

Altersbestimmung des Bergsturzes von Balm, Meiringen BE : Radiokarbon-Datierung an Holzproben und Bestimmung von aktuellen Sedimentationsraten

Autor(en): **Gander, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin für angewandte Geologie**

Band (Jahr): **12 (2007)**

Heft 2

PDF erstellt am: **18.04.2022**

Persistenter Link: <http://doi.org/10.5169/seals-226380>

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.

Altersbestimmung des Bergsturzes von Balm, Meiringen BE – Radiokarbon-Datierung an Holzproben und Bestimmung von aktuellen Sedimentationsraten Pierre Gander¹

Stichworte: Bergsturz, Radiokarbon-Datierung, Akkumulation, Sedimentationsrate, Falchereen, Balm, Meiringen, Haslital

Zusammenfassung

Bei geologischen Erkundungen für einen Mikrotunnel südlich von Meiringen BE wurde die Ablagerung des historischen Bergsturzes von Balm (Schweizer Koordinaten LK 656'100/174'800) mit Sondierbohrungen erschlossen. Eine Bohrung im Zentrum der Bergsturzaablagerung förderte in verschiedenen Horizonten innerhalb und unterhalb des Bergsturzsutts Holzreste zu Tage, welche nach der Radiokarbon-Methode datiert wurden. Die Bohraufnahmen und die erhaltenen Radiokarbon-Alter zeigen übereinstimmend, dass die Bergsturzaablagerungen von Balm auf mehrere Sturzereignisse zurückgehen. Eine Holzprobe von der Basis der Bergsturzaablagerung hat ein kalibriertes Radiokarbon-Alter zwischen 1322–1348 n. Chr. Eine Holzprobe aus der unteren Hälfte des Bergsturzsutts besitzt ein kalibriertes Radiokarbon-Alter zwischen 1522–1573 n. Chr. Das jüngste und vermutlich gravierendste Sturzereignis ist aufgrund von historischen Überlieferungen auf das Jahr 1650 datiert.

Die Netto-Sedimentationsrate für das Haslital bei Balm lässt sich anhand der Höhenlage und des Alters der datierten Holzproben im Vergleich zur Lage des heutigen Talbodens, dem heutigen Akkumulationsniveau der Aare, für die letzten Jahrhunderte errechnen. Im Verlauf der letzten rund 4700 Jahre betrug die Netto-Sedimentationsrate im Mittel rund 1.9 mm pro Jahr, variiert jedoch kurzfristig stark. Seit den ersten Sturzereignissen im 14. Jahrhundert beträgt die Netto-Sedimentationsrate bis heute 11 mm pro Jahr.

Résumé

Les dépôts de l'éboulement rocheux historique de Balm (CN 656'100/174'800) ont été mis en valeur grâce à un forage de reconnaissance lors de la prospection géologique effectuée dans le cadre du percement d'un microtunnel au sud de Meiringen BE. Un forage effectué dans la partie médiane de l'éboulement a révélé à l'intérieur et sous les gravats de l'éboulement des restes de bois qui ont pu être datés grâce à la méthode du radiocarbone. Les résultats du forage et la datation radiocarbone qui en a résulté, montrent de façon concordante que les dépôts de Balm ont été accumulés suite à divers épisodes d'éboulement. Un échantillon de bois pris à la base des dépôts de l'éboulement indique un âge radiocarbone calibré situé entre 1322 et 1348 après J.C. Un échantillon de la portion inférieure du dépôt délivre un âge radiocarbone calibré se situant entre 1522 et 1573 après J.C. Selon des informations historiques supplémentaires, l'éboulement le plus récent – et vraisemblablement le plus grave – date de 1650.

Le taux de sédimentation brut pour le Haslital près de Balm peut être calculé pour les derniers siècles sur la base de la position et de l'âge des échantillons de bois par rapport au niveau actuel du fond de la vallée, correspondant au niveau actuel d'accumulation de l'Aar. Le taux de sédimentation brut au cours des derniers 4700 ans était en moyenne de 1.9 mm/an, avec de fortes variations à court terme. Depuis les premiers éboulements rocheux au 14ème siècle, le taux de sédimentation brut est passé aujourd'hui à 11 mm/an.

¹ Dr. Heinrich Jäckli AG, Albulastrasse 55, 8048 Zürich, gander@jaeckli.ch

1. Einleitung

In den 1970er Jahren wurde die Hochdruck-Erdgasleitung TRG2 der Transigas AG erstellt, eine wichtige Transportleitung des europäischen Erdgas-Netzes. Ende der 1990er Jahre wurde die 164 km lange Transigasleitung auf die doppelte Kapazität ausgebaut; in der Schweiz geschah dies in den Jahren 1998-2002.

Zum Ausbau der Transigasleitung in der Schweiz wurde in der Regel parallel zur bestehenden Pipeline ($\varnothing 36''$ respektive $\varnothing 900$ mm)

eine zweite Pipeline gleichen Kalibers erstellt. Im alpinen Bereich sind die Platzverhältnisse oft zu eng für zwei nebeneinander installierte Pipelines. Hier wurde entlang der bestehenden eine neue Pipeline mit doppelter Kapazität ($\varnothing 48''$ respektive $\varnothing 1'200$ mm) verlegt; die alte Pipeline wurde danach stillgelegt. Lokal hatten sich die Rahmenbedingungen verändert (neu erstellte Naturschutzgebiete, neu entstandene Siedlungsgebiete etc.), so dass vom ursprünglichen Trasse abgewichen werden musste («Re-Routing»). Ein derartiges «Re-Routing» war auch im teils

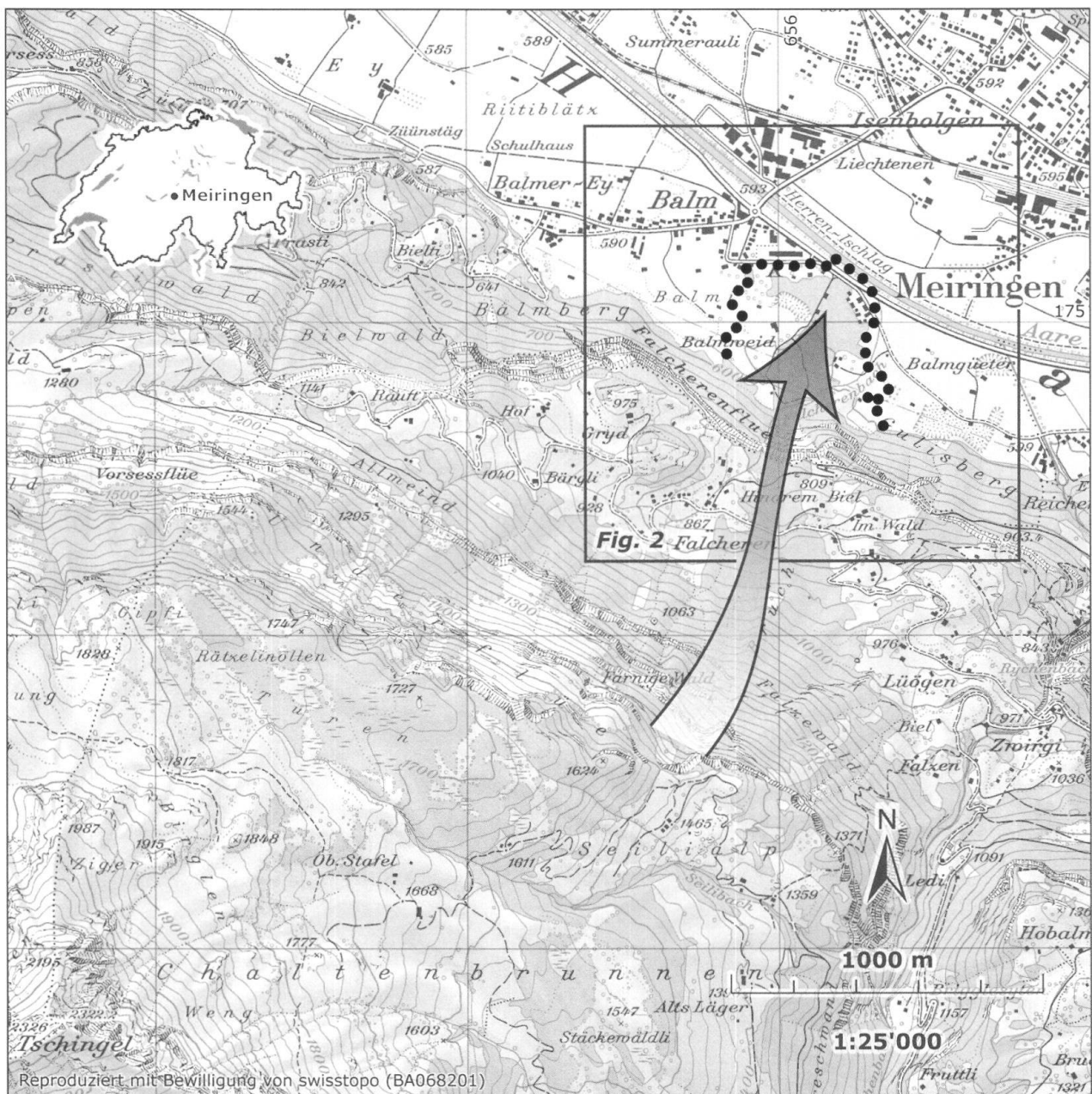


Fig. 1: Situation 1:25'000.

bewaldeten Ablagerungsgebiet des Bergsturzes von Balm südlich Meiringen BE notwendig (Fig. 1). Hier wurde die neue Pipeline nicht mehr oberirdisch in einer Schneise durch den Wald und die Bergsturzablagerung hindurch geführt, sondern in einem Mikrotunnel unter dieser hindurch. Im Rahmen der geologischen Erkundungen für diesen Mikrotunnel wurden in den Jahren 1999/2000 im Ablagerungsgebiet des Bergsturzes bei Balmweid insgesamt 6 Kernbohrungen (Nr. 1, 2, 3 sowie 5, 6 und 7) abgeteuft (Fig. 2). Zwei Bohrungen förderten Holzfrag-

mente zu Tage, welche teils innerhalb und teils unmittelbar unter der Bergsturzablagerung lagen. So ergab sich unverhofft die Möglichkeit, das Alter des Bergsturzes von Balm zu bestimmen.

Die geologischen Feldaufnahmen führte der Autor als Geologe der Dr. Heinrich Jäckli AG, Zürich, im Auftrag der Transitgas AG, Zürich, durch.

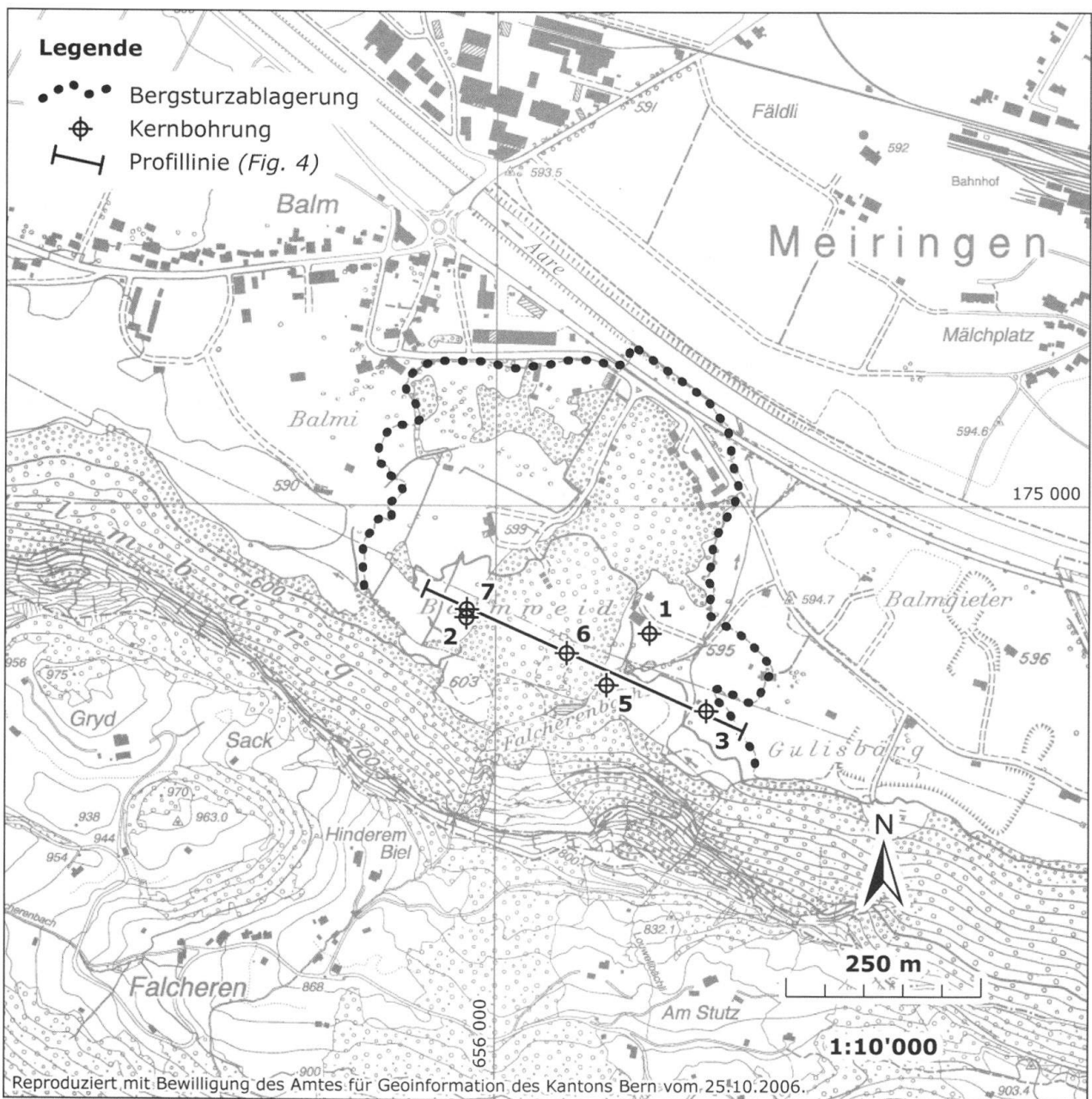


Fig. 2: Situation 1:10'000.

2. Geographischer und geologischer Überblick

Gemäss einer historischen Überlieferung (Kap. 3) brach der Bergsturz von Balm im Jahre 1650 unterhalb der Nordflanke des Tschingel (2326 m ü. M.) südwestlich von Meiringen los. Das Anrissgebiet «Falcherenbruch» befindet sich unterhalb Chaltenbrunnen auf etwa 1300-1400 m ü. M. im Malm und Dogger der Wildhorn-Decke (Fig. 1). Die Bergsturzmasse aus Kalken, Schiefnern und Kieselkalken könnte dabei ohne weiteres ein Volumen von rund 1 Mio. m³ aufgewiesen haben. Heute werden im Falcherenbruch erneut an einer etwa 20'000 m³ grossen Felsmasse beachtliche Bewegungen von mehreren Zentimetern pro Jahr gemessen.

Das Transitgebiet «Bruch» bot der Bergsturzmasse wohl nur wenig Widerstand, so dass der weitaus grösste Teil der Bergsturzmasse über die Felsstufe mit dem Weiler Falcheren zu Tal fuhr.

Im Tal lagerte sich die Bergsturzmasse auf den Flussablagerungen der Aare ab. Heute noch ist das Ablagerungsgebiet mit Bergsturz-Blöcken übersät, lokal vernässt und lässt sich nach wie vor nicht landwirtschaftlich nutzen. Es zeichnet sich als Waldgebiet ab, umgeben von Weideland im Tal. Gemäss der Landeskarte 1:25'000 dürfte das Ablagerungsgebiet eine Ausdehnung von 100'000-150'000 m² aufweisen; es ragt heute um rund 10-15 m über den Talboden, welcher auf ca. Kote 592-594 m ü. M. liegt.

Der Grundwasserspiegel im Haslital liegt im Bereich der Bergsturzablagerung auf ca. Kote 587.5 m ü. M., respektive 5-6 m unter dem heutigen Talboden (WEA 1984).

Über der sehr kompakt gelagerten Bergsturzablagerung staut sich Oberflächenwasser, so dass sich mehrere Meter über dem eigentlichen Grundwasserstrom des Haslitals verschiedene vernässte Stellen und Tümpel bilden konnten. Der Ort ist ein idealer, inzwischen geschützter Lebensraum für Amphibien, was einer von mehreren Gründen für die Untertunnelung des Geländes war.

3. Historische Überlieferungen

Der Bergsturz von Balm im Jahre 1650 ist historisch verschiedentlich überliefert, beispielsweise in Neiger 1978:

«Schon im Sommer 1649 bemerkten die Älpler auf der Kaltenbrunnenalp am sogenannten Turen eine grosse Felsspalte. ... Sogleich fingen die Bewohner von Falchern an, ihre Häuser und Scheunen abzubrechen und an sicherer Stelle wieder neu aufzubauen. Auch viele Leute in Balm folgten ihrem Beispiel. ... Nachdem während des Winters die Spalte sich noch etwas verbreiterte und sich bei der Schneeschmelze Wasser ansammelte, wurde der Druck so gross, dass am 5. April 1650 gegen die Mittagszeit die ungeheure Masse sich löste und Falchern und Balm mit Millionen Cubikfuss Schutt und Schlamm überdeckte, Wiesen und Äcker und noch einige Häuser zerstörte. Der Luftdruck war so gross, dass Leute die im Tal auf dem Feld arbeiteten zu Boden geschleudert wurden. ...».

In Würgler 1979 ist nachzulesen:

«Die alte Bäuert Balm war beträchtlicher als die bestehende Örtlichkeit Balm und Balmei, die erst nach 1650 angelegt worden sind, nachdem auf die Verheerungen der Aare noch ein Bergsturz gefolgt war».

Der Schweizer Maler Otto Fröhlicher hat die Bergsturzablagerung von Balm in seinem Gemälde «Gewitterstimmung bei Meiringen» von 1865 festgehalten (Fig. 3).

Ob der Bergsturz von 1650 ein singuläres Ereignis oder nur das letzte Ereignis in einer Reihe von Abbrüchen war, ist historisch nicht überliefert.

4. Bohrbefunde

Das Ablagerungsgebiet des Bergsturzes von Balm ist eine von grossen Blöcken durchsetzte, bewaldete Hügellandschaft. Die Sturzblöcke bestehen vorwiegend aus teils sandigem Kalk und erreichen ohne weiteres Blockgrössen von 10-20 m³.

Die sechs Bohrungen Nr. 1, 2, 3, 5, 6, und 7 wurden alle entlang des geplanten Mikrotunnels im hangseitigen Teil auf der Bergsturzablagerung platziert. Die Bohrungen sind 10-25 m tief. Sie wurden während des Bohrvorgangs aufgenommen; die Holzproben konnten somit unmittelbar nach deren Förderung gesammelt und in Plastiksäcke verpackt werden. Am selben Tag wurden die Holzproben vakuumverpackt. Die Bohrbefunde lassen sich wie folgt zusammenfassen (Fig. 4):

Bergsturzschnitt

Zuoberst oder unter künstlichen Aufschüttungen durchfuhren alle sechs Bohrungen den Bergsturzschnitt. Ausser der Bohrung 2 erschlossen alle Bohrungen auch die Untergrenze des Bergsturzschnitts, welche recht einheitlich auf Kote 586.3-592.2 m ü. M. liegt. In den Bohrungen war der Bergsturzschnitt 4.5-20.2 m mächtig, bestand aus dunkelgrauem, stark tonig-siltigem Kalkbruch mit bis zu 100% blockigen Kalktrümmern und war sehr kompakt gelagert. Die grössten Einzelblöcke

wurden in den Bohrungen 5 und 6 angetroffen. Der grösste erbohrte Blockdurchmesser betrug 3.4 m.

Im Zentrum der Bergsturzablagerung erschlossen die Bohrungen 5 und 6 innerhalb des Bergsturzschnitts Anzeichen von Bodenbildungen oder zumindest von sedimentären Ruhephasen. Diese insgesamt 3 Horizonte sind 0.3-0.8 m mächtig, grau-beige gefärbt, feinkörniger (vorwiegend Kies- und Sand-Fraktion) und wiesen horizontal eingeregelt, kantige Komponenten auf. Ausserdem beinhaltete der Bergsturzschnitt in Bohrung 6 in zwei Horizonten Holzreste. Das obere Vorkommen wurde beprobt (Probe a). Die Bohrung 1 lag am Rand der Bergsturzablagerung. Hier ist der Bergsturzschnitt mit dem Schotter der Aare verzahnt.

Aufgrund der erbohrten Mächtigkeiten und der Verbreitung des Bergsturzschnitts lässt sich die Kubatur der gesamten Ablagerung des Bergsturzes von Balm auf grob 1-2 Mio. m³ schätzen.

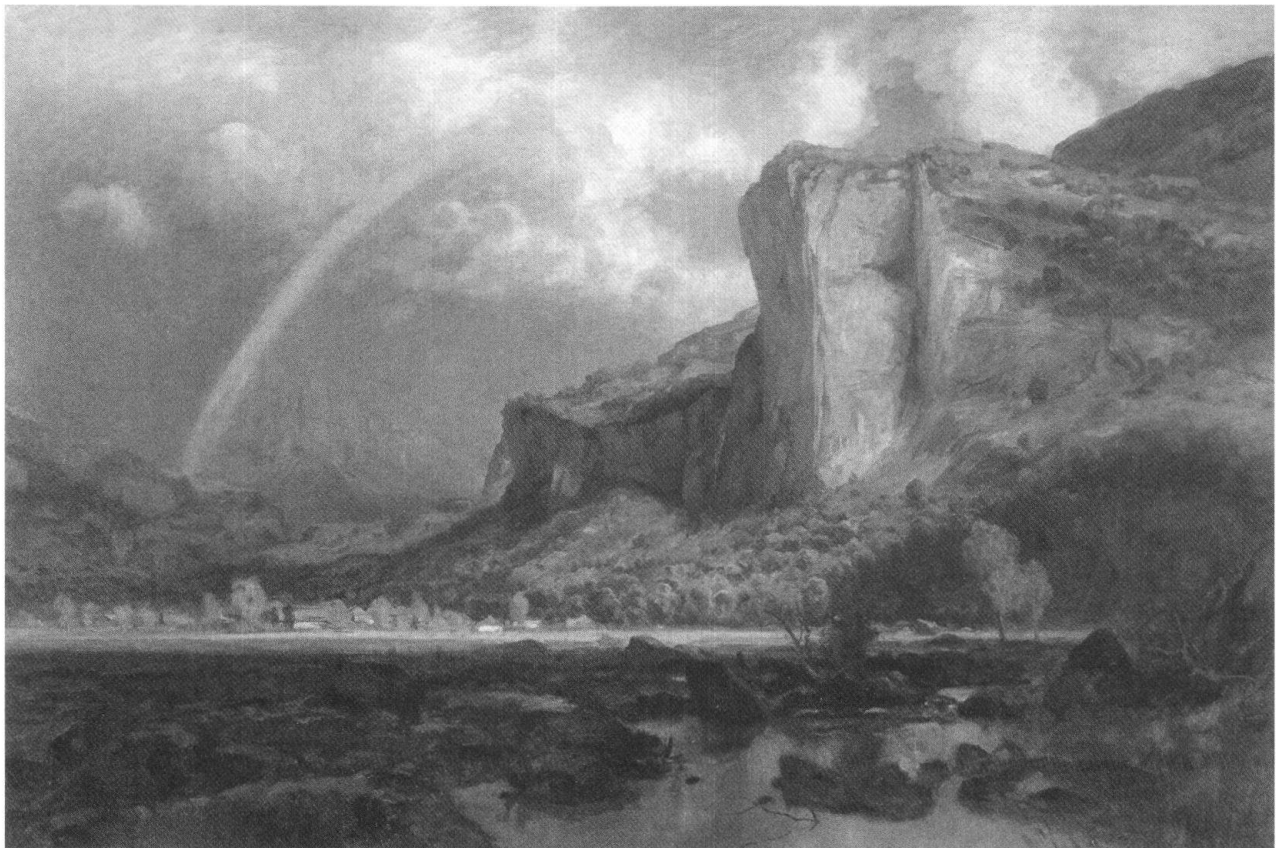


Fig. 3: Otto Fröhlicher: Gewitterstimmung bei Meiringen, 1865 (Kunstmuseum Olten).

Junge Schotter der Aare

In den Bohrungen 5 und 6 lagen zwischen dem Bergsturzschutt und dem darunter folgenden jungen Schotter der Aare Holzreste über und im ehemaligen Boden. Diese 0.1-0.2 m mächtigen Holzreste (meist wohl Nadelholz) wurden in der Bohrung 6 beprobt (Proben b und c, Fig. 5).

Unter dem Bergsturzschutt respektive dem Holz lag in den Bohrungen 5, 6 und 7 ein ehemaliger Boden der Talebene aus stark tonig-siltigem Sand. Er war teilweise feingeschichtet und mit organischen Resten durchsetzt. Darunter folgten die jungen Schotter der Aare aus sauberem bis schwach siltigem Kiessand, teils mit Einschaltungen von feinsandigen Schwemmsedimenten, in Bohrung 6 verzahnt mit Gehängeschutt. In Bohrung 6 konnte in einer Sandschicht die Holzprobe d geborgen werden.

Gehängeschutt

In Bohrung 3 wurde in 15.2 m Tiefe respekti-

ve auf Kote 581.5 m ü. M. möglicherweise noch knapp Gehängeschutt erschlossen.

5. Ergebnisse der Radiokarbon Datierung

Bei der Aufnahme der Bohrung 6 wurden zur Datierung Holzproben genommen. Die dazu erforderliche Präparation, die Aufbereitung und Datierung des Probenmaterials erfolgten im Radiokarbonlabor des Physikalischen Instituts der Universität Bern. Die Proben und die Ergebnisse der Radiokarbon-Datierung sind in Tab. 1 zusammengestellt:

Die Probe a wurde in der unteren Hälfte des Bergsturzschutts geborgen, die Proben b und c innerhalb des ehemaligen Bodens zwischen Bergsturzschutt und dem Schotter der Aare. Probe d stammt aus dem unterliegenden Aare-Schotter.

Wie Tab. 1 zeigt, korreliert keine der Holzproben mit dem historisch überlieferten Berg-

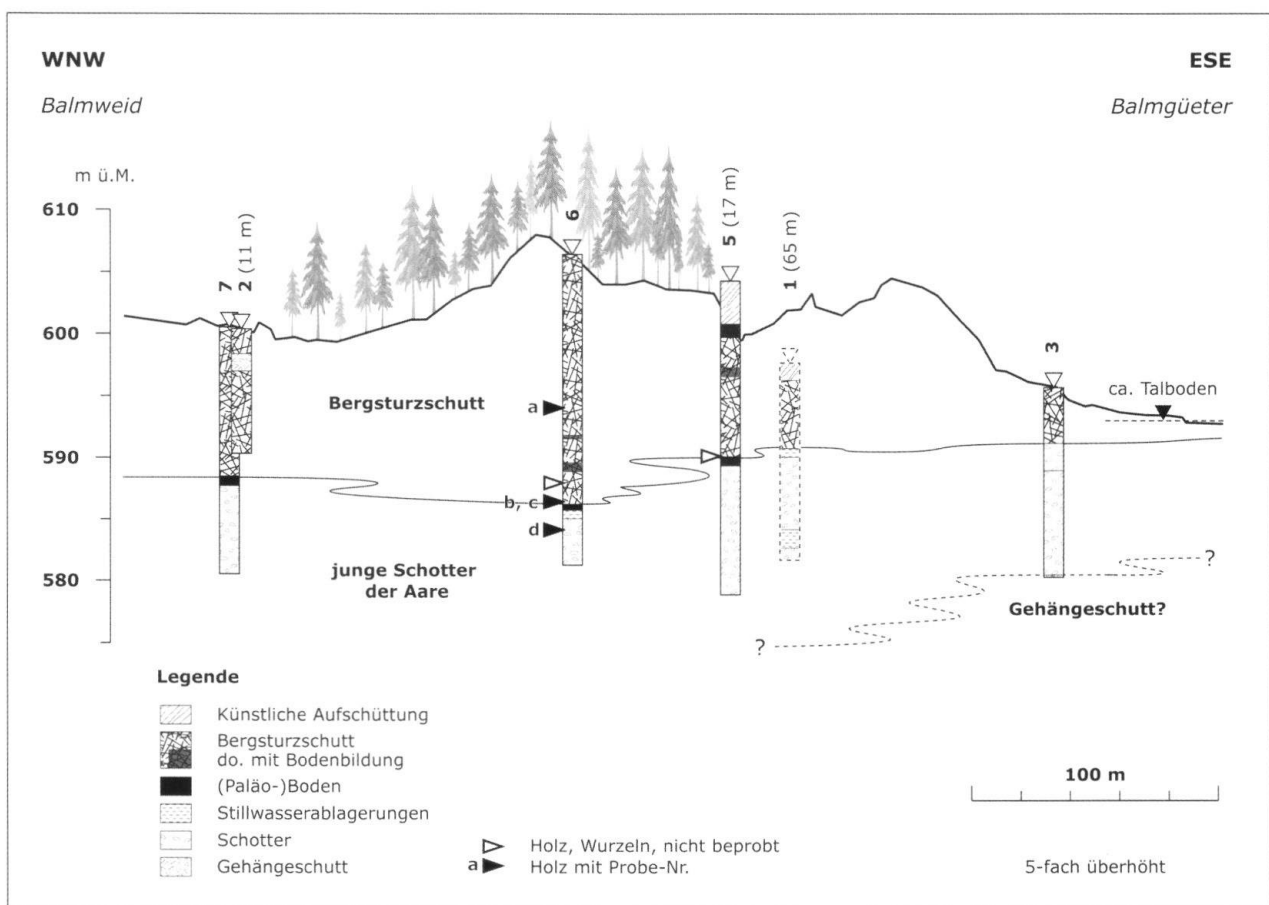


Fig. 4: Querprofil durch den Bergsturzschutt (5-fach überhöht).



Fig. 5:
Holzprobe c aus Bohrung 6
aus 20.0-20.2 m Tiefe.

sturz-Ereignis aus dem Jahre 1650. Die Probe a (Bergsturzschnitt, untere Hälfte) und die Proben b und c (unmittelbar unterhalb Bergsturzschnitt) sind rund 100-300 Jahre älter als das historisch überlieferte Datum und gehen ins 14. Jahrhundert zurück. Demzufolge dürften bereits vor dem Bergsturzereignis von 1650 mehrere Sturzereignisse stattgefunden haben. Die Probe d (junge Schotter der Aare) ergibt ein deutlich höheres Alter von etwa 2700 v. Chr.

6. Sedimentationsraten

Aus dem Vergleich der Höhenlage der vier datierten Holzproben aus Bohrung 6 und

jener des heutigen Talbodens des Aaretals, dem heutigen Akkumulationsniveau, lässt sich die Netto-Sedimentationsrate (inkl. Verdichtung, Erosion etc.) für das Aaretal bei Balm für verschiedene Zeitabschnitte respektive Schichtabfolgen errechnen.

Der längste im vorliegenden Fall verfügbare Abschnitt liegt zwischen der ältesten Probe d und dem heutigen Talboden und umfasst rund 4700 Jahre oder rund 9 m Ablagerungen. Für diesen Abschnitt lässt sich eine Netto-Sedimentationsrate von 1.9 mm/Jahr errechnen (Abschnitt G in Tab. 2). In Tab. 2 sind die entsprechenden Zahlenwerte für diesen und alle anderen verfügbaren Abschnitte zusammengestellt.

Entnahmetiefe in m unter Terrain.	Kote m ü. M.	Probe	Labor- Nr.	konventionelles ¹⁴ C-Alter ¹⁾	kalibriertes Kalenderalter ²⁾
12.2 - 12.7	594.26 - 593.76	a	B-7726	310 ± 20 BP	1522 – 1573 n. Chr.
19.9	586.56	b	B-7727	500 ± 20 BP	1418 – 1435 n. Chr.
20.0 - 20.2	686.46 - 586.26	c	B-7728	580 ± 20 BP	1322 – 1348 n. Chr.
22.3	584.16	d	B-7729	4140 ± 30 BP	2759 – 2664 v. Chr.

¹⁾ Das konventionelle ¹⁴C-Alter stimmt oft nicht mit dem wahren Kalenderalter überein und wird hier zu Vergleichszwecken zitiert (BP - before present, wobei 1950 das Referenzjahr ist).

²⁾ 1σ-Wert, calibration data set: intcal04.14c, Reimer et al. 2004.

Tab. 1: Holzproben aus Bohrung 6 und Ergebnisse der Radiokarbon-Datierung.

Abschnitt		Kote	Zeitraum	Akkumulation	Sedimentationsrate
Nr.	oberer/unterer Horizont	m ü. M.	Jahre	m	mm/Jahr netto
	(Talebene, ca. Kote)	(593)	(Jahr 2001)		
A	Probe a bis Talebene	593.76 – 593	454 ± 26	-0.76	-1.7 ± 0.09
B	Probe b bis a	586.56 – 593.76	121 ± 17	7.20	60.7 ± 8.53
C	Probe c bis b	586.26 – 586.56	92 ± 5	0.30	3.3 ± 0.16
D	Probe d bis c	584.16 – 586.26	4047 ± 35	2.10	0.5 ± 0.00
E	Probe b bis Talebene	586.56 – 593	575 ± 9	6.44	11.2 ± 0.17
F	Probe c bis Talebene	586.26 – 593	666 ± 13	6.74	10.1 ± 0.20
G	Probe d bis Talebene	584.16 – 593	4713 ± 48	8.84	1.9 ± 0.02

Tab. 2: Zahlenwerte zur Berechnung der Netto-Sedimentationsraten.

Wie Tab. 2 zeigt, variiert die Netto-Sedimentationsrate je nach betrachtetem Zeitabschnitt stark: So erhöhten die Sturzereignisse des Bergsturzes von Balm (Abschnitt B) naturgemäss die Netto-Sedimentationsrate kurzfristig auf 60.7 mm pro Jahr, was den oben kommentierten Mittelwert für die letzten 4700 Jahre um mehr als das 30-fache übertrifft. Betrachtet man dagegen den jüngsten Abschnitt A von der Mitte des 16. Jahrhunderts bis heute, resultiert mit -1.7 mm pro Jahr eine schwache Netto-Erosion.

Solche errechneten Netto-Sedimentationsraten müssen mit Vorsicht interpretiert werden. Umfassen die betrachteten Abschnitte nur einen kurzen Zeitraum oder nur eine geringe Schichtmächtigkeit, so dürfte die davon abgeleitete Sedimentationsrate stark durch die Ungenauigkeiten der Ausgangswerte beeinflusst und über den rein rechnerischen Fehler verfälscht sein. Dies gilt sicherlich für die Abschnitte A, B und C. Die Abschnitte D, E, F und G umfassen jedoch relativ lange Zeiträume und grosse Schichtmächtigkeiten, so dass die davon abgeleiteten Netto-Sedimentationsraten zuverlässiger sein dürften. Betrachtet man nur diese zuverlässigeren, in Tab. 2 fett gedruckten Werte, lässt sich die Entwicklung der Akkumulation bei Balm wie folgt darstellen:

Vor den ersten Bergsturzergebnissen im 14. Jahrhundert war die Sedimentation offenbar nur wenig stärker als die Erosion: Nach über

4000 Jahren verblieben gerade einmal 2.1 m neue Flussablagerungen (Abschnitt D, 0.5 mm pro Jahr). Nach den Sturzereignissen im 14.-17. Jahrhundert erhöhte sich die Sedimentationsrate drastisch. Betrachtet man den Abschnitt F seit der ersten Bergsturzaablagerung bis heute, beträgt die Netto-Sedimentationsrate der letzten 600 bis 700 Jahre 11.2 mm pro Jahr, mehr als das 5-fache des Mittelwerts von 1.9 mm pro Jahr für die letzten 4700 Jahre.

7. Schlussfolgerungen

Die Bergsturzaablagerungen von Balm sind nicht auf ein einziges Ereignis (1650) zurückzuführen. Vielmehr dürften sich im Mittelalter im Verlauf von rund drei Jahrhunderten, drei oder vier singuläre Sturzereignisse ereignet haben. Auch der Bohrbe fund, wonach die untere Hälfte des Bergsturzschnitts verschiedentlich Anzeichen für Bodenbildungen aufweist, stützt diese Interpretation. Diese älteren Sturzereignisse scheinen eher kleiner als das Ereignis von 1650 gewesen zu sein. Jedenfalls waren sie nicht eindrücklich genug, um die Siedler davon abzuhalten, sich in Balm und Falcheren niederzulassen. Mit dem Ereignis von 1650 wurden die ursprünglichen Siedlungen Balm und Falcheren schliesslich weitgehend zerstört und verlassen (Balm und Falcheren liegen heute an anderer Stelle).

Dank den vorliegenden Daten lässt sich die Netto-Sedimentationsrate im Haslital bei Balm berechnen. Im Verlauf der letzten rund 4700 Jahre betrug diese im Mittel rund 1.9 mm pro Jahr. Seit den ersten Sturzereignissen von Balm im 14. Jahrhundert stieg sie jedoch stark an und liegt bis heute bei etwa 11 mm pro Jahr. Wie zu erwarten, ist die Sedimentation (und Erosion) des alpinen Haslitals nicht konstant, sondern ganz wesentlich durch katastrophenartige Einzelereignisse geprägt. In Würgler 1979 sind denn auch zahlreiche historische Hochwasserkatastrophen dokumentiert. Auch die Unwetter vom August 2005 stellen ein solches Einzelereignis dar.

Literatur

- Gruner, U. 2006: Bergstürze und Klima in den Alpen – gibt es Zusammenhänge? *Bull. angew. Geol.* 11/2, 25-34.
- Neiger, H. 1978: Bergstürze im Haslital. Pauli Schnelldruck, Meiringen.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S., Bronk Ramsey, C., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J. & Weyhenmeyer, C.E. 2004: *Radiocarbon* 46, 1029-1058.
- Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern WEA (1984): Hydrogeologie Haslital zwischen Innertkirchen und Briener See. Bearbeitung Kellerhals + Haefeli AG.
- Würgler, A. (Hrg.) 1979: *Geschichte der Landschaft Hasli*. Brügger, Meiringen, 694 S., 177, 230.

Dank

Herrn E. Gebers von der Transitgas AG, Zürich, sei herzlich für die Finanzierung der Radiokarbon-Datierungen gedankt. Ebenfalls gedankt sei Herr D. Wälti, welcher die Holzproben vakuumierte, sowie Frau H. Jäckli für ihre wertvolle Hilfe beim Auffinden der einschlägigen Hasler Literatur. Ein weiterer Dank geht an Dr. P. Haldimann, Dr. U. Gruner und P. Christe, welche diesen Artikel gewissenhaft gegengelesen haben.