

# GEOLOGIE IN DEN BERGEN

VON THOMAS HOFMANN



## MASSENBEWEGUNGEN

Dobratsch, Gschlifgraben, Sextener Dolomiten – Namen, die für Schlagzeilen sorg(t)en, da sich hinter ihnen alpine Gefahren wie Bergstürze, Felsstürze oder riesige Rutschungen verbergen. Wie kommt es jedoch zu solch bedrohlichen Massenbewegungen?

**D**ass Alpenländer wie Österreich oder die Schweiz nicht nur idyllische Täler und steile Berge bieten, die zum Klettern einladen, wird leider zu oft vergessen. Naturgefahren bestimmen den Alltag in den Alpen(tälern). Geologisch betrachtet stellen derartige Massenbewegungen in den Alpen – um einen Überbegriff für all die Gefahren zu strapazieren – bei aller menschlicher Tragik nichts Außergewöhnliches dar. Die Palette reicht vom langsamen Kriechen, einer Bewegung des Untergrundes mit wenigen Millimetern pro Jahr, bis hin zum freien Fall mit Geschwindigkeiten von mehr als 20 m

pro Sekunde. Die Größe variiert zwischen einzelnen Blöcken und Kubaturen von mehreren Kubikkilometern, die ganze Täler bedecken und Flüsse aufstauen können. Die Ursachen sind vielfältig. Meist ist es ein Mix aus geologischer Prädisposition und einem Auslöser. Vorweg muss auch betont werden: Verhindern lassen sich derartige Katastrophen kaum. Imstande ist man jedoch, potenzielle Gefahrenbereiche zu erkennen und diese dann (bei der Besiedlung) zu meiden. Grundlage dafür ist einmal mehr die genaue Kenntnis des geologischen Ist-Zustandes. Dokumentiert wird dieser auf geologischen Karten.

Nach den Felsstürzen vom Einserkofel (2.698 m) am 12. und 13. Oktober 2007 blieben riesige Staubwolken im Tal.

Der Erdbeben in Gmunden/Traunsee Schlagzeilen wie „Gmunden: 1 Mio. Tonnen Geröll rutschen Richtung Traunsee“ (diepresse.com, 30. 11. 2007) sind noch in guter Erinnerung. Ganz Österreich zittert(e) mit den betroffenen Familien mit. Freilich ist die Tatsache, dass im Gschlifgraben Geröll und Schlamm bergab rutschen, seit langem bekannt. Dass es just hier zu Rutschungen kommt, hat mehrere Gründe: *Der Graben liegt in einer geologischen Zone, die in Fachkreisen als „Buntmergelserie“ oder „Ultrahelvetikum“ bekannt ist und aus leicht verwitterbaren, rutschungsanfälligen Gesteinen besteht, die unter Wasserzufuhr (stärkere Regenfälle!) regel-*



Durch die Rutschung völlig zerstörte Wildbachsperrern im Gschlifgraben.

recht „aufweichen“. Diese Gesteine setzen sich nach Süden unter den starren Kalkblock des Traunsteins fort, dessen Gewicht allein schon zu einer andauernden plastischen Verformung („Auspressen“) der weichen Mergel und Schiefer, die zwischen den härteren Sandsteinen der Flyschzone nördlich des Grabens und den Kalken südlich davon eingeklemmt sind, führt. Messbare, ruckartige, immer wiederkehrende Erschütterungen begleiten diese Vorgänge. (...) Mit dem allgegenwärtigen Klimawandel hat dieser Prozess nichts zu tun, es ist auch kein Permafrost aufgetaut und lässt Hänge ins Rutschen geraten. Das labile System Gschlifgraben reagiert schon seit Jahrtausenden auf durch Erosion zunehmende Schuttmassen im oberen Teil des Grabens,



Die plastischen Buntmergel im Gschlifgraben sind – vor allem in Kombination mit Wasser – wie ein Schmiermittel.

auf den Druck der überlagernden Kalkalpenberge und auf Starkniederschläge, die das „Schmiermittel“ bereitstellen. Soweit die fachliche Erklärung auf der Webseite der Geologischen Bundesanstalt ([www.geologie.ac.at/GEONEWS/News-Archiv](http://www.geologie.ac.at/GEONEWS/News-Archiv)). Generell häufen sich in dieser Zone, wie auch in der Flyschzone, Rutschungen. Vor allem Wasser, wie etwa lang andauernde Regenfälle, löst bei einem Untergrund, der hier in erster Linie aus Mergeln bzw. Tonmergeln besteht, Rutschungen, Gleitungen und langsam kriechende Bewegungen aus. Große, spektakuläre Fels- oder gar Bergstürze sind hier – nachdem es keine steilen, „wandbildenden“ Berge gibt so gut wie nicht zu verzeichnen. Per definitionem wird zwischen Fels- und Bergsturz in der Größe der Kubatur unterschieden; Bergstürze haben mehr als eine Million m<sup>3</sup> Felsmaterial.

### Erdbeben als Auslöser

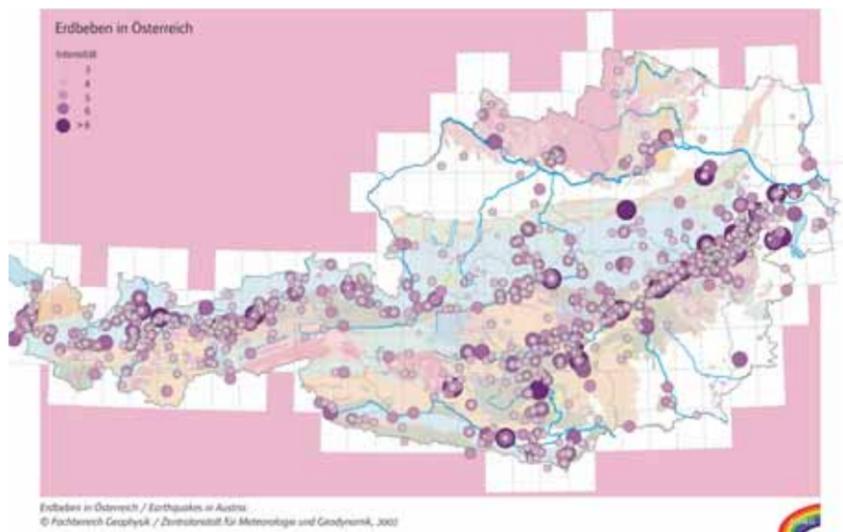
Ganz anders sieht die Situation etwa am Fuße des Dobratsch (2.166 m) in Kärnten aus. Hier war es ein Bergsturz, der von einem Moment auf den anderen die Landschaft für Jahrhun-

derte veränderte. Man schrieb den 25. Januar 1348, so viel ist in Urkunden überliefert, als am Nachmittag das „Villacher Beben von 1348“ einen der größten Bergstürze der Alpen auslöste. Heute weiß man freilich, dass das Epizentrum nicht in Villach, sondern im Raum Friaul lag. Umfangreiche Studien zu eben dieser Fragestellung wurden an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, allen voran von Christa Hammerl, durchgeführt. Zeitgenössische Schilderungen wie jene des Geistlichen Andreas von Regensburg (1380–1438) berichten, „... dass das Erdbeben so stark war, dass Villach mitsamt der Burgmauer, dem Kloster und der(n) Kirche(n) zerstört wurde und alle Mauern und Türme bis auf 11 Zinnen einstürzten. Der Boden spaltete sich mitten in der Stadt und daraus kam nach Schwefel riechendes Wasser, das wieder abfloss. In Krain und Kärnten wurden die Burg Kelllerberg, das Kloster Arnoldstein und weitere 36 Burgen zerstört.“ Geschätzte 150 Mio. m<sup>3</sup> Gesteinsmassen, allesamt harte, helle Kalke der Trias (Erdmittelalter) donnerten mit einem Schlag ins Tal. Auslöser war ein Erdbeben, das seine Ursache in der immer noch nicht



Blick vom Dobratsch auf das Gailtal und die Abbruchwand des Dobratschbergsturzes.

# GEOLOGIE IN DEN BERGEN

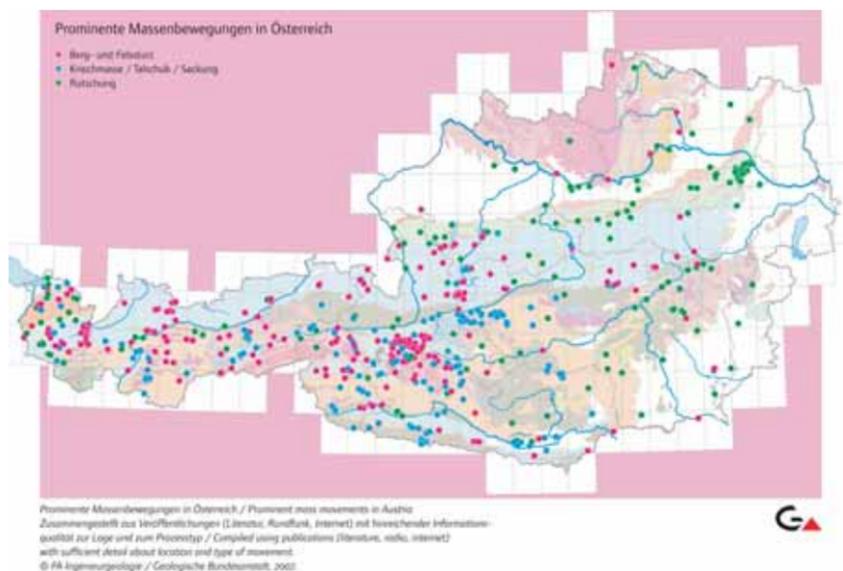


Ostereichweite Übersichtsdarstellungen aus dem „Geo-Atlas Österreich“ (Hofmann & Schönlaub 2007).

abgeschlossenen Bildung der Alpen hatte. Aus plattentektonischer Sicht ist die Adriatische Kontinentalplatte zu nennen, die sich seit rund 60 Millionen Jahren gegen Norden über die Europäische Platte schiebt. Diese Auf-schiebung löst – auch in Zukunft – Erdbeben aus.

Wie es Ende Jänner 1348, also unmittelbar nach dem Ereignis, im Gailtal ausgesehen haben könnte, lässt sich aufgrund des Felssturzes in den Sextener Dolomiten am 12. Oktober 2007 erahnen, als dort ein, im Verhältnis zum Dobratschereignis „kleines“, 100 Me-

ter hohes, 30 Meter breites und 20 Meter tiefes Felsstück vom Einserkofel (2.698 m) ins Tal stürzte. Neben dem eigentlichen Gesteinsmaterial war es vor allem Staub, der die ganze Tal-schaft bedeckte. Auch am nächsten Tag, als es noch zu einem kleinen Nachsturz kam, war es wiederum Staub, der sich lange Zeit wie ein Nebel im Tal hielt und das Ereignis schon von Weitem erkennen ließ. Freilich, Erdbeben wurde hier keines registriert, als Auslöser kommen, wie bei den meisten derartigen Ereignissen, eine Reihe anderer Faktoren in Frage.

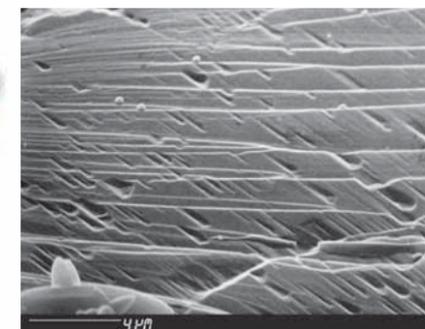


Ostereichweite Übersichtsdarstellungen aus dem „Geo-Atlas Österreich“ (Hofmann & Schönlaub 2007).

## Vielzählige Ursachen und Auslöser für Massenbewegungen

Was in alpinen Tälern wie dem Gailtal generell zu berücksichtigen ist, ist die Situation nach dem Ende der letzten Eiszeit: Noch vor rund 20.000 Jahren war so gut wie der ganze Alpenraum von einem zusammenhängenden Eisstromnetz bedeckt. Riesige Gletscher formten die Täler. Nach dem raschen Abschmelzen des Eises blieben übersteile Talflanken (U-Täler). Das stützende Widerlager des Eises war – geologisch betrachtet – mit einem Schlag im wahrsten Sinn des Wortes weggeschmolzen. Naturgemäß lös(t)en sich von den steilen Flanken der alpinen Täler instabil werdende Gesteinsmassen ab.

Ein weiterer Faktor, der Gesteinen generell zusetzt, ist die Sprengwirkung des Eises bei gefrierendem Wasser und vor allem der stete Frost-Tau-Wechsel im Spätwinter bis Frühjahr. Wenn heute immer wieder der Klimawandel im Gespräch ist, so ist er auch bei Massenbewegungen als ein möglicher Faktor anzuführen; Stichwort Permafrost. In hochalpinen Bereichen der Alpen gibt es Zonen, wo große Mengen lockerer Gesteins- und Geröllmassen durch Eis fest verbunden sind. Taut dieses Eis auf, werden große Massen von Gestein locker, die einen potenziellen Unsicherheitsfaktor darstellen. Und es ist nur mehr eine Frage der Zeit, dass sie als Gerölllawinen ins Tal donnern. Hoffentlich befindet sich hier dann keine Siedlung! Doch nicht nur die Sprengwirkung des Eises, sondern auch die bloße Ausdehnung des Gesteines durch die Sonneneinstrahlung löst Steinschlag aus. So häufen sich Steinschläge oder auch Felsstürze gegen die Mittagszeit, wenn die Sonne mit aller Kraft auf die in der Nacht abgekühlten Gesteine scheint. Große Teile der sog. Zentralalpen bestehen nicht nur aus harten (kristallinen) Festgesteinen, sondern auch aus



Links: Aufgrund der blasigen Struktur des Köfelsits dachte man lange an eine vulkanische Entstehung. Rechts: Geschockter Quarz mit typischer Lamellenstruktur, wie er durch Schockwellen entsteht (rasterelektronenmikroskopische Aufnahme).

relativ weichem Glimmerschiefer, Phylliten und ähnlichen Gesteinen. Aufgrund ihrer Entstehung haben eben diese Gesteine, wie auch Gneise, interne Schieferungsflächen, die – bei ungünstiger Lagerung der Gesteine im Gelände – potenziell Gleitbahnen für Rutschungen darstellen. Als Schmiermittel agieren bei Massenbewegungen neben Wasser oft auch (dünne) Lagen toniger Gesteine. Verstärkt kann die Situation durch sog. quellfähige Ton-

die auffällige Form in der Landschaft, den sog. „Maurachriegel“, der das Ötztal quert, zu erklären. 1936 kam eine neue These dazu: Der Geologe Otto Stutzer im Originalwortlaut: „Die Weitung von Köfels lässt sich am einfachsten als Meteoriteneinschlag deuten. ... Die Entstehung dieser gewaltigen Schutthäufung lässt sich nicht auf normale Bergstürze alleine zurückführen.“ Die Impacttheorie fand in Folge zahlreiche, auch prominente, wie etwa den Wiener Ge-

## Auch der Klimawandel ist bei Massenbewegungen als ein möglicher Faktor anzuführen.

minerale werden, das sind Tone (Smectite), die bei Feuchtigkeit mit Volumszunahme reagieren.

**Köfels – ein Rätsel für Geowissenschaftler**  
Der Bergsturz von Köfels im mittleren Ötztal ist mit Kubaturen von 2 bis 3 km<sup>3</sup> zertrümmertem Granitgneis der größte Bergsturz in den kristallinen Gesteinen der Alpen. Hätte man im 19. Jahrhundert nicht just Bimsstein dort gefunden, den die dortigen Bauern als Schleifstein verwendeten, wären viele Fragen wahrscheinlich nie aufgetaucht. Bimsstein ist in der Regel ein Produkt, das durch Vulkanismus entsteht. Und so glaubten zahlreiche bekannte Geologen bis etwa in die 1930er-Jahre an die Vulkantheorie und versuchten so den Bimsstein und

ologen Alexander Tollmann, Verfechter. Franz Eduard Suess gab dem glasigen, hoch porösen (Bimsstein) Schmelzprodukt aus Siliziumdioxid (Quarz) einen Namen: „Köfelsit“. Geochemische Untersuchungen zeigten aber, dass der Bimsstein und der Granitgneis denselben Chemismus aufweisen, was wiederum gegen den Einschlag eines extraterrestrischen Körpers spricht. Die Befürworter der Einschlags-Theorie stützten sich auf mikroskopische Befunde sog. „geschockter“ Quarzkörner. Derartige Quarze sind typisch für extrem hohe Temperaturen, wie sie bei Einschlägen entstehen. Alexander Tollmann und seine Frau Edith meinten, dass der Einschlag eines „Kometensplitters und keines Meteorits“ ein

Erdbeben ausgelöst hätte. Das Forscherehepaar glaubte, dass „eine ganze Reihe von großen Bergstürzen in Tirol ausgelöst“ wurde, die sie auch gleich anführen: „... und zwar neben dem 6 km langen Köfelfer Bergsturz jener von Tumpen im Ötztal, sodann der 7 km lange Tschirganter, der 3 km lange Haiminger, der 10 bis 15 km weit um den Fernpass ausgreifende Loreia-, der 11 km lange Eibsee-Bergsturz u. a. ...“ Ob Vulkanismus oder extraterrestrisches Ereignis, diese Theorien sind heute weitgehend Wissenschaftsgeschichte. Vielmehr liegt die größte – wenn auch die am heftigsten diskutierte Massenbewegung – in den kristallinen Gesteinen der Alpen vor. Die Entstehung der „geschockten“ Quarze, für die Temperaturen von mehr als 1700° notwendig sind, wird durch die große Reibungshitze beim Bergsturz erklärt. ■

Der Autor: **Thomas Hofmann** ist Bibliothekar der Geologischen Bundesanstalt. Er studierte an der Universität Wien Erdwissenschaften (Diplom in Paläontologie) und hat den Schwerpunkt seiner Tätigkeit im publizistischen Bereich. Er ist Autor zahlreicher, auch nicht geologischer Bücher und Fachbeiträge. Derzeit koordiniert er die nationalen Aktivitäten im Rahmen des von der UNO für 2008 ausgerufenen „Internationalen Jahres des Planeten Erde“ (International Year of Planet Earth). Informationen darüber bietet die Website [www.geologie-ist-alles.at](http://www.geologie-ist-alles.at).



## Web-Tipps

### Massenbewegungen & Erdbeben

Auf der Website der Geologischen Bundesanstalt ([www.geologie.ac.at](http://www.geologie.ac.at)) befindet sich unter dem Menüpunkt GBA-ONLINE die Webapplikation „Massenbewegungen – Suchen nach Sackungen, Rutschungen und Felsstürzen“. Hier gibt es Informationen zu Massenbewegungen, die aufgrund eines großen wissenschaftlichen oder medialen Interesses (z. B. Zeitungen, Fachliteratur, Internet) Aufmerksamkeit erhielten ...“  
Auf der Website der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ([www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)) befindet sich unter <http://geoweb.zamg.ac.at/index.html> ein Link zum Live-Seismogramm der Erdbeben-Station „Conrad Observatorium/NÖ“ mit Informationen zu Erdbeben rund um den Erdball.