

## Weitere Erkenntnisse und weitere Fragen zum Flimser Bergsturz Andreas von Poschinger<sup>1</sup>

**Stichworte:** Graubünden, Flims, Ilanz, Bonaduz, Bergsturz

### Zusammenfassung

Es werden die in den letzten 10 Jahren gewonnenen Erkenntnisse zum Flimser Bergsturz zusammengefaßt. Die ursprünglich vom Autor noch mit einem Fragezeichen versehene zeitliche Einordnung in das Boreal hat sich inzwischen weitgehend bestätigt. Zum Sturzereignis selbst liegen nur wenige neue Erkenntnisse vor, doch kann inzwischen eine überschlägige Energiebilanz vorgestellt werden. Der durch den Bergsturz aufgestaute «Ilanzer See» hat wohl eine maximale Kote von 930 m ü.M. nicht überschritten. Nach dem verheerenden Dammbbruch hat ein Restsee noch längere Zeit bestanden. Die Entstehung der Kiese von Bonaduz ist weiterhin nicht eindeutig geklärt, doch verdichten sich die Hinweise darauf, dass es sich um ein Bergsturmobilisat handelt.

### Abstract

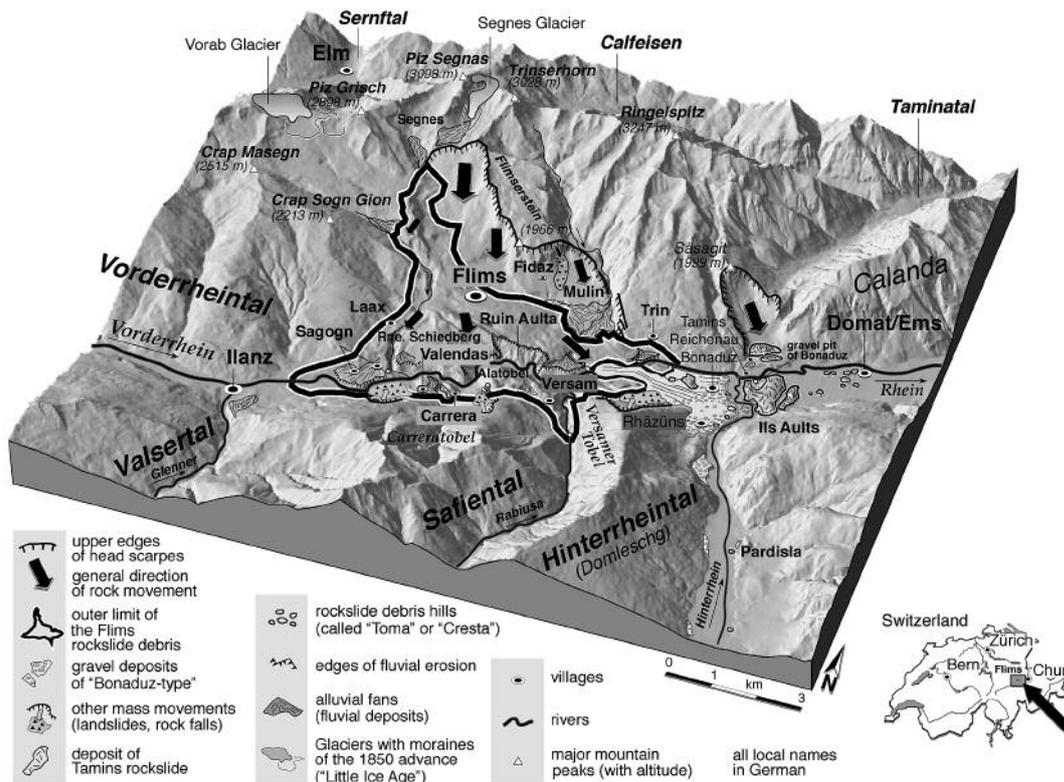
In the last ten years the investigation of the Flims rockslide got new impetus. One of the most important results was the dating of the slide event to a post-glacial age. As in the meantime several different and independent investigations indicate such a young age, the earlier assumption of any glacial influence on the process and on the post-event morphology has to be denied. There are only few new insights into the mechanism of the slide event itself, but a first energetic estimation is given. The rockslide barrier caused the damming of a lake. Its maximum level obviously did not reach higher up than 930 m a.s.l. After the breach of the dam, an important sediment transport down the Rhine valley had occurred. Nevertheless, a relict lake existed for a longer time, probably for centuries. In close relation to the Flims rockslide is the sedimentation of the rather peculiar Bonaduz gravel. Even if the sedimentation process is not yet understood or even known, many hints indicate that the rockslide mobilised the alluvium in the bottom of the valley. These consequently liquidised sediments must have flown downstream the Alpenrhein and upstream the Hinterrhein valley, transporting enormous rip-up clasts with them.

<sup>1</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt, Geologischer Dienst, Lazarettstrasse 67, 80636 München (D)

## 1. Einleitung

Der Flimser Bergsturz (Fig. 1, 2) hat bereits sehr früh die geowissenschaftlichen Forscher fasziniert. Schon zur Mitte des 19. Jahrhunderts gab es in der Literatur lebhaft Diskussionen über die Genese der «Flimser Breccie» (Fig. 3). Eine Zusammenfassung der sehr umfangreichen früheren Literatur findet sich in Poschinger et al. (2006). Die Ansichten zum Flimser Bergsturz hatten sich zu Beginn der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts weitgehend gefestigt, so dass dort fast keine Forschungstätigkeit mehr stattgefunden hat. Den damaligen

Kenntnisstand hat Kirchen (1993) sehr anschaulich zusammengefasst. Erst der Fund von Holz in der Sturzmasse und dessen Datierung (Poschinger et al. 1997) hat viele neue Fragen aufgeworfen und die Diskussion um das Ereignis neu angefacht. Nachfolgend sollen nun die Erkenntnisse der Forschungen, die in den letzten 10 Jahren gewonnen wurden, zusammengefasst werden. Teilweise sind in dieser Zeit neue Auffassungen entstanden, teilweise aber konnten auch ältere Annahmen bestätigt werden.



**Fig. 1:** Blockdiagramm des Flimser Bergsturzgebietes als Übersichtsskizze. Aus Poschinger et al. (2006). Die im Text erwähnten Rutschungen in den Bündnerschiefern liegen nordwestlich sowie nordöstlich des Schriftzuges «Carrera» sowie nördlich der Beschriftung «Rhäzüns».



**Fig. 2:** Blick von Südosten auf den Flimsenstein (rechte obere Bildhälfte) und das Bergsturzgelände mit dem Ort Flims in der linken Bildmitte. Die hohen Südwände des Flimsensteins bilden einen Teil der Anbruchnische. Die mit Schutt überdeckte Gleitfläche ist im Wiesengelände um den Ort Fidaz unterhalb der Wände erkennbar. Die bewaldeten Rücken im linken unteren Bildteil werden von Bergsturzablagerungen gebildet, die vom Vorderrhein durchschnitten wurden.



**Fig. 3:** Detail der Sturzmasse in der Rabiusaschlucht. Das ursprüngliche sedimentäre Gefüge ist noch deutlich erkennbar, dennoch ist das Material bis zur Kieskorngroße und teilweise bis zu Staub zerschert. Die Falte ist durch sekundäre, nord-(links)-fallende Bewegungsbahnen zerschert, an denen jedoch kein großer Versatz erfolgte. Die Bewegungsrichtung war von links nach rechts.

## 2. Die Altersdatierungen

Seit den Holzfunden in der Rabiusaschlucht durch den Autor (Poschinger et al. 1997) wurden an der gleichen Stelle von mehreren anderen Autoren Holzstücke gesichert und

nach der Radiokarbonmethode datiert. Es ist aufgrund der Lage der Fundstelle (Fig. 4) davon auszugehen, dass das Sturzereignis jünger ist, als das eingearbeitete Holz. Nachfolgend werden die Ergebnisse nochmals übersichtlich zusammengestellt:

Bearbeiter	Probe	Alter BP (BP: before present)	Alter kalibriert
Poschinger & Haas 1997	Fl 33	8790 ± 85	7955-7695 v. Chr.
Poschinger & Haas 1997	Fl 34	8015 ± 290	7415-6490 v. Chr.
Poschinger & Haas 1997	Fl 35	8415 ± 215	7580-7100 v. Chr.
Schneider et al. 2004	Lyon-1273 OxA	8360 ± 85	9487 cal. BP (= 7483 v. Chr., ohne Intervallangabe)
O. Keller (1997, unpubl.)	Flims-Versam	8260 ± 90	7431-7169 v. Chr. (kalibriert nach Calpal 2005 SFCP)

Weitere Untersuchungen zur Alterseinstufung erfolgten durch S. Ivy-Ochs mit der Methode der Oberflächenexpositionsalter. Erste Informationen hierzu wurden von ihr 2005 vorgestellt (Ivy-Ochs et al. 2005). Eine eingehendere Veröffentlichung ist eingereicht (Ivy-Ochs et al. 2006). Die mit dieser

Methode ermittelten Daten stimmen weitgehend mit den oben genannten Radiokarbon-daten überein (S. Ivy-Ochs, mdl. Mitt.). Einen anderen Ansatz hat Deplazes (2005) versucht. Er konnte Sedimente in Seen auf und an der Sturzmasse datieren. Sowohl im Caumasee, als auch im Laaxer See waren mehrere Datierungen an organischem Material mit der Radiokarbonmethode möglich, sie geben ein Mindestalter für das Sturzereignis an. Die Ergebnisse stehen mit den oben genannten Altersdaten in Einklang bzw. sie präzisieren diese noch weiter (Deplazes & Anselmetti, mdl. Mitt.). Eine Publikation hierzu ist eingereicht.



**Fig. 4:** Rabiusaschlucht bei der Lokalität «An der Hus». Unter der großen Scholle aus Quintnerkalk, die eindeutig dem Flimser Sturz zuzuordnen ist, wurden Holzstücke gefunden, die datiert werden konnten. Sie lagern in Kiesen, die offensichtlich mit dem Sturzmaterial talaufwärts geschoben worden sind. Die Felsscholle wurde inzwischen durch die Erosion der Rabiusa weitgehend abgetragen.

## 3. Das Sturzereignis

Zum Sturzereignis selbst gibt es nur wenige neuere Erkenntnisse. Die Annahme Heims (1883, S. 301), dass es sich um ein Ereignis «in einem Schlage» gehandelt haben muss, wird inzwischen weitgehend geteilt. Die Hypothese von Pollet (Pollet 2004, Wassmer in Poschinger et al. 2006), während des Abgleitens hätten sich die höheren Schichtpakete

wie bei einem Stapel von Spielkarten relativ schneller als die tieferen bewegt, konnte nicht bestätigt werden. Das Volumen der Sturzmasse ist immer noch sehr vage definiert, da keinerlei Informationen über den Tiefgang im Rheintal vorliegen. Während Heim noch von 13 km<sup>3</sup> ausging, wird derzeit ein Volumen von ca. 8-9 km<sup>3</sup> angenommen. Setzt man das Minimalvolumen und eine vertikale Verlagerung des angenommenen Massenschwerpunktes von 1'900 m ü.M. auf 800 m ü.M., also um 1'100 Höhenmeter an, so lässt sich eine Gesamtenergie abschätzen. Sie errechnet sich nach der Formel

$$W = m \times g \times \Delta z.$$

Wenn die mittlere Dichte vorsichtig auf  $2.2 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$  angesetzt wird, so ergibt sich eine Masse von  $1.76 \times 10^{13} \text{ kg}$ . Die freigesetzte Energie  $W$  errechnet sich somit auf  $1.9 \times 10^{17} \text{ Joule}$ . Das entspricht mehr als dem Zehnfachen der Energie, die Erismann (1977) für den Bergsturz von Köfels in Tirol errechnet hatte.

Aufgrund der Höhe der frei gewordenen Energie ist ein Erdbeben als Folge des Sturzes mit Sicherheit anzunehmen. Ein Erdbeben als Auslöser bleibt hingegen reine Spekulation. Ob das sturzinduzierte Beben andere Hangbewegungen ausgelöst hat, bleibt ebenso fraglich. Wahrscheinlich ist ein Einfluss auf die drei grossen Rutschungen in den Bündnerschiefern am Gegenhang bei Valendas, bei Carrera und bei Salums (Fig. 1), die jeweils über die Flimser Sturzmasse aufgeglitten sind. Der Bergsturz von Tamins dürfte aufgrund verschiedener Anzeichen in Zusammenhang mit den Bonaduzer Kiesen (siehe unten) bereits etwas früher abgegangen gewesen sein. Die Altersdatierungen nach der Oberflächenexpositionsmethode ergaben für den Taminser Sturz ähnliche Werte, wie für den Flimser Bergsturz (Ivy-Ochs, mdl. Mitt.).

#### 4. Der Ilanzer See

Zweifelsohne hat die Flimser Sturzmasse das Vorderrheintal abgeriegelt und zum Aufstau des Talflusses geführt. Über die Dimensionen des Sees gehen die Meinungen derzeit allerdings weit auseinander. In der früheren Literatur (Heim 1883, Abele 1974) war stets von einer Stauhöhe von ca. 800-820 m ü.M. die Rede. Diese Höhe ist durch die Deltaschüttungen des Glenner bei Sevgein und des Laaxerbaches bei Sagogn belegt. Eindeutig zuzuordnende Seesedimente konnten bisher nur deutlich unterhalb dieser Höhe gefunden werden. Durch eine Arbeitsgruppe der Universität Strassburg wurde nun kürzlich jedoch eine Stauhöhe von 1'170 m ü.M. postuliert (Schmitter-Voirin 2000, Pollet 2000, 2004, Schneider et al. 2004). Ausgangspunkt für diese Annahme waren für die Autoren drei Aufschlüsse:

- Eine Kiesgrube im Lugnez nördlich Duvin auf 1'175 m ü.M. zeigt zwischen fluvialer auch Anzeichen von lakustrischer Sedimentation;
- bei der Passhöhe 1'107 m ü.M. östlich Murschetg deuten Rundbuckel nach Auffassung der Autoren auf einen murartigen Abfluss des Seeüberlaufs hin, zudem finden sich in der Nähe geschichtete kiesige Sedimente;
- bei der Passhöhe 933 m ü.M. bei Carnifels und in der Ebene von Hüschera westlich Versam finden sich angeblich morphologische Überlaufspuren.

Bei zahlreichen Begehungen des Autors mit verschiedenen Kollegen konnten die Punkte allerdings nicht nachvollzogen werden. Bei den Sedimenten bei Duvin dürfte es sich um alte Ablagerungen ohne Zusammenhang mit dem holozänen «Ilanzer See» handeln. Eine Radiokarbonanalyse an einer von den Autoren nicht näher spezifizierten Probe ergab ein Alter von  $11'250 \pm 150 \text{ yBP}$  (Schmitter-Voirin 2000, S. 69). Die durchgeführten Pollenanalysen (Bastian 2005, S. 57f.) waren nur wenig aussagekräftig und ergaben offen-

sichtlich keinen Hinweis auf ein holozänes Alter.

Die geschichteten Kiese bei Murschetg sind zugegebenermassen bezüglich ihrer Genese nicht eindeutig geklärt. Sie weisen eine Schüttungsrichtung nach Südsüdwesten, also zum Becken von Ilanz hin auf. Man kann sie bis zur Kiesgrube von Runca und somit in eine Höhe von mindestens 1'350 m ü.M. verfolgen. Ihre Genese ist vorläufig noch offen, doch steht sie mit Sicherheit nicht mit einem «Ilanzer See» in Verbindung. Die genannten Rundbuckel östlich von Murschetg sind zwanglos als Sturzblöcke zu deuten. Auch die Passhöhe von Carnifels wurde nie von grösseren Wassermassen überströmt, denn dort finden sich keinerlei entsprechende morphologische Anzeichen.

Derzeit ist vielmehr davon auszugehen (Poschinger 2005), dass der «Ilanzer See» nur kurzfristig eine Stauhöhe von etwa 900-930 m ü.M. erreicht hat, bevor er durchgebrochen ist. Der Dammbuch selbst muss wohl als ein Prozeß gesehen werden, der über eine längere Zeit (Wochen?) angehalten hat (Hewitt 2006). Die groben Ausbruchsedimente bauen die geneigte Ebene von Ransun auf (Fig. 5), die sich über Reichenau bis nach Domat-Ems fortsetzt, wo sie unter den jungen Rheinsedimenten abtaucht. Eine der beiden inzwischen vielfach zitierten Sedimentanomalien in Sedimenten des Bodensees (Wessels 1998, Schneider

et al. 2004) könnte auf den Seeausbruch zurückzuführen sein. Ein Restsee auf einer Höhe unterhalb von 800 m ü.M. dürfte nach dem Dammbuch noch längere Zeit überdauert haben, wie an den mächtigeren Seesedimenten unterhalb dieser Höhe erkennbar ist.

## 5. Die Kiese von Bonaduz

Pavoni (1968) hatte bereits sehr früh eine sehr zutreffende Beschreibung der Kiese von Bonaduz (Fig. 6) geliefert und sich Gedanken über deren Genese als Verdrängungssediment eines Bergsturzes gemacht. Die bis zu 100 m mächtigen Kiese zeichnen sich durch folgende Charakteristika aus:

- das Fehlen einer sedimentären Schichtung;
- eine Gradierung von groben Kiesen an der Basis bis zu Feinsanden am Top;
- Einschlüsse von Fetzen von Seesedimenten, die eine willkürliche Orientierung haben, teilweise verbogen sind und in die entlang von «Klüften» teilweise Kies intrudiert ist;
- subvertikale, röhrenartige Strukturen (sogenannte «Pavoniröhren»), entlang derer der Feinanteil ausgewaschen ist.

Während Schneider et al. (2004) in den Kiesen immer noch eine Deltaschüttung sehen, ist Pavonis Deutung heute aktueller denn je. Eine fluviale Genese ist eher unwahrschein-



**Fig. 5:**

Aufschluss an der Ruine Wackenua bei Bonaduz. Im Profil zeigen sich unten Sturzmassen, denen im unteren Bereich Bonaduzer Kiese an- oder eingelagert sind. Das Profil wird von Sedimenten des Seeausbruchs nach oben abgeschlossen. Diese bestehen zunächst aus gut geschichteten Sedimenten in Kieskorngroße, die hier von groben, typischen Mursedimenten überlagert werden. Anderweitig findet sich aber auch die gegenteilige Abfolge.

lich, so dass der ältere Begriff Bonaduzer «Schotter», der definitionsgemäss eine fluvi-ale Genese impliziert, nicht mehr Verwendung finden sollte. Er sollte durch den rein beschreibenden Begriff Bonaduzer «Kiese» ersetzt werden, auch wenn untergeordnet Sande an den Sedimenten beteiligt sind.

Kippel (2002) hatte in seiner Diplomarbeit bestätigen können, dass die Komponenten der Bonaduzer Kiese selbst noch weit im Hinterrheintal zu über 25-30% aus helvetischem, also aus Vorderrheinmaterial bestehen. Dies ist nur durch einen Transport tal-aufwärts entlang des Hinterrheintales mög-

lich. Diese Beobachtung deckt sich mit der Interpretation der sogenannten Toma- oder Crestahügel bei Rhäzüns sowie im Domleschg. Sie bestehen aus helvetischem Sturzmaterial, das über viele Kilometer Hinterrhein-aufwärts transportiert worden sein muss. Pavoni hatte noch den Taminser Bergsturz als Auslöser für einen solchen Transport postuliert. Es ist allerdings viel wahrscheinlicher, dass der weitaus grössere Flimser Sturz dafür verantwortlich war. Dabei müssen nicht Flimser Sturzmassen transportiert worden sein, sondern es ist eher wahrscheinlich, dass bereits im Tal abgelagerte



**Fig. 6:** Kiesgrube Reichenau. Die Abbauwand der Bonaduzer Kiese zeigt keine offensichtlichen sedimentären Strukturen. Auffallend ist auch die hohe Standfestigkeit der hier ca. 25 m hohen Abbauwände.

Sturzmassen von Tamins mitsamt den Alluvionen mobilisiert wurden und Hinterrhein aufwärts geschoben wurden oder geflossen sind. In jedem Fall ist ein Transportmechanismus zu postulieren, bei dem nur geringe Scherkräfte auftreten, da die lockeren Sturzmassen als Ganzes verlagert wurden. Die Dimension der transportierten Komponenten reichen dabei jeweils von wenigen Kubikdezimetern bis zu mehreren hunderttausend Kubikmetern. Die Großkomponenten bilden die Erhebungen in den Ebenen von Rhäzüns und Bonaduz (Fig. 1) sowie bis im Hinterrheintal bei Pardisla und Rodels (Fig. 7). Der eigentliche Bergsturz hat damit seine katastrophalen Auswirkungen bis weit in das Domleschg hineingetragen.

## 6. Ausblick

In den letzten 10 Jahren konnten einige neue Aspekte zum Flimser Bergsturz aufgezeigt werden. Insbesondere hat die Neudatierung jeglichen glazialen Einfluss auf die Mechanismen widerlegt, denn das Ereignis fand unter ähnlichen Klimabedingungen wie den heutigen statt. Einige neuere Erkenntnisse waren aber auch nur eine Bestärkung von früheren Annahmen, insbesondere jenen von Pavoni (1968) und von Abele (1991). Wie schon Heim in seiner Flims-Publikation

von 1883 treffend bemerkte, weckt jedoch jede Erkenntnis auch neue Fragen. So ist der Forschungsbedarf zum Flimser Bergsturz und seinem Umfeld weiterhin sehr hoch. Erst auf der Basis einer möglichst umfassenden Datengrundlage wird es möglich sein, die Abläufe der Geschehnisse zu rekonstruieren und ihren Einfluss auf die damalige Umwelt zu werten. Das Verständnis solcher Prozesse ist nicht ausschließlich akademischer Natur, sondern für unsere aktuellen und zukünftigen Bewertungen von Grossereignissen unbedingt erforderlich.

Für eine Rekonstruktion des Flimser Bergsturzes wäre eine Information zum Tiefgang der Sturzmassen im Vorderrheintal durch Bohrungen sowie geophysikalische Tiefensondierungen sehr hilfreich. Weitere Untersuchungen sind auch am benachbarten Taminser Sturz erforderlich, der in engem Zusammenhang mit dem Flimser Ereignis zu sehen ist. Ganz besonderes Interesse gilt der Genese der Bonaduzer Kiese, vor allem da ähnliche Bildungen auch im Frontbereich anderer grosser Bergstürze bekannt sind. Es handelt sich also um eine unter bestimmten Voraussetzungen gelegentlich auftretende Form, über die aber bisher noch nie im Zuge von historischen Fällen berichtet wurde. Es gilt für die Vorhersage bei Grossereignissen somit zu klären, welche konkreten Bedingungen zu einem solchen Mobilisat führen können.



**Fig. 7:**

Blick von Südosten auf den Tomahügel von Pardisla im Domleschg (Lage siehe Fig. 1). Der isoliert aus der Ebene aufragende Hügel hat eine Höhe von ca. 40 m. An der linken Seite ist in einem ehemaligen Steinbruch lockere Sturzmasse aus helvetischem Rötidolomit sowie aus Quartenschiefer aufgeschlossen.

## Literatur

- Abele, G. 1974: Bergstürze in den Alpen. *Wiss. Alpenvereinshefte*, 25, 1-230.
- Abele, G. 1991: Durch Bergstürze mobilisierte Muren und durch Muren transportierte Bergsturzmassen. *Österr. Geogr. Ges., Jahresber.* 1989/90, 33-39, Innsbruck.
- Bastian, Ch. 2005: Conséquences hydrologiques de l'avalanche rocheuse de Flims (Grisons, Alpes suisses): Formation et rupture du lac de barrage d'Ilanz. *Mémoire de Maitrise de Géographie Physique*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Univ. de Strasbourg, 84 S., Strasbourg.
- Calpal 2005: Inst. f. Ur- u. Frühgeschichte der Universität Köln, Cologne Radiocarbon Calibration & Paleoclimate Research Package. Zugriff: <http://www.calpal.de>.
- Deplazes, G. 2005: Seesedimente auf der Flimser Bergsturzmasse: Ein neuer Ansatz zur Datierung der grössten Massenbewegung der Alpen. Unveröffentlichte Diplomarbeit, ETH, Zürich, 185 S., Zürich.
- Erismann, Th. 1977: Der Bimsstein von Köfels, Impaktit oder Friktionit? *Material und Technik* 5/4, 190-196.
- Heim, A. 1883: Der alte Bergsturz von Flims. *Jb. d. Schweizer Alpenclubs* 18. Jg., S. 295-309, Bern.
- Hewitt, K. 2006: Disturbance regime landscapes: mountain drainage systems interrupted by large rockslides. *Progress in Physical Geography*, 30/3, 365-393.
- Ivy-Ochs, S., Poschinger, A. v., Maisch, M. & Synal, H. A. 2005: Constraining the temporal distribution of giant landslides in the Alps through cosmogenic nuclides: The Flimser Bergsturz. *Geophysical Research Abstracts* 7.
- Ivy-Ochs, S., Poschinger, A. v., Synal, H.-A. & Maisch, M. 2006: The Surface Exposure age of the Flims rockslide. *Geomorphology Spec. Iss.*, eingereicht.
- Kippel, Th. 2002: Die Kiese in der Bonaduzer Fazies (GR). Unveröffentlichte Diplomarbeit ETH Zürich, 72 S., Zürich.
- Kirchen, E. 1993: Wenn der Berg stürzt. Das Bergsturzgebiet zwischen Chur und Ilanz. *Selbstverlag*, Chur.
- Oberholzer, J. 1933: *Geologie der Glarneralpen*. *Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz* NF 28.
- Pavoni, N. 1968: Über die Entstehung der Kiesmassen im Bergsturzgebiet von Bonaduz-Reichenau (Graubünden). *Eclogae geol. Helv.* 61/2, 494-500.
- Pollet, N. 2000: Un exemple de sédimentation gravitaire événementielle en domaine continental: Le sturzstrom holocène de Flims (Grisons, Alpes Suisses). *Rapport de stage DEA*, Unveröffentlichte Diplomarbeit, Univ. Lille, 50 S., Lille.
- Pollet, N. 2004: Mouvement gravitaires rapides de grandes masses rocheuses: Apports des observations de terrain à la compréhension des processus de propagation et dépôt, application aux cas de La Madeleine (Savoie, France), Flims /Grisons (Suisse) et Köfels (Tyrol, Autriche). *Thèse*, 252 S.
- Poschinger, A. v. 2005: Der Flimser Bergsturz als Staudamm. *Bull. Angew. Geol.* 10/1, 33-47.
- Poschinger, A. v. & Haas, U. 1997: Der Flimser Bergsturz, doch ein warmzeitliches Ereignis? *Bull. angew. Geol.*, 2/1, 35-46.
- Poschinger, A. v. & Kippel, Th. 2006: Liquefaction of Alluvial Deposits by Large Rock slides. *Geomorphology Spec. Iss.*, eingereicht.
- Poschinger, A. v., Wassmer, P. & Maisch, M. 2006: The Flims Rock slide; History of Interpretation and New Insights. In: Evans, S.G., Scarascia-Mugnozza, G., Strom, A. & Hermanns, R. L. (Hrg.). *Landslides from Massive Rock Slope Failure*; 347-375, Springer, Berlin u.a.
- Schneider, J. - L., Pollet, N., Chapron, E., Wessels, M. & Wassmer, P. 2004: Signature of Rhine Valley sturzstrom dam failures in Holocene sediments of Lake Constance, Germany. *Sedimentary Geology* 169, 75-91.
- Schmitter-Voirin, C. 2000: Sturzstroms et risques hydrologiques associés en milieu montagnard: Le sturzstrom de Flims et le lac de barrage d'Ilanz. *Mémoire de DEA*, Unveröffentlichte Diplomarbeit, Univ. de Strasbourg, 75 S., Strasbourg.
- Wessels, M. 1998: Late-Glacial and postglacial sediments in Lake Constance (Germany) and their paleolimnological implications. *Arch. Hydrobiol. Spec. issues advanc. limnol.*, 53, 411-449, Stuttgart.