

## Frage 8: Berg- und Felsstürze im Alpenraum

Berg- und Felsstürze zählen neben Murgängen und Lawinen zur Hauptgefahr natürlicher Phänomene im Gebirge. Glücklicherweise sind Bergstürze eher selten. Sie waren und sind aber ein Bestandteil der dynamischen Alpenwelt. Ihre zerstörerischen Kräfte haben die Bergbewohner seit jeher tief beeindruckt. Literarische Werke und Bilder machen denn auch historische Bergstürze zum Thema. Bekannte Beispiele sind die Ereignisse von Biasca (1513, TI), Plurs (1618, Lombardei - Italien, damals Untertanenland der Drei Bünde), Derborence (1714 und 1749, VS), Goldau (1806, SZ) und Elm (1881, GL). Reportagen und Filme greifen aktuelle Bergstürze wie jene von Vajont (1963, Friaul - Italien), Morignone (1987, Veltlin - Italien) und Randa (1991, VS) auf.

Diese historischen Bergstürze sind jedoch von der Grösse her unbedeutend, wenn man sie mit den Geschehnissen vergleicht, die sich unmittelbar nach dem Rückzug der Gletscher der letzten Eiszeit (vor ca. 11'500 Jahren) ereigneten. Damals kam es im Alpenraum infolge Hangentlastung zu zahlreichen und sehr grossen Bergstürzen. Beispiele für solche vorgeschichtlichen Bergsturzereignisse sind diejenigen von Davos (GR), Engelberg (OW), Flims (GR), Kandersteg (BE) und Sierre (VS).

### Entstehung von Bergstürzen

Bergstürze entstehen in der Regel an der Grenze zweier oder mehrerer Gesteinsschichten oder entlang von Störungen und Brüchen. Dabei wird eine gegen Verwitterung nicht sehr widerstandsfähige untere Gleitschicht in ihrer Festigkeit dermassen geschwächt, dass sie die darüber liegende Felsformation nicht mehr zu tragen vermag und diese wie auf einer Rutschbahn abgleitet. Die meist nur geringmächtige Gleitschicht (von wenigen Zentimetern bis einigen Metern Dicke) besteht sehr oft aus tonreichen Gesteinen oder aus Gips, die beide bei Wasseraufnahme stark quellen und somit gleitfähig werden.

Bei Massenbewegungen dieser Art handelt es sich um natürliche Prozesse, die einsetzen, wenn derartige Grenzflächen durch Verwitterung und Erosion aus dem Gleichgewicht gebracht werden. Eine verstärkte Steinschlagaktivität kann auf bevorstehende Bergsturzereignisse hinweisen. Auslösende Faktoren sind schliesslich extreme Wetterlagen (heftige Niederschläge, Temperaturschwankungen), Erdbeben oder ein sich zurückziehender Gletscher, so dass der Gegendruck fehlt. Aber auch Eingriffe des Menschen in die Natur (Rohstoffabbau, Bau eines Stausees, Hangrodung, breite Forstwege) können solche Vorgänge beschleunigen, wie die Bergstürze von Plurs, Elm und Vajont belegen.

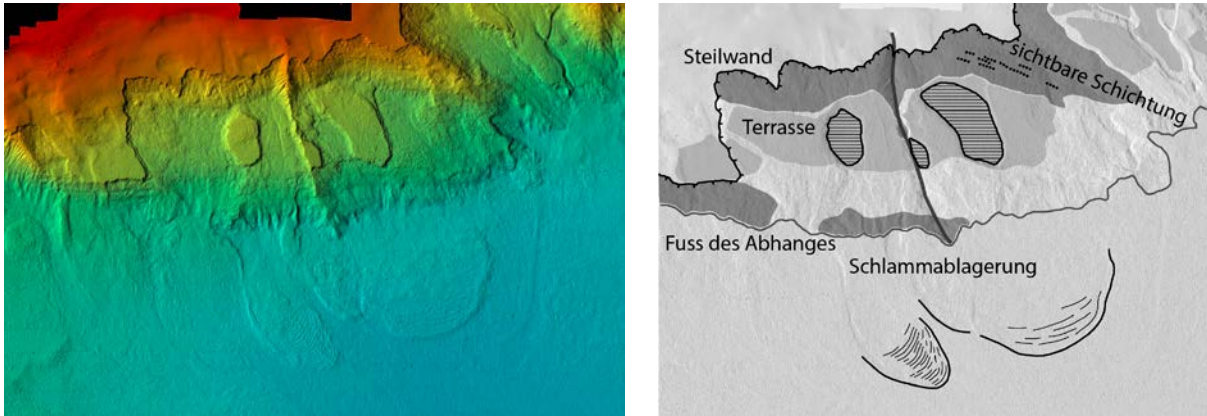
### Das Erdbeben im Jahr 1601 als auslösender Faktor von Bergstürzen und unterseeischen Rutschungen



Die Schweiz weist eine mittlere Erdbebengefährdung und eine an sich moderate Erdbebenaktivität auf. Das bedeutet aber nicht, dass starke Erdbeben in der Schweiz unmöglich sind. Sie kommen lediglich selten vor. Am stärksten gefährdet ist das Wallis, gefolgt von Basel, Graubünden und dem Alpennordrand. Zu einem starken Erdbeben der geschätzten Magnitude 5.9 (auf der Richterskala) kam es 1601. Rund um den Vierwaldstättersee lösten sich instabile Gesteinsmassen oberhalb (**Abb. 8**) und unterhalb des Seespiegels (**Abb. 9**), die ihrerseits eine Flutwelle von mehreren Metern Höhe verursachten.

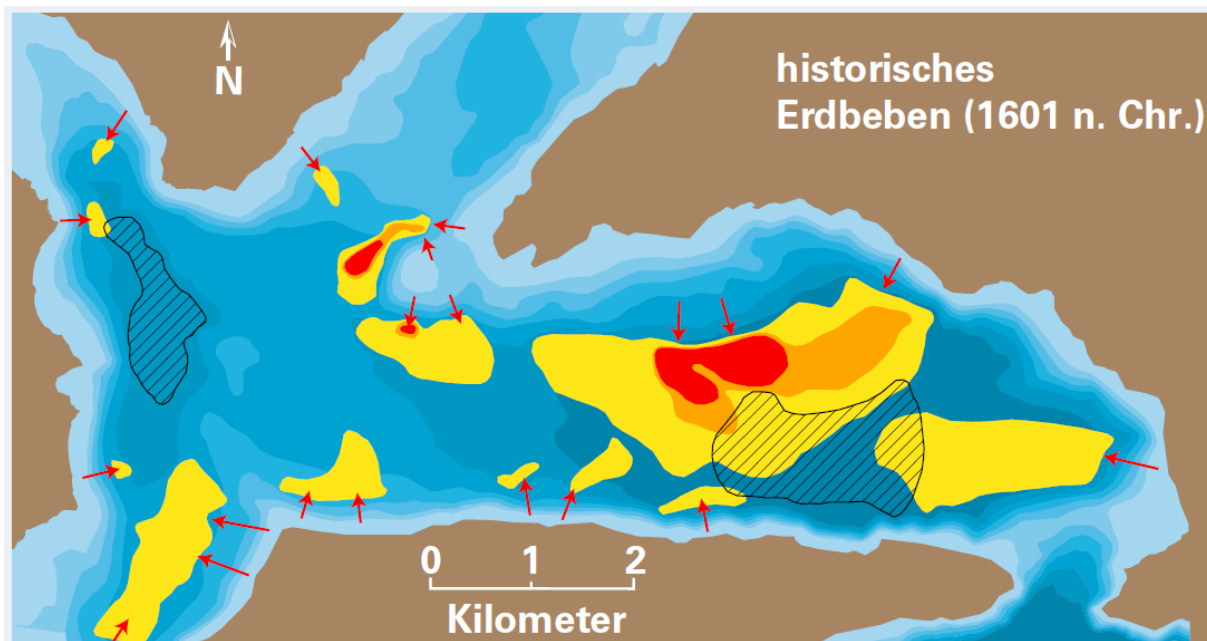
Abb. 8: Blick auf das Abrissgebiet über dem See, aus dem sich 1601 ein Felssturz löste.





**Abb. 9: Rutschungen bei Weggis. Unter dem Seespiegel sind die Anrisskante sowie die Schlammablagerungen erkennbar (Seetiefenmodell links und dessen Interpretation rechts)**

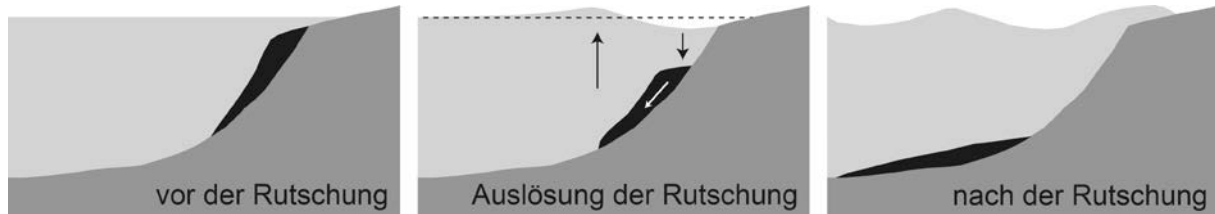
Der Luzerner Stadtschreiber Renward Cysat (1545-1614) hat dieses letzte grosse Innerschweizer Beben im schwyzerischen Arth erlebt und anschliessend in einem ausführlichen Bericht festgehalten. Cysats Ausführungen zeichnen das Bild eines starken Erdstosses, der an jenem 18. September um ca. 01:45 Uhr die Schweiz und ihre Nachbarstaaten erschütterte. Das Epizentrum lag in Nidwalden, nahe dem Vierwaldstättersee, wo zahlreiche Häuser, Ställe und Kirchen sowie die meisten Öfen beschädigt wurden. In Folge des Erdbebens lösten sich synchron verschiedene Hangrutschungen und Bergstürze, vor allem am Bürgenberg. Cysat schreibt dazu: „... allein der vssgebrochen blast vnd dunst vom erdbidem, das dann jn disen bergen sonderlich ein starck getöss gab.“ Grosse Felsmassen stürzten in den Vierwaldstättersee. Sedimente unter dem Seespiegel kamen dadurch ins Rutschen und mobilisierten Millionen von Kubikmetern Schlamm (Abb. 10).



**Abb. 10: Beim historischen Erdbeben von 1601 bildeten sich viele Rutschkörper, deren Mächtigkeit von <5 m (gelb) bis >10m (rot) reichte. In den tiefsten Abschnitten des Sees sind sie heute von einer dicken Schlammsschicht bedeckt (Schraffur). Dabei handelt es sich um aufgewühltes Material, das sich absetzte, nachdem der See sich wieder beruhigt hatte.**



Die Rutschungen wiederum lösten eine Flutwelle (= Tsunami) aus, die mit einer über vier Meter hohen Wellenfront über den Vierwaldstättersee hinweg zog (**Abb. 11**).



**Abb. 11: Entstehung eines Tsunami durch eine unterseeische Rutschung. Im Anrissbereich sackt der Seeboden durch die Rutschung ab, was auch zum Absenken des Wasserspiegels führt. An der Front der Rutschung wird Wasser verdrängt, weicht nach oben aus und bildet einen Wellenberg an der Wasseroberfläche: Der Tsunami entsteht.**

Diese Flutwelle und die anschliessende Schaukelbewegung des ganzen Sees liess die Reuss in derselben Nacht sechsmal zurückfliessen, so dass das Flussbett in der mond hellen Nacht freigelegt wurde: „... das man schier trochens fuosses von dem büchsenhuss zuo den mülinen herüber hette gan mögen, wie es dann ettliche junge lütt zur gedächtnuss söllent gethan haben ...“ (Cysat). Die Seeufer waren damals allerdings noch kaum bebaut, denn vom offenen Wasser her drohten Gefahren wie Viehdiebe, marodierende Söldner oder Naturgefahren (Flutwellen, Überschwemmungen). Entsprechend hielten sich die Schäden in Grenzen. Lediglich bei Beckenried wurden etliche Häuser und Ställe von der Flutwelle erfasst und zerstört. In diesem Gebiet waren auch einige Tote zu beklagen.

Ein vergleichbarer Tsunami würde heute an den dicht bebauten Seeufern sicher wesentlich höhere Schäden verursachen. Zu weiteren, noch älteren und ebenfalls starken Erschütterungen mit Schlammablagerungen, die sich in Seebohrkernen identifizieren liessen, kam es laut Seeforschung vor ca. 2420, 9770, 13'910 und 14'560 Jahren.

#### **Felsstürze im Steinbruch Obermatt am Fuss des Bürgenbergs**

Mehrere Felsstürze sowie kleinere und mittlere Flutwellen ereigneten sich während der letzten Jahrzehnte im ehemaligen Steinbruch Obermatt am nordöstlichen Fuss des Bürgenbergs. Wesentlicher Auslöser war hier, dass beim Abbau von Felsen in Steinbrüchen grosse, frei stehende Felswände mit starkem Gefälle entstehen (**Abb. 12**). Entsprechend sind bei Obermatt die Prozesse der Verwitterung und Erosion seit 1963 in eindrücklicher Weise zu beobachten (**Abb. 13**): Es kam nämlich zu drei grossen Felsstürzen am 27. Februar 1963 (zwei Todesopfer), am 8. August 1964 und am 26. Juli 2007. Kleinere Felsabbrüche lösten sich in den Jahren 1980, 1992 und ebenfalls 2007. Am 10. August 1964, zwei Tage nach dem zweiten grossen Abbruch, wurde der 1924 eröffnete Steinbruch Obermatt durch Verfügung der Nidwaldner Regierung stillgelegt.



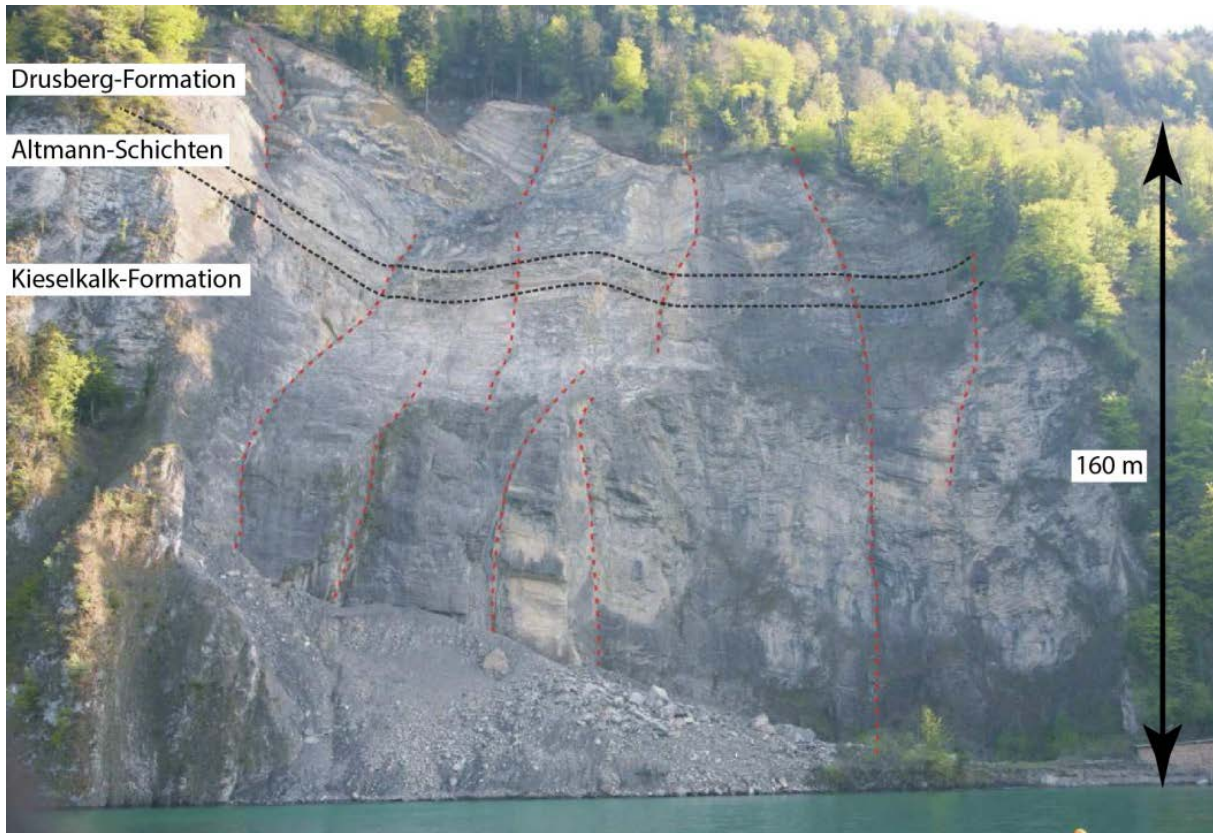


Abb. 12: Der ehemalige Steinbruch Obermatt vom Vierwaldstättersee aus gesehen. Eingezeichnet sind die unterschiedlichen Gesteinsschichten (schwarz) und die aktiven tektonischen Brüche (rot).



Bei den Felsstürzen 1964 und 2007 erzeugten die in den See eintauchenden Felsmassen meterhohe Impuls-Flutwellen, welche beim Auflaufen an den Seeufern in der Obermatt, in Vitznau und in Weggis zum Teil erhebliche Sachschäden anrichteten. Um weitere Flutwellen zu verhindern, wurde nach dem letzten grossen Felsabbruch am 26. Juli 2007 als aktive Schutzmassnahme der ehemalige 40-50 m breite Steinbruchboden geräumt. Hier hatte nämlich das Sturzmaterial über die Jahre einen ca. 50'000 m<sup>3</sup> umfassenden Schuttkegel gebildet, über den die Felssturzmassen direkt in den See rutschten. Dank dem ebenen Boden werden die Sturzmassen nun besser aufgefangen, so dass sich eine Flutwellenbildung durch Felsstürze weitgehend verhindern lässt. Neuerlich auf der ebenen Sohle entstehende Schuttkegel sind jedoch auch zukünftig periodisch abzutragen.

Abb. 13: Einer von mehreren Felsstürzen im Jahr 2007 ereignete sich am 20. Juni. Deutlich sichtbar ist die Wellenbildung.

