhältnisse in genetischer Folge in Erinnerung gebracht werden. Lange vor der Haupthebung der Alpen war die flache Mulde zwischen Alpen und dem sanft gefalteten Jura das Depot riesiger Geschiebsmassen, welche von beiden Seiten herbeigeführt wurden und wodurch das grösste Längenthal Europas, von Genf bis Passau, mehr oder weniger ausgefüllt wurde. Dieses Ausfüllungsmaterial bildet die heutige Molasse. Sie scheidet sich naturgemäss in eine mehr gelbliche, subjurassische und eine graue oder bunte, subalpine; die letztere ist viel bedeutender und allein bei uns vertreten.

Kaum waren die eocenen Flysch- und Nummulitensedimente (wenigstens littoral) in's Trockene gekommen, als sich längs des NW-Randes der Alpen grosse, wahrscheinlich aus ihren Kalkregionen herstammende Gewässer bewegten und nach denselben physikalischen Gesetzen wie heute ihre Geschiebe absetzten: direct an der Mündung, d. h. längs des NW-Randes der Alpen, grobe Gerölle; weiter aussen grobe und feine Sande. Jene bilden unter einander cementirt die Kalknagelfluh, diese den kalkreichen, gemeinen Molassesandstein. (Gemeine Molasse soll in der Folge kalkreiche Sandsteine und Mergel bezeichnen gegenüber der granitischen Molasse.) Darauf folgte bei fortwährender Hebung der Alpen die Ablagerung von vorzugsweise krystallinischen Geschieben von Flüssen, welche aus dem Innern der Alpen herkommen mochten und krystallinische Gesteine erodirten, welche zum Theil nicht mehr anstehend gefunden werden.*

* Es mag noch beachtet werden, dass das Gefälle eines Flusses eine totale Umkehrung erfahren kann; dies ist z. B. für den Red River, einem Zuflusse des Winipegsees in Nordamerica, constatirt; nach dem Durchbruche bei Bingen wurde wohl auch der Rhein dem

Es bilden diese Depots gegen die Alpen hin die bunte Nagelfluh und weiter gegen NW den mit rothen Feldspathkörnchen erfüllten granitischen Molassesandstein. Die fortlaufende Stauung der alpinen Sedimente hob auch diese Ablagerungen, verminderte dadurch das Gefälle der Ströme bedeutend, so dass manche derselben zu geringen Rinnsalen wurden. Immer blieb aber noch eine breite Hohlform zwischen Jura und Alpen, welche Neptun zunächst beherrschte und mit zahlreichen Meeresthieren bevölkerte. Die entstandenen Niederschläge wurden durch die gesteigerte Faltung der Erdrinde ebenfalls ihrem nassen Grabe entrissen, und auf die gebildete marine Molasse folgte die Ablagerung der oberen Süsswassermolasse in Kies- und Sandbänken und die Haupthebung der Alpen.

Nach den petrographischen und stratigraphischen Verhältnissen zu schliessen,* erzeugte die gewaltige Stauung der Kreideschichten des Sentis im benachbarten Molassegebiete *drei* (zum Theil geneigte und isoclinale) *Falten, welche parallel mit den Sentisketten verlaufen und in dem Maasse an absoluter Höhe abnehmen, als sie sich von der Hebungslinie entfernen. Die nördlichste geht mit ihrem NW-Schenkel allmälig in die horizontal geschichtete oder ungestörte Molasse der schweizerischen Hochebene über.*

Die erste Falte beginnt am Eocenstreifen vom Urnerbach über Mattalp bis Stöcknersegg und besteht aus Kalknagelfluh, die nordwestlich vom Speer ausserordentlich entwickelt ist, nämlich mit wenigen Unterbrechungen durch

---

schwarzen Meere entführt. (Die bedeutenden Depots des Rheingletschers in Schwaben haben in der Gegend Waldsee-Isny eine respectable Wasserscheide geschaffen.)

* Siehe *Gutzwiller,* Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 14. Lieferung.

gemeinen Molassesandstein bis zum Gubelspitz ob Rieden, also in einer Mächtigkeit von circa 5 Km. — Es umfasst dieses Gebiet gequetschte Falten und Faltentheile — der Gewölbetheil, sowie der NW-Schenkel sind fast überall steil erodirt; der SO-Schenkel dagegen ist gut erhalten und bildet Rücken und Gipfel von Stockberg, Bläskopf, Speer, Schäniserberg und Hirzli. Diese Berge haben darum übereinstimmend einen charakteristischen, einseitigen Bau: nach NW fallen sie jäh ab und zeigen hier wilde Schichtenköpfe; die SO-Abdachung aber besteht aus den durchschnittlich unter 40 bis 45° einfallenden Schichten. Solche tektonische Verhältnisse müssen Jedermann auffallen und auf topographischen Karten deutlich zum Ausdrucke kommen. Diese erste Kette besitzt in dem 1956 M. hohen Speer den höchsten Gipfel des ganzen schweizerischen Molassegebietes, sowie desjenigen des Vorarlbergs (Rindalphorn 1815 M. nach Lamont; das Aequivalent für „Speer" sind die „Spiesswände", womit der Allgäuer die unter 55—60° S fallenden Nagelfluhbänke des gleichwerthigen Siplingerkopfes nördlich von Balderschwang bezeichnet), und es ergeben acht der bedeutendsten Erhebungen derselben eine mittlere absolute Höhe von 1751 M. (Wenn in der Folge solche Mittelwerthe angegeben werden, so wollen sie nur den Satz über die Hypsometrie der Molasse beweisen und — aus Mangel an nöthigem Kartenmaterial — keinen wissenschaftlichen Werth beanspruchen.)

Die zweite Falte erhebt sich mit ihrem SO-Schenkel in den Synklinalthälern des Weissbaches und der Lauter, sowie im Quellgebiet der Urnäsch und senkt sich mit dem Muldenkern in der Richtung Stoss-Gonten-Urnäsch. Stratigraphisch gehören hieher auch ein Stück der dem Speer vorgelagerten Molasse, vom Gubelspitz bis Breitenau, und der aus gemeinem Molassesandstein zusammengesetzte Hirsch-

berg zwischen Eggerstanden und Stoss. So besteht eine Falte vom Hirschberge bis Kaltbrunn oder vom Rheine bis an die Linth.

Durchweg besteht der Gewölbekern aus kalkreichem, gemeinem Molassesandstein und Mergel, welcher mit der Speernagelfluh als gleichalterig angesehen werden muss, aber — weil aus kleineren Geschiebstheilen bestehend — weiter gegen NW abgelagert wurde. Das Gewölbe ist zum Theil total erodirt und bildet z. B. zwischen Gonten und Appenzell sanfte NW-Böschungen, zum Theil ist es in den Sandsteinhügeln des Hirschberges und Schwarzberges (westlich von Urnäsch) und in der Einsenkung zwischen Breitenau und Gubelspitz erhalten. Am dauerhaftesten erscheint der SO-Schenkel, welcher zwischen Sitter und Thur vorherrschend aus bunter Nagelfluh besteht und westwärts von der Thur geotektonisch in dem aus Kalknagelfluh aufgebauten Schorhüttenberg auftritt. Er zeigt sich im Kronberg, der Petersalp, Hochalp, Fläsch und Hübschholz, welche Erhebungen die Form der Gipfel der ersten Molassekette wiederholen, indem sie ebenfalls einen einseitigen Bau zeigen: nach NW einen Steilabfall, nach SO eine stark geneigte, schiefene Ebene als Rücken. Sie kennen Alle die herrlichen Felspartien der Petersalp, des Speicher und Fläsch; sie sind nicht minder charakteristisch als die Architektur der Speerkette und sollen auf topographischen Karten eine entsprechende Darstellung erhalten. Die bedeutendste Erhebung der Kette Kronberg-Schorhüttenberg ist der Kronberg mit 1640 M.; acht der wichtigsten Gipfel ergeben eine mittlere absolute Höhe von 1523 M. (Differenz 1751 — 1523 = 228 M).

In der oben bezeichneten Richtung Stoss-Gonten-Urnäsch beginnt sich die dritte oder Nordfalte unseres Molassegebietes zu erheben und zwar wieder mit einem SO-Schenkel aus

vorherrschend bunter Nagelfluh, die mit der vom Kronberg gleichalterig, aber aus feineren Geschieben zusammengesetzt ist, was sich genetisch erklärt. Das Gewölbe, zum Theil gemeine, zum Theil granitische Molasse, ist total abgetragen. Der widerstandsfähige Südschenkel dagegen erscheint in dem Höhenzug, der sich als Nagelfluhriff nördlich von Balgach erhebt und über St. Antonscapelle, Ruppen, Saurücken, Gäbris, Hundwilerhöhe und Hoch-Ham zieht und geotektonisch in dem Sandsteingipfel des Regelstein westlich der Thur endigt. Auch diese Erhebungen sind von dem oben beschriebenen einseitigen Bau, mit ebenem SO-Rücken und steilen, nach NW schauenden Schichtenköpfen, wie ein gutes Kartenbild es schon zeigt. Es culminirt diese Kette in dem 1378 M. hohen Regelstein und ergeben acht der höchsten Punkte eine mittlere absolute Höhe von circa 1200 M., woraus sich gegen die zweite Kette eine mittlere Erniedrigung um 1523 — 1200 = 323 M. ergibt.

Von hohem Interesse ist der Gewölbetheil dieser Falte, wo die Schichten aus ihrem Südfallen allmälig (oft plötzlich und abwechselnd) in senkrecht stehende und dann in nach N einfallende übergehen, mit anderen Worten, wo die Gebirgsglieder deutlich entgegengesetzt geneigt oder *antiklinal* sind. Vor 50 Jahren noch erschien dieses Vorkommen „räthselhaft", und Studer schrieb 1825 in seinen „Beiträge zu einer Monographie der Molasse": „Fächerartig scheinen die Schichten nach der Tiefe sich auszubreiten. Wer hätte geglaubt, die Schichtung des Gotthardes in der Molasse wieder zu finden!"

Die Scheitellinie dieser Falte oder die *nördliche Antiklinale* erstreckt sich von Bernegg im Rheinthal über Oberegg, Trogen, Stein, Hundwil, Schwanzbrugg a. N., nördlich vom Ricken bis nach Bolligen, und lässt sich westwärts über

Luzern bis an den Mont Salève, im Osten jenseits des Rheines über Bildstein, Mündung der Weissach, Sulzberg und Hauchenberg bis an die Iller verfolgen, d. h. *die Nordwelle des alpinen Faltensystems hat eine von SW nach NO gerichtete Ausdehnung von circa 350 Km.* und bietet eine kräftige Stütze für die Lehre von einer gleichartigen und gemeinschaftlichen, auf einer Faltung der Erdrinde beruhenden Entstehungsweise der Alpen.

Wie bereits erwähnt, ist der Scheitel der Nordfalte geborsten und durch das thätige Wasser längst entfernt. Was Berg war, ist Thal geworden. Während sich der südliche Nagelfluhschenkel stolz erhalten hat, finden wir den Gewölbekern nur noch als Ruine; an die Stelle der Faltenbiegung ist ein Luftsattel, ein Bruchthal, ein Antiklinalthal getreten, das grösste Längenthal unseres Landes, von zahlreichen Ortschaften besetzt und einer prachtvollen Landstrasse durchzogen. Jene lassen an einzelnen Gebäuden deutlich das Vorkommen des granitischen Molassesandsteins erkennen, welcher in benachbarten Steinbrüchen aufgeschlossen ist. (Vgl. auch „Baumaterialien des Mineralreichs im Kanton St. Gallen. 1865“.)

Der NW-Schenkel, im O zunächst aus granitischer Molasse, im W, insbesondere westwärts der Thur, aus vorherrschend bunter Nagelfluh von theilweise ziemlich lockerem Gefüge bestehend, zeigt nach NW eine sanfte Abdachung, nach SO meist gar steil abfallende Schichtenköpfe und bildet den Höhenzug: Kayen-Vögelinsegg-Fröhlichsegg-Waldstatteregg, Hochwacht-Wilket-Kunzenberg-Rothenstein und die Höhen von Goldingen. Er culminirt im Rothenstein mit 1333 M. und es ergeben acht der bedeutendsten Punkte eine mittlere absolute Höhe von 1147 M. (Differenz 1200—1147 = 53 M.). Auf diesem Schenkel ruht die ganze marine und

obere Süsswassermolasse, welche sich nordwestwärts in sanften Gehängen anschliesst, um allmälig in die horizontale Molasse der Kantone Thurgau und Zürich überzugehen. Von dem Widerstande, den diese der sich stauenden Molasse entgegensetzte, erhalten wir eine treffliche Vorstellung durch die zahlreichen Rutschflächen und Eindrücke der Gerölle. Sorgfältig suchte die Natur entstandene Risse durch Infiltration von kohlensaurem Kalk wieder zu verkitten. Da aber diese Kalkplättchen selbst geritzt sind, so sind es wohl beredte Zeugen dafür, dass die Hebung der Alpen allmälig und nicht plötzlich erfolgte; nur so haben sich die verschiedenen Glieder der Molasse in der jetzt zu beobachtenden Reihenfolge und horizontalen Ausdehnung ablagern können.

Inzwischen haben wir die Thätigkeit des fliessenden Wassers oder die *Erosion* unberücksichtigt gelassen. Selbstredend wurde das Gefälle während der allmäligen Hebung und durch die Haupthebung des Sentis und der Molasse bedeutend vergrössert, und das Wasser musste naturgemäss in der Richtung von SO nach NW, senkrecht zum Streichen der Molasseketten, am kräftigsten wirken. So entstanden sieben *Hauptquerthäler,* von denen das der Töss unser Gebiet im W, das des Rhein-Bodensees im O abschliesst. Die fünf innerhalb unseres Landes gelegenen nehmen, der ungleichen horizontalen Ausdehnung der Molasse entsprechend, von SW nach NO an Länge ab in der Weise, dass sich ihr geradlinig gemessener Lauf verhält wie 42 : 27 : 22 : 17 : 11. Es ergibt nämlich die Randegger'sche Karte in 1 : 75000 folgende Werthe:

Thur von Starkenbach bis Schwarzachbrücke	ca.	31,85 Km.
Necker von seiner Quelle bis Lütisburg	„	20,25 „
Urnäsch von ihrer Quelle bis Kobel	„	16,50 „

Sitter vom Weissbad bis Kobel	ca. 12,75 Km.
Goldach vom Ruppen bis Martinsbrücke	„ 8,25 „

In der Regel sind es, wie die Querthäler im Allgemeinen, tiefe, schmale Hohlformen, und zeigt sich dieser Charakter sowohl in der westschweizerischen Molasse, als in den schauerlichen Klammen Vorarlbergs. Doch gilt dies im Allgemeinen nur für die Thalstrecken, welche sich geotektonisch als Querschnitte erweisen. Nun stellen aber die Querthäler — im Detail verfolgt — eine Zickzacklinie dar, indem längere oder kürzere Querthäler mit längeren oder kürzeren Längenthälern abwechseln oder durch Diagonalschnitte mit einander verbunden werden. So fliesst beispielsweise die Sitter von Zweibrücken bis Kobel im Längenthal des Wattbaches, der vom oberen Brand und dem Thal der Demuth sich sammelt, und benützt dann das Bett der Urnäsch; der Rothbach bewegt sich westlich von Teufen bis zur Mündung in einem Längenthal. Die Beziehung der Thalbildung zu den geologischen Verhältnissen und die dadurch hervorgerufene topographische Physiognomie ist oft eine frappante. Urnäsch und Sitter erscheinen in schmalen, tiefen Rinnen aus der Nagelfluhkette Kronberg-Hochalp; im Gewölbekern der zweiten Falte aber, der aus gemeiner Molasse besteht, haben sie sich breite Sohlen geschnitten, welche durch die Wiesengründe von Urnäsch und Weissbad-Appenzell angezeigt sind. Der Eintritt der Goldach, des Rothbaches, der Sitter und Urnäsch aus der dritten Nagelfluhkette in den Sandsteinkern der nördlichsten Falte kündigt sich durch schöne Wasserfälle an der Grenze von härterer Nagelfluh und weicherem Sandstein an, welche desshalb in Uebereinstimmung mit dem Gebirgsbau genau auf der Streichungslinie von SW nach NO liegen. Das Sammelgebiet der Goldach liegt zum grössten Theil innerhalb des zerklüfteten, aus Mergel

und Sandstein bestehenden Gewölbekerns der nördlichen Antiklinale und bildet eine prachtvolle Mulde mit schwach bewegter Oberfläche. Der Sammelkanal beginnt in der granitischen Molasse des Nordschenkels und bewegt sich oft in malerischen Schluchten durch die aufliegende bunte Nagelfluh und die marine und obere Süsswassermolasse, so dass die planimetrische Darstellung dieses Flussgebietes einem Dicotyledonenblatt gleicht, dessen Fläche mit den primären und secundären Nerven und Stiel, beziehungsweise Sammelgebiet und Sammelcanal repräsentiren.

Die Thäler der fünf Flüsse stimmen überhaupt auf der Strecke südlich von der Trogener Antiklinale darin überein, dass sich ihre Sohle in nach S einfallende Stufen auflöst, über welche das Wasser stets in kleineren Fällen zu fliessen genöthigt ist. Hiezu bildet die Strecke nördlich von der Antiklinale einen Gegensatz. Das Wasser hat die nach NW einfallenden Sandstein- und Nagelfluhschichten da unterwaschen, wo weichere Mergelbänke das Liegende bilden. Die aufgerichteten Riegel sind in der Mitte durch eine oder mehrere Rinnen eingesägt, und es schiesst das Wasser mit den Geschieben über den Rücken derselben. Die dadurch erlangte lebendige Kraft vermag die Felsen in Kesseln und Töpfen auszuhöhlen, welche nordwärts stets durch einen Geschiebewall abgesperrt sind, innerhalb aber einen bis mehrere Cubikfuss grossen Rollstein besitzen können (Goldach).

Die Querthäler sind nächst der Faltung das wichtigste Moment in der topographischen Gliederung des Molasselandes. Durch dieselben wurde das letztere in sechs von SO nach NW gerichtete Stücke zerschnitten. Die Mittellinien derselben wurden dann zu Wasserscheiden, die Querthäler zu Abzugscanälen. Die besprochenen Faltenschenkel zerfielen vorerst in langgestreckte, einseitig gebaute Berge und die

herausgesägten Stücke der ursprünglichen Längenthäler, namentlich des nördlichen Antiklinalthales, kamen mehr und mehr in das zweite Stadium der Umwandlung. Waren sie anfänglich Gewölbekern, dann Antiklinalthal, so wird aus Thal wieder Berg. Ihre Mitte wird Wasserscheide, und von da aus trägt die Erosion beidseitig ab gegen die begrenzenden Querthäler. Der Zusammenhang dieser Wasserscheiden ergibt sich schon aus dem Umstande, dass sie derselben Streichungslinie angehören und dass ihre Höhen geringe Unterschiede zeigen.*

Viel interessanter ist das System der zahlreichen Erosionsthäler, welche sich von den Mittellinien der durch die Querthäler getrennten sechs Stücke aus gebildet haben. Alle gehören den Faltenschenkeln an, sind mit denselben, also auch unter sich, parallel. Hieraus folgt:

1. *Orographisch* sind sämmtliche secundäre Thäler des Molassegebietes *Längenthäler,* welche im Allgemeinen in dieselbe Gesteinsart eingesägt sind, womit die kaum gebrochene Profillinie der Thalsohlen im Einklange steht. Die Wasserfälle, welche auf ihrer ganzen Länge angetroffen werden, gehören sehr kurzen Querthalstrecken an, um welche die Richtung der Thäler nach NW, resp. SO verschoben wird.

2. *Tektonisch* sind die secundären Thäler *Isoklinalthäler,* d. h. die Thalwände gehören demselben und gleichartig einfallenden Schichtencomplex an; die eine besteht aber aus Schichtenköpfen, die andere aus intact gebliebenen Schichten.

Der Unterschied des Böschungswinkels der beiden Thalseiten wird häufig schon sehr gut durch die Vegetation ausgedrückt. Sind die Abhänge von Wiesen besetzt, so lässt

* Diese Verhältnisse wurden durch ein Längenprofil des nördlichen Antiklinalthales in 1 : 12500 illustrirt.

sich der Fallwinkel der Schichten manchmal auf grosse Entfernung bestimmen, falls nicht Glacialschutt und durch ihn vermittelte Bewegungen des Terrains abgerundete Formen erzeugt haben. Ist Wald vorhanden und dazu der Bestand ein gleichalteriger, so ist die Verbindungslinie der Gipfel manchmal genau parallel mit der Falllinie der Schichten. Die Perücken des Oberen und Unteren Brand sind nahe gelegene Beispiele.

Die eben erwähnten Verhältnisse wiederholen sich im ganzen Gebiete nördlich von der Trogener Antiklinale oder des Nordschenkels der nördlichen Falte. Jeder Hügel bietet Gelegenheit, dies im engeren oder weiteren Kreise bewahrheitet zu finden. Sehr überzeugend zeigt sich diese Beziehung zwischen Topographie und Stratigraphie auf der Wasserfluh, Neutoggenburg, dem Hög bei Oberhelfenswil etc. beim Blick nach S oder W. Der letztere lehrt, dass sämmtliche Erhebungen nördlich vom Hummelwald sanfte Nord- und steile Südböschungen haben, dass sich die Bäche längs des Steilabfalles hinwinden, um sich in der Richtung des Schichtenfalles schief einzusägen, dass sie dadurch das Thal von S nach N erweitern, dass die sanfte Südseite eines Thales die mehr stabile, die steile Nordseite die wandernde ist. Reizend ist es, an einem klaren Wintertage vom Gäbris aus das Gebiet des Nordschenkels der nördlichen Falte zu überschauen, wenn die grauen Wellen des Nebelmeeres die Thalschaften erfüllen, dieselben in eine Art Fjord verwandeln und so dem Auge einen Stützpunkt zum Nivelliren darbieten: dann scheinen die Berge zwischen Thur und Töss, zwischen Thur und Necker u. s. f. die nach S schauenden Zähne einer gewaltigen Säge zu bilden, welche von unsichtbarer Hand bald mehr, bald weniger gegen das Azur des Himmels gehoben wird. Im NW des Landschaftsbildes aber

gibt es Zähne von symmetrisch-pyramidaler Form. Es sind die Spitzen des Hörnli, Schauenbergs etc., welche bei horizontaler Stellung ihrer Schichten gleichartig und gleichmässig erodirt wurden.

Auf der Eschmann'schen Karte hat *Ziegler* das eben in Worten Geschilderte meist trefflich zum Ausdruck gebracht, z. B. für die Gegenden Rapperswil-Goldingen, Kreuzegg-Schnebelhorn, Gossau-Herisau, Eggersriet-Wienachten. Ueberall erblicken wir asymmetrische Bergformen und entsprechende Thalbildungen. Nicht minder treu sind diese Verhältnisse auf den bezüglichen Blättern des eidgenössischen topographischen Atlases wiedergegeben, z. B. 217 und 220 (Lichtensteig und Brunnadern). Was das Schraffenbild im Totaleindruck zeigt, lässt sich hier beim Studium der Horizontalcurven und der Felszeichnungen für die Schichtenköpfe ablesen.

Die Isoklinalthäler finden sich auch in den Nagelfluhketten südlich der Trogener Antiklinale, zum Theil durch Einlagerung von weniger resistenten Sandsteinbänken begünstigt. Freilich sind sie nicht der Art entwickelt, dass sie auf topographischen Karten in 1 : 25000 mit einer Equidistanz von 10 M. so deutlich zur Darstellung kommen, wie die nördlich der Antiklinale. Auf dem Specialprofil Gäbris-Martinsbruck in 1 : 5000 habe ich sie auf dem Nordabfall des Gäbris angedeutet. In dieser Kette treten sie mancherorts zahlreich auf, aber oft nur einige Meter breit, so dass sie in ihrer Gesammtheit den Eindruck eines grossen Reliefs machen. Hiefür ist die Gegend zwischen Ruppen und St. Antonscapelle sehr instructiv.

Da sämmtliche Isoklinalberge der drei Nagelfluhketten genau die entgegengesetzte Form der Erhebungen nördlich von der Trogener Antiklinale haben, so ergibt ein detaillirtes

Gesammtprofil unseres Molassegebietes eine Doppelsäge, bei der die Zähne nördlich der Antiklinale nach S, die südlich von derselben nach N gerichtet sind, eine Structur, wie sie bereits in der Sohle der Querthäler erkannt wurde und die geeignet sein dürfte, die enge Beziehung zwischen Gebirgsbau und Topographie überzeugend darzulegen. Zugleich lehrt diese Betrachtung, dass für die treue Darstellung eines plastischen Kartenbildes unserer Gegend, sei es mittelst Schraffen oder Relieftönen, *nur senkrechtes Licht zulässig ist!* Dass sowohl die westschweizerische Molasse, als diejenige Vorarlbergs dieselben topographischen Eigenthümlichkeiten zeigen, wie die der Kantone St. Gallen und Appenzell, lehrt schon ein Blick auf die Blätter 6, 9 und 10 der topographischen Karte des Kantons Luzern und die Blätter 88 und 95 der bayerischen Generalstabskarte in 1 : 50000.

Noch ist zu beachten, dass, da die Querthäler des Molassegebietes im Allgemeinen von SO nach NW streichen, die Isoklinalthäler aber von SW nach NO, die letzteren im Allgemeinen rechtwinklig auf die ersteren stossen. Die Thalbildungen unserer Molasse und des Sentis stellen in ihrer *Gesammtheit* in der That eine Art *Coordinatensystem* dar, wobei die Querthäler die Abscissen, die Isoklinalthäler die Ordinaten vertreten, wie aus der in 1 : 75000 gezeichneten Flussskizze hervorgeht. Dieses Bild ist an und für sich schon geeignet, unser Land als einem Kettengebirg angehörend zu charakterisiren. Wenn in Plateaugebieten, wie Champagne, Oberlauf des Lot und der Dordogne etc., rechtwinklig auf einander stehende Flussläufe oder entsprechend geformte Serpentinen eines Flusses angetroffen werden, so beruht dies auf einer parallelopipedischen Zerklüftung der sonst wenig gestörten Kalkformation und nicht auf petrographischen oder stratigraphischen Terrainunterschieden; die

einzelnen Thalstrecken sind auch wirklich unter sich ziemlich gleichwerthig, wie dies die „causses“ in der Juraformation des Lot- und Tarngebietes (Oberlauf) am besten zu zeigen vermögen* oder die Schluchten im zerklüfteten und wenig geneigten Buntsandstein der nördlichen Vogesen, der sächsischen Schweiz etc. Die grossen Plateau- oder Massengebirge, die krystallinischen Skeletttheile unseres Continents haben im Allgemeinen *radial angeordnete* Thäler, die centrifugal von dem Innern ausgehen und tiefe Schluchten mit steilen Thalwänden darstellen. Zwischen ihnen liegen in demselben Niveau die durch sie geschiedenen Stücke der ursprünglichen Plateaux. Auch dies ergibt sich schon aus der Betrachtung von bezüglichen, wenn möglich cotirten Karten, z. B. vom Schwarzwald, die Aemterkarten Norwegens (Sognefjord), die Blätter der französischen Karten über die Gebirge der Auvergne etc. Dieselbe Anordnung der Thäler findet man bei den Kuppengebirgen, wie eine Karte des Vogesengebirges oder die Blätter Clermont und Aurillac der französischen Generalstabskarte beweisen.

Sammeln wir die Ergebnisse unserer Betrachtung, so dürfte feststehen, dass die Doppelsäge des Molassegebietes, die feinen Terrassen, einseitigen Rücken, Wände und Zacken, sowie die sanften Mulden des Sentis, die Armuth an Tagwasser und das gemeinschaftliche Streichen aller Erhebungen geognostisch und geotektonisch, d. h. durch Structur und Stellung des Gesteins bedingt sind.

Die Geologie liefert den Schlüssel für die Topographie, selbst da, wo zerstörende Kräfte das Gebäude in Trümmer legten. Der Ingenieur-Topograph, welcher die Oberflächenformen abzubilden hat, wird bei geologischem Verständniss

---

* *Reclus,* la France.

erfolgreicher arbeiten; denn er ist dann dem Maler und Plastiker zu vergleichen, welche nicht allein dadurch Naturtreue erreichen, dass sie nach den Regeln der Geometrie und Optik handeln, sondern sich vorerst durch das anatomische Studium eine klare Einsicht in den Bau des Objectes verschaffen. „Denn nur derjenige, welcher genau weiss, *was* er zeichnet, zeichnet auch richtig“ (Vogel). Dass der innige Zusammenhang zwischen Topographie und Geologie im Kartenbilde zum Ausdruck kommen könne und solle, hat schon Bach in seiner „Theorie der Bergzeichnung in Verbindung mit Geognosie“ und als Topograph beim württembergischen topographischen Bureau gezeigt und betont. Wie Geologe und Topograph gemeinsam arbeiteten, lehrt die geologische Karte des Sentis; wie in jener kahlen Felsregion, wo die Bestimmung „der Niveaulinien noch schwieriger ist, als in der Alpenregion“, das Auge und das Wissen des Geologen als massgebend auftreten, haben *Ziegler* in seiner unübertroffenen Karte des Unterengadins und jüngst *Becker* auf Blatt 263 des topographischen Atlases der Schweiz gezeigt. Würden den Terrainbildern noch geognostische Profile beigegeben, wie dies für die topographische Karte des Kantons Luzern geschehen, so müsste das Verständniss der Oberflächenformen eines Landes um ein Bedeutendes gefördert werden.