



www.alpconv.org

DOKUMENTATION VON NATUREREIGNISSEN

Feldanleitung

Alpensignale 4

Dokumentation von Naturereignissen

Feldanleitung



Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention (PLANALP)

Impressum

Publikationsreihe Alpensignale

Medieninhaber/ Herausgeber	Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention Herzog-Friedrich-Strasse 15 A-6020 Innsbruck	
Verantwortlicher für die Publikationsreihe	Dr. Igor Roblek, Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention	
Herausgeber dieses Bandes	Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention (PLANALP)	
Projektleitung	Dr. Marzio Giamboni, Bundesamt für Umwelt (CH) Prof. Dr. Hans Kienholz, Geographisches Institut der Universität Bern (CH)	
Autorenschaft	Prof. Dr. Hans Kienholz, Geographisches Institut der Universität Bern (CH) Dr. Simone Perret, Geographisches Institut der Universität Bern (CH) Franziska Schmid, Geographisches Institut der Universität Bern (CH)	
Review	Elisabeth Berger (Bozen, I), Michael Bründl (Davos, CH), Josef Eberli (Stans, CH), Werner Eicher (Sarnen, CH), Willi Eyer (Fribourg, CH), Stephan Flury (Sarnen, CH), Werner Gerber (Birmensdorf, CH), Urs Gruber (Davos, CH), Jörg Häberle (Interlaken, CH), Christoph Hegg (Birmensdorf, CH), Johannes Hübl (Wien, A), Mario Kokschi (Aarau, CH), Anton Loipersberger (München, D), Pierpaolo Macconi (Bozen, I), Nicola Marangoni (Bozen, I), Bruno Mazzorana (Bozen, I), Christian Rickli (Birmensdorf, CH), Walter Riedler (Salzburg, A), Markus Sperling (Bozen, I), Andreas Zischg (Bozen, I)	
Bildredaktion	Helen Gasteli, Geographisches Institut der Universität Bern (CH)	
Gestaltung und Satz	Felix Frank, Redaktion und Produktion, Bern (CH)	
Fotos	Siehe Bildnachweis auf Seite 64 >	
Zitierung	Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention (Hrsg.), 2008 ² : Dokumentation von Naturereignissen – Feldanleitung. Innsbruck/Bern, 64 S.	
Hinweis	Die vorliegende Publikation entstand im Rahmen des Interreg-Projekts-III-b «DIS-ALP – Disaster Information System of Alpine Regions» und wurde cofinanziert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).	
Bezug	Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention A-6020 Innsbruck info@alpconv.org	Bundesamt für Umwelt (BAFU) Dokumentation, CH-3003 Bern Fax +41 (0)31 324 0216 docu@bafu.admin.ch
Download PDF	www.alpconv.org	



lebensministerium.at



die.wildbach
und lawinerverbauung

Autonome Provinz
Bozen - Südtirol



Provincia Autonoma di
Bolzano - Alto Adige



PUH

Podjetje
za urejanje
hudournikov d.d.

Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



SERVIZIO SISTEMAZIONE MONTANA DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

E – Keywords:

Natural Hazards
Event Documentation
Silent Witnesses

This manual for the documentation of natural disasters is designed to be a handout for courses as well as a reference book for field work. Besides some organisational principles and elements of an optimal documentation, the most important phenomena of floods/debris flows, landslides/slope-type debris flows, rockfall processes and snow avalanches are explained and illustrated with numerous photographs.

D – Stichwörter:

Naturgefahren
Ereignisdokumentation
Prozessspuren

Die vorliegende Anleitung zur Dokumentation von Naturereignissen dient als Schulungsunterlage sowie als Nachschlagewerk für die Geländearbeit. Neben organisatorischen Grundsätzen und Bausteinen einer optimalen Dokumentation werden die wichtigsten Phänomene von Hochwasser/Murgang, Rutschungen/Hangmuren, Sturzprozessen und Lawinen erläutert und mit zahlreichen Bildern illustriert.

F – Mots clés:

Dangers naturels
Documentation des événements
Traces des processus

Les présentes instructions relatives à la documentation des événements naturels sont destinées à servir de matériel de formation et d'ouvrage de référence pour les relevés sur le terrain. Après avoir exposé les principes organisationnels et les éléments nécessaires pour constituer une documentation optimale, elles expliquent les principaux phénomènes (crue/lave torrentielle, glissement de terrain/coulée de boue, éboulement et avalanche) en les illustrant richement.

I – Parole chiave:

Pericoli naturali
Documentazione degli eventi
Tracce dei processi

La presente guida alla documentazione degli eventi naturali può essere impiegata sia come materiale didattico sia come opera di consultazione di supporto al rilievo sul terreno. Accanto ai principi organizzativi e agli elementi fondamentali per un'ottima documentazione si illustrano i fenomeni più importanti di piena liquida/colata di detriti; fenomeni di versante (frane), processi di crollo e valanghe accompagnando le spiegazioni con numerose immagini.

Slo – Ključne besede:

Naravne nevarnosti
Dokumentacija o naravnih
nesrečah/nevarnih dogodkih
Sledi naravnih procesov

Navodila za izdelavo dokumentacije o naravnih nesrečah/nevarnih dogodkih služijo kot izobraževalno gradivo in kot priročnik pri praktičnem terenskem delu. Poleg organizacijskih in strukturnih temeljev za optimalno dokumentiranje, so opisane ter grafično predstavljene najpomembnejše naravne nevarnosti: visoke vode/hudourniški izbruhi, zemeljski plazovi/pobočni blatni tokovi, porušitvena erozija ter snežni plazovi.

Vorwort	6	Phänomene von Sturzprozessen	42
Einleitung	9	Spuren von Stein- und Blockschlag im Ausbruchbereich:	
Organisation einer Ereignisdokumentation	12	• Ausbruch aus Felswand oder Gehängeschutt	44
Bausteine einer optimalen Ereignisdokumentation	14	Spuren von Stein- und Blockschlag im Transitbereich:	
Praktische Beispiele:		• Rollspuren am Boden	45
Phänomene von Hochwasser und Murgang	18	• Einschlagspuren am Boden	46
Spuren von Hochwasserereignissen		• Einschlagspuren an Bäumen	47
ausserhalb des Gerinnes:		• Stark beschädigte oder zerstörte Bäume	48
• Ablagerung von Feststoffen mit Sortierung/ Übersarung	20	Spuren von Stein- und Blockschlag im Transit- oder Ablagerungsbereich:	
• Ablagerung von Feststoffen ohne Sortierung/ Übermurgung	21	• Abgelagerte Steine/Blöcke natürlich gestoppt	49
• Ablagerung von Schwemmholz	22	• Abgelagerte Steine/Blöcke durch anthropogene Elemente gestoppt	50
Spuren von Hochwasserereignissen		Spuren von Felssturz im Ausbruchbereich:	
ausserhalb des Gerinnes und im Gerinnebereich:		• Ausbruch aus Felswand	51
• Fliess- und Aufprallspuren	23	Spuren von Felssturz im Transit- und Ablagerungsbereich:	
• Gerinneverlagerung bei Gebirgsflüssen	24	• Transitschneise und Ablagerung der Gesteinsmasse	52
Spuren von Hochwasserereignissen im Gerinnebereich:		Phänomene von Lawinen	54
• Seiten- und Tiefenerosion	25	Spuren von Lawinen im Anrissbereich:	
• Sohlenauflandung	26	• Linienförmiger oder punktförmiger Anriss	56
• Verklausung	27	Spuren von Lawinen im Anriss- und Transitbereich:	
• Terrassen	28	• Gleitfläche innerhalb der Schneedecke oder auf dem Boden	57
• Übergrosse Blöcke bei Wildbächen	29	Spuren von Lawinen im Transitbereich:	
• Levéé/Murwall bei Wildbächen	30	• Flächige oder runsenförmige Sturzbahn	58
• Dambruch bei eingedeichten Gebirgsflüssen	31	Spuren von Lawinen im Transit- und Ablagerungsbereich:	
Phänomene von Rutschungen und Hangmuren	32	• Hinweise auf eine Fliesslawine	59
Spuren von Rutschungen im Ausbruch- und Ablagerungsbereich:		• Hinweise auf eine Staublawine	60
• Anriss und verlagerte Rutschmasse	34	• Schäden an Waldbeständen	61
Spuren von Rutschungen im Ausbruchbereich:		Spuren von Lawinen im Ablagerungsbereich:	
• Beschaffenheit und Form der Gleitfläche	35	• Form und Ausmass der Ablagerung	62
• Zugrisse und gespannte Wurzeln	36	• Art und Fremdmaterialfracht der Schneemasse	63
Spuren von Rutschungen im Ausbruch-, Transit- und Ablagerungsbereich:		Literatur	64
• Schäden an Waldbeständen	37		
Spuren von Hangmuren im Ausbruchbereich:			
• Anriss einer Hangmure	38		
Spuren von Hangmuren im Transitbereich:			
• Fliessweg einer Hangmure	39		
Spuren von Hangmuren im Ablagerungsbereich:			
• Ablagerung einer Hangmure	40		

Die Menschen im Alpenraum sind immer wieder mit den Auswirkungen von Naturgefahren konfrontiert. Nicht selten richten Naturgewalten wie Hochwasser, Murgänge, Rutschungen, Sturzprozesse und Lawinen Schäden an Hab und Gut an oder bedrohen gar Leib und Leben.

Durch Schutzmassnahmen können die Auswirkungen solcher Naturereignisse gemindert, wenn auch nicht verhindert werden. Prävention ist und bleibt deshalb eine Daueraufgabe. Je besser wir die Prozesse, die während eines Ereignisses ablaufen, kennen, desto besser können wir die potenziellen Gefahren beurteilen und Schutzmassnahmen entsprechend darauf ausrichten. Eine korrekte Ereignisdokumentation bildet dabei eine unerlässliche Grundlage, um Lehren aus einem Ereignis zu ziehen.

Die vorliegende Feldanleitung kann als Schulungsunterlage für eine fachtechnische Ausbildung eingesetzt werden und als Referenz dienen. Die Anleitung kann auch denjenigen Personen hilfreich sein, welche während und nach einem Naturereignis Erhebungen von Spuren durchführen. Die wichtigsten Phänomene, die im Feld vorgefunden werden können, sind hier beschrieben und mit Fotos und Skizzen illustriert. Auf eine ausführliche Definition der Prozesse wird verzichtet, hingegen wird anhand zahlreicher praktischer Beispiele aufgezeigt, worauf bei der Dokumentation von Prozessspuren besonders zu achten ist.

Diese Broschüre wurde im Rahmen des Interreg-III-b-Projekts «DIS-ALP – Disaster and Information Systems of Alpine Regions», welches eine einheitliche Dokumentation von Naturereignissen im ganzen Alpenbogen zum Ziel hatte, erarbeitet. Sie entstand mit der Unterstützung fachkundiger Dokumentationsexperten. Ihnen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Mit der Veröffentlichung der Schrift im Rahmen der Alpenkonvention möchte die Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention (PLANALP) eine möglichst weitreichende Verbreitung unterstützen.

Andreas Götz, Präsident der Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention und Vizedirektor des Bundesamts für Umwelt (CH)

Die Alpenkonvention ist das einzige internationale Abkommen zum Schutz und zur nachhaltigen Entwicklung des Alpenraumes. Mit der Alpenkonvention stimmen die Vertragsparteien die Entwicklung des Alpenraumes gemeinsam aufeinander ab und tragen somit dazu bei, den Alpenraum als einen der naturräumlich und landschaftlich schönsten Gebiete Europas zu erhalten.

Im Rahmen der Alpenkonvention spielen die einzelnen Arbeitsgruppen und Plattformen eine wichtige Rolle. In diesen zu spezifischen Themen arbeitenden Gremien werden konkrete Leitlinien für die Umsetzung der Alpenkonvention festgelegt. Insbesondere die Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention, in der Vertreterinnen und Vertreter aus dem Bereich des Naturgefahrenmanagements der einzelnen Vertragsparteien kooperieren, ist besonders wichtig. So entstehen Netzwerke, in denen sich die Fachleute aus den einzelnen Ländern im Falle eines auftretenden Extremereignisses (z.B. Hochwasser oder Lawinen) schnell mit ihren Kolleginnen und Kollegen aus den anderen Staaten grenzübergreifend absprechen und effektiv und rasch auf die unterschiedlichen Ereignisse reagieren können.

Das Ständige Sekretariat der Alpenkonvention ist gemeinsam mit den Vertragsparteien dafür zuständig, die Umsetzung der Alpenkonvention und ihrer Durchführungsprotokolle zu unterstützen (insbesondere auch bei der Öffentlichkeitsarbeit).

Die erste Auflage der Publikation «Alpensignale 4, Dokumentation von Naturereignissen; Feldanleitung» war auch aufgrund der hohen Aktualität des Themas im Zusammenhang mit dem Umgang mit Naturgefahren im Alpenraum – und verbunden mit der Diskussion rund um den Klimawandel – in kurzer Zeit vergriffen. Das Ständige Sekretariat hat sich deshalb entschlossen, eine zweite Auflage der Publikation der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

Die Publikation ist vor allem für Praktikerinnen und Praktiker gedacht und soll einen Beitrag dazu liefern, das Bewusstsein für den Umgang mit Naturgefahren insbesondere auf lokaler und regionaler, aber auch auf nationaler Ebene zu steigern und somit auf diese Weise die Alpenkonvention noch besser zur Geltung zu bringen.

Marco Onida, Generalsekretär der Alpenkonvention



Umgang mit Naturrisiken

Die Sicherheit von Menschen und Gütern wird in Gebirgsräumen immer wieder durch Naturereignisse wie Hochwasser, Murgänge, Rutschungen, Sturzprozesse und Lawinen bedroht. Solche Ereignisse können oft innerhalb sehr kurzer Zeit zu Todesopfern, Verletzten, Zerstörung von Sachwerten und zu ökologischen Schäden führen. Je dichter und empfindlicher die Nutzungen werden, desto wichtiger wird deshalb auch ein bewusstes und gezieltes Risikomanagement.

Kosten-Nutzen-Analysen im Hinblick auf risikomindernde Massnahmen erhalten ein immer grösseres Gewicht. Das hat in den Alpenländern und -regionen zur Entwicklung von klar definierten Strategien und entsprechenden Rahmenbedingungen (Gesetze, Regulierungen, organisatorische Vorkehrungen) im Umgang mit Naturrisiken geführt – ein Prozess, der nach wie vor im Gange ist und intensiv verfolgt wird.

Ein systematischer Umgang mit Naturrisiken beinhaltet unter anderem raumplanerische, bauliche und forstliche Präventions- und Schutzmassnahmen. Ebenso wichtig sind die Vorbereitung von Interventionsmöglichkeiten und ein geordneter Wiederaufbau im Ereignisfall sowie die Sicherstellung der Finanzierung des Wiederaufbaus. Basis für den strukturierten Umgang mit Naturrisiken sind folglich sorgfältige Analysen und Bewertungen, die regelmässig aktualisiert werden müssen.

Analyse und Beurteilung von Naturgefahren

Korrekte und umfassende Gefahrenanalysen und -beurteilungen bilden die Grundlage für Gefahrenkarten und für optimal konzipierte Präventions- und Interventionsmassnahmen. Sie erfordern die Anwendung eines breiten Spektrums an Methoden und Ansätzen:

Die Auswertung früherer Ereignisse	Die Vorwegnahme künftiger Ereignisse
Aufnahme und Interpretation von Spuren im Gelände («stumme Zeugen») und Auswertung von Aufzeichnungen, Dokumenten, Zeugenaussagen. Diese Daten dienen zur Nachrechnung von früher abgelaufenen Prozessen.	Detaillierte Bewertung der Situation im Gelände sowie die Anwendung von physikalischen und mathematischen Modellen, welche die Prozesse beschreiben. Daten aus früheren Ereignissen fliessen ebenfalls in die Modelle ein.

Gute Prozessmodelle werden anhand von Beobachtungen, Messungen und Erfahrungen aus realen Situationen erstellt und geeicht. Ablaufende und abgelaufene Ereignisse sind somit eine unverzichtbare Informationsquelle und Grundlage für Gefahrenanalysen und -beurteilungen.

Dokumentation von Naturereignissen

In verschiedenen europäischen Ländern wurden in den letzten Jahren Ereignisdokumentationen als Teil des Risikomanagements institutionalisiert. Zudem werden nach bedeutenden Ereignissen oft auch umfassende Ereignisanalysen durchgeführt.

Auf internationaler Ebene hat das Projekt DOMODIS (Documentation of Mountain Disasters) von ICSU¹, IAG² und Interpraevent³ Grundlagen für die Organisation und die Durchführung von Ereignisdokumentationen geschaffen (Hübl et al., 2002, 2006).

Das Interreg-III-b-Projekt «DIS-ALP – Disaster and Information Systems of Alpine Regions», in dessen Rahmen die vorliegende Feldanleitung entstanden ist, hat eine weitere methodische Vereinheitlichung des Dokumentationsprozesses zum Ziel.

Es besteht heute weitgehend Einigkeit darüber, dass im Ereignisfall parallel zu den Einsätzen von Rettungs- und Aufräumdiensten die Prozesse sorgfältig beobachtet bzw. die frischen Spuren kompetent dokumentiert werden müssen. Diese Arbeit hat in Koordination mit den örtlichen Einsatzleitungen (Krisenstäbe) durch Personen zu geschehen, die keine langen Anreisewege haben und die von Beginn an nahe am Ereignis sind. Dies sind häufig Förster, Strassenmeister, Baufachleute, die in technischen Belangen kundig und oft gute Naturbeobachter sind. Sie verfügen jedoch über keine spezifische Ausbildung in Wasserbau, Geologie oder Geomorphologie und kennen die Bedürfnisse der Fachleute für Naturgefahren nicht a priori. Das setzt voraus, dass die mit der Erstdokumentation betrauten Personen optimal für diese Tätigkeit ausgebildet werden.

Ziel der Feldanleitung

Die vorliegende Feldanleitung zur Dokumentation von Naturereignissen soll eine einheitliche Grundlage für die fachtechnische Ausbildung hinsichtlich optimaler Spurensicherung bilden. Sie soll sowohl als Kurs-

¹ International Council for Science, Committee on Disaster Reduction, Paris (Frankreich)

² International Association of Geomorphologists, Vancouver (Kanada)

³ Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent, Klagenfurt (Österreich)

unterlage dienen als auch im Feld als Nachschlagewerk zur Anwendung kommen.

Die Anleitung soll helfen, die Spuren abgelaufener Prozesse zu erkennen, möglichst klar zu beschreiben und aufzunehmen. Der Fokus liegt auf den im Feld vorgefundenen Phänomenen (d.h. den Spuren) und nicht in erster Linie auf den Prozessen. Eine exakte, wissenschaftliche Definition der Prozesse wird daher in dieser Feldanleitung nicht angestrebt (siehe z.B. BUWAL und Eidg. Forstdirektion, 1998). Die in einer Erstaufnahme dokumentierten Phänomene sollen es jedoch den Fachleuten für Naturgefahren ermöglichen, weitergehende Berechnungen oder Analysen durchzuführen und den Prozess bzw. die Prozesskombinationen zu rekonstruieren.

Aufbau der Feldanleitung

In den folgenden Kapiteln werden die Grundsätze der «Organisation einer Ereignisdokumentation» kurz erläutert sowie wichtige «Bausteine einer optimalen Ereignisdokumentation» im Gelände vorgestellt.

Im umfassenderen Teil «Praktische Beispiele» werden dann die häufigsten Phänomene dargestellt. Unterschieden wird zwischen den Prozessgruppen Hochwasser/Murgang, Rutschungen/Hangmuren, Sturzprozesse und Lawinen. Die Unterteilung in diese Prozessgruppen entspricht den Dokumentationsformularen StorMe⁴, die in der Schweiz verwendet werden. Jeder Prozessgruppe ist ein Kapitel gewidmet, in dem zu Beginn jeweils die wichtigsten Aspekte beschrieben, Definitionen gegeben und allgemeine Hinweise auf die spezifischen Belange der Dokumentation gemacht werden. Danach werden die einzelnen Phänomene illustriert und in knapper Form beschrieben. In Stichworten wird angegeben, was zu dokumentieren ist und worauf besonders zu achten ist.

Die vorliegenden Aufzählungen sind relativ umfassend und stellen wesentlich mehr als den Minimalstandard dar. Sie geben eine breite Auswahl an sinnvollen Bestandteilen einer Erstdokumentation. Es muss je nach Gegebenheiten entschieden werden, welche Punkte erhoben werden.

⁴ StorMe ist eine vom Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU) zur Verfügung gestellte Datenbank, um gravitative Naturereignisse einheitlich aufzunehmen und zu verwalten. Anhand von standardisierten Formularen werden die Ereignisse im Feld dokumentiert.

Zuständigkeiten und Informationsfluss

Die rechtlichen, organisatorischen und strukturellen Rahmenbedingungen unterscheiden sich je nach Land oder Verwaltungsregion stark. Deshalb geht es an dieser Stelle nicht darum, konkrete Empfehlungen abzugeben. Es sollen aber einige Grundsätze zur Organisation einer Ereignisdokumentation dargelegt werden.

Damit der Dokumentationsprozess im Ereignisfall problemlos greifen kann, muss er in den entsprechenden Verwaltungszweigen gut verankert sein. Die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten müssen vor einem allfälligen Ereignis geklärt und etabliert sein. Das heisst insbesondere, dass die Personen, die mit der Dokumentation vor Ort betraut sind, einen klaren Auftrag sowie ein Pflichtenheft haben sollen.

Auch der ganze Informationsfluss muss im Vorfeld eines möglichen Ereignisses geregelt sein. Dabei wird festgehalten, wer ein Ereignis aufnimmt, welche Dienststelle die erhobenen Daten entgegennimmt und überprüft, wo die Dokumentationen archiviert werden und wie darauf zurückgegriffen werden kann.

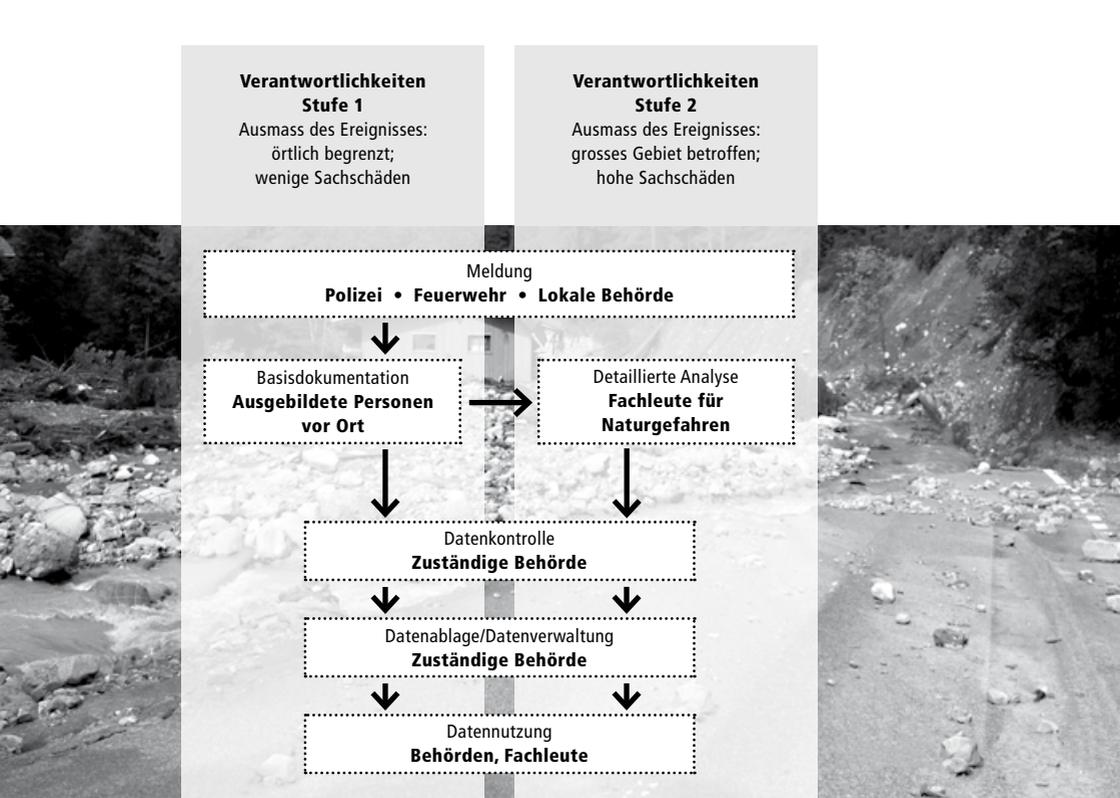
Die zuständige Behörde definiert ebenfalls, welche Ereignisse aufgenommen werden (Prozessart, Ereignisgrösse, Ereignis, das einen Schaden verursacht hat). Eine Dokumentation kann beispielsweise je nach Ereignisgrösse in zwei Bearbeitungsstufen gegliedert werden:

- Bei kleineren, überschaubaren Ereignissen werden die Daten von entsprechend ausgebildeten lokalen Personen erhoben.
- Bei grossen Ereignissen (d.h. mehrere Prozesse gleichzeitig oder ein grosses betroffenes Gebiet) wird eine Erstaufnahme ebenfalls durch Personen vor Ort durchgeführt. Für detaillierte Analysen werden zusätzlich Fachleute für Naturgefahren beigezogen.

Ausbildung für die Spurensicherung

In etwa ein- bis dreitägigen Ausbildungskursen sollen diejenigen Personen, welche im Ereignisfall die Spuren erheben, gezielt auf diese Tätigkeit vorbereitet werden. In einem regelmässigen Erfahrungsaustausch kann die Dokumentationsarbeit weiter verbessert werden.

Die fachtechnische Schulung sollte möglichst im Feld an entsprechenden Objekten im Massstab 1:1 stattfinden. Dafür besonders geeignet ist ein Gelände, das ausserhalb intensiv bewirtschafteter oder besiedelter



Gebiete liegt und erst vor wenigen Monaten oder allenfalls wenigen Jahren von einem Ereignis betroffen wurde. Es sollten noch deutliche Spuren sichtbar sein, wobei diese durchaus auch älter und allenfalls schon vernarbt sein können. Wer sein Auge an bereits etwas verwischten Phänomenen schult, wird keine Mühe haben, auch frische Spuren zu erkennen und anzusprechen. Neben Begehungen und Demonstrationen lassen sich Übungen in unterschiedlicher Form anlegen, so beispielsweise:

- Aufsuchen und Dokumentieren bestimmter vorgegebener Phänomene (z.B. alte Murzungen, Levées);
- Absolvieren eines vorgegebenen Parcours und richtige Ansprache der bezeichneten Phänomene;
- gruppenweises Absuchen eines vorgegebenen Gebietes und Durchführung der Dokumentation.

Eine richtige Ansprache der im Feld vorgefundenen Phänomene ist für eine gute Ereignisdokumentation unerlässlich. Ebenso wichtig ist aber auch, dass der Gang ins Gelände gut vorbereitet ist und das abgelaufene Ereignis systematisch aufgenommen wird. Die folgenden Ausführungen geben Hinweise darauf, welche Grundsätze zu beachten sind, damit eine vollständige und gute Dokumentation entsteht.

Formulare und Checklisten

Eine wichtige Voraussetzung für untereinander vergleichbare Dokumentationen ist die Verwendung standardisierter Formulare oder Checklisten. Die Checklisten sollen diejenigen Angaben enthalten, welche notwendig sind, um das abgelaufene Ereignis angemessen zu beschreiben. Somit können sie als Leitfaden für die Feldbegehung betrachtet werden.

Standardisierte Erhebungen erleichtern auch die Eingabe der erhobenen Daten in eine Datenbank. Die StorMe-Formulare, welche in der Schweiz – und in adaptierter Form auch in anderen Ländern – verwendet werden, sind ein Beispiel für eine einheitliche Dokumentationsvorlage. Neben vorgegebenen Feldern zum Ankreuzen bzw. Ausfüllen ist auch Platz freizuhalten für die Beschreibung des Ereignisablaufes in eigenen Worten.

Was ist zu dokumentieren?

Für eine umfassende Charakterisierung des abgelaufenen Naturereignisses sind zusätzlich zu der detaillierten Aufnahme von Prozessspuren (wie in den folgenden Kapiteln beschrieben) auch weitere Angaben zum Ereignis notwendig:

- **Geographische Daten** (Gemeinde, Lokalität) und eine allgemeine Beschreibung des betroffenen Gebietes (Exposition, Hangneigung, Bewirtschaftung, Strassen, Siedlungen). Diese Daten können zu einem grossen Teil auch einige Tage oder Wochen nach dem Ereignis erhoben werden.
- Im Weiteren sind Angaben zur **Meteorologie** zu machen. Hier sind besonders die lokalen Bedingungen (z.B. Gewitter, Schneeschmelze) von Interesse. Auch Beobachtungen von Privatleuten können wertvoll sein, falls keine meteorologische Messstelle in der Nähe ist.

- Ebenfalls Bestandteil der Aufnahmen sind Hinweise zu allfälligen **Schäden**. Todesopfer sowie Sachschäden an Infrastruktur, Gebäuden, Wald und Landwirtschaftsgebiet sollen registriert werden. Auf welche Weise dies zu geschehen hat, muss vom Auftraggeber definiert werden.
- Je nach Vorgaben vom Auftraggeber kann es auch angezeigt sein, das Vorhandensein und den Zustand von **Schutzbauten** zu dokumentieren.

Detaillierungsgrad der Erhebungen

Der Auftraggeber legt fest, welche Punkte in welchem Detaillierungsgrad erhoben werden. Das kann je nach räumlichen Gegebenheiten oder nach Prozessart variieren. In jedem Fall ist eine genaue Lokalisierung aller Spuren auf der Karte unerlässlich.

Kartierung und Fotodokumentation

Eine wesentliche Aufgabe der Ereignisdokumentation besteht darin, die vorgefundenen Phänomene zu kartieren. Als Grundlage dazu eignen sich Karten oder Kartenausschnitte in einem grossen Massstab (1:5000 bis 1:10 000). Dabei ist darauf zu achten, dass eine einheitliche Kartenlegende verwendet wird (BWW et al., 1995; PLANAT et al., 2000). Im Weiteren ist es sehr hilfreich, eine ausführliche Fotodokumentation des erfassten Ereignisses anzufertigen, wobei darauf zu achten ist, dass der exakte Standort (Referenz zur Karte) sowie die Blickrichtung beim Fotografieren notiert werden. Zudem sollten auch Stichworte zum aufgenommenen Objekt vermerkt werden.

Vorgehen bei der Feldarbeit

Nach einem ersten Überblick über die Ereignisse (z.B. auch vom Gegenhang aus) ist es empfehlenswert, die Dokumentation dort zu beginnen, wo die Räumungsarbeiten zuerst einsetzen. Dies ist meistens im besiedelten Gebiet oder in der Nähe von Infrastrukturanlagen. Danach können die Ereignisspuren entlang der Prozesstrajektorien (z.B. vom Ausbruchgebiet eines Steinschlages bis ins Ablagerungsgebiet) systematisch aufgenommen werden.

Feldausrüstung

Formulare, Checklisten

Karte/Kartenausschnitte mit möglichst grossem Massstab (1:5000 bis 1:10 000)

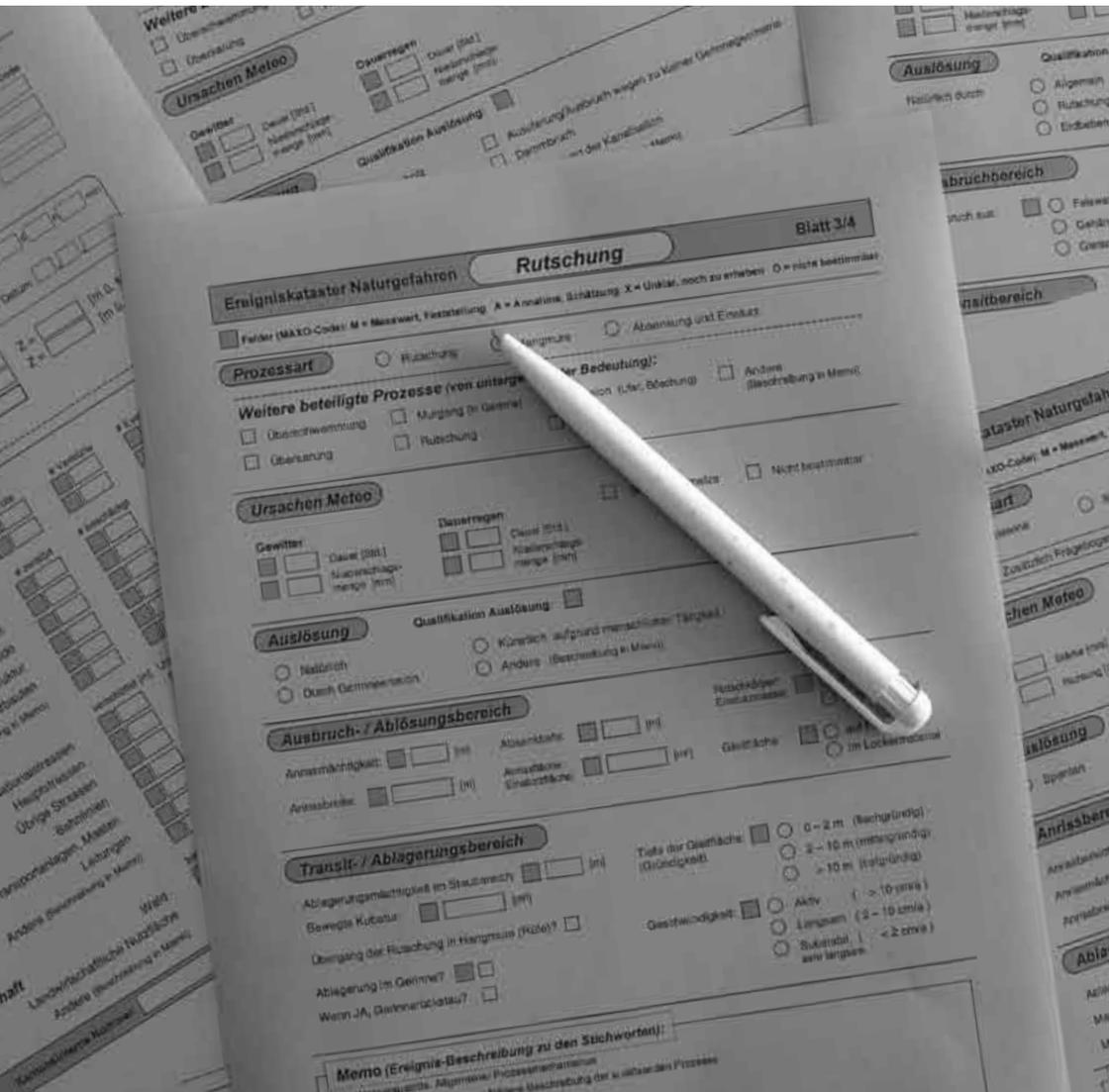
Schreibmaterial

Fotokamera und Filme

Fernglas

Messband, Kompass

Höhenmesser, Neigungsmesser



Phänomene von Hochwasser und Murgang

Hochwasser – also eine deutlich höhere Wasserführung als normal – treten sowohl bei Fließgewässern in eher flachem Gelände als auch bei Wildbächen auf. Neben der Lauflänge und der Einzugsgebietsfläche unterscheiden sich Gebirgsflüsse und Wildbäche in den Gefälleverhältnissen. Einzig Wildbäche weisen ein genügend grosses Gefälle für Murgangprozesse auf, in Gebirgsflüssen können diese ausgeschlossen werden.

Die Auswirkungen von Hochwasser- und Murgangereignissen können in folgende Kategorien unterteilt werden:

Bezeichnung	Charakteristika
Übermürung	Ein Murgang (auch Mure oder Rufe genannt) ist ein schnell fließendes Gemisch aus Wasser, Geröll und Holz mit einem hohen Feststoffanteil von ca. 30 bis 60%. Er tritt im Hochgebirgsraum und in den Voralpen dort auf, wo erosionsanfälliger geologischer Untergrund viel Lockermaterial liefert. Zusätzlich benötigt ein Murgang genügend grosses Startgefälle (mindestens 25 bis 30%). Das wasserdurchtränkte Gemenge fliesst, meist in mehreren Schüben, mit rasanter Geschwindigkeit von 40 bis 60 km/h zu Tale.
Dynamische Überflutung	Eine dynamische Überflutung ist durch hohe Fließgeschwindigkeiten gekennzeichnet. Wasser und Feststoffe treten aus dem Bett von Wildbächen und Gebirgsflüssen aus, Geröll und Schutt lagert sich ausserhalb des Gerinnes ab (Übersarung). Die hohe Fließgeschwindigkeit entwickelt auch ausserhalb des Gerinnes eine grosse Erosionskraft. Die dynamische Überflutung dauert gewöhnlich nur kurze Zeit (einige Stunden).
Statische Überflutung	In flachem Gelände tritt Wasser aus einem Fließgewässer oder See aus. Der Wasserspiegel steigt nur langsam an.

Im Folgenden werden die Spuren von Hochwasser- und Murgangprozessen betrachtet. Statische Überflutungen werden hingegen nicht näher erläutert. Aus punktuellen Hochwasserständen (horizontale Wasser- und Schlammspuren an Objekten) oder mittels Luftbildern und eines Höhenmodells lässt sich die Ausdehnung der Überflutungsflächen gut rekonstruieren, ohne dass längere Feldbegehungen notwendig sind.

Eine Vielfalt an Spuren sind während und nach einem Hochwasser- oder Murgangereignis entlang, innerhalb und ausserhalb des Gewässerlaufes anzutreffen. Viele der Spuren treten in unterschiedlicher Ausprägung sowohl bei Gebirgsflüssen als auch bei Wildbächen auf. Einige Phänomene sind aber nur bei einem bestimmten fluvialen Typ zu finden.

Die Dokumentation der Spuren soll es ermöglichen, den Ereignisablauf zu rekonstruieren. Es interessieren der Abfluss (Spitze und Volumen)

Dynamische Überflutung.

Front eines Murgangs.



und die Geschiebemengen. Im Weiteren soll aufgrund der Spuren der vorherrschende Transportprozess rekonstruiert werden können. Die präzise Aufnahme der im Feld vorgefundenen Phänomene hilft, die Frage zu klären, ob die Feststoffe als Murgang, murgangähnlich oder fluvial transportiert worden sind.

Für die Dokumentation empfiehlt es sich, zuerst die Spuren ausserhalb des Gerinnes aufzunehmen. Sie weisen auf Prozesse hin, die einen Schaden an Sachwerten oder Menschenleben angerichtet haben oder hätten anrichten können. Im Weiteren sind die Spuren der Prozesse, die im Gerinnebereich auftreten, zu erheben. Verklausungen (Verstopfungen) oder Sohlenuflandungen sind zum Beispiel Auslöser von Überflutungen und Ablagerungen ausserhalb des Gerinnes. Es gilt auch, die Ausbruchsstellen sorgfältig zu kartieren.

Vor allem bei Wildbächen bietet es sich an, die Spurensicherung auf dem Kegel zu beginnen und dann die Phänomene entlang dem Bachlauf über den Kegelhals bis ins Einzugsgebiet aufzunehmen.

.....
Neben der detaillierten Aufnahme einzelner Prozessspuren ist auch eine Beschreibung des gesamten von einem Ereignis betroffenen Gebietes wichtig (vgl. Kapitel «Bausteine einer optimalen Ereignisdokumentation»).

Spuren von Hochwasserereignissen ausserhalb des Gerinnes: **Ablagerung von Feststoffen mit Sortierung/Übersarung**



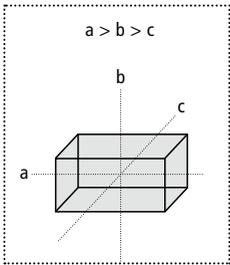
1



2

Beschreibung

Flächendeckende Ablagerung von Steinen, Kies und Sand ausserhalb des Gerinnes (Abb. 1). Zum Teil ist eine Sortierung zu beobachten: Die Korngrösse nimmt mit zunehmender Distanz zur Austrittsstelle ab (Abb. 2). Solche als Übersarungen bezeichneten Ablagerungen sind vor allem in geneigtem Gelände entlang von Gebirgsflüssen und Wildbächen zu beobachten. Sie entstehen, wenn der Bach aufgrund einer Verklausung oder wegen mangelnder Abflusskapazität ausbricht und das mitgeführte Geschiebe aus dem Gerinne heraus transportiert und in der Fläche abgelagert wird.



Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Ablagerung kartieren
- Lage der Ausbruchsstellen kartieren und beschreiben
- Ablagerung beschreiben (Verteilung der Korngrössen)
- Mittlere Mächtigkeit der Ablagerung bestimmen
- Kubatur der Ablagerung bestimmen (Fläche mal mittlere Mächtigkeit)
- Maximale Korngrösse bestimmen (b-Achse)

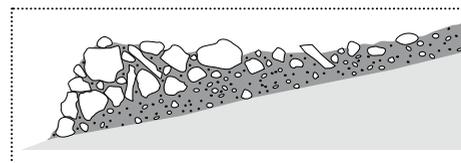
Spuren von Hochwasserereignissen ausserhalb des Gerinnes: Ablagerung von Feststoffen ohne Sortierung/Übermuring



1



2



Längsschnitt durch Murkopf.

Beschreibung

Kennzeichnend für diese Ablagerung ausserhalb des Gerinnes ist das unsortierte, grobe Material (Abb. 1). Grosse Blöcke können obenauf «schwimmen». Ist die Ablagerung eher flach, weitreichend und zungenförmig und hat sie eine scharfe Begrenzung, spricht man von einer Murgang (Abb. 2). Im steil gestellten Frontbereich der abgelagerten Masse (Murkopf) sind die grössten Komponenten zu finden. Auf dem Kegel eines Wildbaches können durch einen Murgang auch einzelne sehr grosse, kantengerundete Blöcke abgelagert werden.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Ablagerung kartieren
- Lage der Ausbruchsstellen kartieren und beschreiben
- Ablagerung beschreiben (Verteilung der Korngrössen)
- Mittlere Mächtigkeit der Ablagerung bestimmen
- Kubatur der Ablagerung bestimmen (Fläche mal mittlere Mächtigkeit)
- Maximale Korngrösse bestimmen (b-Achse)

Spuren von Hochwasserereignissen ausserhalb des Gerinnes: **Ablagerung von Schwemmholz**



1



2

Beschreibung

Bei Hochwasserereignissen werden oft grosse Mengen von Holz mobilisiert, transportiert und abgelagert. Das können ganze Baumstämme sein oder auch nur einzelne Äste, die in Haufen ausserhalb des Gerinnes abgelagert werden (Abb. 1). Meist sind keine reinen Schwemmholzablagerungen zu beobachten, sondern sie sind vermischt mit Steinen, Sand und Schlamm (Abb. 2).

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Ablagerung kartieren
- Art des Schwemmholzes beschreiben (Alter des Holzes und Art der Baumteile, d.h. ganze Bäume, Stämme, Wurzelstöcke, Äste)
- Anteile der verschiedenen Baumteile sowie Fremdmaterial bestimmen
- Lagervolumen (m^3 Holz) der Ablagerung bestimmen
- Länge und Durchmesser der grössten Holzteile bestimmen

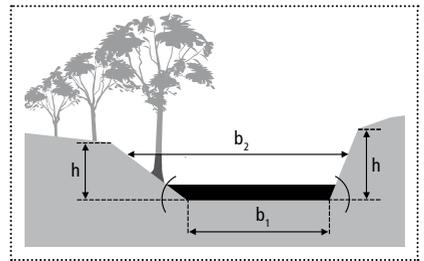
Spuren von Hochwasserereignissen
 ausserhalb des Gerinnes und im Gerinnebereich:
Fliess- und Aufprallspuren



1



2



- b_1 Sohlenbreite
- b_2 Gerinnebreite im Bereich der obersten Spuren
- h Böschungshöhen
- $<$ Böschungswinkel

Beschreibung

Entlang des Gewässerlaufes sind abgelegtes Gras (Abb. 1), Ränder aus Blättern oder Anhäufungen von Holz und Sedimenten zu beobachten. Auch an gewässernahen Objekten (Häuser, Brückenpfeiler) sind Schlammspuren zu sehen. Es können im Weiteren deutliche Aufprallspuren an Bäumen auftreten (Abb. 2), welche durch Geschiebe oder mittransportierte Felsblöcke verursacht wurden. Die Spuren dienen dazu, das Durchflussvolumen von Wasser und Feststoffen zu bestimmen. Je nach Gegebenheiten liegen die Spuren jedoch wegen Wellenschlägen deutlich höher als die Abflussspitze.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Spuren kartieren
- Lage der Spuren im Gewässerlauf beschreiben (gerade Fließstrecke, Innen- oder Aussenkurve)
- Art der Spuren beschreiben (Laub, Schwemmholz, Sandränder)
- Höhe der Spuren bestimmen (an Bäumen oder an gerinnenahen Objekten)
- Querprofile im Gerinne aufnehmen

Spuren von Hochwasserereignissen
ausserhalb des Gerinnes und im Gerinnebereich:
Gerinneverlagerung bei Gebirgsflüssen



Beschreibung

Bei grossen Hochwasserereignissen können Gebirgsflüsse ihr Bett verlagern. Die Ufer werden so stark erodiert, dass die Flussachse verschoben wird. Der Fluss kann dabei den ganzen Talboden einnehmen (Abb. 1). Weiter flussabwärts und ausserhalb des Gerinnes werden die erodierten Feststoffe wieder abgelagert; Erosions- und Ablagerungsstellen wechseln sich ab. Besonders gefährlich ist die Gerinneverlagerung für Verkehrswege, die parallel zum Gewässer verlaufen, oder für Gebäude, die direkt am Ufer stehen (Abb. 2).

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Gerinneverlagerung kartieren
- Querprofile des neuen Gerinnes aufnehmen
- Kubatur des erodierten und abgelagerten Materials bestimmen
- Erodirtes Material beschreiben (fein, grob)
- Weiterführende Analysen sind Aufgabe von Spezialisten



1



2

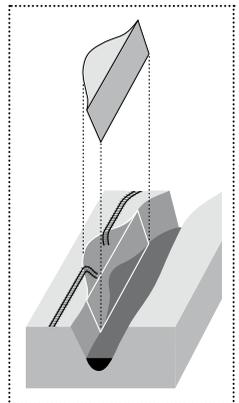
Beschreibung

Bei vorherrschender Seitenerosion sind die Ufer seitlich stark abgetragen, übersteilt und tendieren dazu nachzurutschen. Das Gerinnebett ist meist nicht stark eingetieft. Bei Gebirgsflüssen sind während eines Hochwasserereignisses die Prallhänge besonders erosionsanfällig (Abb. 1). Bei Wildbächen ist eine Kombination von gleichzeitiger Seiten- und Tiefenerosion typisch (Abb. 2). Hat das Gerinne eine deutlich erkennbare U-Form, so kann das auf einen Murgang hinweisen.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Seiten- bzw. Tiefenerosion kartieren
- Material des erodierten Ufers beschreiben (fein oder grob; alluviale oder verfestigte Schotter, Rutschmasse)
- Querprofile an typischen Stellen aufnehmen
- Querprofile vor dem Ereignis an denselben Stellen abschätzen
- Volumen des abgetragenen Materials bestimmen
- Erosionsleistung bestimmen ($\text{m}^3/\text{Laufmeter Gerinne}$)

Seitenerosion samt Erosionsvolumen.



Spuren von Hochwasserereignissen im Gerinnebereich: **Sohlenufandung**



Beschreibung

Im Gerinne sind grosse, frische Materialanhäufungen zu finden (Abb. 1, Abb. 2). Das Gerinnebett hat sich gegenüber dem Ursprungszustand stark angehoben. Da das Transportvermögen nicht mehr ausreicht, um das Geschiebe weiterzubewegen, kommt es zur Akkumulation respektive zur Aufandung der Gerinnesohle.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Sohlenufandung kartieren
- Material der Aufandung beschreiben (nur feines oder grobes und feines Geschiebe gemischt)
- Aktuelle und ursprüngliche Sohlenhöhe bestimmen
- Abgelagertes Volumen bestimmen



1

Beschreibung

Das Gerinne ist durch die Anhäufung von Feststoffen teilweise oder ganz verstopft. Holz, Geschiebe, Rutschmassen oder auch Lawinenschnee bilden einen natürlichen Damm im Gewässerbett (Abb. 1). Der Rückstau führt dazu, dass das Hindernis über- oder umflossen wird. Je nachdem verlässt das Gewässer auch sein Bett und überflutet die angrenzende Fläche oder sucht sich einen neuen Weg. Typisch ist eine Verkläuserung bei einer Brücke (Abb. 2), bei einem Durchlass oder einer natürlichen Engstelle. Die Verkläuserung kann bei genügend Druck plötzlich durchbrochen werden und es kann zu Flutwellen kommen.



2

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Verkläuserung kartieren
- Allfällige Ausbruchsstelle und neuen Gerinnelauf kartieren
- Engnis beschreiben (Brücke, Durchlass, natürliche Engstelle)
- Art des Materials in der Verkläuserung beschreiben (Geschiebe, Holz, Rutschmasse, Lawinenschnee)
- Mächtigkeit und Volumen der Verkläuserung bestimmen

Terrassen



1



2

Beschreibung

Dem Ufer entlang sind deutliche Terrassen sichtbar (Abb. 1, Abb. 2). Diese sind Spuren der zeitlichen Abfolge von Ablagerung und Erosion. Anzahl und Art der gebildeten Terrassen können somit Aufschluss über den Ereignisablauf geben.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Terrassen kartieren
- Material der Terrassen beschreiben
- Anzahl der Terrassen bestimmen
- Höhe und Breite der einzelnen Terrassen bestimmen
- Breite des Gerinnes auf der Höhe jeder Terrasse bestimmen

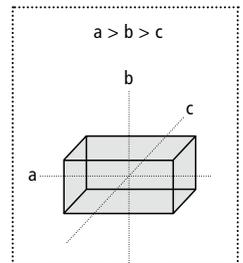


Beschreibung

Entlang eines steilen Wildbachgerinnes hat sich frisches Material angehäuft. Dabei können sich auch einzelne, sehr grosse Blöcke entlang der Sohle abgelagert haben (Abb. 1, Abb. 2). Besonderes Kennzeichen sind die gerundeten Kanten, welche auf Murgangtransport hindeuten. Diese Blöcke sollen nicht verwechselt werden mit so genannten Residualblöcken, die z.B. als Blockschlag aus den seitlichen Hängen ins Gerinne gelangt sind (deutlich scharfkantig) oder aus Moränenablagerungen stammen (gerundet, aber nicht frisch). Hier gilt es, die angrenzenden Hänge auf Erosionsspuren zu untersuchen und die lokale Geologie zu beachten.

Dokumentation

- Lage der übergrossen Blöcke kartieren
- Blöcke beschreiben (runde oder eckige Kanten)
- Grösse der Blöcke bestimmen (a-, b-, c-Achsen)
- Anzahl der Blöcke pro Streckenabschnitt bestimmen
- Herkunft der Blöcke bestimmen (Spuren im angrenzenden Hang, lokale Geologie beschreiben)



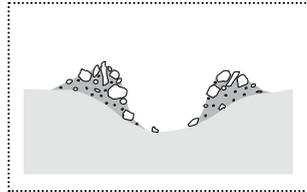
Levéé/Murwall bei Wildbächen



1



2



Querschnitt durch Gerinne mit Levées.

Beschreibung

In einem steilen Wildbachgerinne sind entlang der Uferländer meist beidseitig abgelagerte Schuttwülste, so genannte Levées, zu erkennen (Abb. 1). Die Korngrösse in der Ablagerung nimmt tendenziell gegen oben zu. Dabei sind grosse Steine und Blöcke oft oben auf den Wülsten zu finden (Abb. 2). Das Vorhandensein von Levées deutet auf einen Murgang hin.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Levées kartieren
- Material der Levées beschreiben (grob, feines Material)
- Sortierung der Komponenten beschreiben (Lage der groben Komponenten)
- Mächtigkeit der Levées über der Sohle bestimmen
- Volumen der Levées pro Gerinneabschnitt bestimmen
- Korngrössen bestimmen

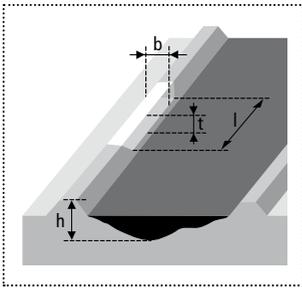
Spuren von Hochwasserereignissen im Gerinnebereich: Dambruch bei eingedeichten Gebirgsflüssen



1



2



- h Höhe über der Sohle
- t Tiefe der Bresche
- b Breite der Bresche
- l Länge der Bresche

Beschreibung

Teilweise oder völlige Zerstörung eines (künstlichen) Hochwasserschutzdammes, zum Beispiel durch Überströmen oder durch innere Erosion (Abb. 1, Abb. 2).

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Bresche kartieren
- Art des Dammmaterials beschreiben
- Länge, Breite und Tiefe der Bresche bestimmen
- Höhe der Bresche über der Sohle bestimmen
- Weiterführende Analysen sind Aufgabe von Spezialisten

Phänomene von Rutschungen und Hangmuren

Rutschungen und Hangmuren sind gravitative Massenbewegungen von abgleitenden Hangteilen aus Fest- und/oder Lockergestein sowie Bodenmaterial. Sie treten meist infolge eines Scherbruches und an mässig geneigten bis steilen Böschungen und Hängen auf. Solche Hanginstabilitäten zeigen eine grosse Vielfalt an Erscheinungsformen.

Eine pragmatische Klassifikation unterscheidet die folgenden Kategorien:

Bezeichnung	Charakteristika
Hangmure	Oberflächennah mobilisiertes Gemisch aus Lockergestein, Bodenmaterial und Wasser, das sich vorwiegend in fließender Form und relativ schnell (1–10 m/s) bewegt. Hangmuren bilden sich lokal an relativ steilen Hängen, wobei bei starker Wassersättigung des Untergrundes bzw. hohem Wassereintrag und hohen Wasserdrücken auch Hänge mit geringeren Neigungen gefährdet sind. In vielen Fällen fehlt eine eigentliche Gleitfläche, in anderen Fällen geht die Hangmure aus einer spontanen Rutschung mit klarer Gleitfläche hervor. Das bewegte Material wird aufgrund des hohen Wasseranteils verschwemmt.
Spontane Rutschung	Bei ungünstigen Hangneigungs- und Untergrundverhältnissen (z.B. Lockermaterial über schlecht durchlässigem Untergrund) spontan abgehende Rutschungen, ausgelöst durch Stark- oder Dauerregen, Schneeschmelze oder sonstige Wasserkonzentration (z.B. Leitungsbruch). Oft Übergang in Hangmuren. Spontane Rutschungen können auch als Sekundärbewegungen auf tiefgründigen Rutschkörpern entstehen. Das abgeglittene Material ist unterhalb der Ausbruchsnische in der Regel annähernd vollständig erhalten und nur wenig verschwemmt. Spontane Rutschungen können flach-, mittel- oder zum Teil auch tiefgründig sein.
Permanente Rutschung	Hangpartien aus Lockergestein oder Fels mit anhaltender, langsamer Verformung durch weitgehend bruchlose, kontinuierliche Deformation und/oder diskontinuierliches Kriechen mit Gleitvorgängen auf zahlreichen Kleinsttrennflächen. Es wird zwischen substabilen und aktiven bis sehr aktiven Rutschmassen unterschieden. Permanente Rutschungen können tief- oder zum Teil auch mittelgründig sein.
Absenkung oder Einsturz	Im Zusammenhang mit der Auslaugung eines löslichen Untergrundes meist aus Kalk, Gips oder Rauwacke und dadurch (oder z.B. auch durch Bergbau) entstandenen unterirdischen Hohlräumen können allmähliche oder plötzliche Bodenabsenkungen und Einstürze erfolgen.

Relevant für die Spurensicherung unmittelbar nach Ereignissen sind primär die spontanen Rutschungen und Hangmuren. Deshalb konzentrieren sich die folgenden Hinweise und Beispiele auf diese beiden Prozesse. Permanente Rutschungen und Einsturzprozesse sind eher seltene Ereignisse, welche vorzugsweise von Fachleuten aufgenommen werden sollten und daher hier nicht weiter erläutert werden.



Hangmure.



Spontane Rutschung.

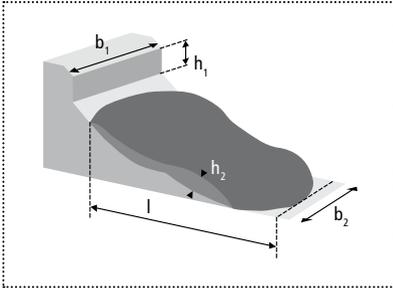
Sowohl bei spontanen Rutschungen als auch bei Hangmuren ist eine ausführliche Beschreibung des gesamten Prozessraumes sehr wichtig. Zudem werden auch zahlreiche Details aufgenommen.

Bei Rutschungen, die nicht in eine Hangmure übergehen, bleibt in der Regel ein Teil der verrutschten Masse bereits in der Anrisszone, d.h. nach kurzer Distanz, liegen. Ein weiterer Teil der Masse verschüttet auch nicht verrutschtes Gelände. Bei der Aufnahme geht es hier vor allem um die Ausdehnung (Länge und Breite) des betroffenen Bereiches.

Bei Hangmuren wird vorgeschlagen, Ausbruchbereich sowie Transit- und Ablagerungsbereich einzeln zu betrachten. Im Anrissbereich wird unter anderem festgehalten, ob die Hangmure eine klare Gleitfläche aufweist oder nicht. Im Transitbereich geht es darum, den Fließweg der Hangmure hinsichtlich Form und Ausdehnung zu erfassen, und im Ablagerungsbereich wird das verschwemmte Material charakterisiert.

Neben der detaillierten Aufnahme einzelner Prozessspuren ist auch eine Beschreibung des gesamten von einem Ereignis betroffenen Gebietes wichtig (vgl. Kapitel «Bausteine einer optimalen Ereignisdokumentation»).

Spuren von Rutschungen im Ausbruch- und Ablagerungsbereich: **Anriss und verlagerte Rutschmasse**



- b_1 Breite des Anrisses
- h_1 Mächtigkeit des Anrisses
- l Länge der Rutschmasse
- b_2 Breite der Rutschmasse
- h_2 Mächtigkeit der Rutschmasse



Beschreibung

Als Anriss einer Rutschung wird die mehr oder weniger scharfkantige Stufe am oberen Rand der losgebrochenen Masse bezeichnet. Diese Stufe kann je nach Tiefe der Rutschung verschieden mächtig sein. Das durch eine Rutschung verlagerte Material wird als Rutschkörper oder Rutschmasse bezeichnet (Abb. 1). Diese Rutschmasse kann entweder als mehr oder weniger kompakte Schicht verlagert werden oder sie kann in kleinere oder grössere Schollen zerbrechen. Somit ist die Oberflächenrauigkeit des verlagerten Materials unterschiedlich gross. In der Rutschmasse können sich quer zum Hang auch Stauchwülste bilden.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Anrisskante sowie der Rutschmasse kartieren
- Form der Rutschmasse beschreiben (flächig, zungenförmig, mit Wülsten)
- Verlagertes Material beschreiben (Korngrößen, Rauigkeit, Feuchtigkeit, Fremdmaterial)
- Breite und Mächtigkeit des Anrisses bestimmen
- Länge, Breite und Mächtigkeit der Rutschmasse bestimmen (Volumen)
- Umgebung der Rutschung beschreiben (Hangneigung, Topographie, Vegetation)

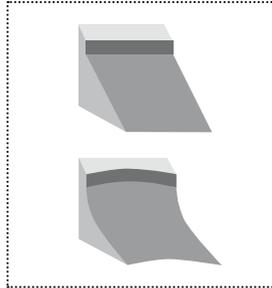
Spuren von Rutschungen im Ausbruchbereich: Beschaffenheit und Form der Gleitfläche



1

Beschreibung

Die Gleitfläche (oder Bruchfläche) einer Rutschung ist die Fläche, auf welcher sich die verlagerte Masse talwärts bewegt hat. Diese Gleitfläche kann sich je nach Tiefe der Rutschung im Boden, in Lockermaterial oder auf der Felsoberfläche befinden. Je nach Material weist die Gleitfläche eine unterschiedlich hohe Rauigkeit auf. Zudem kann die Fläche entlang der Falllinie entweder gestreckt oder gekrümmt verlaufen. Bei einer gestreckten Gleitfläche wird von einer Translationsrutschung (Abb. 1) gesprochen, bei einer gekrümmten Fläche von einer Rotationsrutschung (Abb. 2). Im Bereich der offenen Gleitfläche sind oft Wasseraustritte erkennbar.



Gestreckte und gekrümmte Gleitfläche.



2

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der offenen Gleitfläche kartieren
- Lage der Gleitfläche beschreiben (im Boden, im Lockermaterial, auf dem Fels)
- Art der Gleitfläche beschreiben (Rauigkeit)
- Form der Gleitfläche beschreiben (gestreckt, gekrümmt)
- Tiefe der Gleitfläche bestimmen
- Allfällige Wasseraustritte beschreiben (Lage, Schüttung)

Spuren von Rutschungen im Ausbruchbereich: **Zugrisse und gespannte Wurzeln**



1



Zugrisse hangparallel und seitlich.

Beschreibung

Oberhalb der Anrisskante (nahe oder weiter entfernt) einer Rutschung können sich je nach Spannungsbedingungen im Untergrund parallel zum Anriss so genannte Zugrisse (Abb. 1) bilden. Solche Zugrisse im Boden oder Fels sind sehr unterschiedlich breit und tief. Manchmal bilden sich durch leichte Senkungsbewegungen gleichzeitig mit den Zugriszen auch kleine bis mittlere Geländestufen. In bewaldetem Gebiet kommen in den Zugriszen häufig gespannte Wurzeln zum Vorschein (Abb. 2).



2

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Zugrisse kartieren
- Zugrisse beschreiben (Bodenmaterial, gespannte Wurzeln)
- Länge, Breite und Tiefe der Zugrisse bestimmen
- Abstand zur Anrisskante bestimmen



1



2

Beschreibung

Je nach Tiefe der Gleitfläche und Geschwindigkeit des Rutschprozesses können Bäume im Ausbruch-, Transit- und Ablagerungsbereich durch die bewegte Rutschmasse verletzt, schief gestellt oder gar gebrochen werden (Abb. 1, Abb. 2).

Dokumentation

- Lage der beschädigten Bäume kartieren
- Art der Schäden beschreiben (schief gestellte oder gebrochene Bäume)
- Ausmass der Schäden bestimmen
- Fläche des beschädigten Waldbestandes bestimmen

Spuren von Hangmuren im Ausbruchbereich: **Anriss einer Hangmure**



1

2



Beschreibung

Hangmuren bilden sich lokal an mehr oder weniger steilen Hängen, wobei meist eine starke Wassersättigung des Untergrundes bzw. ein hoher Wassereintrag und somit hoher Wasserdruck im Spiel ist. Bei vielen Hangmuren fehlt eine eigentliche Gleitfläche (Abb. 1). Manche Hangmuren gehen jedoch auch aus einer spontanen Rutschung mit klarer Gleitfläche hervor (Abb. 2), sofern die Rutschbewegung in eine Fließbewegung übergeht.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung des Anrisses kartieren
- Art des Anrisses beschreiben (mit oder ohne klare Gleitfläche)
- Lage und Art der allfälligen Gleitfläche beschreiben (im Boden, im Lockermaterial, auf dem Fels, Rauigkeit)
- Tiefe der allfälligen Gleitfläche bestimmen
- Allfällige Wasseraustritte beschreiben (Lage, Schüttung)
- Umgebung des Anrisses beschreiben (Hangneigung, Topographie, Vegetation)



1



2

Beschreibung

Der Fliessweg einer Hangmure sieht je nach Topographie, Art und Grösse des Ereignisses sowie Materialkonsistenz (Wassergehalt) unterschiedlich aus (Abb. 1, Abb. 2). Die Transitstrecke kann sehr kurz bis sehr lang sein und ebenso verschieden in der Breite. Je nach Hangneigung und Hangform (gestreckter, konvexer oder konkaver Hang) breitet sich die bewegte Masse unterschiedlich aus.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung des Fliessweges kartieren
- Fliessweg beschreiben (Form)
- Länge und Breite des Fliessweges bestimmen
- Umgebung des Fliessweges beschreiben (Hangneigung, Topographie, Vegetation)

Spuren von Hangmuren im Ablagerungsbereich: **Ablagerung einer Hangmure**



1



2

Beschreibung

Das von einer Hangmure bewegte Material wird aufgrund des hohen Wasseranteils meist weit verschwemmt (Abb. 1). Falls die Bewegung bis in ein Fließgewässer reicht, kann das Material auch weggespült werden. Die Form der Ablagerung ist meist flächig oder je nach Geländeform auch kegelförmig. Zudem ist die Rauigkeit der Ablagerung in der Regel eher gross (wellige Oberfläche, Abb. 2) und die Feuchtigkeit der frisch abgelagerten Masse sehr hoch.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung des verschwemmten Materials kartieren
- Form der Ablagerung beschreiben (flächig, kegelförmig)
- Verлагertes Material beschreiben (Boden, Steine, Holz, Rauigkeit, Feuchtigkeit)
- Länge, Breite und Mächtigkeit der Ablagerung bestimmen (Volumen)
- Umgebung der Ablagerung beschreiben (Hangneigung, Topographie, Vegetation)



Phänomene von Sturzprozessen

Sturzprozesse sind schnelle, gravitative Massenbewegungen, bei welchen sich das aus dem Gebirgsverband losgebrochene Material fallend, rollend und springend talwärts bewegt. Dabei wird der grösste Teil des Weges in der Luft zurückgelegt. Die Ablösung des Sturzmateri als erfolgt meist entlang von vorhandenen Schicht- oder Bruchflächen.

Hinsichtlich der Dokumentation von Sturzprozessen werden die folgenden Kategorien unterschieden:

Bezeichnung	Charakteristika
Steinschlag	Ablösung von einzelnen Steinen mit einem mittleren Durchmesser von < ca. 0,5 m. Mehr oder weniger isolierte Sturzbewegungen (fallen, rollen, springen) von Einzelkomponenten.
Blockschlag	Ablösung von einzelnen Blöcken mit einem mittleren Durchmesser von > ca. 0,5 m. Mehr oder weniger isolierte Sturzbewegungen (fallen, rollen, springen) von Einzelkomponenten.
Felssturz	Ablösung «en bloc» eines grösseren, mehr oder weniger fragmentierten Gesteinspaketes (oft 100 bis >100 000 m ³). Meist Übergang in mehr oder weniger isolierte Sturzbewegungen (fallen, rollen, springen) der Einzelkomponenten.
Bergsturz	Gleichzeitiges Loslösen sehr grosser Gesteinsvolumina (1 Mio. bis mehrere Mio. m ³). Die Art des Ausbrechens ist nicht definiert. Der initiale Mechanismus kann z.B. eine grosse Felsrutschung entlang einer rampenförmigen Bruchfläche sein. Starke Wechselwirkung zwischen den Komponenten («Sturzstrom») und sehr grosse Transportdistanzen.
Eisschlag/Eissturz	Ablösung von einzelnen Eisblöcken. Die Blöcke können von einem Gletscher losbrechen oder auch aus einer vereisten Felswand (Eiszapfen) stürzen. Mehr oder weniger isolierte Sturzbewegungen (fallen, rollen, springen) von Einzelkomponenten.

Im Folgenden werden die Spuren von Stein- und Blockschlägen sowie von Felsstürzen näher erläutert. Eisschlagspuren können analog zu Stein- bzw. Blockschlagspuren aufgenommen werden. Bergstürze sind so seltene und einschneidende Ereignisse, dass deren Dokumentation Sache von Fachleuten ist, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

Die Aufnahme von Stein- und Blockschlagspuren soll es ermöglichen, den Prozessablauf zu rekonstruieren. Im Ausbruchbereich werden Lage und Art des Ausbruchs sowie das Volumen des losgebrochenen Materials aufgenommen.

Im Transitbereich geht es darum, den Weg der Steine und Blöcke zu erfassen und Sprunghöhen und Sprungweiten zu rekonstruieren. Im Ab-



Blockschlag.



Felssturz.

lagerungsbereich werden die Anzahl und die Grösse der Steine und Blöcke festgehalten. Auch Angaben über Art und Ursache der Ablagerung werden gemacht. Transit- und Ablagerungsbereich überschneiden sich häufig, denn Steine und Blöcken können unter Umständen auch im Transitgebiet abgelagert werden.

Bei der Aufnahme eines Felssturzes steht die Betrachtung des Gesamtvolumens im Vordergrund und dies vor allem im Ablagerungsbereich. Somit werden insbesondere die Ausdehnung und die Mächtigkeit der Ablagerung erfasst. Im Transitbereich eines Felssturzes wird wenn möglich die Sturzbahn abgegrenzt und pauschal aufgenommen (Spuren am Boden und an Bäumen). Der Ablösungsbereich wird allenfalls grob kartiert und charakterisiert.

.....
Neben der detaillierten Aufnahme einzelner Prozessspuren ist auch eine Beschreibung des gesamten von einem Ereignis betroffenen Gebietes wichtig (vgl. Kapitel «Bausteine einer optimalen Ereignisdokumentation»).

Spuren von Stein- und Blockschlag im Ausbruchsbereich: **Ausbruch aus Felswand oder Gehängeschutt**



1

Beschreibung

Steine und Blöcke können aus einer grösseren Felswand oder einem kleinen Felsband (Abb. 1) sowie aus einer Schutthalde (Gehängeschutt, Abb. 2) losbrechen. Beim Ausbruch aus einer Felswand oder einem Felsband ist in der Regel eine deutliche, durch scharfe Kanten abgegrenzte Ausbruchsnische zu sehen. In dieser Nische ist der Fels noch unverwittert und vegetationslos und daher deutlich heller als in der restlichen Wand. Bei einem Ausbruch aus einer Schutthalde ist eine genaue Lokalisierung der Ausbruchsstelle oft nicht möglich, sondern es kann nur das ungefähre Herkunftsgebiet festgehalten werden.



2

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung des Ausbruchs kartieren
- Art des Ausbruchgebietes beschreiben (Felswand, Felsband, Gehängeschutt)
- Form und Aussehen der Ausbruchsnische beschreiben
- Höhe des Ausbruchs bestimmen
- Höhe und Breite der Ausbruchsnische bestimmen (Volumen des Ausbruchs)
- Gesteinsart und Zustand im Ausbruchsbereich beschreiben (Verwitterungsgrad, Klüftung)



1



2

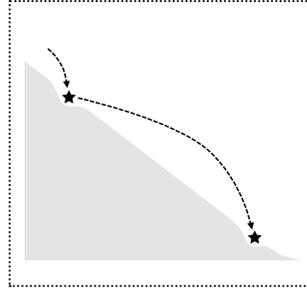
Beschreibung

Bewegt sich ein Stein oder Block nur langsam talwärts und hat deshalb nicht genügend Energie, um zu springen, dann rollt er und hinterlässt je nach Untergrund eine mehr oder weniger deutliche Rollspur. In einem weichen Boden kann ein Block eine lang gezogene, hangabwärts laufende Mulde aufreißen (Abb. 1). Auf einer geteerten Strasse ist eine Rollspur hingegen kaum sichtbar, denn der Block hinterlässt höchstens eine Serie von kleinen Del-

Dokumentation

- Lage und Richtung der Rollspur kartieren
- Form und Umgebung der Rollspur beschreiben
- Maximale Länge, Breite und Tiefe der Rollspur bestimmen
- Distanz, Richtung (Azimut) und Hangneigung zum letzten Spurpunkt bestimmen
- Beschaffenheit der Oberfläche und des Untergrundes im Bereich der Rollspur festhalten

Spuren von Stein- und Blockschlag im Transitbereich: Einschlagspuren am Boden



Einschläge am Boden.



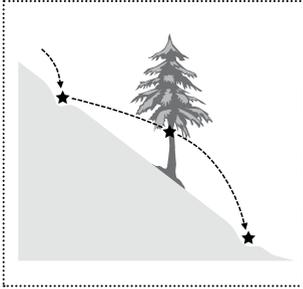
2

Beschreibung

Erreicht ein Stein oder Block eine gewisse Geschwindigkeit, beginnt er zu springen und hinterlässt dabei je nach Oberfläche und Untergrund mehr oder weniger tiefe Einschlagspuren am Boden. Diese Spuren sind meist trichterförmig und im Grundriss rund bis oval. Grösse und Tiefe des Einschlags sind zudem stark abhängig von der Grösse und der Geschwindigkeit des Blockes. Einschläge in weichem Material wie Waldboden oder Wiese/Weide (Abb.1) sind in der Regel deutlicher sichtbar als Spuren auf harten Schutthalden, Wegen oder Strassen (Abb.2).

Dokumentation

- Lage der Einschlagspur kartieren
- Form und Umgebung der Einschlagspur beschreiben
- Maximale Länge, Breite und Tiefe der Einschlagspur bestimmen
- Distanz, Richtung (Azimut) und Hangneigung zum letzten Spurpunkt bestimmen
- Beschaffenheit der Oberfläche und des Untergrundes im Bereich der Bodenspur festhalten



Einschlag an Baum.



1



2

Beschreibung

Ein Baum kann durch den Aufprall eines fallenden Steines oder Blockes verletzt werden. Eine solche Verletzung kann je nach Steingröße und Geschwindigkeit des Steines beim Aufprall sehr unterschiedlich aussehen. Auch Baumart und Baumdurchmesser beeinflussen das Ausmass eines Schadens. Grösse, Höhe und radiale Lage der Verletzung am Stamm können daher stark variieren. Zudem wird manchmal nur die Baumrinde verletzt (Abb. 1) und manchmal Rinde und Holz (Abb. 2). Ein Block kann grundsätzlich als Volltreffer oder Streifschuss aufschlagen.

Dokumentation

- Lage der Einschlagspur kartieren
- Art des Einschlags beschreiben (Verletzung von Holz, Volltreffer oder Streifschuss)
- Höhe und Maximaldurchmesser des Schadens bestimmen
- Distanz, Richtung (Azimut) und Hangneigung zum letzten Spurpunkt bestimmen
- Baum beschreiben (Baumart, Baumdurchmesser auf Brusthöhe)
- Dichte des umgebenden Baumbestandes bestimmen (Anzahl Bäume pro ha)

Spuren von Stein- und Blockschlag im Transitbereich: **Stark beschädigte oder zerstörte Bäume**



1



2

Beschreibung

Bäume können durch den Einschlag eines Blockes nicht nur verletzt, sondern auch stark beschädigt (Abb. 1) oder ganz zerstört werden. Faktoren wie Grösse und Geschwindigkeit des Blockes, aber auch Trefferhöhe und Trefferart sowie Baumart und Baumdurchmesser spielen dabei eine wichtige Rolle. Ein Baum kann auf Höhe des Einschlags gespalten, geknickt oder ganz gebrochen werden. Manchmal wird durch den Aufprall auch nur der Wipfel eines Baumes abgeschlagen. Zudem ist es auch möglich, dass ein Baum durch einen Blockeinschlag schräg gestellt oder gar entwurzelt wird (Abb. 2).

Dokumentation

- Lage des beschädigten Baumes kartieren
- Art des Baumschadens beschreiben (gespalten, geknickt, gebrochen, geköpft, schräg gestellt, entwurzelt)
- Höhe des Einschlags und des Schadens bestimmen
- Distanz, Richtung (Azimut) und Hangneigung zum letzten Spurpunkt bestimmen
- Baum beschreiben (Baumart, Baumdurchmesser auf Brusthöhe)
- Dichte des umgebenden Baumbestandes bestimmen (Anzahl Bäume pro ha)

Spuren von Stein- und Blockschlag im Transit- oder Ablagerungsbereich: **Abgelagerte Steine/Blöcke natürlich gestoppt**



1



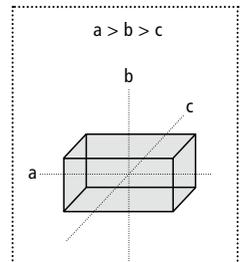
2

Beschreibung

Im Transit- oder Ablagerungsbereich können Steine und Blöcke auf natürliche Weise zum Stillstand kommen, wenn z.B. die Hangneigung stark abnimmt. Ebenso werden Steine und Blöcke abgelagert, wenn der Untergrund weich oder die Oberflächenrauigkeit hoch ist. Sie können auch auf Geländeverflachungen oder in Geländemulden gestoppt werden (Abb. 1). Manchmal werden Steine und Blöcke auch nur zufällig hinter einem Baum (Abb. 2) gestoppt und zumindest temporär abgelagert. Diese Ablagerungen sind meist nicht sehr stabil, d.h. der Stein oder Block kann leicht wieder in Bewegung geraten.

Dokumentation

- Lage der abgelagerten Steine/Blöcke kartieren
- Ursache und Stabilität der Ablagerung festhalten
- Anzahl Steine und Blöcke bestimmen
- Gesamtkubatur aller abgelagerten Steine und Blöcke bestimmen
- Grösse des grössten sowie eines mittleren Steines/Blockes bestimmen (a-, b-, c-Achsen)
- Umgebung der Ablagerung beschreiben (Hangneigung, Topographie, Untergrund, Oberfläche, Vegetation)



Spuren von Stein- und Blockschlag im Transit- oder Ablagerungsbereich: **Abgelagerte Steine/Blöcke durch anthropogene Elemente gestoppt**



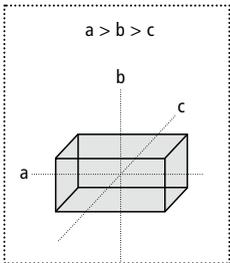
1



2

Beschreibung

Steine und Blöcke können nicht nur auf natürliche Weise gestoppt, sondern auch durch anthropogene Elemente zum Stillstand gebracht werden. Dies kann zufällig oder absichtlich geschehen. So können Steine und Blöcke zufälligerweise auf Wegen und Strassen abgelagert werden (Abb. 1). Auch hinter Holzstapeln (Abb. 2) und anderen Bauwerken können Steine und Blöcke abgefangen werden. Absichtlich gestoppt werden Steine und Blöcke meist in Schutznetzen.



Dokumentation

- Lage der abgelagerten Steine/Blöcke kartieren
- Ursache und Stabilität der Ablagerung festhalten
- Anzahl Steine und Blöcke bestimmen
- Gesamtkubatur aller abgelagerten Steine und Blöcke bestimmen
- Grösse des grössten sowie eines mittleren Steines/Blockes bestimmen (a-, b-, c-Achsen)
- Umgebung der Ablagerung beschreiben (Hangneigung, Topographie, Untergrund, Oberfläche, Vegetation)



1



2

Beschreibung

Bei einem Felssturz bricht ein grösseres, mehr oder weniger fragmentiertes Gesteinspaket «en bloc» aus einer Felswand los. In der Regel ist eine deutliche Ausbruchnische zu sehen, in welcher der Fels noch unverwittert und daher heller ist als im Rest der Wand (Abb. 1, Abb.2).

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung des Ausbruchs kartieren
- Art des Ausbruchgebietes beschreiben (Felswand, Felsband)
- Form und Aussehen der Ausbruchnische beschreiben
- Höhe, Breite und Tiefe der Ausbruchnische bestimmen (Volumen des Ausbruchs)
- Gesteinsart und Zustand des Ausbruchgebietes beschreiben (Verwitterungsgrad, Klüftung)
- Weiterführende Analysen sind Aufgabe von Spezialisten

Spuren von Felssturz im Transit- und Ablagerungsbereich: Transitschneise und Ablagerung der Gesteinsmasse



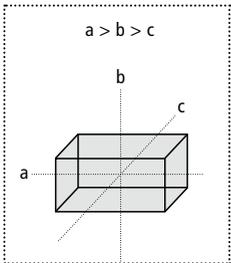
1



2

Beschreibung

Ein Felssturz hinterlässt im Transitbereich meist eine klar abgegrenzte Schneise, am deutlichsten im Wald (Abb. 1). In dieser Schneise wird die Vegetation durch die fallende Gesteinsmasse stark beschädigt bis völlig zerstört. Am Boden sind viele, oft sehr grosse Einschlagspuren zu sehen. Der grösste Teil der losgebrochenen Gesteinsmasse bewegt sich talwärts, bis sie meist aufgrund der abnehmenden Hangneigung zum Stillstand kommt. Die Ablagerung ist oft kegelförmig (Abb. 2). Einzelne grössere Blöcke können auch seitlich aus der Hauptschneise ausbrechen oder sich über die Hauptablagerung hinaus weiterbewegen.



Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der der Transitschneise und der Ablagerung kartieren
- Ausgebrochene Einzelblöcke kartieren
- Schäden im Transitbereich pauschal beschreiben (Bodenspuren, Baumtreffer)
- Ausdehnung und Mächtigkeit der Ablagerung bestimmen
- Grösse des grössten sowie eines mittleren Blockes bestimmen (a-, b-, c-Achsen)
- Umgebung der Transitschneise und der Ablagerung beschreiben (Hangneigung, Topographie, Untergrund, Oberfläche, Vegetation)



Eine Lawine ist die plötzliche und schnelle Talwärtsbewegung von Schnee und/oder Eis mit einer Sturzbahn von über 50 Metern Länge. Sie bewegt sich als gleitende, fließende oder rollende Masse oder als aufgewirbelte Schneewolke talwärts und kann auch Fremdmaterial wie Steine, Holz und Erde mitreißen. Hangneigung, Bodenrauigkeit, Aufbau der Schneedecke sowie Temperatur und Wind beeinflussen die Lawinenbildung.

Für die Dokumentation von Lawinen sind die folgenden Kategorien von Bedeutung:

Bezeichnung	Charakteristika
Schneebrettlawine Lockerschneelawine	Form des Anrisses linienförmig und scharfkantig Form des Anrisses punktförmig
Oberlawine Bodenlawine	Lage der Gleitfläche innerhalb der Schneedecke Lage der Gleitfläche auf dem Boden
Flächenlawine Runsenlawine	Form der Sturzbahn flächig Form der Sturzbahn runsenförmig
Fließlawine Staublawine	Form der Bewegung vorwiegend fließend Form der Bewegung vorwiegend stiebend
Trockenschneelawine Nassschneelawine	Ablagerung trocken Ablagerung nass

Im Folgenden werden die Spuren von Lawinen näher erläutert. Kleine Schneerutsche werden hingegen hier nicht behandelt.

Bei Lawinen ist die Beschreibung des gesamten Prozessraumes sowie die Aufnahme von einigen Details wichtig. Für die Spurensicherung werden somit Aufnahmen im Anrissbereich sowie im Transit- und Ablagerungsbereich vorgeschlagen, welche es ermöglichen sollen, den Prozessablauf möglichst gut zu rekonstruieren. Je nachdem, ob die Spurensicherung unmittelbar nach dem Ereignis (im Schnee) oder erst im Frühling (im Aperzustand) erfolgt, können unterschiedliche Größen erhoben werden.

Im Anrissbereich werden Lage, Ausdehnung und Mächtigkeit des Anrisses erhoben und die Tiefe der Gleitfläche ermittelt. Zudem wird der



Fließlawine.



Staublawine.

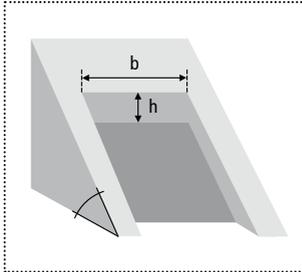
Neben der detaillierten Aufnahme einzelner Prozessspuren ist auch eine Beschreibung des gesamten von einem Ereignis betroffenen Gebietes wichtig (vgl. Kapitel «Bausteine einer optimalen Ereignisdokumentation»).

Transitbereich, d.h. die Sturzbahn der Lawine, möglichst gut abgegrenzt und charakterisiert. Im Ablagerungsbereich ist die Ausbreitung der Schneemasse von besonderem Interesse. Daher werden Lage, Ausdehnung und Mächtigkeit der Ablagerung aufgenommen. Von Bedeutung ist unter anderem auch der Fremdmaterialanteil im abgelagerten Lawinenschnee.

Spuren von Lawinen im Anrissbereich: Linienförmiger oder punktförmiger Anriss

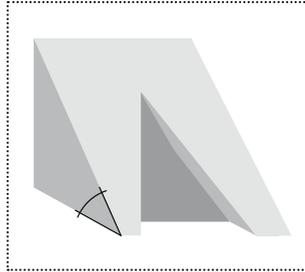


1



Linienförmiger und punktförmiger Anriss:

- b Breite
- h Mächtigkeit
- < Hangneigung



2

Beschreibung

Eine Lawine kann entweder linienförmig oder punktförmig anreissen. Bei einem linienförmigen Anriss (Abb. 1), der quer zum Hang verläuft und durch eine breite, scharfkantige Stufe gekennzeichnet ist, spricht man von einer Schneebrettlawine. Diese bricht bei kompakten Schneelagen als ganze Tafel los. Ein punktförmiger Anriss (Abb. 2) entsteht bei lockerem Schnee mit schwachem Zusammenhalt. Eine punktförmig losbrechende Lockerschneelawine schwillt erst allmählich an.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung des Anrisses kartieren
- Anrissgebiet beschreiben
- Form des Anrisses beschreiben (linienförmig, punktförmig)
- Breite und Mächtigkeit des Anrisses bestimmen
- Exposition und Hangneigung des Anrissgebietes bestimmen
- Ursache des Anrisses angeben (spontaner Anriss, Sprengung, Skifahrer)

Spuren von Lawinen im Anriss- und Transitbereich: Gleitfläche innerhalb der Schneedecke oder auf dem Boden



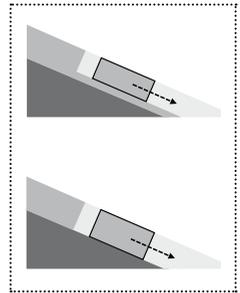
1

Beschreibung

Die Gleitfläche, auf welcher die Lawine abfährt, kann sich entweder innerhalb der Schneedecke oder auch direkt auf der Bodenoberfläche befinden. Bei einer Gleitfläche innerhalb der Schneedecke (Abb.1) wird von einer Oberlawine gesprochen. Sichtbar ist eine gleichmäßige Schneesicht im Anrissbereich. Die Gleitfläche kann sich im Neuschnee oder im Altschnee bzw. an deren Grenzfläche bilden. Als Bodenlawine (Abb.2) wird eine Lawine bezeichnet, wenn sich die Gleitfläche direkt auf dem Boden befindet und im Anrissbereich somit die meist aufgeschürfte Bodenoberfläche zu sehen ist.



2



Gleitfläche in Schneedecke (oben) und am Boden (unten).

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Gleitfläche kartieren
- Lage der Gleitfläche beschreiben (in Schneedecke, am Boden)
- Art der Gleitfläche beschreiben (Rauigkeit, Schneebeschaffenheit, Oberflächenreif)
- Tiefe der Gleitfläche bestimmen

Spuren von Lawinen im Transitbereich: Flächige oder runsenförmige Sturzbahn



Beschreibung

Die Sturzbahn einer Lawine kann je nach Anrissform und Gelände flächig oder runsenförmig (kanalisiert) verlaufen. Bei einer Sturzbahn an einem gestreckten Hang bildet sich in der Regel eine Flächenlawine (Abb.1), die sich über den ganzen Hang ausbreitet. Von einer Runsenlawine (Abb.2) wird hingegen gesprochen, wenn die Sturzbahn mehrheitlich in einer Runse oder in einer Waldschneise verläuft. Es ist auch möglich, dass eine Lawine zuerst als Flächenlawine losbricht und erst weiter unten in einer Runse kanalisiert wird.



Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Sturzbahn kartieren
- Form der Sturzbahn beschreiben (flächig, runsenförmig)
- Länge und Breite der Sturzbahn bestimmen
- Umgebung der Sturzbahn beschreiben (Hangneigung, Topographie, Vegetation)



Beschreibung

Schurfspuren am Boden (Abb. 1) weisen darauf hin, dass sich eine Lawine mehrheitlich fließend talwärts bewegte. Ebenso war die Bewegungsform einer Lawine vorwiegend fließend, wenn im Transit- und Ablagerungsbereich mehr oder weniger deutliche Fliesspuren (Strömungslinien) sichtbar sind (Abb. 2). Sofern die Lawine Bäume bricht, werden diese im Falle einer Fliesslawine meist mitgerissen und dann mit dem Lawinenschnee wieder abgelagert.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Hinweise kartieren
- Art der Hinweise beschreiben
- Ausmass der Hinweise bestimmen (Länge, Breite)

Hinweise auf eine Staublawine



1



2

Beschreibung

Bewegte sich eine Lawine vorwiegend stiebend talwärts, sind im Transit- und Ablagerungsbereich keine Fliess- und Schurfsuren zu sehen. Ein wichtiger Hinweis auf eine Staublawine ist hingegen die Anlagerung von stark gepresstem Schnee z.B. an einer Hausfassade bis hinauf unter das Dach (Abb.1). Ebenso weist die flächige Zerstörung von Wald (Abb.2) auf eine Staublawine hin, sofern die Bäume vom Luftdruck der Lawine gebrochen, aber nicht verlagert wurden, sondern an Ort liegen blieben.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Hinweise kartieren
- Art der Hinweise beschreiben
- Ausmass der Hinweise bestimmen (Länge, Breite)

Spuren von Lawinen im Transit- und Ablagerungsbereich: Schäden an Waldbeständen



1



2

Beschreibung

Befindet sich ein Waldbestand in der Sturzbahn oder im Ablagerungsbereich einer Lawine, dann wird dieser in der Regel stark beschädigt. Bäume können je nach Intensität und Art der Lawine geköpft, gebrochen, entwurzelt, entastet oder schief gestellt werden (Abb. 1). Dabei können ganze Waldschneisen entstehen (Abb. 2). Die Baumschäden können in unterschiedlicher Höhe über Boden auftreten.

Dokumentation

- Lage der beschädigten Bäume kartieren
- Art der Schäden beschreiben
- Höhe über Boden der Baumschäden bestimmen
- Fläche des beschädigten Waldbestandes bestimmen

Spuren von Lawinen im Ablagerungsbereich: **Form und Ausmass der Ablagerung**



1



2

Beschreibung

Form und Ausmass einer Lawinenablagerung können je nach Gelände und Lawinenart stark variieren. Eine flächige Ablagerung (Abb. 1) entsteht in der Regel, wenn auch die Sturzbahn flächig ist. Umgekehrt führt eine runsenförmige Sturzbahn eher zu einer zungen-, finger- oder kegelförmigen Ablagerung (Abb. 2). Die räumliche Ausdehnung sowie die Höhe der Ablagerung sind ebenfalls sehr variabel. Eine Lawine kann unter Umständen sogar bis an den Gegenhang hinaufbranden, bevor sie zum Stillstand kommt. Bei Staublawinen gilt das Sedimentierungsgebiet der Schneewolke als Ablagerungszone.

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung der Ablagerung kartieren
- Form der Ablagerung beschreiben (flächig, zungenförmig, kegelförmig)
- Länge, Breite und Mächtigkeit der Ablagerung bestimmen
- Gesamtvolumen der Ablagerung bestimmen
- Umgebung der Ablagerung beschreiben (Hangneigung, Topographie, Vegetation)

Spuren von Lawinen im Ablagerungsbereich: Art und Fremdmaterialfracht der Schneemasse



1



2

Beschreibung

Die Ablagerung einer Lawine kann sehr unterschiedliche Rauigkeiten, Feuchtigkeiten und Fremdmaterialfrachten aufweisen. Sie kann aus sehr feinen bis sehr groben Komponenten bestehen. Dabei wird zwischen harten, kantigen Schollen oder weichen, runden Knollen (Abb.1) unterschieden. Auch die Feuchtigkeit der abgelagerten Schneemasse ist stark variabel und reicht von sehr trocken bis sehr nass. Im Weiteren kann die Ablagerung aus reinem Schnee bestehen oder auch verschieden grosse Anteile an Fremdmaterialien wie Steine, Erde und Holz enthalten (Abb.2).

Dokumentation

- Lage und Ausdehnung verschiedener Schneemassen kartieren
- Rauigkeit der Ablagerung beschreiben (grob, fein)
- Art der abgelagerten Komponenten beschreiben (kantige Schollen, runde Knollen)
- Feuchtigkeit der Schneemasse beschreiben (trocken, feucht, nass)
- Fremdmaterial in der Ablagerung beschreiben (Steine, Erde, Holz)
- Anteil des Fremdmaterials bestimmen

BUWAL, Eidg. Forstdirektion, 1998: Begriffsdefinitionen zu den Themen: Geomorphologie, Naturgefahren, Forstwesen, Sicherheit, Risiko. Arbeitspapier. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Eidg. Forstdirektion. Bern

BWW, BUWAL, 1995: Symbolbalkasten zur Kartierung der Phänomene. Empfehlungen Naturgefahren. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern

BWW, BRP, BUWAL, 1997: Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Empfehlung Naturgefahren. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern

BWW, BRP, BUWAL, 1997: Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Empfehlung Naturgefahren. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern

Hübl J., Kienholz H., Loipersberger A. (Eds.), 2002: DOMODIS: Documentation of Mountain Disasters – State of Discussion in the European Mountain Areas. Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT. Klagenfurt

Hübl J., Kienholz H., Loipersberger A. (Hrsg.), 2006: DOMODIS: Dokumentation alpiner Naturereignisse [Documentation of Mountain Disasters]. Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT. Klagenfurt

Kantonsforstamt Glarus, 1998: Anleitung zur Spurensicherung. Kantonaler Ereigniskataster. Glarus

Kantonsforstamt St. Gallen, 2001: Anleitung zur Spurensicherung. Kantonaler Ereigniskataster Naturgefahren. St. Gallen

Kienholz H., Kunz I., Perret S., 2002: Documentation and Monitoring of Mountain Hazards – An Effective Tool for Integral Risk Management. Final Proc. Int. Symposium on Landslide Risk Mitigation and Protection of Cultural and Natural Heritage. Kyoto, Japan

Kienholz H., Krummenacher B., Kipfer A., Perret S., 2004: Aspects of Integral Risk Management in Practice – Considerations with Respect to Mountain Hazards in Switzerland. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 56/3-4: 43–50

Loat R., Meier E., 2003: Wörterbuch Hochwasserschutz. Dictionnaire de la protection contre les crues. Dizionario della protezione contro le piene. Dictionary of Flood Protection. Bern

OFAT, OFEE, OFEFP, 1997: Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire. Recommandations dangers naturels. Office fédéral de l'aménagement du territoire, Office fédéral de l'économie des eaux, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. Berne

OFEE, OFEFP, 1995: Légende modulable pour la cartographie des phénomènes. Recommandations dangers naturels. Office fédéral de l'économie des eaux, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. Berne

OFEE, OFAT, OFEFP, 1997: Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire. Recommandations dangers naturels. Office fédéral de l'économie des eaux, Office fédéral de l'aménagement du territoire, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. Berne

PLANAT, BWG, BUWAL, 2000: Vom Gelände zur Karte der Phänomene. Nationale Plattform Naturgefahren, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern

Fotos

Aberhalden, Walter; Steivan, Gaudenz; Stadler, Markus: 61/2
Bunza, Günther: 28/1
Deflorin, Renato: 46/1, 51/2
Eyer, Willi: 51/1
Flotron AG: 31/2, 39/1, 62/2
Frank, Felix: 17, 19>, 41, 50/1, 52/1, 53
Geo7 AG: 13
Gertsch, Eva: 20/2, 22/2, 23/1, 26/2, 29/2, 30/1, 36/1, 40/1
Gosteli, Helen: 20/1, 22/1, 39/2
Hunzinger, Lukas: 25/1, 27/2
Jungfraubahnen: 24/1, 24/2
KAWA: 43<, 44/1, 45/2, 46/2, 48/2, 49/1, 50/2, 55>, 57/2, 59/1, 61/1, 63/1, 63/2
Kienholz, Hans: 29/1, 33<, 36/2, 37/1, 37/2, 60/1, 62/1
Kreuzer, Stefan: 58/2
Macconi, Pierpaolo: 21/2
Mengelt, Curdin: 45/1
Müller, Markus: 27/1
Perret, Simone: 21/1, 26/1, 30/2, 33>, 44/2, 47/1, 47/2, 48/1, 49/2, 52/2
RDB: 43>
Reiter, Kurt: 31/1
Rickli, Christian: 34/1
Schmid, Franziska: 23/2
SLF: 55<, 56/1, 56/2, 57/1, 58/1, 59/2, 60/2
Swiss Air Force: 8
tur GmbH: 25/2, 35/1
Venzin, Toni: 19<
Werlen, Stephan: 35/2, 38/1, 38/2, 40/2
Zimmermann, Markus: 28/2

Kontakt

Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention

info@alpconv.org
www.alpconv.org
Sitz in Innsbruck
Herzog-Friedrich-Strasse 15
A-6020 Innsbruck

Aussenstelle in Bozen
Drususallee 1
I-39100 Bozen

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

info@bafu.admin.ch
www.bafu.admin.ch
CH-3003 Bern

Diese Broschüre wurde vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanziert.

VERTRAGSPARTEIEN: Deutschland | Frankreich | Italien | Liechtenstein | Monaco |
Österreich | Schweiz | Slowenien | Europäische Gemeinschaft

www.alpconv.org

**Ständiges Sekretariat
der Alpenkonvention**

Herzog-Friedrich-Strasse 15
A-6020 Innsbruck
Tel. +43 (0) 512 588 589
Fax: +43 (0) 512 588 589 20
info@alpconv.org

Aussenstelle in Bozen

Drususallee 1
I-39100 Bozen
Tel. +39 0471 055 352
Fax: +39 0471 055 359