

KARTIERUNG DER  
NATURGEFAHREN IM  
VORALPINEN BEREICH  
DES KANTONS  
FREIBURG

Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion  
Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft

Freiburg, Januar 2006

Naturkatastrophen, ebenso wie kleinere und weniger mediatisierte Naturereignisse, finden mit sicherer Regelmässigkeit statt, sei es irgendwo auf der Welt, in der Schweiz oder im Kanton Freiburg. Solche Ereignisse können auch bei uns Menschenleben gefährden und grosse Sachschäden verursachen. Die Kosten und die Probleme, welche dabei für direkt Betroffene, für Versicherungen sowie für die Öffentlichkeit entstehen, sind bedeutsam. Die Ereignisse vom August 2005, mit geschätzten Gesamtschäden von 2,5 Milliarden Franken, sind in unserer Erinnerung noch gegenwärtig. Diese Situation verlangt nach angepassten organisatorischen Strukturen und Massnahmen, welche eine nachhaltige und zweckmässige Prävention sicherstellen.

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine zielgerichtete Präventionsarbeit ist die räumliche Kenntnis der Bereiche, die bestimmten Naturphänomenen speziell ausgesetzt sind. Bereits im Jahr 1999 hat der Staatsrat, vertreten durch die beiden zuständigen Direktionen (RUBD und ILFD), ein Programm zur Kartierung der Naturgefahren auf dem ganzen Kantonsgebiet genehmigt. Dieser Ansatz entspricht einer Weiterführung von früheren Studien und Abklärungen - erste allgemeine Gefahrenhinweiskarten für Geländeinstabilitäten und Lawinen lagen schon 1976 vor - und basiert auf Impulsen infolge neuerer Bundesgesetzgebungen, auf Empfehlungen des Bundes sowie auf einem kantonalen Pilotprojekt.

Die Arbeiten - koordiniert im Rahmen der Naturgefahrenkommission - wurden gemeinsam durch Vertreter verschiedener Amtsstellen (Bau- und Raumplanungsamt, Sektion Gewässer des Tiefbauamts, sowie Amt für Wald, Wild und Fischerei) und beauftragte Bürogemeinschaften an die Hand genommen. Die kantonale Gebäudeversicherung sowie die beiden Bundesämter (Bundesamt für Wasser und Geologie, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) haben zu einem guten Gelingen des Projekts beigetragen, insbesondere auch durch wichtige finanzielle Unterstützungen. Allen diesen Akteuren sei hiermit unsere grosse Anerkennung ausgedrückt.

Die vorliegende Grundlagenstudie betrifft die erste, grösste Etappe des Programms, nämlich die Region der Voralpen. Die Gefahrenkarten, der begleitende Bericht und weitere Dokumentationen auf der CD-ROM richten sich damit in erster Linie an diese Gemeinden.

Gefahrenkarten alleine stellen aber noch keinen Schutz dar. Erst mit Anwendungen und Umsetzungen in den folgenden Bereichen entfalten sie eine Wirkung:

- Raumplanung und Baubewilligungsverfahren (präventive, planerische Massnahmen);
- Schutz der Bevölkerung, der Infrastrukturen und wichtiger Sachwerte (Schutzmassnahmen);
- Umgang mit Notstandssituationen: Evakuierung von Personen, Schliessung von Verkehrswegen, Absperrung von Räumen, Einrichtung von Warnsystemen, usw. (organisatorische und vorsorgliche Massnahmen);
- Sensibilisierung und Information der Bevölkerung.

Die Gemeinden und die Gemeindebehörden sind in erster Instanz zuständig für viele dieser Aufgaben und spielen demnach eine zentrale Rolle bei der Vermeidung von Schäden durch Naturgefahren. Sie können dabei auf die Unterstützung verschiedener kantonaler Stellen zählen. Diese anspruchsvollen Aufgaben führen je nach Umständen auch zu Konflikten, weil beispielsweise Kollisionen mit anderen, ebenfalls berechtigten Interessen im Bereich der Raumnutzung entstehen können. Wir sind jedoch überzeugt, dass die Sicherheit von Personen und Sachwerten für alle ein oberstes Ziel darstellt und laden die Gemeinden ein, ihre Aufgaben in diesem Sinne wahrzunehmen.

*Beat Vonlanthen*

*Staatsrat*

*Vorsteher der Raumplanungs-,*

*Umwelt- und Baudirektion*

*Pascal Corninboeuf*

*Staatsrat*

*Vorsteher der Direktion der*

*Institutionen und der Land- und*

*Forstwirtschaft*

<b>Inhaltverzeichnis</b>	
1.	<b>Problemstellung</b> 3
2.	<b>Rechtlicher Rahmen</b> 3
3.	<b>Instrumente</b> 4
4.	<b>Ablauf des Projekts</b> 4
4.1	Organisation, Finanzierung 5
4.2	Zeitplan 5
4.3	Kartographierte Lose 6
4.4	Art der Ergebnisse 7
4.5	Zusammenstellung der Daten, redaktionelle Arbeiten 7
5.	<b>Gefahrenhinweiskarten und Gefahrenkarten</b> 8
5.1	Gefahrenhinweiskarte 8
5.2	Gefahrenkarte 8
5.3	Synthesekarte 8
6.	<b>Legende der Gefahrenkarte und Bedeutung der Gefahrenstufen</b> 9
6.1	Bereiche mit Gefahrenhinweiskarte 9
6.2	Bereiche mit Gefahrenkarte 9
7.	<b>Methodik</b> 10
7.1	Lawinen 11
7.2	Stein-, Blockschlag und Felssturz 13
7.3	Rutschungen 15
7.4	Hochwasser, Übersarung, Ufererosion 17
7.5	Murgänge 19
8.	<b>Tragweite und Verwendung der Karten</b> 20
8.1	Raumplanung und Bauten (vorbeugende Massnahmen) 20
8.2	Schutzmassnahmen 21
8.3	Organisatorische und Rettungsmassnahmen (Notfallmassnahmen) 21
8.4	Grenzen der Anwendung von Gefahrenkarten 22
9.	<b>Schlussbemerkungen</b> 23
<b>Beilagen</b> 24	
A1	- Referenzen 24
A2	- Glossar 25
A3	- Beauftragte 26
A4	- Abkürzungen 27
A5	- Dokumentation, Internet-Links 28



## 1. PROBLEMSTELLUNG

Unser Lebensraum ist zahlreichen Naturgefahren ausgesetzt: Erdbeben, Hagel, Blitzschlag, Stürme, Lawinen, Hochwasser, Wolkenbrüche, Rutschungen usw. Naturkatastrophen finden in der Schweiz immer wieder statt, und der Kanton Freiburg bildet keine Ausnahme. Solche Phänomene können Menschenleben bedrohen, Sachschäden verursachen, das normale Funktionieren unserer Gesellschaft beeinträchtigen und unsere Umwelt gefährden; für die öffentliche Hand und für Privatpersonen kann dies mit beträchtlichen Kosten verbunden sein. Angesichts dieser Herausforderungen sind Strukturen und Massnahmen erforderlich, die den Schutz vor Naturgefahren gewährleisten.

Unter Naturgefahren werden sämtliche Vorgänge und Einflüsse der Natur verstanden, die für Menschen, Sachwerte und Umwelt schädlich sein können.

Mit Ausnahme der durch Erdbeben oder das Wetter (Hagel, Sturm, Blitzschlag usw.) bedingten Gefahren, vor denen raumplanerische Massnahmen nur begrenzt schützen, sind die wichtigsten Naturgefahren im Kanton Freiburg den gravitationsbedingten Prozessen zuzuordnen. Das kantonale Programm zur Kartierung der Naturgefahren behandelt dem entsprechend die folgenden Phänomene:

- Lawinen;
- Stein- und Blockschlag, Felssturz;
- Rutschungen (inkl. Hangmuren);
- Hochwasser, Überschwemmungen;
- Murgänge;

Je nach Phänomen variieren die physikalischen Merkmale, die Auftretensweise, die Intensität sowie die möglichen schädlichen Auswirkungen auf Personen und Sachwerte. Deshalb werden die fünf oben genannten Gefahrenarten separat behandelt, und es wird jeweils eine spezifische Gefahrenkarte ausgearbeitet. Eine Gesamtübersicht entsteht durch die Überlagerung der 5 Themen in einer Synthesekarte, auch synoptische Karte genannt.

## 2. RECHTLICHER RAHMEN

Das Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) verpflichtet Bund, Kantone und Gemeinden, bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben auf die natürlichen Gegebenheiten und folglich auch auf die Naturgefahren zu achten. Für die Erstellung ihrer Richtpläne haben die Kantone die Gebiete zu bezeichnen, die durch Naturgefahren oder schädliche Einwirkungen erheblich bedroht sind.

Diese Bestimmungen wurden durch das Bundesgesetz über den Wald (WaG), das Bundesgesetz über den Wasserbau (WBG) und deren jeweilige Verordnungen (WaV bzw. WBV) verstärkt. Zweck dieser Gesetzestexte ist die Förderung vorbeugender Massnahmen zum Schutz von Personen, Sachwerten und der Umwelt vor der zerstörerischen Kraft der Naturelemente. Bei der Umsetzung sollen die Risiken, das heisst das Ausmass und die Wahrscheinlichkeit eines Schadenfalls, auf ein annehmbares Niveau gesenkt werden, wobei Kosten, Nutzen und Wirksamkeit der vorgesehenen Massnahmen gegeneinander abzuwiegen sind (Verhältnismässigkeit).

Bei der Strategie des Bundes und des Kantons im Bereich Naturgefahren haben vorbeugende Massnahmen den Vorrang

▼ Ein Glossar und ein Abkürzungsverzeichnis finden sich im Anhang A2, beziehungsweise A4.

gegenüber Schutzmassnahmen: die Handlungsmöglichkeiten der Raumplanung sind auszunützen, bevor der Bau von Schutzwerken in Erwägung gezogen wird. Sofern technische Schutzmassnahmen zwingend sind, sollen diese von angepassten raumplanerischen Massnahmen begleitet sein.

Um die Kantone in ihren Präventionsbemühungen zu unterstützen, gaben die Bundesämter Richtlinien und Empfehlungen für die Berücksichtigung von Lawinen (1984), Hochwasser (1997) und Massenbewegungen (1997) bei raumwirksamen Tätigkeiten heraus. Eine kürzlich (2005) erschienene Empfehlung präzisiert wie die Naturgefahrenkarten in den Raumplanungsinstrumenten umgesetzt werden können (siehe Referenzenliste im Anhang A1).

Auf kantonaler Ebene sind die Bestimmungen zu den Naturgefahren hauptsächlich in den folgenden Gesetzen enthalten:

- Gesetz vom 12. November 1964 betreffend die Feuerpolizei und den Schutz gegen Elementarschäden;
- Gesetz vom 26. November 1975 über den Wasserbau;
- Raumplanungs- und Baugesetz vom 9. Mai 1983;
- Gesetz vom 2. März 1999 über den Wald und den Schutz vor Naturereignissen.

### 3. INSTRUMENTE

Entsprechend dem rechtlichen Rahmen stellt sich den Kantonen in Hinsicht auf die Naturgefahren eine doppelte Aufgabe:

- Bezeichnung der durch die Naturgewalten gefährdeten Gebiete mittels Erstellung und Nachführung geeigneter Grundlagen.
- Berücksichtigung der Gefahrenzonen bei jeder raumwirksamen Tätigkeit, insbesondere bei der Erstellung der Richt- und Nutzungspläne.

Die erste Aufgabe wird insbesondere durch eine systematische Kartierung der Naturgefahren erfüllt. Gefahrenkarten erlauben es, Sektoren mit bestehenden oder potenziellen Konflikten zwischen Naturgefahren und Bodennutzung aufzuzeigen.

Die Gefahrenkarte ist das Hauptinstrument zur Prävention und Begrenzung der Schäden. Ihre Berücksichtigung in den Planungsdokumenten erlaubt die Erfüllung der zweiten Aufgabe. Die Umsetzungsmassnahmen sind im kantonalen Richtplan detailliert festgehalten (Kapitel «Ländlicher und natürlicher Raum», Themen 17, 18, 19, mit erläuterndem Bericht).

### 4. ABLAUF DES PROJEKTS

Auf Vorschlag der Naturgefahrenkommission (NGK) hat der Staatsrat, vertreten durch die beiden betroffenen Direktionen (RUBD, ILFD), im Jahr 1999 entschieden, die Kartierung der Naturgefahren auf dem gesamten Kantonsgebiet zu starten. Dabei sollte in einer ersten Phase der voralpine Bereich abgedeckt werden. Diese Kartierung bildet die Fortsetzung von Abklärungen in Bezug auf die Naturgefahren, welche erstmals bereits 1976 vorlagen (siehe erläuternder Bericht des kantonalen Richtplans für Einzelheiten).

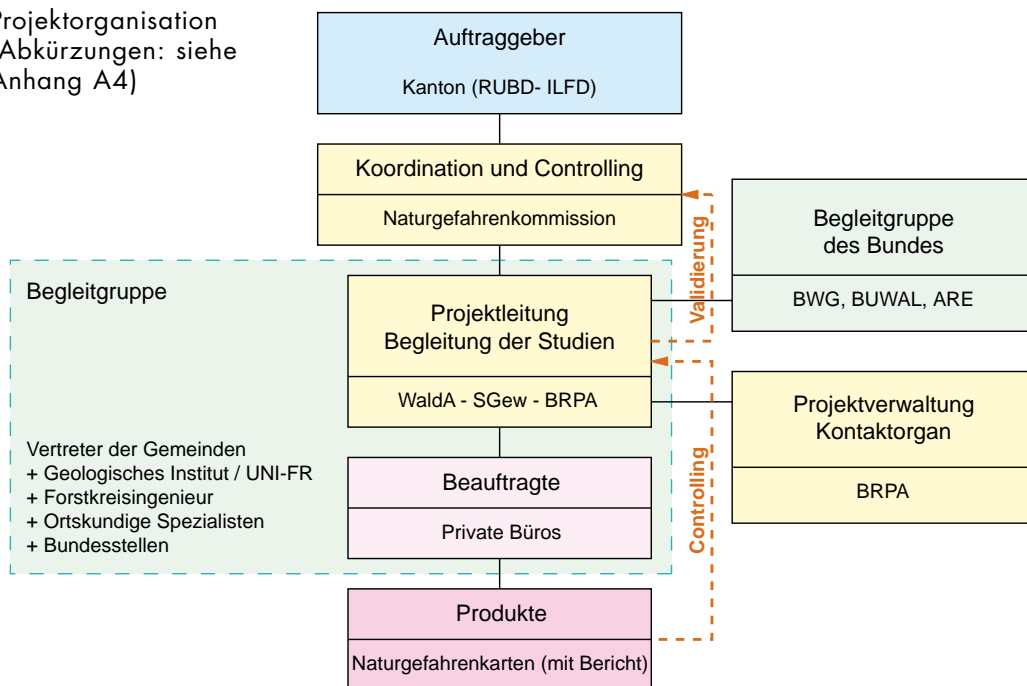


## 4.1 ORGANISATION, FINANZIERUNG

Die Arbeiten wurden unter die Leitung der NGK gestellt und verliefen gemäss der unten aufgeführten Organisation (Figur 1). Die Gemeinden waren an den Arbeiten beteiligt und anlässlich mehrerer Sitzungen über den Arbeitsfortschritt informiert (Zwischenresultate und definitive Ergebnisse). Jede Gemeinde konnte mindestens einen Vertreter in die Begleitgruppe abordnen.

Die Finanzierung wurde vom Kanton (WaldA und SGeW) sichergestellt und vom Bund (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bundesamt für Wasser und Geologie) subventioniert, der Kantonsanteil wurde von der kantonalen Gebäudeversicherung (KGV) übernommen.

Figur 1: Projektorganisation  
(Abkürzungen: siehe Anhang A4)

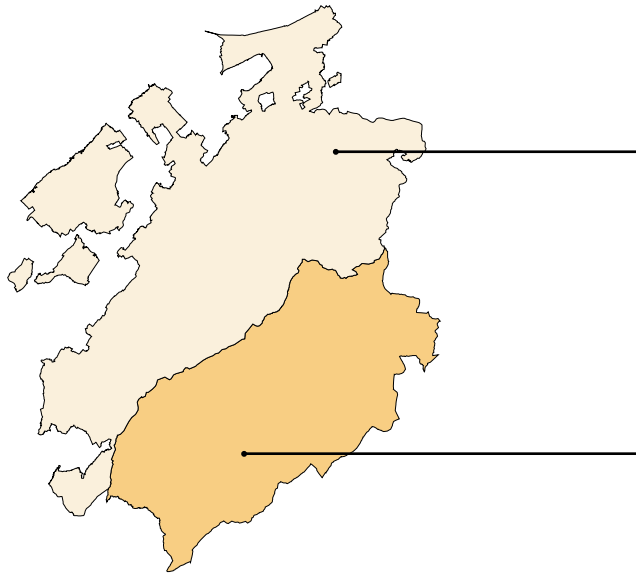


## 4.2 ZEITPLAN

Die Erarbeitung der Gefahrenkarten auf dem Kantonsgebiet erfolgt in zwei getrennten Etappen (Figur 2):

- 1995 - 2005:
  - Voralpen: Pilotprojekt, Gefahrenhinweiskarten (\*) und Gefahrenkarten (\*) (Gegenstand der vorliegenden Veröffentlichung).
  - Mittelland: Gefahrenhinweiskarte Hochwasser.
- ab 2006:
  - Mittelland: Fertigstellung der Hinweiskarten und Ausarbeitung der Gefahrenkarten.

(\*) siehe Definitionen weiter unten.



Figur 2: Etappen zur Realisierung der Gefahrenkarten

**Mittelland**

*Etappe 1 (2000 - 2005):*

- Gefahrenhinweiskarte «Hochwasser»

*Etappe 2 (ab 2006):*

- Gefahrenhinweiskarten «Rutschungen» und «Steinschlag»
- Gefahrenkarten

**Voralpen (1995 - 2005):**

- Pilotprojekt
- Gefahrenhinweiskarten und Gefahrenkarten (5 Themen)

### 4.3 KARTOGRAPHIERTE LOSE

Für die Kartierung wurden sechs Lose abgegrenzt, die hydrographischen Einzugsgebieten entsprechen (Figur 3):

Name	Fläche (km <sup>2</sup> )	Jahre (Erhebungen)
Jaun (Pilotprojekt)	47	1995 - 1998
Niremout - Moléson	176	2001 - 2002
Berra - Plasselbschlund	95	2001 - 2002
Intyamon	106	2002 - 2004
Schwarzsee	85	2002 - 2005
Jogne	112	2002 - 2004

Nach Durchlaufen der Verfahren zum öffentlichen Beschaffungswesen wurden mehreren Bürogruppen die Aufträge für die verschiedenen Arbeiten erteilt (siehe Anhang A3).



Figur 3: Kartographierte Lose

#### 4.4 ART DER ERGEBNISSE

Neben den Gefahrenkarten haben die beauftragten Büros eine sehr umfangreiche Dokumentation erstellt und diese dem Kanton übergeben. So können die Ergebnisse ihrer Arbeiten und die durchgeführten Untersuchungen nachvollzogen werden. Für jedes Los und pro Auftrag stehen somit die folgenden Produkte zur Verfügung:

- Fünf thematische Karten, mit einem Teil «Gefahrenhinweiskarte» im Massstab 1:10'000 oder 1:25'000, und einem Teil «Gefahrenkarte» im Massstab 1:5'000: Lawinen, Steinschlag und Felssturz, Rutschungen, Hochwasser, Murgänge;
- Synthesekarte im Massstab 1:25'000;
- Allgemeiner technischer Bericht;
- Erläuternde Teilberichte (für jeden Prozess);
- Technisches Dossier, mit Berechnungen, Modellierungen, Profilen, Detailkarten, lokalen Karten der Phänomene, Intensitätskarten (für Prozesse in Verbindung mit Wasser);
- Inventar der Schwachpunkte;
- Liste der Zonen mit wesentlichen Konflikten zwischen Gefahr und Bodennutzung, mit Prioritäten von Interventionen.

Diese Dokumentation ist bei den zuständigen Ämtern (BRPA, SGeW, WaldA) hinterlegt; nur die Karten werden veröffentlicht.

#### 4.5 ZUSAMMENSTELLUNG DER DATEN, REDAKTIONELLE ARBEITEN

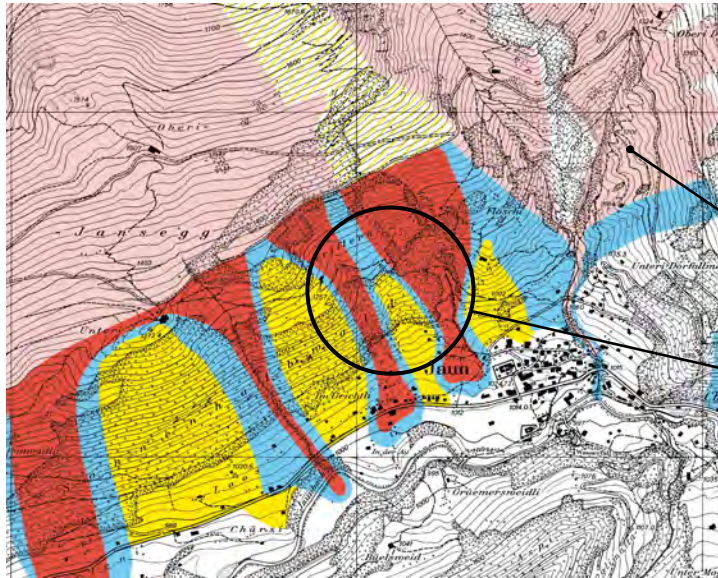
Nach Abschluss der Erhebungen in den sechs voralpinen Losen wurden die verschiedenen Karten für jeden Perimeter von den beauftragten Büros an die zuständigen Ämter (BRPA, WaldA, SGeW) weitergeleitet. Diese Ämter haben anschliessend alle Karten zusammengefügt, womit für den ganzen voralpinen Bereich fünf einheitliche thematische Karten vorliegen.

Um die Einheitlichkeit und Kohärenz der Angaben über das ganze Gebiet zu gewährleisten, waren an den Losgrenzen kleinere Anpassungen notwendig. Ebenso wurden an gewissen Inhalten kleine Änderungen vorgenommen (insbesondere als Folge von Schutzmassnahmen, die zwischen den Erhebungen und der Redaktion der Synthese ausgeführt wurden). Die zusätzliche Synthesekarte entspricht einer Überlagerung der fünf thematischen Karten (siehe Kapitel 5.3).

Auf der CD-Rom sind diese fünf thematischen Karten sowie die Synthesekarte für den gesamten voralpinen Bereich des Kantons über das ArcReader-Projekt einsehbar. Für die Gemeinden am Rande der Voralpen ist zurzeit nur der 'bergige' Teil verfügbar. Je nach morphologischen Bedingungen und Höhenlage kann es sein, dass gewisse Gefahrentypen auf dem Gebiet einer Gemeinde nicht vorkommen (insbesondere Lawinen).

## 5. GEFAHRENHINWEISKARTEN UND GEFAHRENKARTEN

Zwei Arten von Analysen mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad, abhängig von der Bodennutzung, sind möglich (Figur 4).



Figur 4: Gefahrenhinweiskarte und Gefahrenkarten

**Ebene Hinweiskarte:**  
Gefahr vorhanden  
(Stufe nicht beurteilt)

**Ebene Gefahrenkarte:**  
Gefahr vorhanden,  
mit Gefahrenstufen

Quelle: Auszug aus dem Pilotprojekt Jaun, Thema Lawinen

### 5.1 GEFAHRENHINWEISKARTE

In einem ersten Schritt behandelt eine allgemeine Untersuchung die Situation für ein ganzes Gebiet auf globale Art (1:10'000 - 1:50'000). Dabei wird aufgrund bestehender Daten, Modellrechnungen und meist unter Einbezug von EDV-Methoden eine «Gefahrenhinweiskarte» erstellt. Die Ergebnisse werden im Gelände durch punktuelle Plausibilitätskontrollen überprüft. Eine solche Karte gibt Auskunft über das Vorhandensein oder die Abwesenheit einer Gefahrenart und erlaubt die Bestimmung von Prioritäten für die Erarbeitung der Detailkarten.

### 5.2 GEFAHRENKARTE

Basierend auf vorangehenden Abklärungen (Kataster, Hinweiskarten, Karten der Phänomene, Modellierungen usw.) wird die durch jeden Prozessstyp verursachte Gefährdung in der «Gefahrenkarte» gemäss drei Stufen dargestellt: geringe Gefährdung (gelb), mittlere Gefährdung (blau) und erhebliche Gefährdung (rot). Die Gefahrenkarten werden für die Gebiete erstellt, in denen ein bedeutendes Schadenpotenzial (gefährdete Personen und Sachwerte) besteht. Der Kartenmassstab von 1:5'000 ermöglicht ihre Übertragung in die Raumplanungsdokumente. Fünf thematische Karten werden erstellt, nämlich eine pro Gefahrenart.

### 5.3 SYNTHESKARTE

Die Synthesekarte entsteht durch Überlagerung der fünf thematischen Karten unter Berücksichtigung folgender Grundsätze:

- ist ein Sektor durch mehrere gefährliche Prozesse mit verschiedenen Gefahrenstufen bedroht, so wird ihm die jeweils höchste vorhandene Gefahrenstufe zugewiesen;
- wenn sich mehrere Gefahren gleicher Stufe decken, dann führt dies nicht zu einer höheren Gefahreinstufung;

- die Zuweisung der Gefahrenstufen erfolgt gemäss der folgenden hierarchischen Reihenfolge: rot, Hinweisbereich, blau, gelb, gelb-weiss gestreift, weiss;
- der für die Zuweisung der Gefahrenstufe entscheidende Prozesstyp ist nicht angegeben.

## 6. LEGENDE DER GEFAHRENKARTE UND BEDEUTUNG DER GEFAHRENSTUFEN

Für jeden der bearbeiteten Prozesse sind die Legende der Gefahrenkarten und die Bedeutung der Gefahrenstufen identisch (gemäss Richtlinien und Empfehlungen des Bundes).

### 6.1 BEREICHE MIT GEFAHRENHINWEISKARTE

Rosa: Hinweisgebiet
Diese Zone weist auf das Vorhandensein einer Gefahr hin, ohne dass jedoch ihre Stufe (Intensität, Wahrscheinlichkeit) beurteilt wurde.
Weiss
Gemäss heutigem Wissensstand und für die Ausarbeitung der Hinweiskarte angewandten Untersuchungsmethoden sind keine Gefahren bekannt.

### 6.2 BEREICHE MIT GEFAHRENKARTE

<b>Rot: erhebliche Gefährdung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personen sind innerhalb wie ausserhalb von Gebäuden gefährdet.</li> <li>• Es ist mit der raschen Zerstörung von Gebäuden zu rechnen.</li> </ul> <p>oder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Ereignisse treten zwar in schwächerem Ausmass, doch mit hoher Wahrscheinlichkeit auf. In diesem Fall sind Personen vor allem ausserhalb der Gebäude gefährdet, oder die Gebäude werden unbewohnbar.</li> </ul> <p>Die rote Zone ist im Wesentlichen ein Verbotsbereich.</p> <p>Für bereits bestehende Bauten sind Unterhalts-, Reparatur- und Renovationsarbeiten zulässig (Details siehe Kantonaler Richtplan, Kapitel <i>Ländlicher und natürlicher Raum</i>, Themen 17 bis 19).</p>
<b>Blau: mittlere Gefährdung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personen sind ausserhalb von Gebäuden gefährdet, innerhalb der Gebäude jedoch kaum oder gar nicht.</li> <li>• Im Prinzip ist mit Schäden an Gebäuden zu rechnen, doch nicht mit ihrer raschen Zerstörung, falls gewisse Bauauflagen beachtet wurden.</li> </ul> <p>Die blaue Zone ist im Wesentlichen ein Gebotsbereich, in dem schwere Schäden durch geeignete Vorbeugemassnahmen vermieden werden können.</p>

Gelb: geringe Gefährdung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personen sind kaum oder gar nicht gefährdet (*)</li> <li>• Es ist mit geringen Schäden an Gebäuden zu rechnen.</li> </ul> <p>Die gelbe Zone ist im Wesentlichen ein Hinweisbereich.</p> <p>(*) bei «plötzlichen» Gefahren, wie Steinschlag oder Lawinen, können die Folgen für eine ungeschützte Person je nach Umständen jedoch bereits in dieser Gefahrenzone tödlich sein.</p>
Gelb-weiss gestreift: Restgefährdung
<p>Gefährdungen mit einer sehr geringen Eintretenswahrscheinlichkeit und einer hohen Intensität können durch eine gelb-weiss gestreifte Signatur bezeichnet werden. Das gelb-weiss gestreifte Gebiet ist ein Hinweisbereich, der eine Restgefährdung bzw. ein Restrisiko aufzeigt.</p> <p>Diese Signatur wird auch verwendet um auf Sektoren hinzuweisen, in denen die Gefahr durch Schutzmassnahmen wesentlich verringert wurde.</p>
Weiss
<p>Gebiete ohne bekannte Gefährdung oder solche, die nach heutigem Kenntnisstand eine unerhebliche Gefährdung aufweisen. Aussergewöhnliche Phänomene können dennoch nicht völlig ausgeschlossen werden.</p>

## 7. METHODIK

Die Gefahrenkarten werden unter Berücksichtigung der folgenden Rahmenbedingungen und Anforderungen erstellt:

- Jede Gefahrenart ist Gegenstand einer spezifischen Gefahrenkarte;
- Die Karten entsprechen dem aktuellen Stand des Wissens, der Technik und der einschlägigen Normen und Richtlinien. Es sind dies insbesondere die Richtlinien und Empfehlungen des Bundes sowie das Pilotprojekt Jaun (diese Studie legt die kantonale Methodik zur Bestimmung der Gefahrenstufen fest);
- Die auf den Karten dargestellten Gefahrenstufen und ihre Abgrenzungen haben den Charakter einer Expertise. Sie ergeben sich einerseits aus historischen Untersuchungen (Chroniken, Ereigniskataster), Berechnungen, Modellierungen, topographischen und geomorphologischen Untersuchungen (Luftbilder) usw., andererseits auch aus detaillierten Felduntersuchungen;
- Die Karten stellen den Zustand im Gelände zur Zeit der Erarbeitung dar. Die Wirkung von Schutzbauten und deren Zustand sind dabei beurteilt und in die Gefahrenbeurteilung einbezogen. Allfällige Verbauungs- und Reparaturvorhaben werden erst nach Beendigung der Arbeiten berücksichtigt;
- Die Karten basieren auf wissenschaftlichen Kriterien. Die Gefahrenstufen berücksichtigen weder das heutige oder geplante Schadenpotenzial, noch mögliche Konsequenzen für die Bodennutzung;
- Die Gefahrenkarten sind mindestens im Massstab 1:5'000 erarbeitet. Der Ausdruck in anderen Massstäben ist möglich, dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Karten.

Diese Genauigkeit darf deshalb nicht überbewertet werden, sie beträgt in ihrer Grössenordnung einige Meter;

- Alle Resultate sind nachvollziehbar, alle Berechnungsgrundlagen und Feldaufnahmen sind in einem separaten Dossier abgeliefert (siehe Kapitel 4.4). Diese Unterlagen werden durch das zuständige Amt aufbewahrt;
- Die Gefahrenkarten müssen bei wichtigen Änderungen der Gefahrensituation durch die zuständigen Ämter überarbeitet werden (Verbauungen, mangelnder Unterhalt von Verbauungen, Naturereignisse);
- Die Gefahrenstufe resultiert aus der Kombination von Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit eines betrachteten Phänomens in Form einer Matrix:
  - Die Referenzwahrscheinlichkeiten sind für alle Prozesse dieselben:

Wahrscheinlichkeit		Wiederkehrperiode
qualitativ	Eintretenswahrscheinlichkeit am Beispiel einer Periode von 50 Jahren (*)	Wiederkehrperiode als Mass für die Wahrscheinlichkeit
hoch	100 à 82%	1 à 30
mittel	82 à 40%	30 à 100
gering	40 à 15%	100 à 300

(\*) Diese Zahl ist für wiederkehrende Ereignisse berechenbar, für welche Langzeitstatistiken und jährliche Eintretenswahrscheinlichkeiten (Wiederkehrperiode) vorliegen. Die Berechnung geht davon aus, dass diese jährlichen Eintretenswahrscheinlichkeiten während des Zeitraums von 50 Jahren gleich bleiben.

- Die Intensitäten hängen von den physikalischen und mechanischen Eigenschaften jedes untersuchten Phänomens ab (siehe Kapitel 7.1 bis 7.5).
- Die Gefahrenstufen sind so gewählt, dass sie präzise Vorschriften in Bezug auf die Bodennutzung mit sich bringen (siehe Kapitel 6 weiter unten).

## 7.1 LAWINEN

### 7.1.1 Prozess



Quelle: [www.planat.ch](http://www.planat.ch)

Unter einer Lawine versteht man die schnelle Bewegung einer Schnee- oder Eismasse durch Rutschen, Rollen, Fliesen oder in Form einer herunterwirbelnden Wolke. Die zurückgelegte Distanz überschreitet 50 Meter.

Solche Phänomene können in den folgenden Fällen eintreten:

- Mindesthöhe der Anrisszone 900 – 1000 m.ü.M. (für die Schweiz);
- Hangneigungen in der Anrisszone zwischen 28° und 50°.

Das potenzielle Ausmass einer Lawine - entscheidend für die Abgrenzung der Transit- und Ablagerungszone - hängt vom verfügbaren Schneevolumen sowie der Topographie der durchlaufenen Sektoren ab.

Klimatische Faktoren und die lokalen Bedingungen bestimmen schliesslich die konkreten Gefahrensituationen: der extreme Schneedeckenzuwachs in drei Tagen, Exposition und Hanglage (Wind und Temperatur), Schichtung der Schneedecke sowie die Bewaldung, insbesondere in der Anrisszone (die Gefahrenkarten



berücksichtigen die Bewaldung). Diese Faktoren haben einen grossen Einfluss auf die Stabilität der Schneeschichten sowie auf den Verlauf einer ausgelösten Lawine.

Man kann grundsätzlich drei Arten von Schneebewegungen unterscheiden, wobei der erste nicht direkt mit dem Begriff «Lawinen» in Verbindung steht:

- langsame oder sehr langsame Verschiebung mit geringer Störung der Schneeschichtung und Ausübung eines eher statischen Druckes auf Hindernisse (Kriechen, Schneegleiten);
- fliessende Massenbewegungen mit sehr unterschiedlichen Geschwindigkeiten, Formen und Dichte der Lawine;
- Massenbewegung in Form einer Mischung aus Luft und Schnee oder Eis.

### Nassschneelawine

Lawine mit sehr grosser Schneedichte (350 bis 500 kg/m<sup>3</sup>). Die Umwandlung von Schnee in Wasser führt zu einer Reduktion der Haftung des Schnees auf dem Boden (Erwärmung des Bodens, oberflächliche Schmelze, Regen). Die Fliessgeschwindigkeit ist in der Regel langsamer (20 bis 60 km/h) als bei einer Trockenschneelawine. Diese Art von Lawinen (Grundlawinen) ereignen sich normalerweise im Frühling.



Quelle: [wa.slf.ch](http://wa.slf.ch)

### Staublawine

Lawine aus frischem und trockenem Schnee, die sich in der Regel während oder kurz nach bedeutendem Schneefall ereignet, bevor die Festigung der Schichten stattfindet. Sie erreicht grosse Geschwindigkeiten (bis ~300 km/h). Ein Schnee-Luft-Gemisch hebt sich vom Boden ab (Aerosol) und entwickelt gut sichtbare Schneestaubwolken.

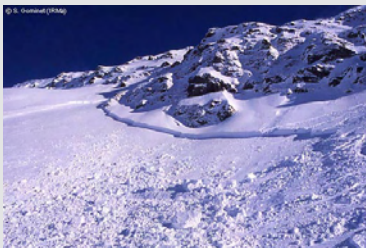
Der tatsächlich gefährliche Teil mit einem grösseren Schneeanteil und einer höheren Dichte bleibt unter den Wolken versteckt.



Quelle: [www.planat.ch](http://www.planat.ch)

### Schneebrettlawine

Lawine, die durch den Abbruch eines Schneepakets mit schlechter Verbindung zur darunter liegenden Schicht entsteht. Solche Lawinen ergeben sich aus einem labilen Gleichgewicht im Inneren der Schneedecke. Sie werden oft von Skifahrern ausgelöst, und fordern deshalb die meisten Opfer. Sie sind schwer feststellbar oder vorhersehbar und deshalb gefährlich, auch weil sich die schwachen Schichten über längere Zeit erhalten können.



Quelle: [www.irma-grenoble.com](http://www.irma-grenoble.com)

## 7.1.2 Intensitätskriterien, Bestimmung der Gefahrenstufe

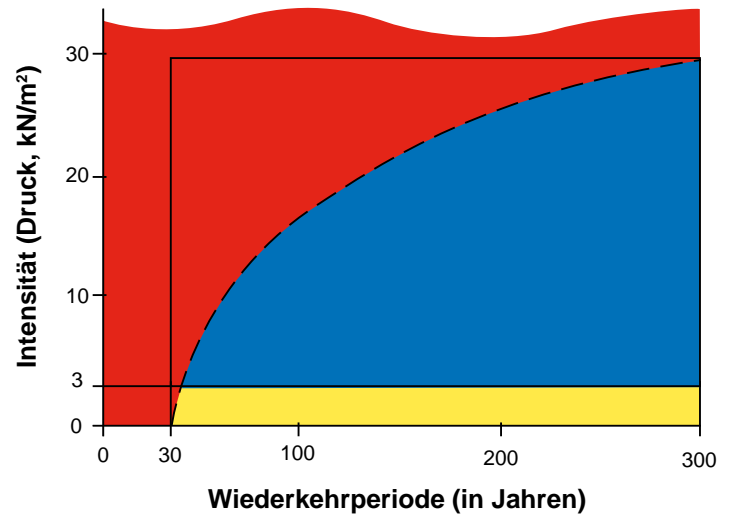
Die Lawinengefahrenkarte unterscheidet vier Gefahrenstufen, die durch verschiedene Farben (rot, blau, gelb und weiss) dargestellt werden. Die gelb-weiss gestreifte Signatur zeigt Gebiete, die durch Schutzmassnahmen gesichert sind (siehe Kapitel 6.2).

Die Gefahrenstufe wird mit Hilfe einer Standardmatrix für Intensität und Wahrscheinlichkeit beurteilt (Figur 5):

- die Eintretenswahrscheinlichkeit einer Lawine eines gewissen Ausmasses wird gemäss den Klassen 30, 100 und 300 Jahre (siehe auch den Anfang von Kapitel 7) festgelegt;
- Die Intensität entspricht dem Druck, welcher auf einem Hindernis in der Lawinensturzbahn entsteht; der Druck wird durch Modellierung berechnet.



Figur 5: Bestimmung der Lawinengefahrenstufe



## 7.2 STEIN-, BLOCKSCHLAG UND FELSSTURZ

### 7.2.1 Prozess

Bei Stein- und Blockschlag sowie Fels- und Bergsturz handelt es sich um plötzliche und schnelle Bewegungen von Gesteinsmassen. Die häufigsten Ursprünge solcher Phänomene sind Felswände und -hänge. Steine und Blöcke können auch lockeren Formationen entstammen (z.B. Moräne) oder in einem Hang neu mobilisiert werden.

Die Auslösung eines Phänomens in Zusammenhang mit Gestein wird durch die folgenden wesentlichen Faktoren verursacht:

- die geologischen Bedingungen (Art des Gesteins, Schichtfallen, usw.);
- den Grad der Fragmentierung des Gesteins (Natur und Ausrichtung der Diskontinuitäten wie Brüche und Spalten);
- klimatische Einwirkungen (Temperaturschwankungen mit Frost und Auftauen, Regen, Verwitterung, usw.);
- die Topographie.

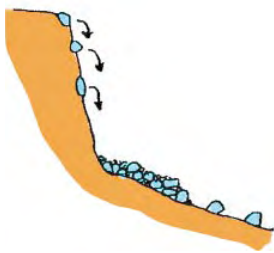
Bäume können solche Prozesse durch ihr Wurzelsystem in Spalten und Rissen oder durch Hebelwirkungen beschleunigen oder auslösen.

Die Transit- und Ablagerungsbedingungen, sowie die Abgrenzung dieser Zonen, sind durch folgende Hauptfaktoren bestimmt:

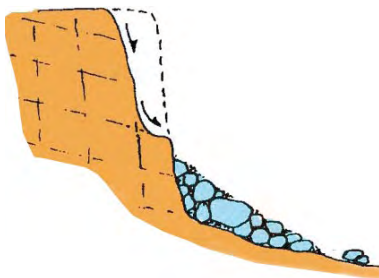
- die Eigenschaften des Blocks (Art des Gesteins, Masse, Zerkleinerung während des Sturzes, Form, usw.);
- die Topographie (Hangneigung, Hindernisse, usw.);
- die Natur der Böden (Lockermaterial, Fels, usw.);
- die Bewegungsart der Blöcke (Springen, Rollen, Rutschen);
- die Form und Dichte der Vegetation (Bäume können die Blöcke bremsen oder stoppen).

Die Abgrenzung der Transit- und Ablagerungsbereiche berücksichtigt die Unsicherheiten bezüglich den verschiedenen Sturzbahnen, die ausgehend von einem selben Abbruchbereich möglich sind.

#### Stein- und Blockschlag



#### Felssturz



Quelle: [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

### Stein- und Blockschlag

Unter Stein- und Blockschlag versteht man sporadisch auftretende, mehr oder weniger isolierte Stürze von Blöcken. Dieser sich wiederholende Prozess betrifft Volumen von bis zu 100 m<sup>3</sup> pro Ereignis.

Man spricht von:

- Steinschlag wenn der Durchmesser kleiner ist als 50 cm (also ca. 1/8 m<sup>3</sup> oder 300 - 400 kg);
- Blockschlag wenn der Durchmesser grösser ist als 50 cm.



Quelle: www.bdmag.com

### Felssturz

Bei Felsstürzen löst sich ein grösseres Gesteinspaket von 100 m<sup>3</sup> bis 100'000 m<sup>3</sup> und stürzt plötzlich ab. Die Masse teilt sich beim Sturz mehr oder weniger und bildet einen Schuttkegel.

Bergstürze entsprechen einem vergleichbaren Phänomen, betreffen jedoch viel grössere Volumen (> 1 Million m<sup>3</sup>). Die Blöcke werden stark zerkleinert und es werden grosse Distanzen zurückgelegt. Bergstürze sind im Vergleich zu den Felsstürzen sehr selten.



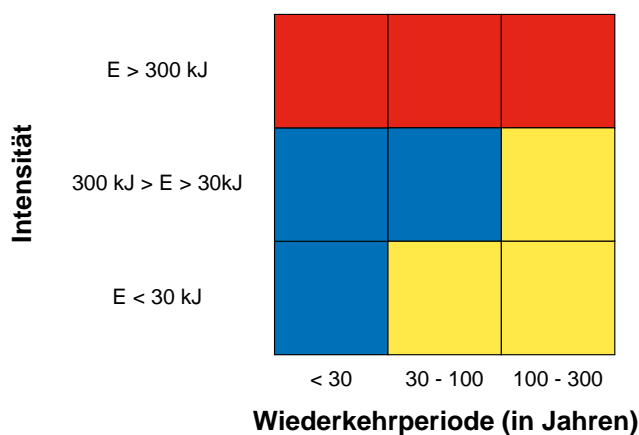
Quelle: BRPA

## 7.2.2 Intensitätskriterien, Bestimmung der Gefahrenstufe

Die Gefahrenkarte für Sturzprozesse unterscheidet vier Gefahrenstufen, die durch verschiedene Farben (rot, blau, gelb und weiss) dargestellt werden. Die gelb-weiss gestreifte Signatur zeigt Gebiete, wo die Gefahr infolge von Schutzmassnahmen beseitigt wurde (siehe Kapitel 6.2).

Die Gefahrenstufe wird mit Hilfe einer Standardmatrix für Intensität und Wahrscheinlichkeit beurteilt (Figur 6):

- die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Sturzprozesses wird gemäss den Klassen 30, 100 und 300 Jahre (siehe auch den Anfang von Kapitel 7) festgelegt;
- Die Intensität des Prozesses wird durch die Energie (E) der Steine oder Blöcke bestimmt, die im Wesentlichen von deren Masse und Geschwindigkeit an einem bestimmten Standpunkt abhängt.



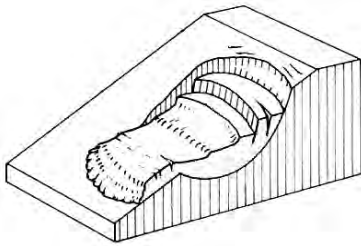
Figur 6: Bestimmung der Steinschlag-gefahrenstufe

E = Energie

z.B. entspricht die 30 kJ-Grenze der Energie eines 300 kg-Steins, der aus einer Höhe von 10 m fällt.

## 7.3 RUTSCHUNGEN

### 7.3.1 Prozess



Quelle: irc.nrc-cnrc.gc.ca

Rutschungen sind Hang abwärts gerichtete, gleitende Bewegungen von Fest- und/oder Lockergestein (sowie Bodenmaterial). Die Bewegung verläuft entlang mehrerer Gleitflächen oder entlang relativ schmaler Deformationszonen durch Scherung. Ausser der Schwerkraft, dem eigentlichen Motor der Bewegung, ist hauptsächlich das Wasser in den Böden die Ursache solcher Phänomene.

Je nach Auslösung, Geschwindigkeit oder Wassergehalt sind mehrere Prozesse zu unterscheiden, welche jeweils spezifische Eigenschaften aufweisen.



Quelle: BRPA

#### Permanente Rutschung

Rutschung, die langfristig kontinuierliche Verschiebungen mit Beschleunigungs- und Reaktivierungsphasen aufweist.



Quelle: BRPA

#### Spontanrutschung

Rutschung, die spontan ausgelöst wird, mit momentan hohen Geschwindigkeiten.



Quelle: BRPA

#### Hangmure

Schnelles Abfahren eines Gemisches aus Lockermaterial (lockerer Boden und Vegetationsbedeckung) und viel Wasser, in der Regel auf relativ steilen Hängen, ohne dass sich unbedingt eine Gleitfläche abzeichnet.

Unter dem Thema «Rutschungen» sind auch weitere Phänomene kartiert, welche sich durch eine vertikale Bewegungskomponente kennzeichnen und allgemein weniger Schäden verursachen:

- Einbruchzonen auf löslichen Böden (Dolinen und andere karstige Phänomene);
- Verlandungssedimente (Torfzonen, See- oder Sumpf-/Moorablagerungen, usw.), die setzungsempfindlich sind und unter dem Begriff «kompressible Böden» zusammengefasst werden.

Die Gefahrenkarte untersucht alle oben erwähnten Prozesse und stellt diese dar.

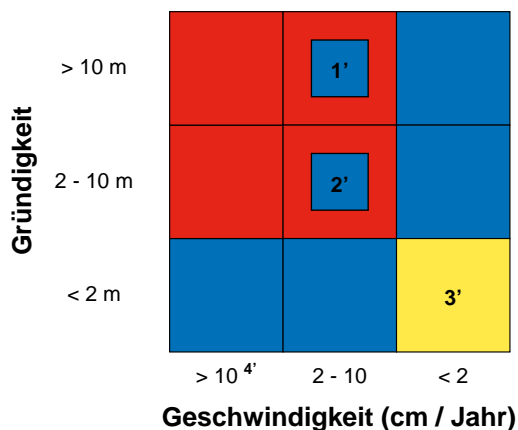
### 7.3.2 Intensitätskriterien, Bestimmung der Gefahrenstufe

Es gibt kein allgemein gültiges Mass, um die Intensität von Massenbewegungen zu beschreiben. Aufgrund der Wirkungsmechanismen der verschiedenen Prozesse können hingegen Werte festgelegt werden, mit denen die Grenzen der Klassen von starker, mittlerer und schwacher Intensität definiert sind. Die dazu verwendeten Kriterien beziehen sich im Allgemeinen auf die Zone der Prozesswirkung bzw. auf das gefährdete Gebiet.

#### Permanente Rutschungen

Die Gefahrenstufe erhält man im Prinzip durch die Kombination von Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit eines betrachteten Phänomens (siehe Einstieg Kapitel 7). Für die permanenten Rutschungen kann der Begriff der Wahrscheinlichkeit nur für die Beurteilung eventueller Beschleunigungsphasen verwendet werden. Die Bestimmung der Gefahrenstufe erfolgt in diesem speziellen Fall durch die Kombination von Geschwindigkeit (durchschnittliche jährliche Verschiebung) und Mächtigkeit der bewegten Masse (oder Tiefe des Gleithorizonts) (Figur 7).

Wie die Geschwindigkeit ist auch die Tiefe (und Mächtigkeit) einer Rutschung von wesentlicher Bedeutung: sie bestimmt die Möglichkeiten der Bodennutzung und der Sanierungsmassnahmen (Volumen der bewegten Masse). Die Werte zu den Kriterien «Geschwindigkeit» und «Tiefe» (oder «Mächtigkeit») können der Karte der Boden- und Hanginstabilitäten entnommen werden. Entsprechend den geländeabhängigen Feststellungen und Hypothesen, oder gegebenenfalls aufgrund geologischer Berichte und anderer Grundlagen, werden diese Werte bestätigt oder angepasst.



Figur 7: Bestimmung der Rutschungsgefahrenstufe

- 1' blau wenn Mächtigkeit >> 10 m mit gleichmässigen Bewegungen
- 2' blau wenn betroffene Fläche klein ist und Sanierungsmassnahmen möglich sind
- 3' zudem und mindestens gelb: historische und potenzielle Rutschungen
- 4' ergänzende Kriterien:
  - starke Differentialbewegungen
  - oder:  $v > 0,1 \text{ m/Tag}$  für oberflächliche Rutschungen
  - oder: Verschiebung > 1m pro Ereignis

#### Spontanrutschungen

Für diese Art von Massenbewegung wird die Intensität gestützt auf die Mächtigkeit der mobilisierbaren Materialschicht bestimmt.

## Hangmuren

Hangmuren sind ein Spezialfall unter den spontanen Bewegungen. Im Anrissgebiet werden sie mit denselben Intensitäten beurteilt wie Spontanrutschungen, da sie am Ort der Entstehung diesem Phänomen entsprechen (Kriterium: Mächtigkeit der mobilisierbaren Materialschicht).

In den Transit- und Ablagerungsbereichen ist der Transportprozess entscheidend: hier werden die Intensitätskriterien für Murgänge angewandt, also die Mächtigkeit der Ablagerungen der Mure (siehe Abschnitt 7.5.2).

## Auflösung / Einbruch, kompressible Böden

Böden, die Absenkungs- oder Einbruchphänomenen durch unterirdische Auflösung oder karstige Prozesse ausgesetzt sind, wie auch potenzielle Absenkungsgebiete auf kompressiblem Untergrund (Verlandungssedimente: Lockersedimente, Sümpfe, Torf, usw.), sind im Prinzip der mittleren Gefahrenstufe (blau) zugeordnet.

## 7.4 HOCHWASSER, ÜBERSARUNG, UFEREROSION

### 7.4.1 Prozess



Quelle: SGeW

Den in diesem Kapitel behandelten Prozessen liegt allen ein Hochwasserphänomen zugrunde. Andere Vorgänge in Verbindung mit Wasser (z.B. oberflächlicher Abfluss auf Hängen) werden nicht berücksichtigt; trotzdem sind diese nicht ganz vernachlässigbar. Die Murgänge werden im Kapitel 7.5 separat behandelt.

Damit ein Hochwasser eine Überschwemmung, eine Übersarung oder Ufererosionen verursachen kann, müssen mehrere Rahmenbedingungen und Faktoren zusammenspielen:

- die Topographie des Einzugsgebiets;
- die Wassersättigung der Böden;
- die Vegetation;
- die Menge an mobilisierbarem Material;
- oder auch die Mächtigkeit der Schneedecke.

Zudem sind weitere auslösende Faktoren an der Entstehung einer Gefahrensituation beteiligt. Lang anhaltende und/oder starke Niederschläge, eine rasche Temperaturzunahme mit einer schnellen Schneeschmelze oder aber eine hohe Lage der Nullgrad-Grenze führen zu einer Zunahme der abfließenden Wassermenge in einem Einzugsgebiet.

### Überschwemmung

Austritt eines Gewässers aus seinem Gerinnebett. Zwei Arten von Überschwemmungen sind möglich:

- statische Überschwemmung (langsame Fließgeschwindigkeiten);
- dynamische Überschwemmung (hohe Fließgeschwindigkeiten).



Quelle: WaldA

### Übersarung

Ablagerung von grobem Geschiebe (Alluvionen) ausserhalb des Gerinnebetts eines Gewässers bei einer dynamischen Überschwemmung.



Quelle: WaldA

### Ufererosion

Seitliche und senkrechte Erosion der Ufer durch die Strömung. Die Erosion kann Rutschungen oder das Einstürzen der Ufer bewirken.



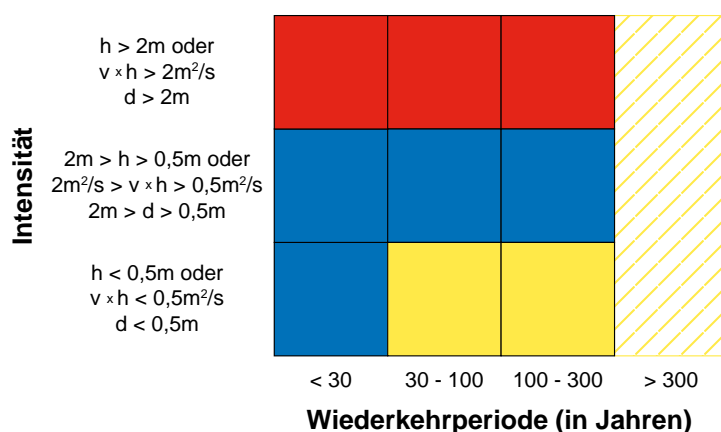
Quelle: Büro Norbert

## 7.4.2 Intensitätskriterien, Bestimmung der Gefahrenstufe

Die Gefahrenkarte für Phänomene in Verbindung mit Hochwasser unterscheidet fünf Gefahrenstufen, die durch verschiedene Farben dargestellt werden (rot, blau, gelb, gelb-weiss gestreift und weiss). Die gelb-weiss gestreifte Signatur kann auch Gebiete bezeichnen, die durch Schutzmassnahmen gesichert sind (siehe Kapitel 6.2).

Die Beurteilung der Gefahren erfolgt für Überschwemmung, Übersarung und Ufererosion über dieselbe Matrix für Intensität und Wahrscheinlichkeit (Figur 8):

- die Eintretenswahrscheinlichkeit entspricht den Klassen 30, 100 und 300 Jahre (siehe auch Einstieg Kapitel 7);
- die Intensität hängt von der Fließgeschwindigkeit ( $v$ ) und von der Wassertiefe ( $h$ ) ab. Für die Übersarung berücksichtigt man die Abflussmenge, die Transportkapazität und das mobilisierbare Material. Für die Ufererosion ist die mittlere Tiefe des voraussichtlichen Abtrages entscheidend.



Figur 8: Bestimmung der Hochwassergefahrenstufe

$d$  = mittlere Mächtigkeit der Abtragung  
 $h$  = Wassertiefe  
 $v$  = Fließgeschwindigkeit



## 7.5 MURGÄNGE

### 7.5.1 Prozess

Ein Spezialfall im Zusammenhang mit Hochwassern ist der Murgang, der zu Gerinneausbrüchen mit Materialablagerungen führen kann (Übermürungen, Mure). Gebräuchlich sind auch Begriffe wie Schlammstrom, Schlammlawine, Geröll-Lawine oder, im Dialekt, «Rüfe» oder «Lau». Murgänge treten nur in sehr steilen Wildbachgebieten mit meist über 15% Bachgefälle auf, wobei sie sich schubweise lösen können. Ihre Gefährlichkeit kommt von ihrer hohen Geschwindigkeit (40 bis 60 km/h) und ihrer hohen Dichte (bis 2'000 kg/m<sup>3</sup>).

Murgänge brechen nicht zufällig los. Wenn entsprechende topographische, geomorphologische und geologische Voraussetzungen vereint auftreten, können sich Ansammlungen von instabilen Materialien bei Gewittern, starken Niederschlägen oder bei der Schneeschmelze buchstäblich verflüssigen. Dieses Gemisch aus Wasser, Schlamm, Sand, Steinen und herausgerissenen Bäumen stürzt meist bis zum Talboden hinunter.



Quelle: [www.planat.ch](http://www.planat.ch)

#### Murgänge

Schnell abfließendes Gemisch aus verflüssigten Feststoffen, angereichert mit Hölzern, Steinen und Blöcken. Das Geschiebe wird oft als seitliche Schuttwülste entlang der Fliessbahn abgelagert.

Die Schäden entstehen an der Murenfront, wenn die bewegte Masse mit Gegenständen und Hindernissen kollidiert. Grosse transportierte Blöcke im Frontbereich können die Schäden erhöhen.

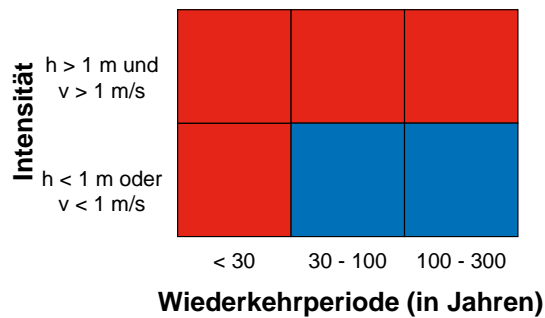
### 7.5.2 Intensitätskriterien, Bestimmung der Gefahrenstufe

Die dynamische Aufprallwirkung von Murgängen wird hauptsächlich über Beobachtungen der Ablagerungsmächtigkeit der Mure und der Querneigung in Gerinnekurven (als Index für die Fließgeschwindigkeit) abgeschätzt.

Die Gefahrenkarte für Hangmuren unterscheidet fünf Gefahrenstufen, die durch verschiedene Farben dargestellt werden (rot, blau, gelb, gelb-weiss gestreift und weiss). Die gelb-weiss gestreifte Signatur kann auch Gebiete bezeichnen, die durch Schutzmassnahmen gesichert sind (siehe Kapitel 6.2).

Wie bei den anderen Prozessen erfolgt die Beurteilung der Gefahrenstufe für die Murgänge über eine Matrix für Intensität und Wahrscheinlichkeit (Figur 9):

- die Eintretenswahrscheinlichkeit einer Mure bestimmten Ausmasses entspricht den Klassen 30, 100 und 300 Jahre (siehe auch Einstieg Kapitel 7);
- Für Murgänge werden nur zwei Intensitätsstufen verwendet (mittel und hoch). Dennoch werden auch Bereiche mit schwächeren Intensitäten auf der Murgang-Gefahrenkarte dargestellt, weil die möglichen Überschwemmungen als sekundäre Folge eines Murgangs berücksichtigt und diesem Phänomen zugeordnet sind. Die Gefahrenstufen «gering» und «Restgefahr» entsprechen damit dem Bereich der möglichen Übersarung mit Wasser und Ablagerung von Feinmaterial.



Figur 9: Bestimmung der Murgang-gefahrenstufe

h = Mächtigkeit der Murgang-Ablagerung  
v = Fließgeschwindigkeit

## 8. TRAGWEITE UND VERWENDUNG DER KARTEN

Die Gefahrenhinweiskarten und die Gefahrenkarten zeigen, entsprechend der Auffassung von Experten, die räumliche Verteilung und Wichtigkeit bestehender Gefahren. Um bestehende oder potenzielle Konflikte zu erkennen, müssen die zuständigen Behörden, also in erster Linie die Gemeinden, eine detaillierte Untersuchung der Risiken vornehmen (Ausmass und Eintretenswahrscheinlichkeit eines möglichen Schadens). Wenn das Risiko nicht akzeptierbar scheint, müssen Massnahmen geplant werden. Dabei sind die Prioritäten entsprechend den vorhandenen Risiken zu setzen, natürlich immer unter Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit.

Die Gefahrenkarten werden so Wirkungen in mehreren Tätigkeitsbereichen entfalten, wobei die Gemeinde jeweils eine entscheidende Rolle zu spielen hat – sei es bei der Festlegung der Massnahmen, bei deren Ausführung oder deren Überwachung.

### 8.1 RAUMPLANUNG UND BAUTEN (VORBEUGENDE MASSNAHMEN)

Es handelt sich hier um den wichtigsten Anwendungsbereich der Gefahrenkarten. Die Gemeinde ist dem gesetzlichen Auftrag entsprechend aufgefordert, im Rahmen ihrer raumplanerischen Tätigkeiten vorbeugende Massnahmen zu ergreifen. Derartige Massnahmen erlauben die Vermeidung oder die Verminderung potenzieller Schäden durch eine angemessene Bodennutzung im Hinblick auf die Naturgefahren, indem eine Exposition von Menschen und Sachwerten vermieden wird. Das Hauptziel ist demnach, bei der Standortwahl von Wohnzonen und Infrastrukturen die Gebiete zu vermeiden, welche den Naturgefahren ausgesetzt sind.

Die Umsetzung der Gefahrenkarten in die Ortsplanung ist im kantonalen Richtplan und in der Arbeitshilfe für die Ortsplanung ausführlich beschrieben. Diese beiden Dokumente sind auf der Website des BRPA verfügbar.

Die Gefahrenkarten stellen eine Grundlagenstudie im Sinne der Gesetzgebung über die Raumplanung dar. Als solche haben sie keine Rechtsgültigkeit im eigentlichen Sinne. Sie erlangen einen verbindlichen Charakter für Behörden und Private erst durch die Verfahren zur Genehmigung der Ortsplanung (Zonennutzungsplan, Planungs- und Baureglement) und zur Baubewilligung (Baugesuche). Falls eine Gefährdung angefochten wird, kann ein Gesuchsteller (Gemeinde oder Privatpersonen) in diesem Rahmen auf seine eigenen Kosten zusätzliche Studien vornehmen, um die kantonale Grundlagenstudie zu präzisieren, zu ergänzen oder allenfalls zu ändern.



## 8.2 SCHUTZMASSNAHMEN

Je nach der bestehenden Bodennutzung und der Präsenz von Infrastrukturen und Bewohnern in gefährdeten Gebieten können die vorbeugenden Massnahmen durch Schutzmassnahmen ergänzt werden. Die Gefahrenkarte erlaubt das Erkennen von möglichen Sicherheitsdefiziten in bereits bebauten Gebieten. Diese so genannten aktiven Massnahmen wirken der Entwicklung des Naturereignisses entgegen oder verändern dessen Ablauf, Intensität oder Eintretenswahrscheinlichkeit. Sie führen zu einer Verringerung der potenziellen Gefahren in den gefährdeten Zonen und sind nur dann zu ergreifen, wenn die Bodennutzung schützenswert ist.

Unter die Schutzbauten fallen punktuelle oder lokalisierte technische Schutzmassnahmen wie Stützmauern, Netze, Dämme, Geschiebesammler usw. Solche Bauten bieten einen direkten Schutz, und ihre Realisierung führt zu einer Reduktion der Risiken.

Je nach den Umständen und den zu beobachtenden Prozessen können sich vor allem im Einzugsgebiet des Ereignisses auch flächendeckende Massnahmen als notwendig erweisen: Aufforstung, systematische Entwässerung, Unterhalt der Schutzwälder, Verbauung von Fliessgewässern. Solche Massnahmen bieten einen indirekten Schutz, der sich mittel- und langfristig auswirkt.

Im Rahmen eines Massnahmenkonzepts, einer Vorstudie oder eines Vorprojekts erlauben ergänzende Untersuchungen die Analyse von möglichen Varianten, was die Festlegung der optimalen Lösung unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Kosten und Umwelt ermöglicht.

Bei der Erstellung der Gefahrenkarten müssen bestehende Schutzbauten und deren Funktionstüchtigkeit berücksichtigt werden. Eine der Voraussetzungen für die dauerhafte Erhaltung des erreichten Schutzniveaus sind regelmässige Prüfung des Zustands und wenn nötig Unterhalt der Schutzbauten.

Die Gemeindebehörden sind, wie bei den raumplanerischen Massnahmen, auch bei der Definition und Umsetzung von Schutzmassnahmen direkt betroffen. Tatsächlich obliegt den Gemeinden die Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit und des Bevölkerungsschutzes sowie der Erhalt wichtiger Sachwerte und Güter. Die kantonalen Behörden unterstützen die Gemeinden bei der Ausführung dieser Aufgaben. Privatpersonen können individuell oder in Form von Zusammenschlüssen (z.B. Mehrzweckgenossenschaft) als Nutzniesser der ergriffenen Massnahmen mit einbezogen werden (Ausführung, Finanzierung, Unterhalt, usw.).

## 8.3 ORGANISATORISCHE UND RETTUNGSMASSNAHMEN (NOTFALLMASSNAHMEN)

Ein Teil der Schäden und der potenziellen Gefahren ist durch die erwähnten Vorbeugungs- und Schutzmassnahmen begrenzbare. Doch die letzteren erweisen sich zuweilen als ungenügend, unverhältnismässig oder sogar undurchführbar, um ein annehmbares Risiko zu erreichen. Dies gilt insbesondere für Krisenzeiten (intensive oder lang anhaltende Niederschläge, sehr starker Schneefall usw.). In einem solchen Fall können so genannte Notfallmassnahmen ergriffen werden, die eine Reduktion der Risiken bezwecken. Sie betreffen vor allem die Prozesse mit plötzlicher Auslösung (Lawinen, Steinschlag, Muren, Überschwemmungen), die nur eine kurze Reaktionszeit zulassen und zum Tod von Menschen bzw. zu bedeutenden Sachschäden führen können.

Diese Aktionen mit teilweise eingeschränkter Wirkung umfassen z.B. automatische Alarmsysteme, Warn- und Überwachungsdienste, Vorbereitung und Erprobung von Evakuationsplänen, Einrichtung von Krisenstäben, Schaffung von Katastrophenkorps, Evakuierung von Personen und Sperrung von Strassen oder anderen Zufahrten. Die Gefahrenkarte muss demzufolge den für Interventionen zuständigen Organen zur Verfügung stehen.

Bei Nofallsituationen befinden sich die Gemeinden an vorderster Front. Sie können als erste die Vorzeichen einer Krise aufgrund eines natürlichen Prozesses erkennen und die erforderlichen Interventionskräfte und -mittel mobilisieren. Damit Sicherheitsmassnahmen zur richtigen Zeit wirksam greifen können, müssen die Gemeinde und ihre Organe (insbesondere Feuerwehr) unbedingt vorzeitig die technischen Mittel aufstellen und die Verfahren einüben. Wie im Falle der anderen Massnahmen können auch hier die kantonalen Behörden und Instanzen die Gemeindebehörden unterstützen.

### 8.4 GRENZEN DER ANWENDUNG VON GEFAHRENKARTEN

Die Gefahrenkarte ist in erster Linie ein Instrument zur Vorbeugung durch raumplanerische Massnahmen. Sie ermöglicht eine korrekte Einschätzung der Gefährdung, welche für die Bauten für das Wohnen, für die Landwirtschaft, für das Handwerk oder für die Industrie besteht. Sie erleichtern auch die Aufgaben der Gemeinden bei der Intervention im Falle von Naturkatastrophen, natürlich nur für die bearbeiteten Phänomene.

Die Gefahrenkarte ist jedoch kein angepasstes Instrument zur Beurteilung der Risiken für Personen und Fahrzeuge bei der Benutzung von Infrastrukturen wie Strassen, Wege, Eisenbahnen, usw. Der Verlauf von Strassen und Wegen kann nicht nur auf Grund der Gefahrenkarte festgelegt werden. Die für solche Infrastrukturen zu berücksichtigenden Sicherheitsmassnahmen beruhen auf anderen Erwägungen als diejenigen für die Erarbeitung der Naturgefahrenkarten (Beurteilung der Risiken, Machbarkeit, Kosten, Verhältnismässigkeit, usw.).

Es gilt auch hervorzuheben, dass die Lawinen-Gefahrenkarte nicht direkt für die Einschätzung des Risikos beim Ausüben von Wintersportaktivitäten benutzt werden kann. Genauso ist die Gefahrenkarte der Sturzprozesse auch nicht das direkt geeignete Instrument für die Behandlung von Sicherheitsfragen bei Wanderwegen.

Die folgenden Dokumente liefern Ergänzungen zu den Aufgaben der Gemeinden bei der Umsetzung der Gefahrenkarten:

- Kantonaler Richtplan. Freiburg 2002.
- Raumplanung und Naturgefahren - Empfehlung. ARE, BWG, BUWAL, Bern 2005.
- Rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit der Gefahrenkarte. PLANAT, Biel 2004.

## 9. SCHLUSSBEMERKUNGEN

- Die Originalkarten, sowie alle Beilagedokumente, sind bei der Naturgefahrenkommission, den zuständigen Ämtern (WaldA, SGeW, BRPA) und der KGV hinterlegt.
- Die Informationen zur Aktualisierung der Gefahrenkarten sind auf der Website des BRPA (<http://admin.fr.ch/seca/de/pub/>; Seite Abteilung kantonale Planung / Naturgefahren) verfügbar.
- Zuständige Ämter für ergänzende Informationen:

Bereiche	NGK	BRPA	WaldA	SGeW
Allgemeine Strategie zur «Vorbeugung der Naturgefahren»	X			
Kantonales Kartographieprogramm	X			
Umsetzung der Karten in die Raumplanung		X		
Konsequenzen für Bauten und Bauvorhaben		X		
besondere Aspekte, Schutzmassnahmen, usw.				
• Lawinen			X	
• Steinschlag		X	X	
• Rutschungen		X	X	
• Hochwasser				X
• Murgänge				X

NGK Naturgefahrenkommission  
p.A. BRPA, Chorherrengasse 17, Postfach  
1701 Freiburg,  
036 / 305 36 13

BRPA Bau- und Raumplanungsamt  
Chorherrengasse 17, Postfach  
1701 Freiburg,  
036 / 305 36 13

WaldA Amt für Wald, Wild und Fischerei  
Route du Mont Carmel 1, Postfach 155,  
1762 Givisiez,  
026 / 305 24 43

SGeW Sektion Gewässer (des Tiefbauamts)  
Route du Mont Carmel 1, 1762 Givisiez,  
026 / 305 37 37

KGV Kantonale Gebäudeversicherung  
Maison-de-Montenach 1, Postfach 486,  
1701 Freiburg,  
026 / 305 92 92

## BEILAGEN

### A1 - REFERENZEN

- Achtung, Naturgefahr! Verantwortung des Kantons und der Gemeinden im Umgang mit Naturgefahren. Amt für Wald, Tiefbauamt, Amt für Gemeinden und Raumordnung, Bern 1999.
- Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten – Empfehlung. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern 1997.
- Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten – Empfehlung. Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern 1997.
- Hochwasserschutz an Fließgewässern – Wegleitungen des BWG. Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel 2001.
- Kantonaler Richtplan. Freiburg 2002 (stetig nachgeführt).
- Karte der Boden- und Hanginstabilitäten des Kantons Freiburg, 1:10'000. Baudirektion, Naturgefahrenkommission, Kantonale Gebäudeversicherungsanstalt, Freiburg 1993-1999.
- Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Umwelt-Materialien Nr. 85, Bern 1998 (nur auf Deutsch verfügbar).
- Pilotprojekt Jaun (kantonale Empfehlungen für die Erarbeitung der Gefahrenkarten). Naturgefahrenkommission, Kantonale Gebäudeversicherungsanstalt, Freiburg 1998.
- Raumplanung und Naturgefahren – Empfehlung. Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern 2005.
- Rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit der Gefahrenkarte. Lüthi, R., PLANAT Reihe 4/2004, Biel 2004.
- Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Forstwesen, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Bern 1984.
- Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren, Band I: Methode, Band II: Fallbeispiele und Daten. Borter, P., Bart, R., Egli, Th. & Gächter, M., Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Umwelt-Materialien Nr. 107/I-II, Bern 1999.
- Übersichtskarte der lawinengefährdeten Gebiete, 1:50'000. Baudirektion, Freiburg 1976.
- Vorläufige Übersichtskarte der Rutschgebiete, 1:50'000. Baudirektion, Freiburg 1976.

## A2 - GLOSSAR (NACH DEN BUNDEEMPFEHLUNGEN)

<b>Ereigniskataster</b>	Systematisches, strukturiertes und interpretierbares Verzeichnis der abgelaufenen Naturereignisse (in Form von Datenbank und Karten).
<b>Gefahrenkarte</b>	<p>Detaillierte Karte (Massstab: ungefähr 1:5'000 bis 1:2'000), die nach wissenschaftlichen Kriterien erstellt wird und innerhalb eines Untersuchungsperimeters detaillierte Aussagen macht über:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefährdung bzw. Nichtgefährdung der Stelle im Gelände, mit vermuteter räumlicher Ausdehnung des Prozesses;</li> <li>• Gefahrenart an dieser Stelle;</li> <li>• Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit der betreffenden Gefahrenarten.</li> </ul>
<b>Gefahrenhinweiskarte</b>	Nach objektiven wissenschaftlichen Kriterien erstellte Übersichtskarte (Massstab: ungefähr 1:50'000 bis 1:10'000), mit Hinweisen auf Gefahren / Probleme, die erkannt und lokalisiert, jedoch nicht im Detail analysiert und bewertet sind.
<b>Gefahr</b>	Zustand, Umstand oder Vorgang, aus dem ein Schaden für Mensch, Umwelt und / oder Sachgüter entstehen kann.
<b>Naturgefahren</b>	Sämtliche Vorgänge und Einflüsse der Natur, welche für den Menschen und / oder seine Güter schädlich sein können.
<b>Gefahrenpotenzial</b>	Summe der gefährdenden oder schädigenden Faktoren im untersuchten Gebiet.
<b>Schadenpotenzial</b>	Grösse des möglichen Schadens.
<b>Aktive Massnahme</b>	Wirkt dem Naturereignis entgegen, um die Gefahr zu verringern oder um den Ablauf eines Ereignisses oder dessen Eintretenswahrscheinlichkeit wesentlich zu verändern (z.B. Sperren in Wildbächen, Hochwasserschutzdämme, Entwässerungen, Aufforstungen).
<b>Passive Massnahme</b>	Führt zu einer Reduktion des Schadens, ohne den Ablauf des Naturereignisses aktiv zu beeinflussen (z.B. raumplanerische Massnahme, Objektschutz, Notfallplanung).
<b>Notfallmassnahmen</b>	Temporäre Massnahmen zur Rettung von Menschen und zum Schutz von Sachwerten bei drohender Gefahr.
<b>Objektschutz</b>	Schutz eines Objekts (Gebäude oder Anlage) durch ein Bauwerk, das am oder um das Objekt erstellt wird.
<b>Risiko</b>	<p>Im weiteren Sinn: Möglichkeit, dass aus einem Zustand, Umstand oder Vorgang ein Schaden entstehen kann.</p> <p>Im engeren Sinn: Ausmass und Wahrscheinlichkeit eines möglichen Schadens (finanziell oder an Menschenleben).</p>
<b>Restrisiko bzw. Restgefährdung</b>	Risiko (oder Gefahr), das über einen bestimmten Schwellenwert hinaus bestehen bleibt (z.B. verwendet in Verbindung mit extrem seltenen Ereignissen, oder um die Situation nach der Realisierung aller Sicherheitsmassnahmen zu beschreiben).

**A3 - BEAUFTRAGTE**

<b>Los</b>	<b>Beauftragte Büros</b>	<b>Bearbeitete Themen</b>
<b>Jaun (Pilotprojekt)</b>	<i>Philipona &amp; Brügger, Plaffeien</i>	alle, ausser Lawinen
	Ingenieurbüro André Burkard, Brig	Lawinen
	Verschiedene interne / externe Experten zur Bestätigung der Resultate	alle Prozesse
<b>Niremout - Moléson</b>	<i>Kellerhals + Haefeli SA, Bern</i>	Steinschlag, Rutschungen
	Geo7 SA, Bern	Murgänge
	Schälchli, Abegg + Hunzinger, Bern	Hochwasser
	IMPULS, Thun	Lawinen
<b>Berra - Plasselbschlund</b>	<i>Philipona &amp; Brügger, Plaffeien</i>	Hochwasser, Lawinen
	GEOTEST SA, Givisiez	Steinschlag, Rutschungen
	Ingenieure Bart AG, St Gallen	Hochwasser, Murgänge
	Ingenieurbüro André Burkard, Brig	Lawinen
<b>Intyamon</b>	<i>CSD Ingénieurs Conseils SA, Fribourg</i>	Steinschlag, Rutschungen, Murgänge
	CSD / Nivalp SA, Ayer	Lawinen
	Monnard & Partenaires SA, Châtel-St-Denis	Hochwasser
<b>Schwarzsee</b>	<i>Kellerhals + Haefeli SA, Bern</i>	Steinschlag, Rutschunge
	Geo7 SA, Bern	Murgänge
	Schälchli, Abegg + Hunzinger, Bern	Hochwasser
	IMPULS, Thun	Lawinen
<b>Jogne</b>	<i>Philipona &amp; Brügger, Plaffeien</i>	Hochwasser, Murgänge
	Ingenieure Bart AG, St Gallen	Lawinen, Steinschlag, Rutschungen

Das mit der Koordination der Bürogruppen beauftragte Büro ist in Schrägschrift angegeben.



#### A4 - ABKÜRZUNGEN

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
BRPA	Bau- und Raumplanungsamt
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (ab 1.1.2006: Bundesamt für Umwelt)
BWG	Bundesamt für Wasser und Geologie (ab 1.1.2006: Bundesamt für Umwelt)
ILFD	Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft
KGV	Kantonale Gebäudeversicherungsanstalt
NGK	Naturgefahrenkommission
RUBD	Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion
SGeW	Sektion Gewässer des Tiefbauamts
WaldA	Amt für Wald, Wild und Fischerei

## A5 - DOKUMENTATION, INTERNET-LINKS (VERFÜGBAR AUF DER CD-ROM)

### DOKUMENTATION

Dokument	Dateiname im PDF-Format
<i>Kanton Freiburg</i> <i>(Kantonaler Richtplan, Kapitel Ländlicher und natürlicher Raum)</i>	
Naturgefahren: Massenbewegungen (Stand 1.7.2002).	Richtplan_FR_ Massenbewegungen_2002.pdf
Naturgefahren: Lawinen (Stand 1.7.2002).	Richtplan_FR_Lawinen_2002.pdf
Naturgefahren: Hochwasser (Stand 1.7.2002).	Richtplan_FR_Hochwasser_2002. pdf
Naturgefahren: erläuternder Bericht (für alle behandelte Gefahren; Stand 1.7.2002).	Richtplan_FR_Bericht_ Naturgefahren_2002.pdf
<i>Bund</i> <i>(mit Bewilligung der zuständigen Instanzen)</i>	
Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten – Empfehlung. Bern 1997.	Empfehlungen_CH_Hochwasser_ 1997.pdf
Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten – Empfehlung. Bern 1997.	Empfehlungen_CH_ Massenbewegungen_1997.pdf
Hochwasserschutz an Fließgewässern – Wegleitungen des BWG. Biel 2001.	Wegleitung_CH_Hochwasser_ 2001.pdf
Rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit der Gefahrenkarte. Lüthi, R., PLANAT Reihe 4/2004, Biel 2004.	Rechtliche_Aspekte_PLANAT_ 2004.pdf
Raumplanung und Naturgefahren – Empfehlung. Bern 2005.	Empfehlungen_CH_ Raumplanung_Naturgefahren_ 2005.pdf

<i>Kanton Bern</i> <i>(mit Bewilligung der zuständigen Ämter)</i>	
Achtung, Naturgefahr! Verantwortung des Kantons und der Gemeinden im Umgang mit Naturgefahren. Amt für Wald, Tiefbauamt, Amt für Gemeinden und Raumordnung, Bern 1999.	Broschüre_BE_Achtung_ Naturgefahr_1999.pdf

### INTERNET-LINKS

Auf der CD-ROM befindet sich eine Auswahl an Internetseiten in Verbindung mit den Naturgefahren:

- Bundesämter (BWG, BUWAL, usw.);
- Ämter der Kantonsverwaltung (WaldA, BRPA, KGV, usw.);
- Rechtsgrundlagen (Systematische Sammlung des Bundesrechts und systematische Gesetzessammlung des Kantons Freiburg);
- Forschungsinstanzen, diverse Organisationen (CREALP, PLANAT, VKF, usw.).

diese Publikation ist für die Berner Gemeinden bestimmt und enthält Elemente, die sich ausschliesslich auf die Praxis im Kanton Bern beziehen (insbesondere: rechtlicher Rahmen, Aufgabenverteilung und Zuständigkeiten, Raumplanungsinstrumente, usw.).

<