©Erkudok Institut Gmunden; download unter www.biologiezentrum.at

Bergstürze – ein globales Phänomen
Vom Himalaya ins Salzkammergut

J.T. Weidinger, Erkudok© Institut im K-Hof Gmunden

Home/Kontakt: www.k-hof.at, museum@gmunden.ooe.gv.at, j_weidinger@hotmail.com

Das Phänomen Bergsturz – ein kurzer Überblick

Alle Bergstürze haben eines gemeinsam: es sind Abtragungserscheinungen im Bereich (hoher) Berge, die unter dem Einfluss der Schwerkraft nahe der Erdoberfläche relativ rasch vor sich gehen. Dabei wird eine, ursprünglich auf einem Bergkamm befindliche Gesteinsmasse sturzartig zu Tal bewegt, wo sie – je nach Bewegungsrichtung und Fallhöhe – meist einen mehr oder weniger großen, morphologisch deutlich erkennbaren Ablagerungsraum hinterlässt (Abb. 1). Bergstürze gehören damit zu jenen Prozessen der Hochgebirge, die die Landschaft entscheidend und nachhaltig prägen und verändern. Allerdings spricht man erst ab einem bewegten Volumen von mehr als 1 Million m^3 Gesteinsmaterial von einem echten Bergsturz. Kleinere Massen werden allgemein als Felssturz bezeichnet, geringste Mengen mit Steinschlag. Die Abgrenzung nach dem Volumen hat ihren Grund im unterschiedlichen mechanischen Verhalten von sturzartig zu Tal bewegten Massen. Während kleinere Volumina sehr inhomogen agieren und darin Bewegungsformen wie Rollen und Springen überwiegen, neigen größere Massen dazu, sich wie ein eigenständiger Körper zu bewegen und im Verband zu bleiben, wobei translatorische Bewegungen und Geleitvorgänge überwiegen, seltener sind auch Fließerscheinungen zu beobachten.

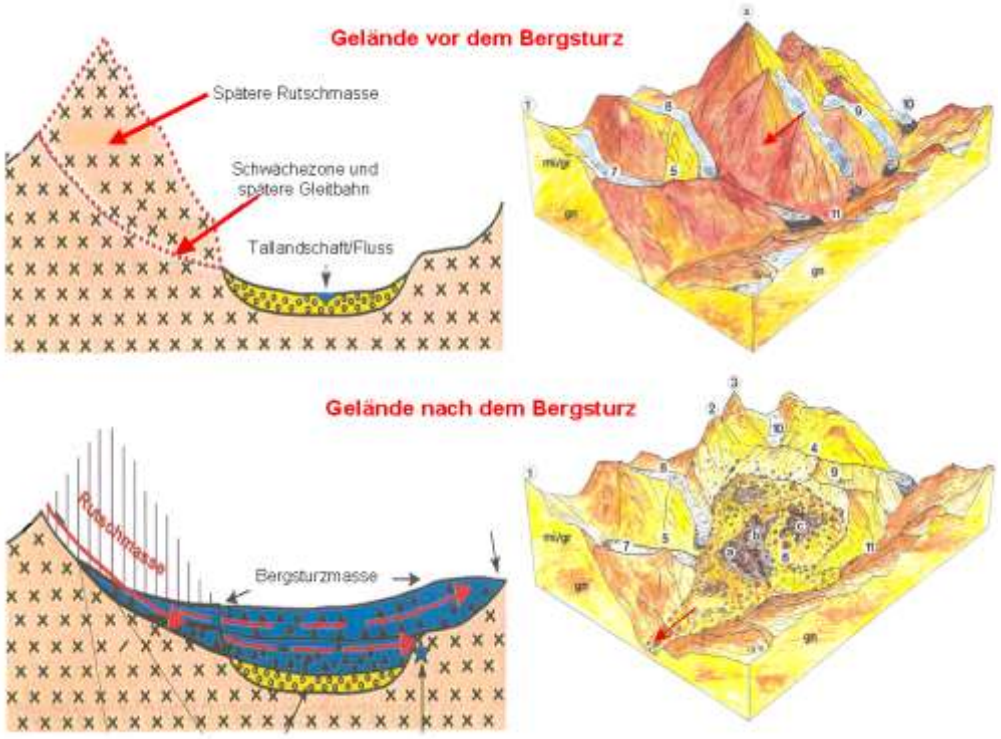

Abb. 1: Schema eines Bergsturzes mit der Talform vor (oben) und nach (unten) dem Sturzereignis, dargestellt als Schnitt (links) und Blockbild (rechts).

©Erkudok Institut Gmunden; download unter www.biologiezentrum.at

Ursachen für einen Bergsturz

Noch vor wenigen Jahrzehnten glaubte man, dass die Ursache von großen Bergstürzen vor allem im Rückgang der eiszeitlichen Vergletscherung und dem damit einhergehenden Auftauen des Permafrostes zu suchen sind. Dieser Anschauung liegt die Tatsache zugrunde, dass eine vom Gletschereis übersteilte Talflanke nach dem Abschmelzen ihres Widerlagers – je nach den geologischen Verhältnissen – instabil werden kann.
Grund für die ehemals einseitige Sicht der Dinge war vor allem eine geringe Datendichte, d. h. es waren noch nicht genügend große Massenbewegungen untersucht bzw. als solche erkannt geschweige denn richtig datiert (altersbestimmt). Dies änderte sich aber schlagartig, als mehr und mehr katastrophale Ereignisse bekannt wurden und sich die Datierungsmethoden deutlich verbesserten. So wissen wir heute, dass Bergstürze auch lange vor, während und nach der eiszeitlichen Vergletscherung passierten, sie demnach auch andere Ursachen und Auslöser haben müssen (Abb. 2).

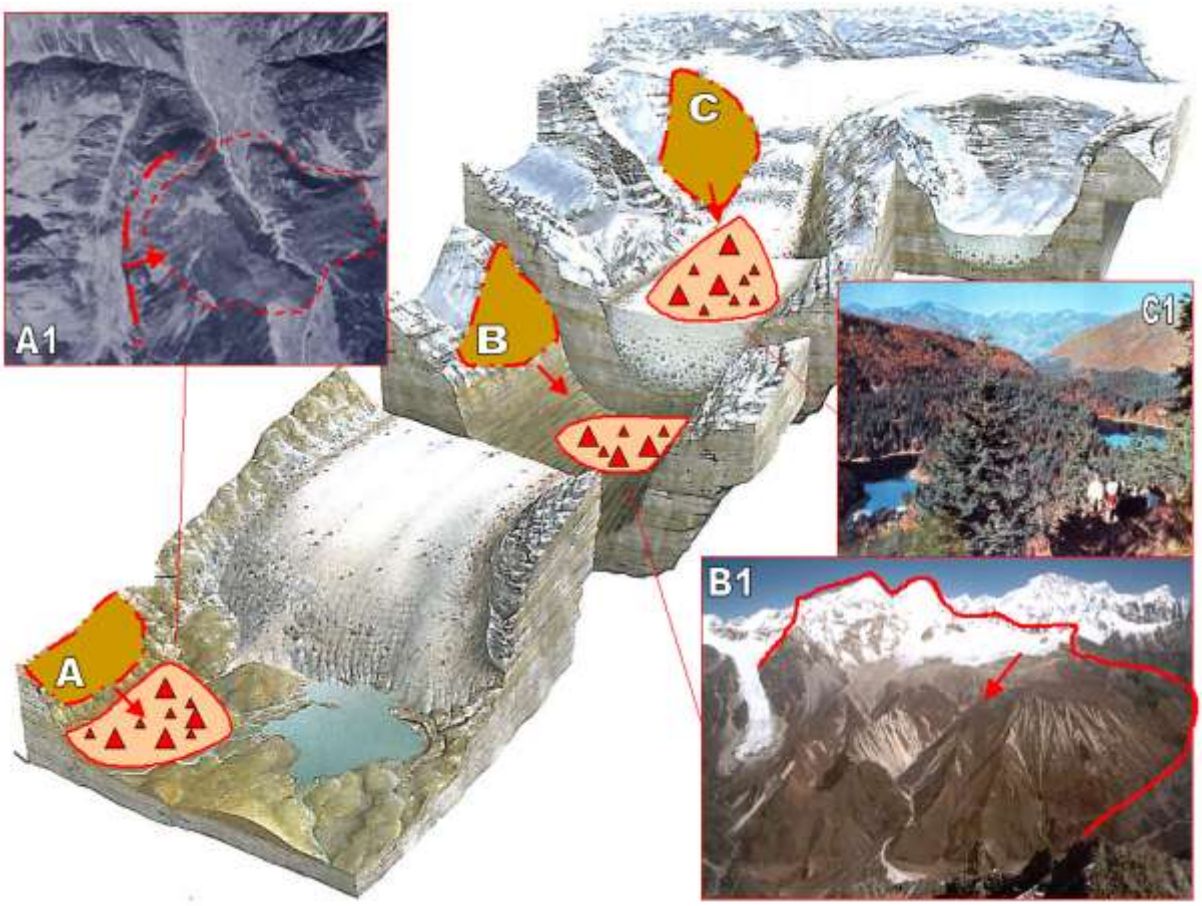

Abb. 2: Wechselwirkung zwischen Gletscher und Bergstürzen:
***A** = Bergsturz nach dem Rückgang eines Talgletschers; so hat der Bergsturz von Köfels im Tiroler Ötztal (**A1**), der mit einem Volumen von 3km^3 größte Kristallinbergsturz der Alpen, ein Alter von ca. 8000 Jahren;*
***B** = Bergsturz vor der Vergletscherung am Beispiel des Tsergo Ri in Nepal (**B1**), der ein Alter von ca. 30.000 Jahren aufweist;*
***C** = Bergsturz während der Vergletscherung am Beispiel des Almtal-Bergsturzes (**C1**), der ein Alter von ca. 15.000 Jahren hat und auf den späteiszeitlichen Almtal-Gletscher stürzte.*

©Erkudok Institut Gmunden; download unter www.biologiezentrum.at

Erdbeben – einer der wichtigsten Auslöser von Bergstürzen

Alleine aus Chroniken über historische und rezente Erdbeben wissen wir, das schwere Erdbeben fast immer große Erdbewegungen und Bergstürze ausgelöst haben.
Im Jahre 1911 wurde durch ein schweres Erdbeben eine gewaltige Felsgleitung im Pamir-Gebirge, auf dem heutigen Staatsgebiet von Tadjikistan, ausgelöst. Dabei wurde nicht nur ein Dorf verwüstet, sondern ein See aufgestaut, der bis heute besteht. Dieser Sarez Kol ist über 70km lang und fast 600m tief. Nach dem momentanen Untersuchungsstand geht man davon aus, dass der Damm stabil bleiben wird; wenn nicht, sind zehntausende Menschen den Murgab-Fluss abwärts in großer Gefahr (Abb. 3a).
Große Erkenntnisse in Bezug auf das Auslösen von Massenbewegungen durch Erdbeben konnte beim Wenchuan Erdbeben 2008 in Sichuan China gewonnen werden (siehe diesen Band p. 27-32).
Auch in Österreich haben Erdbeben immer wieder Massenbewegungen ausgelöst. So, als sich am 25. 1. 1348 durch das schwere Erdbeben von Villach eine 30 Millionen m^3 große Masse vom Dobratsch löste und das Drautal um Arnoldstein verwüstete. Die Masse staute auch einen mehrer Kilometer langend See auf, wodurch mehrere Dörfer evakuiert werden mussten (Abb. 3b). Aber auch im Salzkammergut, speziell in der Gegend um Hallstatt und an der Längsstörung entlang des Traunsees sind Erderschütterungen und damit in Zusammenhang stehende Felsstürze, etwa von der Traunstein-Westwand nicht auszuschließen – wenn auch in wesentlich kleinerem Ausmaß (Abb. 3c).

Abb. 3: Erdbeben und Bergstürze; links: die Stabilität des Usoi-Dammes ist ungewiss und der Sarez-See eine tickende Zeitbombe; mittig: entlang der Autobahn Villach-Udine durchquert man am Fuße des Dobratsch kilometerlange Bergsturzablagerungen, Teile davon sind noch nicht einmal 700 Jahre alt; rechts: auch der Fuß des Traunsteins, im Bereich dessen etwa das Erdbeben von Friaul im Jahre 1976 deutlich spürbar war, ist von Fels- und Bergsturzhalden gesäumt; s = Sturzmaterial, Pfeile zeigen Bewegungsrichtung der Sturzmassen an.

Bewegungsmechanismus eines Bergsturzes

Für das Abschätzen von Gefahr oder auch der Stabilität eines Hanges oder eines bereits vorliegenden Dammes spielt die Kenntnis über den Ablagerungsmechanismus eine wesentliche Rolle.
Der Rekonstruktion des Ablaufes und die Art einer Bewegung von Gesteinsmassen ins Tal muss der Geologe im allgemeinen modellhaft beschreiben. Zugrunde liegen solch entwickelten Modellen in erster Linie die Geländebeobachtungen. Wichtige Eingangsdaten sind z. B. die Art und Form des abgerissenen Bergkamms, der Gleitbahn und der abgelagerten Masse. Auch die Gesteinsbeschaffenheit ist von entscheidender Bedeutung.

©Erkudok Institut Gmunden; download unter www.biologiezentrum.at

Zur Bewegungsbeschreibung kommenden dann wichtige physikalische Grundgesetze (wie z. B. Schwerkraft, Reibung, Impuls, Thermodynamik etc.) zur Anwendung.

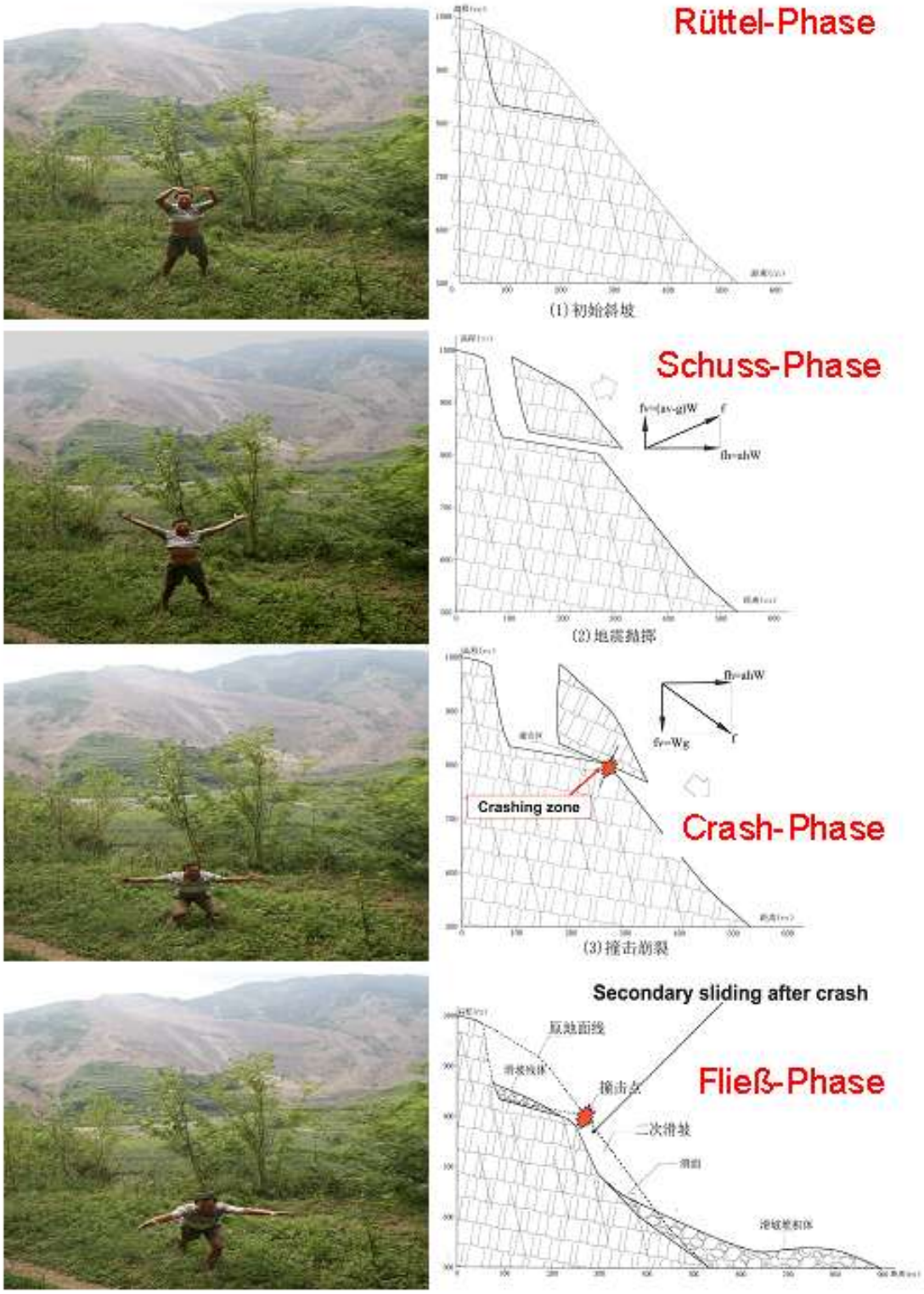

Abb. 4: Rekonstruktion des Bewegungsmechanismus einer Rutschung im Zuge des Wenchuan-Erdbebens 2008 in China anhand der Berichte eines Augenzeugen. Durch das Herausschleudern und Aufprallen der Gesteinsmasse im Abrissbereich entstand in Kombination mit der Durchfeuchtung des Materials ein weit auslaufender Murstrom (aus Y.P. Yin, China Geological Survey, Nov. 2008).

©Erkudok Institut Gmunden; download unter www.biologiezentrum.at

In ganz seltenen Fällen hat man als Bergsturz-Analytiker aber auch die Möglichkeit, sich auf die Berichte von Augen- und/oder Ohrenzeugen zu stützen. Auch daraus können wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden. In Abbildung 4 wird gezeigt, wie mithilfe eines Augenzeugen jener Bewegungsmechanismus geklärt werden konnte, der eine relativ kleine Gesteinsmasse aus geringer Fallhöhe relativ weit transportieren konnte.

Das geomechanische System „Hart auf Weich“

Aufgrund der wechselvollen Erdgeschichte und des komplexen Gebirgsbaus liegen im Salzkammergut häufig unterschiedlich feste Gesteinsschichten übereinander. Besonders problematisch wird es dann, wenn ganze Berge aus harten, spröden Kalken auf einer weichen Unterlage aus Mergel und Tonen oder Salzgebirge liegen – dann spricht man von „Hart auf Weich“. In solchen Bereichen gibt es eine Vielzahl von mehr oder weniger rasch ablaufenden Abtragungserscheinungen, die sturzartig (Felssturz), kriechend und gleitend (Rutschung) oder fließend (Erdströme) vor sich gehen können; meist aber kommt es zu einer Kombination aller drei Bewegungsprozesse bzw. kann das Eine das Andere auslösen oder beeinflussen (Abb. 5).

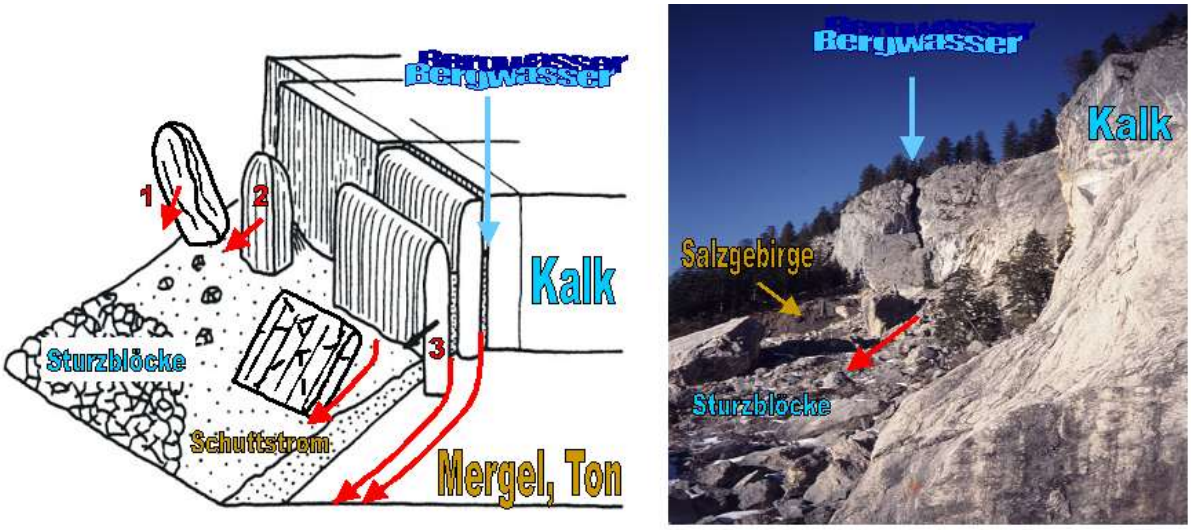

*Abb. 5: Das Prinzip von „Hart auf Weich“ als Skizze (links) und in der Natur (Zwerchwand oberhalb von Bad Goisern); harte, spröde Kalke liegen auf einer weichen Unterlage und verformen diese durch ihre Auflast; dabei kommt es zum Loslösen der auflagernden Gesteinskomplexe; einzelne Türme können nach vorne kippen und abstürzen (**1**), gleichförmig zu Tal gleiten and zerfallen (**2**) oder auch rotierend nach hinten kippen und zerfallen (**3**). Der sich im weichen Material ausbildende Schuttstrom erhält so immer wieder Materialnachschub;*
Motor der Bewegung ist sehr häufig das Bergwasser (Niederschläge, Schneeschmelze), das in Klüften rasch durch den Kalk sickert und die Unterlage aufweicht!

Glücklicherweise kam es im Salzkammergut bisher nur zu relativ kleinen Felsstürzen (einige 10.000 bis max. einige 100.000 m^3, sodass sich dadurch ausgelöste Erd- und/oder Schuttströme nur langsam entwickelten, d.h. es dauerte oft Wochen oder gar Monate, bis die weiche Unterlage auf die geänderten Bedingungen der Auflast reagierte.
Dass das aber nicht immer so sein muss, zeigten Massenbewegungen des gleichen Typs, die durch das Wenchuan Erdbeben 2008 in China ausgelöst wurden. Dabei kam es zu wesentlich rascher ablaufenden Prozessen. Die Folgen waren verheerend und Tausende Menschen mussten dies mit ihrem Leben bezahlen (Abb. 6).

©Erkudok Institut Gmunden; download unter www.biologiezentrum.at

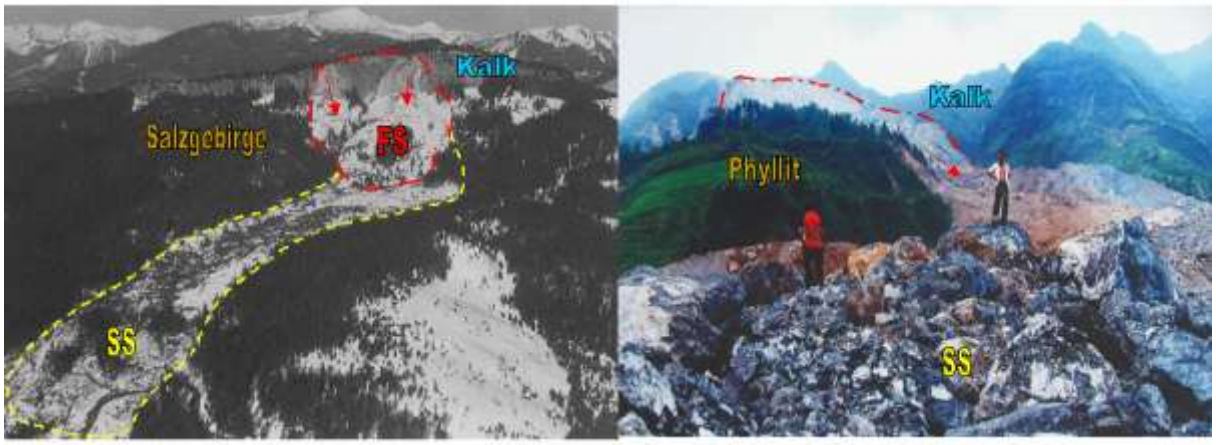

Abb. 6: Links: Die Felsstürze (FS) an der Zwerchwand (1978-1983) östlich von Bad Goisern lösten zeitverzögert die langsam fließende Stambachmure (SS, Erd- und Schuttstrom) aus. Dutzende Hektar Wald wurden vernichtet, aber keine Personen kamen zu Schaden. Rechts: In Donchekou (Sichuan, China) stürzte 2008 ein Berghang ein und begrub 4 Ortschaften mit insgesamt 780 Einwohnern unter sich!

Literatur, die im Erkudok Institut (**ef**) oder im web (**wf**) frei erhältlich ist

Husen van, D., Ivy-Ochs I., and Alfimov V. 2007. Mechanism and Age of Late Glacial Landsides in the Calcareous Alps; the Almtal, Upper Austria. *Austrian J. of Earth Sci.*, **100**, 114-126 (**wf**).

Prager Ch., Zangerl Ch. and Nagler Th. 2009. Geological controls on slope deformations in the Köfels rockslide area (Tyrol, Austria). *Austrian J. of Earth Sci.*, **102/2**, 4-19 (**wf**).

Weidinger J.T. 2001. Die Erforschung der Tsergo Ri-Großmassenbewegung im Nepal Himalaya als Grundlage für rezente Gefahrenzonenkartierungen im Langthangtal. *Proceedings GFU (Geoforum Umhausen) 2001*, **2**, 37-60, Innsbruck (**wf**).

Weidinger J.T. 2003. Massenbewegungen und Gebirgsgefahren am Fuße der Traunstein-Nord- und Westwände, Gmunden, Oberösterreich. In: Weidinger J.T., Lobitzer H., Spitzbart I. (Hrsg.) 2003. Beiträge zur Geologie des Salzkammerguts, *Gmundner Geo-Studien* 2, 375-394, Gmunden (**ef**).

Weidinger J. T. 2007. Petrologic and structural control on geomorphology of rapid landscape changing large rockslides in the Himalayas. *Proceedings Conference Geomorphology for the Future, Obergurgel 2007*, 185-192 (**wf**).

Weidinger J. T. 2009. Das Gschiefgraben-Rutschgebiet am Traunsee-Ostufer (Gmunden/OÖ) – ein Jahrtausende altes Spannungsfeld zwischen Mensch und Natur. *Jb. d. Geol. B.-A.* 149/1, 195-206 (**wf**).

Weidinger J. T., Niesner E. 2009. Die Rolle der Geomorphologie bei der Sanierung der Gschliefgraben-Erdströme – Pilotprojekt zur nachhaltigen Untersuchung katastrophaler Massenbewegungen im Salkammergut. *Landschaft und nachhaltige Entwicklung, Bd. 2, 39-54, Universität Salzburg* (**ef**).

Weidinger J.T., Vortisch W. 2005. Massenbewegungen im System Hart-auf-Weich zwischen Traunstein und Dachstein (OÖ, Stmk.) und ihre anthropogene Beeinflussung. In: Weidinger J.T., Spitzbart I. (Hrsg.) – Beiträge zur Geologie des Salzkammerguts II, *Gmundner Geo-Studien*, **3**, 75-94, Gmunden (**ef**).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Gmundner Geo-Studien

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Weidinger Johannes Thomas

Artikel/Article: Bergstürze - ein globales Phänomen; Vom Himalaya ins Salzkammergut 59-64