

---

# **DOMODIS –** Dokumentation alpiner Naturereignisse [**D**ocumentation of **M**ountain **D**isasters]

**Johannes Hübl, Hans Kienholz, Anton Loipersberger (Herausgeber)**



## Impressum

### Redaktion

Hübl, Johannes                                    Institut für Alpine Naturgefahren, Boku-Wien (Österreich)  
Kienholz, Hans; Schmid, Franziska    Geographisches Institut der Universität Bern (Schweiz)  
Loipersberger, Anton                        Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München (Deutschland)

### Beiträge

Balteanu, Dan                                    Institut für Geographie, Rumänische Akademie, Bukarest (Rumänien)  
Corominas, Jordi                                Universität Katalonien, Institut für Geotechnik, Barcelona (Spanien)  
Egli, Thomas                                    Egli Engineering, St. Gallen (Schweiz)  
Glade, Thomas                                  Institut für Geographie, Universität Bonn (Deutschland)  
Hegg, Christoph                                Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf (Schweiz)  
Schrott, Lothar                                  Institut für Geographie, Universität Bonn (Deutschland)  
Sperling, Markus                                Autonome Provinz Bozen-Südtirol, Sonderbetrieb für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinenverbauung, Bozen (Italien)

### Unterstützung

IAG    International Association of Geomorphologists, UBC, Vancouver (Kanada)  
ICSU-CDR                                        International Council for Science, Committee on Disaster Reduction, Paris (Frankreich)  
INTERPRAEVENT                                Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT, Klagenfurt (Österreich)  
ERDF    Europäischer Regionaler Entwicklungsfonds (im Rahmen der Gemeinschaftsinitiative Interreg III B aus dem EU-Projekt «Disaster Information System in Alpine Regions»)

### Gestaltung

Felix Frank, Bern (Schweiz)

### Druck

Jost Druck AG, Hünibach (Schweiz)

### Zitat

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

### Bezug

Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT  
beim Amt der Kärntner Landesregierung  
Völkermarkter Ring 29, 9020 Klagenfurt (Österreich)  
ISBN 3 - 901164 - 07 - 3

### Download im Internet

<http://www.baunat.boku.ac.at/5585.html>  
<http://wasser.ktn.gv.at/interpraevent>

# **DOMODIS –**

Dokumentation alpiner Naturereignisse  
[**D**ocumentation of **M**ountain **D**isasters]

	Was ist DOMODIS?	3
<b>Teil 1</b>	<b>Allgemeine Grundsätze</b>	4
	1.1 Einleitung	4
	1.2 Alpine Naturgefahren	4
	1.3 Risikomanagement und Schadenminderung	4
	1.4 Dokumentierte Erfahrungen: ihre Bedeutung für die Gefahrenbeurteilung	5
	1.5 Welche Ereignisse sind DOMODIS-Ereignisse?	6
	1.6 Verschiedene Akteure; verschiedene Interessen	6
	1.7 Organisation und Ausbildung auf nationaler oder regionaler Ebene	7
	1.8 Hinweise für Entscheidungsträger	8
<b>Teil 2</b>	<b>Methodik der Umsetzung</b>	9
	2.1 Allgemeine Bemerkungen	10
	2.2 Einbindung von DOMODIS in die Risikovorsorge und in das Ereignismanagement	10
	2.3 Ziele und Grenzen der DOMODIS-Umsetzung	10
	2.4 Klassifizierung der Ereignisse und Dokumentationsphasen	10
	2.5 Organisation der Datenerhebung während und nach dem Ereignis	10
	2.6 Datenverwaltung, Datenablage und Datenabfrage	13
	2.7 Hilfsmittel für die Erhebung	14
	2.8 Ausbildung und Training der Spurensicherer	14
<b>Teil 3</b>	<b>Praktische Aspekte und Hilfsmittel</b>	15
	3.1 Hilfsmittel für die Dokumentation	15
	3.2 Checklisten	15
	3.3 Formulare	15
<b>Teil 4</b>	<b>Literatur</b>	16
<b>Teil 5</b>	<b>Anhang</b>	17
	5.1 Vorschlag für eine Kartenlegende	17
	5.2 Formulare (Beispiel «StorMe», Schweiz)	18
	5.3 Merkmale und «stumme Zeugen»	26
	5.3.1 Hochwasser, Feststofftransport und Übersarung	26
	5.3.2 Murgänge, Schlammströme	28
	5.3.3 Sturzprozesse	30
	5.3.4 Rutschungen	32
	5.3.5 Lawinen	36



Narenbach (Diemtigal, Schweiz)

Kienholz, 1977

**DOMODIS** steht für **D**ocumentation of **M**ountain **D**isasters, das heisst für Unwetterdokumentationen in Gebirgsräumen. DOMODIS ist ein gemeinsames Projekt der ICSU-CDR<sup>1</sup>, der IAG<sup>2</sup> und der Interpraevent<sup>3</sup>.

Dieses Projekt, initiiert von Hans Kienholz (Universität Bern, Schweiz), hat den seit längerem geäusserten Wunsch nach standardisierten Unwetterdokumentationen und entsprechenden organisatorischen Strukturen aufgenommen. Meilensteine der Entwicklung von DOMODIS waren vier internationale Workshops:

- März 1998 in Bern, Schweiz;
- November 1998 in Barcelona, Spanien;
- Oktober 1999 in Bukarest, Rumänien;
- September 2000 in Goldrain, Autonome Provinz Bozen-Südtirol, Italien.

Hier haben Teilnehmer und Teilnehmerinnen aus den Alpenländern und weiteren Bergregionen Grundsätze für die Unwetterdokumentation erarbeitet, die 2002 in einer englischen Fassung<sup>4</sup> publiziert wurden. Die Autoren sowohl der englischen als auch der hier vorliegenden deutschen Fassung sind sich bewusst, dass diese Hefte – obwohl bereits als «Empfehlungen» bezeichnet – nur Ausgangspunkt für weiteren Erfahrungsaustausch und Diskussionen sein können. Kommentare und Beiträge von anderen Fachleuten, die sich

mit Fragen der Unwetterdokumentation beschäftigen, sind dementsprechend willkommen. Die Ergebnisse der bisherigen Diskussionen sind in vier Kapiteln zusammengestellt:

- **Teil 1** beschreibt die allgemeinen Ziele und Absichten sowie die Rahmenbedingungen für die Umsetzung.
- **Teil 2** liefert Detailinformationen für Behörden und Fachleute, die für die Umsetzung zuständig sind.
- **Teil 3** richtet sich an die Praktiker, die für die Dokumentation vor Ort zuständig sind.
- **In Teil 4** befindet sich ein Literaturverzeichnis für die Teile 1 bis 3.
- Der Anhang in **Teil 5** enthält eine Sammlung von Vorschlägen und Beispielen für die praktische Arbeit (z.B. Vorschlag einer Kartenlegende, Formulare, Beispiele von Prozessmerkmalen und «stummen Zeugen» usw.).

Die Autoren danken allen Kollegen und Kolleginnen, die Beiträge zu dieser Broschüre geliefert bzw. anlässlich der Workshops aktiv mitgewirkt haben. Für Fragen, Bemerkungen oder Beiträge stehen folgende Personen zur Verfügung (Deutsch oder Englisch):

- Johannes Hübl [johannes.huebl@boku.ac.at](mailto:johannes.huebl@boku.ac.at)
- Hans Kienholz [hans.kienholz@giub.unibe.ch](mailto:hans.kienholz@giub.unibe.ch)
- Anton Loipersberger [anton.loipersberger@lfu.bayern.de](mailto:anton.loipersberger@lfu.bayern.de)

Die Autoren danken im Weiteren folgenden Organisationen für die Unterstützung der Umsetzung und Herstellung des vorliegenden Berichts:

- International Council for Science, Committee on Disaster Reduction, Paris (Frankreich);
- Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT, Klagenfurt (Österreich);
- International Association of Geomorphologists, Vancouver (Kanada);
- Europäischer Regionaler Entwicklungsfonds (ERDF).

<sup>1</sup> International Council for Science, Committee on Disaster Reduction (zuvor ICSU-SC IDNDR), Paris (Frankreich)

<sup>2</sup> International Association of Geomorphologists, Vancouver (Kanada)

<sup>3</sup> Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT, Klagenfurt (Österreich)

<sup>4</sup> Hübl J., Kienholz H., Loipersberger A. (Eds.): DOMODIS: Documentation of Mountain Disasters – State of Discussion in the European Mountain Areas (Klagenfurt, 2002)

### 1.1 Einleitung

In Gebirgsräumen erfordert der Umgang mit Naturgefahren (Lawinen, Wildbäche, Muren, Felsstürze, Rutschungen usw.) eine sorgfältige Analyse und Bewertung der Gefahren und Risiken. Einer der Grundansätze ist die Analyse früherer Ereignisse, unter anderem basierend auf Dokumenten oder Zeugenaussagen.

In vielen Fällen sind Informationen über frühere Ereignisse nur noch in der Erinnerung lokaler Experten und Einwohner vorhanden. Oder entsprechende Dokumente sind in Archiven von Amtsstellen oder in unsystematischer Form an sonstigen Orten abgelegt. Wenn die Informationsträger sterben oder wenn Mitarbeiter von Amtsstellen in Pension gehen, sind solche Dokumente dann oft kaum mehr zugänglich oder gar gänzlich verloren.

In der Regel fehlt ausserdem eine systematische Bewertung früherer Ereignisse in langfristiger oder überregionaler Hinsicht. Deshalb ist es unbedingt erforderlich,

- **frühere Ereignisse** soweit möglich nachträglich aufzuarbeiten (retrospektiver Ereigniskataster) und
- die **aktuellen Ereignisse** jeweils sofort systematisch zu dokumentieren, die Aufzeichnungen in zugänglicher Form zu archivieren und gegebenenfalls vertiefende Analysen durchzuführen.

Die vorliegenden Empfehlungen befassen sich primär mit der zweiten Forderung, nämlich mit der **Documentation of Mountain Disasters (DOMODIS)**. Sie geben Hinweise zum wissenschaftlichen Hintergrund von DOMODIS. Zudem befassen sie sich mit den notwendigen organisatorischen und

technischen Rahmenbedingungen, welche notwendig sind, um DOMODIS auf der Ebene einer Landes- oder Regionalverwaltung einzuführen und umzusetzen.

Die Empfehlungen legen den Schwerpunkt auf die Dokumentationsarbeit während oder unmittelbar nach einem Ereignis. Dabei geht es primär um die Aufnahme des abgelaufenen Naturprozesses (Murgang, Überschwemmung, Felssturz usw.), in zweiter Linie auch um die vom Ereignis verursachten Schäden. Dokumentation und Analysen des Vorgehens von Einsatz- und Rettungskräften werden hier nicht behandelt; diesbezügliche Briefings sind Aufgabe dieser Dienste selbst beziehungsweise deren übergeordneter Stellen.

Die natürlichen Gegebenheiten sowie die politischen und administrativen Rahmenbedingungen sind von Land zu Land recht unterschiedlich. Deshalb werden nur generelle Vorschläge gemacht, die mit anschaulichen Beispielen ergänzt werden. Basierend auf diesen allgemeinen Grundsätzen muss die Umsetzung in jedem Einzelfall an die spezifischen regionalen oder örtlichen Bedingungen angepasst werden.

### 1.2 Alpine Naturgefahren

Aus der Bewegung von Wasser-, Schnee-, Eis-, Erd- und Felsmassen im Bereich der Erdoberfläche können sich Gefahren für Menschen und Güter ergeben. Solche Prozesse sind in Gebirgsräumen vor allem Lawinen, Murgänge, Hochwasser, Überschwemmungen sowie Rutsch- und Sturzbewegungen von Erd- und Felsmassen. Dazu gehören auch tiefgründige Sackungs- und Kriechbewegungen, die zwar langsam ablaufen, jedoch erhebliche Schäden an Gebäuden und Infrastrukturanlagen verursachen können.

All diese Prozesse werden oft unter dem Begriff **gravitative Naturgefahren** zusammengefasst; sie spielen sich zum grössten Teil in geneigtem Gelände und, mit Ausnahme der Überschwemmungen, vorwiegend in Gebirgsräumen ab. In der englischen Sprache wurde daher der Begriff «Mountain Hazards» eingeführt, der hier mit **alpine Naturgefahren** etwas einengend übersetzt wird. «Alpin» muss in diesem Zusammenhang als «Gebirgsräume betreffend» verstanden werden.

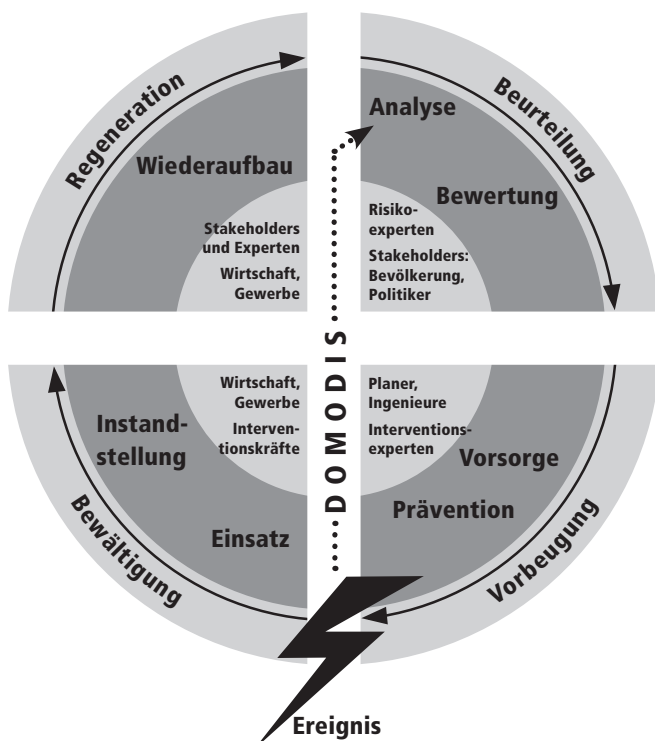
### 1.3 Risikomanagement und Schadenminderung

Viele durch gefährliche Naturprozesse verursachte Schäden treten nicht ganz unerwartet ein, sondern sind das oft vorhersagbare Ergebnis von Interaktionen zwischen der natürlichen Umwelt und dem «System Mensch».

Deshalb richtet sich eine moderne Strategie im Umgang mit alpinen Naturgefahren auf ein umfassendes Risikomanagement. Diese Strategie erfordert systematische Ansätze in der Planung und Umsetzung von Konzepten und Massnahmen. Risikomanagement im engeren Sinn umfasst folgende Schritte (siehe Abb. 1):

- Beurteilung;
- Vorbeugung;
- Bewältigung;
- Regeneration.

Abb. 1 Der Risikomanagement-Zyklus und Akteure (Kienholz et al. 2004).



Integrales Risikomanagement beinhaltet ein operatives Konzept zur Handhabung von Risiken. In einem idealen und rationalen Verfahren werden oder würden zu Beginn und während jeder menschlichen Aktivität nicht nur der erstrebte Nutzen, sondern auch die allfällig inhärenten Risiken in Betracht gezogen. Auch im Zusammenhang mit Naturrisiken sollte mit einer unvoreingenommenen Analyse der möglichen Gefahren und Verletzlichkeiten begonnen werden (Sektor rechts oben in Abb. 1). Auf der Basis dieser Analysen hat eine Bewertung zu erfolgen.

Dort, wo die Risiken zu gross erscheinen, müssen vorbeugende Massnahmen getroffen werden. Diese umfassen Prävention und Vorsorge zur Reduktion der Gefahrenprozesse und der Verletzlichkeit von Menschen und Sachwerten gegenüber Naturgefahren (Sektor rechts unten in Abb. 1).

Während die Prävention zum Ziel hat, den Schaden durch eine angemessene Raumnutzung zu vermeiden oder diesen mit Schutzmassnahmen abzuwenden, umfasst die Vorsorge vor allem Handlungen, die helfen sollen, eine allfällige Katastrophe zu bewältigen (Bereitstellen und Ausbildung von Rettungskräften, Planung von Einsätzen, Abschluss von Versicherungen).

Im Ereignisfall gilt es zunächst, durch rasche Alarmierung, Rettung und Betreuung der Opfer die Folgen so weit als möglich einzugrenzen und mit Sofortmassnahmen (Evakuationen, behelfsmässiger Barrikaden gegen Hochwasser usw.) die Schäden zu begrenzen (Sektor links unten in Abb. 1). Möglichst rasch müssen wichtige Infrastrukturen wieder instand gestellt werden. Im Hinblick auf die laufend anzustrebende Verbesserung des gesamten Risikomanagements («lessons to learn») müssen ausserdem die Interventionen wie auch die Ereignisse gut dokumentiert (= DOMODIS) werden.

In der Phase der Regeneration schliesslich sind die provisorischen Lösungen in definitive Lösungen überzuführen. Dazu gehören nicht nur der Wiederaufbau und die aktive Überführung des Lebens in den Alltagsbetrieb. Es gilt auch, die Ereignisse und die Einsätze zu analysieren und die nötigen Lehren für alle im Risikomanagement-Kreis beteiligten Akteure zu ziehen.

DOMODIS (punktierter Pfeil in Abb. 1) stellt die direkte Verbindung von Unwetterereignissen zu fortlaufend aufdatierten, verbesserten Gefahrenbeurteilungen her: Ereignisdokumentationen schaffen entscheidende Voraussetzungen für vertiefende Ereignisanalysen und liefern damit die Grundlage für besser abgestützte Gefahren- und Risikoanalysen.

**1.4 Dokumentierte Erfahrungen:**

**ihre Bedeutung für die Gefahrenbeurteilung**

Korrekte und umfassende Gefahrenbeurteilungen als wichtiger Bestandteil des integralen Risikomanagements erfordern die Anwendung eines breiten Spektrums von Methoden und Ansätzen (siehe Abb. 2). Die Bandbreite an Verfahren beinhaltet somit:

- **Die Auswertung früherer Ereignisse (rückwärts gerichtete Indikation):** Aufnahme und Interpretation von Spuren im Gelände («stumme Zeugen») und Auswertung

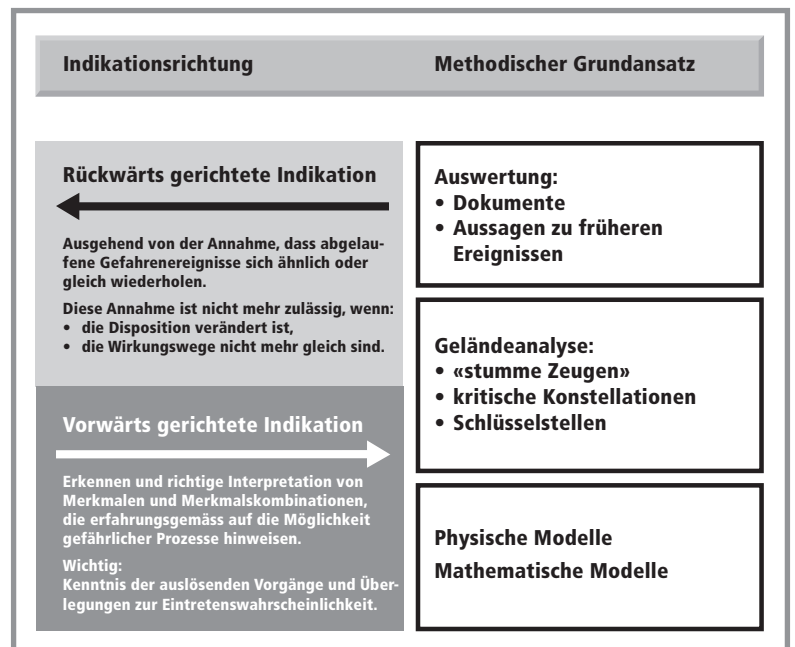
von Aufzeichnungen, Dokumenten, Zeugenaussagen usw. Diese Daten dienen zur Nachrechnung von früher abgelaufenen Prozessen, für Quervergleiche und für die Parameterverifikation von Modellrechnungen.

- **Die Antizipierung künftiger Ereignisse (vorwärts gerichtete Indikation):** detaillierte Bewertung der Situation im Gelände sowie die Anwendung von Modellen, welche die Prozesse beschreiben.

Zu beachten ist, dass sich auch vorausschauende Methoden auf Erfahrungen abstützen, die aus der Auswertung früherer Ereignisse gewonnen wurden. Gute empirische Modelle werden anhand von Beobachtungen, Messungen und Erfahrungen aus realen Situationen erstellt und kalibriert. Somit sind Kenntnisse über **frühere Ereignisse** unverzichtbar.

Viele Naturprozesse sind «kurzlebig» (Dauer von nur wenigen Minuten bis zu einigen Stunden). Zwischen zwei wiederkehrenden Ereignissen kann hingegen auch eine sehr lange Zeitspanne (Jahre, Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte) liegen (siehe Abb. 3). Die Beurteilung und Bewertung von Naturgefahren erfolgt üblicherweise in den ruhigen Phasen zwischen den spektakulären und katastrophalen Ereignissen. Weil dann die unmittelbare Anschauung fehlt, muss der Fachexperte in der Lage sein, gute Vorstellungen und Modelle über mögliche Ereignisse zu entwickeln. Er sollte dabei auch fähig sein, realistische Szenarien zu formulieren, wie die intensiven, kurzzeitigen Ereignisse ablaufen könnten. Es versteht sich von selbst, dass solche Szenarien mit harten Daten und Fakten aus früheren Ereignissen gestützt werden müssen. Eine gute Beobachtung und Dokumentation abgelaufener Ereignisse ist folglich unabdingbar.

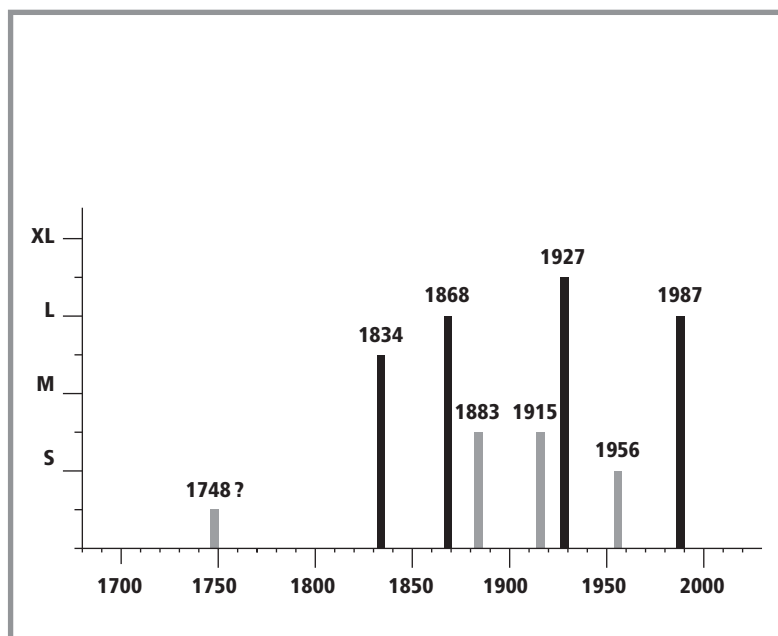
**Abb. 2:** Grundansätze der Gefahrenbewertung (nach Kienholz in Heinimann et al. 1998)



Nun ist es aber in der Realität nur sehr selten der Fall, dass eine Fachperson vor Ort ist, wenn ein Ereignis eintritt. Sofortmassnahmen wie die Beseitigung von Steinen und Geschiebeablagerungen auf Strassen werden üblicherweise innerhalb kürzester Zeit in Angriff genommen. Damit werden wichtige «stumme Zeugen» in der Auslauf- und Ablagerungszone zum Beispiel von Murgängen oder Übersarungen beseitigt. Neben den direkt Betroffenen sind auch die Mitarbeiter der lokalen Behörden in die Rettungs- und Sofortmassnahmen eingebunden. Leute, die eher zufällig versuchen, einige Aspekte eines Ereignisses festzuhalten (wie lokale Augenzeugen, Touristen oder Journalisten), sehen üblicherweise nur den Schaden, aber nicht die geomorphologischen Prozesse selbst.

Deshalb ist es wünschenswert, dass Personen, die nahe am aktuellen Ereignis sind, die Prozesse sorgfältig beobachten bzw. die frischen Spuren aufnehmen und wichtige Daten erheben. Die lokalen Experten (so genannte Spurensicherer) sollen unverzüglich aufgebeten werden, um gezielt wichtige Daten möglichst noch während oder zumindest unmittelbar nach dem Ereignis zu sichern.

**Abb. 3:** Dokumentierte Wildbach- und Murgangereignisse im Bereich des Schwemmkegels der Zavragia in Graubünden, Schweiz (nach Kienholz in Heinemann et al. 1998). Grösse des Ereignisses (Geschiebefracht): **S**mall, **M**edium, **L**arge, **eX**tra **L**arge; Ereignisse grösser als Mittel (M) sind als dunkle Balken dargestellt, kleinere als helle Balken.



### 1.5 Welche Ereignisse sind DOMODIS-Ereignisse?

Geomorphologische Prozesse ereignen sich überall und zu jeder Zeit: Wasser fliesst, und Verwitterung, Erosion sowie Transport und Ablagerung von Material in kleinen («normalen») Mengen finden ständig statt. Gegenstand von DOMODIS sind jedoch grössere Ereignisse, die Ursache sein können für:

- Todesopfer und/oder Schäden an Hab und Gut;
- Schäden an Infrastrukturen mit (indirekten) wirtschaftlichen Konsequenzen;
- Schäden an der Vegetation, am Ökosystem, an der Landschaft;
- Schäden an technischen Schutzmassnahmen (z.B. Lawinerverbauungen).

Lawinen, Murgänge, dynamische Überschwemmungen und Übersarungen, oberflächliche Rutschungen, Hangmuren und Steinschläge dauern meist nur kurze Zeit (Minuten, Stunden oder wenige Tage). Im Gegensatz dazu finden andere Prozesse, z.B. eher langsame, tiefgründige Rutschungen oder Kriechbewegungen, oft über Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte permanent, periodisch (z.B. saisonal) oder episodisch statt. Da die Dokumentation dieser letztgenannten Prozesse weniger problematisch ist, konzentriert sich DOMODIS hauptsächlich auf die kurzzeitigen Ereignisse.

Neben den oben erwähnten Prozessen schliesst DOMODIS je nach Situation auch kleinere, nicht schadensrelevante Ereignisse mit ein, denn auch diese können wichtige Informationen zu Prozessabläufen oder zur Wirksamkeit von Schutzmassnahmen liefern.

Die mögliche Integration der Ereignisdokumentation in die Bewältigung (Sektor links unten in Abb.1) wird in den folgenden Kapiteln erläutert.

Nicht Gegenstand der folgenden Ausführungen ist die retrospektive Aufarbeitung früherer Ereignisdokumentationen in Archiven etwa von Gemeinden, von Behörden oder von Klöstern. Diese Auswertung wird jedoch wo immer möglich empfohlen.

### 1.6 Verschiedene Akteure; verschiedene Interessen

Je nach Aufgabe sind die verschiedenen Akteure im Risikomanagement an unterschiedlichen Daten über Unwetterereignisse (Disposition und Auslösung, Prozessabläufe usw.) interessiert. DOMODIS befasst sich mit der zweiten und in erster Näherung auch mit der dritten Kategorie der Akteure (siehe auch Abb.4):

- **1. Kategorie. Akteure im Ereignismanagement** brauchen sofort aktuelle Daten und Informationen für einen ersten Überblick über die Schadenplätze. Für sie ist der Zeitfaktor der ausschlaggebende Punkt. Somit brauchen sie rasche und zutreffende Informationen, aber nicht alle Details bezüglich eines Prozesses. Die entsprechenden Erhebungen müssen von den Leuten vor Ort durchgeführt werden.
- **2. Kategorie.** In der Mitte – bezüglich Bearbeitungstiefe und Dringlichkeit – stehen die **Fachexperten und Prakti-**



ker (z.B. Bauingenieure, Forstingenieure usw.) von staatlichen Behörden oder privaten Büros, die im Rahmen der Prävention vor alpinen Naturrisiken arbeiten und unter anderem erste Massnahmenkonzepte für den Wiederaufbau erarbeiten müssen. Hier werden Daten benötigt, welche rasch erhoben wurden, das heisst, bevor wichtige Spuren verwischt werden. Es ist aber auch eine grosse Bearbeitungstiefe bzw. ein hoher Detaillierungsgrad anzustreben: Es geht um erste Grundlagen für die Gefahrenzonenplanung bzw. für deren Revision und für angepasste Schutzkonzepte für das längerfristige Risikomanagement.

• **3. Kategorie.** Spezifische, oft sehr detaillierte Daten zu Prozessabläufen und Teilprozessen, die von **spezialisierten Wissenschaftlern** benötigt werden, müssen von diesen selbst erhoben werden, auch wenn das erst einige Zeit nach einem Ereignis möglich ist. Für sie ist es wichtig, dass sie rasch über ein Ereignis informiert werden und dass sie Zugang zu den Daten erhalten, die bereits von anderen Beteiligten gesammelt wurden.

### 1.7 Organisation und Ausbildung auf nationaler oder regionaler Ebene

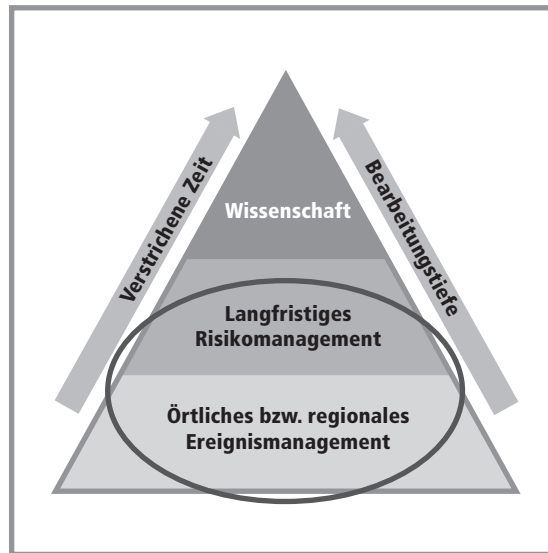
Die Umsetzung von DOMODIS stützt sich auf die administrativen und eventuell auch gesetzlichen Grundlagen der zuständigen Verwaltungseinheit. Dabei müssen die jeweiligen organisatorischen und strukturellen Rahmenbedingungen auf nationaler, bundesstaatlicher oder regionaler Ebene berücksichtigt werden. Das heisst, es geht unter anderem um Zuständigkeiten und Aufgaben der entsprechenden staatlichen Behörden und Dienste, Verfügbarkeit von eigenen Experten im Falle eines Ereignisses, Verfügbarkeit von privaten Experten, den praktikablen Finanzierungsablauf oder finanzielle Einschränkungen.

Das Ereignismanagement auf nationaler, auf regionaler oder auf kommunaler Ebene umfasst verschiedene Aktivitäten, die auf gut vorbereiteten organisatorischen Strukturen beruhen sollten. Je nach Art und Ausmass der Naturgefahrenereignisse werden vorbereitete Interventionen ausgelöst (oft ergänzt durch improvisierte Aktionen). Die Interventionen umfassen etwa:

- Rettung von Menschenleben;
- Sicherstellung der Kommunikation zwischen allen Akteuren und Beteiligten;
- Erkundungen im Gelände (Flüge);
- Schutz des Einsatzteams;
- Beseitigung von Ablagerungen;
- (provisorische) Wiederherstellung wichtiger Verbindungen wie Strassen, Bahnlinien oder Energieversorgungen;
- Einrichtung von Warnsystemen;
- Sicherstellung der Versorgung.

Zusätzlich zu diesen und vielen anderen Aufgaben muss auch die Ereignisdokumentation so früh wie möglich nach dem Ereignis beginnen.

Die Dokumentation des Ereignisses soll nur von Experten (Spurensicherern) durchgeführt werden, die selbst nicht in die



**Abb.4** Aktualität und Detaillierungsgrad der Ereignisdokumentation: Interessen der verschiedenen Beteiligten (Kienholz, 2001)



oben aufgelisteten Rettungsmassnahmen eingebunden sind. Um eine gute Dokumentationsarbeit zu gewährleisten, müssen zwei wichtige Voraussetzungen erfüllt sein:

- Verfügbarkeit von instruierten Spurensicherern mit genügenden Orts- und Fachkenntnissen für die standardisierte Dokumentationsarbeit;
- Organisationsstruktur, die es erlaubt,
  - dass sofort ausgebildete Spurensicherer aufgeboden werden können;
  - dass diese in guter Koordination mit den Rettungsteams arbeiten können;
  - dass die Spurensicherer freien Zugang zum Schadensgebiet haben (z.B. offizielle Genehmigung);
  - dass sie dazu gegebenenfalls mit geeigneten Mitteln unterstützt werden können (z.B. Transportmöglichkeiten, allenfalls Platz auf Rekognoszierungsflug);
  - dass in der Folge die Aufbereitung und Archivierung der erhobenen Daten und der freie Zugang zu diesen sichergestellt sind;
  - dass die Finanzierung der Arbeiten gewährleistet ist.

Ein ganz wesentlicher Teil von DOMODIS besteht darin, die Spurensicherer entsprechend auszubilden. Um deren Arbeit vor Ort zu erleichtern und einen einheitlichen Qualitätsstandard der erhobenen Daten sicherzustellen, sind auch die notwendigen Hilfsmittel für die Dokumentationsarbeit vorzubereiten.

### **1.8 Hinweise für Entscheidungsträger**

Für alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der vier erwähnten internationalen Workshops sowie für die Autoren und Mitwirkenden an der Ausarbeitung dieser Empfehlungen steht ausser Frage, dass DOMODIS ein unverzichtbarer Bestandteil des Risikomanagements alpiner Naturgefahren ist.

Einige der an den Diskussionen beteiligten Länder haben bereits mit der Umsetzung von DOMODIS begonnen. In diesem Sinne werden diese Empfehlungen als eine Zusammenfassung des gegenwärtigen Standes der Bestrebungen in den europäischen Alpenländern betrachtet. Einige Überlegungen dürften auch für andere Organisationen nützlich sein, die sich mit entsprechenden Fragen beschäftigen. Die Umsetzung von DOMODIS erfordert grundsätzlich

- die Anerkennung der Bedeutung von DOMODIS;
- die Bereitstellung der notwendigen organisatorischen und gesetzlichen Strukturen;
- die Sicherstellung der Finanzierung.

Unter diesen Voraussetzungen kann DOMODIS ein sehr wirksames Hilfsmittel zur Prävention und zur Schadenminderung im Rahmen des integralen Risikomanagements sein. Gleichzeitig ist es auch ein wichtiger Beitrag zur Weiterentwicklung unserer Kenntnisse über komplexe Naturprozesse.

Öztaler Ache (Österreich)

WLV-Tirol, 1987



Moschergaben (Österreich)

Hübl, 1997





Glyssibach (Schweiz), Schweizer Luftwaffe, 2005

**Die Ereignisdokumentation soll von allen beteiligten Akteuren als eine äusserst wichtige Aufgabe mit engem Bezug zum jeweiligen Ereignismanagement anerkannt werden.**

### 2.1 Allgemeine Bemerkungen

Die Organisation der Dokumentation muss gemäss den administrativen und organisatorischen Rahmenbedingungen erfolgen. Dazu sollen Naturgefahrenexperten mit unterschiedlichem beruflichem Hintergrund und mit Felderfahrung beigezogen werden. Die Entwicklung geeigneter organisatorischer Strukturen beinhaltet:

- Definition der Ziele und Grenzen der Umsetzung von DOMODIS in der entsprechenden Region;
- Organisation der Datenerfassung;
- Bezeichnung der für DOMODIS zuständigen Personen: Mitglieder der zentralen Verwaltung? Strassenmeister? Forstleute? Experten von privaten Büros? Sonstige?
- Bereitstellung der für die jeweiligen lokalen Verhältnisse angepassten Hilfsmittel (z.B. illustrative Beispiele, Formulare, Kartenlegenden);
- Erläuterungen der Dokumentationsarbeit;
- Sicherstellung der Verknüpfung zu «externen» Datenquellen (Meteorologie, historische Archive, Zeugen, Foto- und Medienmaterial, Sofortmassnahmen, Schäden, Schutzbauten usw.);
- Aufbau einer Datenbank und eines GIS-Systems;
- Organisation der Dateneingabe und -überprüfung sowie der Datenweitergabe;
- Organisation eines Service- und Informationszentrums, welches Informationen über Ereignisse und zu Gefahren, Risiken und Schutzmassnahmen sammelt, archiviert und bereitstellt.

### 2.2 Einbindung von DOMODIS in die Risikoversorge und in das Ereignismanagement

Wie in Abb. 1 dargestellt, muss die Dokumentation von Gefahrenereignissen ein integraler Bestandteil der Risikoversorge und eng verknüpft mit dem Ereignismanagement sein. Deshalb ist diesem Aspekt in allen Planungen und Vorbereitungen des Ereignismanagements besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Das bedeutet:

- Festlegen der Verantwortung für die Dokumentation in den Organisationsplänen der Krisenstäbe und anderer relevanter Organisationen;
- Integration der Kategorie «Dokumentation» in die Checklisten und Arbeitsanweisungen für Krisenstäbe und zivile Rettungsteams;
- eventuell Vorbereitung von Genehmigungen für einen freien Zugang der Spurensucher zu den betroffenen Gebieten und Planung einer allfälligen Unterstützung (z.B. Transport).

### 2.3 Ziele und Grenzen der DOMODIS-Umsetzung

Unter Berücksichtigung der jeweiligen nationalen oder regionalen Rahmenbedingungen muss ebenfalls definiert werden, welche Ereignistypen dokumentiert werden sollen. Das schliesst folgende Fragen mit ein:

- Welche Gefahrenarten kommen vor?
- Welche Ereignisgrössen wurden bereits beobachtet?
- Welche Bereiche waren betroffen: Nur grössere Siedlungen? Wichtige Versorgungsleitungen? Alle Verkehrsverbindungen? Das ganze Gebiet?
- Welche anderen Gegebenheiten müssen berücksichtigt werden?
- Welche Arbeiten in welchem Umfang sind unter welchen Umständen erforderlich?

### 2.4 Klassifizierung der Ereignisse und Dokumentationsphasen

Naturgefahrenereignisse können in ihrem Ablauf und in ihrer Wirkung sehr unterschiedlich sein. Bezüglich der Priorität und der empfohlenen Abläufe für die Dokumentation gilt es – neben dem Prozessstyp –, hauptsächlich drei Parameter zu berücksichtigen: **Ereignisgrösse, Ereignishäufigkeit, betroffene Gebiete und Schäden.**

Je nach Situation und organisatorischen Rahmenbedingungen und je nach Verfügbarkeit von personellen Ressourcen muss die für DOMODIS verantwortliche Behörde die in Tab. 1 vorgeschlagenen Kriterien anpassen. Unter Berücksichtigung der Ereignisgrösse und der Anforderungen der Nutzer (siehe Abb. 4) erfolgt die Dokumentation in einer oder in zwei oder sogar in drei Phasen:

- **Phase 1:** nur die Minimaldaten erheben: Was? Wo? Wann? Wie viel?
- **Phase 2:** detaillierte Dokumentation des gesamten Prozessgebietes (z.B. Einzugsgebiet eines Wildbaches), in der Regel unter Beizug von Fachleuten.
- **Phase 3:** sehr detaillierte und vertiefte Untersuchungen über spezielle Aspekte des Ereignisses. Solche Studien werden üblicherweise von Wissenschaftlern und Ingenieuren selbst erarbeitet, normalerweise in enger Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Behörden.

### 2.5 Organisation der Datenerhebung während und nach dem Ereignis

Vorrangiges Ziel der Dokumentationsarbeit ist es, den Einsatzkräften im Ereignisfall Daten zu liefern (z.B. für bessere Sicherheit der Rettungsdienste usw.). Die Hauptaufgabe besteht jedoch darin, alle wichtigen Daten von Ereignissen der unteren und teilweise mittleren Kategorie (siehe Abb. 4) im Hinblick auf die langfristig orientierte Gefahrenanalyse zu erheben. An dieser Dokumentation sind primär die mit dem Risikomanagement befassten Experten interessiert. Deshalb sollten diese Erhebungen auch von den Fachleuten selbst (Ingenieuren, Geologen, Geomorphologen etc.) durchgeführt werden.

**Tab. 1** Vorschlag für die Klassifizierung von Ereignissen: Was sind DOMODIS-Ereignisse? (Kienholz, 2001).

**Beispiel: A1 – F3 – M3 (lokales Ereignis – häufig – mit Schäden)**

Als allgemeine Faustregel benötigt die Geländearbeit in der Phase 1 pro Ereignis etwa:

- **örtlich begrenztes Ereignis:** 1 Personentag
- **eine Gemeinde/eine Stadt betroffen:** 5 bis 15 Personentage
- **regionales Ereignis:** > 20 Personentage

Zeit- und Kostenaufwand müssen sich nach Art und Bedeutung des Ereignisses richten; dies liegt in der Verantwortung der zuständigen Behörden. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Kosten für eine gute Dokumentation oft weniger als ein Prozent der Kosten für Rettungsmaßnahmen, Räumung, Wiederherstellung und etwaige Schutzmassnahmen ausmachen. Wenn die Ereignisse sorgfältig dokumentiert und analysiert werden, können die Präventionsmassnahmen oft zielgerichteter und entsprechend wirtschaftlicher geplant und umgesetzt werden.

	<b>DOMODIS-Ereignis: Dokumentation in jedem Fall</b>	<b>Fallweise DOMODIS-Ereignis: Dokumentation auch von anderen Kriterien abhängig</b>	<b>Chronikereignis: Erhebung der Haupt- parameter (Datum, Zeit usw.) in der Regel ausreichend</b>			
<b>Betroffenes Gebiet</b>	<b>A3 Region</b>	<b>A2 Gemeinde, Stadt</b>	<b>A1 lokal</b>			
<b>Ereignis- häufigkeit</b>	<b>F6 erstmal beobachtet</b>	<b>F5 sehr selten (&gt; 100- jährlich)</b>	<b>F4 selten (30- bis 100- jährlich)</b>	<b>F3 häufig (5- bis 30- jährlich)</b>	<b>F2 häufig (1- bis 5- jährlich)</b>	<b>F1 jährlich mehrmals</b>
<b>Ereignis- grösse</b>	<b>M3 Schadenereignis</b>		<b>M2 beinahe Schadenereignis</b>		<b>M1 wichtiges Ereignis ohne Schadenwirkung</b>	

Für eine Erstaufnahme ist es allerdings sinnvoll, sich auch auf lokale Experten mit guten Ortskenntnissen wie z.B. Forstaufseher, Strassenmeister etc. zu stützen. Ihre lokalen Erfahrungen können sehr wertvoll für die Dokumentation sein. Die Spurensicherer sollten aber für diese Arbeit gut ausgebildet sein. Für die Anforderungen der mittleren Kategorie sollten erfahrungsgemäss Ingenieure, Geologen, Geomorphologen usw. beigezogen werden, um die ersten Beobachtungen und Interpretationen zu überprüfen und zu ergänzen. Folgende Punkte sind im Vorfeld zu klären:

- Wer wird im Ereignisfall zuerst alarmiert: eine zuständige staatliche Fachstelle, die Behörde, die Polizei? Wo laufen diese Informationen zuerst ein?
- Wer ist nach der Alarmierung in erster Priorität zuständig?

- Wer ist verantwortlich für die Dokumentation: Fachstelle der Verwaltung oder Experten von privaten Büros?
- Wer entscheidet über weitere Schritte?
- Wie kann die Ereignisdokumentation im Konzept des Risikomanagements verankert und im Ereignisfall umgesetzt werden?

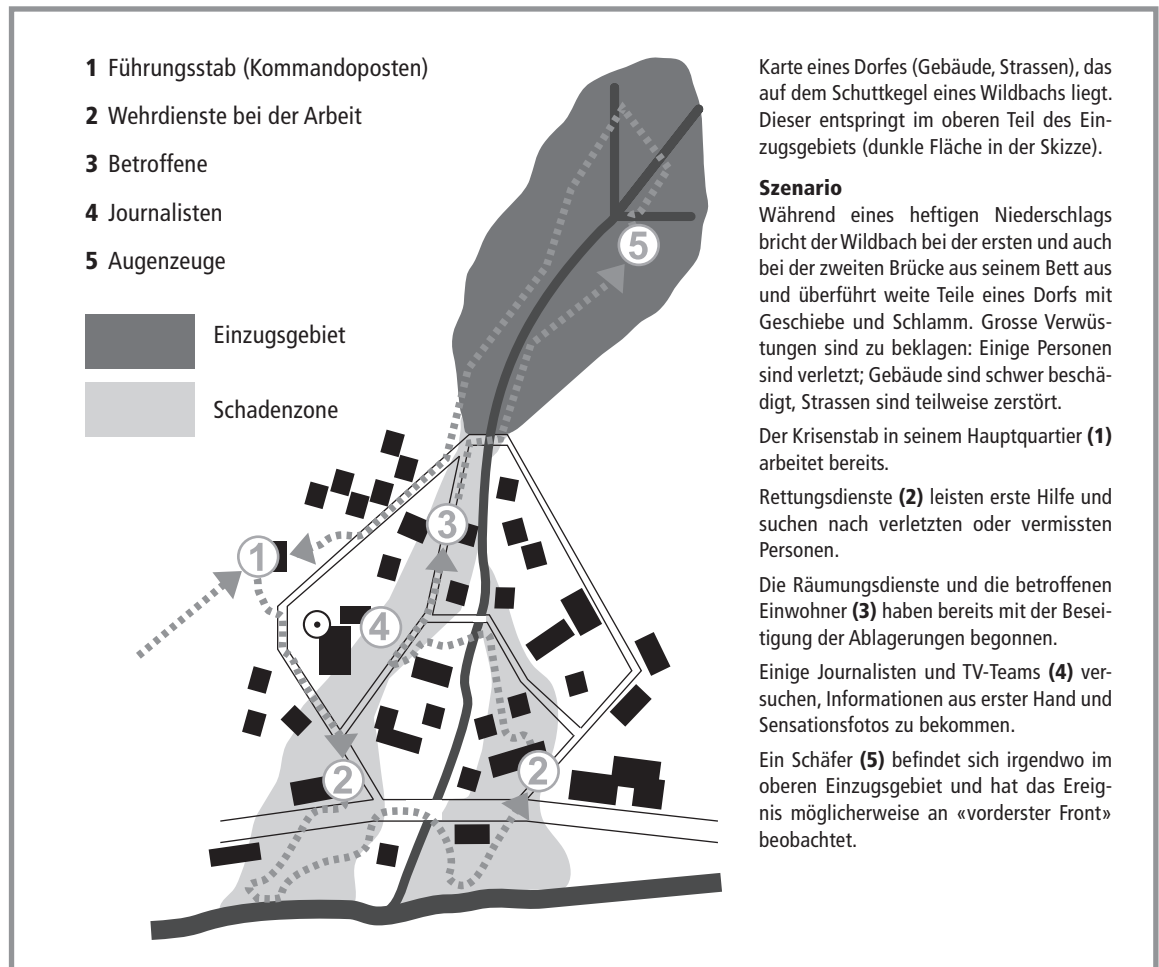
Die Dokumentationsarbeit sollte also von Experten (Spurensicherern) durchgeführt werden, welche

- über genügend Erfahrung und Sachwissen verfügen und sowohl die Prozesse wie auch die Schutzkonzepte kennen und die
- die Bedürfnisse der Ingenieure und anderer mit Gefahrenprävention und Risikominderung beschäftigten Fachleute kennen und deren «Sprache sprechen».

**Abb. 5** DOMODIS als ein unabhängiger Teil des Ereignismanagements (siehe auch Abb. 1).

Die Pfeile beschreiben einen «idealen Ablauf», die Abfolge der Aktivitäten und Kontakte des DOMODIS-Experten im Umfeld des Ereignisses. Dargestellt sind

- das Schadensereignis und die von ihm betroffene Fläche und
- die verschiedenen Akteure (Krisenstab als zentrale Anlaufstelle für alle Rettungsmassnahmen und erster Partner für den Spurensicherer).



Zur Vorbereitung für DOMODIS gehört deshalb die Erstellung einer regionalen Liste der einsetzbaren Spurensicherer, welche regelmässig aktualisiert werden muss. Im Weiteren sind die Spurensicherer mit den nötigen Unterlagen (Formularen, Kartenlegenden usw.) auszurüsten.

Auch die Checklisten und Ablaufschemata des Krisenstabes für vorbereitete Einsätze im Falle von Naturereignissen sollten den Punkt «Spezialist/-en für Dokumentation (Spurensicherer) informieren» enthalten. Die Spurensicherer arbeiten relativ unabhängig von den anderen Aktivitäten im Ereignismanagement, sie stehen aber jeweils in engem Kontakt mit dem Krisenstab.

Das **Prinzip des Ablaufes**<sup>5</sup> in einem Ereignisfall ist in Abb.5 dargestellt: Der Spurensicherer wird vom Krisenstab **(1)** oder von einer lokalen oder höheren Behörde alarmiert. Auf jeden Fall stellt er als Erstes Kontakt mit dem Krisenstab her. In dessen Auftrag beziehungsweise mit dessen Zustimmung und eventuell auch mit spezifischen Anweisungen nimmt der Spurensicherer seine Arbeit auf. Er beginnt in erster Priorität dort, wo die Aufräumarbeiten – etwa die Beseitigung von Ablagerungen – bereits begonnen haben **(2)**. Üblicherweise ist dies der Wirkungsraum eines Prozesses. Der Experte untersucht sodann weitere Bereiche des Prozessgebietes (z.B. das obere Einzugsgebiet eines Wildbaches) und führt Gespräche mit Augenzeugen **(5)**. Diese zusätzlichen Informationen dienen einem besseren Prozessverständnis (Ursachen, Ablauf des Prozesses), können aber auch den Krisenstab in seinen Entscheidungen über Sicherheitsmassnahmen zum Schutz der Rettungs- und Räumungsdienste **(2)** unterstützen. Der Spurensicherer erstattet ausschliesslich dem Krisenstab **(1)** Bericht. Dem TV, Radio oder Zeitungsreportern **(4)** gibt er keine Interviews. Die Erteilung von Auskünften an die Medien ist die Aufgabe des Krisenstabes und nicht die des Spurensicherers (aber natürlich kann der Krisenstab den Experten bitten, ihn bei der Medieninformation zu unterstützen).

## 2.6 Datenverwaltung, Datenablage und Datenabfrage

Die bei der Dokumentation erhobenen Daten und die kartierten Schadensereignisse müssen so abgelegt werden, dass sie rasch für künftige Planungen und Arbeiten bereitgestellt werden können. Deshalb muss Klarheit über Aufbau und Pflege der Datenbank sowie über die Organisation des Datenzugriffs bestehen.

Als Erstes muss unabhängig von den verwendeten technischen Mitteln eine geeignete Datenbankstruktur gewählt oder entwickelt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Daten über Jahrzehnte genutzt werden. Ihre Lebensdauer erstreckt sich über einige Generationen der Hard- und Software.

Auf staatlicher Ebene sollen Minimalanforderungen definiert und die Grundstruktur der Datenbank vorgegeben wer-

den. Die Struktur sollte so flexibel sein, dass Anpassungen und Ergänzungen auf regionaler oder kommunaler Ebene möglich sind. Die Datenbank sollte so organisiert sein, dass es möglich ist,

- gefährliche Prozesse und entsprechende Ereignisse zu dokumentieren;
- die Daten entweder dezentral von ausgebildeten lokalen Experten oder auch von externen Fachleuten (private Ingenieurbüros, Universitäten usw.) zu erheben;
- die Dokumentationen langfristig mit einem vertretbaren Aufwand an Zeit und Kosten zu verwalten;
- zuverlässige Daten für die Gefahren- und Risikoanalyse zur Verfügung zu stellen;
- die Ereignisdaten auf regionaler und überregionaler (z.B. staatlicher) Ebene vergleichbar zu analysieren.

Das Ziel der Datenbank ist die Bereitstellung von Informationen zu historischen, meist schadensrelevanten Ereignissen. Bei der Aufnahme liegt der Fokus deshalb auf der Art des auslösenden Prozesses, auf den Einflussfaktoren des ablaufenden Prozesses (z.B. Vegetation, Geologie, Meteorologie, Geländebeziehungen wie Hangneigung) sowie auf den spezifischen Merkmalen des Prozesses selbst (z.B. Geschwindigkeit der Bewegung, Volumen, Häufigkeit). Weiter gilt es, die Auswirkungen (einschliesslich der betroffenen Fläche) sowie den eingetretenen Schaden zu erheben.

Die Abfrage der Datenbank sollte demnach Aussagen zu folgenden Punkten erlauben:

- korrekte Unterscheidung der verschiedenen Prozess-typen;
- Häufigkeit des betrachteten Prozesses im gefährdeten Bereich;
- Auswirkungen des Prozesses;
- Ursprungsgebiet und Transitzone des Prozesses;
- Schäden an Personen, beweglichen und unbeweglichen Gütern, Infrastrukturen, Natur usw.

Daten zu Gefahrenereignissen beziehen sich typischerweise auf spezifische Standorte oder Gebiete. Deshalb sollte die Datenbank auch geographische Informationen beinhalten. Das kann – auch in Zukunft – auf konventionellen Kartierungsmethoden basieren (wie etwa Handskizzen auf einer Karte). Bei der Verwendung eines Geographischen Informationssystems (GIS) müssen alle Daten georeferenziert sein. Diese Systeme bieten für die Datenanalyse vielfältige Auswertungsmöglichkeiten.

Beim Aufbau einer Datenbank ist im Weiteren das Format für die Ablage der Daten zu definieren (z.B. ACCESS-Tabellen, GIS-Daten), und der Zugang und die Abfrage der Daten sind sowohl technisch wie auch rechtlich zu regeln (z.B. definierte Nutzerprofile).

Unabhängig von der Art der Datenverwaltung sollte das System in das Gesamtkonzept der zuständigen staatlichen Organisation passen sowie auf die Bedürfnisse der Nutzer abgestimmt sein. Wichtigstes Kriterium ist dabei, ein möglichst offenes System zu kreieren, damit es auch an zukünftige Anforderungen angepasst werden kann.

<sup>5</sup> Je nach Situation kann der Experte im Rahmen von Phase 1 weitere Erhebungen durchführen (siehe Tab. 1)

## 2.7 Hilfsmittel für die Erhebung

Arbeitshilfen sind für eine sorgfältige und konzentrierte Dokumentation im Katastrophengebiet unerlässlich. Insbesondere in Stresssituationen ist es hilfreich, wenn man sich auf Ablaufschemata und Checklisten stützen kann.

Schon in der Vorbereitungsphase sind Arbeitshilfen und Werkzeuge zu entwickeln bzw. auch zu testen. Sie sollten möglichst an die lokalen bzw. regionalen Verhältnisse angepasst sein. Auch die Ausbildung der für die Dokumentation zuständigen Personen ist ein wichtiger Aspekt der Vorbereitung.

Je nach organisatorischer Struktur können unterschiedliche Arbeitshilfen für die Ereignisdokumentation eingesetzt werden. Für die Feldarbeit könnten dies sein:

- Checklisten;
- Formulare für Grundinformationen<sup>6</sup>;
- Kartenlegenden<sup>6</sup>;
- gut dokumentierte und illustrierte Beispiele<sup>6</sup>.

Im Gelände ist es praktischer, mit einfachen Listen anstelle von umfangreichen und komplizierten Formularen zu arbeiten. Auf jeden Fall sollten auf irgendeine Art die relevantesten Daten erhoben werden – die Formulare können auch erst später ausgefüllt werden.

## 2.8 Ausbildung und Training der Spurensicherer

Um die zuständigen Personen (Strassenmeister, Förster, Experten von privaten Büros usw.) optimal auf ihre Tätigkeit vorzubereiten, also die Erhebung der Daten nach Ablauf eines Naturereignisses, ist ihre Ausbildung zentral.

<sup>6</sup> Beispiele siehe Anhang

Neben den technischen Aspekten ist auch der Sicherheit ein wichtiger Stellenwert beizumessen. Die Spurensicherer haben bei ihrer Aufgabe die entsprechenden Sicherheitsmassnahmen zu beachten: Weder dürfen sie die Rettungsdienste (z.B. durch Auslösen von Steinschlag bei der Querung eines instabilen Hanges) noch sich selbst gefährden (z.B. Einsinken in Murgangablagerungen).

Das bedeutet, dass die Spurensicherer die Rettungsdienste über vorgesehene Routen der Begehungen informieren sollen (z.B. **(2)** dargestellt in Abb. 5). Die Ziele einer DOMODIS-Ausbildung sind,

- die Spurensicherer für die Dokumentationsarbeit zu sensibilisieren;
- die für die Dokumentation zuständigen Experten zu befähigen, die relevanten Daten eines Naturereignisses aufzunehmen;
- sicherzustellen, dass die Aufnahme nach einem standardisierten Verfahren abläuft;
- sicherzustellen, dass die Daten den Anforderungen der Nutzer genügen.

Damit diese Ziele erreicht werden können, ist es wichtig, dass der Ausbildungsstand der Kursteilnehmer adäquat berücksichtigt wird. Der erste Kurs von ein bis drei Tagen Dauer beinhaltet einen **theoretischen und einen praktischen Teil**. Bei periodischen Workshops (z.B. alle zwei Jahre) können die Experten ihre Erfahrungen austauschen und Methoden, Abläufe, Analysemöglichkeiten usw. miteinander vergleichen.

Pro Seminarleiter sollten nicht mehr als fünf bis sechs Personen an den praktischen Übungen teilnehmen. Die Feldarbeiten während eines Kurses sollten gut vorbereitet sein. Der Erfolg der Ausbildungskurse kann von der zuständigen Verwaltung anhand der erstellten Ereignisdokumentationen periodisch überprüft werden.

### Theoretischer Kurs

Der Erfolg der theoretischen Kurse hängt stark von der Verwendung umfassender Illustrationen (Videoaufzeichnungen von Prozessen, Fotos von typischen Eigenschaften usw.) ab.

Die Bedeutung der einzelnen Felder in den Formularen soll sorgfältig erläutert werden. Zudem sollen die Teilnehmer angewiesen werden, wie sie die Formulare ausfüllen sollen: Handelt es sich z.B. um allgemeine Textbeschreibungen, um ordinale Daten oder um metrische Daten?

Der theoretische Kurs beinhaltet:

- Ziele und Bedeutung von Ereignisdokumentationen;
- Übersicht über die relevanten Gefahrenprozesse und deren Merkmale (Fachausdrücke);
- Übersicht über die relevanten Ereignisse für eine Dokumentation (vgl. Tab. 1);
- Organisation der Arbeit;
- Sicherheitsaspekte;
- Hinweise bezüglich Ausrüstung;
- Erläuterung der Hilfsmittel (siehe Kap. 3.1);
- Organisation der Datenerhebung und -verwaltung.

### Praktischer Kurs

Der praktische Kurs beinhaltet:

- Prioritätensetzung bei den Feldaufnahmen;
- Erkennen charakteristischer Merkmale der Prozesse im Gelände;
- Kartierungsübungen;
- Übungen zum Erkennen geeigneter Standorte für Messungen;
- Messübungen (Indikatoren für die Intensität eines Prozesses wie etwa Querprofile eines Murganggerinnes, Mächtigkeit der Geschiebeablagerungen, Höhe von Aufprallspuren an Bäumen durch Steinschlag usw.);
- Ansprüche an aussagekräftige Fotos (z.B. Massstab, Standort, Blickrichtung usw.).

### Nachhaltigkeit der Ausbildung

Die Qualität der Ausbildung und Arbeit sollte immer wieder überprüft werden. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- Überprüfung der Vollständigkeit der erhobenen Daten;
- Plausibilitätsprüfung;
- Wiederholung der Ausbildungskurse;
- Erfahrungsaustausch zwischen den Personen, die im Gelände arbeiten.



### 3.1 **Hilfsmittel für die Dokumentation**

Für den Vergleich und eine Einordnung der Ereignisse müssen die erhobenen Daten vergleichbare Aufnahmestrukturen und vergleichbare Qualität haben. Da in der Hektik eines Gefahrenereignisses wichtige Dinge einfach vergessen gehen können, ist es sinnvoll, frühzeitig eine «Toolbox» für die Feldaufnahmen zusammenzustellen und bereitzuhalten.

### 3.2 **Checklisten**

Für die Spurensicherer ist eine Checkliste hilfreich, die u.a. folgende Angaben enthält:

- Was muss in welcher Reihenfolge getan werden?
- Welche Kontaktpersonen (Namen, Telefonnummern) sollen informiert werden?
- Welche Hilfsmittel sind verfügbar?
- Wo sind diese Hilfsmittel zu finden?

Es sollte daran gedacht werden, dass die zuständigen Experten in einem Ereignisfall auch nicht verfügbar sein können (Urlaub, Krankheit). Ein Ersatz sollte deshalb vorgesehen werden, damit die Datenerhebung dennoch durchgeführt werden kann.

### 3.3 **Formulare**

Die Formulare sollten so strukturiert sein, dass Daten aus unterschiedlichen Ereignissen miteinander verglichen werden können. Im Weiteren bilden sie die Grundlage zur Charakterisierung eines Einzugsgebietes und/oder einer Region und für ein besseres Prozessverständnis.

Ziel der Dokumentationsarbeit ist es, so viel Informationen als möglich zu einem Ereignis zu erheben.

Beim Entwurf von Formularen und Arbeitshilfen muss der Fokus auf diejenigen Daten gerichtet werden, die innerhalb weniger Stunden oder Tage verloren gehen können. Informationen, die zu einem späteren Zeitpunkt in besserer Qualität erhoben werden können, haben eine nachgeordnete Priorität. Fragen, die von den Bewohnern nur schwer beantwortet werden können, sollten möglichst vermieden werden. Dazu gehören beispielsweise:

- **Grösse der Schäden (monetär) an Gebäuden und Mobilien.** Die Erhebung der Schäden kann Element einer zweiten Phase der Dokumentation sein.
- **Intensität und Dauer des Niederschlags.** In einigen Ländern gibt es eine recht hohe Dichte der Niederschlagsstationen. Daher ist es kein Problem, diese Daten später zu erheben, vielleicht sogar in einer besseren Qualität, wenn die Messdaten mit Daten aus dem Wetterradar kombiniert werden können. Die Art des Niederschlags (Regen, Schnee oder Hagel) ist jedoch eine Frage, die unbedingt vor Ort geklärt werden soll. Das gilt auch für Messungen von privaten Stationen.

Die Formulare sollten sich auf die wesentlichen Informationen beschränken, die innerhalb kurzer Zeit verloren gehen können, wie:

- Was ist passiert (Ereignistyp)?
- Wann ist es passiert (Datum und Zeit)?
- Grössenordnung des Volumens (Abfluss, Murgang, Wildholz)?
- Ablagerungsbereiche?
- Überflutete Gebiete?
- Spezielle Ausprägungen des Prozessverlaufes wie Verklausung von Brücken, Versagen von Bauwerken. Dabei ist die zeitliche Reihenfolge zu beachten: Was passierte zuerst, was als Zweites usw.

Während der Diskussionen in der DOMODIS-Arbeitsgruppe wurde deutlich, dass der Schweizer Ansatz ein wirkungsvolles Konzept für den Entwurf von Formularen sein könnte. Im **Anhang** findet sich dazu eine detaillierte Beschreibung.

COMCAT (1996): Katastrophenschutz. Übersichtsblatt der Zentralstelle für Gesamtverteidigung, Bern

Crozier, M. J. (1998): Landslides. The Encyclopedia of Environmental Science

Cruden, D.M., Varnes, D.J. (1996): Landslide Types and Processes. In: A.K. Turner and R.L. Schuster (Editors), Landslides: Investigation and Mitigation. National Academy Press, Washington, D.C., 36-75

Dikau, R., Brunsden, D., Ibsen, M., Schrott, L. (Editors), Landslide Recognition. John Wiley & Sons, Chichester, 1-12

Egli, T., Bart, R., Gaechter, M. (1997): Anleitung zur Spurensicherung. Kantonaler Ereigniskataster Naturgefahren, Naturgefahrenkommission des Kantons St. Gallen

Hegg, C., Bründl, M. (2002): Die Bedeutung von Ereignisanalysen, aus: Risiko + Dialog Naturgefahren, Tagungsband Forum für Wissen 2001, WSL, Birmensdorf

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

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. Jg., H. 3-4: 43-50, Springer, Wien

Mani, P., Zimmermann, M. (1992): Dokumentation nach Unwetterereignissen: Vorschlag für eine Anleitung. Interpraevent 1992, Tagungspubl., Bd.3: 121-130. Forschungsgesellschaft für vorbeugende Hochwasserbekämpfung, Klagenfurt

Melching, C. S. (1999): Economic Aspects of Vulnerability. Comprehensive Risk Assessment for Natural Hazards. World Meteorological Organization, Geneva, WMO/TD 955: 66-76

Munter, W. (1991): Neue Lawinenkunde. SAC, Bern

UNDRO (1991): Mitigation Natural Disasters. Phenomena, Effects and Options, United Nations Disaster Relief, New York

Der Anhang (siehe folgende Seiten) enthält Vorschläge und Beispiele für die praktische Arbeit.

### 5.1 Vorschlag für eine Kartenlegende

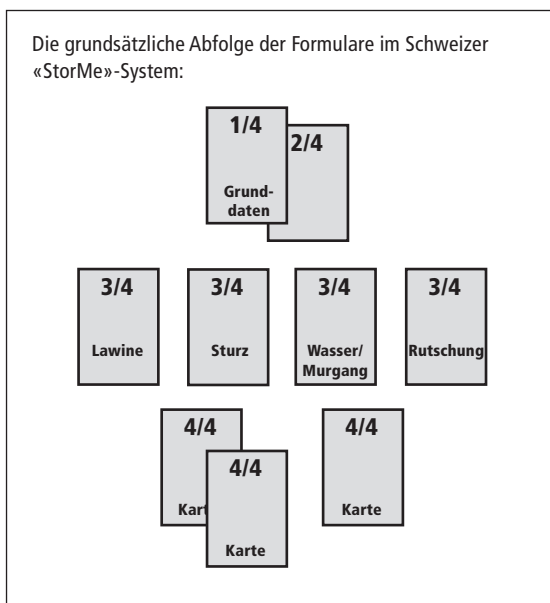
Die Ereignisdokumentation wird oft mit einfachen kartographischen Darstellungen ergänzt; mit einer einfachen standardisierten Kartenlegende werden die Darstellungen vergleichbar. Die hier vorgestellte Kartenlegende – sie wurde ursprünglich von der Geo7 AG (Bern, Schweiz) vorgeschlagen – lässt sich z.B. für die Massstäbe 1:5000, 1:10 000 oder 1:25 000 verwenden:

<b>Wildbach</b>	rot		Erosion
	rot/schwarz		Erosion auf anstehendem Fels
	grün		Erosion und Ablagerung (Umlagerungsstrecke)
	grün		Sedimentation
	grün		Sedimentation auf dem Schwemmkegel
	rot		Seitenerosion
	grün		Grobe Blöcke im Bachbett
	grün		Organische Ablagerungen (Schwemmholz) im Bachbett
	rot		Überfluteter Wald
<b>Muren/Schlammstrom</b>	lila		Erosion
	lila/schwarz		Erosion auf anstehendem Fels
	lila		Erosion und Ablagerung (Umlagerungsstrecke)
	lila		Front des Murgangs
	grün		Schwemmkegel (von Muren)
<b>Hochwasser</b>	blau		Überflutete Fläche
<b>Rutschungen</b>	braun		Anbruch der Rutschung
	braun		Front der Rutschmasse
	braun		Kleine Anbrüche
<b>Hangmuren</b>			Anbruch der Hangmure
	lila		Erosion durch Hangmure
			Ablagerungsbereich
<b>Felssturz</b>	schwarz		Anbruchbereich
	schwarz		Ablagerungsbereich
<b>Zusätzliche Signaturen</b>	schwarz		Interpretation unsicher (z.B. Unterscheidung zwischen älteren und jüngeren Spuren)
	schwarz		Flächen von mehreren Prozessen betroffen (nicht alle Phänomene können kartiert werden)

## 5.2 Formulare (Beispiel «StorMe», Schweiz)

«StorMe», koordiniert durch das Schweizerische Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft<sup>7</sup> (BUWAL, Bern), ist ein Datenbanksystem, das eine einheitliche Dokumentationsstruktur zur Speicherung von Informationen über Naturereignisse bietet. Das System stellt auch Formulare zur Erleichterung und Systematisierung der Felderhebungen bereit:

- Formulare 1/4 und 2/4 für die Grunddaten zum jeweiligen Ereignis;
- Formulare 3/4 und 4/4 für spezifische Informationen zu den einzelnen Prozessen: Lawine, Sturz, Wasser/Murgang, Rutschung.



Alle wichtigen Einträge auf dem Formular müssen mit dem «MAXO-Code» qualifiziert werden. Das Prinzip dieses Codes ist der Gedanke, dass jede Information wertvoll ist: Auch eine fragwürdige Schätzung ist immer noch besser als überhaupt keine Information.

Die Zuverlässigkeit der Daten wird im «MAXO-Code» angegeben, das bedeutet:

- M = Messwert, Feststellung
- A = Annahme, Schätzung
- X = unklar, noch zu erheben
- O = nicht bestimmbar

<sup>7</sup> <http://www.umwelt-schweiz.ch>



<b>Ereigniskataster Naturgefahren</b>	<b>Grunddaten</b>	<b>Blatt 2/4</b>															
<b>Schäden (Fortsetzung)</b>																	
<p><b>Memo (Beschreibung Schadenbild)</b></p> <p>Räumungsarbeiten und Räumungskosten; bewegte Kubaturen                      Aufteilung Schadensumme: Anteile privat/öffentlich                      erstellte Verkehrsumleitungen                      weitere Schäden                      Vorwarnungen publiziert                      veranlasste Sofortmassnahmen</p>																	
<p><b>Raumplanung</b></p> <p>Konflikte mit den momentan rechtsgültigen Nutzungs- und Gefahrenzonen? <input type="checkbox"/></p> <p>betroffene Zonen: Bau-, Camping-, Abbau-, Gefahrenzonen usw. ....</p>																	
<p><b>Schutzbauten</b></p> <p>im Anriss-/Ausbruchsbereich vorhanden? <input type="checkbox"/>      Nr. Schutzbautenkataster .....</p> <p>im Transitbereich vorhanden? <input type="checkbox"/>                      Nr. Schutzbautenkataster .....</p> <p>im Ablagerungsbereich vorhanden? <input type="checkbox"/>                      Nr. Schutzbautenkataster .....</p>																	
<p><b>Memo (Beschreibung Schutztauglichkeit und Massnahmen)</b></p> <p>Art/Typ der Schutzbauten                      Zustand der Bauten; Beurteilung der Schutztauglichkeit                      verbleibende/neue Gefahren                      Kosten Reparaturen/Ergänzungsbauten</p>																	
<p><b>Dokumentation</b></p> <p style="text-align: right;">Name/Adresse Dokumentationsstelle; Bezeichnung/Nummer der Dokumente</p> <p><input type="checkbox"/> Notiz, Studie, Gutachten, Berechnungen      .....</p> <p><input type="checkbox"/> Zeitungen, Literatur, historische Quellen      .....</p> <p><input type="checkbox"/> Fotodokumentation      .....</p> <p><input type="checkbox"/> Orthofotos, Luftbilder      .....</p> <p><input type="checkbox"/> Video, Film      .....</p> <p><input type="checkbox"/> Meteodaten      .....</p>																	
<p><b>Kartierung</b></p> <p>Prozessraum kartiert? <input type="checkbox"/></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"><b>Methodik</b></td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"><b>Anriss-/Ausbruchsbereich:</b></td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"><b>Ablagerungsbereich:</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> an Ort und Stelle</td> <td><input type="checkbox"/> an Ort und Stelle</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Luftbilder, Fotos</td> <td><input type="checkbox"/> Luftbilder, Fotos</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Fernbeobachtung (vom Gegenhang)</td> <td><input type="checkbox"/> Fernbeobachtung (vom Gegenhang)</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> andere bzw. retrospektive Erhebung</td> <td><input type="checkbox"/> andere bzw. retrospektive Erhebung</td> </tr> </table>			<b>Methodik</b>	<b>Anriss-/Ausbruchsbereich:</b>	<b>Ablagerungsbereich:</b>		<input type="checkbox"/> an Ort und Stelle	<input type="checkbox"/> an Ort und Stelle		<input type="checkbox"/> Luftbilder, Fotos	<input type="checkbox"/> Luftbilder, Fotos		<input type="checkbox"/> Fernbeobachtung (vom Gegenhang)	<input type="checkbox"/> Fernbeobachtung (vom Gegenhang)		<input type="checkbox"/> andere bzw. retrospektive Erhebung	<input type="checkbox"/> andere bzw. retrospektive Erhebung
<b>Methodik</b>	<b>Anriss-/Ausbruchsbereich:</b>	<b>Ablagerungsbereich:</b>															
	<input type="checkbox"/> an Ort und Stelle	<input type="checkbox"/> an Ort und Stelle															
	<input type="checkbox"/> Luftbilder, Fotos	<input type="checkbox"/> Luftbilder, Fotos															
	<input type="checkbox"/> Fernbeobachtung (vom Gegenhang)	<input type="checkbox"/> Fernbeobachtung (vom Gegenhang)															
	<input type="checkbox"/> andere bzw. retrospektive Erhebung	<input type="checkbox"/> andere bzw. retrospektive Erhebung															



<b>Ereigniskataster Naturgefahren</b>	<b>Sturz</b>	<b>Blatt 3/4</b>
<input type="checkbox"/> Felder (MAXO-Code): <b>M</b> = Messwert; Feststellung <b>A</b> = Annahme; Schätzung <b>X</b> = unklar, noch zu erheben <b>O</b> = nicht bestimmbar		
<b>Prozessart</b> <input type="checkbox"/> Steinschlag (Steine < 0,5 m) <input type="checkbox"/> Blockschlag (Blöcke 0,5–2 m) <input type="checkbox"/> Felssturz (Grossblöcke > 2 m) <input type="checkbox"/> Bergsturz <input type="checkbox"/> Eissturz		
<b>Ursachen Meteo</b> <div style="text-align: right; margin-right: 100px;"><input type="checkbox"/> Schneeschmelze    <input type="checkbox"/> nicht bestimmbar</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <b>Gewitter</b>  <input type="checkbox"/> <input type="text"/> Dauer [Std.]  <input type="checkbox"/> <input type="text"/> Niederschlagsmenge [mm]         </div> <div style="width: 45%;"> <b>Dauerregen</b>  <input type="checkbox"/> <input type="text"/> Dauer [Std.]  <input type="checkbox"/> <input type="text"/> Niederschlagsmenge [mm]         </div> </div>		
<b>Auslösung</b> Qualifikation Auslösung <input type="checkbox"/> natürlich durch: <input type="checkbox"/> allgemein <input type="checkbox"/> Rutschung/Erosion <input type="checkbox"/> Erdbeben <input type="checkbox"/> künstlich (Beschreibung in Memo) <input type="checkbox"/> andere (Beschreibung in Memo)		
<b>Ausbruchsbereich</b> Ausbruch aus: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Felswand    Anzahl Blöcke <input type="checkbox"/> <input type="text"/> Ausbruchkubatur <input type="checkbox"/> <input type="text"/> [m <sup>3</sup> ] <input type="checkbox"/> Gehängeschutt <input type="checkbox"/> Gletscher		
<b>Transitbereich</b> Untergrund: <input type="checkbox"/> Gehängeschutt <input type="checkbox"/> Wald <input type="checkbox"/> Weide, Wiese Abschnittlänge <input type="checkbox"/> <input type="text"/> [m] <input type="checkbox"/> <input type="text"/> [m] <input type="checkbox"/> <input type="text"/> [m]		
<b>Ablagerungsbereich</b> Gesamtkubatur <input type="checkbox"/> <input type="text"/> [m <sup>3</sup> ] # Steine, Blöcke, Grossblöcke: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2–10 <input type="checkbox"/> 11–50 <input type="checkbox"/> > 50 Kubatur des grössten Blocks <input type="checkbox"/> <input type="text"/> [m <sup>3</sup> ]		
<b>Memo (Beschreibung Ereignis)</b> Ausbruchsbereich: allgemeine Beschreibung, Felsqualität Beschreibung des Waldzustands Naturschaden im Transitbereich Angaben zu Sprunghöhen (Schlagspuren an Bäumen) Vorgeschichte: nass, mittel, trocken, Frost ergänzende Meteorologie: Nullgradgrenze, Niederschläge, Schneeschmelze Vergleich zu früheren Ereignissen Abschätzung der Schadenwirkung		







<b>Ereigniskataster Naturgefahren</b>		<b>Kartierung</b>	<b>Blatt 4/4</b>
<b>Ereignis</b>	Gemeinde .....	Prozesstyp .....	Digitalisierung erfolgt? <input type="checkbox"/>
<b>Kartierung</b>	Massstab 1: .....	Datum <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Name, Adresse, Telefon .....			

### **5.3 Merkmale und «stumme Zeugen»**

Die Spurensucher vor Ort arbeiten wie Detektive: Sie sammeln möglichst viele Indizien, befragen Augenzeugen und bringen zusätzlich ihre Kenntnisse und Erfahrung mit ein. Wie in einem Puzzle setzen sie die verschiedenen Informationen so zusammen, dass ein stimmiges Bild entsteht. Dabei sind sie sich bewusst,

- dass keine voreiligen Schlüsse gezogen werden dürfen;
- dass Schlussfolgerungen immer eine Interpretation festgestellter Spuren nach Ablauf eines Ereignisses sind;
- dass zwei oder mehr unabhängige Hinweise notwendig sind, um Schlussfolgerungen zu stützen.

Erst auf der Basis aller verfügbaren Informationen (von Augenzeugen, «stummen Zeugen», Messstationen usw.) können Rückschlüsse über Ursachen, Prozesse, Ereignisablauf oder Wahrscheinlichkeiten gezogen werden. Sofortmassnahmen und auch weitere Schutzmassnahmen können nun geplant werden.

#### **5.3.1 Hochwasser, Feststofftransport und Übersarung (J. Hübl)**




Überflutungen sind die Folge von Wasseraustritten aus einem Gerinne. Auslöser für einen erhöhten Abfluss sind entweder intensive, konvektive Niederschläge oder Dauerregen mit geringen bis mittleren Intensitäten. Die Form der Abflussganglinie ist abhängig von der Niederschlagsverteilung, von der Form des Einzugsgebietes, von der Bodenart wie auch von der Landnutzung.

Wichtigste Merkmale für Überflutungen sind Spuren an Bäumen und Gebäuden, auf Feldern, Wiesen und Strassen. Neben prozessbezogenen Hinweisen kann das Gespräch mit Augenzeugen (Anwohner, Feuerwehr usw.) wertvolle Informationen über das Ereignis liefern (z.B. zeitlicher Ablauf, Fotos).

Überflutungen stehen oft in Verbindung mit einer erhöhten Geschiebeführung. Die Art des transportierten und abgelagerten Geschiebes wird vom Abfluss und der geologischen Disposition des Einzugsgebietes bestimmt. Feststoffe (Geschiebe, Feinmaterial, Holz usw.) werden im Gerinne selbst oder ausserhalb des Gerinnes (Übersarung) abgelagert.

#### **Literatur**

WILLIAMS, G., COSTA, J.E. (1988): Geomorphic Measurements after a Flood. In: Flood Geomorphology, edited by V.R. BAKER, R.C. KOCHER, P.C. PATTON. John Wiley & Sons, New York, 65-77

Niederschlag	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p data-bbox="135 645 702 696">Mit Hagelkörnern übersäte Fläche (Obersaxen, Schweiz) <span style="float: right;">Kienholz, 1992</span></p>	<p data-bbox="726 320 949 371">private Messstationen (z.B. von Bauern)</p> <p data-bbox="726 398 949 450">Art des Niederschlags (z.B. Hagel)</p> <p data-bbox="726 477 949 528">mit Wasser gefüllte Mulden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="989 320 1273 371"><input type="checkbox"/> <b>Abschätzung der Niederschlagshöhe</b></li> <li data-bbox="989 398 1273 450"><input type="checkbox"/> <b>Kalibrierung von hydrologischen Modellen</b></li> <li data-bbox="989 477 1273 528"><input type="checkbox"/> <b>Niederschlagsintensität und -verteilung</b></li> </ul>
Überflutung	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p data-bbox="135 1137 702 1189">Schlammspuren an Bäumen, abgelagerter Schlamm und Zweige (Fischbach, Österreich) <span style="float: right;">Hübl, 2002</span></p>	<p data-bbox="726 813 949 864">Hochwasserspuren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="726 864 949 916">• umgelegtes Gras</li> <li data-bbox="726 916 949 967">• Anhäufungen von Blättern, Zweigen, Abfall usw.</li> <li data-bbox="726 967 949 1019">• Schlammspuren an Bäumen, Gebäuden usw.</li> <li data-bbox="726 1019 949 1070">• Anhäufung von Schwemmholz</li> <li data-bbox="726 1070 949 1122">• Verklausungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="989 813 1273 864"><input type="checkbox"/> <b>Abflusstiefe und Gerinnegeometrie</b></li> <li data-bbox="989 891 1273 943"><input type="checkbox"/> <b>Abschätzung der mittleren Fließgeschwindigkeit</b></li> <li data-bbox="989 969 1273 1021"><input type="checkbox"/> <b>Abschätzung des Spitzenabflusses</b></li> <li data-bbox="989 1048 1273 1099"><input type="checkbox"/> <b>Kalibrierung von Abflussmodellen</b></li> <li data-bbox="989 1126 1273 1178"><input type="checkbox"/> <b>Gefahrenkartierung</b></li> </ul>
Geschiebetransport	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p data-bbox="135 1668 702 1720">Fluviale Ablagerungen (Geschiebe und Holz) im Wald (Hassbach, Österreich) <span style="float: right;">Hübl, 1999</span></p> <p data-bbox="135 1747 702 1798">Abgelagertes Holz (Hassbach, Österreich) <span style="float: right;">Hübl, 1999</span></p>	<p data-bbox="726 1344 949 1395">Materialablagerungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="726 1395 949 1447">• Ablagerungsgebiet (Riffel, Dünen, Antidünen, Bänke)</li> <li data-bbox="726 1447 949 1498">• Korngrößen</li> <li data-bbox="726 1498 949 1550">• Erosionsbereiche in der Ablagerung</li> <li data-bbox="726 1550 949 1601">• abgelagertes Material aus verschiedenen geologischen Zonen</li> <li data-bbox="726 1601 949 1653">• Form und Rundung der Sedimente</li> <li data-bbox="726 1653 949 1704">• Sortierung der Ablagerung</li> <li data-bbox="726 1704 949 1756">• Einwirkung auf Gebäude, Bäume usw.</li> <li data-bbox="726 1756 949 1807">• Interaktionen mit Schutzbauten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="989 1344 1273 1395"><input type="checkbox"/> <b>Prozesstyp</b></li> <li data-bbox="989 1422 1273 1473"><input type="checkbox"/> <b>Korngrößenverteilung</b></li> <li data-bbox="989 1500 1273 1552"><input type="checkbox"/> <b>maximale Korngrösse</b></li> <li data-bbox="989 1579 1273 1630"><input type="checkbox"/> <b>Volumen des transportierten Materials</b></li> <li data-bbox="989 1657 1273 1709"><input type="checkbox"/> <b>Mächtigkeit der Ablagerung</b></li> <li data-bbox="989 1736 1273 1787"><input type="checkbox"/> <b>Räumliche Verteilung der Sedimente</b></li> <li data-bbox="989 1814 1273 1865"><input type="checkbox"/> <b>Herkunft des abgelagerten Materials</b></li> <li data-bbox="989 1892 1273 1944"><input type="checkbox"/> <b>Eingangsparameter für Simulationen</b></li> <li data-bbox="989 1971 1273 2022"><input type="checkbox"/> <b>Gefahrenkartierung</b></li> <li data-bbox="989 2049 1273 2101"><input type="checkbox"/> <b>Wirksamkeit der Schutzbauten</b></li> </ul>

### 5.3.2 Murgänge, Schlammströme (J. Hübl)

Ein Murgang ist ein sehr bis extrem schneller Abfluss von gesättigtem, nicht-plastischem Geschiebe in einem steilen Gerinne (HUNGR et al., 2001). Das wasserdurchtränkte Gemenge fließt meist in mehreren Murschüben ab, dazwischen sind hochwasserähnliche Abflüsse zu beobachten. Charakteristische Eigenschaft eines Murgangs ist das Vorhandensein eines Gerinnes oder einer Runse, in welchem der Prozess wiederholt auftritt.

Während des ablaufenden Prozesses stellt sich eine Sortierung des Materials in Längsrichtung ein: Die Front besteht typischerweise aus Blöcken, der Körper ist in homogener Suspension, während am Ende des Murgangs turbulenter Abfluss mit hoher Geschiebeführung auftritt. Im Ablagerungsbereich (normalerweise auf dem Schwemmkegel) kommt zuerst die Front des Murgangs zum Stehen; der Körper fließt daran vorbei und erreicht tiefer gelegene Bereiche des Schwemmkegels. Dort entstehen steile, unsortierte Murgungen. Das untere Ende des Schwemmkegels wird meist nur vom Ende des Murgangs oder vom nachfolgenden Hochwasser erreicht. Das bereits abgelagerte Material kann dadurch nochmals verfrachtet werden.

U-förmige Gerinnequerschnitte, seitliche Schuttwülste (Levéés) und steile, zungenförmige Ablagerungen sind typische Merkmale von Murgängen (z.B. STINY, 1910; JOHNSON, 1970; AULITZKY, 1980, WILLIAMS and COSTA, 1988).

Schlammströme sind nach HUNGR et al. (2001) sehr bis extrem schnelle Abflüsse von gesättigtem, plastischen Material in einem Gerinne. Das transportierte Material hat einen deutlich höheren Wassergehalt als das Ursprungsmaterial. Bezüglich der Morphologie und dem Verhalten haben Schlammströme mit Murgängen viel gemeinsam. Durch den höheren Tonanteil weisen sie aber veränderte rheologische Eigenschaften auf.

#### Literatur

AULITZKY, H. (1980): Preliminary Two-fold Classification of Torrents, *Interpraevent* 1980, Vol. 4, 285-309

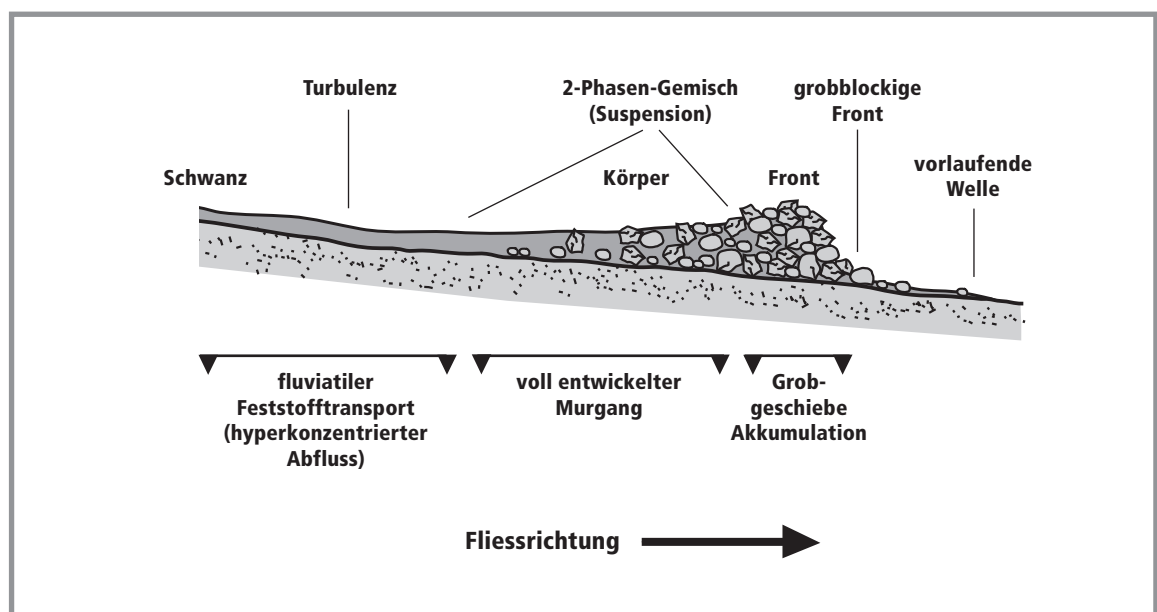
HUNGR, O., EVANS, S.G., BOVIS, M.J., HUTCHINSON, J.N. (2001): A Review of the Classification of Landslides of the Flow Type, *Environmental & Engineering Geoscience*, Vol. VII, No. 3, 221-238





JOHNSON, A.M. (1970): *Physical Processes in Geology*, Freeman, Cooper and Co., San Francisco

STINY, J. (1910): *Die Muren – Versuch einer Monographie mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in den Tiroler Alpen*, Verlag der Wagnerischen Universitäts-Buchhandlung, Innsbruck.

WILLIAMS, G.P., COSTA, J.E. (1988): *Geomorphic Measurements after a Flood*. In: *Flood Geomorphology*, edited by V.R. BAKER, R.C. KOCHER, P.C. PATTON. John Wiley & Sons, New York, 65-77

**Abb. 6** Längsschnitt durch einen Murschub (nach PIERSON T.C., 1986)



Transitzone	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p>U-förmiges Gerinne, Querschnitt (Ritigraben, Schweiz) Kienholz, 1994</p>	<p>Murgangmarken als Wirkungslinie</p> <p>polierte Felsoberflächen</p> <p>Schlammspuren an Bäumen, Gebäuden usw.</p> <p>U-förmiger Gerinnequerschnitt</p> <p>Kurvenüberhöhung</p> <p>seitliche Levées mit grossen Blöcken (nach oben gröber werdend)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Fliesstyp (Murgang oder Schlammstrom)</li> <li><input type="checkbox"/> Abflusstiefe und Gerinnegeometrie</li> <li><input type="checkbox"/> Abschätzung der Geschwindigkeit</li> <li><input type="checkbox"/> Abschätzung des Abflusses</li> <li><input type="checkbox"/> Korngrößenverteilung</li> <li><input type="checkbox"/> Abschätzung der einwirkenden Kräfte</li> </ul>
 <p>Seitliche, grobkörnige Levées (Ergisch, Schweiz) Kienholz, 1992</p>	<p>Ansammlung von groben Blöcken ausserhalb des Gerinnes</p> <p>Interaktion mit Schutzbauten</p> <p>Einwirkung von Blöcken auf Gebäude, Bäume usw.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Wirksamkeit der Schutzbauten</li> <li><input type="checkbox"/> Kalibrierung von Simulationsmodellen</li> </ul>
Ablagerungsbereich	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p>Murzunge mit scharfer Begrenzung (Wassertalbach, Österreich) Hübl, 1998</p>	<p>Ablagerung an der Murgangfront: Ablagerung von grossen Blöcken mit wenig bis keinem Feinmaterial (Matrix), steiler Frontbereich</p> <p>Ablagerung des Murkörpers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zungenförmige Ablagerungen mit scharfer Begrenzung</li> <li>• kaum sortiertes Material, oben gröber</li> <li>• Zwischenräume der Ablagerungen gefüllt mit Ton, Schlamm, Sand und Feinkies (Matrix)</li> <li>• Druckwülste</li> <li>• Schlammspuren an Bäumen, Gebäuden usw.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Abgrenzung der Ablagerungsbereiche</li> <li><input type="checkbox"/> Anzahl der Murschübe</li> <li><input type="checkbox"/> Reichweite</li> <li><input type="checkbox"/> räumliche Verteilung der Ablagerungsmächtigkeiten</li> <li><input type="checkbox"/> Breite und Mächtigkeiten der Murzungen</li> <li><input type="checkbox"/> Volumen des Murgangs</li> <li><input type="checkbox"/> Räumliche Verteilung der Korngrößen</li> </ul>
<p>Murablagerung mit Stauchwülsten (Kohnerbach, Österreich) Hübl, 1994</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckwülste</li> <li>• Schlammspuren an Bäumen, Gebäuden usw.</li> <li>• Aufprallspuren von Blöcken oder grossen Steinen (an Bäumen, Gebäuden usw.)</li> </ul> <p>Ablagerungen aus dem Schwanz von Murgängen: Ablagerungen von Sand, Feinmaterial und Ton, die den Boden und grobe Ablagerungen überdecken</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Maximale Korngrösse</li> <li><input type="checkbox"/> Scherkräfte</li> <li><input type="checkbox"/> Berechnung der Einwirkungskräfte</li> <li><input type="checkbox"/> Häufigkeit (Analyse historischer Ereignisse)</li> <li><input type="checkbox"/> Gefahrenkartierung</li> <li><input type="checkbox"/> Kalibrierung von Simulationsmodellen</li> </ul>

**5.3.3 Sturzprozesse (J. Hübl)**

Die abstürzende Masse bricht oft an geologischen Trennflächen, Spalten und Klüften ab. Stein- und Blockschlag sind charakterisiert durch das plötzliche Abstürzen isolierter Einzelkomponenten. Sie sind die Folge der stetigen Verwitterung und des damit verbundenen Zerfalls einer Felswand. Beim Fels- und Bergsturz lösen sich grössere Gesteinspakete «en bloc» ab.

Einheitliche Begriffe zur Charakterisierung der Sturzprozesse existieren nicht. Meist werden die Prozesse als Funktion des bewegten Volumens und des Bewegungsmechanismus klassifiziert (HÖSLE, 2001).

Im deutschen Sprachraum wird vor allem aufgrund des transportierten Volumens unterschieden. POISEL (1997) schlägt folgende Unterteilung<sup>7</sup> vor:

<b>Steinschlag</b>	<b>&gt; 0,1 m<sup>3</sup></b>	(entsprechend einem Würfel mit ca. 0,5 m Kantenlänge)
<b>Blocksturz</b>	<b>2 m<sup>3</sup></b>	(entsprechend einem Würfel mit ca. 1,5 m Kantenlänge)
<b>Felssturz</b>	<b>10 000 m<sup>3</sup></b>	(entsprechend einem Würfel mit 20 -25 m Kantenlänge)
<b>Bergsturz</b>	<b>&gt;10 000 m<sup>3</sup></b>	

<sup>7</sup> Es sind auch andere Klassifikationen gebräuchlich (siehe etwa Seite 22)

**Literatur**

HÖSLE, B. (2001): Rock Fall Problems and its Protection, lecture notes from the short course rock fall at the Hong Kong Polytechnic University

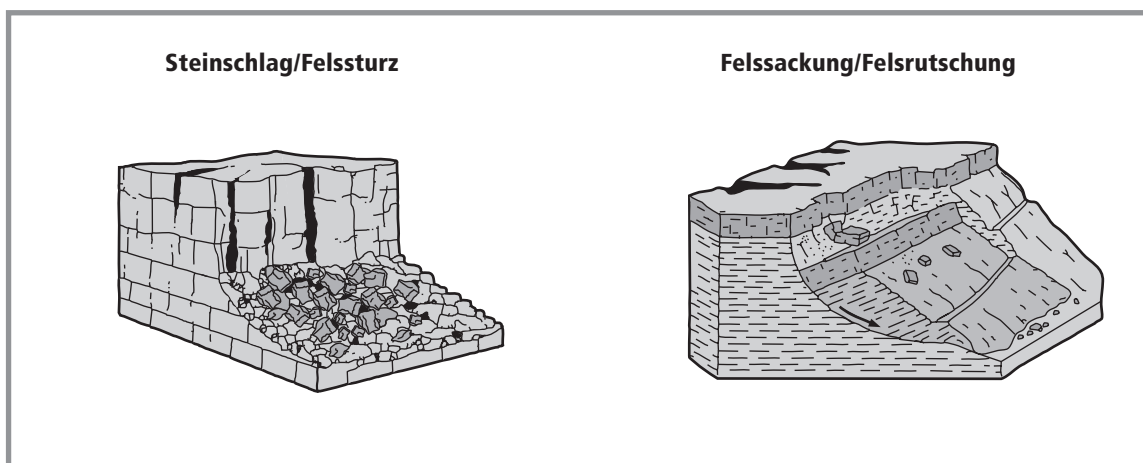
POISEL, R. (1997): Geologische-geomechanische Grundlagen der Auslösemechanismen von Steinschlag, in: Tagungsband Steinschlag als Naturgefahr und Prozess, Institut für Wildbach- und Lawinenschutz (Hrsg.); Universität für Bodenkultur-Wien

SELBY, M.J. (1993): Hillslope Materials and Processes, Oxford University Press, Oxford




VARNES, D.J. (1978): Slope Movements and Types and Processes, in: Landslides – Analysis and Control (eds. SCHUSTER, R. L. & KRIZEK, J.), Transportation Research Board Special Report 176, National Academy of Sciences, Washington DC

WHALLEY, W.B. (1984): Rock Falls, in: Slope Instability, ed. by BRUNDSEN, D. and PRIOR, D.B., Wiley, Chichester

**Abb. 7** Primäre Mechanismen für Felsabbrüche (nach VARNES, 1978)





Anbruchsbereich	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p data-bbox="470 338 624 443">Steinschlag-ablösungsbereich (Sundlauenen, Schweiz)</p> <p data-bbox="470 779 603 808">Kienholz, 2002</p>	<p data-bbox="727 320 954 421">geologische Struktur; geomorphologische Situation (Fels, Blöcke, tief- oder flachgründiges Material)</p> <p data-bbox="727 443 938 521">topographische Situation (Höhe, Exposition, Hangneigung)</p> <p data-bbox="727 544 930 600">Diskontinuitäten im Fels (Risse, Kluftsysteme)</p> <p data-bbox="727 622 850 651">Anbruchsstelle</p> <p data-bbox="727 674 898 703">Verwitterung (Farbe)</p> <p data-bbox="727 725 943 781">Vegetationsdecke (stabilisierend, destabilisierend)</p> <p data-bbox="727 804 954 860">hydrogeologische Situation (Quellen, Wasseraustritte)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Lage</li> <li><input type="checkbox"/> Ausdehnung und Geometrie der Störung</li> <li><input type="checkbox"/> Ursache der Störung</li> <li><input type="checkbox"/> Ablösungsmechanismus (z.B. freier Fall, Gleiten)</li> <li><input type="checkbox"/> Häufigkeit (hoch-mittel-gering)</li> <li><input type="checkbox"/> Grösse der bewegten Steine</li> <li><input type="checkbox"/> Stabilisierung/Destabilisierung der Anbruchszone durch Wurzeln</li> <li><input type="checkbox"/> Einfluss von Wasser</li> <li><input type="checkbox"/> Bruchtrendenz während des Ablösungsprozesses</li> <li><input type="checkbox"/> Ursprüngliche Anbruchtiefe</li> </ul>
Transitzone	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p data-bbox="470 994 632 1099">Steinschlagwunde an einem Baum (Sundlauenen, Schweiz)</p> <p data-bbox="470 1440 603 1469">Kienholz, 2002</p>	<p data-bbox="727 976 951 1032">Baumtreffer (Höhe, Grösse des Aufpralls)</p> <p data-bbox="727 1055 959 1111">Aufschlagstrichter, Krater (Abstand, Tiefe der Mulden)</p> <p data-bbox="727 1133 919 1234">Terrainbeschaffenheit (Neigung, Bodeneigenschaften, Rauigkeit, Exposition)</p> <p data-bbox="727 1256 930 1312">Morphologie (horizontal und vertikal)</p> <p data-bbox="727 1335 874 1364">Vegetationsdecke</p> <p data-bbox="727 1386 887 1415">abgelagerte Blöcke</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Sprunghöhe und -weite</li> <li><input type="checkbox"/> Trajektorien</li> <li><input type="checkbox"/> Häufigkeit</li> <li><input type="checkbox"/> Aufprallenergie</li> <li><input type="checkbox"/> Energieumwandlung durch die Vegetation</li> <li><input type="checkbox"/> Zerfall des Blockes beim Aufprall</li> <li><input type="checkbox"/> Konzentration/Kanalisation von Steinschlagtrajektorien</li> <li><input type="checkbox"/> Kalibrierung von Simulationsmodellen</li> </ul>
Ablagerungsbereich	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p data-bbox="470 1615 675 1693">Sturzblock auf einer Strasse (Stubachtal, Österreich)</p> <p data-bbox="470 2069 571 2098">Hübl, 1996</p>	<p data-bbox="727 1597 967 1626">Oberfläche (z.B. Schuttkegel)</p> <p data-bbox="727 1648 839 1677">Hangneigung</p> <p data-bbox="727 1700 919 1729">Lage der Ablagerungen</p> <p data-bbox="727 1751 935 1807">Grösse der abgelagerten Blöcke</p> <p data-bbox="727 1830 919 1886">Form der abgelagerten Blöcke</p> <p data-bbox="727 1908 823 1937">Hindernisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ablagerungsvolumen</li> <li><input type="checkbox"/> maximale Korngrösse</li> <li><input type="checkbox"/> Neigung der Auslaufzone</li> <li><input type="checkbox"/> Reichweite</li> <li><input type="checkbox"/> durch Steinschlag beeinflusste Flächen</li> <li><input type="checkbox"/> mögliche Gründe für die Ablagerung</li> <li><input type="checkbox"/> Bruchmechanismus der stürzenden Blöcke</li> <li><input type="checkbox"/> Kalibrierung von Simulationsmodellen</li> <li><input type="checkbox"/> Gefahrenkartierung</li> </ul>

**5.3.4 Rutschungen (J. Corominas)**

Rutschungen sind hangabwärts gerichtete Bewegungen von Boden- oder Gesteinspaketen auf einer oder mehreren Gleitflächen. Sie sind in ihrer Erscheinung (Grösse, Tiefe, Form der Gleitfläche) sehr vielfältig und laufen je nach Untergrundstruktur, Gesteinsbeschaffenheit und Beteiligung von Wasser sehr unterschiedlich ab. Ihr Ausmass kann von einigen Kubikmetern bis zu Millionen Kubikmetern reichen. Auch die Geschwindigkeiten variieren sehr stark. Viele Rutschungen können periodisch reaktiviert werden, meist in Verbindung mit Niederschlagsperioden.

Neben den beiden Hauptformen **Rotations- und Translationsrutschung** werden hier auch Erdströme (CRUDEN & VARNES, 1996) und Schlammströme (HUTCHINSON, 1988) zu den Rutschungen gezählt. Bei Rotations- oder Translationsrutschungen gleitet die Rutschmasse hauptsächlich als einheitlicher Körper ab. Erd- und Schlammströme gleiten eher als dass sie fliessen. Sie weisen darum eine längliche oder Zungenform auf.

Eine präzise Beschreibung der Rutschung und ihren spezifischen Merkmalen ist unerlässlich für das Prozessverständnis. Darauf aufbauend können unter anderem wirksame Schutzmassnahmen geplant werden.





**Literatur**




BISHOP, K.M. (1999): Determination of Translational Landslide Slip Surface Depth Using Balanced Cross Sections. *Environmental and Engineering Geoscience*, 5 (2), 147-156

CRUDEN, D.M. & VARNES, D.J. (1996): Landslide Types and Processes, in A.K. TURNER & R.L. SCHUSTER (eds.) *Landslides: Investigation and Mitigation*. TRB Special Report, 247, National Academy Press, Washington, 36-75

COROMINAS, J. (1995): Evidence of Basal Erosion and Shearing Mechanisms Contributing the Development of Lateral Ridges in Mudslides, Flow-slides and other Flow-like Gravitational Movements. *Engineering Geology*, 39, 45-70

HUTCHINSON, J.N. (1988): Morphological and Geotechnical Parameters of Landslides in Relation to Geology and Hydrogeology, in Ch. BONNARD (Ed.). *Landslides. Proc. 5th Int. Symposium on Landslides*. Lausanne. Balkema, Rotterdam. Vol. 1, 3-35

Anbruchszone	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p>Hauptablösungsfläche (Los Olivares, Spanien) Corominas, 1986</p>	<p>Hauptablösungsfläche: rückschreitendes Abbrechen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Anbruch setzt sich rückschreitend fort und destabilisiert so den oben liegenden Hang</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Höhe des Anbruchs</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Abschätzung der Tiefe der Gleitfläche</b></li> </ul>
 <p>Quellaustritte und Vernässungen (Cava, Spanien) Corominas, 1987</p>	<p>Merkmale, die auf frühere Bewegungen hindeuten: Bodenstruktur, Verkippungen</p> <p>Wasseraustritte und Quellen</p> <p>Zugrisse/Spalten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>datierbares Material zur Abschätzung des Alters der Rutschung</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Information über den Aquifer</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Verteilung von Makroporen und Fließwege des Grundwassers</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Hinweis auf Abscherungen</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Richtung/Vektor des Versatzes</b></li> </ul>
Rutschkörper	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p>Nackentälchen und Doppelgrate (Grindelwald, Schweiz) Kienholz, 1973</p>	<p>Nackentälchen</p> <p>Längsrisse</p> <p>Zugrisse (parallel zur Bewegungsrichtung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Wiederholungszyklen</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Abschätzung der Tiefe der Bruchzone</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>seitliche Scherflächen</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Abgrenzung der Rutschung/des Anbruchs</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Entwicklung von seitlichen Scherflächen</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Abgrenzung der Rutschung</b></li> </ul>
 <p>Seitenwülste (Vallcebre, Spanien) Corominas, 1982</p>	<p>Seitenwülste</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Hinweise auf Boden-erosion und seitliche Scherflächen (Corominas, 1995)</b></li> </ul>

Rutschkörper (Fortsetzung)	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p>Zugrisse, Querspalten (Pont de Bar, Spanien) Corominas, 1982</p>	<p>Querspalten</p> <p>Versätze</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Verformung innerhalb der Rutschung</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Entwicklung eines Nackentälchens oder eines lokalen Bruchs</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>bei Translationsbewegungen: Abschätzung der Tiefe der Gleitfläche mit Hilfe von Querprofilen (Bishop, 1999)</b></li> </ul>
 <p>Verstellungen und Stauchwülste (Falli Hölli, Schweiz) Kienholz, 1994</p>	<p>Druckwülste</p> <p>Einlagerung von Schlamm</p> <p>aufrecht stehende Bäume</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Längsverschiebung</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Hinweis auf Stauchung</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Hinweis auf Stauchzonen und verflüssigten Schlamm</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Hinweis auf starre Schollen</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>bei fließähnlichen Bewegungen: Hinweis auf eher gleitende Bewegung</b></li> </ul>
 <p>Abgerutschte Strasse (Murrizzano, Italien) Kienholz, 1995</p>	<p>aufgeschlossene Scherflächen</p> <p>bewegte Objekte (Strassen, Häuser)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Probennahme für Bestimmung der Scherkraftparameter</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Mächtigkeit der Rutschung</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Eigenschaften der Gleitfläche</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>absolute Verschiebungsraten</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Verschiebungsrichtung</b></li> </ul>
 <p>Gekrümmte und schief stehende Bäume (Slumgullion Erdstrom, Colorado, USA) Kienholz, 1995</p>	<p>Gekrümmte oder geknickte Bäume</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>verstellte Rutschschollen</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>fließartige Bewegung</b></li> </ul>



Pettnau (Tirol, Österreich), Kreuzer, 1999

**5.3.5 Lawinen (J. Hübl)**

Lawinen sind schnelle Massenbewegungen des Schnees, die auch Blöcke, Boden, Holz oder Eis mit sich führen können. Lawinen entstehen, wenn das Gewicht des angesammelten Schnees am Hang die Kräfte innerhalb der Schneedecke oder zwischen der Schneedecke und dem Untergrund, welche das Abgleiten des Schnees verhindern, überschreitet. Das Gleichgewicht zwischen diesen Kräften kann durch weiteren Schneefall, durch Veränderungen innerhalb der Schneedecke oder auch durch die Zusatzbelastung eines einzelnen Skifahrers gestört werden. Die oft kleine Kraft, die für den Beginn der Bewegung sorgt, ist der Auslöser der Lawine.

Lawinen werden üblicherweise in zwei Typen unterteilt (z.B. McCLUNG 1993, DAFFERN 1992, LACKINGER 2000):

- **Lockerschneelawinen** entstehen in kohäsionslosem Schnee und beginnen an einem Punkt. Hangabwärts reisen sie mehr und mehr Schnee mit und breiten sich in einer typischen Dreiecksform aus.
- **Schneebrettlawinen** entstehen durch den Abbruch einer Schneetafel, die sich durch Rissfortpflanzung in der Schneedecke ablöst und abgleitet.

Beide Typen sind in feuchtem und trockenem Schnee zu beobachten. Sie gleiten entweder auf einer Gleitschicht innerhalb der Schneedecke oder auf dem Untergrund ab. Grosse Lawinen können ausreichend hohe Geschwindigkeiten errei-

chen, so dass sie sich teilweise oder ganz vom Boden abheben und grosse Schneestaubwolken entwickeln.

Die ganze Bewegung, vom Anrisspunkt der Lawinenbahn bis zur Auslaufzone und dem Ablagerungsbereich, wird Lawine genannt.

**Literatur**

CEMAGREF (2001): Pictures from Cemagref, [www.cemagref.fr](http://www.cemagref.fr)

DAFFERN, T. (1992): Avalanche Safety, Baton Wicks, London

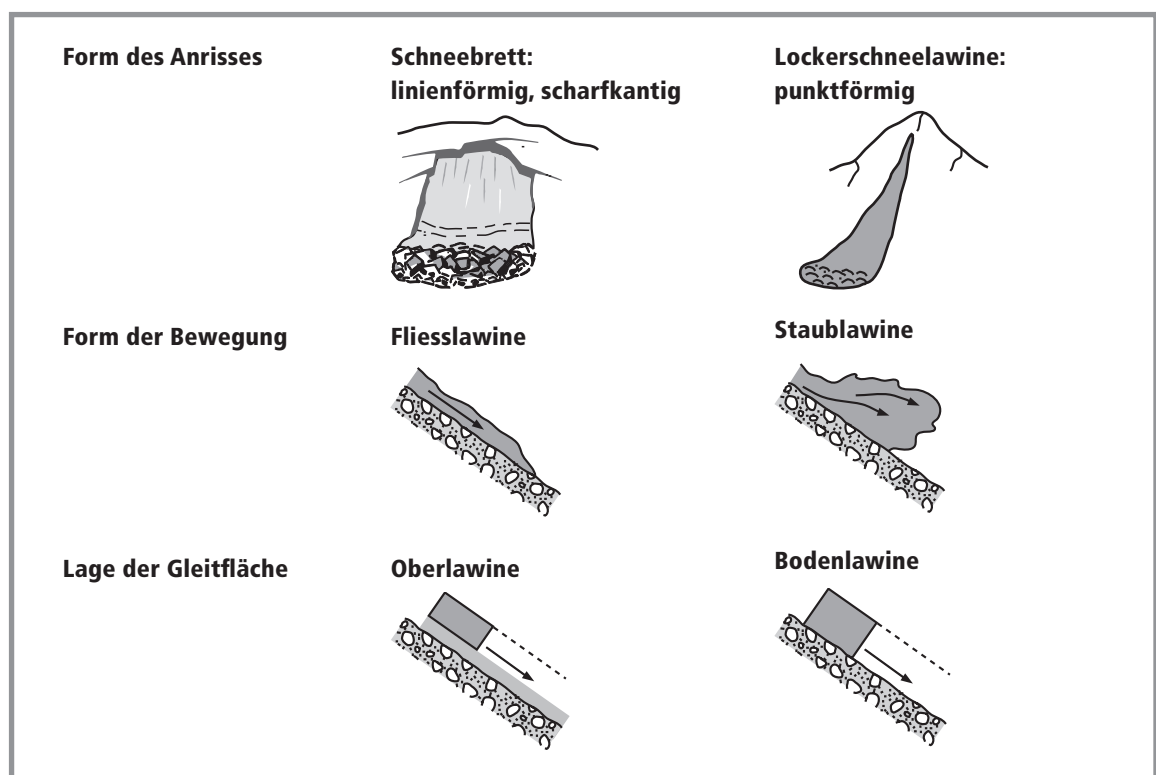
EISLF (2000): Graphic by Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos, [www.slf.ch](http://www.slf.ch)



LACKINGER, B. & GABL, K. (2000): Lawinenhandbuch, 7.Aufl., Tyrolia, Innsbruck



McCLUNG, D. & SCHAERER, P. (1993): The Avalanche Handbook, The Mountaineers, Seattle, Washington

MUNTER, W. (1999): 3 mal 3 Lawinen, Bergverlag Rother, München




**Abb. 8** Lawinenklassifikation (nach MUNTER W., 1991).



Anrisszone	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p data-bbox="129 638 715 689">Anriss einer Schneebrettlawine (Gschnitztal, Österreich) <span style="float: right;">Kreuzer, 2001</span></p>	<p data-bbox="724 315 965 367">Sichtbare Spuren (Menschen, Tiere) vs. keine Spuren</p> <p data-bbox="724 392 933 495">Anrissgebiet: Anriss der Schneedecke am oberen Ende des Schneebrettes; scharfkantige Bruchlinie.</p> <p data-bbox="724 519 965 571">Gleitfläche: Fläche, über welche die Lawine abgleitet.</p> <p data-bbox="724 595 941 647">Flanken: Seitliche Begrenzung des Schneebrettes</p> <p data-bbox="724 672 949 902">Beobachtung des Schneeprofiles in der Anrisszone:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schneeschichten</li> <li>• Schneehöhe</li> <li>• Dichte der Schneeschichten</li> <li>• Festigkeit</li> <li>• Form der Schneekristalle</li> <li>• Schneetemperatur</li> </ul> <p data-bbox="724 927 965 1055">Anriss reicht bis zum Untergrund (sichtbarer Boden); Anrisshöhe ist gleich der Schneehöhe, Boden mit Gras bedeckt oder felsig</p> <p data-bbox="724 1079 922 1131">Stauchwall mit grossen Blöcken bedeckt/</p> <p data-bbox="724 1155 900 1207">Stauchwall nicht mit Blöcken bedeckt</p>	<p data-bbox="984 315 1281 367"><input type="checkbox"/> <b>Künstliche oder natürliche Auslösung</b></p> <p data-bbox="984 392 1281 519"><input type="checkbox"/> <b>Schneebrettlawine: Kenntnis von Anrisshöhe und -gebiet ermöglichen eine Abschätzung des abgeglittenen Volumens</b></p> <p data-bbox="984 927 1281 1055"><input type="checkbox"/> <b>Bodenlawine, mögliche Auslösung: Schneegleiten aufgrund geringer Bodenrauigkeit und/oder hohem Wassergehalt</b></p> <p data-bbox="984 1079 1270 1111"><input type="checkbox"/> <b>Harte Schneebrettlawine</b></p> <p data-bbox="984 1155 1281 1187"><input type="checkbox"/> <b>Weiche Schneebrettlawine</b></p>
<p data-bbox="129 1234 715 1312">Kombination von Anrissformen: Auslösung einer Schneebrettlawine durch eine Lockerschneelawine (Flüela, Schweiz) <span style="float: right;">Kienholz, 1994</span></p> 	<p data-bbox="724 1312 949 1339">Keine definierte Anrisslinie</p> <p data-bbox="724 1364 965 1391">Keine Gleitschicht vorhanden</p> <p data-bbox="724 1415 863 1442">Dreieckige Form</p>	<p data-bbox="984 1312 1222 1339"><input type="checkbox"/> <b>Lockerschneelawine</b></p>

Lawinenbahn	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p data-bbox="683 342 847 398">Lawinenbahn (Valzur, Österreich)</p> <p data-bbox="683 862 804 884">Kreuzer, 1999</p>	<p data-bbox="890 320 1066 398">Schneefreie Flächen, Boden sichtbar, gebrochene Bäume</p> <p data-bbox="890 421 1054 450">Kurvenüberhöhung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1155 320 1378 371"><input type="checkbox"/> <b>Identifizierung der Lawinenbahn</b></li> <li data-bbox="1155 421 1418 472"><input type="checkbox"/> <b>Hohe Geschwindigkeit, hohe Zentrifugalkräfte</b></li> </ul>
 <p data-bbox="300 1485 644 1585">Lawinenbahn: Der Fließanteil folgte der Hangmulde, der Staubanteil überfuhr die Krete und zerstörte – rechte Bildhälfte – eine Waldpartie (Valzur, Österreich)</p> <p data-bbox="746 1485 868 1507">Kreuzer, 1999</p>	<p data-bbox="890 913 1027 965">Bahn entspricht dem Terrain</p> <p data-bbox="890 987 1075 1039">Bahn entspricht nicht dem Terrain</p> <p data-bbox="890 1061 1066 1122">gebrochene oder ausgerissene Bäume</p> <p data-bbox="890 1144 1054 1173">Position der Bäume</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1155 913 1410 943"><input type="checkbox"/> <b>Bahn des Fließanteils</b></li> <li data-bbox="1155 987 1410 1016"><input type="checkbox"/> <b>Bahn des Staubanteils</b></li> <li data-bbox="1155 1061 1374 1122"><input type="checkbox"/> <b>Hinweis auf Einwirkungskräfte</b></li> <li data-bbox="1155 1144 1390 1173"><input type="checkbox"/> <b>Bewegungsrichtung</b></li> </ul>



Auslaufzone	Merkmale (Beispiele)	Information und mögliche Interpretation
 <p>Lawinenablagerung (Lötschental, Schweiz) <span style="float: right;">Kienholz, 1984</span></p>	<p>Bereich mit inhomogenem, manchmal schmutzigem Schnee</p> <p>Tiefe bis zum ungestörten Schnee</p> <p>Reichweite</p> <p>Feine/grobblockige Ablagerungen</p> <p>Erosionsspuren</p> <p>Fingerförmige Ablagerungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Ablagerungsbereich der Schneeeauflage</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Ablagerungshöhe</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Reichweite</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Trockene, dichte Fließlawine</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Nassschneelawine</b></li> </ul>
 <p>Grobblockige Lawinenablagerung (Gschnitztal, Österreich) <span style="float: right;">Kreuzer, 2001</span></p>	<p>Harte und dichte Ablagerungen mit Schneeböcken bis zu 0,50 m Durchmesser</p> <p>Runsen, Finger</p> <p>Feinmaterial, Staub (die Lawine folgte nicht dem Terrain; Schneespuren an Gebäuden)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Ablagerung einer Nassschneelawine</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Staubanteil einer Lawine</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Staublawine (Schneespuren verursacht durch den Staubanteil)</b></li> </ul>
<p>Von einer Lawine zerstörtes Haus (Krössbachlawine, Österreich) <span style="float: right;">WLV-Tirol, 1975</span></p> 	<p>Schäden an Gebäuden oder an anderen Bauwerken wie Skiliften, Strommasten, Autos, Bäumen usw.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Aus der Art des Schadens kann die untere Grenze der Einwirkungskräfte geschätzt werden</b></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Hinweise geben z.B.:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschädigte Fenster (welche Art von Fenstern)</li> <li>• zerstörte Türen (Stahl oder Holz)</li> <li>• zerstörter Dachstuhl, Dächer oder Kamine (welche Art der Konstruktion)</li> <li>• beschädigte Mauern (Ziegel oder Beton)</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> <b>Einwirkung (Druck in kPa):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zerbrochene Fenster: 1 kPa</li> <li>• eingedrückte Türen: 5 kPa</li> <li>• zerstörte Holzrahmenkonstruktionen: 30 kPa</li> <li>• ausgewachsene Fichten entwurzelt: 100 kPa</li> <li>• Bewegung in bewehrten Betonkonstruktionen: 1000 kPa</li> </ul> </li> </ul>

Wolfsgrubenlawine (Österreich)

WLV-Tirol, 1988





