Umweltdepartement
Amt für Wald und Natur

**Fachbereich Naturgefahren**
Bahnhofstrasse 9
Postfach 1184
6431 Schwyz
Telefon 041 819 18 35

kantonschwyz

Faktenblätter Naturgefahrenprozesse

# Sturzprozesse

**Sturzprozesse sind schnelle Massenbewegungen, wobei Material mehrheitlich frei fallend, springend oder rollend in die Tiefe stürzt.**
Sturzprozesse bezeichnen das Ablösen von Fest- und/oder Lockergestein in steilem Gelände. Voraussetzung für eine solche Massenbewegung ist eine Instabilität von Hängen oder Hangteilen.

## Ursachen von Sturzprozessen

Sturzprozesse sind die Folge chemischer und physikalischer Verwitterung von Gestein. Die Sturzkörper lösen sich in der Regel an geologischen Trennflächen. Das Gefüge der Trennflächen bestimmt gleichzeitig deren Form und Grösse. Material kann sich aus Felswänden und Lockergestein lösen (z.B. Sturzmaterial, Gehängeschutt, Moräne).

Wasser spielt eine wichtige Rolle bei der Auslösung von Sturzprozessen. Gefrierendes Wasser dehnt sich aus, öffnet Spalten und löst Steine ab. In wassergefüllten Spalten bildet sich zudem ein grosser Wasserdruck, welcher ebenfalls lösend wirkt. Weitere Faktoren sind Vegetation, Wind, Erdbeben und der Mensch (bauliche Aktivitäten oder Sprengungen).

Die Hangneigung sowie die Oberflächenrauhigkeit bestimmen den Verlauf der Sturzbahn des Materials. Bei einer Hangneigung unter ca. 25-30° kommen die Steine und Blöcke meistens zum Stillstand. Bei Sturzprozessen wird unterschieden zwischen Steinschlag, Blockschlag, Felssturz und Bergsturz, abhängig vom Volumen der Masse (siehe Tab. 1).

## Steinschlag, Blockschlag

Stein- und Blockschlag sind charakterisiert durch das plötzliche Abstürzen von isolierten Einzelkomponenten mit einem totalen Volumen kleiner als 100 $m^3$. Die Blöcke können sich entweder direkt aus einer Felswand ablösen (primäre Quelle; Abb. 1) oder aus einem Hang, z.B. einer Schutthalde, remobilisiert werden (sekundäre Quelle). Die Bewegung der Blöcke erfolgt springend und rollend.

| Prozess | Durchmesser der Komponente | Volumen | Geschwindigkeit | Bemerkung |
|---|---|---|---|---|
| Steinschlag | <50 cm | - | <30 m/s | i.d.R. Einzelsteine pro Ereignis |
| Blockschlag | ≥50 cm | <100 $m^3$ | <30 m/s | i.d.R. Einzelblöcke pro Ereignis |
| Felssturz | - | 100 $m^3$ und <1 Mio $m^3$ | 10-40 m/s | Felssturzmasse i.d.R. aus einer Vielzahl von Fels- und Gesteinsblöcken, anschliessend Fragmentierung. Felsstürze können sich in verschiedenen Etappen ereignen (Teilabbrüche) |
| Bergsturz | - | >1 Mio $m^3$ | >40 m/s | Initialphase mit kompaktem Bergsturzmaterial. Prozessraum inkl. Ablagerungszone kann grosse Flächen betreffen. |

**Tab. 1 (Tabellentext aus: BAFU 2016)**

**Abb. 1: Anrissgebiet eines Blockschlages im Gebiet Waag, Unteriberg, vom Dezember 2018. Foto: AWN**

## Felssturz

Beim Felssturz löst sich eine grössere Felsmasse als Ganzes aus dem Gebirgsverband (Abb. 2). Während des Sturzes oder beim Aufprall wird die Felsmasse in Blöcke und Steine zerteilt. Die Interaktion zwischen den Sturzkomponenten ist im Vergleich zum Bergsturz gering.

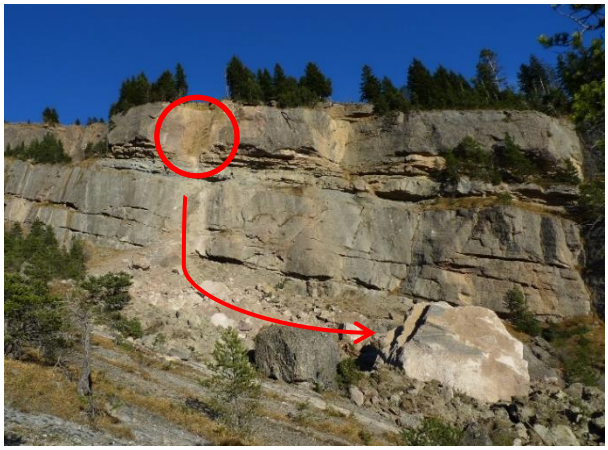

**Abb. 2: Felssturz im Gebiet des Goldauer Bergsturzes im Dezember 2016. Foto: AWN**

## Bergsturz

Bei einem Bergsturz bewegen sich Massen von einer bis mehreren Millionen m$^3$. Dabei treten hohe Geschwindigkeiten von über 145 km/h auf. Grosse, historische Bergstürze sind der Goldauer Bergsturz (1806, 40 Mio. m$^3$, Abb. 3), der Bergsturz von Randa, VS (1991, 30 Mio. m$^3$) und derjenige am Piz Cengalo, GR (2017, 3 Mio. m$^3$). Die Reichweite bei Bergstürzen kann auch bei geringem Gefälle mehrere Kilometer betragen. In Gebirgstälern kann es zudem zum Aufstauen von Bächen und Flüssen kommen, was zusätzlich die Gefahr eines grossen Wasserausbruchs mit sich bringt. Durch die starke Wechselwirkung zwischen den Komponenten kann das Material zu feinem Gesteinsmehl zerrieben werden.

**Abb. 3: Darstellung des Goldauer Bergsturzes 1806, von Franz Xaver Triner (Copyright: Staatsarchiv Schwyz, Nr. 4008)**

## Pauschalgefällemethode

Mit dem Pauschalgefälle lassen sich Reichweiten von Sturzprozessen abschätzen. Es bezeichnet eine Verbindungslinie zwischen der abreissenden Masse und der Ablagerung der Masse (Abb. 4).

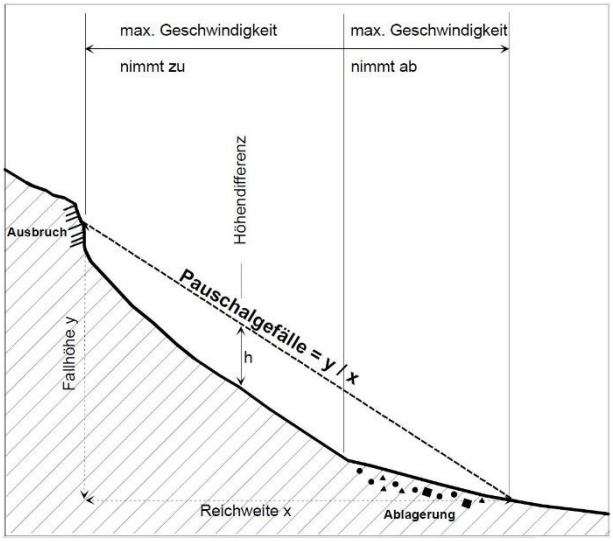


**Abb. 4: Darstellung des Pauschalgefälles zwischen dem Schwerpunkt der abreissenden Masse und der Ablagerung der Masse (Gerber 1994).**

Auswertungen vieler Sturzereignisse und Steinschlagversuchen zeigen, dass sich die Sturzereignisse bei natürlichen Sturzbahnen jeweils an gewisse Bedingungen halten. So wird ein bestimmter Winkel des Pauschalgefälles praktisch nie unterschritten (Tab. 2). Somit kann man die maximale Reichweite von Sturzereignissen abschätzen: je kleiner der Winkel des Pauschalgefälles, umso grösser wird die Reichweite der Sturzmasse. Sind die Steine und Blöcke gut gerundet, und bewegen sie sich hauptsächlich rollend fort, können sie ein Pauschalgefälle von 22° erreichen.

| Erfahrungswerte für Winkel des Pauschalgefälles | | |
|---|---|---|
| Steinschlag | ca. 45-35° | (in seltenen Fällen bis ca. 31°) |
| Kleinerer Blockschlag (Bis ca. 2 $m^3$) | ca. 40-35° | |
| Grosser Blockschlag (> 2 $m^3$) | ca. 40-33° | |
| Felsstürze | ca. 40-27° | |

**Tab. 2: Durchschnittliche Winkel, welche das Pauschalgefälle in der Regel nicht unterschreitet. Aus: Bericht Geotest**

20. April 2020, AWN/FBN, Sonja Stadlin

**Referenzen und weitergehende Informationen:**


- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Hrsg.), 1998: Begriffsdefinitionen zu den Themen: Geomorphologie, Naturgefahren, Forstwesen, Sicherheit, Risiko.
- BAFU (Bundesamt für Umwelt, Hrsg.), 2016: Schutz vor Massenbewegungsgefahren, Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren.
- GEOTEST, 2017: Schwyz, Sekundärsturzprozesse, Obdorf – Loo, Bericht Nr. 2316297.1, Stefan Tobler.
- GERBER, W., 1994: Beurteilung des Prozesses Steinschlag. FAN Kursunterlagen.
- GERBER, W., 2019: Naturgefahr Steinschlag – Erfahrungen und Erkenntnisse. WSL-Bericht, Heft 74.
- PLANAT (Nationale Plattform Naturgefahren, Schweizerische Eidgenossenschaft), www.planat.ch/de/wissen.
- UVEK (Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Hrsg.), 2015: Faktenblätter Gefahrenprozesse Sturzprozesse.
- WSL (Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft), www.wsl.ch.