

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 146 (1995)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Gefahrenbeurteilung und -bewertung : auf dem Weg zu einem Gesamtkonzept  
**Autor:** Kienholz, Hans  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766991>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Gefahrenbeurteilung und -bewertung – auf dem Weg zu einem Gesamtkonzept<sup>1</sup>

Von Hans Kienholz

*Keywords:* natural hazards, risk analysis, hazards mapping, planning methods.

FDK 38: 583: 911: UDK 519.873\* 1: 551% 502.58

## 1. Risikobeurteilung und Risikobewertung

Bewusstes Umgehen mit Naturgefahren, mit Naturrisiken setzt voraus,

- dass die Risiken bekannt sind und
- dass definiert ist,
  - welche Risiken eingegangen werden dürfen und
  - welche Mittel allenfalls zu deren Reduktion eingesetzt werden sollen und können.

Mit diesen Fragen befassen sich zahlreiche Publikationen. *Hollenstein* (1995) behandelt das Thema in dieser Nummer der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen ausführlich. Grundsätze dazu wurden unter anderem in *Kienholz* (1994) dargelegt. Das dort in *Abbildung 5* präsentierte Ablaufschema einer Sicherheitsplanung hat unterdessen in modifizierter Form in weiteren Publikationen Eingang gefunden (*Willi, Loat*, 1994, und *Loat, Willi*, 1995). Gemäss dem vom Bundesamt für Wasserwirtschaft publizierten Schema für die Massnahmenplanung (*Abbildung 1*) werden in einem mehrstufigen und iterativen Prozess *Risikobeurteilungen* und *Risikobewertungen* durchgeführt.

Bei der *Risikobeurteilung* geht es um die Frage «Was kann passieren?». Dazu sind im wesentlichen folgende Gegebenheiten analytisch und wissenschaftlich objektiv zu untersuchen:

<sup>1</sup> In Anlehnung an ein Referat, gehalten am 12. Dezember 1994 anlässlich des Kolloquiums «Analyse, Bewertung und Dokumentation von Naturgefahren» an der Abteilung für Forstwissenschaften der ETH Zürich.

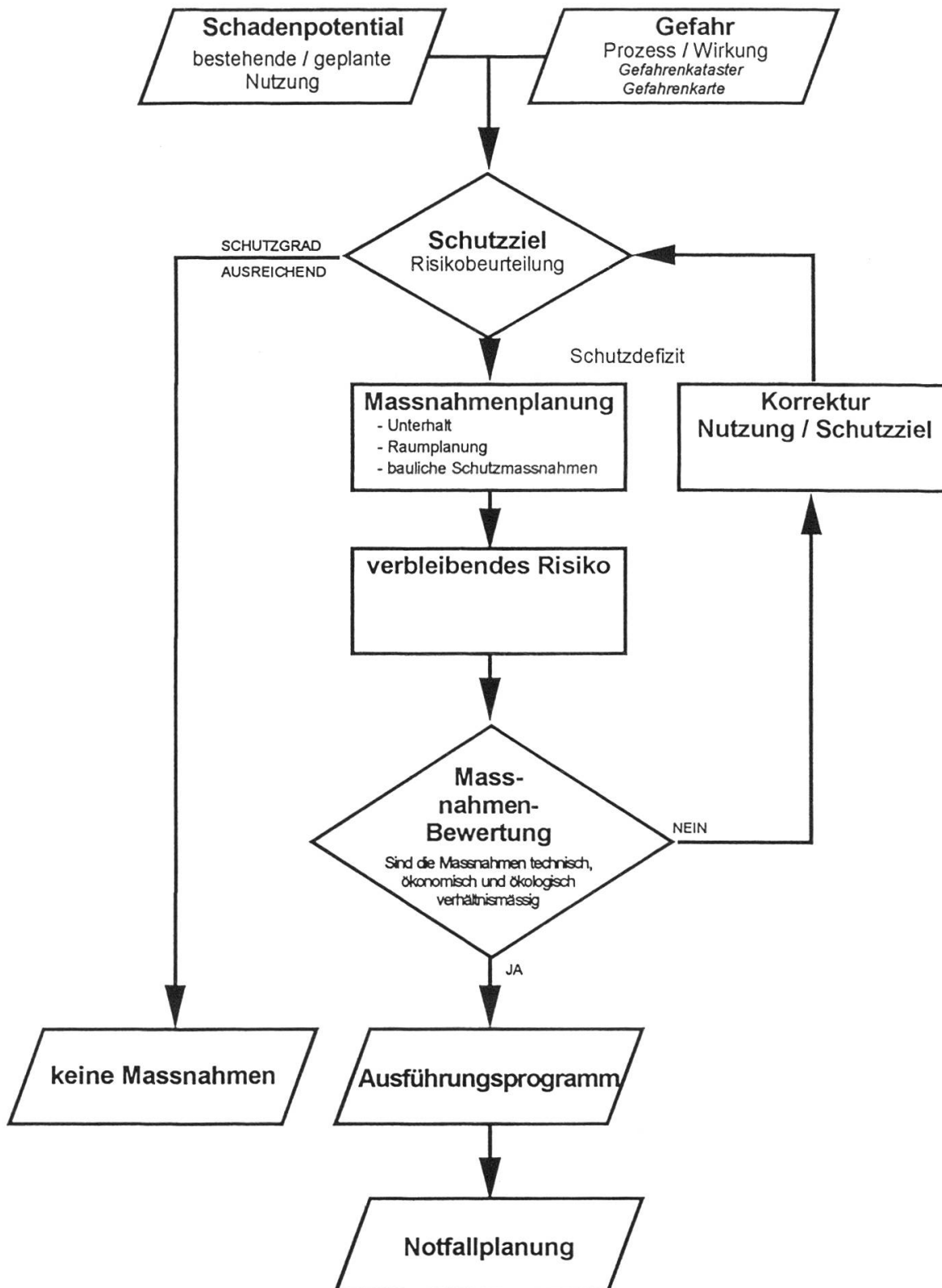


Abbildung 1. Vorgehen bei der Planung von Schutzmassnahmen (nach Loat, Willi, 1995: 224).

- die gefährlichen Prozesse und ihre Wirkungsmöglichkeit,
- die Existenz und Verletzlichkeit von gefährdeten Objekten (Schadenpotential bzw. «bestehende/geplante Nutzung» gemäss *Abbildung 1*),
- die Wirksamkeit von realisierten bzw. realisierbaren Schutzmassnahmen und schliesslich
- das unter diesen Umständen resultierende objektive bzw. objektiv erfassbare Risiko.

Die *Risikobewertungen* erfolgen im Rahmen des kultur-spezifischen Risikoverständnisses sowie unter Berücksichtigung von ökonomischen und politischen Erwägungen: «Was darf passieren?». Die Beantwortung dieser Frage definiert das akzeptierte Risiko.

Im Kontext einer so definierten gesamthaften Risikobeurteilung und -bewertung, geht es im folgenden ausschliesslich um die betrachteten gefährlichen Prozesse und die daraus resultierenden Gefahren.

## 2. Grundsätze zur Gefahrenbeurteilung

Im Auftrag und unter Mitwirkung der Eidg. Forstdirektion<sup>2</sup>, der Landeshydrologie und -geologie (BUWAL) und des Bundesamtes für Wasserwirtschaft (BWW)<sup>3</sup> entwickelt eine temporäre Arbeitsgruppe ein Konzept zu einer stufengerechten (Bund, Kantone, Gemeinde) und kohärenten Praxis im Bereich Beurteilung und Bewertung von Naturgefahren<sup>4</sup>. Im gegenseitigen Austausch mit verschiedenen sektoriell orientierten Arbeitsgruppen und unter Berücksichtigung verschiedener informeller Vernehmlassungen und Einzelgespräche mit Fachpersonen in Praxis und Forschung wird angestrebt, ein Konzept für eine vergleichbare Bewertung und Behandlung der verschiedenen Naturgefahren im Hinblick auf die Erstellung von Gefahrenkarten zu entwickeln.

Im Rahmen des vorliegenden Beitrages sollen einige der gegenwärtig diskutierten Grundsätze für die Beurteilung und Bewertung der Naturprozesse dargelegt werden. *Nicht* zur Diskussion stehen hier dagegen noch die *Beurteilungsmethoden*.

Die wichtigsten Arbeitsschritte bei der Bearbeitung von Naturgefahren für Raumplanung und Massnahmenkonzepte sind in *Abbildung 2* dargestellt. Zur

<sup>2</sup> Im Rahmen des Walderhebungsprogrammes 1992–1995, Unterprogramm «Flankierende Massnahmen», Modul Naturgefahren.

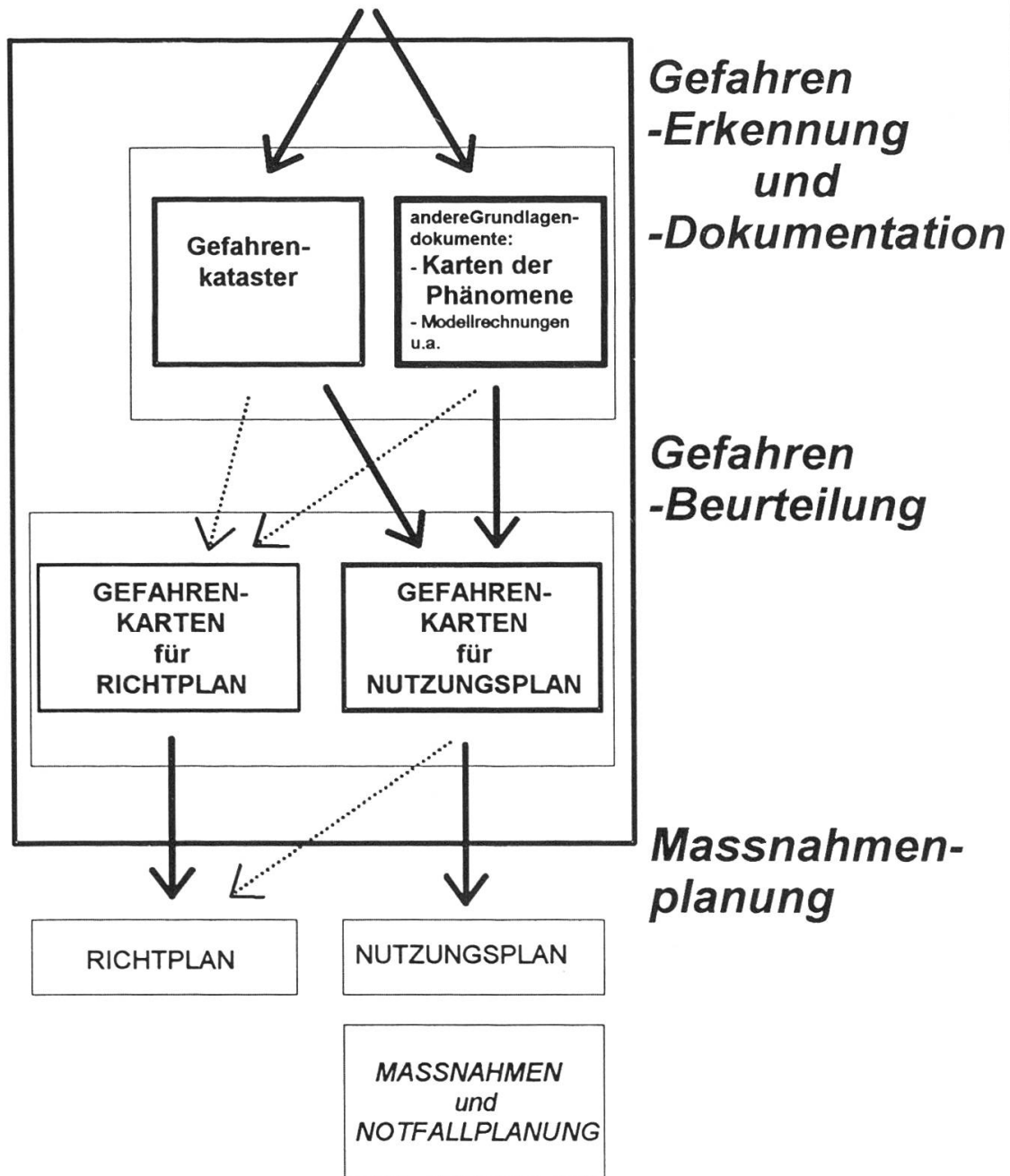
<sup>3</sup> Im Rahmen des Realisierungsprogrammes zur Berücksichtigung des Gefahrenpotentials Wasser in der Raumplanung.

<sup>4</sup> Direkte Gefahren für Menschen und Güter, die sich aus der Bewegung von Wasser-, Schnee-, Eis-, Erd- und Felsmassen im Bereich der Erdoberfläche ergeben. Nicht berücksichtigt werden direkte Auswirkungen von Erdbeben, Stürmen, Blitzschlag und Waldbränden.



# GEFAHR

## Gefährliche Prozesse



 empfohlene Arbeitsschritte
  mögliche Arbeitsschritte

Abbildung 2. Arbeitsschritte und Dokumente bei der Bearbeitung von Naturgefahren für Raumplanung und Massnahmenkonzepte.

Erkennung, Dokumentation und Beurteilung der Gefahren sind gemäss Bundesgesetz und Verordnung über den Wald (WaG, 1991 und WaV, 1992) sowie Bundesgesetz und Verordnung über den Wasserbau (WBG, 1991 und WBV, 1994) Gefahrenkataster und Gefahrenkarten zu erstellen.

Im 1. Schritt «Gefahren-Erkennung und -Dokumentation» geht es um die Sicherstellung einer ausreichenden Datenbasis. Dies ist an sich eine langfristige Aufgabe, die im wesentlichen die laufende Führung von Gefahrenkatastern beinhaltet. Dazu gehören aber auch Beobachtungs- und Messnetze (z. B. ANETZ-Stationen der SMA). In vielen Fällen sind die langfristig angelegten Dokumente anlässlich einer Gefahrenbeurteilung bzw. Gefahrenkartierung zu ergänzen bzw. weitere Grundlagendokumente zu erarbeiten. Dazu können unter anderem auch «Karten der Phänomene» erstellt werden (vgl. dazu BUWAL/BWW, 1995).

Im 2. Schritt hat – im wesentlichen auf der Basis der Grundlagen des 1. Schrittes – eine objektive Gefahrenbeurteilung zu erfolgen. Zielsetzung und Bearbeitungstiefe müssen den Handlungsebenen gerecht werden.

## *2.1 Handlungsebenen und Bearbeitungstiefe*

«Das Raumplanungsgesetz (RPG) vom 22. Juni 1979 verpflichtet Bund, Kantone und Gemeinden grundsätzlich dazu, bei ihren raumwirksamen Tätigkeiten die natürlichen Gegebenheiten und damit auch die Naturgefahren zu berücksichtigen (Art. 1 RPG). Für die Richtplanung müssen die Kantone feststellen, welche Gebiete durch Naturgefahren erheblich bedroht sind (Art. 6 RPG). Diese Bestimmungen erhalten nun zusätzliches Gewicht durch das neue Wasserbaugesetz (WBG) vom 21. Juni 1991 und das neue Waldgesetz (WaG) vom 4. Oktober 1991, die beide seit dem 1. Januar 1993 in Kraft sind. Die beiden Gesetze geben neu *beim Schutz vor Naturgefahren den raumplanerischen Massnahmen Priorität vor baulichen Eingriffen*. Sie verlangen zu diesem Zweck von den Kantonen die Erarbeitung von Gefahrenkatastern und Gefahrenkarten. Diese – vom Bund subventionierten – Grundlagen müssen bei allen raumwirksamen Tätigkeiten, insbesondere bei der Richt- und Nutzungsplanung berücksichtigt werden» (aus: Guggisberg, 1994).

Die relevanten Handlungsebenen für eine Gefahrenbeurteilung und Gefahrenbewertung in der Schweiz sind grundsätzlich:

1. Ebene Richtplanung auf kantonaler Stufe und
2. Ebene Nutzungsplanung auf Stufe Gemeinde.

### 2.1.1 Aufgaben der einzelnen Handlungsebenen wörtlich zitiert aus Guggisberg (1994)

#### *Aufgaben der Richtplanung*

Im Rahmen der Richtplanung sollen sich Kantone gemäss Raumplanungsgesetz und den sich in Erarbeitung befindlichen «Richtlinien zur Richtplanung» Rechenschaft «über vorhandene Naturgefahren und zukünftig vermutete Gefahrensituationen» geben. Der Richtplan umfasst «die Massnahmen zum Schutze vor drohenden Naturgefahren (z.B. Begrenzung zukünftiger Nutzungen) sowie zur Verhütung möglicher Schadenereignisse oder Schadensfolgen (wie Schutzbauten)». Es können im Richtplan selber Gefahrengebiete ausgeschieden oder es kann auf Grundlagekarten zum Richtplan oder auf Gefahrenzonenpläne der Gemeinden verwiesen werden. Der Richtplan sollte auch Angaben über die bereits vorhandenen oder noch zu erarbeitenden Grundlagen, über die Grundsätze des Kantons beim Schutz vor Naturgefahren, über die bei Konflikten mit Naturgefahren beizuziehenden Fachstellen und allenfalls Anweisungen an die Gemeinden für die Nutzungsplanung enthalten.

#### *Aufgaben der Nutzungsplanung*

Im Rahmen der kommunalen Nutzungsplanung werden Zweck, Ort und Mass der Bodennutzung für jedermann verbindlich festgelegt. Dabei muss der Inhalt der Gefahrenkarte berücksichtigt werden. In stark gefährdeten Gebieten sind grundsätzlich keine Neubauten erlaubt. Bei geringeren Gefährdungen müssen Auflagen formuliert werden. Den Rahmen für die konkrete Umsetzung in Zonenplan und Baureglement umschreibt das kantonale Planungs- und Baugesetz, wobei den Gemeinden noch ein mehr oder weniger grosser Spielraum verbleibt. Das Spektrum der möglichen Lösungen reicht von Ausscheidung einer Gefahrenzone im Sinne einer Nutzungszone nach RPG über die rechtskräftige Genehmigung eines speziellen Gefahrenzonenplanes oder die entsprechende Ausscheidung der Bauzonen und Formulierung von Auflagen bis hin zum blossen Hinweis, dass im Baubewilligungsverfahren die Aussagen der Gefahrenkarte vorbehalten bleiben.

### 2.1.2 Bearbeitungstiefe für die einzelnen Handlungsebenen

Wenn Naturgefahren bei der Festlegung der Raumnutzung zu berücksichtigen sind, muss dies aufgrund einer stufengerechten Gefahrenbeurteilung erfolgen. Jede der obgenannten Handlungsebenen verlangt eine bestimmte minimale fachliche Tiefe und einen adäquaten Detaillierungsgrad (*Tabelle 1*), bzw. bei der kartographischen Darstellung einen entsprechenden Massstab, dem ein unterschiedlicher Aufwand bezüglich Datenerhebung und -auswertung gegenübersteht. Tendenziell umgekehrt proportional zu diesem Detail-

lierungsgrad ist in der Regel die Ausdehnung der jeweils interessierenden Fläche: Die Ebene Richtplan verlangt regionale Übersichten, die eher generelle Aussagen über die Verbreitung von gefährlichen Prozessen verlangen; auf lokaler Ebene befasst man sich mit einem relativ eng begrenzten Raum, benötigt jedoch gute Detailangaben. Diesen Handlungsebenen entsprechen im Forstwesen die Wald-Entwicklungsplanung (regionale Ebene) bzw. Wirtschaftsplanung, Betriebsplanung oder Projekte (lokale Ebene).

Wie dies in *Tabelle 1* dargestellt ist, sollte jeder Gefahrenbeurteilung auf lokaler Ebene (Nutzungsplan) unter Einbezug des relevanten räumlichen Umfeldes jeweils bereits eine Gefahrenbeurteilung entsprechend der Bearbeitungstiefe der Ebene Richtplan vorausgehen. Dies ermöglicht die Bearbeitung eines grösseren Raumes und gewährleistet die Berücksichtigung des komplexen Gefüges der Ursachenfaktoren und Prozesse im ganzen räumlichen Einflussbereich.

Auf der Ebene Richtplanung lassen sich die wesentlichen Informationen durch Auswertung von Katasterinformationen, Luftbildinterpretation, einfache Modellrechnungen (z.B. Pauschalgefälle) mit oder ohne Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) gewinnen. Während hier Erhebungen im Gelände vor allem der Abklärung von Schlüsselstellen dienen und eher ergänzenden Charakter haben, sind *minutiöse Analysen im Gelände* auf der *Ebene Nutzungsplanung absolut erforderlich*. Katasterinformationen, Luftbildinterpretation, der Einsatz von raffinierten Modellrechnungen mit oder ohne Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) sind hier zwar äusserst wichtige und oft unabdingbare Hilfsmittel, können aber in der Regel für eine abschliessende Beurteilung nicht genügen.

## 2.2 Zu erfüllende Postulate

Unabhängig von der Handlungsebene muss jede Gefahrenbeurteilung folgenden Postulaten gerecht werden:

1. sachliche Richtigkeit
2. gute Nachvollziehbarkeit  
(Transparenz bezüglich Ablauf der Beurteilung und der eingesetzten Methoden)

In der Praxis muss die Beurteilung ausserdem mit angemessenem Zeitaufwand (d.h. möglichst kostengünstig) erfolgen.

Tabelle 1. Gefahrenbeurteilung: Bearbeitungstiefe in Abhängigkeit von der Handlungsebene.

Handlungsebene	«Richtplanung» «Wald-Entwicklungsplanung»	«Nutzungsplanung» «Wirtschafts-/Betriebsplanung, Projekte»
Bearbeitungstiefe	↓	↓
	<i>Erkennen und Lokalisieren der Gefahren, Bestimmen der Art des gefährlichen Prozesses (Gefahrenart)</i>	<i>Analysieren und Beurteilen der Gefahren; Abklären von Ursache (Einflussfaktoren, Disposition, Auslösung), Wahrscheinlichkeit, Ablauf (Dynamik und Kinematik), Intensität und möglicher Wirkung (genaue Lokalisierung)</i>
Bearbeitungsschritte und -ansätze		
• <i>Vorbereiten/ Eingrenzen</i>	• Auswertung von Katasteraufzeichnungen	• Eingrenzung der Probleme und des Bearbeitungsperimeters, z.B. aufgrund einer Gefahren-Hinweiskarte
• <i>Erheben</i>	• Luftbildinterpretation unterstützt durch Erhebungen im Gelände	• Erhebungen <i>im Gelände</i> , unterstützt durch <ul style="list-style-type: none"> <li>– Auswertung von Katasteraufzeichnungen</li> <li>– Karten der Phänomene (stumme Zeugen, gefahrenrelevante Gelände-merkmale)</li> <li>– Luftbildinterpretation</li> </ul>
• <i>Auswerten/ Interpretieren</i>	• Modellrechnungen, Analyse mit Prozessmodellen • EDV/GIS-gestützte Gefahrenanalyse	• Ermittlung von Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit der Gefahrenprozesse für verschiedene Szenarien und • Definition und Beurteilung der Gefahren im Wirkungsgebiet anhand verschiedener Gefährdungsbilder durch <ul style="list-style-type: none"> <li>– detaillierte Analyse und Interpretation früherer Ereignisse</li> <li>– Schwachstellenanalyse im Gelände</li> <li>– physikalisch-mathematische Modellansätze (z.B. Berechnung der Auslaufstrecken von Lawinen)</li> <li>– evtl. Modellversuche</li> <li>– Untersuchung der gegenseitigen Beeinflussung verschiedener Gefahrenprozesse</li> </ul>
korrespondierender Karten- oder Planmassstab	ca. 1 : 25 000 bis 1 : 50 000	ca. 1 : 1000 bis 1 : 10 000
Kartentyp	Gefahren-Hinweiskarte	Gefahrenkarte

### 2.2.1 Sachliche Richtigkeit

Die Forderung nach sachlicher Richtigkeit der Gefahrenbeurteilung ist selbstverständlich. Allerdings lässt sich die sachliche Richtigkeit von Gefahrenbeurteilungen nicht ohne weiteres überprüfen. Ob eine Gefahrenbeurteilung richtig (gewesen) ist, lässt sich nie absolut ermitteln. Eine direkte Überprüfung ist letztlich nur anhand des Eintretens oder Nicht-Eintretens und des Ablaufs des vorhergesagten Ereignisses möglich. Falls ein bestimmter Zeitraum definiert worden ist, für den die Gefahrenbeurteilung gelten soll (bei Naturgefahren in der Regel 100 bis 150 Jahre!), lässt sich erst im Nachhinein feststellen, ob sich die gefährlichen Prozesse etwa im Rahmen des Vorhergesagten abgespielt haben oder nicht. Weil gerade die am meisten interessierenden grossen Gefahrenereignisse an einem bestimmten Ort in der Regel sehr selten sind, ist hier die direkte Kontrolle der Qualität der Gefahrenbeurteilung oft nur in Katastrophenfällen möglich.

Aus diesen Gründen bedeutet das Anstreben sachlicher Richtigkeit ein Vorgehen nach den «anerkannten Regeln der Kunst».

*Was heisst Vorgehen nach den «anerkannten Regeln der Kunst»?*

Obschon die Bemerkungen im Grundsatz sowohl für die Ebene Nutzungsplanung als auch für die Ebene Richtplanung gelten, sind die Anforderungen im Hinblick auf die Nutzungsplanung wegen des erforderlichen Detaillierungsgrades und der Bearbeitungstiefe wesentlich grösser. Eine sachlich richtige Gefahrenbeurteilung erfordert, dass die verschiedenen Gefahrenprozesse je einzeln analysiert und beurteilt werden. In Bereichen, in denen verschiedene Prozesse wirksam sind, ist es dann allerdings ebenso wichtig, dass die gegenseitige Beeinflussung der Prozesse und das Gesamtsystem aller Prozesse analysiert werden.

Ein wichtiges Mittel dazu ist das Erkennen aller wesentlichen Aspekte, die zur Gefahr beitragen. Dies setzt systematisches Vorgehen, aber auch Phantasie und Kreativität des Bearbeiters voraus. Dazu gehören in Analogie zur Gefahrenerkennung im Bauwesen unter anderem die Punkte gemäss *Tabelle 2* (vgl. dazu *Schneider, Schlatter, 1994*).

*Tabelle 2.* Wegmarken zu einer korrekten Gefahrenbeurteilung entsprechend der jeweiligen Handlungsebene (xx = sehr wichtig, x = wichtig).

	<i>Nutzungsplanung</i>	<i>Richtplanung</i>
• Korrekte Abgrenzung des zu untersuchenden Perimeters; Berücksichtigung der Vorgänge in den benachbarten Perimetern	xx	x
• Erkennen und gedankliches Nachvollziehen (auch Nachrechnen) früher abgelaufener Prozesse → Abstützen auf Erfahrungen Dies auch durch Vergleich der vorliegenden Situation mit Gegebenheiten und Ereignissen in anderen Gebieten	xx	xx
• Materialanalyse: Welche Materialien (Gesteine, Wasser, Schnee, Eis, Bäume) in welcher Kombination sind im Spiel?	xx	x
• Einflussanalyse: Welche Grössen beeinflussen die Gefahrenprozesse? Wie beeinflussen sich die Prozesse gegenseitig?	xx	x
• Energieanalyse: Welche Energien sind im Spiel? Mit welchen Massen und welchen Geschwindigkeiten ist zu rechnen?	xx	x
• Chronologisches Vorausdenken	xx	
• Schwachstellenanalyse	xx	
• kritische Analyse bestehender Gegenmassnahmen (Verbauungen)	xx	
• Ableiten und Definieren der relevanten Gefährdungsbilder	xx	
• Wirkungsanalyse	xx	x
• Systembeurteilung: Wie funktioniert das Gesamtsystem der Gefahrenprozesse und seiner Einflussgrössen? Sind auch andere, «unerwartete» Entwicklungen möglich? Wie sind sie allenfalls zu behandeln?	xx	x
• Nachprüfung all dieser Analysen nach erfolgten Ereignissen	xx	

Zur Bearbeitung der meisten der Punkte in *Tabelle 2* können verschiedene Ansätze und Verfahren eingesetzt werden. In vielen Fällen empfehlen sich auch:

- Brainstorming im Team,
- Beizug von Spezialisten für spezifische Fragen,
- Arbeit mit logischen Bäumen, Ereignisbäumen, Ereignis-/Folgendigrammen.



## *Grundsätzliche Schwierigkeiten*

So selbstverständlich die Forderung nach sachlicher Richtigkeit ist, so schwierig ist es, das hochgesteckte Ziel zu erreichen. Die Gründe dafür liegen unter anderem in folgendem:

1. Probleme bei der Erfassung einzelner Einflussparameter:

Verschiedene Einflussparameter sind einer Beobachtung nicht ohne weiteres zugänglich. So ist die für die Beurteilung der Hangstabilität wichtige Kenntnis der Strukturen, der Substrateigenschaften und des Wasserhaushaltes im Untergrund in vielen Fällen nur indirekt zu erschliessen. Oder es müssen zeit- und kostenintensive Sondier- und Analyseverfahren (Bohrungen, Laboruntersuchungen) eingesetzt werden. Die Qualität der Datenerhebung ist somit bis zu einem gewissen Grad von der Zeit- und Kosteninvestition für die Untersuchung abhängig. Deshalb ist es wesentlich, vor jeder Gefahrenbeurteilung den anzustrebenden Genauigkeitsgrad und den nötigen Aufwand gegenseitig abzuwägen; das heisst der geforderte Detaillierungsgrad, die mögliche Genauigkeit bei vorgegebenem Zeit- und Kostenbudget ist zu definieren.

2. Probleme bei der Erfassung der kombinierten Wirkung der Einflussparameter bzw. der Prozesse als Ganzes:

Beispielsweise stösst in einem Wildbachbett angesichts der meist nicht stationären Strömung bereits die rein hydraulische Berechnung auf Schwierigkeiten. Die Schwierigkeiten werden noch viel grösser, wenn die Geschiebeführung berücksichtigt wird (Geschiebeanteil, Übergang von Geschiebetransport zu Murgängen, Zufälligkeiten wie die Verstopfung eines Gerinnes durch Baumstämme usw.).

3. Die verschiedenartigen Naturfaktoren (und anthropogenen Faktoren) können sich zeitlich verändern (periodisch oder episodisch innerhalb einer konstanten Bandbreite) oder auch einem Trend unterliegen.

Deshalb ist der Indikatorwert von bekannten früheren Ereignissen bezüglich der Relevanz für die heutige und künftige Situation jeweils kritisch zu beurteilen.

### *2.2.2 Nachvollziehbarkeit und Evidenz*

Nicht zuletzt wegen der beschränkten Überprüfungsmöglichkeiten haben gute Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Vorgehens bei der Gefahrenbeurteilung grosse Bedeutung. Das Vorgehen, die eingesetzten Verfahren und Methoden, die Interpretation der erhobenen Daten lassen sich dadurch mindestens besser kontrollieren und kritisieren. Die Aussagen, die Folgerungen für Massnahmen werden somit auch einer sachlichen Diskussion zugänglich und können allenfalls begründet modifiziert werden. Gute Nachvollziehbarkeit des Verfahrens hilft bereits dem Bearbeiter bei der Selbstkontrolle und verbessert die Argumentationsbasis bei der Umsetzung.



Bei Gefahrenbeurteilungen sind deshalb in jedem Falle folgende Grundregeln zu beachten:

- Flächendeckende Dokumentation (kartographische Darstellung) des gesamten relevanten Perimeters (Gefahren-Entstehungsgebiet und Gefahren-Wirkungsgebiet, d.h. z.B. Wildbacheinzugsgebiet und Schwemmkegel),
- klare Methodenwahl und -kombination und deren Offenlegung,
- klar umrissene Entscheidungskriterien bei der Bewertung,
- Deklaration der Aussagen (z.B. mit Angabe der Evidenz gemäss *Tabelle 3*).

*Tabelle 3.* Evidenz von Erscheinungen und Prozessen.

<i>erwiesene Erscheinung:</i>	Erscheinung, die an der betreffenden Stelle eindeutig identifizierbar ist.	<b>Blick in die Vergangenheit: «lernen aus früheren Ereignissen»</b>
<i>erwiesener Prozess:</i>	Prozess, der an der betreffenden Stelle «erwiesenermassen» gewirkt und bleibende Spuren hinterlassen hat (stumme Zeugen) oder der sonst dokumentiert ist (z.B. Aufzeichnungen, Zeugenaussagen).	
<i>vermutete Erscheinung:</i>	Erscheinung, die an der betreffenden Stelle nicht eindeutig identifizierbar ist.	
<i>vermuteter Prozess:</i>	Prozess, der an der betreffenden Stelle nicht mit Sicherheit erwiesenermassen gewirkt hat; der jedoch beispielsweise aufgrund schwer interpretierbarer Hinweise im Gelände, von vagen Aussagen, aufgrund von allgemeiner Erfahrung oder von Analogieschlüssen (Vergleich mit vergleichbaren anderen Gefahrengebieten) gewirkt haben dürfte.	
<i>potentieller Prozess:</i>	Prozess, der an der betreffenden Stelle nicht gewirkt hat, der jedoch aufgrund der allgemeinen Konstellation (Topographie, Geologie, Hydrologie, Vegetation, Waldzustand, Bauten usw.) eintreten könnte.	<b>Blick in die Zukunft: «Überlegungen und Hinweise auf mögliche Vorgänge infolge veränderter Randbedingungen»</b>

### *2.3 Unterscheidung verschiedener Phasen und örtlicher Bereiche des gefährlichen Prozesses*

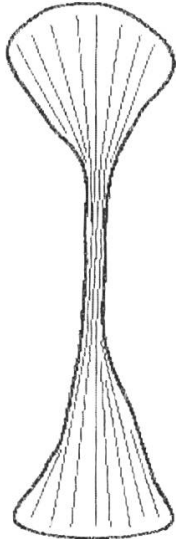
Die Gefahrenbeurteilung erfordert die Analyse verschiedener Aspekte des gefährlichen Prozesses:

- Der entscheidende Punkt ist die Abklärung der zu erwartenden Wirkungen im Gefahrenggebiet.
- Diese Abklärung erfordert die Kenntnis der möglichen Prozessabläufe. Bei diesen interessieren vor allem die Dynamik und Kinematik des

Ablaufs und die in diesem Zusammenhang erfolgenden Energieumlagerungen.

- Und schliesslich können Ausmass und Wahrscheinlichkeit des gefährlichen Prozesses nur dann fundiert abgeschätzt werden, wenn die Voraussetzungen und Umstände der Vorbereitung und Auslösung des Prozesses erkannt sind.

Tabelle 4. Wo, was analysieren und beurteilen?

	verschiedene Gefährdungsbilder			
		Grund- Disposition	variable Disposition	auslösendes Ereignis
	<b>Start- bereich</b> (Anriss, Ablösung, Auslösung)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Untergrund</li><li>• Relief</li><li>• Wasser</li><li>• Bodenbedeckung</li><li>• Klima</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wassersättigung</li><li>• Vegetationszustand</li><li>• Witterungsverlauf</li><li>• Schneedecke</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Störung</li><li>• Erdbeben</li><li>• Wetter</li><li>• Mensch</li></ul>
	<b>Transit- bereich</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Untergrund</li><li>• Relief</li><li>• Trajektorien</li><li>• Verlagerungskap.</li><li>• Bodenbedeckung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zustand Untergrund</li><li>• Zustand Trajektorien</li></ul>	
	<b>Ziel- bereich</b> (Auslauf, Ablagerung)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Untergrund</li><li>• Relief</li><li>• Trajektorien</li><li>• Ablagerungskap.</li><li>• Bodenbedeckung</li><li>• Hindernisse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zustand Untergrund</li><li>• Zustand Trajektorien</li></ul>	
methodischer Aufwand				

### Disposition zu und Auslösung von gefährlichen Prozessen

Die Vorbereitungsphase eines gefährlichen Prozesses ist in der Regel gekennzeichnet durch eine bestimmte (evtl. zeitlich variable) Disposition für den gefährlichen Prozess und durch ein auslösendes Ereignis. Wie in *Tabelle 4* angedeutet, erfordert die Bewertung der auslösenden Ereignisse und der aktuellen Disposition in der Regel einen grösseren methodischen Aufwand als die Ermittlung der Grunddisposition, wo unter Umständen für Prozesse wie Lawinen, Steinschlag und Murgänge bereits Abschätzungen mit Hilfe von Pauschalgefallen zu genügend guten Resultaten führen können.

- Die *Disposition* zu gefährlichen geomorphologischen Prozessen in Gebirgsräumen ist die Anlage oder Bereitschaft von Wasser, Schnee, Eis, Erd- und Felsmassen, sich (in reiner Form oder vermischt) unter dem Einfluss

der Schwerkraft so talwärts zu verlagern, dass dies zu Schäden führen kann.

Zweckmässigerweise werden dabei eine «Grunddisposition» und die «variable Disposition» auseinandergehalten:

- Die «*Grunddisposition*» zu gefährlichen Prozessen ist die grundsätzliche, über längere Zeit gleichbleibende Anlage oder Bereitschaft zu gefährlichen Prozessen.

Die Grunddisposition wird bestimmt durch über längere Zeiträume konstant bleibende Parameter wie Relief, Geologie, Klima, Pflanzenbestand usw.

So hat beispielsweise ein unbewaldeter Hang auf 1500 m ü.M. mit einer Neigung von 35° eine Grunddisposition als Lawinenanrissgebiet.

Zu beachten ist jedoch, dass einzelne Grössen durchaus einen längerfristigen Entwicklungstrend in eine bestimmte Richtung aufweisen können. So bedeutet der Anstieg der Permafrostuntergrenze für viele betroffene Gebiete eine Erhöhung der Grunddisposition für Erosion und Massenbewegungen.

- Die «*variable Disposition*» ist die bei gegebener Grunddisposition zeitlich variable, in einem bestimmten Umfang schwankende oder sich entwickelnde effektive Disposition zu gefährlichen Prozessen.

Die aktuelle Disposition wird somit bestimmt durch innerhalb eines gegebenen Systemzustandes zeitlich variable, zum Teil durch die Jahreszeit und Tageszeit gesteuerte Grössen wie meteorologische Situation, Wasserhaushalt in einem potentiellen Rutschkörper, Vegetationszustand usw. Im Sommer, wenn der betrachtete Hang schneefrei ist, weist er keine Disposition für Lawinenabgänge auf, dagegen im Winter bei entsprechenden Schneebedingungen.

- Das *auslösende Ereignis* setzt bei gegebener Disposition den gefährlichen Prozess in Gang.

Bei entsprechenden Schneebedingungen werden am erwähnten Hang Lawinen ausgelöst, beispielsweise durch stetige Gewichtszunahme bei Schneefall, bei Festigkeitsabnahme durch Erwärmung oder durch eine äussere Störung.

Die Auslösung des gefährlichen Prozesses erfolgt dann, wenn der Schwellenwert eines relevanten Einflussfaktors erreicht bzw. überschritten wird. Das auslösende Ereignis kann periodisch oder sporadisch auftreten, oder es ist für den betrachteten Zeitraum als einmalig aufzufassen. Je ausgeprägter jeweils die aktuelle Disposition zu einem gefährlichen Prozess ist, desto näher rückt die Möglichkeit, dass der Schwellenwert des entscheidenden auslösenden Faktors überschritten wird.

In der Praxis der Gefahrenbeurteilung liegt die Schwierigkeit darin, erstens den oder die entscheidenden Faktor(en) und zweitens den oder die entsprechenden kritischen Schwellenwert(e) zu kennen.

Beispielsweise ist erwiesen, dass sich viele Erdrutsche im Zusammenhang mit ergiebigen Niederschlägen ereignen. Der entscheidende Faktor ist jedoch nicht nur der Niederschlag selbst, sondern vor allem auch der bodenhydrologische Zustand an den betreffenden Hängen. Somit müssten eigentlich Schwellenwerte des Porenwasserdruckes bestimmt werden. Dies ist mit hohem Aufwand verbunden, der sich wohl nur in seltenen Fällen rechtfertigen lässt. Dagegen ist es verhältnismässig einfach, nach Schwellenwerten in den Niederschlagsintensitäten und -ergiebigkeiten zu suchen. Deshalb sind schon zahlreiche entsprechende Korrelationsversuche gemacht worden (siehe z.B. Crozier, 1986: 177–192). Weil diese Werte jedoch einen nur indirekt auf den gefährlichen Prozess wirksamen Faktor berücksichtigen, können solche Schwellenwerte bestenfalls gewisse Anhaltspunkte liefern, jedoch nicht allgemein massgebend sein. Die gleiche Problematik stellt sich auch für andere gefährliche Prozesse, beispielsweise für die Korrelationen Niederschlag – Abfluss, Niederschlag – Abfluss – Geschiebefracht oder Neuschneezuwachs – Lawinenauslösung.

#### *Hinweise für die Gefahrenbeurteilung*

Für Gefahrenbeurteilungen im Hinblick auf Gefahrenkarten, bzw. zur Planung von permanenten Massnahmen, ist hauptsächlich die Beurteilung der allgemeinen Gefahr, somit die Kenntnis der Grunddisposition, notwendig. Zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit des gefährlichen Prozesses muss jedoch auch bekannt sein, wie häufig mit einer hohen variablen Disposition und mit potentiell auslösenden Ereignissen zu rechnen ist.

Wenn die Gefahrenbeurteilung im Hinblick auf temporäre Massnahmen (z.B. Sperrung von Strassen) erfolgt, stehen klar die variable Gefahrensituation und das auslösende Ereignis im Vordergrund.

Zusammenfassend heisst dies, dass sich die Wahl der Kriterien, Schwellenwerte usw. von Fall zu Fall entsprechend den örtlichen Verhältnissen und der Aufgabenstellung zu richten hat.

### **3. Gefahrenbewertung (Ebene Nutzungsplanung)**

Die Ergebnisse der objektiven Gefahrenbeurteilung finden in der Regel ihren Niederschlag auf der Ebene Richtplanung in einer Gefahren-Hinweiskarte und auf der Ebene Nutzungsplanung in einer Gefahrenkarte. In der Gefahren-Hinweiskarte begnügt man sich je nach Anwendungszweck und Erhebungsaufwand mit Angaben über Ort und Art (welcher Prozess?) der Gefährdung und allenfalls einer Angabe der Evidenz («erwiesen», «vermutet», «potentiell»).

In der Gefahrenkarte sind dagegen Gefahrenstufen zu definieren, welche die Intensität und Wahrscheinlichkeit der betrachteten Prozesse berücksichtigen.

### 3.1 Allgemeine Bedeutung der Gefahrenstufen

Ein Vorschlag zur Umschreibung der allgemeinen Bedeutung der einzelnen Gefahrenstufen ist in *Tabelle 5* zusammengestellt. Dieser Vorschlag orientiert sich weitgehend an den Vorgaben der «Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten» (*Bundesamt für Forstwesen und EISLF*, 1984).

Im Vordergrund steht die Gefährdung von Menschen und erheblichen Sachwerten in Siedlungsgebieten. Angestrebt wird eine klare Gliederung in Verbots-, Gebots- und Hinweisbereiche nach Massgabe möglicher Konsequenzen für die Raumplanung.

Dabei ist deutlich darauf hinzuweisen, dass die Gefahrenkarte selber nicht rechtsverbindlich ist; sie ist die fachliche Grundlage für die Berücksichtigung der bekannten Gefahrengebiete bei allen raumwirksamen Aufgaben, im besonderen in der Nutzungsplanung und für die Konzeption von Massnahmen.

### 3.2 Intensität und Häufigkeit bzw. Wahrscheinlichkeit (Magnitude/Frequency)

Als Mass der Gefährdung werden die Intensität und die Eintretenswahrscheinlichkeit (Häufigkeit bzw. Wiederkehrdauer) der jeweiligen Gefahrenart benutzt.

Beim einzelnen Ereignis hängt die mögliche Grösse des Schadens entscheidend von der Intensität des gefährlichen Prozesses ab, im Falle einer Lawine beispielsweise von der dynamischen Druckwirkung auf eine Hausmauer.

Je häufiger sich ein gefährlicher Prozess mit einer bestimmten schadenbringenden Intensität innerhalb einer gegebenen Periode ereignet, umso grösser ist der mögliche kumulierte Schaden. Je häufiger (z.B. innerhalb von 100 Jahren) beispielsweise die landwirtschaftlich genutzten Flächen auf dem Wildbach-Schwemmkegel mit Schutt bedeckt werden, und je häufiger die Felder wieder von Schutt befreit werden müssen, desto höher sind die Kosten, die während der betrachteten 100 Jahre anfallen.

Die Gefahr ist somit umso grösser, je höher die Intensität des Einzelereignisses ist und je häufiger solche Ereignisse eintreten. Diese zwei Aspekte, die erwartete Intensität und die Häufigkeit bzw. die (Eintretens-)Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Prozesses sind deshalb bei der Beurteilung einer bestimmten Gefahrenstelle zu berücksichtigen.

Tabelle 5. Bedeutung der Gefahrenstufen (Entwurf der temporären Arbeitsgruppe Naturgefahren<sup>5</sup> vom April 1995).

Gefahrenstufe	Gefährdung	Bedeutung für Nutzung
• Rot:	<p><i>Erhebliche Gefährdung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit der Zerstörung von Gebäuden ist zu rechnen.</li> <li>• Personen sind sowohl <i>innerhalb</i> als auch <i>ausserhalb</i> dieser Gebäude gefährdet.</li> <li>• Die Gefährdung kann nicht oder nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand behoben oder wesentlich eingeschränkt werden.</li> <li>• oder</li> <li>• Die Ereignisse treten zwar in schwächerem Ausmass, dafür aber häufig auf. In diesem Falle sind Personen vor allem <i>ausserhalb</i> der Gebäude gefährdet.</li> </ul>	Das rote Gebiet ist im wesentlichen ein Verbotsbereich, in welchem Nutzungen, die mit dem Aufenthalt von Menschen verbunden sind, untersagt werden sollten.
• Blau:	<p><i>Mittlere Gefährdung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Schäden an Gebäuden ist zu rechnen.</li> <li>• Gebäudezerstörungen sind in diesem Gebiet nicht zu erwarten, falls gewisse Auflagen bezüglich Bauweise beachtet werden.</li> <li>• Die Gefährdung kann mit besonderen, objektbezogenen Massnahmen behoben oder wesentlich eingeschränkt werden.</li> <li>• Personen sind <i>innerhalb</i> dieser Gebäude kaum gefährdet.</li> <li>• Personen sind vor allem <i>ausserhalb</i> der Gebäude gefährdet.</li> </ul>	Das blaue Gebiet ist im wesentlichen ein Gebotsbereich, in dem schwere Schäden durch geeignete Vorsorgemassnahmen vermieden werden können. Für Bewilligungen sind Gutachten einzuholen.
• Gelb:	<p><i>Geringe Gefährdung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit geringen Schäden an Gebäuden bzw. mit Behinderungen ist zu rechnen.</li> <li>• Gebäudezerstörungen sind in diesem Gebiet selbst bei üblicher Bauweise (nach SIA-Norm) unwahrscheinlich.</li> <li>• Personen sind auch <i>ausserhalb</i> der Gebäude kaum gefährdet.</li> <li>• Die Gefährdung kann durch Nutzungsauflagen behoben werden.</li> </ul>	Das gelbe Gebiet ist im wesentlichen ein Hinweisbereich. Hier wird darauf hingewiesen, dass Schäden und Gefährdungen auftreten können und erhöhte Vorsichtsmassnahmen notwendig sind.
• Weiss:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach dem derzeitigen Kenntnisstand und menschlichem Ermessen keine Gefährdung</li> <li>• oder</li> <li>• eine Gefährdung mit einer sehr kleinen Eintrittswahrscheinlichkeit. Bei Sondernutzungen mit sehr hohem Risikopotential sind besondere Vorkehrungen erforderlich.</li> </ul>	

<sup>5</sup> Eingesetzt von der Eidg. Forstdirektion, der Landeshydrologie und -geologie (BUWAL) und dem Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW).



Im Hinblick auf eine gute Nachvollziehbarkeit ist die Zuordnung zum «roten», «blauen», «gelben» oder «weissen» Bereich jeweils zu begründen. Diese Begründung muss mindestens eine Aussage über die Wahrscheinlichkeitsklasse (bzw. Klasse der Wiederkehrdauer) und der Intensitätsklasse enthalten:

- Wahrscheinlichkeit: «hoch», «mittel», «gering» oder «unwahrscheinlich» bzw. Wiederkehrdauer: «häufig», «mittel», «selten», «extrem selten»
- Intensität: «stark», «mittel», «schwach»

In den vorgeschlagenen Diagrammen gemäss *Abbildung 3* Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramme (Entwurf Februar 1995) sind «Wahrscheinlichkeit» und «Intensität» nicht als metrische Grössen, sondern als Klassen dargestellt. Dahinter steckt die Absicht, die jeweils eindeutige Einordnung einer Gefahr in eine Wahrscheinlichkeits- bzw. Intensitätsklasse zu erleichtern. Im Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm ergibt sich dann die Zuordnung zu einem der numerierten Felder, d.h. zum «roten», «blauen», «gelben» oder «weissen» Bereich. Auch diese Zuordnung ist meist eindeutig. In einzelnen Feldern hat man sich jedoch zu entscheiden, ob die Gefahrenbeurteilung eher zur «oberen» oder «unteren» Intensitätsklasse bzw. zur Wahrscheinlichkeitsklasse «links» oder «rechts» im Diagramm zuzuordnen ist.

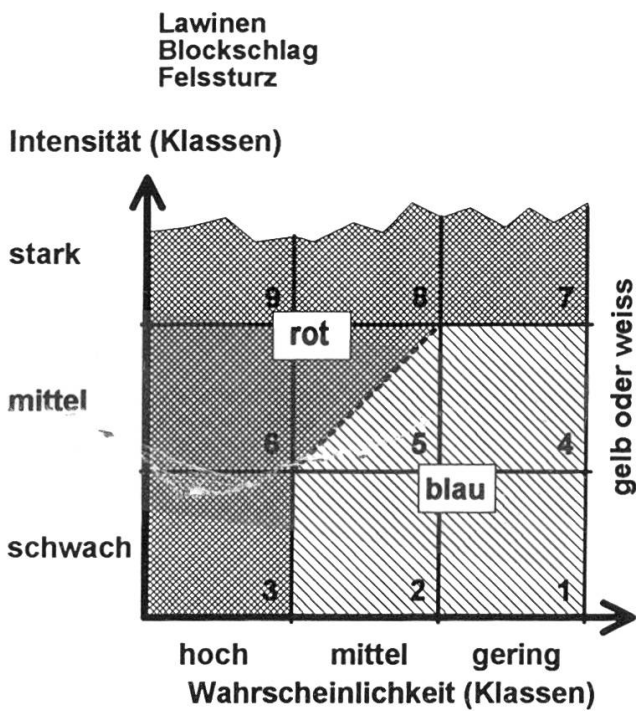
Selbstverständlich stecken hinter jeder Klassengrenze bestimmte qualitative oder quantitative Aussagen. Diese werden in den Abschnitten 3.3 bzw. 3.4 skizziert.

Prinzipiell wurde das Ziel verfolgt, sämtliche zu berücksichtigenden Naturgefahren in einem einzigen, allgemein gültigen Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm darzustellen. Ausgiebige Diskussionen und die Gegenüberstellung mit Fallbeispielen haben jedoch zu einem vorläufigen Entwurf gemäss *Abbildung 3* geführt, wo zwischen «brutalen» und «graduellen» Prozessen sowie permanenten Rutschungen unterschieden wird.

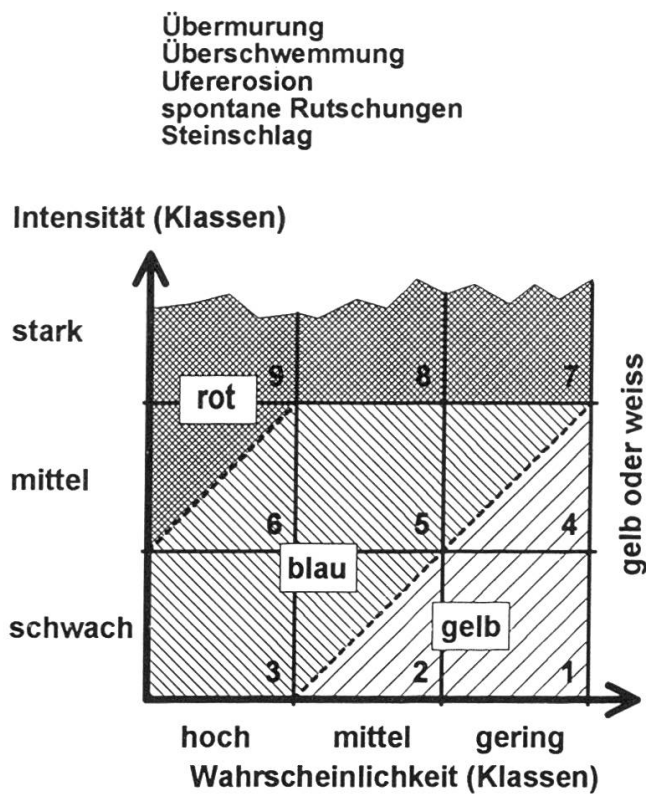
### *3.3 Massgebliche Intensitäten der gefährlichen Prozesse*

Aussagen zur möglichen Intensität eines Prozesses an einer bestimmten Stelle sollen nicht verwechselt oder vermischt werden mit Aussagen über die jeweils betroffene Fläche in ihrer Ausdehnung. Natürlich spielt es eine Rolle, ob beispielsweise in einem bestimmten Talabschnitt mehrere Quadratkilometer mit einer bestimmten Intensität überflutet werden können, oder ob «nur» einige wenige Hektaren betroffen sind. Diese Betrachtung ist vor allem im Hinblick auf aktive Massnahmen (Kostenwirksamkeit) sehr wesentlich. Entscheidend als Mass für die Intensität im Zusammenhang mit der Erstellung von Gefahrenkarten sind jedoch für das gegebene Beispiel allein die mögliche Überflutungstiefe und die zu erwartende Fliessgeschwindigkeit des Wassers

## "Brutale" Prozesse



## "Graduelle" Prozesse



permanente Rutschungen

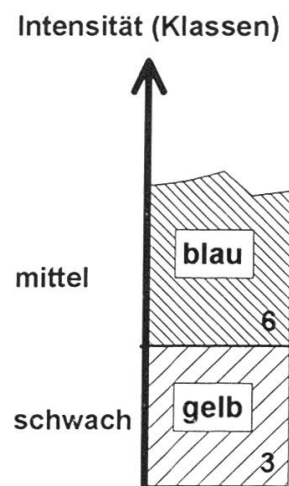


Abbildung 3. Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramme (Entwurf Februar 1995).



am einzelnen betrachteten Punkt bzw. der betrachteten Bezugsfläche innerhalb der gefährdeten Gebiete. (Zur Grösse der Bezugsflächen siehe Kapitel 3.4).

Aus *Tabelle 6* geht als erstes hervor, welche Prozesse bzw. Teilprozesse (Gefahrenarten) betrachtet werden (Kolonnen 1 und 2). Für diese Unterteilung wurde einerseits die Verwendung möglichst weniger, allgemein gebräuchlicher Begriffe angestrebt; andererseits wurde eine Unterteilung aufgrund der verschiedenen entscheidenden Parameter («Mass der möglichen Wirkung») und der zu verwendenden Kriterien vorgenommen.

Bei der praktischen Anwendung besteht durchaus die Möglichkeit, einzelne Prozesse oder Teilprozesse weiter aufzugliedern. Zu beachten wäre jedoch, dass die Kriterien für die Zuordnung zu den Intensitätsstufen sinngemäss festgelegt werden.

### *3.4 Eintretenswahrscheinlichkeit bzw. mittlere Wiederkehrdauer des gefährlichen Prozesses*

Die Gefahr ist umso grösser, je häufiger sich ein gefährlicher Prozess einer bestimmten Intensität innerhalb einer gegebenen Periode ereignet.

Von Jährlichkeit oder Wiederkehrdauer kann nur bei Prozessen gesprochen werden, die sich wiederholt in vergleichbarer Intensität ereignen. Daneben gibt es jedoch auch gefährliche Prozesse, die am gegebenen Ort im Prinzip einmalig sind (z.B. ein Bergsturz) oder die über längere Zeit andauern, kontinuierlich sind, wie zum Beispiel die oben erwähnten permanenten Rutschungen.

Im Überblick können bezüglich der zeitlichen Abfolge bzw. der Dauer

- kontinuierlich oder
- episodisch, dabei
  - einmalig oder
  - wiederholt und dabei
    - periodisch oder
    - sporadisch

auf tretende gefährliche Prozesse unterschieden werden.

Gerade im Hinblick auf einmalige Ereignisse sollte grundsätzlich eher mit Eintrittswahrscheinlichkeiten gerechnet werden als mit Wiederkehrperioden. Wegen der leichteren Verständlichkeit wird man in der Praxis jedoch auch mit «Wiederkehrperioden» oder «Jährlichkeiten» operieren.

Dementsprechend sind die Wahrscheinlichkeitsklassen in folgende Richtgrössen zu übersetzen:

<i>Wahrscheinlichkeit</i>	<i>Wiederkehrdauer</i>
hoch	< 30 Jahre
mittel	30–100 Jahre
gering	100–300 Jahre

Tabelle 6. Intensität von gefährlichen Prozessen: Übersicht über massgebliche Parameter und Kriterien (Entwurf April 1995).

Gefahrenarten	Mass der möglichen Wirkung	starke Intensität	mittlere Intensität	schwache Intensität
Lawinen	Lawinendruck	$P > 30 \text{ kN/m}^2$	$P > 3 \text{ kN/m}^2$	
Hochwasser / Murgang	Überschwemmung (mit Übersarung und lokaler Erosion)	$h > \text{ca. } 2 \text{ m}$ oder $v \times h > \text{ca. } 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$h > \text{ca. } 0.5 \text{ m}$ oder $v \times h > \text{ca. } 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	Prozess ist möglich $h < \text{ca. } 0.5 \text{ m}$ oder $v \times h < \text{ca. } 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$
	Ufererosion (Böschungs- und Flankenerosion an Gerinnen)	$d > 2 \text{ m}$	$d > \text{ca. } 0.5 \text{ m}$	Prozess ist möglich $d < \text{ca. } 0.5 \text{ m}$
	Übermürung	$h > 1 \text{ m}$ und $v > 1 \text{ m/s}$	$h < 1 \text{ m}$ oder $v < 1 \text{ m/s}$	
Rutschung	Geschwindigkeit und Mächtigkeit der fliessenden Massen			
	Differentielle Bewegungen in Zug- / Scherzonen der Randbe- reiche und auf der Rutschmasse selbst; Anhaltspunkte: mittl. Geschw. bei permanenter Bewegung bzw. Tiefe der Gleitfläche bei schnel- ler Abgleitung	spontan, schnell, > ca. 2m tief	permanent: $v \approx \text{dm} / \text{Jahr}$ oder spontan, schnell, < ca. 2m tief	permanent: $v \approx \text{cm} / \text{Jahr}$
Steinschlag / Felssturz	kinetische Energie	$E > 100 - 300 \text{ kJ}$	Ausrollbereich: $100 \text{ kJ} > E > 10 \text{ kJ}$	Ausrollbereich: $E < 10 \text{ kJ}$
	(Translation+ Rotation)	$E > 100 - 300 \text{ kJ}$	Ausrollbereich: $E < 100 \text{ kJ}$	
	analog Stein- /Blockschlag sowie Masse und Volumen	$E > 100 - 300 \text{ kJ}$ immer erfüllt		

Beachtet werden muss bei diesen Überlegungen, dass die Wahrscheinlichkeiten von einzelnen Teilprozessen und der Schadenwirkung verschieden sein können. So führt in einem Wildbach nicht jedes Hochwasser mit einem bestimmten Abfluss zur gleichen Feststofffracht oder zu einem Murgang, und die Schäden im Siedlungsbereich können sehr unterschiedlich sein.

Wichtig ist auch, dass Klarheit darüber besteht, auf welche Bezugsfläche (Ausdehnung) sich die Aussagen beziehen:

So kann beispielsweise die Ausdehnung der *Bezugsfläche* bei Felsstürzen und Steinschlag für die Zuordnung der Wahrscheinlichkeitsklasse eine erhebliche Rolle spielen. Wenn in einem gesamthaft 500 m langen Streifen unter einer ebenso langen, sich homogen verhaltenden Felswand durchschnittlich alle 10 Jahre irgendwo der Absturz eines Blockes zu erwarten ist, so ist bei Unterteilung des Streifen in fünf gleich grosse Abschnitte in jedem Abschnitt ein solcher Blocksturz nur durchschnittlich alle 50 Jahre zu erwarten.

Es scheint nicht sinnvoll, die Grösse der Bezugsflächen absolut festzulegen. Immerhin dürfte in vielen Fällen eine realistische Grössenordnung im Bereich einer bis weniger Hektaren liegen.

#### 4. Ausblick

Die Harmonisierungsbestrebungen bezüglich der Beurteilungs- und Bewertungsgrundsätze der gefährlichen Naturprozesse sind noch in vollem Gange. In diesem Sinne stellt der vorliegende Beitrag einzig das Ergebnis einer Zwischenetappe dar.

Weiterhin zu diskutieren sind

- die grundsätzliche Bedeutung der Gefahrenstufen (*Tabelle 5*),
- die Intensitäts-Wahrscheinlichkeitsdiagramme (*Abbildung 3*),
- die massgeblichen Parameter und Kriterien zur Abgrenzung von Intensitätsklassen für verschiedene gefährliche Naturprozesse (*Tabelle 6*) und auch
- die Festlegung der Wahrscheinlichkeitsklassen.

Ungeachtet dieser noch zu führenden Diskussionen gilt es jetzt, die Verbesserung der Beurteilungsmethoden für die verschiedenen Prozesse voranzutreiben. In diesem Sinne befassen sich die beiden folgenden Beiträge (*Krummenacher, 1995*, bzw. *Mani, 1995*) mit Beurteilungsmethoden. Entsprechend der im Rahmen des Walderhebungsprogrammes 1992–1995 (Unterprogramm «Flankierende Massnahmen», Modul Naturgefahren) festgelegten Konzentration auf Fragen der Prozessmodellierung geht es dabei vor allem um das Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen der GIS-unterstützten

Prozessmodellierung auf der Ebene Richtplanung, d.h. im Hinblick auf Gefahren-Hinweiskarten.

### **Zusammenfassung**

Bewusstes Umgehen mit Naturgefahren bzw. mit Naturrisiken setzt voraus, dass die Risiken bekannt sind und dass definiert ist, welche Risiken eingegangen werden dürfen und welche Mittel allenfalls zu deren Reduktion eingesetzt werden sollen und können. Im Auftrag und unter Mitwirkung der unter anderem mit Naturgefahren befassten Bundesämter entwickelt eine temporäre Arbeitsgruppe ein Konzept zu einer stufengerechten (Bund, Kantone, Gemeinde) und kohärenten Praxis im Bereich Beurteilung und Bewertung von Naturgefahren. In Diskussion mit Fachpersonen in Praxis und Forschung wird angestrebt, ein Konzept für eine vergleichbare Bewertung und Behandlung der verschiedenen Naturgefahren im Hinblick auf die Erstellung von Gefahrenkarten zu entwickeln. Im Rahmen des vorliegenden Beitrages werden einige der gegenwärtig diskutierten Grundsätze für die Beurteilung und Bewertung der Naturprozesse dargelegt, so im wesentlichen

- die erforderliche Bearbeitungstiefe für die einzelnen Handlungsebenen (Richtplanung oder Nutzungsplanung),
- die Unterscheidung verschiedener Phasen (Disposition und Auslösung) gefährlicher Prozesse,
- die unterschiedlichen Beurteilungsschwerpunkte in den verschiedenen örtlichen Bereichen wie Start-, Transit- und Zielbereich (oft hauptsächlicher Wirkungsbereich) eines Prozesses,
- die allgemeine Bedeutung der Gefahrenstufen und die diesen zugrundeliegenden Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramme,
- die massgeblichen Intensitäten der gefährlichen Prozesse und schliesslich
- einige Hinweise zur Bildung von Klassen der Eintretenswahrscheinlichkeit bzw. mittleren Wiederkehrdauer von gefährlichen Prozessen.

Die Harmonisierungsbestrebungen bezüglich der Beurteilungs- und Bewertungsgrundsätze der gefährlichen Naturprozesse sind noch in vollem Gange. In diesem Sinne stellt der vorliegende Beitrag einzig das Ergebnis einer Zwischenetappe dar.

## Résumé

### Estimation et évaluation des dangers – sur le chemin d'un concept global

Côtoyer de manière consciente les dangers et les risques naturels suppose que ceux-ci soient connus et que l'on définisse lesquels peuvent être encourus ainsi que les moyens qu'il faut mettre en œuvre pour leur minimisation éventuelle. Pour le compte et avec la participation des offices fédéraux chargés entre autres des dangers naturels, un groupe de travail temporaire développe un concept dans le domaine de l'estimation et de l'évaluation des dangers naturels, concept visant à une pratique cohérente et compatible avec les différents niveaux (Confédération, cantons, commune). Dans un dialogue avec les experts de la pratique et de la recherche, on aspire à mettre sur pied un concept pour une évaluation équivalente et un traitement des différents dangers naturels en vue d'ériger des cartes de danger. Dans le cadre de cet exposé, quelques-uns des principes pour l'estimation et l'évaluation des processus naturels actuellement discutés sont présentés; en voici l'essentiel:

- Le degré de détail nécessaire aux différents niveaux d'action (niveau du plan directeur ou niveau du plan d'affectation)
- La différenciation des différentes phases (disposition et déclenchement) des processus dangereux
- Les différents points essentiels d'estimation selon la localisation telle que zone de mobilisation, zone de transit et zone de dépôt ou d'inondation (souvent champ d'action principal d'un processus)
- La signification générale des degrés de danger et les diagrammes d'intensité et probabilité préalables
- Les intensités de référence des processus dangereux, et finalement
- Quelques indications sur la formation des classes de la probabilité et de la fréquence moyenne des processus dangereux.

Les efforts tendant à harmoniser les principes d'estimation et d'évaluation des processus naturels dangereux sont en cours. C'est pour cette raison que cet article expose uniquement le résultat d'une étape intermédiaire.

Traduction: S. Croptier

### Literatur

- BFF, EISLF, 1984: Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Forstwesen, Bern und EISLF, Davos.
- BUWAL/BWW, 1995: Symbolbaukasten zur Kartierung der Phänomene. Serie Naturgefahren, H.1, Bern.
- Crozier, M.J., 1986: Landslides. Croom Helm, London.
- Guggisberg, C., 1994: Schutz vor Naturgefahren mit Instrumenten der Raumplanung. Raumplanung, Informationshefte 1/94: 6–7, EJPD/BRP, Bern.
- Hollenstein, K., 1995: Analyse und Bewertung von Risiko und Sicherheit bei Naturgefahren. Schweiz. Z. Forstwes. 146, 9: 687–700.
- Kienholz, H., 1994: Naturgefahren – Naturrisiken im Gebirge. Schweiz. Z. Forstwes. 145, 1: 1–25.

- Krummenacher, B.*, 1995: Modellierung der Wirkungsräume von Erd- und Felsbewegungen mit Hilfe Geographischer Informationssysteme (GIS). Schweiz. Z. Forstwes. 146, 9: 741–761.
- Loat, R., Willi, H.-P.*, 1995: Hochwasserschutz aus der Sicht des Bundesamtes für Wasserwirtschaft. Region Basiliensis, 36/2: 219–228.
- Mani, P.*, 1995: Erfassung der Wildbachgefahr mit Hilfe von GIS-basierten Modellen. Schweiz. Z. Forstwes. 146, 9: 727–739.
- Schneider, J., Schlatter, H. P.*, 1994: Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen. vdf Zürich oder B.G. Teubner Verlag, Stuttgart.
- Willi, H. P., Loat, R.*, 1994: Hochwasserschutz und Raumplanung. Raumplanung, Informationshefte 1/94: 8–11, EJPB/BRP, Bern.