# Sturzereignisse in der Schweiz : eine statistische Auswertung

Autor(en): **Gruner, Ueli**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Swiss bulletin für angewandte Geologie = Swiss bulletin pour la géologie appliquée = Swiss bulletin per la geologia applicata = Swiss bulletin for applied geology**

Band (Jahr): **17 (2012)**

Heft 2

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-349243

**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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

Swiss Bull. angew. Geol. Vol. 17/2, 2012 S. 63-71

# Sturzereignisse in der Schweiz – eine statistische Auswertung

Ueli Gruner[1]

**Stichworte:** Sturzprozesse, Felssturz, Frost-Tau-Wechsel

**Zusammenfassung**
Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) betreibt zusammen mit den Kantonen die zentrale Datenbank über die Naturgefahrenereignisse der Schweiz (StorMe). In dieser Datenbank sind insgesamt rund 3'500 Sturzereignisse aufgeführt, davon allerdings nur knapp 2'000 mit statistisch verwendbaren Angaben. Es wurde eine Auswertung dieser Stürze in Bezug auf die Kubatur, auf die Häufigkeit und auf die jahreszeitliche Verteilung durchgeführt. Dabei zeigte es sich, dass rund die Hälfte der dokumentierten Sturzereignisse Kubaturen von weniger als 10 $m^3$ aufwies. Eine Hochrechnung der gut dokumentierten Ereignisse im Zeitraum zwischen 2001 und 2010 zeigt, dass es in der Schweiz jährlich durchschnittlich rund 30 bis 40 Felsstürze von mehr als 100 $m^3$ und ca. 10 bis 15 Stürze mit einer Kubatur von über 1'000 $m^3$ gibt. Die Auswertung bezüglich der Jahreszeit bestätigt frühere Feststellungen, dass solche Ereignisse gehäuft in den Frühlingsmonaten März, April und Mai vorkommen (ca. ⅓ aller Ereignisse). Dies wird auf Kluftaufweitungen im Gesteinskörper bei kalten Tagen im Winter und den zusätzlichen Destabilisierungseffekt mit vielen Frost-Tau-Wechseln im darauf folgenden Frühjahr zurückgeführt.

**Abstract**
The Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) registers together with the cantons all natural hazard events of Switzerland in a central database (StorMe). A total of 3'500 rockfall events are listed, though only nearly 2'000 include statistical details. There was carried out an evaluation of these rockfall events in relation to the volume, the frequency and the seasonal distribution. It was found that around half of the documented rockfall events had volumes of less than 10 $m^3$. A projection of the well-documented events between 2001 and 2010 shows that there is in Switzerland an annual average of about 30 to 40 rockfall events exceeding 100 $m^3$ and about 10 to 15 events with a volume of more than 1'000 $m^3$. The analysis confirms earlier findings according to which such events occur more frequently in the spring months of March, April and May (about ⅓ of all events). This can be explained by widening joints in the rock body during cold winter days and the additional destabilizing effect coming from many freeze-dew cycles during the following spring.

## 1. Einleitung

Sturzereignisse lösen wegen ihrer spektakulären Bilder vielfach ein grosses Medienecho aus. In diesem Zusammenhang stellen sich auch Fragen nach der Häufigkeit solcher Ereignisse oder bezüglich der saisonalen Verteilung. Es existieren zwar einzelne Studien, in welchen eine Auswertung von Sturzereignissen auf Grund von Ereignisdaten erfolgte. So wurden in Gruner (2004) rund 800 Stürze aus einigen Ereignisdokumentationen sowie aus verschiedenen Archiven ausgewertet und interpretiert. Die Häufigkeit und die saisonale Verteilung von historischen Bergstürzen (mit einer Kubatur von >1 Mio. $m^3$) wurde in Gruner (2006)

[1] Rossimattstrasse 18, 3074 Muri b. Bern, Switzerland, ueli.gruner@bluewin.ch

beschrieben. Die saisonale Verteilung von Sturzereignissen aus dem Kanton Bern hat Gruner (2008) bei rund 500 analysierten Stürzen zwischen 1980 und 2007 dargestellt. In Fischer et al. (2012) findet sich eine statistische Auswertung von 56 grösseren Fels- und Bergstürzen aus den Hochalpen der letzten rund 100 Jahren. Zudem werden seit längerer Zeit jährlich in der Zeitschrift «Wasser Energie Luft» die Unwetterschäden in der Schweiz zusammengestellt (seit 2002 auch bezüglich der Sturzprozesse; vgl. z. B. Andres et al. 2012), wobei diese Sammlung in erster Linie aus Zeitungen und Zeitschriften erfolgt.
Die vorliegende Studie bezweckt, eine statistische Auswertung der Sturzereignisse in der Schweiz auf der Grundlage des zentralen Ereigniskatasters StorMe des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) durchzuführen. Dabei interessiert einerseits die Häufigkeit eines Ereignisses bezüglich der Kubatur, anderseits auch die saisonale Verteilung der Stürze.

## 2. Datengrundlage

Für die vorliegende Studie wurden einzig die uns vom BAFU zur Verfügung gestellten StorMe-Daten der Sturzereignisse mit Stichdatum 5. Januar 2011 verwendet. Die Datenbank wurde im Jahr 1996 eingerichtet. Seither werden die von den Kantonen gelieferten Daten systematisch erfasst. Darunter befinden sich auch viele frühere Ereignisse, welche z. B. im Rahmen der Erarbeitung von Gefahrenkarten gesammelt wurden. Die in der Studie von Gruner (2004) aus privaten Gutachterbüros und Archiven von Bahnen (z. B. BLS) gesammelten und ausgewerteten Daten sind sicher nur teilweise in den StorMe-Daten enthalten.
Die StorMe-Daten umfassen vor allem Ereignisse aus den letzten Jahrzehnten; nur relativ wenige stammen aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts oder sogar noch von früher. Die Auswertung ergab zudem, dass je früher eine Zeitspanne, desto geringer ist die Anzahl von dokumentierten Ereignissen: Das letzte Jahrzehnt (2001 bis 2010) weist z.B. über die Hälfte der ausgewerteten Stürze auf, nämlich 1'062, während von der Dekade zwischen 1991 bis 2000 insgesamt 485 und von derjenigen zwischen 1981 und 1990 noch 136 Stürze aufgelistet sind. Diese Unterschiede sind darauf zurückzuführen, dass im letzten Jahrzehnt die Erstellung von StorMe-Dokumenten jeweils bedeutend zuverlässiger und seriöser erfolgte als in früheren Jahren, was in erster Linie auf die Erarbeitung der Gefahrenkarten durch die Gemeinden zurückzuführen ist (Erstellung eines Gemeinde-Ereigniskatasters).
Aus den früheren Jahrzehnten und sogar Jahrhunderten sind vor allem die spektakulären Ereignisse dokumentiert oder auch diejenigen, welche Strassen, Bahnen oder Häuser tangierten. Infolge von intensiveren Nutzungen im Gebirge ist auch das Schadenpotenzial stetig angewachsen, was ebenfalls zu vermehrten Ereignismeldungen in diesen Gebieten führte. Auf der anderen Seite haben aber auch die in den beiden letzten Jahrzehnten vermehrt erstellten Steinschlagschutzbauten viele, vor allem kleinere Sturzereignisse aufgefangen, welche früher möglicherweise registriert worden wären.
Nicht zuletzt gilt es auch zu erwähnen, dass es in inneralpinen, abgelegenen Gebieten zu Sturzereignissen kommt, welche nicht erfasst werden und somit in der vorliegenden Auswertung auch nicht einbezogen werden können.

Die Datenbank StorMe verfügt am erwähnten Stichdatum über insgesamt 3'514 Sturzereignisse, wobei darin auch Eissturz eingeschlossen ist. Ohne dieses Phänomen verbleiben insgesamt 2'984 Sturzereignisse.
Die Datenlieferung erfolgt jeweils durch die Kantone, wobei diese Meldungen sehr unterschiedlich sind: So stammen z. B. rund 40% der ausgewerteten Ereignisse aus dem Kanton Bern oder knapp 20% aus dem Kanton Graubünden; der Kanton Wallis anderseits lieferte lediglich 0.5% der Ereignisdaten (BAFU 2011).

## 3. Auswertung und Interpretation der StorMe-Daten

### 3.1 Kubatur

*Vorbemerkung*

Für die Auswertung der StorMe-Daten bezüglich Häufigkeit und Kubatur konnten nicht alle dokumentierten Ereignisse verwendet werden, weil bei recht vielen Daten überhaupt keine oder nur summarische Angaben über Kubaturen vorlagen (z. B. «viele Blöcke»). Für die nachfolgende Auswertung wurde, soweit dies bekannt war, das Volumen im Ablagerungsbereich berücksichtigt. Es verblieben schliesslich noch insgesamt 1'957 Sturzereignisse zur Analyse.

*Auswertung*

Die Statistik aller dokumentierten Sturzereignisse der Schweiz mit Volumenangaben zeigt gemäss Fig. 1, dass knapp 50% aller Stürze (= 936) eine Ablagerungskubatur zwischen < 1 und 10 m³ aufwiesen. In der Regel sind es nicht Einzelblöcke, welche dieses Volumen wesentlich bestimmen, sondern es ist die häufig grosse Anzahl von verschieden grossen Blöcken (vgl. Fig. 2 mit dem Beispiel eines Sturzereignisses an der Grimselpassstrasse BE). In Einzelfällen bei entsprechender geologischer Disposition können jedoch auch grosse Einzelblöcke einen massgebenden Anteil am Sturzvolumen bilden (vgl. Fig. 3 mit dem Beispiel eines Felssturzes bei Kandergrund BE).

Felsstürze mit einem Volumen von über 100 m³ wurden insgesamt 518 aufgeführt (26%). Rund 11% der Ereignisse (= 222) wiesen ein Volumen von über 1'000 m³ und 1.2% (= 22) ein solches von über 100'000 m³ auf.

Bei der kleinsten Volumenkategorie ist es denkbar, dass vor allem die kleineren Ereignisse < 1 m³ unterbewertet sind, weil diese als Bagatellfälle taxiert und gar nicht in einem StorMe-Formular (wo keine Untergrenze besteht) erfasst worden sind. Zudem sind Blöcke < 1 m³ auf Grund der StorMe-Eingaben nicht detaillierter auswertbar.

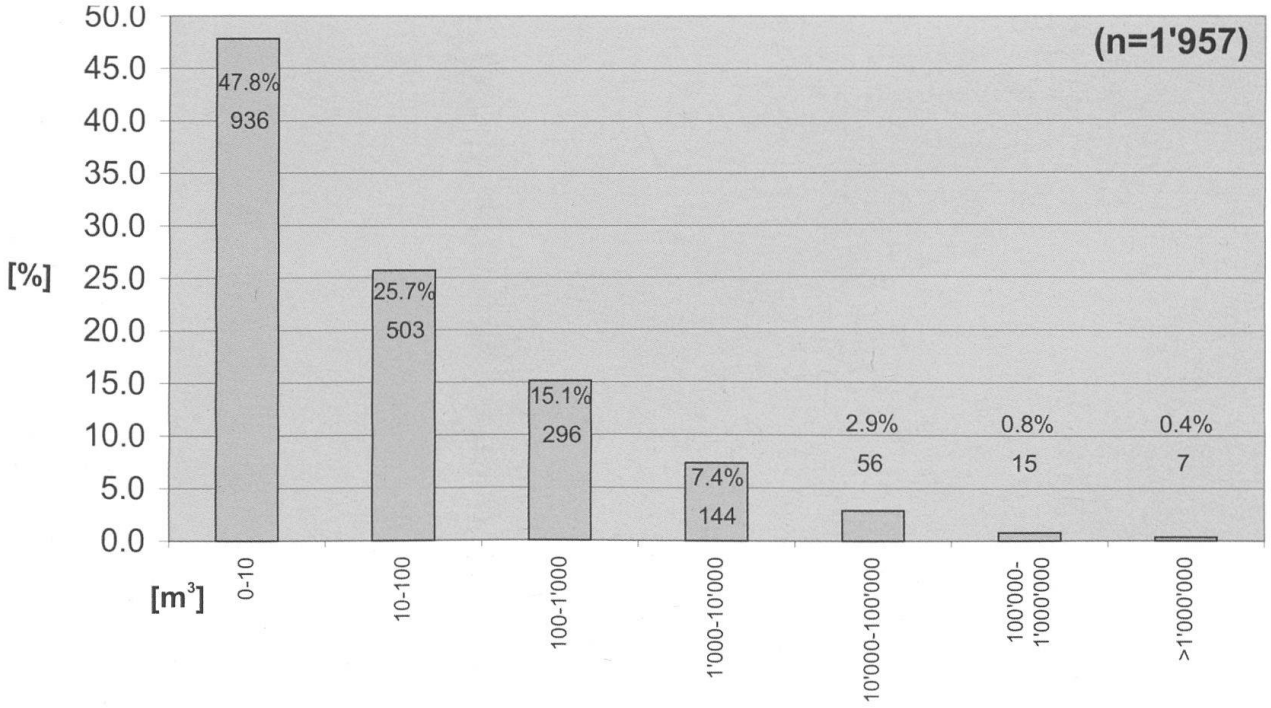



Fig. 1: Statistik der Sturzereignisse in der Schweiz.

Fig. 2: Beispiel eines Sturzereignisses im Frühling mit einer grösseren Anzahl von kleinen Blöcken: An der Grimselpassstrasse (Kanton Bern) stürzten im Mai 2007 nach einem kalten Winter rund 30 $m^3$ Fels auf die Strasse.

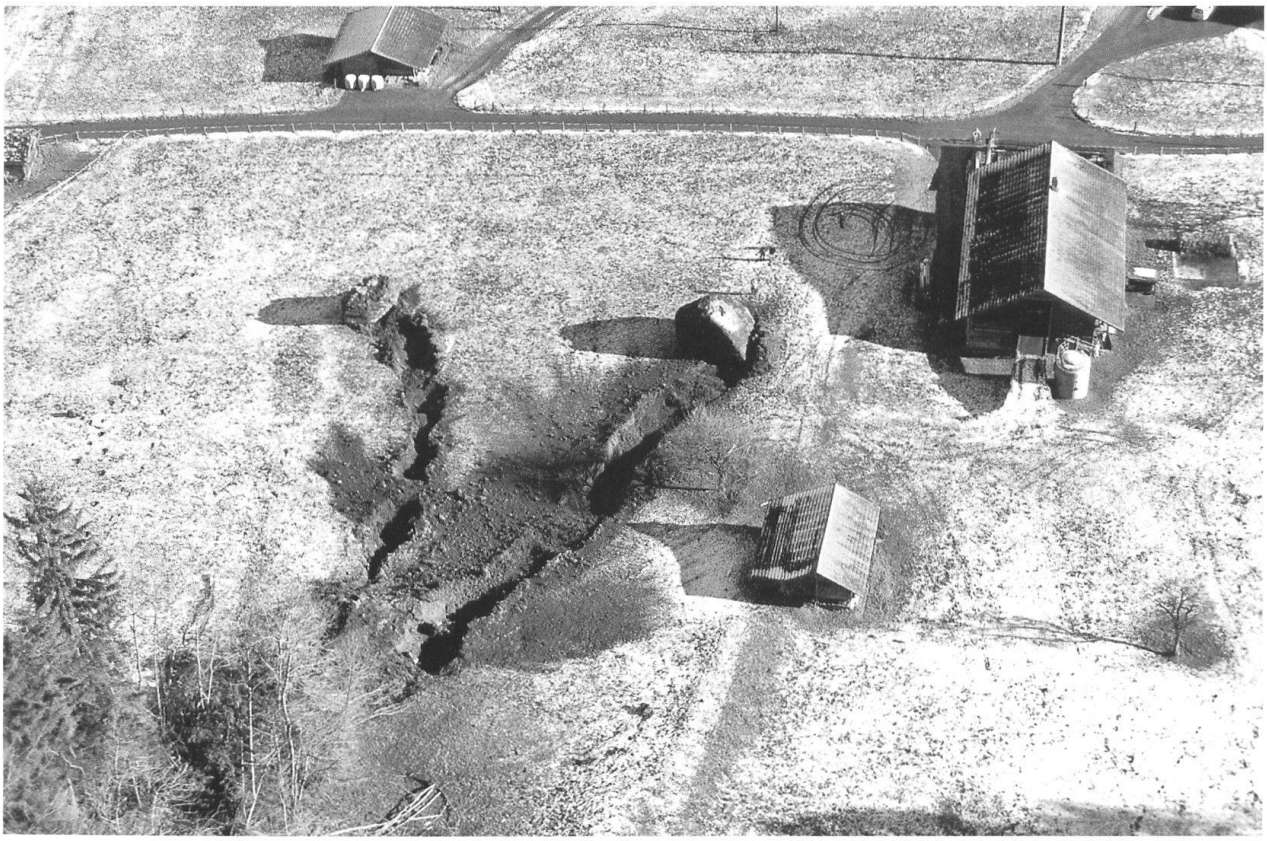


Fig. 3: Beim Felssturzereignis vom 4. Dezember 2007 bei Kandergrund (Kanton Bern) bildeten zwei Grossblöcke von 150 $m^3$ (rechts) und 100 $m^3$ den hauptsächlichen Volumenanteil des Gesamtsturzes.

### 3.2 Kubatur und Häufigkeit

*Vorbemerkung*

Das letzte Jahrzehnt zwischen 2001 und 2010 wies insgesamt 1'062 Ereignisse auf, d. h. über 50% aller ausgewerteten Stürze. Diese Dekade darf somit als relativ repräsentativ bezüglich einer Aussage über die Häufigkeit gewisser Ereignisgrössen bezeichnet werden, auch wenn sich nicht alle Kantone gleichermassen an der Eingabe beteiligten.

*Auswertung*

Aus der grafischen Darstellung der Ereignisse aus der letzten Dekade ist erkennbar (Fig. 4), dass ähnlich wie bei der Gesamtdarstellung praktisch die Hälfte aller 1'062 Ereignisse ein Volumen zwischen < 1 und 10 $m^3$ aufwies. Felsstürze mit einer Kubatur von über 100 $m^3$ gab es in diesem Zeitraum insgesamt 228 (= 21%), Felsstürze mit einem Volumen von über 1'000 $m^3$ 70 (ca. 4%); Bergstürze mit einem Volumen über 1 Mio. $m^3$ wurde nur ein einziger notiert. (Hier fehlen allerdings die beiden Bergstürze von der Dent du Midi bzw. von den Dents Blanches aus dem Jahre 2006, welche beide vom Kanton Wallis nicht dokumentiert worden sind.)

*Fazit*

Praktisch die Hälfte der Stürze in der Schweiz stellen kleine bis sehr kleine Ereignisse dar. Häufig handelt es sich um Steine oder kleinere Sturzblöcke, welche zudem teilweise auch aus künstlich gebildeten Felswänden entlang von Strassen stammen. Anderseits hat aber jedes zweite Sturzereignis ein Ablagerungsvolumen von über 10 $m^3$ und gut jedes fünfte Ereignis ist ein Felssturz mit einem Volumen von über 100 $m^3$.

Angesichts des recht gut dokumentierten letzten Jahrzehntes und unter Berücksichtigung der fehlenden bzw. unvollständigen Datenlieferung von einigen Gebirgskantonen kann die grobe Abschätzung gewagt werden, dass jährlich in der Schweiz rund 30 bis 40 Ereignisse mit einer Kubatur von über 100 $m^3$ und etwa 10 bis 15 Ereignisse mit einem Volumen von über 1'000 $m^3$ stattfinden. Diese Ereignishäufigkeit bezieht sich jedoch in erster Linie auf genutzte bzw. besiedelte Gebiete und schliesst eine gewisse Anzahl von Stürzen in abgelegenen, inneralpinen Gebirgsbereichen nicht ein.

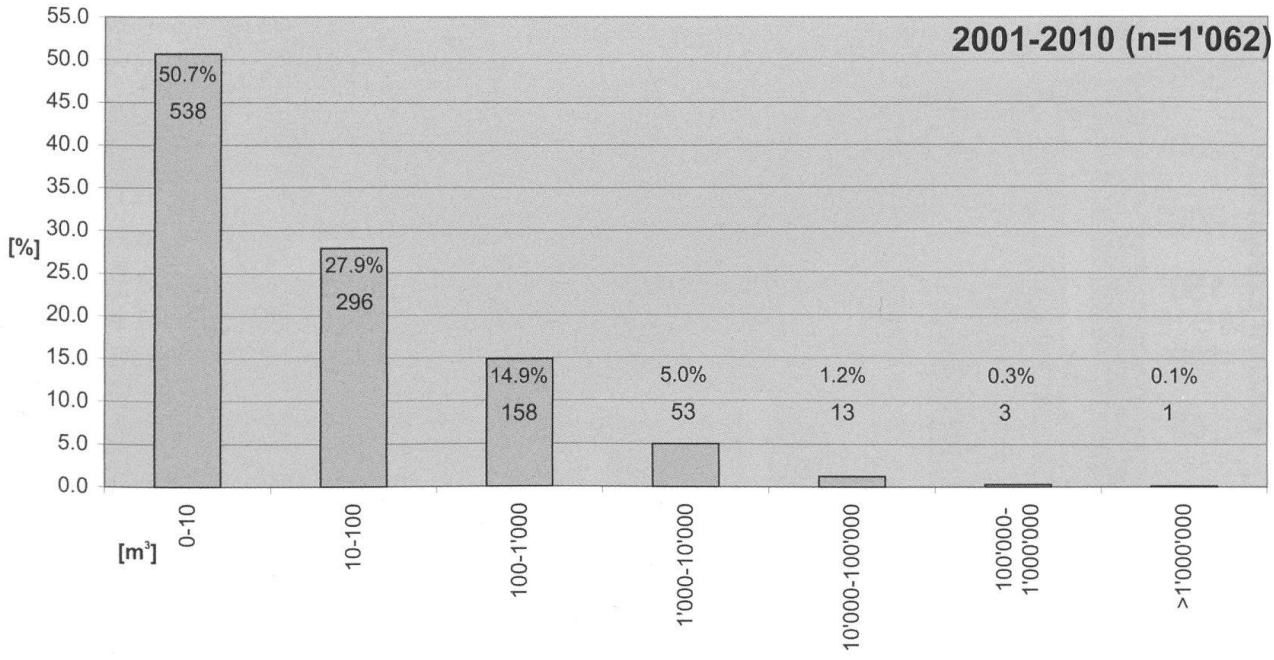



Fig. 4: Statistik der Sturzereignisse 2001 bis 2010 in Bezug auf Kubaturen.

### 3.3 Saisonale Verteilung

*Vorbemerkung*

Für die Auswertung der Sturzereignisse in Bezug auf die Jahreszeiten wurde folgende Saisoneinteilung vorgenommen: Winter (Dezember, Januar, Februar), Frühling (März, April, Mai), Sommer (Juni, Juli, August), Herbst (September, Oktober, November).

Da bei verschiedenen vor allem älteren Katastereinträgen nebst ungenügenden Angaben über das Volumen auch ein genaues, einer Jahreszeit zuordenbares Datum fehlte, standen schliesslich insgesamt 1'779 Ereignisse für eine Auswertung zur Verfügung.

*Auswertung*

Das Bild der saisonalen Verteilung ist in der Fig. 5 zusammengefasst. Auffallend ist, dass fast 60% der Ereignisse im Winter oder im Frühling stattfanden (vgl. auch Fig. 2). Die drei Frühjahrsmonate umfassten dabei alleine rund 1/3 aller Stürze. Der Herbst war die ereignisärmste Saison mit lediglich ca. 1/6 aller Ereignisse, was sich besonders deutlich bei den kleinen Kubaturen unter 10 m³ zeigte. Die statistische monatliche Auswertung von Sturzprozessen im Kanton Bern (Gruner 2008) ergab, dass dort die meisten Ereignisse im Monat April stattfanden und der Monat Oktober derjenige mit den wenigsten Ereignissen war.

Die prozentuale Verteilung der Sturzereignisse in der Schweiz nach Saison und Kubatur ist auf der Fig. 6 zu finden. Daraus ist u. a. auch ersichtlich, dass die Stürze mit Kubaturen zwischen 10 und 100 m³ in den Herbstmonaten im Vergleich zu den anderen Jahreszeiten relativ häufig waren.

Die StorMe-Daten erlaubten im Weiteren die Bestimmung der Anzahl Sturzereignisse anlässlich des Hochwassers vom August 2005. Damals kam es zwischen dem 19. und 23. August in vielen Kantonen zu Rekordniederschlägen mit Niederschlagsmengen von teilweise über 200 mm in 48 Stunden. Dies führte in der Schweiz nebst zahlreichen Murgängen auch zu mindestens 5'000 Rutschungen (Raetzo, H. & Rickli, C. 2007; Bollinger et al. 2009). Gemäss den StorMe-Aufzeichnungen ereigneten sich in diesem Zeitraum jedoch lediglich 13 Sturzereignisse, wobei es sich nur in drei Fällen um Felsstürze mit einer Kubatur von über 100 m³ (bis maximal 500 m³) handelte.

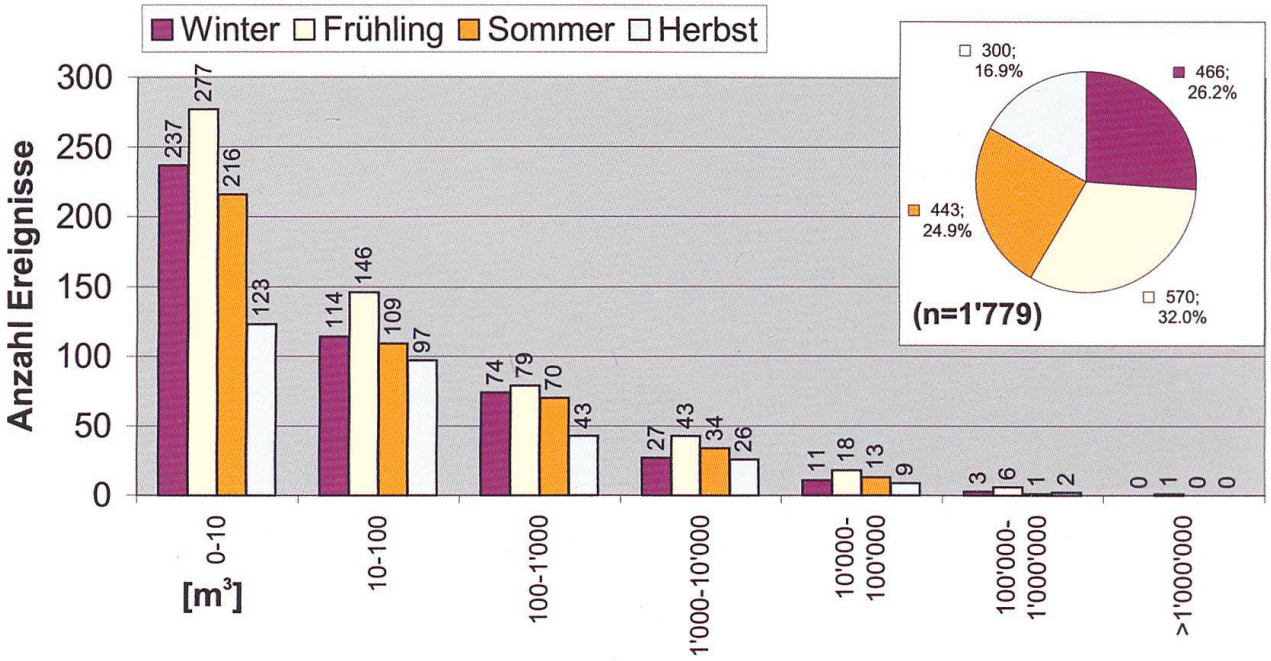



Fig. 5: Saisonale Verteilung der Sturzereignisse in der Schweiz (inkl. Verteilung in Bezug auf Kubaturen).

*Fazit*

Die saisonale Verteilung der Stürze zeigt, dass in den kalten Jahreszeiten Sturzprozesse generell häufiger sind als in den wärmeren. Dies dürfte einerseits mit dem destabilisierenden Effekt der Kälte zu tun haben, indem es bei kalten Temperaturen zu einer Gesteinskontraktion mit entsprechender Kluftaufweitung kommt (Krähenbühl 2004). Anderseits haben auch die häufigen Frost-Tau-Wechsel eine grosse Auswirkung auf die Destabilisierung. Dieser Witterungseinfluss ist vor allem bei kleineren Ereignissen < 10 $m^3$ von Bedeutung. Mittels dendrochronologischen Studien an Stammscheiben von bewaldeten, alpinen Hängen unterhalb von Felswänden wurde der saisonale Verlauf von Sturzaktivitäten untersucht (Stoffel et al. 2005, Schneuwly & Stoffel 2008). Dabei zeigte es sich, dass weitaus die meisten Sturzereignisse (74 bis 88%) während der winterlichen Wachstumspause zwischen Oktober und Mai stattfanden.

Warme Zeiten und vor allem Sommermonate bewirken anderseits in der Regel eine Beruhigung der Fels- und Gebirgsbewegungen.

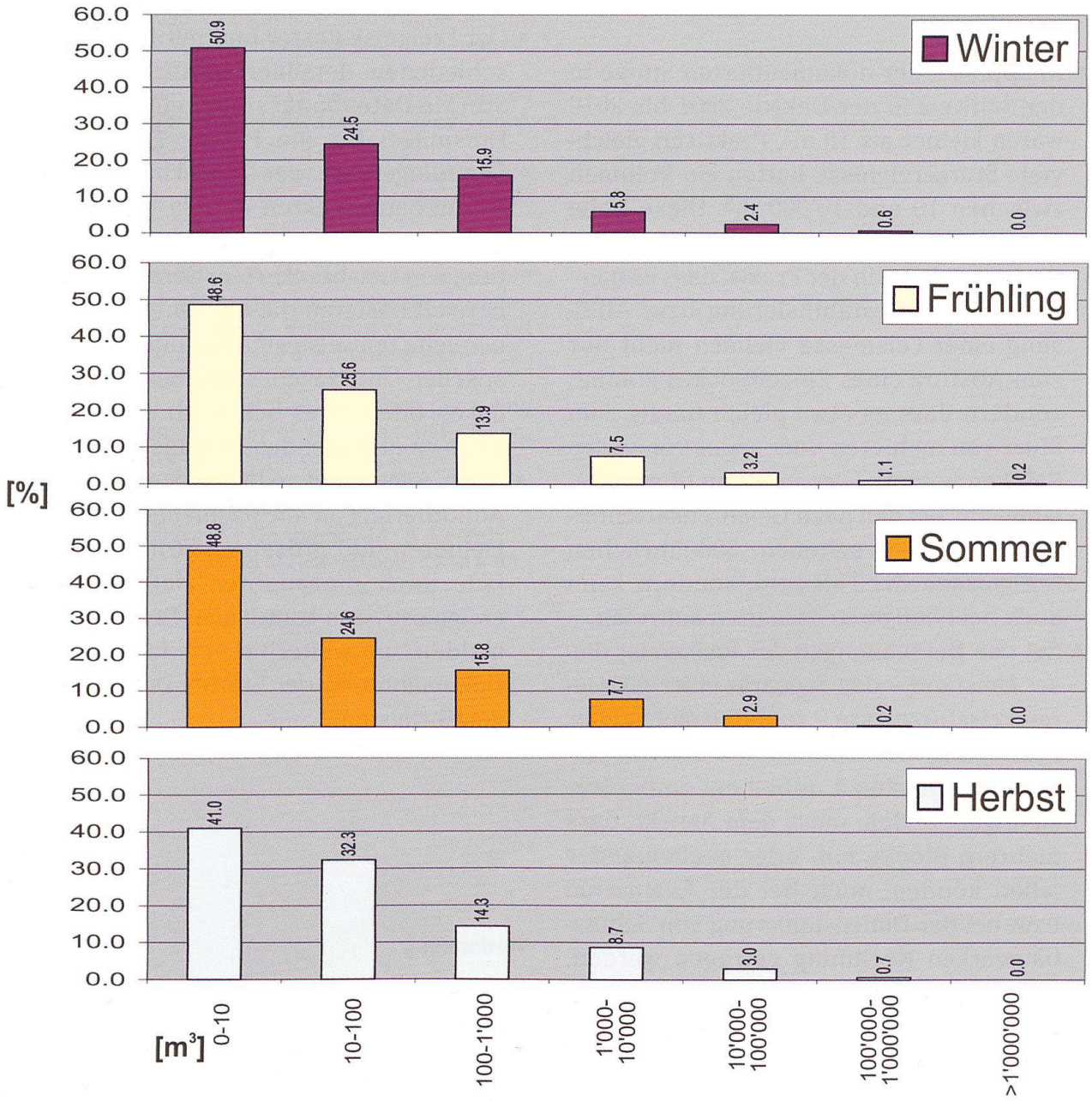



Fig. 6: Prozentuale Verteilung der Sturzereignisse in der Schweiz nach Saison und in Bezug auf Kubaturen.

Ausnahme bilden z. B. Stürze im Zusammenhang mit Wind- bzw. Wurzeldruck oder Ereignisse in den Hochalpen infolge des Auftauens von Permafrost in heissen Sommermonaten.

## 4. Schlussfolgerungen

Die statistische Auswertung der StorMe-Daten erlaubt heute eine besser abgestützte Aussage über Kubaturen, Häufigkeit und jahreszeitliche Verteilung von Stein- und Blockschlag sowie Felsstürzen verschiedenen Volumens.

- Knapp 50% der dokumentierten Stürze in der Schweiz in der Dekade 2001 bis 2010 waren kleiner als 10 $m^3$. Praktisch gleichviele Sturzereignisse hatten ein Volumen zwischen 10 und 10'000 $m^3$. Diese hohe Anzahl von grösseren Stürzen bestätigt die Feststellung in der Praxis, dass es nämlich bei der Destabilisierung bzw. Ablösung einer Felsmasse vielfach nicht nur zum Absturz eines Einzelblockes kommt, sondern dass es etwa gleich häufig zum Sturz von mehreren oder sogar von vielen Blöcken kommt. Dies muss nicht zwangsläufig nur bei den nach Gefahrenkartenterminologie sehr seltenen, 300-jährlichen Ereignissen der Fall sein, sondern kann auch bei häufigeren Szenarien auftreten.
- Bei den Berechnungen der Risiken ist dieser Umstand – das Szenario einer grösseren Felssturzmasse – zum Beispiel bei der Festlegung der räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit unbedingt zu berücksichtigen. Zudem muss dem Aspekt, dass mehrere Blöcke mit- oder nacheinander fallen können, auch bei der Evaluation bzw. bei der Dimensionierung von Schutzbauwerken Rechnung getragen werden, dies unter Berücksichtigung der Trennflächenverhältnissen bei der Prozessquelle und des Ereigniskatasters.
- Ausgehend von den Ereignisdaten des letzten Jahrzehnts dürfte es in der Schweiz in besiedelten und genutzten Gebieten im Durchschnitt jährlich zu etwa 30 bis 40 Felsstürzen mit einem Volumen über 100 $m^3$ und zu etwa 10 bis 15 Sturzereignissen mit einer Kubatur von über 1'000 $m^3$ kommen.
- Die Auswertung der jahreszeitlichen Verteilung der Stürze ergab, dass solche Ereignisse gehäuft im Frühjahr stattfinden (rund 1/3 aller Ereignisse). Dieses Phänomen wird auf Kluftaufweitungen in Gesteinskörpern in der kalten Jahreszeit und einen zusätzlichen Destabilisierungseffekt bei vielen Frost-Tau-Wechseln im darauf folgenden Frühjahr zurückgeführt.
- Der Ereigniskataster und mit ihm die verschiedenen, detaillierten Angaben in der StorMe-Datenbank sind heute wichtige Hilfsmittel für die Praxis: Er kann als Grundlage bei der Ausarbeitung von Schutzbauprojekten dienen und – nicht unwesentlich – auch bei der Überarbeitung von Gefahrenkarten. Gerade im Sturzbereich basieren die einzelnen Gefahrenbereiche teilweise auf eher dürftigen statistischen Unterlagen, sei es bezüglich Häufigkeit oder sei es bezüglich der Kubatur eines zu erwartenden Ereignisses.
- Nicht zuletzt soll an dieser Stelle auch die Aufforderung an alle Fachleute gehen, alle kleineren und grösseren Sturzereignisse (wie auch die anderen Naturgefahrenereignisse) den kantonalen Fachstellen zu melden, um weiterhin eine fachgerechte Dokumentation der StorMe-Datenbank zu gewährleisten.

**Verdankung**

Der Autor dankt Wolfgang Ruf (BAFU) für die zur Verfügung gestellten StorMe-Daten und Pascal Imhof (Kellerhals + Haefeli AG, Bern) sowie Christian Pfammatter (Abteilung Naturgefahren des Kantons Bern) für die Mithilfe bei der Datenauswertung und für diverse fachliche Anregungen.

## Literatur


Andres, N., Badoux, A., Hilker, N. & Hegg, C. 2012: Unwetterschäden in der Schweiz im Jahr 2011. Wasser Energie Luft, 104(1), 41–49.

BAFU, Bundesamt für Umwelt 2011: Jahrbuch Wald und Holz.

Bollinger, D., Gruner, U. & Wyss, R. 2009: Hochwasser August 2005 – Analyse der Hanginstabilitäten. Swiss Bulletin angew. Geol., 14(1+2), 135–151.

Fischer, L., Purves, R. S., Huggel, C., Noetzli, J. & Haeberli, W. 2012: On the influence of topographic, geological and cryospheric factors on rock avalanches and rockfalls in high-mountains areas. Nat. Hazards Earth Syst. Sci.,12, 241–254.

Gruner, U. 2004: Klima und Sturzereignisse in Vergangenheit und Zukunft. Bull. angew. Geol., 9(2), 23–37.

Gruner, U. 2006: Bergstürze und Klima in den Alpen – gibt es Zusammenhänge? Bull. angew. Geol., 11(2), 25–34.

Gruner, U. 2008: Klimatische und meteorologische Einflüsse auf Sturzprozesse. Proceed. Conf. Interprävent 2008, 2, 147–158.

Krähenbühl, R. 2004: Temperatur und Kluftwasser als Ursache von Felssturz. Bull. angew. Geol., 9(1), 19–35.

Raetzo, H. & Rickli, C. 2007: Rutschungen. In: Bezzola, G.R. & Hegg, C. (Hrsg.): Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 1 – Prozesse, Schäden und erste Einordnung. Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Umwelt-Wissen Nr. 0707. 215 S.

Schneuwly, D. M. & Stoffel, M. 2008: Tree-ring based reconstruction of the seasonal timing, major events and origin of rockfall on a case-study slope in the Swiss Alps. Nat. Hazards Earth. Syst. Sci., 8, 203–211.

Stoffel, M., Lièvre, I., Monbaron, M. & Perret, S. 2005: Seasonal timing of rockfall activity on a forest slope at Täschgufer (Swiss Alps) – a dendrochronological approach. Z. Geomorph., 49, 89–106.

# RISSE? SENKUNGEN? SCHIEFLAGEN?

## URETEK DEEP INJECTIONS®: DIE LÖSUNG BEI FUNDATIONSPROBLEMEN

**IHR NUTZEN**

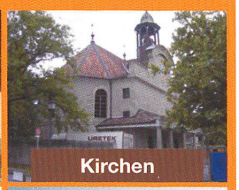
- einfache, schnelle Ausführung
- sofortige Wirkung
- keine Baustelle
- zeit- und kostensparend

**Europa-Patent**

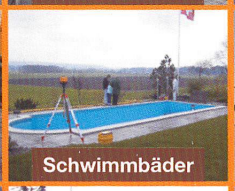
URETEK HARZ GEOPLUS
Das superkonsolidierende Harz zu 10'000 kPa

Stabilisierungen

Haushebungen

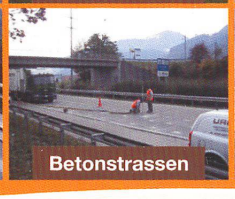

Kirchen

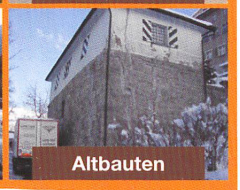
Industrieböden


Schwimmbäder

Flugpisten

Asphaltstrassen


Betonstrassen


Altbauten

URETEK

Kostenlose Angebote

**URETEK Schweiz AG**
6052 Hergiswil
Tel. 041 676 00 80
www.uretek.ch - uretek@uretek.ch

*Mit 35 Jahren Erfahrung weltweit im Einsatz*