

Neue Wege zum Verständnis des Flimser Bergsturzes

Von

Otto Ampferer

korr. Mitglied d. Akad. d. Wiss.

(Mit 5 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. April 1934)

Ich hatte im Spätherbst der Jahre 1932 und 1933 die Gelegenheit, das Gebiet des Flimser Bergsturzes eingehender kennenzulernen.

Die erste Bekanntschaft mit dieser wunderschönen und geologisch eigenartigen Gegend war rein zufällig zustande gekommen.

Frühe Schneefälle hatten das Hochgebirge und die hohen Pässe von Graubünden für die Geologie verschlossen und so war ich von Chur aus zum erstenmal zum Flimser Bergsturz gewandert.

Von da ab hatte dann das lebhafteste Interesse an den Erscheinungen selbst alle weiteren Schritte geleitet.

Das Gebiet des Flimser Bergsturzes und seiner Umgebung ist in dem geologischen Schrifttum vielfach behandelt.

Eine ausgezeichnete Darstellung hat Albert Heim in seiner »Geologie der Schweiz« geliefert. Zu dieser Darstellung sind dann in seinem 1932 erschienenen Buch »Bergsturz und Menschenleben« noch abschließende Urteile enthalten.

Für Albert Heim, einen der besten Kenner und Erforscher der Bergstürze, bestehen keine Zweifel, daß wir hier vor einem gewaltigen und einheitlichen Naturereignis von riesigen Dimensionen, vor dem größten Bergsturz der Alpen stehen.

Dieser begeisterten und entschlossenen Stellungnahme gegenüber scheinen allmählich die von anderen Seiten geäußerten Bedenken und Zweifel zum Verstummen gekommen zu sein.

Nun ist noch das große Werk von J. Oberholzer »Geologie der Glarner Alpen« gekommen, das eine Reihe von prächtigen Querschnitten durch das Bergsturzgebiet bringt, die sich ganz der Auffassung von Albert Heim anschließen.

Damit scheint für jeden Fernerstehenden die Angelegenheit erledigt zu sein.

Trotzdem ist hier eine Weiterforschung von anderen Gesichtspunkten aus kein müßiges Unterfangen, wie ich in dieser Arbeit zu zeigen versuche.

Was den Flimser Bergsturz und die östlich benachbarten Bergstürze bei Reichenau und Ems besonders auszeichnet, ist der Umstand, daß neben unzweifelhaftem Trümmerwerk immer wieder kleinere und auch große Gesteinsmassen auftauchen, welche das Gefüge und Ansehen von anstehenden Schichten zur Schau tragen.

Um die Deutung dieser scheinbar anstehenden Gesteinsmassen ist auch ein langer Kampf geführt worden.

Auf der Karte von J. Oberholzer sind die meisten jener Stellen, die z. B. A. Rothpletz seinerzeit als anstehende Felsen bezeichnet hatte, verschwunden und zu Bergsturz Trümmerwerk geworden.

Ich habe diese Stellen wiederum besucht und bin zu der Anschauung gelangt, daß hier zwar durchaus stark zerrüttete Gesteinsmassen vorliegen, deren Verband aber doch nicht richtigen Bergsturzmassen entspricht.

Es würde hier zu weit führen, noch einmal diese in der Literatur bereits eingehend besprochenen Stellen zu beschreiben, weil dabei Wiederholungen unvermeidlich wären.

Ich möchte deshalb einen anderen Weg der Untersuchung und Darstellung wählen.

Bisher ist man an diese Stellen mit der Fragestellung »Bergsturzmasse oder Anstehendes« herangetreten.

Diese Frage wurde im Laufe der Zeit von den Geologen bald im einen, bald im anderen Sinn beantwortet.

Schon dieses Ergebnis läßt bei den im allgemeinen zahlreichen und guten Aufschlüssen vermuten, daß hier wohl noch andere Möglichkeiten bestehen dürften, kurz, daß die Fragestellung offenbar eine zu enge war.

Ich habe deshalb von Anfang an diese Fragestellung dadurch erweitert, daß ich zwischen Bergsturzmasse und Anstehendes noch den Begriff »tektonische Zertrümmerungsmasse« eingeschoben habe.

Eine solche Mylonitmasse hat mit einer Bergsturzmasse die enorme innere Zertrümmerung und mit dem Anstehenden den Großverband der Schichten gemeinsam. Sie unterscheidet sich aber von der Bergsturzmasse durch ihre Entstehung und vom Anstehenden durch ihre Bewegtheit.

Während in der Bergsturzmasse die einzelnen Trümmer unregelmäßig zueinander gelagert werden, also sperrige Lagerung der kantigen Bruchstücke vorherrscht, kann bei einer tektonischen Überbeanspruchung eines Gesteins sehr wohl eine weitgreifende innere Zerbrechung entstehen, welche indessen die Lage und das Durchlaufen der Schichtungsfugen nicht zu zerstören braucht.

Das ergibt ein gutes Hilfsmittel, um Mylonite und Bergsturzmassen zu trennen.

Wenden wir dasselbe auf die Trümmermassen von Ems—Reichenau—Flims an, so kommen wir etwa zu folgenden Ergebnissen.

Die innere Zertrümmerung ist tatsächlich eine sehr weitgehende, wobei aber vielfach doch die Schichtverbände selbst nicht in Unordnung geraten sind.

Den großartigsten Aufschluß dieser Art kann man bequem an der schönen Straße kennenlernen, welche von Bonaduz in das Versamer Tobel und über die Hohe Brücke nach Versam leitet.

Hier hat man Gelegenheit, einerseits die ziemlich gleichmäßige kleinstückige Zertrümmerung des Malmkalkes zu verfolgen, andererseits

aber auch zu beobachten, wie die flachliegende Schichtung durch die gewaltigen Aufschlüsse hiedurch gut erkennbar bleibt.

Der mindestens 300 bis 400 *m* mächtige Malmkalk ist hier durch und durch zerdrückt, ohne daß jedoch seine Schichtung verloren gegangen wäre.

Der so zertrümmerte, aber noch schichtungsmäßig verbundene Kalk wird dabei durch die Rheinschlucht in der Richtung von SW gegen NO, durch das Versamer Tobel aber in der Richtung von NW gegen SO zu tief zerschnitten.

Hier liegt eine völlig zerrüttelte Schichtmasse vor, welche aber trotzdem ihre flache Schichtung durch eine Scholle von mindestens 2000 *m* Länge, 1500 *m* Breite und 250 bis 300 *m* Höhe zusammenhängend zu bewahren vermochte.

Bei der Deutung als Bergsturzmasse mußte diese Riesenscholle von der gegenüber befindlichen Südwand des Flimsersteins abgebrochen und ins Rheintal niedergestürzt sein. Die Sturzhöhe würde bei dieser Ableitung zirka 1000 *m* betragen.

Steigt man zum Flimserstein empor, so erkennt man leicht, daß die hier anstehenden Malmkalke ebenfalls gut geschichtet und außerdem von drei Systemen von Klüften zerschnitten sind.

Von diesen zeigen zwei Systeme geschlossene und ein System, offenbar das jüngste, offene Klüfte.

Nach dieser offenen Klüftung ist auch im wesentlichen der Zuschnitt der Wände des Flimsersteins erfolgt.

Dieselben Zerklüftungssysteme habe ich aber auch bei Alp Nagiens, am Südabhang der Ringelspitze und am Südhang der Calanda angetroffen.

Diese Klüftung ist also nicht lokal, sondern regional.

Daraus kann man wohl schließen, daß es unmöglich ist, eine Scholle von derart zerklüftetem Malmkalk von der Südwand des Flimsersteins bis zur Tiefe der Vorderrheintales abstürzen zu lassen, ohne daß das Gestein sich in einen wirren Trümmerstrom auflöst.

Eine Bewahrung der Schichtung in so großen Verbänden erscheint daher bei einer Bergsturzmasse ausgeschlossen. Der tiefe Versamer Tobel enthält aber noch weitere hochinteressante Aufschlüsse.

Etwa 600 *m* nordöstlich von der großen Eisenbrücke endet der zertrümmerte Malmkalk plötzlich mit einer steilen Wand, welche vom Tobel ostwärts bis zur Kammhöhe, also zirka 300 *m*. emporsteigt.

Ein Straßentunnel durchbricht diesen Wandgürtel und zeigt uns den dunklen Malmkalk von zahlreichen weißen Kalzitknollen, wie Fig. 1 angibt, durchzogen.

An diese Steilwand schließen nun im S Eisensandsteine und Schiefer des Doggers, welche eine lebhafte, steile Kleinfaltung aufweisen.

Die Bogenbrücke über die Rabiusa ist auf Widerlager aus Bündnerschiefer eingespannt. Diese bilden in der Tiefe der Schlucht eine Faltenstirne und werden höher oben dann wieder von demselben zertrümmerten und flachgeschichteten Malmkalk überlagert.

Diese Überlagerung ist besonders schön an der Ostseite der Schlucht zu sehen (Fig. 1).

Hier liegt der wohlgeschichtete Malmkalk mit scharfer, glatter, gegen S zu einfallender Schubfläche auf den Eisensandsteinen und Schiefern des Doggers, welche wieder eine heftige Kleinfaltung zur Schau tragen. Diese Kleinfaltung ist, dem Anstieg der Schubfläche gehorchend, etwas gegen N zu überkippt.

Diese Beobachtungen weisen die Deutung, daß hier die Malmkalke als Bergsturzmasse in diese tiefe Schlucht des Versamer Tobels eingedrungen sind, als unzutreffend zurück.

Weder die senkrechte Wandbegrenzung des Malmkalkes nördlich von der Rabiusabrücke noch auch die Überschiebungsfläche an der

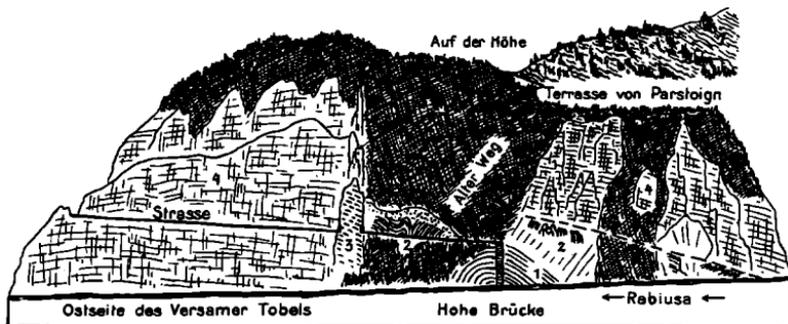


Fig. 1. Ansicht der Ostseite des Versamer Tobels.

1 = Bündnerschiefer. 2 = Doggergesteine. 3 = Steilwand von Malmkalk mit Kalzitlinsen, 4 = geschichtete und innerlich stark zertrümmerte Malmkalke.

Die nördliche Masse der Malmkalke stößt mit einer vertikalen Störung an die eng gefalteten Doggerschichten. Die südliche Kalkmasse ist auf diese Gesteine mit glatter Schubbahn von S gegen N zu aufgeschoben.

Basis des Malmkalkes bei der Brücke können mit dem Vordringen einer Sturzmasse vereint werden.

Sowohl die Verwerfung wie auch die Überschiebung sind hier rein tektonische Vorgänge.

Wie die Kleinfaltungen überzeugend beweisen, sind die Malmkalke nicht von N gegen S, sondern im Gegenteil von S gegen N bewegt worden.

Offenbar haben wir eine Verschuppung von Dogger und Malm mit den von S her angeschobenen Bündnerschiefen vor uns.

Steigt man von der Rabiusabrücke ostwärts auf den Sattel »Auf der Höhe« empor, so sieht man, daß die südliche Masse von Malmkalk nicht mit der nördlichen unmittelbar zusammenhängt, sondern durch eine tiefe Furche davon getrennt wird, in welcher man häufig Doggergesteine findet.

Auf dem hohen Plateau im N des Sattels »Auf der Höhe« begegnet man dann einer tief im Wald verborgenen Trichterlandschaft

und zahlreichen ausgedehnten Fundstellen von Schiltkalken und Dogger-Eisensandsteinen.

Im Val Surda wurden hier sogar seinerzeit die Eisenoolithe des Doggers als Erzbringer ausgebeutet.

Wenn man in diesem tiefverwaldeten Gebiete auch keine klare Übersicht gewinnen kann, soviel steht fest, daß hier sehr große Massen von Doggergesteinen lagern.

Diese Gesteine liegen als Kappe über den darunter befindlichen Massen von geschichteten Malmkalken zwischen Versamer Tobel und Vorderrhein.

Es ist nun von Interesse, daß am Flimserstein gar keine Doggergesteine anstehen.

Auch dies spricht gegen eine bergsturmäßige Ableitung dieser Schichten aus dem Gebiet des Flimsersteins.

Viel eher stehen die Doggergesteine von Riventuis und Val Surda mit jenen im Versamer Tobel in Verbindung.

Die Aufschlüsse des Versamer Tobels lassen sich nun durch die Aufschlüsse entlang des Hinterrheins in wesentlicher Hinsicht ergänzen und verständlichen.

Auch im Einschnitt des Hinterrheins haben wir wieder ein großartiges N-S-Profil vor uns, das uns hier weit in das Gebiet der großen Bündnerschiefermassen hineinführt.

Die Aufschlußreihe beginnt bei Reichenau und endet bei Station Rodels-Realta.

Auf dieser etwa 8 km langen Strecke bieten die Steilanschnitte des Hinterrheins immer wieder interessante geologische Einblicke.

Für dieses wichtige Gebiet war mein Hauptführer die vorzügliche Arbeit von P. Arbenz und W. Staub über »Die Wurzelzone der helvetischen Decken im Hinterrheintal und die Überschiebung der Bündnerschiefer südlich von Bonaduz« vom Jahre 1910.

Meine eigenen Beobachtungen decken sich größtenteils mit den Angaben dieser Arbeit, welche meine Untersuchung außerordentlich unterstützt hat.

Das Bergsturzgebiet von Reichenau reicht dabei nur zirka 2 km weit südwärts bis zum Steilaufstieg der Bündnerschiefer.

Die Bergsturzmasse von Tamins-Reichenau setzt hier das ausgedehnte Hügelwerk des Auts zusammen und umschließt eine Reihe von Stellen, wo größere Gesteinsmassen auftreten, deren Verbände aber stark gelockert sind.

A. Rothpletz hat für das Gebiet der Auts schon im Jahre 1894 einen Querschnitt und im Jahre 1902 auch noch eine Kartenskizze veröffentlicht, in welcher die hier anstehenden Vorkommen verzeichnet und zu einem flachen Gewölbe verbunden erscheinen, dessen Kern aus Gneis und Sernifil besteht, der von Röthidolomit, Dogger und Malm überlagert wird.

Ich habe bei meiner Begehung die von A. Rothpletz hier angegebenen Gesteine ebenfalls gefunden. Dieselben sind aber durchaus zu Trümmerwerk aufgelöst, so daß ich selbst kaum wagen

würde, eine solche Konstruktion aus den oft weit zerstreuten Trümmerzonen abzuleiten.

Immerhin paßt aber die Verteilung der verschiedenartigen Trümmerzonen doch besser zu einer zerrütteten Aufwölbung als zu Haufen von Bergsturstrümmern.

J. Oberholzer hat auf seiner Karte im Gebiete von Ils Auts alles Anstehende gestrichen und als Bergsturzzubehör bezeichnet.

Weit klarere und darum auch wichtigere Aufschlüsse treten uns am Rande der großen Terrasse von Bonaduz-Rhätzens entgegen.

Hier untergräbt der Hinterrhein zwischen dem Eckhügel von St. Georg und dem Schloß Rhätzens einen von NO gegen SW verlaufenden Steilrand, welcher die in Fig. 2 abgebildeten Aufschlüsse enthüllt.

Ein genaueres Profil dieser Aufschlüsse ist bereits 1910 von P. Arbenz und W. Staub veröffentlicht worden. Der Unterschied zwischen meinem Profil und dem meiner Vorgänger besteht nur darin, daß ich die Ausfüllung zwischen den Klippen nicht für Grundmoräne, sondern für feine Stauschotter halte.

Wenn wir dieses interessante Profil näher betrachten, so erkennen wir gleich, daß hier zwischen gewaltig angeschoppten Bündnerschiefern aus der Tiefe stark gefaltete helvetische Schichten auftauchen, welche aus Trias-Dogger-Malm bestehen. Diese Gesteine bilden hier den Felskern der Terrasse von Bonaduz-Rhätzens und ragen über diese auch noch in Form von kleinen Felskuppen empor.

In dem hier vorliegenden Anschnitte ist der Felskern der Terrasse von fünf tiefen Furchen zerteilt. Von diesen Furchen ist nur die östlichste offen und wird heute vom Hinterrhein durchströmt.

Die vier anderen sind dagegen verschüttet.

Die Verschüttungsmasse besteht aus einem auffallend feinen und dicht gelagerten Schotter, der lotrechte Verwitterungswände bildet. Durch die Führung von Unmassen von kleinen weißen Kieselsteinen sehen seine Mauern wie beschneit aus. Nicht selten sind Linsen und Klumpen von Sand eingeschaltet. Schichtung tritt ganz zurück. Auf der Bonaduzer Terrasse wird dieser Feinschotter scharf diskordant von weit größerem Schotter überlagert.

Vergleicht man diesen Feinschotter mit dem Schotter des Hinterrheins, so fällt sofort auf, wie viel gröber und ungleichmäßiger der letztere ist. Der Feinschotter kann wohl nur als Ablagerung in einem Stausee verstanden werden.

Dieses Ergebnis ist für die weitere Auflösung unseres Profils von Bedeutung.

Der Felskern der Bonaduzer Terrasse zeigt eine weitgehende Einebnung, über der nur einzelne Felskuppen noch aufragen. Es muß daher der Rhein hier seinerzeit eine gewaltige seitliche Erosion und Ausräumung des Grundgebirges vollzogen haben.

In diese breite und flache Felssohle sind später schmale und tiefe Furchen eingesägt worden. Dies ist nur möglich, wenn inzwischen dieser Felsboden eine kräftige Hebung erfahren hatte.

Diese Hebung muß dann einer Senkung Platz gemacht haben, in welcher die Feinschotter zum Absatz gelangten.

Bei einer neuerlichen Hebung begann dann der Rhein wieder einzuschneiden und groben Schotter zu liefern. Mit dieser Liste von Ab und Auf ist jedoch unser Profil noch immer nicht erschöpft.

Die Bündnerschiefer müssen einst als geschlossene Schubmasse auf diesen helvetischen Schichten gelegen haben. Unser Profil stellt ja ein prächtiges Fenster in dieser Schubmasse vor.

Beobachtet man aber, wie steil die Grenzflächen zwischen den helvetischen Gesteinen des Fensters und dem Rahmen der Schubmasse verlaufen, so wird uns klar, daß hier das Fenster durch einen Einschnitt der Erosion geöffnet wurde und die von schwerem Druck befreiten helvetischen Gesteine innerhalb dieser Öffnung nach aufwärts stiegen.

P. Arbenz und W. Staub haben diese Möglichkeit bereits auf einem Profil vom Jahre 1910 angedeutet.

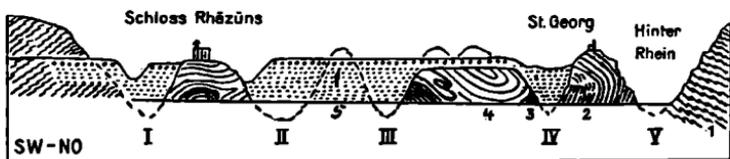


Fig. 2.

1 = Bündnerschiefer, 2 = helvetische Trias, 3 = Dogger, 4 = Malm, 5 = Feinschotter. Diese Schotter füllen die tiefen Furchen I bis IV aus. In der Furche V verläuft der Weg des Rheins.

Der hier im Fenster vollzogene Aufstieg der helvetischen Schichten muß mindestens 100 m, wahrscheinlich aber sogar mehr, betragen haben.

Wir haben also in den Urkunden dieses Profiles, wie die Zeichnung (Fig. 3) angibt, drei Aufwärts- und zwei Abwärtsbewegungen verzeichnet.

Diese lebhaftige Auf- und Abbewegung liefert uns auch die Erklärung für die eigenartige Felshügellandschaft, welche die Terrasse von Bonaduz-Rhätzüns überhöht.

Es ist nun nicht wahrscheinlich, daß dieses Wechselspiel von Hebung und Senkung nur auf die Terrasse von Rhätzüns-Bonaduz beschränkt blieb.

Vielmehr ist anzunehmen, daß sich dasselbe auf die ganzen Tallandschaften in dem Dreieck Chur—Ilanz—Thusis erstreckt hat.

Auch für die Toma-Landschaft von Ems dürfte dieses Wechselspiel von entscheidendem Einfluß gewesen sein. Im übrigen hatte ich aber keine Gelegenheit, auch das große Gebiet des Flimser Bergsturzes auf die Anzeichen dieser lebhaften vertikalen Schwankungen hin genauer zu untersuchen.

Das Profil der Bonaduz-Rhätzüns-Terrasse zeigt uns aber auch, daß die Überschiebung der Bündnerschiefer als eine Reliefüberschiebung zu bezeichnen ist.

Die Bündnerschiefermasse ist hier über ein Relief vorgedrungen, das in helvetische Schichten eingeschnitten war. Dieses helvetische Relief läßt sich im Hinterrheintal bis zu dem vom Steinbruch fast verzehrten Felshügel bei Station Rodels-Realta verfolgen.

Die einzelnen Aufschlüsse zeigen dabei durchwegs einen kleinwelligen, nach verschiedenen Seiten gerichteten Faltenbau. Sie sind von P. Arbenz und W. Staub in aller Sorgfalt untersucht und beschrieben worden. Ich hatte mehrfach den Eindruck, daß es sich dabei um tektonisch verschleppte Schollen handelt.

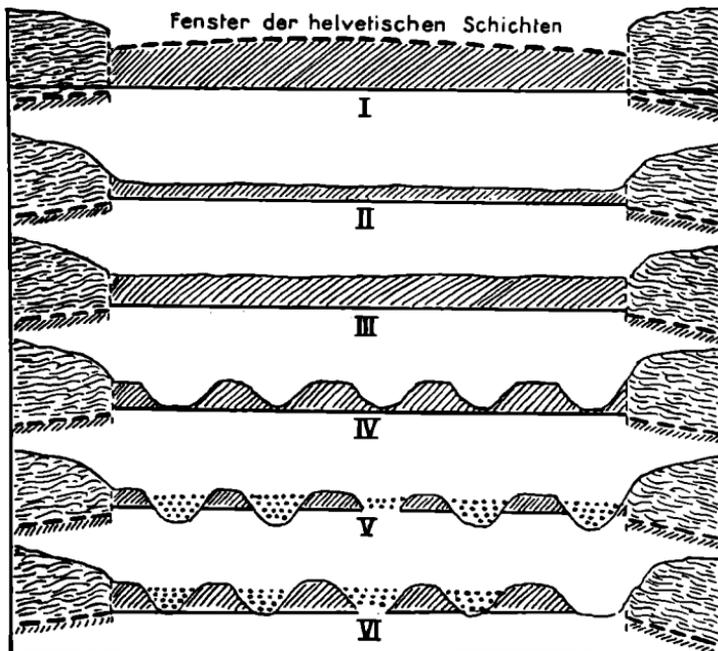


Fig. 3. Diese Zeichnung soll die vertikalen Schwankungen in diesem Fenster zeigen.

- I = Hebung des helvetischen Kernes innerhalb des von der Erosion geöffneten Rahmens der Bündnerschiefer.
- II = Schaffung einer breiten Talsohle durch seitliche Erosion.
- III = Hebung dieser Talsohle.
- IV = Zerschneidung derselben.
- V = Senkung und Füllung der Furchen mit Stausedimenten.
- VI = Hebung und Neueinschneidung des Rheins.

Das abnorme Streichen und Fallen in diesen Klippen ist ja auch schon den älteren Beobachtern aufgefallen.

Während die riesigen Massen der Bündnerschiefer zu beiden Seiten des Hinterrheintales ostwestliches Streichen und gegen S gekehrtes Einfallen aufweisen, zeigen die Klippen ganz widersinniges räumliches Verhalten. Außerdem treten größere und kleinere Querfalten auf, deren Achsen in N—S oder NW—SO verlaufen.

Man kann schwer entscheiden, was hier ursprüngliche oder durch die Überschiebung verzerrte Einstellung bedeutet.

In diesem Sinne ist es wahrscheinlich, daß auch die Klippen im Hinterrheintal gegen ihren Untergrund verschleppt worden sind.

Die Erkenntnis der Überschiebung der Bündnerschiefer ist von A. Rothpletz und C. Schmidt ausgegangen.

Sie besitzt, wie Fig. 4 zeigen soll, einen typischen Anschoppungsbau, den weder eine Gleitdecke noch auch eine Überfaltungsdecke haben kann.

Charakteristisch ist dafür der flachwellige Verlauf der Schubbahn und die dazu steilgestellte, vielfach übereinander geschuppte Schichtenfolge.

Im Gegensatz dazu zeigen z. B. die Gleitdecken der Glarner Alpen eine meist mit den Gleitbahnen annähernd parallele und flache Schichtstellung.

Diese gewaltige Anschoppung bringt auch die Riesenmächtigkeit der Bündnerschiefer zustande.

Eine solche Anschoppung kann nur bei der Bewegung einer Schubmasse über einen rauhen, unebenen Untergrund entstehen.



Fig. 4.

A—B = Verlauf der Reliefüberschiebung, a = jüngere Vertikalstörung.

Diese stark vereinfachte Zeichnung soll die mächtige und steile Anschoppung der Bündnerschiefer entlang der Reliefüberschiebung zeigen, unter welcher die helvetischen Schichten des Hinterrheintales liegen.

Aus dem großen Ausmaß der Anschoppung kann man weiter auf einen weiten Anmarsch der Schubmasse schließen.

Was ist nun aus diesen Erkenntnissen im Hinterrheintal auf die scheinbar anstehenden Massen in den Bergstürzen des Vorderheintales zu übertragen.

Wenn man annimmt, daß die Klippen im Hinterrheintal wegen ihrer verworrenen Struktur tektonisch verschoben sind, so ist zu der Annahme einer tektonischen Zertrümmerung von Klippen kein weiter Weg mehr.

Durch den Anschlag der Bündnerschiefer können Schollen und Erhebungen des Untergrundes nicht bloß verschoben, sondern auch zerdrückt werden.

In diesem Sinne scheinen mir die Aufschlüsse des Hinterrheintales z. B. mit den Aufschlüssen im Versamer Tobel wohl vergleichbar zu sein.

Im Versamer Tobel wurden die helvetischen Schichten von der Schubmasse der Bündnerschiefer zwar nicht mehr überschritten, dagegen vor ihrer Stirne hergeschoben.

Dabei wurden die dünnenschichtigen Doggergesteine gefältelt, die spröden Malmkalke aber innerlich zerdrückt.

Mit dieser tektonischen Erklärung kann man sowohl die enorme Zertrümmerung und Zerknitterung als auch die Erhaltung der Schichtung und flachen Lagerung verständlich machen.

Natürlich trifft diese Erklärung nur für den unteren Teil der großen Trümmernmassen des Vorderrheintales zu. Diese Gesteinskerne unterteufen ja auch die heutige Flußsohle. Auf ihnen liegt aber wirkliches, echtes Blockwerk, das zweifellos von den Steilhängen im N und S des Tales abgestürzt ist. Hier kann man nur überlegen, ob es sich um Blockwerk handelt, das zuerst auf Gletscher stürzte und von diesen noch weitergetragen wurde, oder ob reine Bergstürze ohne Vermittlung von Eistransport vorliegen.

Für diese Fragestellung enthält die Arbeit von Rudolf Gsell, »Beiträge zur Kenntnis der Schuttmassen im Vorderrheintal«, welche 1918 in Chur erschienen ist, zahlreiche wertvolle Angaben.

R. Gsell hat seiner Arbeit eine Karte i. M. 1 : 50.000 beigegeben, welche eine feingliedrige Zerteilung der Schuttmassen bietet.

Ich habe bei meinen Begehungen einen großen Teil seiner Angaben für richtig befunden. Bei der Bewertung der Anteile der glazialen Ablagerungen ist aber R. Gsell wohl allzuweit gegangen. Die große Terrasse von Bonaduz z. B. besteht nicht aus Grundmoräne, sondern, wie J. Oberholzer richtig angibt, aus Schottern. Auch sonst ist der Anteil der Grundmoräne (Rheinmoräne) auf der Karte von J. Oberholzer genauer abgegrenzt.

Die Verteilung der stark bearbeiteten Grundmoräne des Rheingletschers ist für die Beurteilung des Alters der Schuttmassen von großer Bedeutung.

Was unter der Grundmoräne liegt, muß älter als die Würmeiszeit sein. Dies trifft für große Teile der Blockmassen zu. Hier ist ein Fund von bunter, stark bearbeiteter Grundmoräne auf dem Kamm östlich von Punkt 980 bei Riventuis an der Ostseite des Versamer Tobels von Interesse. Er beweist, daß hier die große Trümmernmasse südlich des Vorderrheins älter als die Würmeiszeit ist.

Dieselbe Erfahrung machen wir an der Nordseite der Rheinschlucht auf der Terrasse von Conn, wo sich ebenfalls typische Grundmoräne über gewaltigen Trümmernmassen ausbreitet.

Die Feststellung von R. Gsell, daß große Teile der Trümmernmassen älter als die Würmeiszeit sind, ist also richtig.

Es gibt aber große Anhäufungen von Blöcken, die keine Grundmoränen tragen. Für diese Blockmassen ist R. Gsell zu der Anschauung gelangt, daß es sich um Blockmoränen von Lokalgletschern handelt.

Auch diese Meinung von R. Gsell ist ernstlicher Prüfung wert. Zu der Zeit, als R. Gsell seine Untersuchungen im Vorderrheintal ausführte, war die Trennung der Würmeiszeit von der nachfolgenden Schlußvereisung noch nicht erkannt.

Heute wissen wir, daß die Gletscher der Würmeiszeit wahrscheinlich ganz zum Abschmelzen kamen, später aber nochmals eine kleine Vergletscherung eintrat, bei der sich aber die zahlreichen Lokalgletscher nicht mehr zu Talgletschern zu vereinigen vermochten.

Im Ablauf der Schlußvereisung lassen sich deutlich drei Stadien (Schlern-Gschnitz-Daun) unterscheiden, über denen dann erst die heutige Vergletscherung einsetzt.

Die Berge im N des Flimser Bergsturzes ragen auch heute noch in die Eisregion empor und ihr Fuß liegt im Vorderrheintal zwischen 600 bis 700 *m*.

Wir haben daher wohl die Aussicht, an diesem hohen Berggelände alle Stadien der Schlußvereisung zu finden, wenn dieselben nicht zerstört worden sind.

Das große Tal dieses Gehänges zieht vom Segnes Gletscher nach Flims herab.

Dieser Gletscher endet bei zirka 2450 *m*. Bei 2371 *m* treffen wir die ersten Moränenwälle. Sie sind offenbar noch ganz jungen Alters.

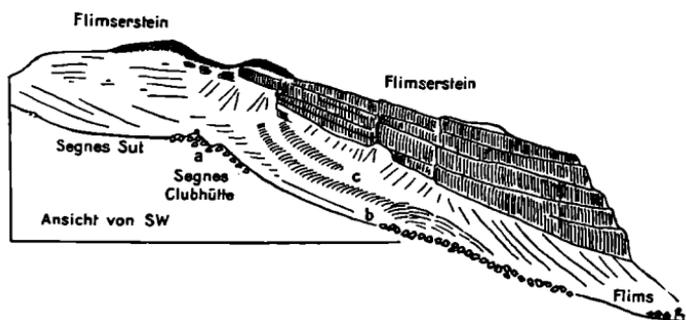


Fig. 5. Diese Ansicht zeigt die Hauptanordnung der groben Blockmoränen im Segnes Tal oberhalb von Flims.

a = Daunstadium, *b* und *c* wahrscheinlich = Gschnitzstadium.

Die Hauptwälle des Schlernstadiums liegen erst unter Flims um den Cauma- und Crestasee herum.

Dagegen liegen bei der Segnes Clubhütte, 2104 *m*, mehrere mächtige Blockwälle, die wohl dem Daunstadium zugehören.

Weiter hinab sind zu beiden Seiten des nun viel breiteren Talraumes mächtige Längswälle erhalten.

Wie Fig. 5 zeigt, sind dieselben an der Westseite des Flimsersteins deutlich genug ausgebildet.

Diese Stände dürften wohl beide dem Gschnitzstadium entsprechen. Das Ende dieses Stadiums würden dann die Blockmassen oberhalb von Flims bezeichnen, welche teilweise auf typischer Grundmoräne lagern.

Für das Ende des Schlernstadiums aber kommen erst die mächtigen Blockwälle in Betracht, welche den Cauma- und Crestasee umschließen.

Diese Deutung stimmt mit den Angaben von R. Gsell ziemlich gut überein.

Die westlichen Seitenmoränen des Segnes Tales sind auch gut erhalten und viel mächtiger. Sie dürften wohl dem Schlern- und dem Gschnitzstadium entsprechen.

Sie ziehen sich von den Daunmoränen bei der Segnes Clubhütte auf die hohe Terrasse von Alp Nagiens hinaus und von dort

zum Laaxer Tobel hinunter. An der Nordseite des Laaxer Tobels tritt unter dem groben Blockwerk weithin eisgeschliffener Fels und auch Grundmoräne auf. Steigen wir im Tal des Laaxer Baches aufwärts, so betreten wir bei zirka 1600 *m* einen schönen, flachen Talboden-Pleun da Laax, der vorne durch einen Wall aus gewaltigen Blöcken gesperrt erscheint. Diese Blöcke bestehen zur Hauptsache aus Malmkalken. An der Südseite des Talbodens ziehen sich aber mächtige Schuttmassen aus Verrucano hin.

Es ist hier also zu einem Zusammenfließen der Moränen aus dem Segnes- und dem Laaxer Tale gekommen.

J. Oberholzer deutet diese hohen Blockmoränen an der Westseite des Segnes Tales noch als randliche Teile des Flimser Bergsturzes.

Diese Deutung zwingt aber zu der Annahme, daß gerade die höchsten Teile dieser Sturzmasse auf einem so steilen Gehänge liegen geblieben sein sollen.

Dies ist für die ruhige Ablagerung von Randmoränen nicht verwunderlich, für die stürmische Ablagerung einer Bergsturzmasse recht unwahrscheinlich.

Wir kommen also für das Gebiet an der Westseite des Flimsersteins zu der Einsicht, daß hier die Blockmassen eine Verteilung einhalten, die dem dreiteiligen Rhythmus der Schlußvereisung entspricht.

An der Ostseite des Flimsersteins zieht das Val Turnigel herab, welches das Kammstück zwischen Trinserhorn und Ringelspitze entwässert. Die heutige Vergletscherung ist um die hohe und kühne Ringelspitze geschart.

Auch hier liegen in den hohen Karen kleine jugendliche Moränenwälle.

Größere Moränen treffen wir dann bei Alp Rusna, zirka 1800 *m*, und bei Alp Bargis, zirka 1600 *m*.

Die Moränenwälle unter Alp Bargis sind prachtvoll ausgebildet und schließen den großartigen, schönen Stauboden dieser Alpe gegen S zu ab.

Dieser Abschluß der Moränenwälle lehnt sich an seiner Westseite genau an den Vorsprung eines schmalen Felsgrates des Flimsersteins an.

Während dieses Anlehnen an den seitlichen Felssporn für die Lage eines Moränenwalles ein wohlbegründetes Raumverhältnis bedeutet, wird es für die Deutung als Bergsturzmasse zur Zufälligkeit.

Steigen wir von dem prächtigen Moränenwall von Alp Bargis weiter talab, so gelangen wir bei Mulins an den Fuß des Felshanges und zu dem großen Staubecken der Prada, welcher gegen die Rheinschlucht von gewaltigen Blockmassen abgedämmt wird.

Wieder finden wir unter dem Riesentrümmerwerk stellenweise noch Grundmoräne.

Wir können also auch an der Ostseite des Flimsersteins eine Dreigliederung der Blockmassen erkennen.

Wir haben nun noch das Gebiet des Bergsturzes von Tamins-Reichenau zu prüfen.

Die große Felsnische oberhalb von Tamins greift gegen den 2003 *m* hohen Felskopf des Sessagits empor.

Am Fuß der steilen Nische haben wir dann den ebenen Stauboden Girsch in 728 *m* Höhe.

Gegen den Grund des Rheintals wird dieser schöne Raum durch zwei mächtige Grobblockwälle abgeschlossen. Südlich des Rheins liegt dann das ausgedehnte Trümmerwerk von Ils Auts, das aber wegen Auflagerung von Grundmoränen hier nicht in Betracht kommt und einen Mylonitkern enthält. Die zwei großen Wälle können etwa dem Gschnitz- und Schlernstadium entsprechen.

Die hier kurz berührte Dreigliederung der Blockmassen an unserem Gebirgsgehänge spricht für ihre Zugehörigkeit zu der Schlußvereisung.

An fünf Stellen haben diese Blockmoränen größere Hohlräume abgedämmt, die nach dem Abschmelzen der Gletscherzungen sich mit Seen füllten, die heute verlandet sind.

Unverschüttet sind hier nur die blaustrahlenden Augen des Cauma- und Crestasees und einige kleine Blinker geblieben.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung und Überlegung lassen sich etwa in folgende kurze Sätzen zusammendrängen.

Im Grund des Vorder- und Hinterrheintales und ihrer Vereinigung treten teils zertrümmerte, teils verschobene Klippen von helvetischen Gesteinen auf. Diese Gesteine sind entweder von der Schubmasse der Bündnerschiefer überschritten oder vor ihrer Stirn hergeschoben und dabei zermalmt worden.

Die Überschiebung der Bündnerschiefer ist eine klare Relief-überschiebung mit gewaltiger Anschoppungswirkung.

Auf den tektonischen Myloniten des Vorderrheintales liegt dann gewaltiges Blockwerk aufgestapelt. Dieses Blockwerk ist zum Teil älter als die Grundmoräne der Würmeiszeit (Rheinmoräne), zum Teil läßt es sich mit dem dreistufigen Rhythmus der Blockmoränen der Schlußvereisung ungezwungen in Vergleich bringen.

Es ist dabei sehr wahrscheinlich, daß hier eine Reihe von Bergstürzen sich aus den Steilwänden abgelöst haben, welche auf die Lokalgletscher fielen und von diesen zu Tal getragen wurden.

Eine Zusammenfassung der ganzen tektonischen Mylonite und der daraufliegenden Blockmassen zu dem einheitlichen Trümmerstrom eines Riesenbergsturzes entspricht nicht den Urkunden der Natur.

Für die Erklärung der Mylonitzonen an der Sohle des Vorderrheintales ist hier der Vorstoß der großen Überschiebung der Bündnerschiefer herangezogen worden. Es gibt für diese gewaltige Mylonitierung aber noch eine andere Erklärung.

Diese Mylonitbildung kann möglicherweise auch zur Gefolgschaft jener riesigen Versenkung gehören, welche hier die Gleitdecken der Glarner Alpen zum Untertauchen gebracht hat.

Eine Entscheidung zwischen diesen zwei Erklärungen können erst weitere Untersuchungen bringen.