

**NAZARIO PAVONI<sup>1)</sup>: Über die Entstehung der Kiesmassen im Bergsturzgebiet von Bonaduz-Reichenau (Graubünden) mit 3 Textfiguren**

**ZUSAMMENFASSUNG**

Geologische Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Kiesmassen im Gebiet Rhäzüns–Bonaduz–Reichenau als wasserreicher Gesteinsbrei bewegt und abgelagert wurden. Es wird die Hypothese aufgestellt, dass dieser Gesteinsbrei verflüssigte, junge Talfüllung des Rheintales darstellt. Beim Abgleiten der Säsaig-Bergsturzmasse ( $> 1,5 \text{ km}^3$ , vergl. Fig. 3) wäre die vor dem Bergsturz gelegene Talfüllung durch die Sturzmasse verdrängt und zu Brei verflüssigt worden. Oberhalb Ils Aults wäre der Gesteinsbrei aufgestaut worden und talaufwärts mitsamt früheren Bergsturzelikten ins Domleschg abgeflossen.

**I. Einleitung**

Geologische Rekognoszierungen im Zusammenhang mit der Durchführung geophysikalischer Untersuchungen durch das Institut für Geophysik der ETH (E. SCHELLER, 1968) im Domleschg und im Vorderrheintal in den Jahren 1965–1967 gaben dem

---

<sup>1)</sup> Institut für Geophysik der Eidg. Techn. Hochschule, ETH Aussenstation Höggerberg, 8049 Zürich.

Verfasser Gelegenheit zu einigen Beobachtungen an den sogenannten Stauschottern im Gebiet von Bonaduz–Reichenau, welche hiermit kurz dargelegt und zur Diskussion gestellt seien.

Die nachfolgenden Betrachtungen stützen sich vor allem auf Beobachtungen an Aufschlüssen am linken Ufer des Hinterrheins vom Prallhang unterhalb des Schlosses Rhäzüns bis Plazzas, an der Strasse von Bonaduz nach Reichenau, in der grossen Kiesgrube ob der Station Reichenau-Tamins, am steilen Gehänge der Ils Aults gegen den Hinterrhein sowie auf einige Aufschlüsse gleichartiger Ablagerungen im Domleschg. Die Kiesmassen im Gebiet Rhäzüns–Bonaduz–Reichenau sind im Zusammenhang mit der Bergsturzlandschaft von Ils Aults schon verschiedentlich beschrieben und genetisch gedeutet worden. Es sei an dieser Stelle auf die Publikationen von W. NABHOLZ (1954, 1967) und T. REMENYIK (1959) hingewiesen, in welchen Arbeiten auch ausführliche Literaturangaben enthalten sind. Die Kiesmassen werden von diesen Autoren sowie auch von H. JÄCKLI (1967) als Ablagerungen in einem durch Bergsturz gestauten See betrachtet, daher die Bezeichnung Stauschotter.

## II. Geologische Beobachtungen an den Kiesmassen im Gebiet Bonaduz–Reichenau

Die Beobachtungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Das Material ist gut durchmengt. Es besteht aus Kies, Sand und Silt. Die Ablagerungen bilden im Anschnitt 10–20 m hohe, steile, gleichmässige Wände, zum Teil Säulen.
2. Die festen Komponenten zeigen eine einheitliche maximale Korngrösse. Von Aufschluss zu Aufschluss ist die maximale Korngrösse verschieden und variiert von Grobkies bis Grobsand. In der grossen Kiesgrube ob der Station Reichenau-Tamins kann auf eine Horizontalstrecke von 60 Metern eine allmähliche Abnahme der maximalen Korngrösse von NE gegen SW festgestellt werden. Ebenso ist an der zirka 15 Meter hohen Westwand dieser Grube eine allmähliche Abnahme der maximalen Korngrösse von unten nach oben zu beobachten. Auffällig grosse Komponenten aus festem Gestein in der Art von Findlingen fehlen.
3. Das Material ist sehr porös.
4. Das Material ist in charakteristischer Weise von steilstehenden Partien (Röhren) durchsetzt, wo zwischen den Kieskomponenten das feinere Material, Sand und Silt, fehlt. Es handelt sich offenbar um ausgewaschene Partien. Man erhält den Eindruck, als ob stark wasserhaltiges Material in noch unverfestigtem Zustand sich entlang diesen «Sickerröhren» entwässert hätte.
5. Die grossen Komponenten sind von feinerem Material meist vollständig umgeben, sie «schwimmen» im feineren Material.
6. Der Rundungsgrad der Kieskomponenten variiert stark. Eckige Komponenten finden sich neben gut gerundeten Geröllen.
7. Die Komponenten zeigen öfter deutliche Kritz- und Schlagspuren.
8. Schichtung fehlt praktisch vollständig.



Fig. 1. Vertikalstehende Sandzone im Bonaduzer Kies. Von der linken Seite herkommend wird das Kiesmaterial gegen die zentrale feinsandige Partie der Sandzone hin immer feinkörniger. Eine gewisse Einregelung der Kieskomponenten ist zu erkennen. Die Kieskomponenten «schwimmen» in der porösen, sandig-siltigen Grundmasse. Abstand der Kerben auf dem Hammerstiel 5 cm. Kiesgrube nördlich Bonaduz an der Strasse Bonaduz–Reichenau.

9. Bemerkenswert und charakteristisch sind vertikalstehende, 5–10 cm breite und mehrere Meter hohe, bandartige Sandzonen, in welchen die gröberen Komponenten fehlen und feineres Material angereichert ist (Fig. 1). In der Kiesgrube N Bonaduz an der Strasse Bonaduz–Reichenau konnte in der Mitte eines solchen Sandstreifens eine feine, ebene Fuge beobachtet werden. Fuge und Sandstreifen stehen offenbar in Zusammenhang miteinander. Man erhält den Eindruck, als ob diese Sandstreifen, die sich nach hinten räumlich in die Kiesmasse hinein fortsetzen, Zonen markieren, entlang welchen im noch wasserreichen, unverfestigten Zustand grössere Pakete der Kiesmasse relativ zueinander verschoben wurden.

10. Eine gewisse Einregelung der Komponenten ist oft vorhanden.

11. In der Kiesgrube ob der Station Reichenau-Tamins kann eine intensive allgemeine Durchbewegung des Kiesmaterials beobachtet werden. Pakete von hellgrauem Kies erscheinen eingewickelt in mehr gelblichgrauem, siltreichem Kiesmaterial.

12. Dezimeter- bis metergrosse Schollen oder Fetzen von geschichteten Silten, Seebodenlehm und weissen Mehlsanden sind im Kiesmaterial eingeschlossen (Fig. 2). Diese Siltfetzen liegen kreuz und quer im Kiesmaterial. Sie sind unverfestigt, leicht zerreiblich und sind offenbar auch in unverfestigtem Zustand eingelagert worden. Sie sind ohne Zweifel quartären, wenn nicht sogar holozänen Alters. In der Westwand



Fig. 2. Stück eines gutgeschichteten, leicht zerreiblichen, quartären Sand-Siltes, eingeschlossen in feinkörnigem massigem Kies. Die Kieskomponenten «schwimmen» in einer sandig-siltigen Grundmasse. Abstand der Kerben auf dem Hammerstiel 5 cm. Kiesgrube ob der Station Reichenau-Tamins.

der Kiesgrube ob der Station Reichenau-Tamins konnten diese eingelagerten Siltfetzen zu Dutzenden beobachtet werden.

### III. Über die Genese der Kiesmassen im Gebiet Bonaduz-Reichenau

Anhand der oben geschilderten Beobachtungen ergeben sich einige Aussagen und neue Gesichtspunkte über die Bedingungen, unter denen die Kiesmassen im Gebiet Bonaduz-Reichenau abgelagert wurden. Handelt es sich um Ablagerungen in einem See (Stauschotter), sind es fluviatile Bildungen (Schotter), sind es Grundmoränen? Nach der Auffassung des Schreibenden haben wir es möglicherweise mit einer Ablagerung zu tun, die als wasserreicher Gesteinsbrei bewegt wurde. Zur Abklärung dieser Frage seien die oben beschriebenen Merkmale in der folgenden Tabelle nochmals aufgeführt und nach ihrem Aussagewert über die Ablagerungsbedingungen beurteilt. Ein Pluszeichen bedeutet, dass das betreffende Merkmal für die betreffende Bildung zutrifft, ein Minuszeichen, dass es nicht zutrifft, ein Fragezeichen, dass das betreffende Merkmal für die betreffende Bildung von fraglichem oder unbekanntem Aussagewert ist.

Aus der Gegenüberstellung der Kriterien geht meiner Meinung nach deutlich hervor, dass die Bonaduzer Kiese als wasserreicher Gesteinsbrei bewegt und abgelagert wurden.

Tabelle I

Merkmal	Limnische Bildung	Fluviatile Bildung	Grund- moräne	Wasserreicher Gesteinsbrei
Punkt 1: Gute Durchmischung	?	?	+	+
Punkt 2: Gleichmässige Verteilung der maximalen Korngrösse	?	?	?	+
Punkt 3: Grosse Porosität	+	+	—	+
Punkt 4: «Sickerröhren»	?	—	—	+
Punkt 5: Einlagerung der Kies- komponenten	+?	?	+	+
Punkt 6: Rundungsgrad	+	+	+	+
Punkt 7: a) Schlagspuren	?	+	?	+
b) Kritze	—	—	+	+
Punkt 8: Fehlende Schichtung	—	—	+	+
Punkt 9: Vertikale Sandzonen	?—	—	—	+
Punkt 10: Einregelung	+	+	+?	+
Punkt 11: Intensive Durchbewegung	—	—	+	+
Punkt 12: Fetzenartige Einschlüsse von unverfestigten Silten und Sanden	—	—	+?	+

+ : trifft zu; ? : fraglich; — : trifft nicht zu

#### IV. Gesteinsbrei und Bergsturzphänomen

Vergesellschaftet mit den Bonaduzer Kiesmassen finden sich im Rheintal die grossen Bergsturmassen von Ils Aults, die Vorkommen von helvetischem Material am Hügel von Plazzas, Sogn Gieri, Schloss Rhäzüns u.a., im Domleschg die Vorkommen bei Undrau (Nundraus), der Hügel Pardisla bei Unter Realta und das Vorkommen Tomba bei Rodels. Letztere Vorkommen liegen 11 km und 13 km von ihrer mutmasslichen Abrissnische am Kunkelspass entfernt. An der Bergsturnatur dieser helvetischen Relikte ist nicht zu zweifeln.

Einiges Kopfzerbrechen verursacht die Frage, wie es tatsächlich möglich war, dass diese Relikte als 50–100 Meter mächtige Pakete durch die Talenge bei Rothenbrunnen bis ins Domleschg hinein verfrachtet werden konnten, zum Teil ohne ihren inneren, schichtmässigen Zusammenhang völlig zu verlieren. Zur Erklärung dieser Tatsache könnte die Deutung der Bonaduzer Kiesmassen als Gesteinsbreisediment neue Möglichkeiten aufzeigen. Eingebettet im Gesteinsbrei hätten die helvetischen Schichtpakete einen viel grösseren Auftrieb und Zusammenhalt erfahren als im Falle eines gewöhnlichen Bergsturzes. Ein Transport dieser helvetischen Bergsturzelikte im fliessenden Gesteinsbrei vermöchte daher ohne Zweifel die Erhaltung grosser, in sich zusammenhängender Gesteinspakete besser zu erklären als ein gewöhnlicher Bergsturz. Von Murgängen und Mudflows ist bekannt, dass der Gesteinsbrei selbst bei sehr geringen Gefällsverhältnissen kilometerweit zu fliessen vermag und dabei grosse Gesteinsblöcke mittransportiert werden.

Ausgehend von den unter Abschnitt II gemachten Beobachtungen und den daran geknüpften Betrachtungen ergäbe sich im Sinne einer Arbeitshypothese folgender



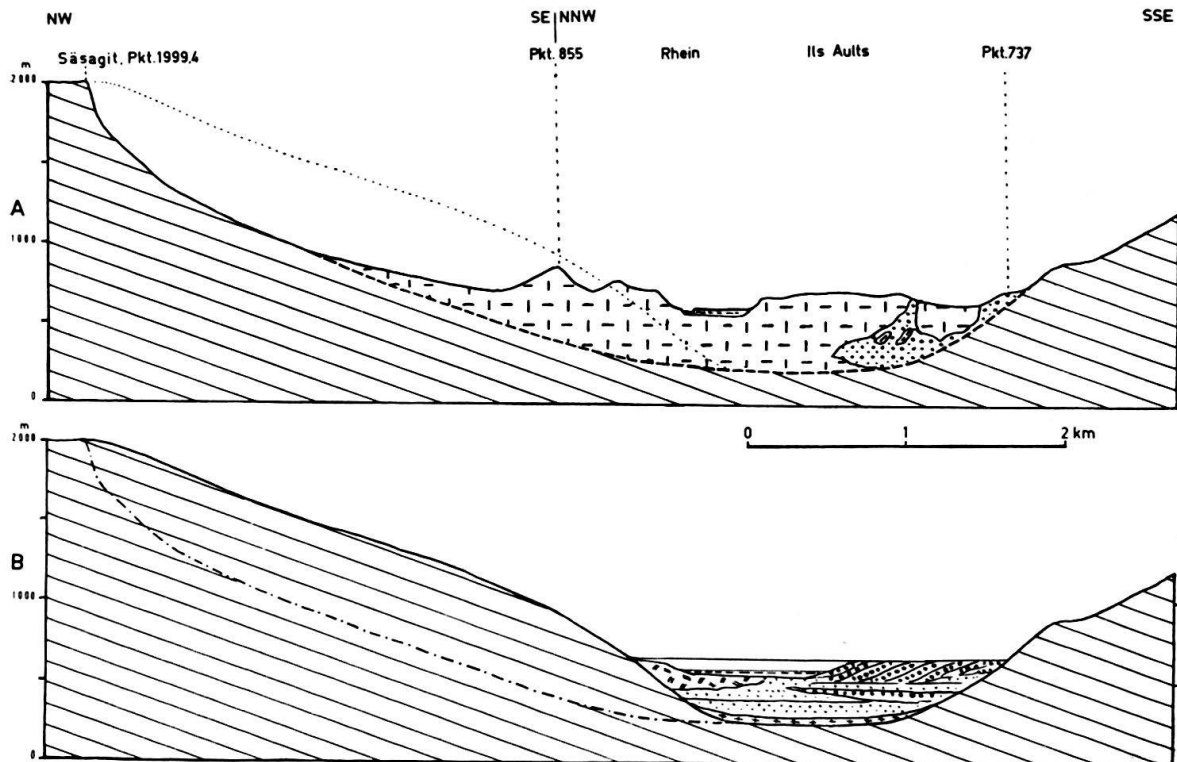


Fig. 3. Zwei Querprofile durch das Rheintal bei Tamins vor (B) und nach (A) dem Bergsturz aus dem Gebiet westlich des Kunkelspasses (Säsgit). Die Gleitbahn des Bergsturzes (strichpunktuierte Linie in Profil B) greift tief unter die Oberfläche der Talfüllung. Beim Abgleiten der Sturzmasse wird die Talfüllung durch die Bergsturmzone seitlich weggeschoben, grossenteils verdrängt und ausgepresst (Profil A). Schief schraffiert: anstehender Fels. Mit der Schraffur ist zugleich die Schichtneigung angedeutet. Die Talfüllung in Profil B besteht aus Wasser, Seebodenlehm, Silten, Sanden, Schottern, Moränen und Bergsturmzone. In Profil A wurde die dünne Moränendecke auf dem Bergsturmzone weggelassen. Talfüllung und Bergsturmzone sind in beiden Profilen schematisch dargestellt.

Ablauf der Ereignisse nach dem Rückzug des würmeiszeitlichen Rheingletschers im Gebiet Bonaduz-Reichenau (vgl. Fig. 3):

1. Füllung des Rheintales mit jungen unverfestigten Ablagerungen (Seebodenlehm, Sand, Silt, Schotter).
2. Bergsturz aus dem Gebiet östlich des Kunkelspasses und Ablagerung des Bergsturmzone auf dieser Talfüllung. Gleitfläche des Bergsturzes über oder auf gleicher Höhe wie die Oberkante der Talfüllung austreichend.
3. Grosser Bergsturz aus dem Gebiet westlich des Kunkelspasses (Säsgit). Die Gleitbahn dieses Sturzes greift tief unter das Niveau der Talfüllung (vgl. Profil B, Fig. 3)<sup>2)</sup>. Die Gesteinsmasse dieses Sturzes fährt seitlich in und unter die junge Talfüllung. Dadurch wird die vor der Sturzfront gelegene Talfüllung (vergleichbar dem Schnee vor der Schneeschaufel) vollständig ausgepresst, zerfetzt, zum Gesteinsbrei

<sup>2)</sup> Nach den seismischen Untersuchungen durch E. SCHELLER (1968) reicht die Quartärfüllung im Gebiet von Bonaduz mehr als 300 m unter das Niveau des Rheines, so dass auch im vorliegenden Profil mit einer entsprechenden Quartärmächtigkeit gerechnet werden darf.

verflüssigt und momentan rund 200 Meter angehoben. Der Gesteinsbrei beginnt beidseits der Sturzmasse abzufließen. Ein Teil fliesst rheintalabwärts ab, von der Sturzmasse die heutigen Toma bei Ems mitreisend, der andere Teil wird durch die Sturzmasse bei Ils Aults aufgestaut und fliesst talaufwärts ab, vor allem in Richtung Domleschg, die Relikte des früheren Bergsturzes (2) mit sich tragend.

4. Der Gesteinsbrei füllt das Gebiet von Bonaduz–Reichenau und auch das Domleschg bis auf Kote 670–680 m. Zugleich bilden sich stehende Gewässer, und die Flüsse beginnen, zunächst stark mäandrierend, sehr rasch mit dem Abtrag des Gesteinsbreies.

Offenbar erfolgte dann nochmals ein kurzer Gletschervorstoss und anschliessend die Eintiefung der Flüsse bis zur heutigen Durchtalung.

Zur Unterstützung der hier nur skizzenhaft geschilderten Zusammenhänge sei zum Schlusse eine Abschätzung der beteiligten Gesteinsvolumina durchgeführt: Das Gesteinsvolumen des Säasagit-Bergsturzes beträgt gute  $1,5 \text{ km}^3$ . Wenn wir annehmen, dass die frühere Talfüllung ungefähr das heutige Rheinniveau erreichte, so dürften von der verdrängten Talfüllung zirka  $0,7 \text{ km}^3$  talaufwärts gestaut und in Richtung Domleschg abgeflossen sein. Der Gesteinsbrei wäre etwa 70 m hoch aufgestaut worden, die überflutete Fläche würde rund  $12,5 \text{ km}^2$  betragen, was für den Gesteinsbrei ein Volumen von  $0,875 \text{ km}^3$ , somit angesichts der Unsicherheit der Schätzung ein den  $0,7 \text{ km}^3$  durchaus vergleichbares Volumen ergäbe.

#### ZITIERTE LITERATUR:

- JÄCKLI, H. (1967): *Exkursion Nr. 39, Teilstrecke I: Reichenau–Domleschg–Thusis–Via Mala–Zillis*. Geol. Führer d. Schweiz, Heft 8, 786–789, Basel.
- NABHOLZ, W.K. (1954): *Neue Beobachtungen im Bergsturzgebiet südlich Reichenau–Tamins (Graubünden)*. Verh. Naturf. Ges. Basel 65/1, 67–81, Basel 1954.
- (1967): *Exkursion Nr. 38, Teilstrecke Chur–Reichenau*. Geol. Führer d. Schweiz, Heft 8, 744–750, Basel.
- REMENYIK, T. (1959): *Geologische Untersuchung der Bergsturzlandschaft zwischen Chur und Rodels (Graubünden)*. Eclogae geol. Helv. 52/1, 177–235.
- SCHELLER, E. (1968): *Geophysikalische Untersuchungen im Domleschg*. Vortrag in der Geologischen Gesellschaft in Zürich, gehalten am 5. Februar 1968. Diss. E.T.H. (in Vorbereitung).