

Massenbewegungen im alpinen Raum

© Franziskus Schachreiter – Clemens Haring

Fachgeographische Übung
bei MMag. Peter Atzmanstorfer
2003

Fachinformation

Der Aralsee als ökologische Katastrophe

Massenbewegungen im alpinen Raum infolge der menschlichen Nutzung

Eingangs muss gesagt werden, dass Massenbewegungen im Gebirge großteils natürliche Phänomene sind. Sie sind eingebunden in einen fortlaufenden Prozess von Gebirgsbildung und Abtragung. Die meisten Gebirge entstehen ja durch Kollision von Lithosphärenplatten. Und während sie noch wachsen, beginnen sie schon wieder zu zerfallen. Verwitterung greift die Gesteine an und lockert sie. Eis und Wasser nagen an ihnen. Beim Aufstieg der unterschiedlichsten Gesteinsschichten entstehen Spannungen, Klüfte und Fugen reißen auf. Was nicht fest genug ist, wird abgetragen und kommt so wieder herunter – manchmal in Form von Massenbewegungen, z.B. als Bergsturz. Massenbewegungen gehören zum Grundprinzip der Evolution. Sie können große Zerstörungen verursachen, gleichzeitig schaffen sie aber auch Neues (www.members.chello..., S.3; 25.3.2002 (s. Literaturverzeichnis)). Trotzdem ist der Einfluss des Menschen als Auslöser bzw. Verursacher nicht zu unterschätzen.

Bevor wir auf Massenbewegungen eingehen, die vom Menschen ausgelöst werden, möchten wir kurz erklären, was Massenbewegungen überhaupt sind und welche Formen man unterscheidet:

Unter „Massenbewegungen“ versteht man „in den Geowissenschaften Materialbewegungen im weitesten Sinn.“ (Leser et al., DIERCKE-Wörterbuch, S.496) In der Geomorphologie meint man den Abtransport von Locker- oder Gesteinsmaterial auf einem Hang unter dem Einfluss der Gravitation. Diese Materialbewegungen können in ganz verschiedenen Geschwindigkeiten und in sehr unterschiedlichen Größenordnungen vom Bergsturz bis zum Bodenkriechen stattfinden. Massenbewegungen werden auch von einer Reihe von endogenen (z.B. Materialart und –lagerung, physikalische Eigenschaften des Substrat, Plattentektonik) und exogenen Randbedingungen (z.B. Materialbefeuchtung durch Niederschlag, Klima) beeinflusst (Vgl. Leser et al., DIERCKE-Wörterbuch, S.287).

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten der Typologie von Massenbewegungen:

Z.B. nach Geschwindigkeit, nach Richtung (vertikal - horizontal), nach Material;

In der Fachwelt hat sich bisher keine einheitliche Nomenklatur der Hangbewegungen durchgesetzt. Die Begriffe werden von verschiedenen Autoren oft unterschiedlich gebraucht.

Ein aktueller Versuch einer international aufgestellten Nomenklatur zur Klassifizierung von Massenbewegungen unterscheidet fünf Grundtypen der Hangbewegungen, nämlich Fallen, Kippen, Gleiten, Driften und Fließen:

- Fallen (fall)

Dabei bewegt sich das gelöste Material im wesentlichen fallend, springend oder rollend durch die Luft abwärts und verliert den ständigen Kontakt zur Erdoberfläche. Beim Vorgang des Lösens sind hauptsächlich Zugkräfte und nur wenige Scherkräfte (=Schubkräfte) beteiligt. Die Bewegung ist in der Regel sehr schnell bis extrem schnell (häufig z.B. Bergstürze).

- Kippen (topple)

Beim Kippen rotiert ein Felspaket hangauswärts um eine Achse unterhalb des Schwerpunkts der bewegten Masse. Der Antrieb erfolgt meist durch Gravitation, aber auch durch Klüfte, die mit Wasser oder Eis gefüllt sind. Je nach Hangneigung kann die Bewegungsrate zwischen extrem langsam (mm / Jahr) und extrem schnell (m / s) liegen.

- Gleiten (slide)

Das Gleiten erfordert eine Bewegung entlang einer bestimmten Bruchzone oder entlang einer schmalen Zone intensiver Scherspannung. Die Bewegung muss nicht gleichzeitig auf der gesamten Bruchfläche einsetzen, sondern kann sich auch sukzessive nach hinten bzw. nach oben fortsetzen.

Die Bewegungsraten liegen zw. mm / Jahr und m / min in extremen Fällen auch m / s.

- Driften (Spread)

Driften bedeutet eine seitlich gerichtete Bewegung von Fels oder zusammenhängendem Boden, bei gleichzeitigem Einsinken in den weicheren Untergrund. Es findet keine intensive Scherung auf Gleitflächen statt. Driften kann durch Fließen des weicheren, liegenden Materials entstehen.

- Fließen (flow)

Für das Fließen ist eine räumlich kontinuierliche Bewegung verantwortlich. Sie ist vergleichbar mit der Bewegung einer zähfließenden Flüssigkeit (z.B. Bodenfließen).

(Vgl. Lokau K., Der Talzusub Wabenspitze bei Zederhaus, 1999, S. 38-39.)

Massenbewegungen werden vor allem nach ihrer Geschwindigkeit in spontane, also rasche Bewegungen und langsame Bewegungen, kategorisiert.

Spontane Massenbewegungen im Fels:

- Steinschlag
- Bergsturz

Spontane Massenbewegungen im Lockermaterial

- Rutschungen (slides)
 - Translationsrutschungen (Blattanbrüche)
 - Rotationsrutschungen (Muschelanbrüche)
- Muren

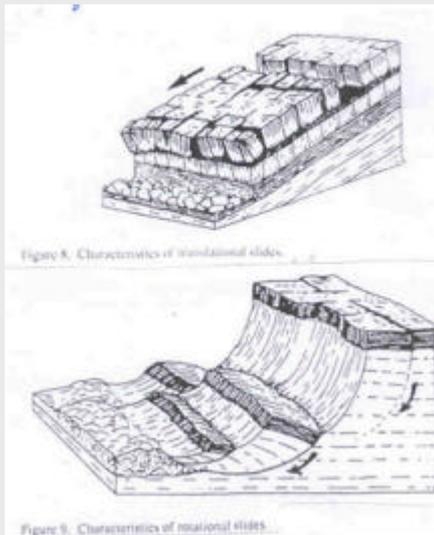
Die wichtigsten langsamen Massenbewegungen im Fels:

- Bergzerreißung
- Talzusub

... im Lockermaterial:

- Bodenkriechen
- Solifluktion

Bergstürze: sind Fels- und Schuttbewegungen, die mit hoher Geschwindigkeit(in sek oder wenigen min) aus Bergflanken niedergehen und im Ablagerungsgebiet ein Volumen von über 1 Mio Kubikmeter besitzen und eine Fläche von über 0,1 km² bedecken. Kleinere Ereignisse nennt man Steinschlag bzw. Felssturz.



Translations- und Rotationsrutschungen (Quelle: „Stocker-Vorlesung“)

Eine Mure setzt sich aus einem Strom von Wasser, Boden, Gesteinsschutt und Blöcken (wobei der Feststoffanteil an der Mure überwiegt), zusammen, der sich im Gebirge nach plötzlichen Starkregengüssen oder Schneeschmelzen an Hängen, in vorgezeichneten Tiefenlinien, z.B. Lawingleitbahnen oder Wildbäche, meist sehr rasch zu Tal bewegt. Der Schlammstrom lagert sich als sogenannter „Murkegel“ im Tal ab und kann Wege, Straßen, Siedlungen und Kulturland verschütten.

Einfluss des Menschen auf die Massenbewegungen in den Alpen

Wie können die eben beschriebenen Massenbewegungen im alpinen Raum, die oft katastrophale Auswirkungen, sowohl auf den Menschen als auch auf das gesamte Ökosystem eines Gebietes haben, von Menschen ausgelöst oder mitverursacht werden?

Diese Frage lässt sich nicht immer leicht beantworten. Fest steht, dass der Mensch sowohl Täter als auch Opfer ist. Täter wird er, indem er die Alpen für seine eignen Zwecke auf Kosten der Umwelt nutzt, zum Opfer wird er, indem er bei seiner Nutzung gewisse Prozesse im Naturraum nicht einkalkuliert, oder vernachlässigt hat. Dadurch, dass der Mensch mit Gebäuden und Verkehrswegen in gefährdete Zonen vordringt, setzt er sich in Gefahr. Die zunehmende Schadenshäufigkeit in der jüngeren Vergangenheit hängt mit diesem Vordringen zusammen (Vgl. Fischer, K., Massenbewegungen und -transporte in den Alpen als Gefahrenpotential, S. 92). Konnte der historische Mensch so mancher Naturgefahr noch leicht aus dem Weg gehen, so sind heute die Siedlungsräume so eng, die Infrastrukturen so empfindlich geworden, dass selbst kleine Ereignisse, die man früher kaum registriert hätte, zu Katastrophen führen.

Hinzu kommt, dass durch den technischen Fortschritt die Eingriffsmöglichkeiten und damit das Zerstörungspotential der Menschheit noch nie so groß war wie heute (Vgl. Bunza, G., S.334). Steigender Siedlungsdruck, Fremdenverkehr und zunehmender Ausbau von Verkehrswegen, erfordern heute mehr denn je eine intensive Erforschung von alpinen Massenbewegungen und die Abgrenzung von gefährdeten Gebieten zur Risikoabschätzung und Vorhersage.

Ein Versuch, die Bautätigkeit in alpinen Gefahrenzonen zu verhindern, ist die Erstellung von Gefahrenzonenplänen, die die Raumplanung weiterverwendet. Gefahrenzonenpläne werden vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung erstellt. Sie sind ein Gutachten über die Gefährdung durch Wildbäche, Lawinen und Erosion. Man darf allerdings nicht davon ausgehen, dass diese Gefahrenzonen absolut sicher sind und außerhalb der Zone keine Gefährdung auftritt. Gefahrenzonenpläne sind nur eine qualitative Darstellung.

In der roten Gefahrenzone ist die Gefährdung durch Wildbäche oder Lawinen sehr groß. Hier besteht ein Bauverbot für Neubauten. In der gelben Gefahrenzone darf nur unter Einhaltung von Auflagen

gebaut werden. Mit braunen Hinweisbereichen wird auf andere als durch Wildbach und Lawinen hervorgerufene Naturgefahren hingewiesen (z.B. Steinschlag und Rutschungsgebiete).

Bestimmte Formen der Bodennutzung erhöhen das Risiko von Massenbewegungen. „So führt eine verminderte Walddichte, z.B. hervorgerufen durch eine Rodung, zu mehr Sickerwasser, da waldfreie Flächen, z.B. Almen, ca. 300-400 mm weniger Wasser pro Jahr verdunsten als Wälder. Dies kann langfristig zu einer stärkeren Durchfeuchtung auch im tiefen Untergrund weit unterhalb der Wurzelzone führen. Liegt dort ein zur Rutschung neigendes Substrat vor, kann so ein ehemals stabiler Hang instabil werden. [...] Da der Mensch in den letzten Jahrzehnten sehr stark verändernd in den Alpenraum eingegriffen hat, ist die Gefahr groß, dass destabilisierende Auswirkungen nicht rechtzeitig erkannt wurden oder werden. So können wir eine ganze Reihe von Einwirkungen feststellen, die sich negativ auf die Gesundheit und Struktur des Waldes auswirken. Rodungen sind dabei nur die extremste Form. Ähnlich drastisch wirken Windwürfe oder zerstörte Wälder in Lawenstrichen, die z.B. durch einseitige Waldzusammensetzungen mit der flach wurzelnden Fichte gefördert werden.

Übermäßige Beweidung in Form der Waldweide führt zu einem Vitalitätsverlust des Waldes, ebenso der Verbiss des Jungwaldes bzw. „Anfluges“ durch zu hohe Schalenwildbestände, die vielfältigen Waldbeschädigungen, die vereinfacht und übertreibend unter dem Begriff des Waldsterbens zusammengefasst werden, sowie die Luftverschmutzung. Die Waldweide hatte historisch ihre Berechtigung, heute besteht die Notwendigkeit zur Waldweide jedoch nicht mehr. Sie ist betriebswirtschaftlich uninteressant. Dennoch bestehen bei uns weiter zahlreiche Waldweiderechte, die es dringend abzulösen gilt (Vgl. 1.Alpenreport, S.149). Auch die sogenannten Servitutsrechte (Schlägerungsrechte im Staatswald) machen Probleme. Die Schalenwildbestände liegen seit Jahrzehnten in vielen Alpenregionen über jener Dichte, die für die Verjüngung und Erhaltung naturnaher Bergwaldbestände als verträglich angesehen werden kann.

Im großen und ganzen aber funktioniert die Forstwirtschaft im Alpenraum, und sie hat nur geringen negativen Einfluss auf die Entstehung von Massenbewegungen.

Neben diesen großräumig wirkenden Eingriffen des Menschen kommt eine ganze Reihe von kleinräumigen vor, die Massenbewegungen fördern können. Schipistenplanierungen zerstören den natürlichen Bodenaufbau und –zusammenhalt, auch Beschneiungsanlagen verringern die Hangstabilität.

Straßen, besonders die häufig höhenlinienparallel angelegten Forsterschließungsstraßen, unterschneiden die Hänge und destabilisieren sie. An Straßenböschungen und entlang von Schienen kann man häufig beobachten, dass die humose Deckschicht wieder abrutscht, solange die Vegetation sie noch nicht stabilisiert.

Hohe Weidedichten und schwere Rinderrassen fördern teilweise die Verknetung durch den Viehtritt. Tiere treten speziell bei Nässe immer wieder neue Grasschollen mit dem durchwurzelt Boden nach unten.



Abb. 38 Formen abfluehhoehender nutzungsbedingter Bodenveränderungen durch starke Beweidung, wie sie auch im westlichen Einzugsgebiet des „Scheibengrabens“ anzutreffen sind: Viehtritt, ...



Abb. 39 ... Viehtritt mit Humusverlust in steileren Lagen, ...

Quelle: Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, S. 35

Ähnliches verursachen auch Wanderer, wenn die Wanderwege quer zum Hang über nasse Stellen geführt werden. Weil die großen, wasserableitenden Poren durch den Tritt beeinträchtigt werden, neigen diese Stellen zur Vernässung. Die Wanderer suchen dann meist neben dem Weg weniger nasse, morastige Stellen, sodass sich die Wege verbreitern. (vgl. Richter G., Bodenerosion, S.64f.)



Abb. 64 Die Erosion von Wanderwegen ...



Abb. 65 ... tritt besonders in Bereichen mit Podsolen auf, deren Rohhumusauflage besonders trittanfällig ist.

Quelle: Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft

Wird auf den Talhängen Ackerbau betrieben, liegt zeitweise der Boden vegetationslos da. Die in den Alpen oft ergiebigen Niederschläge können fruchtbaren Humus wegschwemmen.

Die *Klimaerwärmung* in den Alpen seit ca. 1850 bewirkte, dass die Dauerfrostgrenze in höhere Lagen steigt, was wiederum die Zahl der Massenbewegungen erhöht hat und noch weiter erhöhen wird. Ob der Mensch an der Klimaerwärmung schuld ist, kann nicht bewiesen werden.



Regionales Beispiel (Quelle: WLV):

In der ersten Aprilwoche 1993 hat sich in der Gemeinde Annaberg, nahe der Ortschaft Dygrub nach heftigen Regenfällen eine Rotationsrutschung ereignet. Der ca. 50 m hohe und am Fuß ca. 30 m breite Anriss des linken Lammerufers bedeutete eine Gefährdung der Bundesstraße B166, die unmittelbar oberhalb der Rutschung vorbeiführt. Der Rutschung waren bereits kleinere Rutschungen jeweils bei Hochwasser im Dezember 1991 und 1992 vorausgegangen.

Gründe für die Rutschung:

- Die Lammer bildet in diesem Bereich einen Prallhang. Die Lammer war zum Zeitpunkt der Rutschung hochwasserführend, was der Hauptfaktor bei der Auslösung der Rutschung gewesen sein dürfte.
- Im oberen Hangbereich versickerten Oberflächenwässer aus dem Bereich des Grünlands, das jenseits der B 166 anschließt.
- Das Stauwasser auf der Bundesstraße, das auch vom Oberflächenwasser des Güterweges Dygrub genährt wird. Die Bundesstraße bildete hier eine Senke ohne Entwässerung. Bei starken Regenfällen sammelte sich hier das Wasser, also genau oberhalb der Rutschung.
- Bergseits der Bundesstraße oberhalb der Rutschung stehen einige Häuser. Sämtliche Häuser wiesen als Abwasserbeseitigung Sickergruben auf; die Dachwässer wurden ebenfalls in das Gelände versickert.

Von der Wildbach- und Lawinverbauung (WLV) wurde ein Rutschungs – Sanierungsprogramm durchgeführt.

Maßnahmen:

- Errichtung eines Steinsatzes am Rutschungsfuß, der bis über die Hochwassermarke reicht, um die Seitenerosion der Lammer in Zukunft zu verringern.
- Hinterfüllung der Plaike
- Wegleitung der Abwässer der nächstgelegenen Häuser
- Im Plaikenbereich errichtete die WLV Holzwände und kleinere Steinsätze
- Entwässerung des gesamten Plaikenbereichs
- Wiederbegrünung und Aufforstung mit wasserzügigen und tiefwurzelnden Pflanzen, nämlich mit Erlen

Bei diesem Beispiel war der Mensch an der Massenbewegung mitverursachend. Welcher Faktor bei der Auslösung nun wirklich der gravierendste war, lässt sich im Nachhinein – wie bei Massenbewegungen oft - schwer feststellen.

Im Alpenraum ist der Auslöser von Massenbewegungen in den meisten Fällen das Wasser in Form von Niederschlägen, Schmelz- oder Bergwasser (Vgl. Bunza, G., S.336).

Hochwässer als Beispiel einer direkten Folge menschlichen Eingriffes in die Abläufe der Natur:

Hochwässer mit all ihren Begleiterscheinungen stellen aus naturwissenschaftlicher Sicht im Ablauf der Erdgeschichte Regelmäßigkeiten dar, die im Rahmen der natürlichen Entwicklung und Umbildung von Fließgewässern ihren fixen Platz einnehmen. Für die Natur, insbesondere für den Boden sind die zyklischen Ausuferungen der Flüsse und Bäche ein wahrer Segen. Durch die zunehmende Nutzung auch der gewässernahen Bereiche des Menschen werden jedoch aus solchen natürlichen Ereignissen aus der Sicht des Menschen Naturkatastrophen, gegen die er sich zu schützen wünscht.

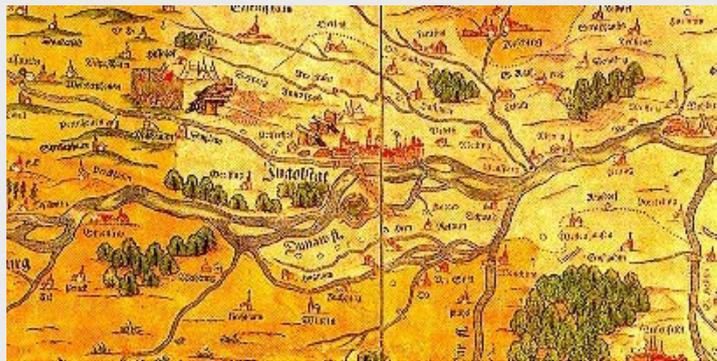


Eine Hochwasserlage herrscht ab dem Überschreiten einer bestimmten Wassermarke. Die Einteilung eines Hochwassers erfolgt mittels des maximalen Abflusses kurz auch HQ genannt. So wird ein Hochwasser beispielsweise in ein HQ 10 eingeteilt was bedeutet, dass es sich um ein 10 jährliches Ereignis handelt sprich jenes Hochwasser kommt statistisch gesehen alle 10 Jahre vor.

Generell kann man sagen dass sich in letzter Zeit (50 Jahre) große Hochwasserkatastrophen häufen.

Es ist mittlerweile bewiesen, dass der Mensch für eine Verschärfung der Hochwassersituationen direkt verantwortlich ist. Was sind nun jene Einflüsse des Menschen?

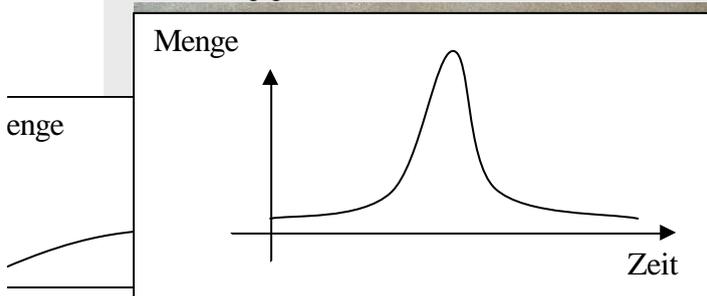
Auf jenem Bild können wir so manchen Einfluss deutlich sehen. Hier sehen wir den Verlauf der Salzach südlich der Stadt



Salzburg beim Kraftwerk Urstein; aufgenommen in Richtung Stadt Salzburg.

Die markanteste Erscheinung ist sicherlich die Flussbegradigung. Um die Regulierung eines Flusses besser vorstellen zu können sehen wir hier ein zweites Bild, welches den Verlauf der Donau bei Ingolstadt im 16. Jhr darstellt. Man sieht wie weit verzweigt sich ein Fluß mäandrierend der Landschaft bzw. der geologischen Gegebenheiten anpaßte. Auch der Mensch paßte sich jenen Gegebenheiten an: Siedlungen entstanden meistens auf Erhöhungen beispielsweise auf alten Schwemmkegeln. Durch jenen Einklang mit der Natur konnten Überflutungen nie solch Ausmaße erreichen wie heutzutage. Denn während eines Hochwassers wurden vor allem die Flächen zwischen und beidseits der Flußläufe überflutet. Häufig wuchsen große Auwälder auf solchen Flächen, welche bei Hochwasser wie Schwämme fungierten. Sie nahmen ein Teil des Wassers auf und gaben es langsam wieder zurück. Solch natürliche Retentionsflächen flachten die Kurve einer Hochwasserflut, wie man im Diagramm sieht, deutlich ab.

Heutzutage wurde das Gewässer kanalisiert und die natürlichen Retentionsflächen vom Menschen in Beschlag genommen; was bei Hochwasser weitreichende Folgen hat.



Durch Flußbegradigung und Wegfall der Retentionsflächen sieht die Kurve, wie man am zweiten Diagramm sieht, plötzlich ganz anders aus:

Bei Hochwasser fließt zwar weiterhin die gleiche Menge an Wasser (sprich die Fläche der beiden Kurven sind ident) jedoch in viel kürzerer Zeit.: Durch Flußbegradigung wurde der Fluß zum reißenden Strom: Da seine natürliches Flußbett verbaut und

ns Haring

kanalisiert worden war, konnte er auch nicht mehr wie früher in die Breite gehen; folglich stieg der Pegel noch weiter an. Heutzutage kommt also mehr Wasser an einem Tag zusammen, welches nur mehr in die Höhe 'ausweichen' kann. Die Folgen sind verheerend. Die Deiche werden unterspült brechen in weiterer Folge. Hochwasserkatastrophen am Mississippi und die Pfingsthochwässer 1998 an der donau (welche ein 100 bis 300 jähriges (!) Ereignis waren) belegten jene Theorie.

(Quelle: Amt der Salzburg Landesregierung)

In Salzburg sind wir bis heute noch von großen Hochwasserkatastrophen verschont geblieben. Geschichtlich betrachtet war das letzte 'wirklich große' (also ein HQ 100) Hochwasser 1899. Das Bild zeigt, wie Salzburg zu jener Zeit aussah.

Literaturverzeichnis:

BUNZA, Günther, 1992: Instabile Hangflanken und ihre Bedeutung für die Wildbachkunde. Deutscher Alpenverein e.V., München.

CIPRA-International (Hrsg.), 1998: 1.Alpenreport. Daten, Fakten, Probleme, Lösungsansätze. Verlag Paul Haupt, Bern; Stuttgart; Wien.

FISCHER, Klaus, 1999, Massenbewegungen und Massentransporte in den Alpen als Gefahrenpotential: Symposium der Kommission für Geomorphologie der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, Berlin; Stuttgart.

LESER, Hartmut et al., 1997: DIERCKE - Wörterbuch Allgemeine Geographie. Deutscher Taschenbuchverlag, München.

LOKAU, Katja, 1999: Der Talzusub Wabenspitze bei Zederhaus, München. (Dissertation)

www.members.chello.at/robert.forstner-billau/informationen/natur/bergsturz.htm

RICHTER, Gerold (Hrsg.), 1998: Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

SCHRIFTENREIHE DES BAYRISCHEN LANDESAMTES FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg. und Verleger). Heft 27, 1996: Abfluß- und Abtragsprozesse in Wildbacheinzugsgebieten. Grundlagen zum integralen Wildbachschutz, München.

regionales Beispiel:

Sektion Salzburg des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach und Lawinenverbauung