

Die Tomalandschaften im Rheintal von Reichenau bis Chur

Autor(en): **Staub, Walther**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern**

Band (Jahr): **22 (1908-1910)**

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-322528>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Tafel I.

Die Tomalandschaft bei Ems. (Blick talabwärts).

I.

Die Tomalandschaften im Rheintal

von Reichenau bis Chur.

Von *Walther Staub* von Bern.

Mit 4 Tafeln und einer Figur im Text.

Einleitung.

Die Anregung zu den vorliegenden Untersuchungen, welche in einer Diplomarbeit am eidg. Polytechnikum verwertet wurden, verdanke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Albert Heim.

Wenn wir, von Ilanz kommend, mit der Bahn die gewaltigen Trümmermassen des Flimserbergsturzes durchfahren haben, so treten wir gleich nach Reichenau in eine ausgedehnte Alluvialebene hinaus, die sich von hier in einer Länge von 9 km und einer Breite von ca. 2 km bis Malans erstreckt.

Aus dieser Ebene ragen unvermittelt, jungen Vulkanen gleich, etwa zwanzig einzelne Hügel empor. Es sind die Toma von Ems, Felsberg und Chur, die bei Ems eine Höhe von 68 m erreichen, talabwärts aber an Grösse immer mehr abnehmen.

Der romanische Name Toma¹⁾ (franz. tome, z. B. in tome de chèvres) rührt her vom lateinischen tumus oder tumulus und bedeutet: Hügel, Erhebung. Das Wort soll sich wiederfinden in Domat, dem romanischen Namen für Ems.

Arnold Escher von der Linth²⁾ hat diese Erhebungen gleich von Anfang an richtig als Schutthaufen gedeutet. In seinen Tagebüchern vergleicht er die Hügel von Ems mit den Hügeln von Netstal und Glarus, und weist auf ihre Analogie mit den Schutthügeln von Sidlers im Wallis hin, «die ebenfalls aus eckigen Trümmern bestehen».

1) Plural eigentlich Tomas, doch ungebräuchlich.

2) Tagebücher, aufbewahrt im geolog. Institut des eidg. Polytechnikums.

Zu derselben Zeit hält Studer¹⁾ (1827) die Toma für anstehenden Felsen. Theobald (1845—1859) fasst diese Erhebungen als Reste eines grossartigen, aus Nordost vom Calanda herkommenden Bergsturzes auf.²⁾ Heim rechnet die Bergsturzreste zuerst zum Flimserbergsturz³⁾, später dann⁴⁾, wie Piperoff⁵⁾, zu einem Bergsturz vom Calanda. Rothpletz ist heute der einzige Geologe, der noch die Auffassung von Studer vertritt.⁶⁾

Penck endlich greift die Beobachtung von Piperoff auf und hebt hervor, dass alle Toma bis nach Chur von einer nur leichten Grundmoränendecke überkleistert sind. War früher die Entstehung der Toma in die letzte Interglacialzeit versetzt worden, so hält Penck heute diese Erhebungen für interstadiale Gebilde, indem er die Grundmoräne über den Toma einem Stadialgletscher, dem Gschnitzstadium des Rheingletschers, zuschreibt.

Jeder Toma von Ems hat seinen eigenen Namen. Der Toma Casté trug einst die Burg der Herren von Ems (Amedes); noch heute sind Trümmer des Mauerwerkes vorhanden.

Seit der Bronzezeit⁷⁾, vielleicht schon seit der jüngeren Steinzeit, sind die Toma ein Rast- und Siedelungsort der Menschen gewesen. Sagen umspinnen sie.⁸⁾

Der Name «Tomalandschaft» wurde zuerst von Heim (l. c.) für die Hügellandschaft von Ems angewandt und blieb einstweilen auf diese Gegend beschränkt. Von Penck und Brückner⁹⁾ wird nun der Name auch auf die Hügellandschaft von Siders im

1) Geognostische Bemerkungen über einige Teile der nördlichen Alpenkette, pag. 27.

2) Calanda und Zur Kenntnis des Bündnerschiefers. Jahresber. d. naturf. Ges. Graubünden, 1858/59, pag. 24.

3) Der alte Bergsturz von Flims. Jahrb. des S. A. C. 1883, pag. 298.

4) Beiträge zur geolog. Karte d. Schweiz. Lief. 25, pag. 448—451.

5) Calanda l. c. pag. 31.

6) Rothpletz: Ein geolog. Querschnitt durch die Ostalpen, 1894, pag. 298. Das geotektonische Problem der Glarneralpen, 1898, pag. 227. Geologische Alpenforschungen, I, 1900, pag. 151.

7) Heierli und Öchsli: Urgeschichte Graubündens, 1903.

8) Die «Tombels da Chiavals», oder «Tumbas da Cavals», Pferdegräber, Rosshügel, sollen anlässlich einer Pferdepest (Pest) bei der hier kampierenden Armee des römischen Kaisers Constantin um 300 n. Chr. entstanden sein.

9) Alpen im Eiszeitalter, pag. 624.

Wallis übertragen, und Turnau¹⁾ verwendet ihn für die 30 bis 40 kegelförmigen Hügel von Kandergrund bis Reckental, welche die Ausläufer des Bergsturzes vom Fisistock ob Kandersteg bilden.

Es dürfte daher wohl am Platze sein, den Begriff Tomalandschaft etwas näher zu definieren: *Eine Tomalandschaft ist eine Landschaft, in welcher aus einem ebenen Talboden durch fluviale Lostrennung isolierte (kegelförmige) Hügel auftreten, die zum grössten Teil aus Bergsturzmateriale bestehen.*²⁾

Die Bedingung zur Bildung einer solchen Hügellandschaft ist also überall da erfüllt, wo die Ablagerungen eines oder mehrerer Bergstürze in einer breiten, von einem fliessenden Wasser durchflossenen, Talsohle liegen.

I. Die Toma von Ems.

Die Toma von Ems, wie die Toma von Felsberg und Chur, sind alle mehr um die Mitte der Talsohle geschart und erreichen eine Höhe von 10—68 m. Sie liegen alle der Emser Alluvialebene in einer Höhe von 580—590 m ü. M. auf, greifen aber, wie man auf der Flussseite des Kirchhügels (Toma Turrera) feststellen konnte, unter diese hinunter.

Die Zahl der Toma von Ems beträgt zwölf. Ein dreizehnter — der Toma Gletsch — welcher sich einst über dem «Acker des Toma Gletsch» (in der Nähe des heutigen Bahnhofes) erhoben hatte, ist nach der Mitteilung des Posthalters von Ems zur Beschäftigung von drei Regimentern Soldaten, die aus den napolitanischen Diensten nach Ems zurückgekehrt waren (Jahr ?), unter einem Offizier namens Willy völlig abgetragen und ausgeebnet worden.

1. *Toma Catehera*. Dieser Toma, der auf der topographischen Karte keinen Namen trägt, liegt zunächst dem Ils Aultshügel bei Reichenau und erhebt sich, bei langgezogener, schmaler Form, etwa 22 m über die Alluvialebene. Seinen Namen fand ich auf einem Plan des Gutes Vogelsang vom 5. Oktober 1878.

¹⁾ V. Turnau: Der prähistorische Bergsturz von Kandersteg. Dissert. Bern, 1906. K. J. Wyss.

²⁾ Zerschnittene Moränen oder Terrassen können ebenfalls die Form eines Toma erhalten, doch soll der Name nicht nur auf die Form, sondern auch auf den Aufbau der Hügel hinweisen. (S. Tafel 1.)

Seine östliche Längsseite zeigt, wie die westliche des folgenden Toma Lunga, einen konkaven Einschnitt, der wohl von dem Bach aus dem Val Crap Raget herrührt. Der Toma weist einen Aufschluss in splitterig brechenden Malmkalkblöcken (sehr grosse Platten) und in durch Schieferflächen gelblich gestreiftem, knolligem, ebenfalls unterem Hochgebirgskalk auf. Die Moränenbedeckung ist sehr spärlich aufgeschlossen. Die mit Föhren bewaldeten Flanken dieses Hügels sind mit Malmblöcken überstreut.

2. *Toma Lunga*. 25 m hoch. Er hat keinen Aufschluss, trägt aber mehrere vereinzelte grosse Malmblöcke. Die beiden Toma gehören wohl zusammen und sind durch den Bach aus Val Crap Raget getrennt worden.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Toma, wie vielleicht auch die folgenden zwei, zu der Masse des Ils Aultshügels¹⁾ gehört haben.

3. *Toma Arsa* (oder Tom 'Arsa). 61 m hoch. Er trägt einzelne Malmblöcke und zeichnet sich durch seine schöne Kegelform aus. Wie der folgende Toma zeigt er keine Aufschlüsse.

4. *Toma Varsera*. Er bildet einen kleinen Kegel von ca. 10 m Höhe und zeigt an seinen Gehängen einige lose Malmblöcke entblösst.

Das sind die vier Toma im Bereiche des Vogelsang.

5. *Toma Carpusa*. 26 m hoch. Auch dieser Toma, der an der Landstrasse liegt, zeichnet sich durch seine schöne Kegelform aus. Er zeigt keinen Aufschluss, trägt aber einige Blöcke aus Malmkalk und aus einer verkitteten Malmbreccie.

6. *Toma Patrusa*. Dieser Toma zeigt drei schöne Aufschlüsse in Blockwerk von Hochgebirgskalk und Tithon. Die Gestalt dieses Hügels ist etwas in die Länge gezogen, doch quer zur Talebene gerichtet. Er ist 43 m hoch und bricht auf der Südseite steil ab, während seine Nordseite als flacher, gewellter Rücken (7—8°) in der Richtung gegen den Rhein abfällt. An seinem Fusse ist seit 1894 zur Gewinnung von Strassenschotter eine Kiesgrube angelegt, welche das Innere des Toma entblösst.

Man findet als Kern des Toma ein fest ineinandergefügtes, kleinbrockiges Trümmerwerk von Malmkalk, welches (wie am Toma Casté) mit weissem Kalkstaub bedeckt und hie und da in

¹⁾ Vergleiche Seite 20.

einem gelben, lehmigen Residuumsinter eingebettet ist. Dieses Breccienmaterial hat mit der Flimserbreccie sehr viel Aehnlichkeit. Die einzelnen Malmsplitter sind scharfkantig und mehrere Zentimeter bis Dezimeter gross. Die Breccie ist nirgends verkittet und zerfällt beim Herausschaben in einzelne Malmtrümmer.

Der Kern dieses Toma ist sodann von einem Gehängeschuttmantel umgeben. Wohl zur Zeit der Eisbedeckung oder während des Zurückschmelzens des Stadialgletschers verrutschte oberflächlich an den Gehängen des isolierten Toma das Bergsturzmateriale und wurde leicht verschwemmt.

Die Schichten des Gehängeschuttmantels enthalten zuerst feinbrockiges Malmkalkmaterial, darüber aber auch grössere Blöcke (Tithon), welche von dem oberen Teile des Hügels herühren.

Einige kristalline Geschiebe (Oberländergranit, Amphibolit, Verrucano), die von der leichten Grundmoränenbedeckung herühren, sind ebenfalls in diesem Gehängeschuttmantel zu finden, doch herrscht das Bergsturzmateriale weit vor.

Der über diesem Anriss liegende Steinbruch weist meist Tithonblöcke auf, die locker übereinander gebettet sind und wohl dem obersten Teile des alten Bergsturzurückens angehören. Die wellig-hügelige Abdachung dieses Toma gegen das Rheinufer mag auch einen Teil der ehemaligen Oberfläche darstellen.

Die Tithonblöcke enthalten hier schöne Korallen. Piperoff¹⁾ erwähnt: Korallen (lithodendronartige Korallen mit baumartiger Verzweigung), Hydrokorallineen, Dicerias, Nerinaea etc. Herr Dr. L. Rollier hatte die Freundlichkeit, mir folgende Gattungen zu bestimmen: *Chaetetes capelliformis* (Michel), *Polytrema* cap. D'Orb., *Dicerias*, eine Bohrmuschelloge von *Gastrochaena*, ein Stück eines Korallenkelches von *Thamnastrea* spec. und Stücke von Korallenstöcken von *Rhabdophyllia* und *Callamophyllia*.

Piperoff erwähnt das Vorkommen von anstehendem Tithon mit solchen Korallen am Felsbergerälpe nördlich hoch über Ems.

Im Tithon, das hier eine litorale Bildung darstellt, findet man eine marine Kalkbreccie. Auch diese fand ich als Bergsturzbrocken auf dem Toma Patrusa wieder.

Was die Moränenbedeckung dieses Hügels anbelangt, so sagt Piperoff²⁾ folgendes:

1) Calanda, Beiträge, Lief. 37, pag. 32.

2) l. c. pag. 32.

«Im obern Steinbruch liegt ein ca. 100 m³ grosser Block desselben Gesteins (Tithon), oben und auf den Seiten mit Moräne bedeckt, in der sich Blöcke von Hochgebirgskalk, Dogger, Röthidolomit etc. finden; manche davon sind geschrammt und mit Kalksinter überzogen. Vertiefungen auf dem Rücken des Hügels sind mit Gletschermaterial ausgefüllt. An der Ostseite dieses Blockes ist eine Gletscherpolitur mit deutlichen Schrammen zu sehen.»

Man findet noch immer prachtvoll geschrammte Malmtrümmerstücke in der ca. 60 cm mächtigen humusreichen Grundmoräne mit bis faustgrossen Geröllen aus dem Bündner Oberland.

7. *Toma Platta*. 19 m hoch. Dieser Toma hängt wohl sicher unter dem Alluvialboden mit dem vorigen Hügel zusammen, eine Annahme, die ich durch Graben eines 1½ m tiefen Schachtes (5 m von diesem Hügel entfernt) bestätigt fand. Der Hügel ist oben völlig abgeplattet, und diese Abplattung stellt bei 610 m den Rest einer Terrasse dar. Die Oberfläche des Hügels zeigt einen kleinen Aufschluss in verschwemmtem Sand. Auch einige kristalline Gerölle finden sich auf dem Hügel (Aarmassivgranit, Puntaiglasdiorit, Quarzite, Verrucano), die aber wohl eher der Moräne angehören.

Die humusreiche Grundmoräne mag eine Mächtigkeit von einem halben Meter besitzen. Piperoff erwähnt noch Blöcke von brecciösem Malm auf dem Hügel.

Der *Schacht* zeigte in einer Breite und Länge von 1 m 50:

- 1) 50 cm Humus mit kristallinen Geröllen (= leichte Grundmoränenbedeckung);
- 2) 50 cm lehmiger Sand, ähnlich wie auf Toma Platta;
- 3) 10 cm horizontal geschichteter, feiner, glimmerhaltiger Sand;
- 4) 40 cm lehmiger Sand wie 2, in diesem eingebacken ein grosser Malmblock;
- 5) eine kleine Mergelschicht, unter welcher die rauhe Oberfläche der Bergsturzbreccie zum Vorschein kam.

8. *Toma Casté* oder St. Antoniushügel. 54 m hoch. Piperoff sagt (l. c.) von diesem Hügel:

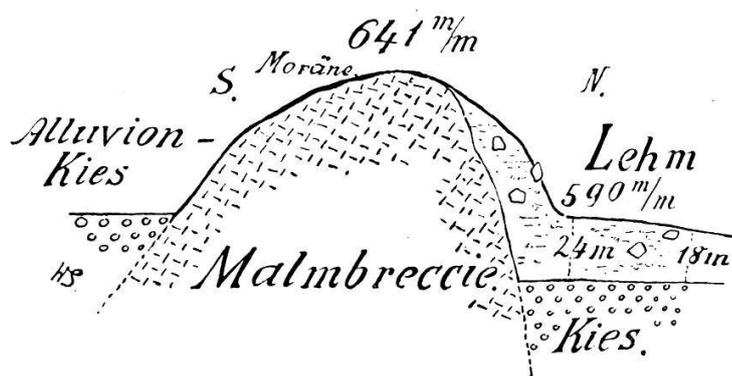
«Er trägt keine Blöcke, besteht in der südlichen Hälfte aus schwach kristallinischem Hochgebirgskalk in einheitlich brecciöser Masse, ohne deutlich abgegrenzte einzelne Blöcke. Eine Schichtung ist nicht erkennbar. Das Gestein ist splitterig, stark

zerklüftet; beim Anschlagen zerfällt es in ganz kleine, eckige Stücke. Wegen dieser Eigenschaft ist es nicht als Baustein verwendbar und liefert nur einen schlechten Strassenschotter.»

Ich möchte hervorheben, dass der grösste Teil des Hügels aus dieser eckigen, staubigen, unverkitteten, bröckligen Bergsturzbreccie besteht, deren Deformation eher noch stärker vorgeschritten ist als am Toma Patrusa. Eine solche Deformation kann nur im Innern eines grossen Bergsturzes erfolgt sein.

Der nördliche Teil des Hügels besteht aus Grundmoräne. Letsch¹⁾ gibt ein Profil durch den Hügel (das wir mit einer Aenderung hier wiedergeben) und sagt:

«Der Hügel erhebt sich bei etwa 150 m Durchmesser 52 m über die Talsohle und besteht fast ganz aus Bergsturzbreccie von Malmkalk. An seiner Nordseite unten, etwa 20 m breit nach oben abnehmend, ist, wie nachstehendes Profil erkennen lässt, der Lehm angekleistert. Er ist graublau mit wenigen gelbroten Partien gemischt, meist homogen, stellenweise auch gebändert und voll feiner Glimmerblättchen. Hin und wieder enthält er eckige Blöcke von Malmkalk oder Nester von gequetschtem schwarzem Kalkstein. Im untern Teil des Hügels ist Schuttmaterial mit wenigen polierten und geschrammten Geschieben angelagert. Die Decke des Hügels wird aus Humus und grobem Geröll²⁾ gebildet.



Der Lehm ist auch in der ebenen Talsohle zu finden. Er wurde früher nordöstlich des Hügels bis auf 15 m Tiefe als homogene Masse abgebaut. Beim Graben eines Ziehbrunnens stiess man bei 24 m auf Kies und 50 m weiter gegen den Rhein in 18 m auf Schotter und einen Malmblock.

1) Die schweiz. Tonlager. Beiträge z. geol. Karte, pag. 205.

2) Ueberreste von geschleiftem Mauerwerk.

Entstehung: Der Ton macht den Eindruck einer aufgestauten, am Hügel abgestreiften oder aufgepflügten Grundmoräne.»

Die humusreiche Grundmoräne tritt (allerdings nur schwach) über dem Bergsturzschotter-Anschnitt der Südseite des Hügels auf. Ich fand dort Aarmassivgranit und Puntaiglasdiorit. Der Hang besitzt hier eine Neigung von 40°.

9. *Toma Gilli*. Er ist der grösste, massigste und unförmlichste von allen Toma und besitzt eine Höhe von 68 m. Bei 609 m zeigt er auf der Südseite eine deutliche Schulter, welche dem Niveau der abgeplatteten Toma entspricht. An seinen Gehängen trägt er nur einige lose Malmblocke und zeigt keinen grösseren Aufschluss. Auf der Südseite weist er einen erratischen Block auf, welcher aus dem Moränenkonglomerat der grossen Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns besteht, die gegenüber Reichenau am Ils Aultshügel an einigen Stellen in dieser Verkittung vorkommt. Ein wohl erratischer Dolomit- und ein Malmblock liegen daneben. Verschiedene Schürfungen am Hügel entblössen den Humusboden mit hier nur sehr kleinen, kristallinen, gerundeten Geschieben bis auf seine höchste Höhe. Der ganze Hügel ist also von der leichten Grundmoränenbedeckung überzogen, die jedoch nur eine ganz geringe Mächtigkeit erreicht.

10. *Toma Turrera*. (Kirchhügel von Ems.) 29—30 m hoch. Auf der Flussseite liegen lose Malmblocke am Hügel, und eine Aufschürfung zeigt leicht verkittete Malmbreccie. Ein weiterer Aufschluss auf der Rheinseite zeigt deutlich Malmbergsturzschutt. Hier liegt, an der Leeseite des Hügels, etwas Moräne auf der Breccie. Sie ist etwa 1/2 bis 1 m mächtig; ich fand darin einen Granatamphibolit aus dem Oberland. Der Hügel trägt den Kirchhof von Ems. Der Mesmer zeigte mir auch verschiedene kleinere, kristalline Gerölle, die er beim Oeffnen der Gräber ausgegraben, wogegen die grossen Geschiebe, welche man auf dem Kirchhof findet, künstlich von den Ufern des Rheines heraufgetragen worden sind. Zur Anlage eines Kirchhofes ist diese Humusdecke viel zu gering an Mächtigkeit, weshalb man zur Erweiterung des Kirchhofes den Lehm (!) vom Toma Casté auf diesen Hügel herauf transportiert hat.

11. *Toma Marchesa*. 22 m hoch. Dieser Hügel zeigt zahlreiche lose Malmblocke, aber keinen grossen Aufschluss. Er ist wie der Toma Platta oben bei ca. 608 m abgeplattet.

12. *Toma Falveng.* (Taf. 2.) 39 m hoch. Dieser Toma, der sich ebenfalls durch seine schöne Kegelform auszeichnet, ist fälschlich von Piperoff¹⁾ als Moränenhügel kartiert worden. Er zeigt heute einen Schotteraufschluss (zur Beschotterung der Strasse), der ganz ähnliche Verhältnisse wie am Toma Patrusa aufweist. Auch hier besteht der Kern des Hügels aus der eckigen, zerbröckelnden Bergsturzbreccie, die aber, wie am Toma Patrusa, von einem Gehängeschuttmantel umgeben ist. Derselbe ist ca. 3 m dick und zeigt Wechsellagerung von feinem und gröberem Material. Grüne eckige Verrucanostücke finden sich darin. Ueber diesem Gehängeschuttmantel ist die Grundmoräne etwa 35 cm mächtig. Einige erratische Blöcke bis zu 1½ m³ liegen am Hügel.

Der Bau der Toma.

Die Aufschlüsse, welche uns den inneren Bau der Hügel von Ems entblößen, zeigen uns ein Material, dessen mechanische Deformation so weit vorgeschritten ist, dass sie nur im Innern eines grossen Bergsturzes erfolgt sein konnte. Lag die ehemalige Oberfläche dieses Bergsturzes meistens über den heutigen Toma, so blieb doch ein Stück von ihr wahrscheinlich in dem flachgewellten Rücken des Toma Patrusa erhalten. Die meisten Toma sind Erosionsrelikte aus dem Innern der Sturzablagerung. Auf ihre Isolierung folgte die Umschüttung durch die Rhein-Alluvionen.

Die Umformation des Materials, welches die Toma aufbaut, steht derjenigen des Materials im Innern des Flimserbergsturzes wenig nach; sicher ist die Zertrümmerung nicht geringer als im Bergsturz vom Kunkelspass, welcher den Ils Aultshügel aufgetürmt hat. Die ganze Talbreite muss von diesem Bergsturz erfüllt gewesen sein. Blicken wir am Calanda gegen das Taminserälpe hinauf, so sehen wir eine Abbruchnische vor uns, die einer solchen Bergsturzmasse völlig entspricht. Es fehlt dort nicht viel zu einem halben km³ Gestein. Die Abbruchnische ist grösser als die Nische des Kunkelspasses; das fehlende Gestein ist vorwiegend Malm. Das steile Fallen der Schichten am Calanda gegen das Tal (20—25°) begünstigte den Abbruch von ganzen Schichtkomplexen auf durchnässten und unterschrittenen Schichtflächen.

¹⁾ Calanda l. c. pag. 31.

Die Form der Toma.

Die Gestalt eines von fliessendem Wasser herausgeschnittenen Bergsturzstückes ist im Anfang massgebend für die Form des Toma. Je nach der Grösse, nach der ursprünglichen Gestalt und nach der Dauer der Verwitterung bleibt die Gestalt auch späterhin verwischt erhalten.

Je einheitlicher der Aufbau einer solchen losgetrennten Schuttmasse ist, desto eher wird durch gleichmässiges Nachbrechen der Gehänge der Hügel einer Kegelform zustreben.

Vom sich lostrennenden Stück einer Bergsturzmasse bis zum ausgeprägten Kegel eines Toma Falveng, Toma Carpusa oder Toma Varsera sind alle erdenklichen Uebergänge in der Form möglich.

Die Höhe eines Toma wird, abgesehen von der Verwitterung, noch beeinflusst durch den Grad der fluviatilen Umschüttung.

Die Gestalt der Hügel von Ems, für welche reife, z. T. Kegelformen charakteristisch sind, wurde speziell noch durch zwei Faktoren beeinflusst: *durch Terrassierung und durch Moränenbedeckung.*

Die Terrassierung hatte zur Folge, dass Toma Platta und Toma Marchesa bei 608—610 m abgeplattet wurden und dass am Toma Gilli bei ca. 609 m eine Terrassenschulter entstand. Die leichte Moränendecke, welche Toma und Emser Alluvialebene überzog, verwischte den scharfen Uebergang am Fusse der Hügel und kleisterte einzelne Unebenheiten auf ihrem Rücken aus. Auch begünstigten die Schmelzwässer des Eises, welches die Toma bedeckte, das Nachrutschen und Abschwenmen der Gehänge.

Die Terrassenreste an diesen Erhebungen, wie die leichte Moränenbedeckung werden wir noch gesondert betrachten.

II. Die Toma von Felsberg.

Bei Felsberg erheben sich zwei Hügel, der eine, «der Schulhaushügel», zwischen Alt- und Neufelsberg, der andere, der «Hitzbühl» oder «Toma da Simanles», Neufelsberg gegenüber auf der rechten Rheinseite.

Ein dritter Hügel, den wir hier anführen wollen, der «Toma Gjon-Gjoder» am Fusse des Mühletobelschuttkegels, liegt zwar

noch auf Emsergebiet, wir wollen ihn aber seines gesonderten Aufbaues wegen von den Toma von Ems abtrennen.

Der *Toma da Simanles* auf dem rechten Rheinufer besteht aus Bergsturzmateriale von Malmkalk, und zwar aus zwei Arten: Die Basis wird gebildet aus mächtigen, geschichteten Malmblöcken, auf welchen unzweideutige, echte Bergsturzbreccie aufruhet.

Piperoff¹⁾ sagt von dem Hügel folgendes:

«Er ist ca. 10 m hoch und besteht aus Malmblöcken von verschiedener Grösse, die unregelmässig übereinander liegen. Auf der NE-Seite sind es vorherrschend Blöcke von Quintnerkalk, auf der SW-Seite Tithonblöcke; auf der Südseite liegt Moräne mit einer Rheinsanddecke.»

Der Hügel wird von Grundmoräne bedeckt, die hier noch eine Mächtigkeit von einem Meter erreicht.

Ueber den Hügel beim Schulhaus Felsberg berichtet Piperoff folgendes (l. c. pag. 30):

«Zwischen Alt- und Neufelsberg, nördlich vom Schulhaus, steht ein ca. 40 m langer und 12 m hoher Hügel. Er wurde zum Teil für den Schulhausbau abgegraben und ist deshalb ganz entblösst. Der östliche, tiefere Teil besteht aus Röthidolomit. Am Südwestende sind noch einige Schichten von hellgrünem, schiefrigem Verrucano zu sehen. Der Röthidolomit ist deutlich geschichtet. Mit Streichen N 20° W fallen 55° SW. Es ist nicht zu erkennen, ob das scheinbar anstehende Gestein noch tiefer unter die Talebene geht.

An der Ostseite lehnt sich an den Röthidolomit Bergsturzmateriale aus lauter eckigen Malmblöcken. Alles ist sodann mit starker typischer Moräne bedeckt. Auf der Westseite liegt ein abgerundeter, geschrammter erratischer Rofnaporphyr-Block.»

Die gut ausgeprägte Schichtung von Verrucano und Dolomit könnte bei diesem Hügel für anstehenden Felsen sprechen. Wir müssen ferner berücksichtigen, dass dieser Hügel in der Fortsetzung des anstehenden Dolomit- und Verrucanozuges liegt, der von Trins über Tamins und Pradamal hinstreicht. Das Materiale ist aber auch hier so zerbröckelnd, dass wir wenigstens eine Verrutschung des Anstehenden annehmen müssen.

1) Calanda l. c. pag. 31.

Der Malmkalk, wie der Verrucano und Dolomit rühren aus derselben grossen Abbruchzone her wie der Bergsturz von Ems.

Der *Toma Gjon-Gjoder* endlich ist etwa 10 m hoch, länglich (ca. 60 m) und 10 m breit. Er zeigt keinen deutlichen Aufschluss. Am Ostende besteht er aus Röthidolomit, am Westende aus Bündnerschiefermaterial. Zu beachten ist, dass der Hügel am Fusse eines Schuttkegels aus Bündnerschiefern steht. Ich konnte über den Aufbau dieses Hügels zu keinem sichern Urteil kommen.

III. Die Toma von Chur.

Die Toma von Chur bilden wieder eine eigentliche Tomalandschaft. Acht Hügel erheben sich aus dem flachen Schuttkegel der Plessur, von denen der höchste die Höhe von 20 m erreicht. Es sind alles Bergsturzreste, welche jedoch diesmal von verschiedenen Bergstürzen herrühren.

Nur zwei 1—2 m hohe unbenannte Hügelchen, welche ebenfalls im Bereiche dieser Tomalandschaft liegen und den Anschein von Toma haben, sind aus Kies aufgebaute, wohl durch die Plessur isolierte Erhebungen. Durch den Bau von Häusern sind einige dieser Hügel aufgeschlossen und von Tarnuzzer¹⁾ beschrieben worden.

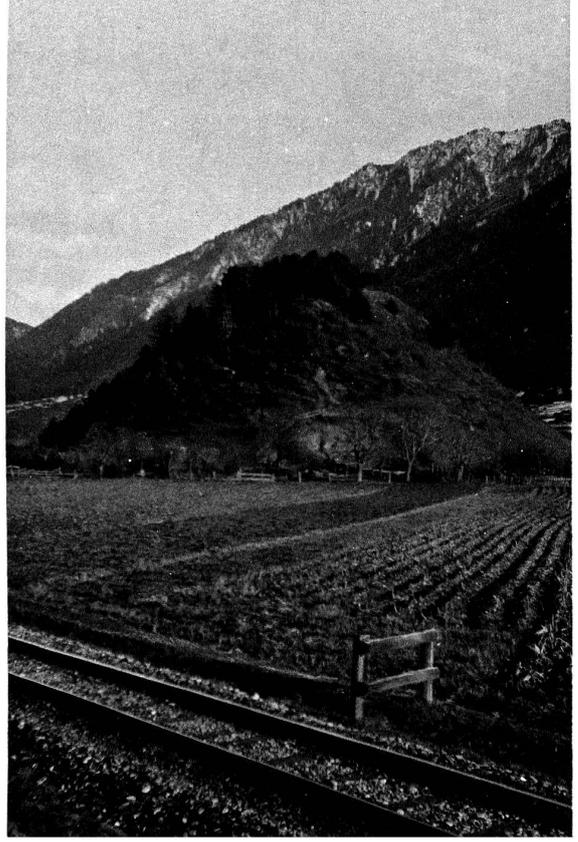
1. Der *Köhlsche Bühl* (jetzt Felsenau) besteht aus eckigen Trümmern von tonigem, sandigem und kalkigem Bündnerschiefer. Er rührt her von einem rechtsseitigen Bündnerschieferbergsturz. Schon im Jahre 1859 hat Theobald diesen Hügel als einzigen rechtsseitigen Bergsturzrest von Chur bis Reichenau erkannt.

2. Der *Ackerbühl* ist etwa 10 m hoch und zeigt an seiner Südwestseite zwei entblösste Stellen von Malmkalk. An der Südseite findet sich eine Grube eingesenkt, worin Flusskiese und Gerölle zum Vorschein kamen.

3. Der *Walserbühl* (20 m hoch) ist der grösste Hügel und ganz mit Vegetation bedeckt.

4. Der *Rischbühl*, heute *Rheinfels*, besteht aus Sturzbrecchie von Malmkalk; über dieser Breccie findet sich eine Grund-

¹⁾ Jahresbericht d. naturf. Ges. Graubünden. N. F. XXXIX 1896, pag. 55 ff. Vergleiche auch Piperoff: Calanda I. c. pag. 19. Da diese Hügel keine neuen Aufschlüsse zeigen und meist in Privatbesitz stehen, so halten wir uns hier vorwiegend an die Beschreibungen in der Literatur.



Tafel II.

moränen-Lehmschicht von 30—35 cm und darüber eine Humusschicht von 30 cm.

5. Am *Melzibühl* und 6. am *Bindschedlers Bühl* fehlen Aufschlüsse. Ebenso 7. an einem kleinen, näher der Emserstrasse gelegenen Hügel, der mit Reben bewachsen ist.

8. Der *Schönbühl* oder *Schweizers Bühl* (nach seinem Besitzer Schweizer benannt) ist heute fast ganz abgetragen und bestand fast ausschliesslich aus Sturzbreccie von calcitreichem Röthidolomit mit Quarzadern und Nestern. Einige wenige grüne Verrucanoblöcke fand ich an seinem Nordfusse. Tarnuzzer gibt eine leichte Lehmdecke des Hügels von 30 cm Mächtigkeit an.

Als letzten «Toma» erwähnen dann Tarnuzzer und Piperoff einen grossen Malmblock in der Kaufmannschen Wiese, «der Bündte». Seine Länge wurde auf 10 m, die Breite auf 18 m geschätzt. Der Block erwies sich als geschichtet. Heute ist er völlig abgetragen. Man kann das Material an der Eisenbahnbrücke der Rhätischen Bahn über die Plessur prüfen. Zwischen Acker- und Walserbühl erwähnt Piperoff zwei deutliche Flussläufe, den einen längs, den andern quer zur Talrichtung, welche die Hügel als Erosionsreste stehen gelassen haben.

Zusammenfassung.

Die Toma von Felsberg und Chur sind Erosionsrelikte, sicher zum grössten Teil von Sturzmassen, deren Grösse und Umfang wir heute nicht mehr bestimmen können.

Entsprechend dem Bau des Rheintales rühren die Bündnerschiefermassen von rechts, die Malmtrümmersmassen von links vom Calanda her.

Die starke Isolierung der Hügel spricht für ein Niederbrechen dieser Sturzmassen vor allen übrigen Bergstürzen talaufwärts.

Hervorzuheben ist die stetige Abnahme der Grundmoränenbedeckung der Toma, die bei Chur nur noch in Form einer geringen Lehmschicht vorhanden ist.

IV. Das Alter der Toma.

Um die Frage nach dem Alter der Toma im Churer Rheintal zu beantworten, müssen wir weiter ausholen.¹⁾

Die grosse Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns.

Die älteste Ablagerung in der Talstrecke von Reichenau bis gegen Ilanz ist eine mächtige, ungetrennte und ungeschichtete Moränenmasse, welche die Hochfläche von Bonaduz-Rhazüns aufbaut, und welche den Sockel bildet, auf dem sich die Sturzmassen des Kunkelser Bergsturzes auftürmen. Wir nennen sie mit Heim die «Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns».

Diese Moräne zeigt an den Rheineinschnitten des Vorder- und Hinterrheines bei Bonaduz und Rhazüns eine aufgeschlossene Mächtigkeit von 50—60 m.

Heim²⁾ hat gezeigt, dass diese Moräne gleichmässig aus dem Material des ganzen Einzugsgebietes der beiden Rheingletscher besteht. Trotzdem aber viele kalkige Bestandteile, besonders aus der Bündnerschieferzone, sich am Aufbau dieser Moräne beteiligen, findet man nur selten gute geschrammte Geschiebe. Die Erklärung der Entstehung dieser Ablagerung scheint mir noch nicht abgeschlossen.

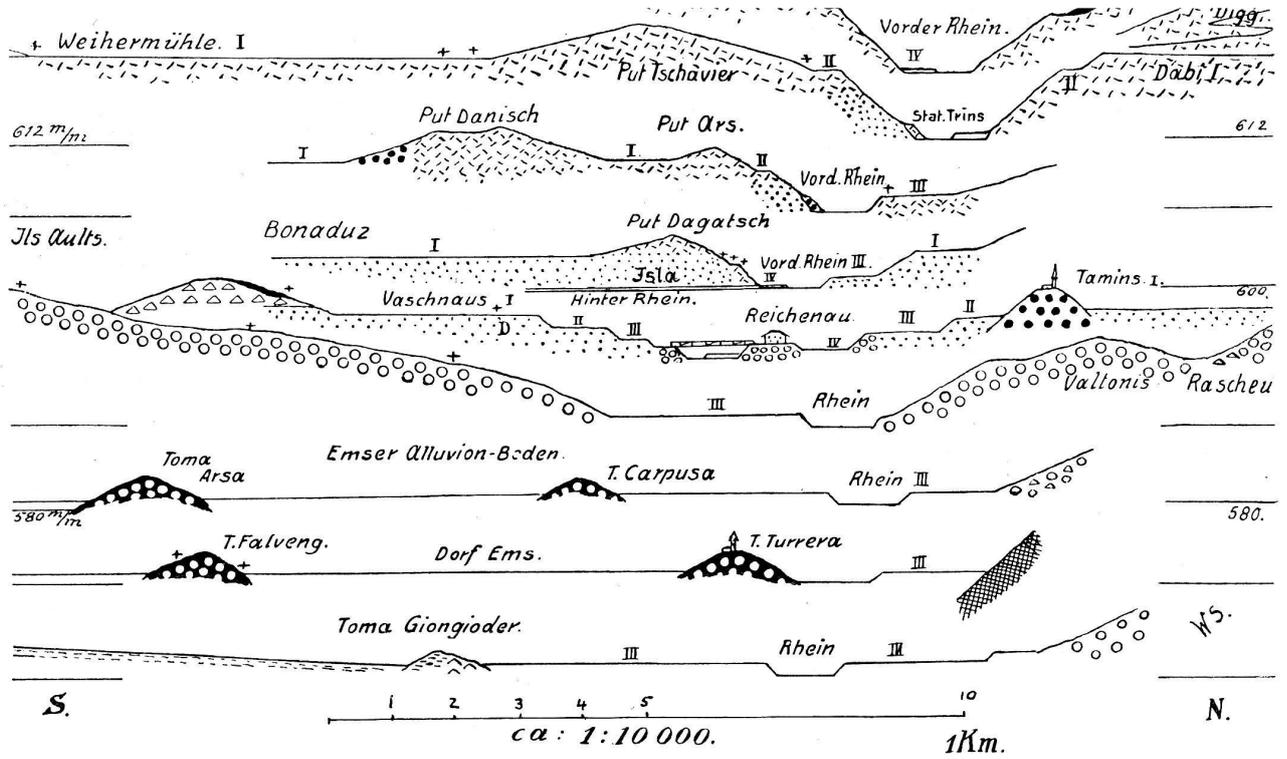
Der Eindruck der senkrechten, in zackigen ungedeckten Erdpyramiden abfallenden Moränenwände ist der einer ungeschichteten, gleichmässigen, sandigen Kiesmasse, die nur an ihrer Basis gröbere bis kopfgrosse in Lehm eingebettete Geschiebe aufnimmt, während die höher gelegenen Partien immer feinkie-siger werden, bis zuletzt die höchsten Teile nur noch aus ungeschichtetem Glimmer und quarzreichem Sand bestehen. Die ganz allmähliche Abnahme der Grösse der Geschiebe und Gerölle von unten nach oben, ohne jegliche scharfe Trennung von zwei Faciestypen, ist charakteristisch für diese Moräne.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass gewisse feinsandige Teile an der Oberfläche diese Ablagerung auf äolische Entstehung, nach dem Rückzuge der grossen Gletscher, zurückzuführen sind.³⁾

1) Siehe die Kartenskizze und die Profiltafel.

2) Beiträge. Lief. 25, pag. 444 ff.

3) Vergl. H. Brockmann-Jerosch: Das Alter des schweiz. Lösses. Vierteljahrsschrift der nat. Ges. Zürich, 1909, pag. 456.



Querprofile durch die Moränen- und Bergsturzablagerungen im Rheintal von Ems bis Trins. Zeichenerklärung siehe Kartenskizze.

Die Gegend der Hochfläche von Bonaduz-Rhazüns war die Vereinigungsstelle des Hinter- und Vorderrheingletschers. Hier blieben, nach dem Zurückschmelzen des Eises, die grossen Aufschüttungen zurück, auf welchen heute die beiden stattlichen Dörfer Bonaduz und Rhazüns stehen.

Die Moräne des hinterrheinischen Gletscherarmes lässt sich noch weithin ins Domleschg verfolgen.

Im Vorderrheintal talaufwärts finden wir diese Moräne nur an einigen wenigen Stellen dem Flussufer entlang entblösst, denn hier liegen auf dieser Moräne die grossen Schuttmassen des Crestaulta, des Put (=Hügel) Danisch, Tschavier, Ars, Ziave und Dagatsch¹⁾, alles Hügel, welche dem Flimserbergsturz angehören.

Wie sich heute dem Vorderrheinufer entlang bis Station Trins nachweisen lässt, hatte der Vorderrhein in diese Moräne einen Cañon eingeschnitten.²⁾ Der Flimserbergsturz, welcher sich als einheitlicher Strom gegen die Bündnerschiefergehänge von Versam ergossen hatte, dort zurückgeprallt und talabwärts geworfen worden war,³⁾ erfüllte diesen Cañon und überdeckte zum Teil die Moränenoberfläche.

Es gelang mir, gegenüber Station Valendas-Sagens, bei der Mündung des Laaxerbaches in den Vorderrhein, diese Moräne, unter dem Bergsturz hervorstechend, wieder aufzufinden.

Die besten Aufschlüsse findet man hier an einem neuen Strässchen von Valendas nach Planezzas und Tuora.

Unterhalb der Vereinigungsstelle von Bonaduz-Rhazüns endlich können wir die Moräne des vereinigten Rheingletschers noch ein Stück weit unter dem Ils Aultshügel, Reichenau gegenüber, verfolgen, dann aber bricht sie mit einem Male gegen den

1) Dagatsch-Eichelhäher.

2) Die 4–5 Kontaktstellen von Bergsturz und Moräne, welche am Ufer des Vorderrheins durch Serpentinaen freigelegt worden sind, zeigen folgendes: Die Bergsturzbreccie ist den alten Moränenborden angelagert. An den Berührungsstellen treten, infolge der Wucht des Sturzes, mechanische Verketnungen auf. Einzelne Moränengerölle sind zwischen die Bergsturzbrocken eingekieilt. Nirgends aber sind Sturztrümmer (hier fast ausschliesslich Malm) gekritzt, geschrammt, oder gar in die Moräne aufgenommen, auch da nicht, wo infolge Unterhöhlung der Moräne Bergsturz unter Moräne zu liegen kommt. Vergl. Alpen im Eiszeitalter, pag. 436.

3) Heim, Jahrbuch des S. A. C., Band XVIII, pag. 297.

Emser Alluvialboden ab und wird völlig von Bergsturzmaterial des Kunkelser Bergsturzes überdeckt.

Talabwärts finden wir die Moräne in derselben Ausbildung ¹⁾ erst wieder an der Bahnlinie vor Chur durch einen Schuttkegel aus Bündnerschiefer gedeckt, in einem Niveau (584 m ü. M.), welches etwa 70 m tiefer liegt als dasjenige der Moräne am Ils Aultshügel. Ein weiteres Vorkommen dieser Moräne talabwärts hat schon Piperoff bei Haldenstein bei 565 m ü. M. kartiert.

Die Toma von Ems ruhen durchschnittlich bei 590 m ü. M. auf dem Emserboden auf und zeigen an ihrer Basis noch nirgends das Auftreten dieser Grundmoräne. ²⁾

Das Fehlen der Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns im Rheintal von Ems und Felsberg kann ein primäres sein. Sicher feststellen können wir nur, dass wenig unterhalb der Vereinigung von Hinter- und Vorderrheingletscher diese Grundmoräne schwächer auftritt oder ganz fehlt. *Möglicherweise liegt der Grund in einem rascheren Fliessen des Gletschers nach Vereinigung der beiden Gletscherarme, was eine Verminderung des Moränenabsatzes oder eine stärkere Auskolkung zur Folge hatte.* ³⁾

Die Bergstürze von Ilanz bis Reichenau und ihr Alter.

Mit dem Zurückweichen des Gletschers, welcher die «Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns» abgelagert hat, brechen links und rechts die Gehänge nieder.

Von Ilanz bis Reichenau lassen sich die Ablagerungen von vier grösseren Bergstürzen unterscheiden.

1. *Der Bergsturz von Flims ist der grösste.* ⁴⁾ Der Grundriss seines Ablagerungsgebietes beträgt ca. 40 km². Sein Volumen berechnet Heim auf 15 km³, Penck auf 11 km³; ich möchte 10 km³ als Maximum dieser Schuttablagerung anführen.

¹⁾ Sandige Facies.

²⁾ Piperoff gibt auf seiner Karte bei Hohenrain vor Altfelsberg das Auftreten von Moräne an. Ich konnte dieselbe nicht wieder finden. Unterhalb Felix Wingert findet sich geschichteter Terrassenkies, welcher ebenfalls als Moräne kartiert ist.

³⁾ Die Annahme einer übertieften Talsohle unterhalb des Zusammenflusses der beiden Rheingletscherarme findet eine Stütze in der schon von Piperoff gezeigten Rückläufigkeit der Terrassen an den Bündnerschiefergehängen bis zur Vereinigungsstelle der beiden Rheine.

⁴⁾ Einer Trennung dieser Ablagerung in zwei Bergstürze, wie sie Rothpletz annimmt, können wir nicht beistimmen.

Es soll hier nur das Alter dieses Bergsturzes und sein Verhältnis zu den übrigen Sturzablagerungen festgestellt werden.

Penck hat gezeigt, dass die Grundmoränenbedeckung im Abrissgebiet des Flimserbergsturzes zum grössten Teil fehlt, während die Nachbargehänge bis über 2000 m Höhe Erraticum aufweisen.

Allerdings findet sich auch auf dem Flimserbergsturz eine Grundmoräne, doch besitzt diese, wie wir noch sehen werden, einen völlig anderen Charakter als die grosse Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns.

Am Abrissgebiet steigt diese leichte Grundmoränendecke nirgends über 1000 bis 1100 m hinauf.

Penck¹⁾ erwähnt im oberen Teil des Flimserbergsturzes Hangendmoränen zwischen Tuora und Con, bei Saluns, sowie namentlich südöstlich Sagens. Die neuen Wege im Flimserwald schliessen diese Grundmoränendecke immer mehr auf. Tarnuzzer erwähnt Erraticum bei Laax (1000 m). Ich fand diese Grundmoräne wieder vor Pintrun in einem kleinen Fetzen. Heim erwähnt sie zwischen Pintrun und Digg. Sie nimmt dort die ganze Fläche «Las Aers»²⁾ ein. Bei Lagizun liegt ein Moränenfetzen (807 m ü. M.) und vor allem bei Trins an der Strasse von Trins nach Mulins bei 874 m. Hier findet sich ein ganzer Moränenwall von 40—60 m Höhe, zum grössten Teil aus grossen und kleinen Malmbrocken bestehend.

Auf der rechten Talseite fand ich diese Moräne auf beiden Seiten der Brücke über das Versamer Tobel, ferner auf der «Bonaduzer Höhe», an den Bots Mulins, am Crestaulta. An der Strasse von Bonaduz nach Versam³⁾ findet man sie vor allem an der ersten Umbiegung der Strasse nach Plaun da Zault, wo mächtige erratische Blöcke liegen und auf dem Bergsturzhang von Fuorns nach Val Sourda. Auch an den Gehängen der Hügel bei Bonaduz, Put Danisch, Put Ziave, Put Dagatsch (an dessen Gehänge die Häuser der Campagna liegen) finden

1) Alpen im Eiszeitalter, pag. 436.

2) Las Aers = die Aecker! auf der Karte steht fälschlich Las Seaz.

3) Zum Schulhausbau von Bonaduz wurden erratische Blöcke aus dem Tuleu und zum Strassenbau von Bonaduz nach Versam Fündlinge aus dem Plaun da Zault verwendet. Die Kleine Brücke bei der Campagna ist aus erratischem Puntaiglasgranit erbaut.

sich zahlreiche erratische Blöcke (Puntaiglasgranitblöcke) und einzelne Moränenfetzen.

2. Der *Bergsturz vom Kunkelspass*. Die Ausläufer des Bergsturzes von Flims werden bei Reichenau wahrscheinlich gedeckt durch den Bergsturz vom Kunkelspass.

Das Areal, das von diesem Bergsturz bedeckt wird, beläuft sich auf ca. 4,5 km². Der Schuttstrom ist ca. 3 km lang, und das Volumen des Bergsturzes beträgt im Maximum 0,4—0,5 km³.

Der Bergsturz, welcher aus der Nische des Kunkelspasses herausbrach, ergoss sich bei sehr flacher Böschung quer über die Talbreite und brandete an den dem Kunkelspass gegenüberliegenden Bündnerschiefergehängen zurück, den Ils Aultshügel¹⁾ auftürmend, der heute Reichenau gegenüber steht. Die streifenweise Anordnung von Verrucano²⁾, Röthidolomit, Dogger und Malm am Ils Aultshügel zeigt schön die Richtung und Art der Bewegung des Sturzes an.

Reichenau ist auf Malmtrümmern dieses Bergsturzes erbaut und liegt in dem alten cañonartigen Rheineinschnitt in die grosse Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns.

Der Sturz verriegelte für eine kurze Zeit das Tal, und der Rhein wurde zu einem kleinen See gestaut. Deltaablagerungen finden sich am Ils Aultshügel. Die Vaschnausterrasse daselbst bildet zum Teil die Oberfläche dieses Deltas.³⁾ Südöstlich Bonaduz, auf der Hochfläche von Bonaduz-Rhazüns, findet sich ein weiterer Aufschluss in einem Delta.

Durch den Rhein wurde das Bergsturzmateriale des Kunkelspasses in zwei Teile getrennt. Die Hügel von Tamins bilden den zurückgebliebenen Teil, der Ils Aultshügel die Stirn dieses Bergsturzes. Beide Teile ruhen auf der grossen Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns auf, welche beim Güterschuppen von Tamins und am Ostende des Ils Aultshügels unter das Bergsturz-

1) Nicht Ils Aultshügel. Aults von Altus. Vergl. Piperoff l. c. pag. 37.

2) Der anstehende Verrucano längs dem Hinterrheinbord ist petrographisch von den Bergsturzböcken aus Verrucano verschieden. Er stellt wahrscheinlich, wie der Verrucano am Lavoytobel einen umgewandelten Quarzporphyr dar. Der Verrucano der Blöcke dagegen ist petrographisch das chloritreiche Scricit-Quarzgestein, welches in den Steinbrüchen bei Tamins gebrochen wird und hier mit ca. 60° S gegen die Talsohle fällt.

3) Das Delta besteht aus von der Oberfläche der grossen Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns abgeschwemmtem Moränensand.

material aus Malmkalk hinuntersticht. Die beiden kleinen Erhebungen beim Schulhaus Tamins waren schon Piperoff als Bergsturzhügel aus Dogger bekannt. Ebenso der Kirchhügel von Tamins. Die losen Malmblocke, die Malmbreccie auf der Westseite des Hügels, wie auch das abweichende, meist Nord-Süd-Streichen der Felsköpfe aus Dogger (Eisensandstein, Magnetitschiefer und Eisenoolith) auf der Südseite, machen es wahrscheinlich, dass auch dieser Hügel aus Bergsturzmateriale (und zwar vorwiegend aus Dogger) aufgebaut ist.

Der Hügel Rascheu, welcher den Girsch, einen kleinen, jetzt ausgelaufenen Bergsturzsee, abgedämmt hatte, scheint einem späteren Nachbruch vom Calanda her anzugehören.

Heim hat gezeigt, dass auch auf diesem Bergsturz Erraticum vorkommt. Am ganzen Gehänge des Ils Aultshügels gegen den Hinterrhein findet man über den Bergsturztrümmern und teils auch über der untern grossen Grundmoräne eine zweite leichte Grundmoränenbedeckung, welche gewöhnlich eine Mächtigkeit von $\frac{1}{2}$ —1 m erreicht. Nur die Nester von Lehm sind, wie am Toma Casté, mächtiger. Diese zweite Moräne findet sich wieder am Ostabhang des Ils Aultshügels und auf den Sturzablagerungen der linken Talseite.

3. Der *Bündnerschiefersturz von Valendas*. Von der rechten Talseite wird die Flimserbreccie überlagert von einem Bündnerschiefersturz bei Valendas. Derselbe besitzt nach Tarnuzzer¹⁾ ein Ablagerungsgebiet von 1,7 km², und der Bergsturz ist sicher jünger als der Flimserbergsturz. Doch finden wir auch auf ihm erratische Blöcke und eine leichte Grundmoränenbedeckung, so dass er mit den Bergstürzen von der linken Talseite zeitlich zusammenfällt.

4. Der *Bündnerschiefersturz westlich von Bonaduz*. Als letzter ebenfalls rechtsseitiger Bergsturz reiht sich den vorangegangenen der Bündnerschiefersturz bei der Weihermühle westlich Bonaduz an.²⁾ Derselbe besitzt ein Ablagerungsgebiet von ca. 1,3—1,4 km².

Die Schichten fallen bergewärts. Die Neigung des Ablagerungsgebietes beträgt 20—25°.

1) Ein diluvialer Bergsturz der Bündnerschieferzone auf der Flimserbreccie von Valendas. Jahresb. d. naturf. Ges. Graubünden, 1900/01.

2) Dieser Bergsturz ist noch nirgends beschrieben worden.

Die Gehänge der anstehenden Bündnerschiefer haben ein Gefälle von durchschnittlich 35° .

Leider konnte das Verhältnis dieses Bergsturzes zum Flimserbergsturz nicht absolut sicher festgestellt werden; doch ist auch dieser Bergsturz wahrscheinlich jünger als der Flimserbergsturz. Die Bündnerschiefer sind hier sandige, tonreiche, schiefrige bis blätterige Kalkschiefer von zahlreichen sekretionären Quarzgängen und Quarzlinsen durchzogen.

Oft findet man im Rutschgebiet sekundäre kleinere Verwutschungen, die wohl meistens von der Durchnässung des Bodens nach der Schneeschmelze herrühren. Das Ablagerungsgebiet ist wie das Abrissgebiet zu einem grossen Teil bewaldet, doch liegt im oberen Teil des Schuttgebietes die kleine Alp Saluns frei. Der Wald besteht hier, auf dem schwerdurchlässigen Boden, aus Rot- und Weisstannen, in deutlichem Gegensatz zu den mit Föhren bewachsenen, leichtdurchlässigen, trockenen Malmbergsturzhügeln des Flimserbergsturzes.

Die zirkusartige Abrissnische erhebt sich gleich hinter dem Ablagerungsgebiet und besitzt einen Steilabsturz von 200—300 m.

Auf der westlichen Seite geht das Schlipfgebiet allmählich in die natürlichen Gehänge der Bündnerschiefer über.

Auch dieser kleine Bergsturz ist von einer leichten Grundmoränendecke überzogen, die besonders an den Wegrändern schön aufgeschlossen und oft bis 1 m mächtig ist. Die Grundmoräne erreicht die Höhe von Saluns bei 934 m.

Alle diese vier Bergstürze, von denen wahrscheinlich der Bergsturz von Flims der älteste ist, sind jünger als die grosse Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns, aber alle werden überkleistert von einer leichten, meist humusreichen Grundmoränendecke.

Die Terrassenreste an den Toma von Ems und die Entstehung des Emser Alluvialbodens.

Heim hat gezeigt, dass der Bergsturz von Flims den Vorderrhein zum See von Ilanz gestaut hat. Der Glenner hat in diesem See ein prachtvolles Delta abgelagert. Durch das allmähliche Einsägen des Vorderrheins in diesem Bergsturziiegel entstanden in den talabwärts gelegenen Bergsturz- und Moränenschuttmassen Terrassen, die uns heute die verschiedenen Höhenlagen des Rheindurchbruches und das allmähliche Entleeren des Ilanzersees anzeigen.

Diese Terrassen, die sich durch ihr steiles Gefälle auszeichnen, sind talaufwärts Erosionsterrassen, talabwärts Akkumulationsterrassen.

Ein System von drei ineinander geschachtelten Terrassen lässt sich von Ilanz bis Reichenau nachweisen. Die oberste dieser drei Terrassen hat durchschnittlich das grösste Gefälle. Wir finden einen Rest dieser Terrasse bei Versam in 828 m ü. M.; die Fläche La Ransun 788 m ü. M. (bei Trins) gehört dieser Terrasse an, dann die ganze Fläche von Bonaduz-Rhazüns bis nach Plaun da Zault mit einem Gefälle von 2,45%, die Fläche Dabi (von Tabellum) bei Trins und endlich die Erosionsterrasse, auf welcher das Dorf Tamins steht.

Am IIs Aultshügel setzt sich die Terrasse von Bonaduz-Rhazüns in der Fläche Plaun dil Boign und in der Deltaoberfläche von Vaschnaus fort.

Verlängern wir nun diese Terrassenoberfläche mit einem Gefälle von 2,29% talabwärts fort, so erreichen wir bei Ems die Terrassenreste der Toma Platta, Marchesa und Gilli in einer Höhe von ca. 610 m.

Das vom Fluss mitgerissene Material akkumulierte das Tal unterhalb Ems.¹⁾ Die Terrassenreste an den Toma gehören also einer (und zwar wahrscheinlich der obersten) Erosionsterrasse an, welche vom Vorderrhein, nach seiner Stauung zum Ilanzersee, in die Schuttablagerungen eingeschnitten worden ist.

Diese oberste Erosionsterrasse in Bergsturz- und Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns wird von den Resten einer zweiten und dritten Terrasse begleitet, und zwar so, dass im oberen Talstück die Terrassenreste in einem Vertikalabstand von 20 bis 50 m übereinander folgen, bei Reichenau aber immer mehr und mehr zusammentreten.

Talabwärts finden wir Reste der zweiten Terrasse bei Planezzas (l) 830 m ü. M.²⁾, Tuora (l) 826 m ü. M., Ransun (l) 760 m ü. M., Las Aers (l) 740 m ü. M., Dabi (l) 665 m ü. M., Tamins (l) 625 m ü. M., Campagna (r) 646 m ü. M., IIs Aults (r) 627 m ü. M. Verlängern wir diese Terrasse gegen Ems, so erhalten wir eine Ebene, welche schon den Emser Alluvialboden erreicht.

¹⁾ Wir können Reste dieser Terrasse auch dem Hinterrheinufer entlang im Domleschg finden. Es handelt sich hier wahrscheinlich um eine Stauwirkung des Bergsturzes vom Kunkelspass.

²⁾ l = linkes Rheinufer, r = rechtes Rheinufer.

Reste der dritten Terrasse endlich finden sich teils als Erosionsterrassen, teils als Akkumulationsterrassen bei Las Foppas (l) 797 m ü. M., La Ransun (l) 740 m ü. M., Dabi (l) 650 m ü. M., Tamins-Reichenau (l) 615 m ü. M., Campagna (r) 622 m ü. M., Zollbrückenboden (r) 608 m ü. M., auf welchem heute der Bahnhof Reichenau steht. Der Fluss, der diese Terrasse einschneidet, vollendete die Akkumulation des Emserbodens.

Gehen wir dem Rheineinschnitt in dem Emser Alluvialboden entlang, so sehen wir nichts als verschwemmtes Bergsturzmaterial. Selten ist ein anderes Gestein als Malm zu finden. Je nach der Wassermenge, welche der akkumulierende Fluss hier führte, wechsellagern grobe, grossblockige und feine, sandige Schichten.

Alle Reste dieser drei Terrassen weisen Erraticum auf, teils grosse Blöcke, teils kleine verschwemmte Geschiebe.

Wichtig ist zur Altersbestimmung der Terrassen das Vorkommen der erratischen Blöcke bei den Häusern der Campagna am Abhang des Put Dagatsch. Es sind vorherrschend schöne Puntaiglasgranitblöcke, die schon von Heim erwähnt worden sind. Die Häuser liegen zum Teil auf der Höhe der zweiten Erosionsterrasse, zum Teil darunter. Erratische Blöcke findet man bis zum Niveau der dritten Terrasse, aber immer auf Bergsturzschutt. Der Gletscher hat also die Tiefe der dritten Terrasse erreicht, und die Blöcke, die auf dieser abgelagert worden sind, sind nicht nachträglich auf diese Terrasse heruntergefallen.

Dass man heute auf den Terrassen bei der Campagna nicht mehr viel erratische Blöcke findet, darf uns nicht verwundern. Bei der Anlage von Aeckern sind die erratischen Blöcke wegtransportiert und die Terrassen ausgeebnet worden. Die Aufrisse besonders der dritten Terrasse gegen den Vorderrhein zeigen mächtiges Blockmaterial von verschwemmten Bergsturz- und Moränenblöcken.

Das Studium der Umgegend des Put Dagatsch ergab für mich folgendes Resultat:

Mit dem Einschneiden des Flusses in die Bergsturz- und Moränenablagerungen muss das nochmalige Vorrücken des Vorderrheingletschers parallel gegangen sein. Der Gletscher überdeckte die ganzen Schuttmassen, und bei seinem Zurückschmelzen wurde von den Schmelzwässern Bergsturz- und Moränenmaterial

gemischt und die Terrassen und Schmelzwasserfurchen so herausmodelliert, wie wir sie heute auffinden.

Möglicherweise beschleunigte auch der vorrückende Vorder- rheingletscher die Entleerung des Ilanzersees.

Die Moränenbedeckung des Flimserbergsturzes, wie vor allem der Kontakt von Bergsturzsutt und Grundmoräne von Bonaduz-Rhözüns, widersprechen der Ansicht von Penck, der Flimserbergsturz sei auf den vorrückenden Gletscher gefallen. Die Put Danisch, Tschavier, Ziave, Ars und Dagatsch sind durch fluviale Erosion bei der Bildung der Terrassen und nicht durch Transport auf dem Gletscherrücken von den Hauptbergsturzmassen abgetrennt worden.

Den Ufern des vereinigten Rheines und dem Hinter- und Vorderrheine entlang finden wir endlich noch Reste einer vierten Akkumulations- und Erosionsterrasse, welche sich nur wenige Meter über den jetzigen Ufern des Rheines erheben, und welche kein Erraticum tragen. Es sind junge postglaciale Gebilde. Diese Terrassenreste, welche meist den Namen «Isla» führen, sind im Jahre 1868¹⁾ dem Hinterrhein entlang von Nollaschlamm völlig überflutet worden und werden seither zu fruchtbaren Obstgärten verwendet.

Die Grundmoränendecke der Toma und ihr Alter.

Zwei Gründe sind zwingend, die Grundmoräne, welche die Schuttablagerungen überkleistert, von der grossen Grundmoräne von Bonaduz-Rhözüns abzutrennen:

1. die facielle Verschiedenheit und
2. die beschränkte Ausbreitung dieser Grundmoräne auf den Bergsturzhaufen im oberen Talstück und an den Abbruchnischen im untern Talstück.

1. Die grosse Grundmoräne von Bonaduz-Rhözüns ist gleichmässig zusammengesetzt aus allen Gesteinsarten des ganzen Einzugsgebietes der Rheingletscher. Die Gerölle sind in Sand eingebettet, welcher meist aus Quarz oder doch Silicatgesteinstrümmern besteht. Der Lehm ist selten in dieser Grundmoräne und tritt fast nur an ihrer Basis auf. Die Grösse der Geschiebestücke ist an Ort und Stelle stets gleichartig, d. h. es treten nirgends bis

¹⁾ Vergl. F. von Salis. Jahrbuch des S. A. C., 1869.

kopfgrosse Blöcke mitten in der kiesigen Grundmoräne auf. Nirgends findet man nur wenig gerundete geschrammte Malmbrocken.

Die Grundmoräne des Gletschers dagegen, der über den erst frisch niedergebrochenen Bergsturz schreitet, ist stark von diesem beeinflusst. Die Blöcke und Gesteinstrümmer liegen ja zum Teil ganz lose umher, und im Darüberfliessen nimmt das Eis solche lose Trümmer in seine Moräne auf. Die Gesteinsbrocken erhalten durch Reibung Schrammen. Malmbrocken werden besonders leicht gekritzelt. Es gibt Teile in der Moräne über dem Bergsturz, die ausschliesslich aus gekritztem Malmmaterial bestehen (vergl. Photographie). Die Malmstücke zeigen aber noch wenig Rundung; nur die grössten Kanten sind abgestumpft.

Die leichte Grundmoränenbedeckung auf den Schuttablagerungen hat gewöhnlich nur eine geringe Mächtigkeit von $\frac{1}{2}$ m. In einzelnen lokalen Vertiefungen kann sie mächtiger werden. In dieser Grundmoräne liegen gröbere und feinere Gesteinstrümmer durcheinander. Es gibt keine Sortierung der Trümmer ihrer Grösse nach. Freilich kommen auch hier Gesteine aus dem ganzen Einzugsgebiet der verschiedenen Gletscherarme vor; aber nirgends fand ich einen Moränenkomplex, in welchem die noch wenig gerundeten, gekritzten Malmtrümmer gefehlt hätten.

Nirgends, weder auf den Bergstürzen noch auf den Toma, findet man grössere sandige Partien, wie sie für die Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns charakteristisch sind; dagegen kann oft der Lehm in grösseren Partien vorherrschen. Er findet sich z. B. auf dem Ils Aultshügel in derselben Ausbildung wie am Toma Casté in Ems und am Rischbühl bei Chur.

Zu erwähnen ist noch, dass grosse, mehrere m³ umfassende Malmbergsturzböcke sowohl auf dem Bergsturz wie auf den Toma eine schöne Rundung erfahren haben und vom Gletscher an Ort und Stelle liegen gelassen worden sind! Einzelne grosse erratische Blöcke, besonders Puntaiglasgranitblöcke, findet man über sämtlichen Bergstürzen und Toma verstreut.

Die Moräne findet sich in derselben Ausbildung auf den Bergsturzablagerungen von Ilanz-Reichenau wie auf den Toma.

Die Gerölle der Moräne, welche wir eben besprochen haben, stammen aus dem Gebiete des Vorderrheingletschers. Gesteine aus dem Hinterrheingebiet sind äusserst selten und könnten wohl auch aus der grossen Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns mit-

genommen worden sein. Die Frage, ob auch zu dieser Zeit der Hinterrheingletscher sich mit dem Vorderrheingletscher vereinigte, ist noch ungelöst.

2. Was die Verbreitung dieser Moräne anbelangt, so haben wir ihr Vorkommen auf dem Flimserbergsturz eingehend erwähnt. Hervorzuheben ist, mit Penck, das Fehlen dieser Moräne um Flims und die schöne Erhaltung der Seen im Flimserbergsturz. Tarnuzzer erwähnt diese Moräne auf dem Bündnerschieferschlipf von Valendas und hebt hervor, dass neben den Gesteinen aus dem Bündner Oberland, aus Disentis, Medels und dem Val Puntaiglas, der Malmkalk in kantigen, eckigen Blöcken und Geschieben zahlreich vorkomme. Die Moräne überschreitet bei Flims auf den Talseiten nicht die Höhe von 1000—1100 m. Die Breite des Gletschers muss hier ca. 3—4 km betragen haben.

Wir haben diese Moräne talabwärts auf allen vier Bergstürzen bis Reichenau wiedergefunden, und wir finden sie an den Toma von Ems und auf dem Emser Alluvialboden. Der Lehm am Fusse des Toma Casté ist hier vor allem hervorzuheben. Talabwärts treffen wir diese Grundmoräne wieder an den Toma von Felsberg und Chur, wo die Moräne nur noch die geringe Mächtigkeit von 30 cm erreicht.

Herr Dr. P. Arbenz (Zürich) hatte die Freundlichkeit, mich darauf aufmerksam zu machen, dass an der Abbruchnische des Bergsturzes von Ems grad oberhalb Altfelsberg diese Moräne in Form von gekritzten Malmgeschieben noch einmal auftritt. Die Meereshöhe dieser Moräne beträgt hier ca. 700—720 m. Die Breite des Gletschers muss also hier ca. 2—3 km betragen haben. Das Eis hatte in der Talsohle eine Dicke von ca. 100—150 m.

Die Moräne, welche die Bergsturzablagerungen überzieht, ist von einem Gletscher abgelagert worden, welcher also sicher die Gegend von Chur erreichte. Es handelt sich hier, wie Penck gezeigt hat, um ein Gletscherstadium, dessen beschränkte Ausdehnung wir annähernd bestimmen können, und welches wir vorderhand das Stadium von Chur nennen wollen.

Penck stellt dieses Stadium dem Gschnitzstadium gleich.

Die grosse Grundmoräne von Bonaduz-Rhazüns ist ihrem einheitlichen Aufbau wegen nur einer ununterbrochenen Gletscherzeit zuzuschreiben. Sollte die Annahme von Penck richtig sein, so müsste diese Moräne dem Bühlstadium des Rheingletschers oder, falls wir das Churer Rheintal in der Interstadial-

zeit zwischen Würmeiszeit und Bühlstadium als nicht eisfrei annehmen, der Würm-Bühl-Eiszeit angehören.

Chronologische Uebersicht.

Die Reihenfolge der Ereignisse im Rheintal stelle ich mir nach meinen Untersuchungen wie folgt vor:

1. Ablagerung der grossen Grundmoräne von Bonaduz-Rhätzüns. Subglaciales Einschneiden von cañonartigen Rinnen in diese Moräne, welche vermutlich breiter waren als das heutige Vorderrheintal im Bergsturz von Flims.
2. Zurückweichen der Vorder- und Hinterrheingletscher. Niederstürzen der vier Bergstürze von Ilanz bis Reichenau, des Bergsturzes von Ems und der Bergstürze von Felsberg (?) und Chur. Beginn der Bildung von Schuttkegeln aus der Bündnerschieferzone.
3. Stauung der Vorderrheine zum See von Ilanz, des Flembaches zum See bei Mulins (Trinsermühle), des Hinterrheines zum kleinen See bei Reichenau. Einschneiden des Vorder- und Hinterrheines in die Bergsturz- und Moränenmassen. Entleerung der Stauseen. Vorrücken des Vorderrheingletschers. Mit dem Einschneiden des Flusses, Isolierung der Toma, dann Akkumulation des Emserbodens. Letztes Vordringen des Gletschers sicher bis Chur und Ablagerung einer leichten Grundmoränendecke über die Schuttmassen.

Ueberstreuen der ganzen Gegend mit erratischen Blöcken. Rückzug des Stadialgletschers. Herausmodellieren des Emserbodens und der Terrassen in den Schuttmassen zu ihrer heutigen Form.

4. Postglaciales Einschneiden der beiden Rheine bis zur Herstellung des Gefällsausgleiches. Bildung der IV. (Isola-)Terrasse. Trockenlegung der Ebene von Ems durch Einschneiden des Flusses in diesen Alluvionboden. Fortsetzung der Ablagerung von Schuttkegeln. Bildung von Erdpyramiden und von rezenten, kleineren Bergstürzen, z. B. bei Felsberg.



Kartenskizze der Moränen- und Bergsturzablagerungen im Rheintal von Chur bis Flims.

Masstab 1 : 50,000.

