

Die Bergstürze vom Pletzachkogel, Kramsach, Tirol

GERNOT PATZELT*

7 Abbildungen, 2 Tabellen, 1 Tafel

Österreichische Karte 1:50.000
Blatt 119 Schwaz
Blatt 120 Wörgl

Nördliche Kalkalpen
Spätglazial
Bronzezeit
Römerzeit
Talgeschichtliche und kulturhistorische Folgen

Inhalt

Zusammenfassung	25
Abstract	26
Einleitung	27
Die Karte des Bergsturzgebietes	28
Kartometrische Auswertung	28
Morphologisch-stratigrafische und zeitliche Differenzierung der Sturzereignisse	28
Der spätglaziale Bergsturz (1)	28
Zeitliche Eingrenzung	29
Sturzereignisse des mittleren Postglazials (2)	29
Zeitliche Festlegung	30
Der römerzeitliche Bergsturz (3)	30
Der Stauraum im Inntal	32
Datierungen	32
Die Auenstufe zwischen Bergsturz und Zillermündung	34
Felsstürze der jüngsten Vergangenheit (4)	34
Kulturhistorische Folgen	35
Tafel	36
Literatur	38

Zusammenfassung

Das Abbruchgebiet der Bergstürze liegt an der Ost- und Südflanke des Pletzachkogels (1.549 m) im östlichen Rofangebirge und bildet mit scharfen Abrisskanten 300 bis 500 m hohe Wandflanken im anstehenden Oberrhät- und unterjurassischen Rotkalk. Die Sturzhöhe beträgt rund 1.000 m. Im Ablagerungsgebiet bedeckt Bergsturzmaterial heute eine Fläche von insgesamt 6,2 km². Die Kubatur wird auf rund 90 Mio. m³ geschätzt.

Auf der Grundlage einer neuen Karte des Bergsturzgebietes (Taf. 1) werden folgende Bergsturzereignisse unterschieden:

1. Der spätglaziale Bergsturz, der das Brandenberger Tal querte und zum Teil wieder abgetragen oder überlagert wurde. Für dieses Ereignis konnte ein Alter von 12500 ± 400 BC wahrscheinlich gemacht werden.
2. Bergstürze des mittleren Postglazials für eine mehrgliedrige Serie von Sturzereignissen, von denen eines zwischen 2000 und 1700 BC die Inntalsole querte.
3. Ein römerzeitlicher Bergsturz, das mit 3,3 km² flächengrößte Ereignis, der das Inntal sperrte und den Inn staute. Dieser Bergsturz ist durch 6 Radiokarbondatierungen von organischem Material aus überfahrenen und Rückstausedimenten für den Zeitraum zwischen 120–240 AD festgelegt. In seinem Abbruchgebiet sind Felsstürze bis in die Gegenwart aktiv.

Der römerzeitliche Bergsturz hatte als talsperrendes Ereignis weitreichende kulturhistorische Folgen. Es entstand im Unterinntal ein den Verkehr behindernder Grenzraum, in dem im Mittelalter die kirchlichen Verwaltungsgrenzen der Diözesen von Salzburg, Brixen und Freising und die Landesgrenzen von Tirol und Bayern festgelegt wurden. Die Sturzblöcke im Talsohlenbereich wurden über Jahrhunderte als Baustein genutzt und fanden als Bildhauerstein in der Baukunst weite Verbreitung.

*) GERNOT PATZELT: Patscherstraße 20, A 6080 Innsbruck-Igls. gernot.patzelt@uibk.ac.at

The Rockslides of Pletzachkogel, Kramsach, Northern Calcareous Alps, Tyrol

Abstract

The source area of rock falls is situated at the eastern and southern flanks of Pletzachkogel (1.549 m a.s.l.) in the Rofan mountains and displays sharp scarps and 300–500 m high cliffs of Upper Triassic and Lower Jurassic limestone. The drop in altitude amounts to approximately 1.000 m. The fallen material covers an area of 6.2 km² in total. The volume is estimated to be 90 Mio. m³.

A new map of the rock fall area distinguishes between three rock fall events:

- (1) A late-glacial rock fall which crossed the Brandenburg valley and is now partly eroded or covered by younger material. The age of this rock fall is probably 12500 ± 400 BC.
- (2) Rock falls of the Middle Postglacial which comprise a series of events one of events, one of them crossed the bottom of the Inn valley between 2000 and 1700 BC.
- (3) A rock fall during Roman times which covered the largest area (3.3 km²) and blocked the Inn valley. This rock fall took place in 120–240 AD as determined by radiocarbon dating of organic material within sediments of the temporarily dammed Inn River. In the source area of this event rock falls still happen today.

By blocking the Inn valley the latest rock fall had far reaching historic consequences. Traffic was impeded and during the Middle Ages the diocese borders of Salzburg, Brixen and Freising as well as the national borders between Tyrol and Bavaria were established in this area. For centuries the rock fall material at the valley bottom was widely used for construction and sculpture.



Abb. 1. Der Bergsturzgebiet vom Pletzachkogel mit der römischen Abbruchnische (links oben), dem Ablagerungsgebiet auf der Inntalsole (größtenteils bewaldet) und dem Stauraum (linke untere Bildhälfte) mit den Burgen Lichtwert und Matzen. Flugaufnahme: 01.04.2001. Blickrichtung N.

Einleitung

Die Bergsturmassen, die von der Ost- und Südflanke des Pletzachkogels (1.549 m) im östlichen Rofangebirge abgefahren sind und das äußere Brandenberger Tal und das Inntal verlegt und abgesperrt haben, prägen die Tal-landschaft in diesem Bereich. Mit einer Fläche von über 6 km² und einer geschätzten Kubatur von insgesamt rund 90 Mio m³ zählen diese Bergstürze zu den Großereignissen dieser Art in den Nördlichen Kalkalpen. Das letzte inntalquerende Sturzereignis hat sich in der bereits historisch fassbaren Römerzeit ereignet. Damals wurde der Inn gestaut, der Stauraum reichte bis ins Zillertal zurück. Die Verkehrswege dieser Zeit wurden dadurch auf einer Strecke von mindestens 5 km unterbrochen und der nutzbare Talbereich stark eingeengt. Damit entwickelte sich hier ein Grenzraum, in dem im Mittelalter die Bistumsgrenzen von Salzburg, Brixen und Freising und die politische Grenze zwischen Tirol und Bayern festgelegt wurden. Der Bergsturz erweist sich damit als ein Naturereignis mit weitreichenden und nachhaltigen kulturhistorischen Folgen. Einen Überblick über den Untersuchungsraum gibt Abbildung 1.

Aufgrund seiner Lage im Talraum wurde der Bergsturz seit Beginn der geologischen Forschung beachtet. Karto-

grafisch ist er von AMPFERER & OHNESORGE (1918) in der geologischen Spezialkarte 1:75.000 erstmals gut erfasst. SCHEIBER (1950) gibt in einer monografischen Darstellung des Bergsturzes einen zusammenfassenden Literatur-überblick und eine detailreiche Kartenskizze als Ergebnis entsprechender Geländebeobachtungen und Kartierungen. SCHEIBER fasst das Sturzereignis als ein zeitlich einheitliches auf, das er mit morphologischer Argumentation in spätglaziale Zeit – „älter als die Ablagerung dieser ältesten Lokalmoränen“ im Rofan (S. 69) – stellt. Den aktuellen Kenntnisstand mit umfassender Darstellung der historischen Bergsturzfolgen gibt NEUHAUSER (2006).

Die in den letzten Jahrzehnten entwickelten geochronologischen Methoden lassen heute vielfach eine bessere zeitliche Abgrenzung, oft auch eine Datierung geologischer Vorgänge zu. In der vorliegenden Arbeit liegen der zeitlichen Gliederung insgesamt 23 Radiokarbondatierungen zugrunde, die in Tabelle 1 zusammengestellt sind. Die Kalibration der konventionellen ¹⁴C-Alter erfolgte einheitlich nach Oxcal v3.10 (BRONK RAMSEY, 2005). Die im Text verwendeten Zeitintervalle entsprechen durchwegs dem 2 σ -Bereich, in dem mit 95 % Wahrscheinlichkeit das wahre Alter der Proben liegt.

Probe	Nummer	Höhe m ü. M.	Material	Labor-Nr.	conv. ¹⁴ C-Alter BP	kalib. Alter BC / AD (1 σ)	kalib. Alter BC / AD (2 σ)
Frauensee	1	541,2	Gy	Utc - 7145	12380 +/- 70	12640 BC - 12210 BC	12900 BC - 12100 BC
Krummsee	1	557,7	Gy	Hv - 5279	12480 +/- 90	12820 BC - 12320 BC	13050 BC - 12200 BC
Pletzach	1	ca. 515	H	VRi - 304	3630 +/- 90	2140 BC - 1880 BC	2300 BC - 1700 BC
Pletzach	2	ca. 518	H	VRi - 305	3690 +/- 90	2200 BC - 1950 BC	2450 BC - 1750 BC
Hagau	2/1	519,7	H	VRi - 1995	1800 +/- 50	130 AD - 320 AD	80 AD - 350 AD
Hagau	2/2	519,2	H	VRi - 1997	1960 +/- 50	40 BC - 90 AD	100 BC - 140 AD
Hagau	2/3	519,6	Hu	VRi - 1996	2360 +/- 50	520 BC - 380 BC	750 BC - 200 BC
Münster	M - 1/1	518,2	Gy	VRi - 2026	2060 +/- 50	170 BC - AD	200 BC - 60 AD
Münster	M - 2/1	518,3	Hk	VERA - 2075	1860 +/- 35	80 AD - 220 AD	70 AD - 240 AD
Münster	M - 3/1	518,3	PR	VERA - 2988	1865 +/- 35	80 AD - 220 AD	70 AD - 230 AD
Münster	M - 3/2	518,2	T	VRi - 2159	1870 +/- 50	70 AD - 220 AD	20 AD - 260 AD
Münster	M - 3/3	517,8	H	VRi - 2160	3480 +/- 50	1880 BC - 1740 BC	1940 BC - 1680 BC
Münster	M - 3/4	517,7	H	GrN - 28787	4320 +/- 40	3010 BC - 2890 BC	3080 BC - 2880 BC
Münster	M - 5/1	518,2	Hk	VERA - 3519	1845 +/- 35	125 AD - 220 AD	70 AD - 250 AD
Münster	M - 5/2	518,1	Hk	VERA - 3518	1995 +/- 35	40 BC - 55 AD	90 BC - 80 AD
Münster	M - 6/1	518,2	Hk	VERA - 4133	1810 +/- 35	130 AD - 250 AD	120 AD - 330 AD
Matzenpark	BM - 1	524,6	Hk	VERA - 1948	12405 +/- 50	12640 BC - 12260 BC	12900 BC - 12150 BC
Matzenpark	BM - 2	502,4	Kn	VERA - 2224	12435 +/- 35	12670 BC - 12310 BC	12900 BC - 12200 BC
Brixlegg	BR - 1	511,5	H	VERA - 4090	360 +/- 35	1460 AD - 1630 AD	1450 AD - 1640 AD
E-Bohrung	EKB - 28/2	519,5	H	VERA - 2673	7695 +/- 30	6570 BC - 6475 BC	6600 BC - 6460 BC
E-Bohrung	EKB - 28/1	519,1	PR	VERA - 2672	7870 +/- 35	6770 BC - 6640 BC	6910 BC - 6600 BC
Rettungsschacht	RS - 14/1	512	H	VERA - 4499	9225 +/- 50	8540 BC - 8340 BC	8570 BC - 8290 BC
Rettungsschacht	RS - 13/1	512,5	H	VERA - 4498	9550 +/- 40	9120 BC - 8000 BC	9140 BC - 8760 BC

Abkürzungen:

H - Holz, Hk - Holzkohle, T - Torf, Gy - Gytija, Hu - Humus, Kn - Knochen, PR - Pflanzenreste

Tab. 1.
Die Radiokarbon-Daten, die der Arbeit zugrunde liegen.

Ergänzend zu den Datierungsmöglichkeiten kommt hinzu, dass die rege Bautätigkeit im Gebiet eine große Zahl neuer Aufschlüsse schafft und damit einen wesentlich verbesserten Einblick in den Aufbau der Sturzablagerungen ermöglicht. Eine Neubearbeitung des Bergsturzareals erschien damit gerechtfertigt.

Die Karte des Bergsturzgebietes

Die Geländebegehung und Kartierung für die neue Bergsturzkarte (Taf. 1) wurden in den Jahren 2000–2006 durchgeführt. 2010/2011 erfolgte eine Überarbeitung und Ergänzung, mit Abschluss im März 2011. Die kartografische Bearbeitung wurde an der Geologischen Bundesanstalt, Wien, durch Frau Monika Brüggemann-Ledolter vorgenommen.

In der Karte ist das die Bergstürze umgebende Gelände miterfasst. Anstehender Fels (grau) ist jedoch nicht differenziert. Die großflächige eiszeitliche Moränenbedeckung (gelb) und die fluviatilen Sedimente (grün) lassen das Bergsturzareal deutlich hervortreten. In diesem wurden anhand morphologischer und stratigrafischer Kriterien drei Sturzgebiete unterschieden (dunkelbraun, hellbraun, rosarot). Der Blockwall und die rezente Felssturzhalde unter der Abbruchnische der Südflanke des Pletzackkogels sind hellrosa ausgeschieden.

Im Mündungsbereich der Brandenberger Ache und des Alpbaches liegen die älteren fluviatilen Sedimente der Bergsturzumrahmung (grün, dunkelgrün). Der Staubereich des letzten, das Inntal querenden Bergsturzes ist vor allem durch die Terrasse von Asten-Tegernfeld (grünpunktiert) gekennzeichnet, die sich mit bogenförmigen Erosionsböschungen von der Austufe (hellgrün) abhebt. In der Austufe selbst ist der historisch fassbare Innverlauf mit den Flussverbauungsmaßnahmen dargestellt. Damit ist auch kartografisch ein Anschluss an die jüngste Fluss- und Talgeschichte gegeben.

Kartometrische Auswertung

Die Karte erlaubt eine gute flächenhafte Auswertung des Bergsturzareals, das insgesamt 6,2 km² einnimmt (Tab. 2). Dabei ist zu beachten, dass nur der römerzeitliche Bergsturz (3) und die Felsstürze der jüngsten Vergangenheit (4) in ihrer Ausdehnung vollständig fassbar sind. Die Ablagerungen der älteren Sturzereignisse (1, 2) sind zum Teil überdeckt oder erodiert und in ihrer ursprünglichen Ausdehnung nicht erhalten.

Die Kubaturen lassen sich nur als Schätzwerte angeben, denen hier eine mittlere Mächtigkeit von 15 m zugrunde liegt. Die damit ermittelte Gesamtsumme von 93x10⁶ m³ dürfte jedoch eher einen oberen Grenzwert darstellen. Bei einer mittleren Mächtigkeit von 10 m ergäbe sich eine Kubatur von rund 60x10⁶ m³, ein Wert der zu gering erscheint.

Für eine genauere Kubaturerfassung fehlen die dafür notwendigen Grundlagen.

Der römerzeitliche Bergsturz (3) hat eine Fahrbahnlänge von 3,5 km und eine Fahrböschung von 15°. Die Sturzhöhe vom höchsten Punkt des Abbruchgebietes bis zum tiefsten Punkt der Ablagerung beträgt 980 m. Dieser Wert gilt in der Größenordnung auch für die älteren Bergstürze.

Morphologisch-stratigrafische und zeitliche Differenzierung der Sturzereignisse

Der spätglaziale Bergsturz (1)

Das Abbruchgebiet liegt nördlich des Pletzackkogels und ist westseitig durch eine über 200 m hohe Felswand gekennzeichnet. Es ist mit scharfer Abrisskante spitzwinklig klar umgrenzt.

Die Abrisskante setzt sich nach Nordosten bis in die Ostflanke des Sonnwendjoches (1.785 m) fort. Dort wurde ein isolierter Bergsturzkörper mit einigen scharfkantigen Großblöcken und einer Fläche von ca. 9 ha kartiert. Er liegt außerhalb des Betrachtungsrahmens, seine farbliche Zuordnung zum spätglazialen Sturzereignis ist nicht zwingend.

Südwestlich der Klosteralm ragt steil und über 50 m hoch ein Felskörper auf, der vom Felshang ebenso steil durch eine Rücktiefung abgesetzt ist. Es wird darin eine Felsgleitung gesehen. Da die spätglaziale Moräne (hellgelb) teilweise bis an diesen Fels reicht und angelagert erscheint, muss die Felsgleitung älter sein als diese, und damit auch älter als der hier besprochene Bergsturz. Damit ist ein Hinweis gegeben, dass Massenbewegungen dieser Art schon während des spätglazialen Eisfreiwerdens der höher gelegenen Gebiete erfolgt sein können.

Die oben erwähnte Moräne bildet knapp außerhalb der Mittelstation der Liftanlagen eine breite Bastion mit steilem talwärtigem Abfall und hangaufwärts einer teilweise als Doppelwall ausgebildeten Seitenmoräne, die sich bis 1.440 m Höhe verfolgen lässt. Unterhalb der Klosteralm ist diese Moräne zwischen 1.160 und 1.140 m Höhe durch den Bergsturz überfahren und scharf abgeschnitten.

Die größte Mächtigkeit von 25 bis 30 m erreicht die Bergsturzmasse oberhalb der Klosterkirche von Mariatal auf der linken Talseite des Brandenberger Tales, wo durch Aufbrandung bis auf 600 m Höhe die moränenbedeckte Inntalterrasse der Reintaler Seen (Oberangerberg) gerade noch erreicht wurde. Durch eine flache Talung oberhalb der Klosterkirche ist ein ehemaliger Abfluss der Ache und die Stauhöhe angezeigt. Westlich davon hat sich die Ache zum heutigen Verlauf eingeschnitten. Dabei wurden am rechten Uferhang konglomerierte Kiese freigelegt, die von Grundmoräne überlagert- und damit als prähochglazial einzustufen sind. Die Moränenoberfläche ist durch einen Quellhorizont angezeigt. Erst darauf liegt wieder mehrere Meter mächtiges Bergsturzmaterial.

	Kartenfläche (km ²)	Kubatur (10 ⁶ m ³ , bei 15 m mittl. Mächtigkeit)
1 Spätglazialer Bergsturz	1,5	ca. 22
2 Sturzereignisse des mittleren Holozäns	1,2	ca. 18
3 Römerzeitlicher Bergsturz	3,3	ca. 50
4 Felsstürze der jüngsten Vergangenheit	0,2	ca. 3
Summe	6,2	ca. 93

Tab. 2. Flächen und Kubaturen der Bergstürze vom Pletzackkogel.

Die liegenden Kiese und Schotter sind auch talabwärts in der steilen Erosionsböschung der Ache beim Parkplatz der Liftstation aufgeschlossen und von Bergsturzböcken überlagert, wobei hier die dazwischen liegende Moräne fehlt. Der von der Liftstation nach SW sanft ansteigende Hang ist landwirtschaftliches Kulturland und wurde zuletzt für den Skibetrieb teilweise planiert. Aufschlüsse in Baugruben zeigen unter tiefgründiger Verwitterung Bergsturzmaterial.

Der südlichste Teilbereich, der diesem Bergsturz zugeordnet wird, ist dicht besiedelt und durch fortgesetzte Baumaßnahmen gut erschlossen. An der Ostecke dieses Schuttkörpers verzeichnet die geologische Spezialkarte Grundmoräne. Eine erkennbare Abbaugrube in dieser Lage ist jedoch vollkommen verbaut und die Karteneintragung nicht nachprüfbar. Ansonsten zeigten alle besichtigten Baugruben in diesem Bereich Bodenprofile mit tiefgründiger Verwitterung auf Bergsturzschild. Liegende Moräne oder Flussschotter wurde auch in 3 bis 4,5 m Tiefe in keinem Fall erreicht. Die Bergsturzablagerungen sind, wie die Erosionsböschungen zeigen, zurückversetzt. Sie zeigen eine Mindestreichweite und eine entsprechende Einengung der Innentalsohle an.

Die Brandenberger Ache hat in ihrem trichterförmigen Mündungsbereich das Bergsturzmaterial ausgeräumt und nachfolgend Schwemmfächer sedimentiert, die ihrerseits wieder erosiv zerschnitten sind. Damit wird für das Bergsturzereignis ein höheres nacheiszeitliches Alter angedeutet, das wie folgt konkreter gefasst werden kann.

Zeitliche Eingrenzung

Die Moränen im Bereich der Klosteralm lassen die Rekonstruktion eines stadialen Gletscherstandes zu, für den eine Schneegrenzhöhe zwischen 1.450 und 1.500 m notwendig war. Das ist trotz aller Unsicherheiten eindeutig tiefer, als es für das Gschnitzstadium festgelegt wurde (PATZELT et al., 1976) und das für die Zeit um 16000/16300 BP datiert ist (IVY-OCHS et al., 2006). Die Klosteralm-Moräne muss älter sein. Die Überfahrung dieser Moräne durch den Bergsturz ist um einen hier unbestimmbaren Zeitraum jünger als die Moräne.

Die Abflüsse vom Krummsee und Frauensee haben bei ihrer Einmündung in die Talung der Brandenberger Ache einen Schwemmfächer aus groben Bachschottern geschüttet, der auch kristalline Komponenten aufgearbeiteter Grundmoräne enthält (in der Karte dunkelgrün). Diese Sedimentation erfordert einen stark wasserführenden Bach, für den die Transportkraft der jetzigen Seeabflüsse sicher nicht ausreicht. Es wird dafür ein spätglazialer Abfluss angenommen, wie er im Zuge von Toteisschmelze im Bereich der Reintaler Seen möglich gewesen sein kann. Der Schwemmfächer liegt rechts dem Bergsturz auf und ist daher jünger als dieser. Eine Bodenbildung und damit ein größerer zeitlicher Abstand zwischen Bergsturz- und Schwemmfächersedimentation waren nicht erkennbar, allerdings sind für weitere Schlussfolgerungen die Aufschlussverhältnisse nicht ausreichend.

Rund 350 m östlich außerhalb des Bergsturzareals liegt in einer großen Toteismulde ohne oberflächlichen Zufluss der Frauensee (Taf. 1, Pkt. 4). Ein 928 cm langes Profil aus

Torf und Gytjtja-Sedimenten hat WALDE (1999) pollenanalytisch untersucht. Das Profil enthält in 790–829 cm Tiefe eine markant ausgeprägte Sandlage, die sich von unter- und überlagernden Gytjtja-Schichten deutlich abhebt. Die vier Pollenspektren des sandigen Sedimentes zeigen eine deutliche Entwicklung zur Wiederbewaldung durch Birke und Föhre und geben keinen Hinweis auf eine Klimaverschlechterung.

Die Tongytjtja im Liegenden der Sandlage enthält organische Reste (Nadeln von *Juniperus*, Holz von *Alnus* und *Betula*). Die Komponenten der scharf abgegrenzten Sandlage mit einem Dolomitgehalt von 14–16 % sind kantig bis schwach gerundet und sicher nicht glazigen. Die Kalkgytjtja darüber enthält nur mehr 1–7 % Dolomit.

Das anorganische Material dieses Profilabschnittes hat Volkmar Stingl (pers. Mitteilung) analysiert. Es ist ortsfremd, könnte aber aus den Gesteinen der Pletzackkogelflanke stammen.¹ Das spricht dafür, dass die Sandlage als Flugsand während des Bergsturzes sedimentiert wurde.

In dem rund 1 km östlich des Frauensees in einer geschlossenen Toteismulde gelegenen Moor beim Krummsee (565 m, Taf. 1, Pkt. 5) war in den entsprechenden Horizonten kein anorganisches Sediment erkennbar (BORTENSCHLAGER, 1984). So weit hat die Sedimentfahne des Bergsturzes offenbar nicht gereicht.

Im Frauensee-Profil ergab eine ¹⁴C-Datierung von Holzresten (Nadeln von *Juniperus*, Holz von *Alnus* und *Betula*) am Überlagerungskontakt im Liegenden der Sandschicht ein konventionelles ¹⁴C-Alter von 12380 ± 70 BP (WALDE, 1999), entsprechend einem kalibrierten Alter von 12900–12100 BC. Damit fiel das Bergsturzereignis in die 2. Hälfte des Bölling-Interstadials. Die angeführten morphologischen Argumente widersprechen dieser Zeitstellung nicht.

Solange keine stratigrafisch besser fassbare Datierung vorliegt, wird angenommen, dass der spätglaziale Bergsturz vom Pletzackkogel in der Zeit um 12500 ± 400 vor Christus abgefahren ist.

Sturzereignisse des mittleren Postglazials (2)

Die Abbruchnische der Ostflanke des Pletzackkogels mit dem Gipfel (1.549 m) als höchstem Punkt ist über 500 m hoch und im unteren Wandteil durch eine Bruchkante noch versteilt. Das Ablagerungsgebiet der Sturzmassen (in der Karte hellbraun) ist durch mindestens drei größere Schuttloben gegliedert, die morphologisch abgrenzbar sind, sich aber mangels geeigneter Aufschlüsse stratigrafisch nicht trennen lassen. Sie sind daher auf der Karte zusammenfassend dargestellt.

Der markanteste Schuttlobus, auf dem das Kloster Hilarienberg (587 m) steht, fällt mit 60 m hoher Böschung zur Innentalsohle in der „Lohe“ (515 m) ab. Bergwärts ist oberhalb des Klosters in ca. 590 m Höhe ein Seitenlobus mit ebenso ausgeprägter Steilböschung ausgebildet, auf dem auffallend große Felsblöcke liegen. Ob und in welcher Form ein Zusammenhang mit der großen Schuttbastion am Geschriebenstein (820 m) besteht, muss offen bleiben. Auffallend ist im Bereich des „Kalten Brunnens“ die Häufung von großen Blöcken. Von hier bis zur Sohle ist die Südwestflanke dieser Blockschuttlagen vom jüngeren Bergsturz (3) unterschritten oder überlagert.

¹ Die Probe wurde vom Verfasser aus der Bohrkernkiste knapp vor deren Entsorgung entnommen. Herr Volkmar Stingl hat die Sedimentanalyse kollegial am Institut für Geologie der Universität Innsbruck durchgeführt und das Ergebnis handschriftlich mitgeteilt, wofür auch an dieser Stelle entsprechend gedankt sei. Eine vorgesehene neue Bohrung und entsprechende Beprobung dieses Profilabschnittes ist aus Kostengründen nicht mehr erfolgt.

Orografisch rechts ist außerhalb eines markanten Blockwalles des römischerzeitlichen Sturzes (3) ein schmaler Blockschuttstreifen erhalten, der morphologisch älter erscheint und der postglazialen Bergsturzgruppe zugeordnet wird. Oberhalb des Wasserfalles des Habacher Baches ist in der steilen Erosionsböschung die Abgrenzung von älterem und jüngerem Blockschutt nicht im wünschenswerten Maße möglich.

Die Blockschuttmassen zu beiden Seiten des jüngsten Bergsturzes (4) lassen es als wahrscheinlich erscheinen, dass postglaziale Stürze mit breiten Schuttlagen auch die Inntalsole erreichten. Für ein talquerendes Sturzereignis gibt es einen stratigrafischen Beleg im Aufschluss Hagau 2.

Zeitliche Festlegung

Im Aufschluss Hagau 2 (Taf. 1, Pkt. 1 und Abb. 4) trennt ein fossiler und gestauchter Boden die römischerzeitliche Sturzmasse im Hangenden von dünn verteilten Bergsturzböcken im Liegenden. Der fossile Boden ergab ein Radiokarbonalter von 2360 ± 50 BP (Hagau 2/3), entsprechend einem kalibrierten Alter von 750–200 vor Christus. Es ist dies ein Mindestalter für die Bergsturzaablagerung im Liegenden des Bodens.

Aus dem Ablagerungsbereich auf der Inntalsole liegen 2 weitere ^{14}C -Datierungen vor², die ein ereignisnahes Maximalalter für den Bergsturz darstellen dürften. Eine Holzprobe aus dem Schluff an der Basis des Bergsturzes wurde von Arbeitern bei einer Brunnengrabung im Steinbruch-Kalkwerk Einberger geborgen. Sie ergab ein konventionelles ^{14}C -Alter von 3630 ± 90 BP (Pletzach 1, Tab. 1), entsprechend einem kalibrierten Alter von 2300–1700 vor Christus. Eine zweite Holzprobe wurde während des Autobahnbaues nahe der Brücke von Brixlegg aus Innsedimenten an der Bergsturzbasis 1971 von Heuberger geborgen. Sie ergab ein übereinstimmendes konventionelles ^{14}C -Alter von 3690 ± 90 BP (Pletzach 2, Tab. 1), entsprechend einem kalibrierten Alter von 2450–1750 vor Christus (FELBER, 1973). Die beiden Probenentnahmestellen sind rund 800 m voneinander entfernt. Ihre zeitgleiche Verschüttung weist auf ein Sturzereignis hin, welches das Inntal querte und vom römischerzeitlichen Bergsturz (3) nur wenig übertrafen wurde.

In Münster-Bachleiten ist im Profil M-3 (Taf. 1, Pkt. 2, im Text Abb. 5) eine ältere Schluffeinschwemmung mit eingelagerten Holzresten auf konv. 3480 ± 50 BP (M-3/3) datiert, entsprechend einem kalibrierten Alter von 1940–1680 vor Christus. Damit überlappt es im 2σ -Bereich die Alter der beiden Proben von der Bergsturzbasis, im 1σ -Bereich erscheint es etwas jünger als diese. Unter der Annahme, dass die Schlufflage infolge des Staus durch den Bergsturz sedimentiert wurde, wäre damit das Sturzereignis datiert. Es fiel in die Zeit zwischen 2000 und 1700 vor Christus. Eine Bestätigung dieser zeitlichen Stellung mit schärferer Eingrenzung des Ereignisses in einem weiteren Profil wäre wünschenswert. Nach den vorliegenden Daten erscheint jedoch ein Bergsturzeignis für die erste Hälfte der Bronzezeit gut festgelegt.

Für den Zeitraum der 1. Hälfte des 2. Jahrtausends vor Christus sind mehrere Bergstürze im Raum der nördlichen Kalkalpen datiert. Der ältere Bergsturz vom Tschirgant

(Oberinntal) ist zwischen 1900 und 1550 vor Christus (vier Datierungen) abgefahren. Der größte, das Inntal querende Bergsturz von Haiming (Oberinntal; PATZELT, 2012) ist für die Zeit zwischen 1680 und 1490 vor Christus datiert. Für den Bergsturz von Eibsee-Grainau aus der Nordflanke der Zugspitze gehen JERZ & POSCHINGER (1995) aufgrund von mehreren Datierungen von einem Sturzereignis vor rund 3700 ^{14}C -Jahren aus, was nach neuer Kalibrierung einer Zeit zwischen 2140 und 2030 vor Christus entspricht. Nimmt man an, dass dem Sturzereignis das jüngste Datum der Serie zeitlich am nächsten liegt, erhält man mit Grainau 3 (3615 ± 65 BP) ein kalibriertes Alter von 2200–1770 vor Christus. Der Bergsturz von Hintersee/Ramsau im Berchtesgadener Land (Bayern) ist nach POSCHINGER & THOM (1995) mit 3520 ± 85 BP ^{14}C -datiert. Das entspricht kalibriert einer Zeit zwischen 2130 und 1620 vor Christus. Diese Bergsturzdaten sind auch in der Datensammlung von PRAGER et al. (2008, Tab. A 1) aufgelistet.

Der bronzezeitliche Bergsturz vom Pletzachkogel fällt somit in eine Zeit, in der sich große Sturzereignisse auffallend gehäuft ereignet haben. Methodisch bedingt ist eine zeitlich schärfere Fassung der einzelnen Ereignisse nicht möglich. Wenn man davon ausgeht, dass große Bergstürze durch Erdbeben ausgelöst wurden, müssten für die 2. Hälfte des 2. Jahrtausends vor Christus Zeitabschnitte mit außergewöhnlicher tektonischer Dynamik postuliert werden. Ob es sich dabei um ein einmaliges oder mehrphasiges Ereignis gehandelt hat, ist derzeit nicht zu sagen.

Es ist auch nicht eindeutig zu klären, welcher der auf der Karte hellbraun zusammengefassten Blockschuttloben diesem Sturzereignis mit talquerender Reichweite entspricht. Nach der morphologischen Situation käme dafür am ehesten der große Lobus in Frage, auf dem das Kloster Hilariberg steht. Ein stratigrafischer Beleg dafür fehlt.

Der römischerzeitliche Bergsturz (3)

Das Abbruchgebiet dieses Bergsturzes ist mit formfrischer Abrisskante von drei Seiten umschlossen. Es setzt südlich des Pletzachkogel-Gipfels in ca. 1.500 m an und bildet eine 250–300 m hohe Wandstufe. Die rostrote Farbe des anstehenden Jurakalkes im frischen Anbruch und der anschließenden Steinschlaghalde hat den alten Lokalnamen „Rettengscheß“ (auch „Rettengschöß“ u.a.) als schönes Beispiel einer die Natur beschreibenden Ortsbezeichnung.

Im linken, östlichen Teil des Abbruchgebietes sind größere Felspartien mit freistehenden Felstürmen vom Anstehenden zwar losgelöst, aber in zum Teil verkippten Partien stark zerrüttet liegen geblieben, damit ein potenzielles Nachsturzgebiet anzeigend.

Das Ablagerungsgebiet überdeckt eine Fläche von 3,3 km² (Tab. 2) und ist fächerförmig mit einer maximalen Breite von nahezu 2 km über der Inntalsole ausgebreitet. Die ursprüngliche Schuttmächtigkeit im Bereich der Inntalsole ist wegen des Jahrhunderte langen Abbaues von Bergsturzböcken nur abzuschätzen. Sie wird im östlichen Teil im Raum um Hagau 5 m, im westlichen Teil 10 m nur kleinräumig überschritten haben. Am nordwestlichen Ende des Steinbruches der Fa. Einberger und nordwestlich der Gebäude der Österreichischen Bundesforste wurden durch den Gesteinsabbau die grundwasserführenden Sedimen-

² Diese Datierungen hat Helmut Heuberger (†) bereits vor 1973 veranlasst, anlässlich einer gemeinsamen Exkursion im Bergsturzgebiet im Jahr 2001 mitgeteilt und nach anregender Diskussion und freundlicher Unterstützung dem Verfasser zur weiteren Bearbeitung überlassen.

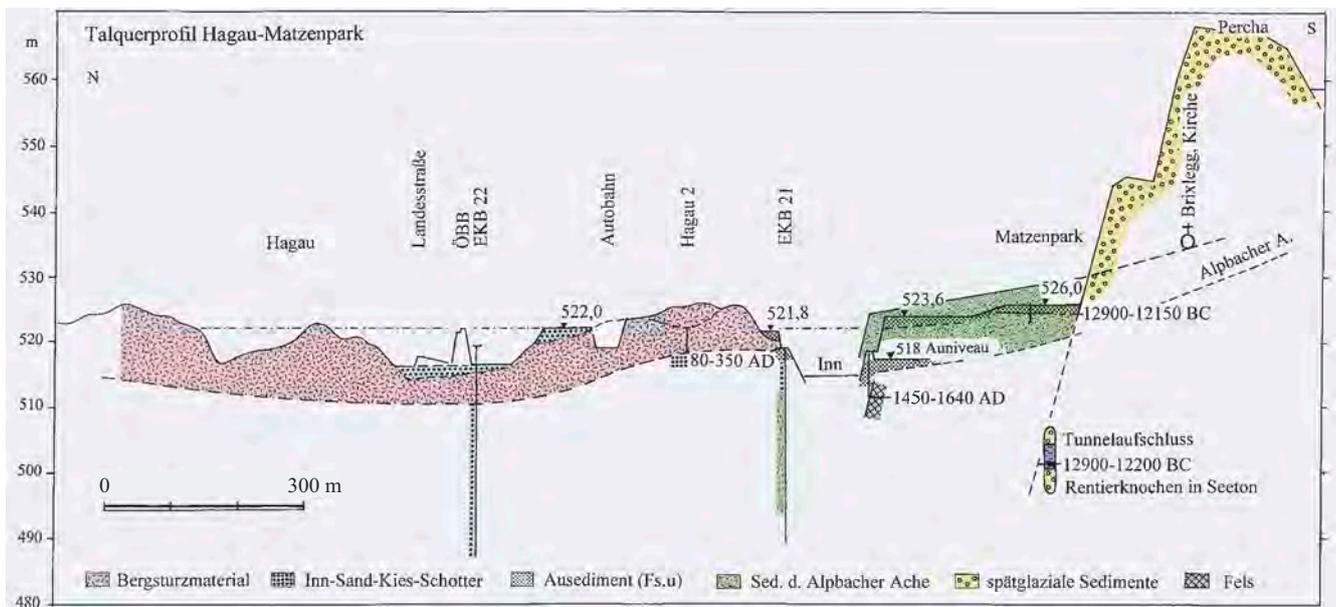


Abb. 2.
Der Bergsturz im Inntalquerprofil zwischen Hagau und Matzenpark.

te der Bergsturzbasis erreicht (in der Karte rot umrandete Signatur).

Der westliche Teil des Bergsturzes ist durch den Habacher Bach überprägt. Auf einer Fläche von über 40 ha ist hier Bergsturzmaterial zu Murschutt umgestaltet und verlagert.

Im flachen Talsohlenbereich erstreckt sich eine schmale Zunge mit Feinsandbedeckung, die als Innstausediment angesehen wird, in das Bergsturzgelände hinein. Östlich davon durchschneidet eine breite Talung den Bergsturz, in der bis 522 m Höhe Innsand liegt, womit die ehemalige Stauhöhe angezeigt ist. In diese Sande ist mit bis zu 5 m eingetieften Erosionsböschungen ein ehemaliger Inn-durchfluss erkennbar, der bemerkenswerterweise beim Hochwasser im Jahre 1965 wieder in Funktion trat (FEIST, 1975: S. 148, Abb. 57). Eine schmale, auskeilende Zunge aus Innsanden über Bergsturzmaterial reicht in 522 m Höhe in den Taleinschnitt hinein, den der Inn jetzt durchfließt.

Die heute erkennbare Reichweite des Bergsturzes ist durch das linke Innufer gegeben. Der ursprüngliche Bergsturzrand hat nur wenig darüber hinaus gereicht, denn im rechten Innuferbereich ist bisher kein Bergsturzmaterial gefunden worden. Die erosive Eintiefung des Inn zum heutigen Verlauf erfolgte entlang der Bergsturzfront. Diese Situation zeigt das Inntalquerprofil (Abb. 2) anschaulich.

Rechts vom Inn gegenüber der Bergsturzfront liegt mit steil abfallender Erosionsböschung der Schwemmfächer des Alpbaches. Er ist im Matzenpark in der Höhe von 526 m von 140 cm mächtigem Aulehm und Feinsand bedeckt (Taf. 1, Pkt. 3), die als Hochflutsedimente des Inns anzusprechen sind. Holzkohlepartikel an der Basis des Aulehms am Kontakt zum Kies des Schwemmfächers aus Alpbacher Gesteinsmaterial ergaben ein konventionelles ^{14}C -Alter von 12405 ± 50 BP, entsprechend einem kalibrierten Alter von 12900–12150 vor Christus (BM-1,

Tab. 1). In ungefähr gleicher geografischer Lage ist beim Tunnelvortrieb für die neue ÖBB-Trasse in ca. 502 m Höhe aus Stillwassersedimenten des Inn ein Oberarmknochen eines Rentieres (*Rangifer tarandus* L.; Bestimmung Gernot Rabeder, Wien) sichergestellt worden, der ein konventionelles ^{14}C -Alter von 12435 ± 35 BP ergab, entsprechend einem kalibrierten Alter von 12900–12200 vor Christus (BM-2, Tab. 1).³ Die Fundorthöhe dieses Knochens liegt 23 m tiefer als das heutige Auniveau, oder 28 m unter der Geländeoberfläche. Damit wäre die Ablagerung der Inn- und Schwemmfächersedimente des Profiles innerhalb der Fehlergrenzen der Datierungen sehr rasch erfolgt. Eine vorgesehene Wiederholung zur Überprüfung der Datierung von Probe BM-1 an einem neuen Aufschluss war bisher nicht möglich. Auf das übereinstimmende Probenalter aus dem Liegenden der sandigen Sedimentlage im Pollenprofil Frauensee (WALDE, 1999) sei hingewiesen. Ein ursächlicher Zusammenhang dafür ist ohne ergänzende Untersuchung aber nicht herzustellen.

Nach den bisher vorliegenden Ergebnissen kann die genannte Schwemmfächersedimentation des Alpbaches mit keinem der beschriebenen Bergsturzereignisse in Verbindung gebracht werden. Auch die Höhenlage der Vererbung, auf der der Sportplatz liegt (524,2 m), ist um 2 m höher als die Stauhöhe des römischen Bergsturzes (522 m). Allerdings ist dieser Bereich durch Baumaßnahmen stark verändert und es muss offen bleiben, ob hier nicht auch Innstausedimente eines Bergsturzereignisses liegen. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist der Schwemmfächer, in den der Alpbach auf heutiges Inn-Niveau eingetieft ist, noch vor den das Inntal querenden Bergstürzen abgelagert worden. Dem entspricht auch die Auffindung von Alpbach-Sedimenten am östlichen Rand des römischen Bergsturzes nordöstlich des Inn im Bereich des westlichen Brückenkopfes der Eisenbahnbrücke. Sie ist ein Beleg für eine ehemals weiter nach NE reichen-

3 Der Knochen wurde von Mitarbeitern der Brennerbahn GmbH, jetzt ÖBB-Infrastruktur AG, dem Verfasser zur wissenschaftlichen Bearbeitung überlassen. Herr Prof. Dr. Gernot Rabeder, Institut für Paläontologie der Universität Wien, hat die Artbestimmung vorgenommen und Frau Prof. Dr. Eva Maria Wild, Institut für Isotopenforschung und Kernphysik der Universität Wien, mit großer Anteilnahme und dem Seltenheitswert des Objektes entsprechender Sorgfalt den Fund bearbeitet, wofür auch an dieser Stelle entsprechend gedankt wird.

de Schwemmkegelsedimentation. Die von SCHEIBER (1950, S. 72) erwähnten Innschotter, die beim Neubau des linksufrigen Brückenkopfes der Eisenbahnbrücke in diesem Bereich aufgeschlossen waren, können heute nicht mehr eingesehen werden, ebensowenig wie die großflächige Aufschlussituation, die durch den Autobahnbau gegeben war.

Der Stauraum im Inntal

Der Bergsturz hat als talquerende Barriere den Inn gestaut. Westlich davon sind in der Terrasse von Asten-Tegernfeld die feinklastischen Stausedimente großflächig erhalten und bedecken mit einer Fläche von 135 ha heute nahezu die halbe Talbreite. Die Terrassenoberfläche liegt ohne Gefälle großflächig in 521,5 m Höhe und fügt sich damit nahtlos an die Innsedimente innerhalb des Bergsturzgebietes, für die eine Stauhöhe von 522 m ermittelt wurde. Mit dieser Höhe reichte der Stauraum über 5 km bis ins äußere Zillertal in den Bereich des ehemaligen Schlitterer Sees zurück. Die Basis der Stausedimente liegt bei Münster in 518,3 m Höhe, ihre Mächtigkeit erreicht hier 265 cm (Profil M-3, Abb. 5). Die Ablagerung dieser Stausedimente auf den datierten älteren, zum Teil erodierten Sedimenten des Inntales ist im Längsprofil (Abb. 3) deutlich gemacht.⁴

Bei Habach ist in die Terrasse eine flache Talung eingetieft, die mäandrierförmig nach Norden ausbiegt und im linken Abschnitt den Habacher Bach aufnimmt. Es dürfte sich dabei um eine Abflusserinne eines Inn-Armes handeln. Bei Grünsbach und Kronbichl streichen flache Schwemmfächer auf der Terrasse aus, die damit im untersten Teil jünger sind als diese.

Im Westen ist die Terrasse zwischen Kronbichl und dem Sportplatz von Münster der steilen 10 bis 15 m hohen Erosionsböschung angelagert, mit der der Murschuttkegel abfällt, auf dem Münster liegt (Abb. 3). Diese Böschung kann nur durch Unterschneidung und Seitenerosion des Inn entstanden sein, womit hier ein Innverlauf nach Norden bis Kronbichl angezeigt ist. Innschotter liegen bei Münster-Bachleiten zwischen 517 und 518 m Höhe. Östlich des Bergsturzes zeigt die stark versumpfte „Lohe“ (515 m) die Auenstufe des alten Innlaufes an, die Höhe der Schotteroberfläche ist hier aber nicht bekannt.

Für die Zeit des Innverlaufes an der nördlichen Talflanke können nur Mindestalter angegeben werden. Sie liegen zeitlich vor den beiden talquerenden Bergstürzen, somit vor 2000–1700 vor Christus. Im Profil M-3 (Abb. 5) ergab ein Baumstamm im Liegenden der Stausedimente ein ¹⁴C-Alter von 4320 ± 40 BP, entsprechend einem kalibrierten Alter von 3080–2880 vor Christus. Nach der Profilstratigrafie ist der Inn vor dieser Zeit an der Böschung des Murschuttkegels von Münster entlang geflossen.

Mit der Eintiefung des Inn in die Bergsturzbarriere wurden auch die Stausedimente zum Teil ausgeräumt. Die bogenförmigen, 2 bis 2,5 m steil zum Auenniveau des Inn abfallenden Erosionsböschungen wurden großteils im Zuge landwirtschaftlicher Arrondierung planiert und sind heute nur noch beim Sportplatz von Münster und bei Habach in ursprünglicher Form und Höhe erhalten.

Datierungen

Aufschluss Hagau 2

Im Jahr 2000 wurde für die Brunnenbohrung Hagau 2 (Taf. 1, Pkt. 1) eine Baugrube ausgehoben, deren Ost- und Südwand in Abbildung 4 dargestellt ist. Die für den Bohrplatz geplante Oberfläche lag in 522,7 m Höhe, die ursprüngliche Geländehöhe war ca. 0,5 m höher.⁵ In ca. 4 m

⁴ Für die Möglichkeit der Bohrerndurchsicht und Probenentnahme für Radiokarbondatierungen im Jahr 2001 dankt der Verfasser Herrn Dr. Gerhard Poscher, damals ILF-Beratende Ingenieure. Die Datierungen der Profile RS 13 und RS 14, sowie in der Startbaugrube Brixlegg hat Dr. Manfred Köhler, Abteilung Geologie, ÖBB-Infrastruktur AG veranlasst. Für die freundliche Unterstützung und ertragreiche Zusammenarbeit sei auch an dieser Stelle gebührend gedankt.

⁵ Für die Höhenangaben und weitere freundlich zur Verfügung gestellte Informationen zur Brunnenbohrung dankt der Verfasser Herrn Dr. Gert Gasser, Hydrogeologe, Jenbach-Rotholz, in gebührender Weise.

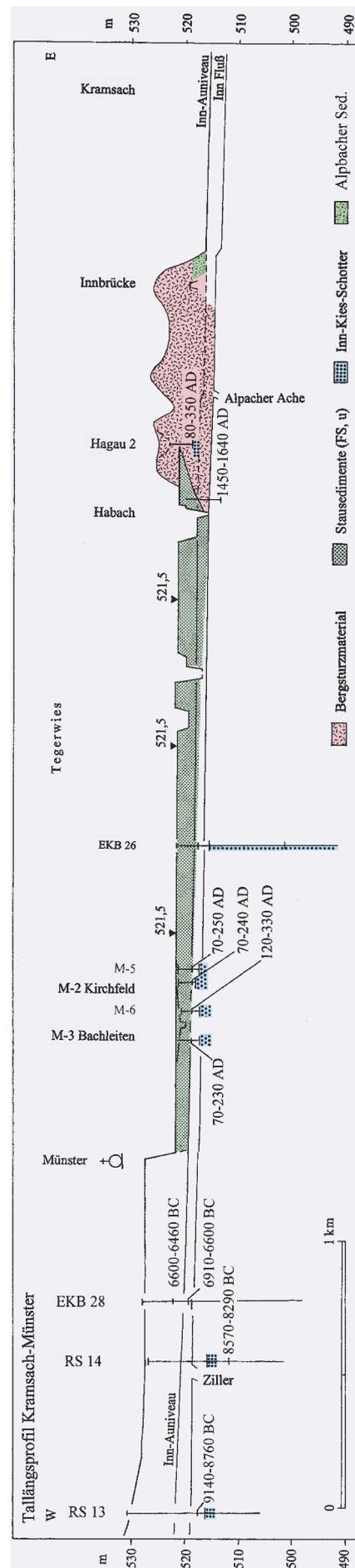


Abb. 3. Inntal-Längsprofil mit Bergsturz und Stauraum zwischen Kramsach und Münster.

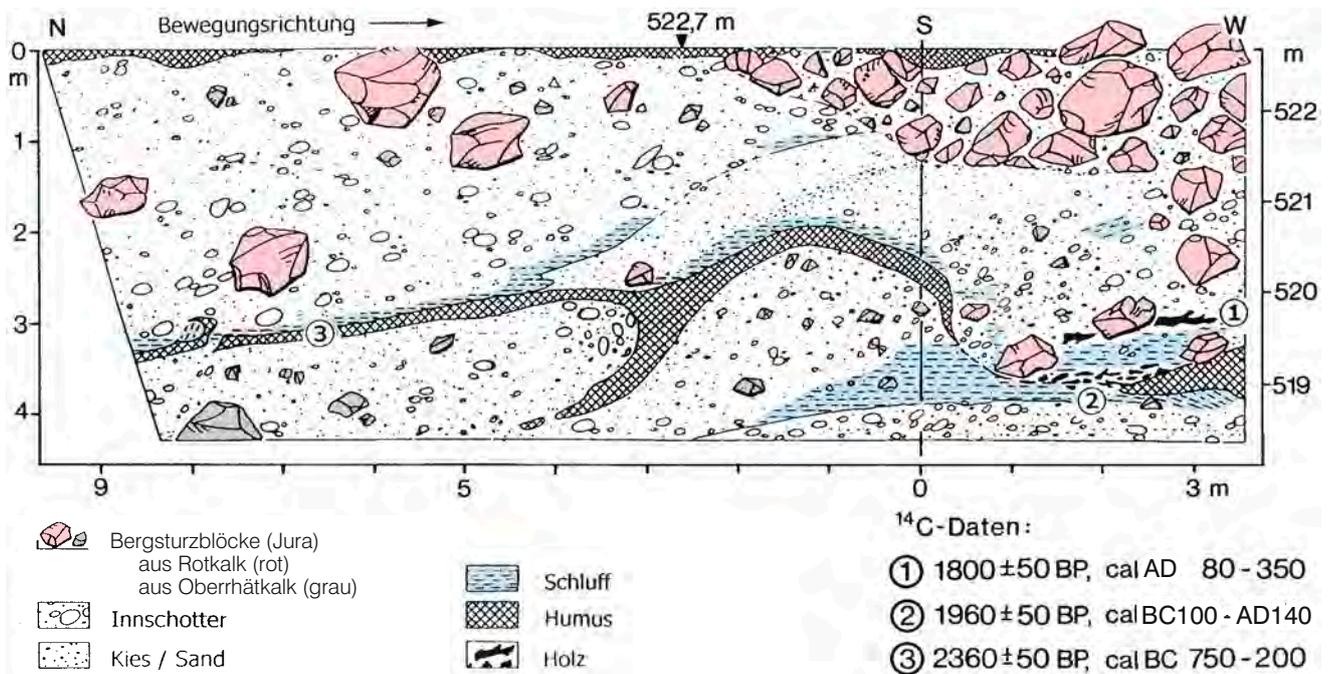


Abb. 4.
Das Aufschlussprofil bei der Brunnenbohrung Hagau 2.

Tiefe wurden Innschotter angetroffen, darüber lagen durch eine Humuslage getrennt, 2 Bergsturzkörper. Die nach rechts leicht ansteigende Humuslage war zu einer überkippten Falte zusammengeschieben und links in einer kleinen Struktur abgetrennt und aufgebogen, woraus sich die Bewegungsrichtung von N nach S gut ableiten ließ.

obertriassischen Riffkalken an, während die Blöcke im Hangenden im auffallenden Gegensatz dazu nur aus rot-fleckigem Unterjura-Kalk bestehen, die rechts nahezu die gesamte Profilhöhe einnehmen. Die Humusschicht wurde ¹⁴C-datiert und ergab ein konventionelles Alter von 2360 ± 50 BP, entsprechend einem kalibrierten Alter von 750–200 BC (Hagau 2/3). Das Bergsturzmateriale darunter wurde während eines hier nicht bestimmbareren Zeitraumes vor diesem Datum abgelagert.

Die wenigen in sandiger Matrix schwimmenden Bergsturzböcke im Liegenden der Humuslage gehören den hellen

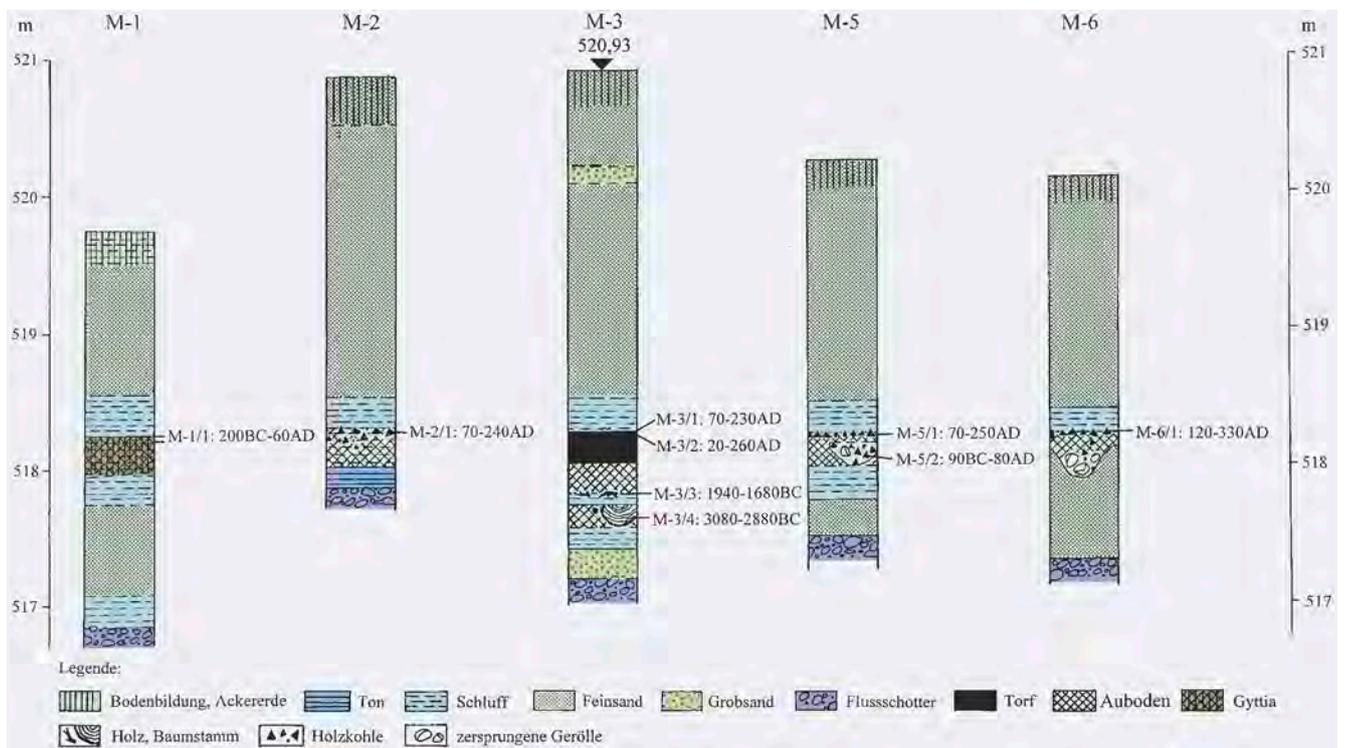


Abb. 5.
Sedimentprofile von Hausbaugruben zwischen Münster und Asten.

Im südlichen Teil des Aufschlusses lag auf dem fossilen Humus, in Schluff eingebettet, eine Schicht von kleinstückigem Schwemmh Holz. Ein Stück davon wies an 2 Seiten eindeutige Schnittflächen auf und hatte die Form eines Hackspanes, wie er bei Fällarbeiten mit einer Hacke entsteht. Damit ist menschliche Anwesenheit und Tätigkeit im Gebiet angezeigt. Ein Holzstück von Erle aus dieser Lage ergab ein konventionelles ^{14}C -Alter von 1960 ± 50 BP, entsprechend einem kalibrierten Alter von 100 BC–140 AD (Hagau 2/2). 50 cm darüber, im Kontaktbereich von Ausediment und überlagerndem Bergsturzmateri al lag der gebrochene Ast einer Tanne (Holzartbestimmungen von Kurt Nicolussi, Innsbruck), der ein ^{14}C -Alter 1800 ± 50 BP, entsprechend einem kalibrierten Alter von 80–350 AD (Hagau 2/1) ergab. Damit war ein ereignisnahes Datum für den Bergsturz gegeben, das allerdings wegen der turbulenten Ablagerungsbedingungen im Bergsturzsediment stratigraphisch nicht ausreichend gesichert erschien. Eine Bestätigungsmöglichkeit wurde gesucht und im Staubereich bei Asten gefunden.

Hausbaugruben bei Asten

Im Siedlungsbereich zwischen Kirchfeld und Bachleiten südwestlich von Asten (Taf. 1, Pkt. 2) wurden in den Jahren zwischen 2001 und 2006 mehrere Neubauten errichtet. Insgesamt fünf Hausbaugruben konnten untersucht werden, in denen jeweils die Stausedimente der Asten-Tegernfeld-Terrasse bis auf den liegenden Innschotter abgegraben wurden, wodurch deren Basis freigelegt war



Abb. 6. Baugrubenaufschluss und Sedimentprofil M-5. Stausediment des röm erzeitlichen Bergsturzes mit überlagertem Auboden (Bildmitte). Foto: 12.02.2005.

(als Beispiel siehe Abb. 6). Der Überlagerungskontakt war jeweils scharf, es konnte sehr präzise Probenmaterial für die ^{14}C -Datierung entnommen werden. Die Sedimentprofile mit den Datierungsergebnissen sind in Abbildung 5 und Tabelle 1 zusammengestellt. Die Probenalter von fünf Proben stimmen sehr gut überein und bestätigen das Ergebnis von Hagau 2/1. Probe Münster M-1/1 ist wenig, aber signifikant älter, weil hier zur Datierung 3 cm Gytjtja verwendet werden musste und diese Gytjtjabildung längere Zeit in Anspruch genommen haben dürfte.

Wenn man aus den sechs übereinstimmenden Daten, einschließlich Hagau 2/1, nach CALIB 5.0.1 einen Mittelwert bildet, erhält man einen Wert von 1841 ± 17 BP, der kalibriert im 2σ -Bereich 120–240 AD entspricht. Schärfer lässt sich das Sturzereignis mit Radiokarbonaten zeitlich nicht fassen, weil die Kalibrationskurve in dieser Zeit ein 70 Jahre anhaltendes Plateau aufweist. Der Bergsturz hat sich jedenfalls in der Römerzeit im 2. Jahrhundert oder im 1. Drittel des 3. Jahrhunderts nach Christus ereignet.

Die Auenstufe zwischen Bergsturz und Zillermündung

Mit der erosiven Eintiefung des Inn an der Bergsturzfront wurden die Stausedimente im Querprofil von Lichtwert in halber, bei Kropfsberg in ganzer Talsohlenbreite wieder ausgeräumt. Als Hochflutniveau liegt die Oberfläche der Austufe westlich der Bergsturzsperr e 4 m und bei Münster 2 m tiefer als die Oberkante der Stausedimente. Im Bereich der Zillermündung ist die Eintiefung durch jüngeren Sedimenteintrag kompensiert.

Die Mächtigkeit der Hochflutsedimente und damit die Höhenlage der Erosionsbasis sind im Detail nicht bekannt. Ein Bauaufschluss der neuen ÖBB-Unterflurtrasse bei Brixlegg (Taf. 1, Pkt. 6) zeigte, dass diese deutlich tiefer gelegen sein musste als das heutige, hier in 518 m Höhe liegende Auniveau. Die Baugrube wurde rechtsufrig am Fels-/Sedimentkontakt abgetäuft.⁶ In 6,5 m Tiefe, entsprechend 511,5 m Höhe, wurden Knochenreste, ein Horn und ein Zahn (Tierart unbestimmt) freigelegt. Ein Holzrest in gleicher Fundtiefe ergab ein ^{14}C -Alter von 360 ± 35 BP (BR-1), entsprechend kalibriertes Alter 1450–1640 AD. Damit ist ein Mindestalter für die erosive Eintiefung des Inn an der Bergsturzbasis gegeben. Wieviel sie ursprünglich noch tiefer reichte ist nicht bekannt.

Über dem datierten Horizont liegen 6,5 m Innkies und Aulehm. Ihre Sedimentation ist innerhalb der letzten 400 Jahre erfolgt. Noch heute fließt der Inn, nach umfangreichen Regulierungsmaßnahmen, rund 4 m höher als in der frühen Neuzeit.

In den Zeitraum der oben genannten Datierung fällt die Entstehung der Karte von Hilarius Duvivier von 1611 (Abb. 7). Auf dieser sind die Aulandschaft mit den Gewässern und die frühen Verbauungsmaßnahmen am Inn eindrucksvoll dargestellt. Dabei drängt sich die Frage auf, ob nicht der erhöhte Sedimenteintrag ab dem Hochmittelalter zur Aufhöhung des Auniveaus geführt und in der Folge die Innverlegung und Begradigung erforderlich gemacht hat. Das entspräche einer im Inntal mehrfach feststellbaren Entwicklung (z.B. ZANESCO et al., 2008), doch dürfte diese im flachen Stauraum des Bergsturzes besonders deutlich ausgeprägt gewesen sein. Die frühen Flussbaumaßnahmen in diesem Bereich sind in der Bergsturz-karte eingetragen.

Felsstürze der jüngsten Vergangenheit (4)

Im Abbruchgebiet des röm erzeitlichen Bergsturzes ist die Felssturz-tätigkeit bis heute aktiv. Das zeigen die roten, unverwitterten Ausbruchsstellen der Felsumrahmung und die frischen Sturzblöcke der Schutthalde im „Rettingscheß“. Die Schutthalde wird in der bergseitigen Rücktiefung eines mächtigen Blockwalles in ca. 900 m Höhe gestaut, der die Sturzbahn des röm erzeitlichen Abbruches quert

⁶ Für die freundliche Information zu dieser Situation und für das Datierungsmaterial dankt der Verfasser Frau Dr. Katharina Wendl, Abteilung Geologie, ÖBB-Infrastruktur AG.



Abb. 7. Karte von Hilarius Duvivier (Ausschnitt) aus dem Jahre 1611 mit den neuen Inn-Archen bei der Burg Lichtwert (links) und dem Bergsturzareal mit Steinmetzarbeiten (rechts).

und talseitig mit auffallenden Großblöcken bis ca. 780 m hinunter reicht (in der Karte hellrosa). Dieser Blockwall ist formfrisch und von älteren Schuttmassen morphologisch deutlich abgesetzt. Seine ursprüngliche Anlage ist nicht fassbar. Durch nachfolgende Felsstürze ist er aber vermutlich mehrfach erhöht worden. Vermutlich in der Zwischenkriegszeit hat ein größerer Felssturz den Wallfirst erreicht und dabei den Zufahrtsweg zu den Almen verschüttet (persönliche Mitteilung eines Almbauern). Das jüngste Sturzereignis vom Mai 2011 war mit der Staubentwicklung vom Tal aus deutlich zu sehen. Dabei haben einzelne Großblöcke den Almweg wieder erreicht (ROFANKURIER, 2011). Im Sturzgebiet wiederholen sich derartige Ereignisse immer wieder.

Kulturhistorische Folgen

Der römische Bergsturz hat den Talraum, der zu dieser Zeit genutzt und besiedelt war, entscheidend umgestaltet. Die kulturhistorischen Folgen dieses Naturereignisses sollen im Folgenden kurz angesprochen werden.

Der gehackte Holzspan im Schwemholz des Aufschlusses Hagau 2 weist auf Holznutzung im Auwald um die Zeitenwende, vor dem Bergsturz hin. Im Randbereich der Aue sind südwestlich von Asten unter den Stausedimenten mehrere Brandhorizonte und Feuerstellen gefunden worden. Eine davon ist im Profil M-5 mit Probe 5/2 auf die Zeit 90 BC–80 AD datiert (Abb. 5). Im Profil M-6 liegt die Grube einer Feuerstelle knapp unter dem auf 120–330 AD bestimmten Holzkohlehorizont, der als Folge des Bergsturzes von Inn-Aulehm überlagert wurde. In dieser Grube lagern, mit Holzkohle vermengt, gut gerundete Flussgerölle mit scharfkantigen Bruchflächen, wie sie bei Verwendung als Heizsteine zur Warmwasserbereitung entstehen. Mit den Feuerstellen ist die Anwesenheit von Menschen im

Talsolehnbereich angezeigt, die vom Bergsturzereignis unmittelbar betroffen wurden.

Bergsturz und Innstau unterbrachen die römischen Verkehrsverbindungen (HEITMEIER, 2005, S. 77 und 79), vor allem die Schifffahrt am Inn, auf einer Strecke von mindestens 5 km und den Kulturräum in ganzer Talbreite. In der Folge entwickelte sich hier ein Grenzraum, der möglicherweise schon in der späten römischen Kaiserzeit als Grenze zwischen den Provinzen Rätien und Noricum wirksam war (vgl. HEITMEIER, 2005, S. 146ff.).

Später wurden die Bistumsgrenzen zwischen Brixen, Salzburg und Freising hier festgelegt (GELMI, 1991). Bis 1504 lag auch die Grenze zwischen den Fürstentümern Tirol und Bayern in diesem Bereich. Davon zeugen heute noch die ehemalige Grenzfestung und Grenzstadt Rattenberg, sowie die Ortsbezeichnungen Hagau und Habach, die von Hag=Einfriedung/Grenze abgeleitet werden (FINS-TERWALDER, 1972, S. 50). Der Habacher Bach bildete im Bergsturzgebiet bis 1504 die Landesgrenze, heute noch verläuft hier die Gemeindegrenze zwischen Münster und Kramsach sowie die Diözesangrenze zwischen Innsbruck und Salzburg. Diese Grenzsituation ist in der alten bäuerlichen Baukultur erkennbar und als Dialektgrenze gegenwärtig noch deutlich ausgeprägt.

Das Bergsturzgelände im Talsolehnbereich wurde mindestens seit dem Mittelalter als Steinbruch genutzt. Die romanische Burg Schloss Lichtwert ist aus Jurakalkblöcken des Bergsturzes erbaut. Ihre Erbauungszeit ist nicht überliefert. Sie wird mit historischer Argumentation für das ausgehende 12. Jahrhundert angenommen (INAMA-STERNEGG, 1997b, S. 133 und 155) und nach bauanalytischen Überlegungen für die 1. Hälfte des 13. Jahrhunderts wahrscheinlich gemacht (FORNWAGNER, 1992). Die Namensgebung Lichtwert entspricht der Lage der Felskuppe in der Innaue, auf der die Burg steht. Sie wird vom mittel-

alterlichen „werth“ oder „wörth“ abgeleitet, was „Land am oder im Wasser“ bedeutet (FINSTERWALDER, 1990, S. 489). In der Erbauungszeit dürfte der Burgfels am linken Innufer gelegen und der Gesteintransport für den Bau der Burg nicht durch den Fluss behindert gewesen sein. Im Gegensatz dazu ist der alte Baubestand (Bergfried) des Schlosses Matzen aus Material gebaut, das nur südlich des Inn ansteht, womit der mittelalterliche Innverlauf zwischen den beiden Burgen angezeigt ist.

Noch im Jahre 1518 verläuft die Südgrenze der Hofmark Münster entlang des „scheifrätigen“ (schiffbaren) Wassers (Tiroler Weistümer, ZINGERLE & INAMA-STERNEGG, 1875) zwischen Lichtwert und Matzen, denn vor der Mitte des 16. Jahrhunderts war man noch trockenen Fußes von Habach nach Lichtwert gegangen (INAMA-STERNEGG, 1997b, Fußnote 37, S. 151).

In der Blütezeit des Silberbergbaues hat die Hagauer Bauhütte (EGG, 1972) die Bergsturzböcke in großem Stil als Baustein verwendet. Als eindrucksvolle Beispiele dafür seien die Kirchen von Rattenberg (ab 1473) und St. Leonhard bei Kundl (um 1480) hervorgehoben. Sehr dekorativ wirkt der Stein mit geschliffener und polierter Oberfläche, wie er für Bildhauerarbeiten vielfache, künstlerisch hochstehende Verwendung fand und weit über die Tiroler Landesgrenzen hinaus im südbayrischen und alemannischen Bereich geschätzt war (KLEBELSBERG, 1935, S. 76). Aus dem Inntal seien als bekanntestes Verwendungsbeispiel der „rote Marmor“ am Goldenen Dachl in Innsbruck ge-

nannt und als verstecktes Beispiel die Säulen im Westchor der Schwazer Pfarrkirche, die dort in Verbindung mit den dunkelgrauen Säulen aus Schwazer Dolomit einen schönen Gesteinskontrast bilden und als Zeichen einer eindrucksvollen Steinkultur gewertet werden können.

Der Steinmetzbetrieb mit Werkstücken im Hagauer Wald ist in der Karte des Hilarius Duvivier des Jahres 1611 angezeigt (Abb. 7, INAMA-STERNEGG, 1997a, S. 119). Gleichzeitig ist hier mit dem bergwärts in Streifen aufgelösten Wald und der Felswand darüber das Bergsturzaereal erstmals gesamthaft dargestellt. Damit ist die älteste bildliche Darstellung dieses Bergsturzes gegeben.

Im 19. Jahrhundert fand der Hagauer Stein auch in Industrie- und Verkehrsbauten Verwendung. Die Eisenbahnbrücken von Kirchbichl, Brixlegg und Innsbruck wurden damit in den Jahren 1856–1858 gebaut (DALLA TORRE, 1913, S. 95; EINBERGER, 1931; ASCHER, 1988, S. 312–313). An der Mühlauer Eisenbahnbrücke in Innsbruck ist er noch erhalten. Es ist bemerkenswert, dass hier dem wertvollen Hagauer Stein gegenüber der in kurzer Entfernung anstehenden Höttinger Brekzie der Vorzug gegeben wurde.

Nach dem Zweiten Weltkrieg ist Bergsturzmateriale in großem Stil zur Verwendung im Wasser- und Straßenbau abgebaut worden. So wurden z.B. zwischen 1989 und 1998 auf ca. 13 ha Fläche rund 360.000 m³ Bausteine und Schotter gewonnen (NEUHAUSER, 2006, S. 84). Damit gingen großflächig die Kennzeichen der Bergsturzlanschaft verloren.

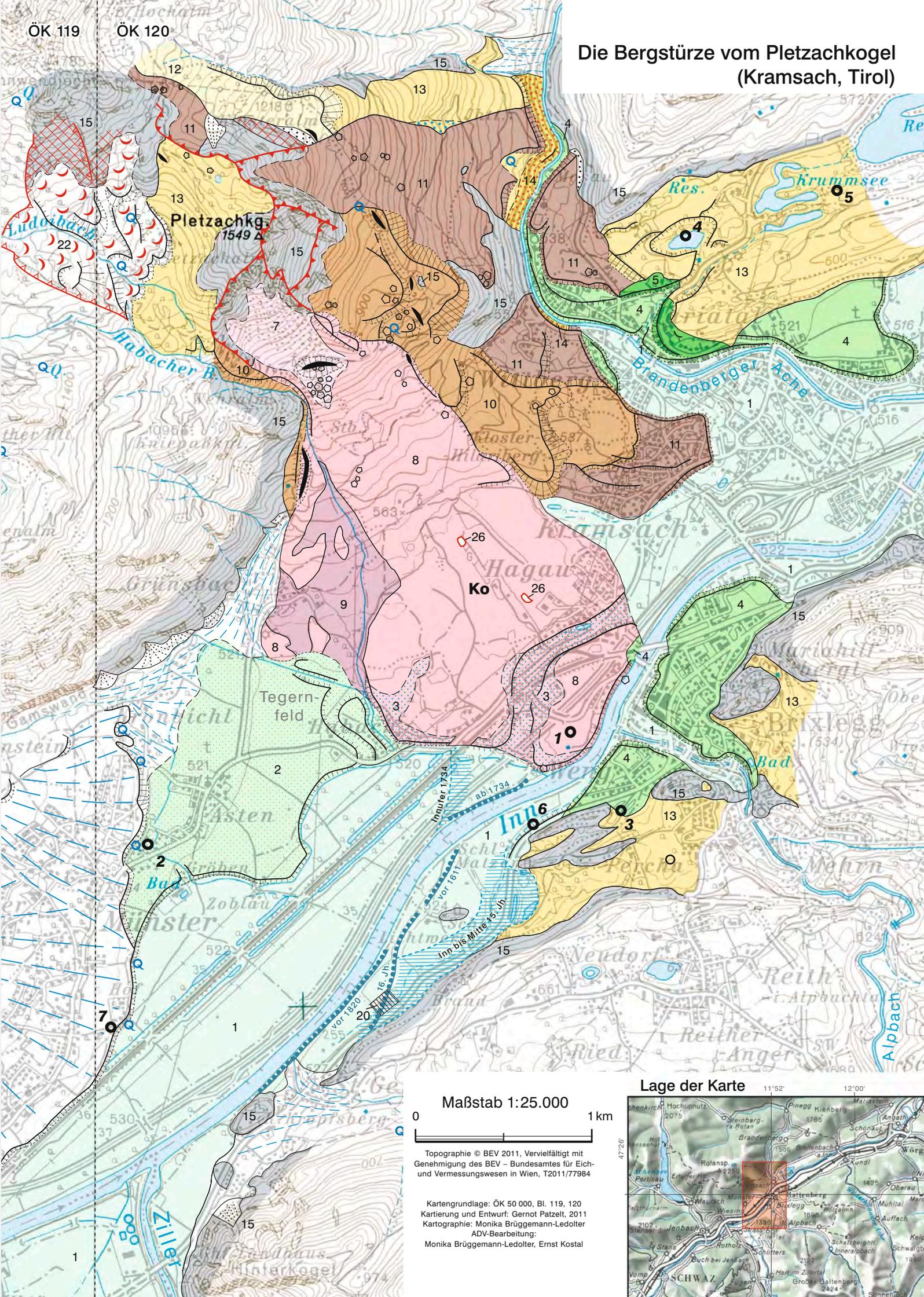
Tafel 1

Legende

	1 Auenniveau, Inn und Zuflüsse		10 Bergsturz, holozän mit Stirnböschung		20 Anthropogene Anschüttung
	2 Terrasse von Asten-Tegernfeld		11 Bergsturz, spätglazial		21 Innarchen (Dämme)
	3 Innsedimente auf Bergsturzmateriale		12 Stadialmoräne		22 Berggrutschgelände, rezent/aufgelockerte, versackte Felspartie
	4 Postglazialer Schwemmfächer		13 Grundmoräne, hochglazial, Eisrandsedimente, Eiszerfallsformen		23 Quelle
	5 Spätglazialer Schwemmfächer		14 Schotter, prähochglazial		24 Kalkofen
	6 Schwemmfächer, Murenkegel, Schutthalde (nicht differenziert)		15 Fels (in der Bergsturzmasse Anstehendes, undifferenziert)		25 Große Felsblöcke
	7 Felssturzmaterial, historisch, rezent aktiv		16 Wallform		26 Innsedimente im Bergsturzelände, durch Abbau aufgeschlossen
	8 Bergsturz, römerzeitlich		17 Geländekante, Erosionsböschung		27 Aufschlüsse: 1 Hagau 2, 2 Münster M-1 bis M-6, 3 Matzenpark BM 1 und BM 2, 4 Frauensee, 5 Krummsee, 6 Bauaufschluss ÖBB, 7 Bohrung Hof
	9 Bergsturz-Murenschutt des Habacher Baches		18 Bergsturz-Abbruchkante		
			19 Berggrutschnische, Oberkante		

Geologisch-geomorphologische Karte 1:25.000 des Bergsturzeländes vom Pletzackkogel.

Die Bergstürze vom Pletzachkogel (Kramsach, Tirol)



Maßstab 1:25.000
 0 1 km
 Topographie © BEV 2011, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2011/77984
 Kartgrundlage: ÖK 50 000, Bl. 119, 120
 Kartierung und Entwurf: Gernot Patzelt, 2011
 Kartographie: Monika Brüggemann-Ledolter
 ADV-Bearbeitung:
 Monika Brüggemann-Ledolter, Ernst Kostal



Literatur

- AMPFERER, O. & OHNESORGE, T. (1918): Österreichische Geologische Spezialkarte 1:75.000, Blatt Rattenberg. – Geol. R.-A., Wien.
- ASCHER, L. (1988): Von Fracht und Reise einst und jetzt. – In: MARKTGEMEINDE BRIXLEGG (Hrsg.): Brixlegg, eine Tiroler Gemeinde im Wandel der Zeit, 298–315, Brixlegg.
- BORTENSCHLAGER, S. (1984): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I. Inneres Ötztal und unteres Inntal. – Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, **71**, 19–56, Innsbruck.
- BRONK RAMSEY, C. (2005): Improving the resolution of radiocarbon dating by statistical analysis. – In: LEVY, T.E & HIGHAM, T.F.G. (Eds.): The Bible and Radiocarbon Dating: Archaeology, Text and Science, pp. 57–64, London.
- DALLA TORRE, K.W. VON (1913): Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. – Junk's Natur-Führer, 486 S., Berlin (W. Junk).
- EGG, E. (1972): Die Hagauer Bauhütte. – In: BACHMANN H. (Hrsg.): Das Buch von Kramsach. – Schlern-Schriften, **262**, 215–257, Innsbruck.
- EINBERGER, H. (1931): Der Marmor in Kramsach. – Tiroler Heimatblätter, **10**, 334–336, Innsbruck.
- FEIST, L. (1975): Straßenbau und Interpraevent. – In: LAND TIROL (Hrsg.): Hochwasser und Lawinenschutz in Tirol. – Amt der Tiroler Landesregierung, Bericht zum Symposium „Interpraevent 1975“ in Innsbruck vom 29.09–03.10. 1975, 137–163, Innsbruck.
- FELBER, H. (1973): Altersbestimmungen nach der Radiokohlenstoffmethode am Institut für Radiumforschung und Kernphysik IX. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl, **8**, 7, Wien.
- FINSTERWALDER, K. (1972): Die Siedlungsschichten des Gebietes von Kramsach im Bilde der Orts-, Hof- und Flurnamen. – In: BACHMANN, H. (Hrsg.): Das Buch von Kramsach. – Schlern-Schriften, **262**, 41–53, Innsbruck.
- FINSTERWALDER, K. (1990): Tiroler Ortsnamenkunde, Bd. 2. – Schlern-Schriften, **286**, Innsbruck.
- FORNWAGNER, C. (1992): Geschichte der Herren von Frundsberg in Tirol von ihren Anfängen im 12. Jahrhundert bis 1295. – Schlern-Schriften, **288**, 243 S., Innsbruck.
- GELMI, J. (1991): Die Entwicklung der Diözesen Brixen und Salzburg von den Anfängen bis zur Reformation. – Der Schlern, **65**, 195–196, Bozen.
- HEITMEIER, J. (2005): Das Inntal. Siedlungs- und Raumentwicklung eines Alpentales im Schnittpunkt der politischen Interessen von der römischen Okkupation bis in die Zeit Karls des Großen. – Schlern-Schriften, **324**, 430 S., Innsbruck.
- INAMA-STERNEGG, H. (1997a): Die Hofmark Lichtenwert und Münster. – In: GEMEINDE MÜNSTER (Hrsg.): Münster, 115–132, Münster.
- INAMA-STERNEGG, H. (1997b): Lichtenwert – Geschichte und Burganlage. – In: GEMEINDE MÜNSTER (Hrsg.): Münster, 133–171, Münster.
- IVY-OCHS, S., KERSCHNER, H., KUBIK, P.W. & SCHLÜCHTER, CH. (2006): Glacier response in the European alps to Heinrich Event 1 cooling: the Gschnitz-stadial. – Journal of Quaternary Science., **21/2**, p.115–130, Chichester.
- JERZ, H. & POSCHINGER, A. VON (1995): Neue Ergebnisse zum Bergsturz Eibsee-Grainau. – Geologica Bavarica, **99**, 383–398, München.
- KLEBELSBERG, R. VON (1935): Geologie von Tirol. – 872 S., Berlin (Gebrüder Bornträger).
- NEUHAUSER, G. (2006): Der Pletzachbergsturz bei Kramsach – Naturkatastrophe, unüberwindbares Hindernis oder Ausgangspunkt wirtschaftlichen Aufschwungs? – Diplomarbeit Naturwiss. Fak. Univ. Innsbr., 97 S., 36 Abb., Innsbruck.
- PATZELT, G. (2012): Die Bergstürze von Tschirgant und Haiming, Oberinntal, Tirol. – Begleitworte zur Kartenbeilage. – Jb. Geol. B.-A., **152/1–4**, 13–24, Wien.
- PATZELT, G., GROSS, G. & KERSCHNER, H. (1976): Methodische Untersuchungen über die Schneegrenze in alpinen Gletschergebieten. – Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeol., **12/2**, 223–251, Innsbruck.
- POSCHINGER, A. VON & THOM, P. (1995): Bergsturz Hintersee/Ramsau (Berchtesgadener Land): Neue Untersuchungsergebnisse. – Geologica Bavarica, **99**, 399–411, München.
- PRAGER, C., ZANGERL, C., PATZELT, G. & BRANDNER, R. (2008): Age distribution of fossil landslides in the Tyrol (Austria) and its surrounding area. – Nat. Hazards Earth Syst. Sci., **8**, p. 377–407.
- ROFANKURIER – UNABHÄNGIGE REGIONALZEITUNG UNTERLAND (2011): Felssturz beim Pletzachkopf. – Ausgabe vom 06.05.2011, Kramsach.
- SCHIEBER, W. (1950): Der Pletzach-Bergsturz bei Kramsach. – Schlern-Schriften, **65**, 63–76, Innsbruck (Wagner).
- WALDE, C. (1999): Palynologische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsentwicklung im Raum Kramsach-Brixlegg. – Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, **86**, 61–79, Innsbruck.
- ZANESCO, A., NICOLUSSI, K. & PATZELT, G. (2008): Die Überschwemmung der Unterstadt von Hall im Jahre 1275. – In: ZANESCO, A. & SCHMITZ-ESSER, R. (Hrsg.): Neues zur Geschichte der Stadt. Forum Hall in Tirol, **2**, 40–53, Hall in Tirol.
- ZINGERLE, I.V. & INAMA-STERNEGG, K.T. VON (1875). – Die Tirolischen Weisthümer, 1. Theil: Unterinntal, 127–133, Wien (Wilhelm Braumüller).

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt: 8. Februar 2012, Angenommen: 7. März 2012