

www.e-rara.ch

Ueber das Verhältniss der Topographie zur Geologie

Ziegler, Jakob Melchior

Zürich, 1876

Zentralbibliothek Zürich

Shelf Mark: NG 51: b | G

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-32259>

Versuch die dynamischen Vorgänge im Zusammenhange zu verstehen.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

das Gestein der Berge aus harten Kalken besteht, ist auch deren Form eckig und ihr Fuss voller Schutt. Als Beispiel dieser Art erwähnen wir Piz-Alv gegenüber den ruhigen Formen der Gneis- und Glimmerschiefer des Piz Lagalp. Ein Gegensatz, welcher jedem Beobachter, der von Pontpeccua nach Bernina Hospitz zieht, in die Augen springend ist.

Bei den Mitteln, welche dem Topographen verfügbar sind, können gewisse Formen, die verschiedenen Bildungen angehören, aber unter sich ähnlich sind, nicht unterscheiden werden ohne die Farben des Geologen. Z. B.: Es beginnt im Heuthal von da an wo der Kalk in der Sohle lagert die Rinne zu vertiefen und schneidet ein bis zum Berninabach, so lange sie im Sediment liegt. Sofort wird sie flach wie die Unterlage krystallinisch Gestein oder gestauter Schutt geworden. Im Heuthal liegt kein altes Geschiebe mehr, dasselbe ist auf Eis weit weggetragen. Daher ist dort die felsige Rinne deutlich zu untersuchen. Nicht so im oberen Livigno, wo der Spöl die Ufer anfrisst, aber im Kartenbild dieselbe Darstellung verlangt. So gibt es viele Stellen, welche nur durch zu Ratheziehen des Geologen verständlich werden. Wir erwähnen als weiteres Belege — von ähnlichen Formen im Bilde bei verschiedener Beschaffenheit des Bodens — nur noch die untere Rinne des Roasco Val Grosina (Blatt Bormio.) Dort ist während langen Jahren Gufferstoff abgelagert, im Verlauf einer spätern Zeit durch den Torrente angefrissen, zur tiefen Rinne gemacht worden, welche in der Karte so aussieht, wie wenn sie in hartem Sediment eingeschnitten wär' und doch sind dort die vorspringenden Ecken nur erratische Blöcke, welche aus dem Geschiebe vortreten gleich Riffen von anstehendem Fels. Aus den vorstehenden §§ ist weiter zu schliessen, wie der Topograph im Gebiete krystallinischer Bildungen sehr viel zu beobachten findet aber ohne Rücksichtnahme der Studien der vorangegangenen Geologen nur tasten kann. Auf ihn folgend schon sicherer seine Schritte richtet, um die Beziehungen der Sedimente zu der krystallinischen Unterlage aufzufassen. Aus diesem wird gerechtfertigt erscheinen, was der Verfasser anderwärts über Topographie und topographische Karten gesagt hat (in Wolf's Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich XVIII.)

Versuch die dynamischen Vorgänge im Zusammenhange zu verstehen.

§ 57. Wir haben an verschiedenen Stellen, z. B. § 25, betreff der Bernina-Gruppe, und § 45, im Rückblick auf den Kamm nördlich vom Inn, auf Spuren dynamischer Vorgänge hingewiesen, welche im Unterengadin zu beobachten sind. Wir wollen noch einmal im Ober-

engadin jene Bewegungen zu verstehen suchen, so viel man aus der gegenseitigen Lage von Sediment-Resten und deren Unterlage noch erkennen kann. Wenn die geschichteten Formationen als Berge zu untersuchen sind, — wie das im Unterengadin zwischen Val Tasna und Samnaun der Fall ist, — darf man schon aus der Lagerung Schlüsse ziehen, wie das in den §§ 45, 46 möglich war. Im Oberengadin jedoch kommen nur Ruinen aus der Triaszeit vor, welche aber, weil sie nach gewissen Curven auftreten (§ 40), der Speculation Vorschub leisten.

Mehr als das im untern Innthal der Fall war, macht schon das topographische Bild, — zumal wenn mit der geologischen Karte von Oberengadin verglichen — den Eindruck von oft gestörtem und wiederhergestelltem Gleichgewicht der Massen. Auf Momente der Bewegungen folgten Zeiten der Ruhe. Die Action der hebenden und schiebenden Kräfte hat sachte gewirkt, weil man aus den Sedimenten, so wenig noch da sind, ihren Zusammenhang mit der Unterlage noch erkennen kann, und schliessen darf, dass Sedimente und krystallinische Schiefer weniger innig zusammenhängen, als krystallinische Schiefer mit Granit. Dieser wäre demnach als Träger oder Vermittler der bewegenden Kraft, die Sedimente als Last zu betrachten. Unter dieser Auffassung begegnen wir überall Erscheinungen, welche conform sind dem dritten Gesetze Newtons: *Actioni contrariam semper et æqualem esse reactionem*. Wenn wir demnach den Impuls als von einer Centralmasse ausgegangen auffassen, so muss der Widerstand von einer andern Centralmasse geleistet worden sein. Diesen beiden Kräften lag ob, die Last der Sedimente zu bewältigen. Das ist durch die geologische Karte bestätigt, z. B. wo wir auf der Ostflanke des Bernina die Granite im Monte-Pers und Piz-Albris zu Tage treten sehen beginnt der gebogene Kalkstreifen in Val d'Arli, setzt über Val del Fain hinaus und zeigt den ehemaligen Zusammenhang mit den Triaslagern in Val d'Ambrie. Dort aber auf linker Seite treten die Granite von Monte delle Rezze auf.

Es ist gestattet — um dem Gedankengange eine schärfere Form zu geben — anzunehmen: es sei möglich in einem Momente des Gleichgewichtes einer Planetenstelle, solches anzugeben:

1. Durch die Coordinaten des Raumes des betreffenden Punktes.
2. Durch die Kräfte, welche das Gleichgewicht herstellen, nämlich:

K als bewegende Kraft;

G deren Geschwindigkeit;

W Widerstand.

Dadurch erhalten wir zwei æquivalente Werthe, welche sich so schreiben lassen:

$$\text{Funct } (X. Y. Z.) - \text{Funct } (K. G. W.) = 0.$$

Aus dem oben gesagten folgt einstweilen nur, dass Bezugnahme auf die Werthe von K und W gefolgert werden kann, wie aber ist Werth G zu schätzen? Vor-erst muss man sich überzeugen, dass Erosion ausserordentlich viel an den Sedimenten gearbeitet hat. Da aber doch noch Reste vorhanden sind — gerade auf solchen Stellen, welche zweifelsohne sehr viel Pressungen und Biegungen erfahren haben, in Folge deren sie für Verwitterung vorbereitet wurden — muss man schliessen, dass bei der Energie, welche in K gelegen hat, ihre Wirkung langsam von statten ging, oder in vielen kurzen Impulsen eingetreten ist. — So dass die Summe der kleinen Wirkungen mehr einer Addition denn einer Multiplikation entspricht. Wir dürfen aber die Kraft verstärkt durch Geschwindigkeit nicht ausser Acht lassen, aber dennoch kann man nicht verkennen, dass überall Maass gehalten worden, daran, dass Verwunderung über die gebliebene Ordnung grösser ist, als Verwunderung über die vielen Störungen in unserer Gebirgswelt. In Betracht der ungeheuren Massen, deren ursprüngliche Lage verändert wurde, ist Ordnung geblieben, Chaos nirgends entstanden. Wo Ordnung, da ist auch Gesetz, worin Zeit als Factor eingetreten ist. Erstlich in kurzer Dauer der Kraft-Aeusserungen, zweitens in langer Periode wiederholter Thätigkeit mit Beibehalten gegebener Richtungen.

§ 58. Ausser dem oben erwähnten Beispiel im Osten des Bernina haben wir entsprechendes Vorkommen im Unterengadin, z. B. in den Gruppen von Silvretta-Buin (§ 43) und in Höhe und Gefälle der Sohlen in den Seitenthälern nördlich und südlich der Nordkette (§ 42), wenn man das überliegende Sediment-Gestein mit beachtet. Aber auch was wir § 44 in den Liasschichten der Muttler-Gruppen gefunden, bestärkt für Annahme unserer Auffassung. Nicht geringere Bestätigung zeigt sich in den Trias-Kalken südlich dem Inn (§ 46), wo doch ungenügendes betreff Schichtenlager wahrzunehmen ist und wir dort steten Erinnerungen an zerstörende Kräfte begegnen. Die Zeugen hievon finden sich über jenes weite Gebiet verbreitet und sie zeigen sich alle-wohl in ähnlichen Formen. Auch hier war Maasshalten der zerstörenden Kraft. Durchweg ist Wechsel in Lage der Massen allmählig gekommen. Derselbe ging glatt vor sich, dass an Ueberstürzung nicht, wohl aber an eine mächtige, maasshaltende, aber rasche Kraft gedacht werden kann.

§ 59. Ueberblicken wir das weit offene Thal von Samaden, dann werden wir an den Südgehängen des Piz Ot gewundene Kalkbänder gewahr, welche auf Schub (K) mit Richtung von Bernina her deuten, die Rückwirkung (W) muss in der Granitmasse des Piz Ot gelegen haben. Die Kalke, welche wir schon im Heu-thal und Val d'arli getroffen, zeigen sich auch in Val

Languard, an dessen rechter Seite eingeklemmt; eine Masse dieses Gesteins ist nahe dem Sätzer-See. Alle diese Reste sind doch wohl nur die Ränder jener Kalk-decke, welche früher diese ganze Weite bedeckend auf irgend welche Art gebogen, zerstört und der Verwitterung anheim gefallen ist. Das konnte aber nur durch mechanische Wirkungen geschehen. Der Embryo der Thalweite von Samaden entstand bei diesen Vorgängen (§ 58.) Wir wissen ferner, dass die Triasschicht solche von Piz Longhin nach Sass Corn sich senkt, gleichsam im Westen gehoben und nach Osten geschoben ward, somit liegt in den Graniten von Piz La Grev und Piz-Julier die Gegenwirkung (W), welche Halt gebot nach Westen, aber auch zugleich nach Osten, woher (wie gleichzeitig von Süd) eine Kraft (K) wirkte, welche mit-halb bei Bildung der Krümmungen der Kalkbänder am Südabhang von Piz Ot. Dieser dynamische Vorgang ist zugleich illustriert durch die vom Suvretta-Pass sich senkenden Thäler Val Bevers und Val Suvretta (§ 20.) Das Emporkommen der Centralmasse des Julier (mit La Grev) war begleitet durch zwei aus Ost und West entgegengesetzten Kräften, welche mit beitrugen, das Gleichgewicht zu erhalten.

Weil aber im Süden vom Silsersee der Trias-Streifen an den rechtseitigen Thalwänden von Fex und der Ordlegna theilweise noch vorhanden ist, darf ein Schub nach dieser Seite als K vorausgesetzt werden, der nur in den Graniten der Albigna-Gruppe zu finden ist. Dieser Kraft muss aber ein Widerstand Halt geboten haben als (W) welcher in der Berninamasse gewaltig auftritt. Diese ist uns als K nach Osten wirkend (§ 57) schon bekannt. Somit wäre nach den Oberflächen-Erscheinungen der Kreis um den Bernina von drei Seiten im Gleichgewicht erhalten. Bei alledem muss noch eine weitere von unten nach oben drängende Kraft mitgewirkt haben, welcher die bedingende Action in Zeit und Wirkung zuzuschreiben ist.

Die aus West schiebende, theilweise hebende Kraft, wird sogar durch die krystallinischen Schiefer (Gl. & St.) angezeigt, weil dieselben zwischen der Ordlegna und den Ova Roseg, d. h. in den Kämmen von der Margna, der Muott Ota und des Corvatsch die Kopfseiten der Schichten nach Westen gekehrt haben. Die senkrecht hebende Kraft wird an den vereinzelt Trias-Platten erkannt, welche die Spitzen von Piz Tremoggio, seine Verlängerung über Scerscen-Gletscher, Monte-Rosso, Cima di Rosso, Monte-Piate und selbst Monte-Sissone¹⁾ belegen. Diese Kalk-Lager zeigen keine Spuren von

¹⁾ Nach Caviezel, der ihn bestieg. Dieselben sind auf den vier letztbenannten Punkten von Theobald nicht beachtet worden. Wir schliessen aus der hellgrauen Farbe auf Arlberg Kalk.

Stauung, alle aber participiren an dem allgemeinen Fallen nach *N W* (Skizzen Nr. 20, 23, 24 zu Blatt Berger und Nr. 18, 19, 20 zu Blatt Bernina.)

Die relative Hebung der Spitzen, auf welchen die Kalkdecke bis heute sitzen geblieben, lässt sich nicht auf ähnliche Art erklären, wie die Umbiegung der Trias-Bänder im Osten des Bernina und an der Südhalde von Piz Ot. Es hat dort die hebende Kraft nach der Coordinate *Z* gewirkt. Die keineswegs verbogenen Stücke zeugen aber dafür, dass rund um die einzelnen derselben der ehemalige Zusammenhang mit der Kalkdecke sowohl mechanisch wie durch Verwitterung gelöst ward.¹ Diese Belege des einstigen Zusammenhanges der Sedimente sind höchst wahrscheinlich, auf jetzige Höhe gelangt durch eine, Jahrtausende hinab fortgesetzte Bewegung, aber nicht ohne Brüche und Zerstörung der Decke. Dieselbe muss lange, ehe die Hebung begann, einen gewissen Grad von Erstarrung angenommen und dabei Brüche und Spalten erhalten haben, in welche die weichen Granite beim Aufsteigen gepresst wurden, so dass eine Art Modellirung hat stattfinden können, die wir als Präcedenzfall ansehen dürfen zur Bildung der Phonolit-Kegel im Hegau (nach Oscar Fraas), nur mit dem Unterschied, dass im eruptiven Gestein von Hegau das Modell aus Asche, im Albigna-Gebirg aus erstarrenden Sedimenten gegeben war.

Diese Idee wird bestätigt durch die Formen der Zacken in Albigna und Masino (Skizzen Nr. 17, 18, 19, 25, 26, zu Blatt Bergell).

§ 60. Für den beim Heraufkommen des Albigna-Granites stattfindenden Seitenschub hat man in Kalkresten wenig Belege in der Nähe, es wäre denn, dass das Triasband an Monte Ventina (Malenco, Skizzen 22, 23 zu Blatt Bergell) als solches angesehen würde. In diesem Falle wäre die Kraft (*K*) eine Resultante des sich hebenden Albigna-Granites und des Kerns von Monte della Disgrazia. Dieses ist wahrscheinlich, weil ein isolirter Stock, wenn nach Norden schiebend, zugleich in entgegengesetzter Richtung sich muss geltend machen. Hiefür haben wir genügend Beleg in dem langen Streifen von Trias-Gestein zwischen Monte Girosso und Piz Fontana. Der westliche Theil derselben bildet die Terrasse von Monte Cassandra, setzt aus Val Torre-

giana nach Val Giumellina über, umfängt Muot del Guai und senkt sich bis in die Rinne des Mulero unterhalb Chiesa, um jenseits bis an Pizzo Scalino aufzusteigen (Skizze 20 zu Blatt Bernina). Auf dem linken Ufer des Malero ist die Kalkspur weggeschwemmt, tritt aber im Gelände von Caspoggio wieder auf, vorspringende Riffe bildend, bis Alpe Prabella. Darauf schmiegt sich das Band am Monte Scalino aufwärts (Skizzen 6, 10, 19 zu Blatt Bernina), von dort einen breiten Schuttkegel nach der oberen Alp Campagneda hinabsendend. Weitere Trümmer fallen über die Gletscherzacke nach Passo della Tempesta (2560). Das anstehende Gestein des Passes ist Talkschiefer (*St*), welches auch die eingehende Falte von Val Poschiavina belegt. Von Pass della Tempesta muss man nach diesem Seitenthal hinabsteigen, um, den gewöhnlichen Pfad von Campo Mora betretend, nach Pass Canciano hinauf zu gelangen. Kalke fehlen als festes Gestein. Jene Stelle ist ein Zusammentreffen von Malenco- und krystallinischen Schiefern, welchen anstehende Triasmassen nahe liegen, eingeklemmt am Monte Bianco und an der langen Halde von Piz Canciano nach Le Prese am Poschiavino-See, also zwischen 3107^m und 962^m. Dass dieser lange Streifen bis heute hat festgehalten werden können ist merkwürdig genug, zumal an der gegenüberliegenden Thalhalde die vorhandenen Kalkreste auf Schub zwischen Ost und West hindeuten,¹ statt auf solchen zwischen Nord und Süd. Jedenfalls haben die Granite der Ganda Perlera ob Brusio und die Syenite in Val Fontana eine Rolle gespielt, welche als *K* nach Nord und als *W* nach Süd Wirkung hatte, denn mit der Einsenkung des Seebeckens sind auch die Kalkspuren verschwunden. Was in der Gegend früher zu diesen gehörte ist durch voraufgegangene Erschütterung und nachfolgende Erosion weggefeigt worden. Der einstige Zusammenhang der Kalkschicht auf beiden Seiten des Poschiavothales ist nicht mehr nachweisbar, wenn noch so wahrscheinlich.

Wir denken uns den Vorgang in diesem Theile, wie man das im Malenco noch ansichtig wird. Das Triasband auf der rechten Seite von Val Lanterna, welches ob Lanzada und Tornadri hinzieht, verbindet sich mit dem längern linkseitigen Triasstreifen an der Stelle, wo über La Scala der steile Fusspfad nach den Alpen aufsteigt und nahe dem Fall des wasserreichen Torrente Lanterna, eben dort wo er die enge und lange

¹ Es ist nicht ausser Acht zu lassen, wie sich Granite und Sedimente gegen Erosion verhielten. Nur geringe Platten blieben von diesen zurück, was von denselben weg ist, muss arge mechanische Einwirkungen erfahren haben, insofern gefolgert werden darf, dass von den Graniten nur nadelartige Spitzen geblieben. Wenn aber harter Granit so viel litt durch Verwitterung, warum nicht auch die Trias-Reste? Es ist daher wahrscheinlich, dass die Sedimenthülle lange schützend zwischen und über den Graniten gelegen hat.

¹ Wir bedauern, die Lagerung am Sassalbo, trotz zweimaligem Versuch die Westseite in Angriff zu nehmen, nicht näher untersucht zu haben. Wir zweifeln an Theobalds Auffassung einer Kalkmulde Phil. 3 und 19, Pag. 299 II. Ebenso betreff den Piz Tremoggio Ph. 4, Pag. 115 II. Den Sassabo haben wir östlich umgangen von Forcola di Rosso nach Pass Sassiglione, dem andern auf Colmo d'Entova (3226) nahe gestanden.

Kluft verlassend, in's untere Val Lanterna stürzt. Weil hüben und drüben an den Seiten Kalkränder durch Druck festgemacht worden sind, so muss das im Hintergrund des Thales auch stattgefunden haben, als dort durch die sich hebenden Massen von Sasso Moro und Monte Spondaccio (Skizzen Nr. 12, 17, 19 zu Blatt Bernina) dem Schub Halt geboten ward. Aus der langen Linie dieses Kalkstreifens darf man ausser auf lokale Vorgänge noch auf die allgemeine Erscheinung schliessen: »auf den Schub aus Süd«, welche Wirkung wir schon auf einer anderen Stelle (§ 43) erkannt haben.

Ueerblicken wir die granitischen Massen von der Albigna- nach der Bernina-Gruppe, von da nach der Ganda Perlara und den Syeniten im Val Fontana, welche in den Spitzen von Cima di Vicima und Vetta di Rhôn culminiren, so kann man eine Untergrund-Verbindung derselben voraussetzen. In der That ward ihr Heraufkommen zur erdrückenden Umarmung für die Malenco-Schiefer, deren metamorphe Beschaffenheit auf diese lange Periode bezogen werden kann. Ein ähnliches Schicksal, wie Malenco, betraf Val Masino. Dort ist der Kreis der umfangenden Granite enger gezogen. Dort wurden die Sedimente derart gequickt, zerrieben und verkleinert, dass Erosion ein Leichtes hatte dieselben nach Aussen in die Rinne der Adda zu schaffen. Wir finden auch in der Thalsole von Masino nur Hornblende, Gneis und Glimmerschiefer, deren Osculation mit dem Granite noch so innig gewesen sein mochte, doch die ehemalige Sediment-Natur nicht zu verwischen im Stande war.

§ 61. So lange die Sediment-Reste verhältnissmässig geringe waren, gegenüber dem aus krystallinischem Gestein aufgebauten Berge, konnte man mit dem Schema der Formel (§ 57) auskommen, wir hatten selbige anzuwenden, gleichwie analytische Formeln auf Curven niederen Grades. Nun tritt ihre Anwendung bezüglich Flächen auf. Es fragt sich, ob das Gebiet der Hauptdolomite, welches südlich dem Inn das Dreieck Scanf-Martinsbruck-Bormio mit mächtiger Decke, in unseren Gedankengang passe? Auch hier haben wir nicht mit Zahlen, sondern mit ihren Repräsentanten zu rechnen. In § 6 schon hat uns die mächtige Kalkwand, welche nördlich von Bormio und den Seitenthälern Val Furva und Val Vervia steil aufsteigt, neugierig gemacht. Dieselbe bildet den S.O.-Theil der Dreiecksseite Scanf-Bormio, setzt dann über Cima Plator und Monte di Val Scala nordwestlich bis Val Livigno, biegt nach Val Federia ein, hebt sich in Val Salient bis auf Piz Casanna (Blatt Zernetz), bleibt über diverse Spitzen in der Höhe, um rasch das Innbette Scanf gegenüber, zu erreichen.

Dicht unter Scanf sehen wir die Dolomite bis Capella gelagert am Ausgang von Sulsanna-Thal. Dort ist

Kalk meist rechtseitig vom Inn bis Martinsbruck, der nördlichen Spitze des Dolomit-Gebietes (Piz Lat 2801) ganz nahe. Man muss beachten, dass diesem Gebiete eine ausgedehnte Masse von Lias-Bildungen, links vom Inn nördlich vorliegt (§§ 11, 12), auf der Westecke des Dreiecks, in der Gruppe von Piz Quater Vals (§ 16) ebenfalls in Mächtigkeit auftritt und selbst in der Sohle von Val Trepalle und Val Alpisella (1900) gefunden wird. Ferner, dass noch einzelne Spitzen innerhalb des Dreiecks Liasschichten tragen, wie Piz Lischan (3103), Dosso del Ferro (2510). Daraus wird verständlich, dass die ganze Weite einst eine Liasdecke getragen hat, obwohl sie derselben grösstentheils baar geworden. Wenn wir dann achten, wie auf allen drei Seiten des Dreiecks krystallinische Gesteine anstehend sind und im Inneren selber zu Tage treten, z. B. in Val d'Uina und im Scarlthal, so kann man den Gedanken nicht abwehren, es seien in Folge der grossen Niveau-Aenderungen, entweder die krystallinischen Massen in die Sediment-Decke eingedrungen, hätten darin Faltungen und Brüche bewirkt, um selbige ungleich für Erosion vorzubereiten, oder, es habe die Dolomit-Schicht über die ganze Weite sich gesenkt, um eine Lias-Meerbucht möglich zu machen. Während dieser Periode wäre in Folge der Contraction der Erdkruste theilweise Hebung eingetreten, wobei jedoch die krystallinischen Massen mitbetroffen und zwar stärker gehoben wurden als die Dolomite selber, was die Höhen der Silvretta-Buin, der Sur-Surra, des Macun, die Spitzen nahe dem Stilsler-Joch, wie auch das Auskeilen der Dolomite nach Norden und Osten (§§ 34, 35, 36, 37, 38) voraussetzen lassen.

§ 62. Wir wissen (§ 39), dass die Mächtigkeit der Kalke in dem Querprofil Val Federia-Davoser-Landwasser eine ungleiche ist, dass die Dolomite hoch aufragen, Piz d'Aela (3330), Tinzerhorn (3132), dass aber auch Liasschichten auf bedeutender Höhe liegen geblieben sind, an die Dolomit-Kuppe von Piz d'Uertsch nahe hinanreichen und dem Ausläufer des Kammes nach Val d'Eschia weiche Formen geben, wie das auch in den Thalgründen von Val Tisch, Val Zavreila, Val d'Eschia der Fall ist. Beachten wir dann die krystallinischen Höhen, z. B. die Granitspitze Piz Griatschuls (2975) oder die dominirenden Gneise in Piz Kesch (3422) und halten wir dagegen die Höhen von sedimentfreien Thalsoleen Ponts d'Alps, Val Tuors (1860), Unter-Stulser-Thal, Runsolas (1768), so kommen wir abermals zu Folgerungen, wie im vorhergehenden §, dass starker Niveauwechsel durch lange Perioden hinab stattgefunden. Hier tritt anschaulicher hervor, dass wie die krystallinische Unterlage so die bedeckenden Sedimente Bewegungen von auf und ab mitgemacht haben, zumal in dem hohen Ducan-Stock (3032). Jene Dolomit-Scholle ist in der geologischen Karte wie in der Natur augenfällig.

§ 63. Eine besondere Aufmerksamkeit verdient hier die oft schon erwähnte Kalkwand der Dreieckseite Scans-Bormio mit dem östlichen Flügel der steil nach Val Furva und Val Viola abfällt und als südlich Vorland die Gruppen des Piz de' Piazzì und der Gobetta hat, sammt deren krystallinischen Gelände zwischen Inn- und Adda. Dieselbe entspricht mit ihrer westlichen Verlängerung einem ähnlichen Vorkommen im Klosterthal und reicht über dem Arlberg in's Stanzer-Thal hinüber¹ mit dem südlichen Vorland in Patznaun und Montafun, welch' letzteres, wie wir schon angenommen, in unmittelbarer Verbindung steht mit dem krystallinischen Gebirge vom linkseitigen Unter-Engadin. In beiden Fällen schneidet die jähe Kopfseite der Kalke fast geradenlinig ab gegen das krystallinische Vorland mit dem sie Bewegungen des Auf und Ab mitgemacht hat. Dabei ist wohl zu achten, dass in beiden Fällen südwestlich der Bruchlinie ein Lappen zurückgeblieben ist, als Verbindungsglied mit einer westlich liegenden Kalkmasse; in Engadin: zwischen den Bächen aus Varusch und Chamuera im Vorarlberg: zwischen der Ill und der Alfenz. In beiden Lokalitäten muss die dynamische Arbeit eine gleichartige gewesen sein, sie deutet auf eine Untergrund-Verbindung hin zwischen der Central-Masse des Piz Adamello, dem Bernina und dem Kern von Silvretta-Buin. Der Bruch einer solchen Linie entlang verlangt eine rasche Kraft wie einen festen Widerstand, da unmöglich Erosion diese Arbeit hat thun können. Der feste Widerstand ward geleistet durch die Mächtigkeit dortiger Kalkschicht. Was ist aber aus den Kalken geworden, welche früher das Vorland bedeckt gehalten hatten? Geborsten, zerbröckelt auf Eis weggeschoben oder im Wasser nach unten geschwemmt, während der langen Zeit des Niveauwechsels der anstossenden Gruppen. Die Unterlage des Dolomit-Dreiecks hat gleichzeitig diesen Niveauwechsel mitgemacht, sie sank während die krystallinischen Spitzen sich hoben. 1° weil die Flötzschicht gegen Piz Lat rasch auskeilt, 2° weil die Dolomite annähernd gleiche Mächtigkeit beibehalten haben (§§ 34, 35, 36) und dieselben fast horizontal liegen geblieben sind. Die Bewegung nach der Höhe ward auf dem linkseitigen Ufer des Inn ebenfalls mitgemacht, bis dass am Arlberg eine eigene Bewegung den Widerstand nach Süd verstärkte.

Die mittlere Höhe der südlich dem Inn gelegenen krystallinischen Unterlage ist 2052 (§ 35), die mittlere Sohlenhöhe der südlich geneigten krystallinischen Seitenthälerrinnen nördlich dem Inn ist 2039 (§ 9). Dann aber steigt der krystallinische Kamm im Mittel noch um 770m,

dennoch ist anzunehmen, dass die Triasdecke über demselben gelegen hat, ehe die heutige Höhe erreicht war, aber einzelne Streifen von Kalkgestein, sowie wir es um den Bernina gesehen (§§ 6, 57, 60) finden sich eingeklemmt an den Seiten weder im Innthal bis Ardetz, noch in dem der Trisanna oberhalb Ischgel. Es haben demnach die dortigen Bewegungen behufs Thalbildungen die Kalkdecke entweder mit krystallinischen Massen durchbrochen zwischen Inn und Arlberg, oder dieselben so sehr für Erosion vorbereitet, dass auch die letzte Spur verschwunden ist, da in den Thalsohlen Kalkschutt kaum zu finden ist.

Die mittlere Höhe des Kammes links vom Inn ist 2924 (§ 3) und rechts ebenso hoch als Mittel-Erhebung des Dolomit-Dreiecks, wenn schon die Wasserscheide Inn-Adda bis 2740 sinkt (§ 3). Um die Mächtigkeit der Dolomite muss der Nordkamm mehr gehoben worden sein. Dieses Mehr schreiben wir der Wirkung des Untergrundes vom Dolomit-Dreieck zu, welcher dem Emporsteigen des Bernina nicht folgend relativ sank und den Seitenschub nach Nord bewirkte. Dazu stimmt das bis auf die Gneise und Glimmerschiefer aufgebrochene Münsterthal (1450m § 18). Nahe dabei steigen die krystallinischen Felsen zum Stelvio an, nur hie und da einzelne Kalke eingeklemmt haltend. Erst tiefer in Val Braulio erlangen letztere die Mächtigkeit, welche wir von Bormio's Dolomitwand her kennen. Auf dem Stelvio, dem äussersten Osten unsers Rahmens, treffen wir auf das wichtige Gebiet des Widerstandes der Glimmerschiefer im Viutschgau, welche zwar mit einer Kappe der Kössenerschichten im Oertler (3906) culminiren.

§ 64. Wir gelangten aus Süd-West über Nord nach Süd-Ost von Gruppe zu Gruppe, unter steter Wahrnehmung von Kraftwirkungen, welche sich in der Nähe von Graniten bemerkbar machen, bis zu den Widerstand leistenden Gesteinen und den Symptomen von Gleichgewicht, welche in den Kalken zumal anschaulich gemacht sind.

Aber auch die Schalen aus krystallinischen Schiefern, welche die Granite zunächst umhüllen, zeigen manchmal sehr deutliche Spuren erlittenen Schubes. Wir beobachteten dieselben im Nord in Silvretta-Buin (§ 43), auch im Süd ist ähnliches vorgegangen, in der Gruppe von Monte und Pizzo de' Piazzì. Dort erscheint die Schieferung abermals als Zeuge eines Schubes aus Süd bei Widerstand im Nord. Das zeigen die tiefen Seitenthälerrinnen, die nach Ost senkrecht in die Adda münden, in Süd-West nahezu senkrecht den Ostarm von Torrente Roasco treffen, in Nord-West aber durch die Gneise von Dosdè nördlich geschoben wurden, aber mächtig genug, um die Anlage zu den langen Gletscher führenden Schluchten von Val Bogiana, Val Burone und Val Cardone zu gestalten.

¹ Wir berathen die MS. Karte der k. k. Reichsanstalt. Theobald, Blatt X, Studer und Escher. Geolog. Karte der Schweiz.

Hier stehen wir abermals auf einer Stelle, wo wir im Osten ausser dem Rahmen unserer Karte, in den Graniten der Serra eine Kraft annehmen müssen, welche im Westen durch die Bernina im Gleichgewicht gehalten ward.

Derart hängen alle Glieder durch Wirkung und Gegenwirkung aneinander, dass man den Gedanken nicht abwehren kann: »es seien cosmische Ursachen, welche nach gegebener Richtung lange Perioden hinab die Bewegungen leiteten.« Die Configuration der Bernina-Gruppe, ja, des Gebietes sämtlicher sechs Engadiner Blätter hat viel Aehnlichkeit mit der Gliederung der centralen Schweiz, dass man wagen darf, das was im Kleinen gelten darf auf das weitere Gebiet anzuwenden, in Betracht, dass die Lagerungs-Verhältnisse Engadin's in älteren Sedimenten und den krystallinischen Gebilden studirt werden können (cf. Abschnitt XI Text zur hypsometrischen Karte der Schweiz und zur Orographie der Alpen).

§ 65. Diesen Gedankengang weiter verfolgend, wollen wir die Bildung des Innthales bis Finstermünz näher in's Auge fassen.

Bemerkenswerth ist vorerst, dass fast durchweg in der untersten Rinne, krystallinisches oder eruptives Gestein zu treffen ist, mit Ausnahme der Strecke Strada-Schergenbach-Mündung im untersten Theile. Somit sind auf einer Gesamtlänge, Maloja-Schergenbach, von 92,8 Km. 11 Km. Sediment (Lias) Gestein vorhanden. Wir haben über letzteres (§§ 11, 28) berichtet, hier bemerken wir, dass auch in der Thalsole diese Schicht eine Stellung einnimmt, nach der zu schliessen ist, dass sie lange zur Stauung der Innwasser gedient hat, ehe sie durch die Strömung zur tiefen Schlucht gesägt ward. Ob Berstung dabei mitgeholfen? möchte man bejahen, denn in der Schlucht sind die Schichten auf dem rechtseitigen tyrolischen Ufer südöstlich einfallend. Was der Aufstieg nach Nauders und die Gallerien der Militärstrasse bei Hochfinstermünz anschaulich machen. Auf der Schweizer Seite fallen dieselben bergein ca. 4 Km. thalauf (§ 28). Die Schichtenlage dies- und jenseits des Flusses passt zur Annahme eines Aufbruches der Rinnlager, ebenso die ausgedehnten Flötzgesteine auf beiden Thalseiten in der Höhe bis Ardetz, während Serpentine und Granite an den tieferen Halden deutlich auftreten und rechtsseitig in Bändern über einander liegen. Bei Guarda ist das Sedimentgestein nicht mehr vorhanden, dasselbe stösst auf der einen Seite an den Fuss des Macun-Stockes, auf der anderen an den des Piz Cotschen. Dieser hängt über Sur Surra mit den Graniten der Nordkette Ober-Engadins zusammen. Die Gneise des Macun (§ 17) verhalten sich anders auf der gegenüber liegenden Seite. Thalab

bis an die mächtige Dolomitschicht trifft man Triaskalk streifenweise eingeklemmt und wird an das erinnert was § 56 Betreff der Berninagruppe zu sagen war. Bis in die Umgebung von Ardetz wird der Eindruck eines Aufbruchthales bestätigt, am Macunstock, wo die Lias-Schiefer sich stauen (cf. § 60), muss eine neue Bewegung stattgefunden haben, welche massgebend nach oben gewirkt hat. Im Macun ist demnach der Widerstand zu suchen, welcher dem Schub aus N.O. Halt gebot. In der That ist dessen Stellung den linkseitigen Nebenthälern gegenüber eine kennzeichnende. Seine Masse liegt in Mitte des Bogens Zernetz-Guarda, welcher quer durch krystallinische Gesteine den Inn ablenkte vom parallelen Lauf mit der Grenzlinie der Sedimente. Zugleich stehen die Sohlen der Thäler Sur Surra, Val Fluelà, Val Sagliains, Val Lavinuoz, Val Tuoi strahlenförmig zu dieser Krümmung des Inn. Dieser Stellung nach Aussen entspricht die Wahrnehmung Theobalds (I. p. 239 f.), dass dem Seeplateau auf dem Macun-Scheitel (2635) die Hornblendeschichten senkrecht stehen. Die Bewegungen haben demnach in den krystallinischen Massen stattgefunden, die Sedimente waren dabei initiative nicht betheiligt, oder wenn ja, so war ihr Antheil ein secundärer. Alles das trifft zusammen mit unserer Auffassung der Silvretta-Buin-Gruppe (§§ 27, 28) und lässt auf Gleichzeitigkeit beider Innseiten schliessen, bei welcher die Flussrichtung jene bogenförmige Abweichung von der allgemeinen N.O.-Richtung des Innthales erhielt. Von Zernetz aufwärts ist die normale Richtung wieder hergestellt und zwar im krystallinischen Gestein, welches die Sohle bildet mit kurzem Unterbruch durch die Triasfelsen am Ausgange des Sulsanna-Thales. Auf der Südseite des Inn von Scafs abwärts, auch an den Kalkresten Ponte gegenüber, sieht man die Schichten der Trias mit den Kopfseiten dem Fluss zugekehrt. Einzige Ausnahme macht die Stelle Zernetz-Val Sampuoir, diejenige wo die Trias vom Inn abgeschnitten ist und den Pass Stragliavita belegt, auch vorzugsweise die Trümmer liefert, welche die Casanna-Schiefer bis nahe an die obere Alphütte (2075) bestreuen. Das Val Sampuoir ist entschiedener Gegensatz zu Val Nuna in Bildung und Gefälle. Val Nuna entspricht völlig der Seitenrinne einer Steilmasse. Val Sampuoir zeigt die Wirkung der Erosion von heute im oberen Theil und von früher im unteren. Die Sohle bleibt ohne stark Gefälle, so lange der Untergrund krystallinisch, fällt dann mehr wo Sedimentgestein lagert, aber nur da, wo sie die rechte Innseite Ardetz gegenüber trifft, wird der Abstieg steil. Eine neue Brücke überwölbt den Fluss und Granite zeigen ihre Scheitel. Die Lias-Schichten fallen südlich ein und erschweren dem Alpsträsschen die Krümmungen. Die Gegend um Steinsberg ist interessant um der Nähe des Macuns, um den Graniten und den Serpentin

willen, welche eben dort zu Tage treten. Man erhält wieder das Bild eines Aufbruchthales.

Diese Stelle hat erweitertes Interesse durch das Zusammentreffen verschiedener Bildungen. Die hypsométrischen Verhältnisse sind dabei in Acht zu nehmen.

Wenn es wahrscheinlich ist, dass der Untergrund des Dolomitreiecks Martinsbruck-Scanfs-Bormio sich gesenkt hat (§§ 61, 62, 63), so ist es noch wahrscheinlicher, dass auch der Untergrund des Liasgebietes zwischen Inn und der nördlichsten Schneeschmelze sich gesenkt hat. Das darf schon aus den verschiedenen Flötz-Stufen gefolgert werden. Die Höhenzahlen bestätigen es. Wir haben als mittlere Höhe der linken Seitenthalsohlen von Ardetz aufwärts: 2040 (§ 9), abwärts rechte Innseite: 1814 (§ 13). In Val Sanestra oberer Lauf bei Zuort 1704 in Samnaun bei Compatsch 1704 (§ 11). Wenn in diesem Gebiet die Oetzthaler Gruppe eingewirkt hat, das wahrscheinlich ist, so fallen auch hier die Flötze, trotz der Mächtigkeit der Lias-schicht in zweiter Linie in Betracht, wenn die dynamischen Vorgänge ermittelt werden sollen, weil wir Granite zu Tage treten sehen am Inn unter Remüs bei der Ruine Serviez, dann Gneise den Südfuss des Gribellenkopfes stützen, welche Gesteinsart¹ im Patznaun bis an die Trisanna ausschliesslich die Halden bildet. Von Patznaun bis in's Stanzerthal sind die Berge aus krystallinischem Gestein aufgebaut und somit haben wir abermals eine Andeutung für die Bewegungen derselben unter den Sedimenten durch (§ 63).

Setzt man voraus, dass jene Bewegungen in der Zeit stattgefunden haben, wo die Sedimente schon einen gewissen Grad von Consistenz erlangt hatten und die krystallinischen Schiefer sich anschickten spröde zu werden, dass aber die Granite noch nicht zu Tage treten. Es muss, weil auf mechanische Weise die Thalwand auseinandergetrieben wurde, die Kraft in der Sohle gelegen haben. Dieses gemahnt an einen Vortrag von Professor Culmann über die Tragfähigkeit belasteter Balken. Daher nehmen wir das Bild zur Erklärung des Aufbruchs. Culmann weist nach, dass besagte Balken da brechen müssen wo sie aufliegen. Setzen wir statt des Ruhepunktes die bewegende Kraft, so muss diese in der Sohle gefunden werden, wo schliesslich die Granite emporstiegen. Dann können wir die Vorgänge beim Bersten der Sedimentschichten uns folgendermaassen veranschaulichen.

Bei Madulein wo links und rechts die Kalke die Halden bedecken, sitzt der Fixpunkt *K* in Mitte zwischen Nord und Süd und der Bruch setzte über der Thalsohle an. Oberhalb Zernetz, wo die krystallinischen Massen

des Macun nach Norden drückten, mussten früh schon die Sedimente verschwinden, die Dolomite fast ungestört südlich liegen bleiben oder in Masse sich senken, wozu das Aufsteigen der Macun-Gneise Veranlassung gab. Bei Schuls ist die eine belastete Seite mehr nach Norden geschoben, aber auch hier wie bei Zernetz ist Senkung wahrnehmbar, und zwar aus den geringen Resten, welche zwischen Piz Ayuz und Piz Lischan zu oberst aufsitzen. So dass wir abermals die Mächtigkeit der Liasbildungen rechtseitig des Inn in Rechnung bringen, um zu folgern, dass während dem Niederschlag dieser Schichte die Senkung ihren Fortgang hatte. Das alles kann nur stattgefunden haben, als die Gegend geringe Differenzen in ihrem Relief zeigte.

Man darf bei dieser Auffassung nicht ausser Acht lassen, was J. W. Powell aus seinen Beobachtungen am Colorado zu folgern veranlasst war: dass die Verschiebungen langsam kamen und sanft geschahen, dass Erosion die Rinnen des Flusses schaffte, deren Richtung selten den Brüchen folgen. Aber wir dürfen beachten, dass im Westen von N.A. Canons vorkommen wie nirgends in den Alpen an Enge, Länge, Tiefe, dass wahrscheinlich Verwitterung relativ noch nicht so weit gediehen als in den Alpen. Wir kommen noch einmal darauf zurück.

cf. J. W. Powell Exploration of Colorado River of the West. Smithsonian Institution. Washington 1875 p. 201.

Was nachher eintraf und wie, ist Gegenstand der gesteigerten Wissbegierde. Das führt auf Untersuchungen betreff der im Unter-Engadin häufig zu Tage tretenden Serpentine.

Eruptive Gesteine.

§ 66. Es ist anzunehmen, dass während dem langsamen Aufbruch des Innthales, wenn nicht in der Richtung, so doch in der Zeit der Wirkung, Ungleichheit eingetreten ist. Das Vorherrschen krystallinischer Gesteine in Ober-Engadin zeigt an, dass lange vor und ehe in Unter-Engadin Regungen eingetreten, solche dort stattgefunden hatten.

In beiden Thalhälften lagern Lias-Schichten in fast gleicher Höhe. In Ober-Engadin auf dem Kamme nördlich vom Albulapass bis 3204. In Unter-Engadin im Muttler bis 3299. Aber dort ist die Sediment-Schicht auf den bekannten Verbindungstreifen der Kalke Inn-Davoser-Landwasser beschränkt, hier füllt der Lias eine weite tiefe Mulde. Wo diese Mulde südwestlich beginnt treten thalab die Serpentine auf, rechtseitig Bänke bildend, abwechselnd mit Granit, links in der Höhe von Chiampatsch-Joch nach beiden Seiten die Vegetationsfeindlichen lebhaft grüngelben Schutthalden nach unten

¹ Theobald Blatt X. M. S. Karte der K. K. Reichsanstalt als Glimmerschiefer.