Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 149 (1998)

Heft: 7

Artikel: Gefahrenkartierung in Liechtenstein

Autor: Banzer, Emanuel / Schmuck, Hermann

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766116

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: 04.07.2025

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

Gefahrenkartierung in Liechtenstein

Von *Emanuel Banzer* und *Hermann Schmuck*

Keywords: Hazard; hazard levels; natural hazard mapping.

FDK 58: 907.3: UDK 551% 502.58: (494.9)

1. Einleitung

Infolge des Bevölkerungswachstums, des technischen und wirtschaftlichen Fortschritts ist im Laufe der letzten Jahrzehnte das Schadenpotential in den durch Naturgefahren bedrohten Gebieten in Liechtenstein wie auch im gesamten Alpenraum enorm angestiegen. Die Problematik rund um den Schutz vor Naturgefahren wird immer komplexer.

Um die damit anstehenden Probleme zu lösen, bedürfen die zuständigen Behörden auf Landes- sowie auf Gemeindeebene fundierter Entscheidungsgrundlagen. Eine angemessene Beobachtung und zutreffende Beurteilung der vorherrschenden Gefahrensituation bei allen raumwirksamen Tätigkeiten ist nur dann möglich, wenn den zuständigen Entscheidungsträgern das Vorhandensein und die Wirkungsweise der zu berücksichtigenden Gefahren hinreichend bekannt ist. Gefahrenkarten sind wichtige Grundlagen bei der Planung von Schutzmassnahmen, bei Risikoanalysen und im Zusammenhang mit Fragen der Raumordnung.

In diesem Bewusstsein wurde am 25. März 1991 das neue liechtensteinische Waldgesetz verabschiedet, das die Regierung mit der Ausarbeitung von Grundlagen für den Schutz vor Naturereignissen, insbesondere Gefahrenkataster und Gefahrenkarten, beauftragt.

In unseren benachbarten Alpenländern bestehen bereits langjährige Erfahrungen im Bereich der Gefahrenkartierung. Diese konnten jedoch nicht unbesehen in die liechtensteinische Praxis übertragen werden. Jede Region muss innerhalb gewisser Richtlinien eine an die lokalen Gegebenheiten und

spezifischen Bedürfnisse angepasste Vorgangsweise bei der Beurteilung und Kartierung der Gefahren entwickeln.

In diesem Bericht wird das die spezifischen Rahmenbedingungen berücksichtigende Konzept für eine flächendeckende Naturgefahrenkartierung in Liechtenstein vorgestellt, das in Zusammenarbeit mit der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) entwickelt wurde und bei den zur Zeit durchgeführten Kartierungsarbeiten seine Anwendung findet. Die Gefahrenkarte soll als Instrument zur Nutzung und Gestaltung unseres Lebensraumes Eingang finden.

2. Forderung nach einer Naturgefahrenkarte für das Fürstentum Liechtenstein

In der orographisch vielgestaltigen Landschaft des Fürstentums Liechtenstein ist die ansässige Bevölkerung seit Urzeiten mit Naturgefahren aller Art konfrontiert worden. Währenddem die gesamte Talebene vom ungebändigten Alpenrhein mit seinen wiederkehrenden Hochwassern beherrscht wurde, waren auch der Besiedelung der Taleinhänge und des Alpengebiets enge Grenzen gesetzt. Rüfen, Rutschungen, Felsstürze und Lawinen bedrohten den überwiegenden Teil der Hanglagen. Schon früh versuchte man, mit baulichen Massnahmen den zerstörerischen Kräften der Natur Einhalt zu gebieten. Mit den damals zur Verfügung stehenden, bescheidenen finanziellen und technischen Mitteln war jedoch eine erfolgreiche Verbautätigkeit zumeist nicht möglich. Gezwungenermassen hatte man daher gelernt, den Gefahren auszuweichen, indem man die Siedlungen an den relativ sicheren Orten erstellte. Die besonders gefährdeten Gebiete sowie die möglichen Schadenereignisse mit all ihren Konsequenzen waren den Bewohnern allgemein bekannt.

Aufgrund des Bevölkerungswachstums, des technischen sowie wirtschaftlichen Fortschritts und dem dadurch bedingten Wandel in der Lebensweise wurden Entwicklungen in Gang gesetzt, welche die Bedeutung und Wirkungsweise der Naturgefahren im Fürstentum Liechtenstein entscheidend verändert haben und weiterhin verändern werden:

- Dank neuer Methoden im Verbauwesen und dem Einsatz enormer finanzieller Mittel gelang es, im Verlaufe dieses Jahrhunderts die ursprünglichen Gefährdungen massiv einzuschränken. Neben der Verbautätigkeit hat insbesondere auch eine auf die Schutzfunktion ausgerichtete Waldbewirtschaftung wesentlich zur Entschärfung verschiedener Gefahrenherde beigetragen. Neuerdings wird aber die Notwendigkeit gewisser technischer wie auch forstlicher Schutzmassnahmen von seiten des Natur- und Landschaftsschutzes in zunehmendem Masse in Frage gestellt.
- Gedrängt durch den gestiegenen Bedarf an Bauland und im Glauben, mit den getätigten Schutzmassnahmen die notwendige Sicherheit gewährlei-

sten zu können, wurden und werden einst gemiedene Gebiete erschlossen und zur Überbauung freigegeben. An den rheintalseitigen Hanglagen übersah man dabei verschiedentlich, dass neben den bekannten Rüfen auch andere Naturprozesse (Steinschläge, Rutschungen) lokal die Nutzung eines Gebietes einschränken können. Mit der Umgestaltung unseres Alpengebietes in einen intensiv genutzten Erholungsraum wurde zusätzlich eine Vielzahl neuer Risiken geschaffen.

- Im Gegensatz zu früher haben die Schutzansprüche der Bevölkerung merklich zugenommen. Selbst kleine und unbedeutende Schäden aus Naturereignissen werden nicht mehr toleriert. Gleichzeitig nimmt beim überwiegenden Teil der Bewohner das Wissen um diese Gefahren zusehends ab. Die Angst vor den Gefahren der Naturgewalten ist der Forderung nach Sicherheit gewichen.
- Die seit Beginn der 70er Jahre wahrgenommenen anthropogen bedingten Beeinträchtigungen der Umwelt wirken sich nachweislich auf die verschiedenen Gefahrenprozesse aus. Die vielschichtigen Schutzwirkungen des Waldes sind mittelfristig vielerorts in Frage gestellt, sollten die momentan beobachtbaren Entwicklungen der Waldschäden und Zerfallsprozesse unvermindert fortschreiten. Zudem häufen sich die Indizien, dass Extremereignisse infolge der sich immer deutlicher abzeichnenden Klimaveränderung vermehrt auftreten werden.

Die aufgezeigten Entwicklungen führen insgesamt zu einer kontinuierlichen Verschärfung der Gefahrensituation: Obschon mit den gegenwärtigen Schutzanstrengungen das Gefahrenpotential vermindert werden konnte, hat sich die Verletzlichkeit unseres Lebensraumes infolge des angewachsenen Schadenpotentials und der verminderten Risikobereitschaft gegenüber früher erhöht.

Demgegenüber gestaltet sich die Planung und Realisierung passiver wie auch aktiver Schutzvorkehrungen immer schwieriger: Eine Gefahrenvermeidung mittels passiver Massnahmen, d.h. raumplanerischen Instrumenten, ist in Liechtenstein nur noch in beschränktem Rahmen möglich. Sowohl im Talraum als auch im Berggebiet werden viele potentiell gefährdete Gebiete bereits in irgendeiner Form intensiv genutzt. Überdies wird der Druck auf das knappe Gut «Boden» künftig noch zunehmen, so dass sich der Erlass sowie das Aufrechterhalten von Nutzungsbeschränkungen ungleich schwieriger gestaltet.

Gezwungenermassen müssen daher auch in Zukunft aktive forstliche und technische Massnahmen zur Sicherung unseres Lebensraumes ergriffen werden. Dabei sollen neben den rein schutztechnischen Aspekten vermehrt auch andere, zum Teil gegenläufige Interessen – wie beispielsweise Anliegen des Natur- und Landschaftschutzes – berücksichtigt werden. Die Planung und Realisierung der Massnahmen hat verstärkt nach vorgängig klar festgelegten Prioritäten zu erfolgen. Hierfür bedarf es einer landesweiten, flächendecken-

den Naturgefahrenkarte, in der die wirkenden Gefahrenprozesse und die dadurch bedrohten Gebiete signalisiert werden.

3. Ziel und Zweck einer Naturgefahrenkarte

Mit der Ausarbeitung einer landesweiten Gefahrenkarte setzt man sich zum Ziel, die in Liechtenstein wirkenden Naturgefahren (Wasser-, Steinschlag-, Rutsch- und Lawinengefahr) systematisch zu erfassen und objektiv, d.h. gemäss nachvollziehbaren Kriterien zu beurteilen. Hinsichtlich der an einer bestimmten Stelle im Gelände vorherrschenden Gefährdungssituation sollen mit Hilfe der Gefahrenkarte konkret folgende Aussagen gemacht werden können:

- Ist ein Gebietsteil generell gefährdet oder nicht?
- Durch welche Gefahrenart(en) wird die betreffende Stelle beeinträchtigt?
- Mit welcher Intensität und allenfalls wie häufig kann ein gefahrbringendes Ereignis im betrachteten Gebietsteil eintreten?

Eine derart konzipierte Gefahrenkarte bildet die eigentliche Voraussetzung dafür, dass künftig bei der Nutzung und Gestaltung unseres Lebensraumes die Naturprozesse entsprechend ihrer jeweiligen Bedeutung berücksichtigt werden können. Im speziellen sind diesbezüglich folgende Verwendungszwecke anzuführen:

a) Die Gefahrenkarte als Instrument zur Effizienzsteigerung im Mitteleinsatz zur Sicherung von Gefahrengebieten

Die Gefahrenkarte ist:

- eine wertvolle Grundlage bei der Planung und Koordination von technischen wie auch forstlichen Schutzmassnahmen;
- eine Voraussetzung für einen auf objektive Gefährdungen ausgerichteten und somit zielgerichteten Einsatz der oft erheblichen Mittel der öffentlichen Hand;
- eine Voraussetzung für einen nach Prioritäten geordneten Mitteleinsatz bei der Sicherung der zahlreichen im Land vorhandenen Gefahrengebiete (vgl. Art. 3 der WaldV);
- ein Hilfsmittel, mit dem Veränderungen und Entwicklungen im Landschaftsgefüge erkannt werden. Zum einen kann dadurch der Erfolg von angeordneten Massnahmen kontrolliert werden, zum andern versetzen uns diesbezügliche Kenntnisse in die vorteilhafte Lage, notwendige Schutzvorkehrungen frühzeitig ergreifen zu können.

b) Die Gefahrenkarte als raumplanerisches Instrument

Als raumplanerisches Instrument ist die Gefahrenkarte (bzw. der Gefahrenzonenplan vgl. Kapitel 9):

- gesetzlich vorgeschrieben (Art. 25 Waldgesetz, Art. 1 Waldverordnung, vgl. Kapitel 4);
- das wohl effizienteste Instrument für einen langfristig sparsamen Mitteleinsatz zur Sicherung von Gefahrengebieten, indem nämlich raumwirksame Tätigkeiten in Gefahrengebieten im Rahmen der Landes- und Ortsplanung sowie über das Baubewilligungsverfahren derart gesteuert werden, dass ein Anwachsen des Schadenpotentials begrenzt und somit neue kostspielige Schutzmassnahmen wenn immer möglich vermieden werden können.

c) Die Gefahrenkarte als Instrument zur Einsatzplanung in Notstandssituationen

Die Gefahrenkarte mit ihren detaillierten Informationen bildet eine wertvolle Hilfe bei der Disposition von Massnahmen in Notstandssituationen (Evakuierungspläne bei Lawinengefahr, Absperren von Verkehrswegen und Freizeitanlagen usw.).

d) Die Gefahrenkarte als Instrument für eine transparente Information und objektive Diskussionsgrundlage in Belangen der Schutzraumgestaltung

Nicht zuletzt verfügen wir mit einer Gefahrenkarte über eine wichtige Grundlage, mittels der

- schutztechnische Vorhaben vor politischen Gremien wie auch in der breiten Öffentlichkeit begründet und anschaulich erklärt werden können;
- eine objektive Diskussion zwischen verschiedenen Interessenvertretern über die Notwendigkeit und die Art der zu ergreifenden Schutzvorkehrungen bei der Sicherung von Gefahrengebieten gefördert wird.

4. Rechtsgrundlagen und Finanzierung

Die gesetzlichen Grundlagen im engeren Sinn für die Erfassung der Gefahrengebiete bildet Art. 25 des liechtensteinischen Waldgesetzes vom 25. März 1991 sowie die dazu erlassene Verordnung vom 21. Februar 1995.

- *Art. 25 Waldgesetz*
  Anrissgebiete von Lawinen sowie Rutsch-, Erosions- und Steinschlaggebiete sowie Gebiete, welche durch andere Naturereignisse gefährdet sind, sind in den Zonenplänen der Gemeinden als Gefahrenzonen zu kennzeichnen.
- *Art. 1 Waldverordnung*
  Die Regierung erarbeitet die Grundlagen für den Schutz vor Naturereignissen, insbesondere Gefahrenkataster und Gefahrenkarten. Diese sind den Gemeinden für die Übernahme und Kennzeichnung in ihren Zonenplänen als Gefahrenzonen zu übergeben.

Auch im Baugesetz wird davon ausgegangen, dass die gefährdeten Gebiete bekannt sind oder andernfalls diesbezüglich geprüft werden, wenn in Art. 9 des Gesetzes die Baureife eines Grundstücks wie folgt umschrieben wird:

- *Art. 9 Baugesetz*
  2) Baureif ist ein Grundstück, wenn es den ortsplanerischen Bestimmungen entspricht und wenn es nach Lage, Form, Grösse und Beschaffenheit für eine Überbauung geeignet und nicht durch Steinschlag, Rutschungen, Lawinen oder dergleichen gefährdet ist ...

Weitere Bestimmungen auf Landesebene, die sich mit der Materie der Naturgefahren befassen und dabei indirekt das Vorhandensein exakter Kenntnisse bezüglich der Gefahrensituation voraussetzen, finden sich in der *Verordnung zum Baugesetz,* in den *Provisorischen Bauvorschriften für die Gemeinde Triesenberg* und in der *Verordnung über die Sanierung der Alp- und Berggebiete.*

Mehrheitlich wird auch in den einzelnen Gemeindeerlassen (Bauordnungen, Bauvorschriften) zwingend vorgeschrieben, dass es bei der Beurteilung der Baureife die natürlichen Gefahrenmomente ebenfalls zu beachten gilt.

Gemäss Art. 1 der Waldverordnung fällt die Ausarbeitung von Gefahrenkarten als Grundlage für den Gefahrenzonenplan in den Aufgabenbereich der Regierung. Die mit der Kartierung verbundenen Kosten sind daher grundsätzlich vom Land Liechtenstein zu finanzieren.

5. Bisheriger Dokumentationsstand über Naturgefahren im Fürstentum Liechtenstein

Bis zur Inangriffnahme der Naturgefahrenkartierung in Liechtenstein sind keine eigentlichen Erhebungen, in denen das Vorhandensein und die Wirkungsweise aller an einem bestimmten Ort auftretender Gefahrenarten systematisch untersucht und dokumentiert wurden, durchgeführt worden. In wenigen Arbeiten wurde für begrenzte Problemgebiete die Gefährdung durch einzelne Naturprozesse festgestellt (z.B. geologische Risikokarte für die Gemeinde Triesenberg, 1977).

Um so intensiver beschäftigte man sich mit gefahrenspezifischen Problemen im Rahmen einer Vielzahl von Projekten, welche in den vergangenen drei Jahrzehnten im Rüfeverbau, im Forstwesen sowie bei der Berggebietssanierung zur Ausführung gelangten. In diesen Projekten und den dazugehörigen Mitberichten wurden einzelne Gefahrenprozesse für einen begrenzten Gebietsausschnitt eingehend behandelt.

Die mit der Leitung der vielfältigen Sanierungsaufgaben betrauten Spezialisten auf dem Amt für Wald, Natur und Landschaft bzw. dem Tiefbauamt verfügen aufgrund ihrer zum Teil schon jahrzehntelangen Tätigkeit über ausgezeichnete Gebietskenntnisse und eine grosse Erfahrung im Umgang mit Naturgefahren.

Die bereits vorhandenen Unterlagen (Gefahrenkartierungen, Informationen aus Projekten) werden im Zuge der laufenden Gefahrenkartierung gesichtet und systematisch katalogisiert. Zusammen mit dem Wissen und der Erfahrung der im Land tätigen Praktiker bilden sie die Basis für alle weiteren, im Rahmen der Gefahrenkartierung wichtigen Abklärungen (Geländebegehungen, geomorphologische Kartierung, Berechnungsmodelle usw.).

6. Evaluierung eines zweckmässigen Kartierungskonzeptes

Die Beurteilung und Dokumentation von Naturgefahren wirft komplexe Probleme fachlicher wie auch methodischer Natur auf. Zielgerechte Lösungen sind ausschliesslich über ein auf die Rahmenbedingungen abgestimmtes Vorgehen zu erwarten.

Ausgereifte Kartierungskonzepte aus den umliegenden Alpenländern, die für Liechtenstein vorbehaltlos übernommen werden konnten, existieren keine. Die gegenwärtige Entwicklung der Gefahrenkartierung lässt überdies erkennen, dass allgemein gültige Lösungen auch in Zukunft nicht erwartet werden dürfen.

In einem ersten Schritt sah man sich daher gezwungen, eine eigenständige Vorgangsweise, welche unseren spezifischen Bedürfnissen und den lokalen Gegebenheiten Rechnung trägt, zu entwickeln. Unter der Federführung des Amtes für Wald, Natur und Landschaft wurde in Zusammenarbeit mit der WSL ein Verfahren zur Kartierung der im Lande auftretenden Naturgefahren entwickelt.

Die vorgeschlagene Beurteilungsmethode wurde im Rahmen eines Pilotprojektes (Gefahrenkarte Gemeinde Vaduz) getestet und auf ihre Praxistauglichkeit hin geprüft. Die den Beurteilungsmethoden zugrunde gelegten theoretischen Ansätze (Untersuchungsmethoden, Rechenmodelle) wie auch die Resultate und Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt sind mit dem Amt für Wald, Natur und Landschaft sowie dem Tiefbauamt fortlaufend diskutiert und wenn nötig verbessert worden.

Das seit 1995 vorliegende, in Kapitel 8 kurz umrissene Kartierungskonzept gewährleistet eine fachlich fundierte sowie bedürfnisgerechte Erfassung der in Liechtenstein wirkenden Naturgefahren.

7. Organisation – Gefahrenkommission

Verwaltungsintern (auf Landesebene) befassen sich zwei Stellen ausgesprochen intensiv mit Fragen der Naturgefahrenbeurteilung:

- das Amt für Wald, Natur und Landschaft
- das Tiefbauamt, Abt. Rüfen und Gewässer.

Die Fachkompetenz dieser beiden Amtsstellen wird für die Erarbeitung der Gefahrenkarte koordiniert, indem die Naturgefahrenkartierung als gemeinsame Aufgabe mit der jeweiligen Gemeinde angegangen wird.
Die Erstellung der Gefahrenkarte erfolgt unter der Leitung einer *Gefahrenkommission*, welche sich aus Vertretern folgender Amtsstellen zusammensetzt:

- Amt für Wald, Natur und Landschaft
- Tiefbauamt, Abt. Rüfen und Gewässer
- Stabsstelle für Landesplanung
- Amt für Zivilschutz und Landesversorgung.

Die Aufgaben der Gefahrenkommission können im speziellen wie folgt umschrieben werden:

- Überwachung und Koordination bei der Erstellung und Nachführung von Gefahrenkarten;
- Beratung bei der Umsetzung der Gefahrenkarte in die Landesplanung.

Gegebenenfalls kann dieser Aufgabenbereich in einer späteren Phase wie folgt erweitert werden:

- Beratung der Gemeinde bei der Ausarbeitung der Gefahrenzonenpläne und deren Umsetzung in die Ortsplanung;
- Beratung bei der Definition von Rahmenbedingungen für den Einsatz von öffentlichen Mitteln zum Schutz vor Naturgefahren.

Die Gefahrenkommission ist ein ausschliessliches Fachgremium, das aufgrund seines Expertenwissens für den erforderlichen qualitativen Standard der Arbeiten bürgt. Sie beschränkt sich in ihrer Tätigkeit auf Beratung, Antragstellung und Gutachten. Die Kommission erlässt keinerlei Entscheide oder Verfügungen.

8. Kartierungskonzept

8.1 Gefahrenarten, Bearbeitungsgebiet

Es wurden die natürlichen Gefahrenprozesse:

- Lawinen
- Sturz (Felssturz, Steinschlag)
- Rutschung und Erosion
- Wildbach (Rüfen, Überschwemmungen)

beurteilt und dokumentiert.

Im Gegensatz zu anderen, weniger intensiv genutzten Regionen der Alpen, in denen man sich auf die Bearbeitung gewisser Teilgebiete beschränken kann, ist grundsätzlich eine flächendeckende Bearbeitung des Landes vorgesehen. In Anbetracht der beschränkt zur Verfügung stehenden Mittel kann jedoch nicht der gesamte Projektperimeter mit gleichbleibender Intensität untersucht werden. Der Aufwand für die Beurteilung muss in einem ausgewogenen Verhältnis zum Schadenpotential des betreffenden Gebietes stehen. Siedlungsgebiete werden deshalb wesentlich detaillierter analysiert als rein land- oder forstwirtschaftlich genutzte Räume. Weiter sind bei der Ausgestaltung der Gefahrenkarte auch die unterschiedlichen Verwendungszwecke und Anforderungen an die Karte zu berücksichtigen. Während in Baugebieten aus der Gefahrenkarte unter anderem Richtwerte für die Bemessung von Gebäuden abgeleitet werden, ist innerhalb des Waldareals die Ermittlung von Werten für Sturzenergien wenig sinnvoll. Um eine differenzierte Beurteilung und Bewertung der Gefährdungen zu ermöglichen, werden in Liechtenstein drei Gebietskategorien ausgeschieden, in denen Teilgebiete mit ähnlichem Schadenpotential und vergleichbaren Informationsbedürfnissen zusammengefasst sind:

Gebietskategorie A	Siedlungs- und Industriegebiete
Gebietskategorie B	forst- und landwirtschaftlich genutzte Gebiete
Gebietskategorie C	Naturlandschaften, in denen weder forst- noch landwirtschaftliche Nutzungsansprüche vorliegen (Gebirge, Naturreservate)

Innerhalb einer Gebietskategorie können sich Objekte mit vergleichsweise höherem Schutzanspruch befinden; beispielsweise eine ganzjährig bewohnte, durch Steinschlag gefährdete Liegenschaft in der Gebietskategorie B. Derartige Objekte werden im Rahmen der Kartierung als sogenannte Sonderobjekte ausgewiesen und allenfalls einer vertieften Betrachtung unterzogen.

Tabelle 1. Bearbeitungstiefe und Detaillierungsgrad der Gefahrenkarte in den einzelnen Gebietskategorien.

Bearbeitungstiefe	*Gebietskategorie A gross*	*Gebietskategorie B mittel*	*Gebietskategorie C klein*
Verwendete Methoden	Detailkartierungen Detailberechnungen Simulationen	Übersichtsbegehungen Pauschalgefälle-berechnungen	Luftbildinterpretation ev. Übersichtsbegehungen
Detaillierungsgrad: Anzahl Zonen unterschiedlicher Gefährdung, in die ein Gebiet aufgeteilt werden kann	4 Gefahrenstufen – erhebliche Gefahr – mittlere Gefahr – geringe Gefahr – keine Gefahr	3 Gefahrenstufen – grosse Gefahr – mässige Gefahr – kleine oder keine Gefahr	2 Gefahrenstufen – allg. grosse Gefahr – mässige bis keine Gefahr

In den drei Gebietskategorien erfolgt die Ermittlung des Gefahrenpotentials nach abgestuften Bearbeitungstiefen und in einem unterschiedlichen Detaillierungsgrad *(Tabelle 1)*.

8.2 Beurteilungsmethodik

Die Identifikation und Beurteilung der einzelnen Naturgefahren erfolgt unter Verwendung verschiedener methodischer Ansätze und gemäss eines klar festgelegten Arbeitsvorganges:

1. Erstellen eines Ereignis- und Projektkatasters

Aufgrund von schriftlichen (Chroniken, Gutachten, Projektakten usw.) und mündlichen Quellen werden alle bis anhin festgestellten Naturereignisse in Erfahrung gebracht und systematisch aufgezeichnet (→ Ereigniskataster). Ebenfalls werden sämtliche getätigten Massnahmen zur Gefahrenabwehr (technische und waldbauliche Projekte) dokumentiert und auf ihre gegenwärtige Schutztauglichkeit hin überprüft (→ Projektkataster).

2. Ausarbeiten einer geomorphologischen Grundlagenkarte

In der geomorphologischen Grundlagenkarte werden die im Gelände erkennbaren, gefahrenrelevanten Merkmale (Spuren stattgefundener Prozesse, Rutschungen usw.) eingezeichnet. Die dazu notwendigen Informationen werden im Rahmen von Luftbildinterpretationen und insbesondere durch zeitintensive Feldaufnahmen erhoben.

3. Durchführen von Modellbetrachtungen und Berechnungen

Durch den Einsatz empirischer und physikalischer Dispositions- und Prozessmodelle werden historische sowie mögliche zukünftige Zustände und Ereignisabläufe simuliert. Mit Hilfe dieser Modelle versucht man insbesondere die Wirkungsweise potentieller Gefahrenereignisse genauer abzuschätzen.

4. Gesamtheitliche Beurteilung der Gefahrensituation

Die in den Arbeitsphasen 1 bis 3 gewonnenen Informationen und Kenntnisse werden nunmehr gewichtet und zu einem Gesamtbild zusammengefügt. Das Resultat dieser Synthese ist eine umfassende Beurteilung der aktuellen Gefahrensituation eines Gebietes.

5. Erstellen der Gefahrenkarte

Die Beurteilungsergebnisse, d.h. die jeweils festgestellten Gefährdungsbilder werden gemäss den für die entsprechende Gebietskategorie definierten Gefahrenstufen auf einer topographischen Karte M 1:5000 gekennzeichnet.

8.3 Die Gefahrenstufen

Aufgrund der Gefahrenbeurteilung kann das Wirkungsgebiet eines Gefahrenprozesses in Teilgebiete unterschiedlicher Intensität und Wahrscheinlichkeit unterteilt werden. Diese Teilgebiete werden sogenannten Gefahrenstufen (erhebliche, mittlere Gefahr usw.) zugeordnet und durch entsprechende Farben oder Schraffuren gekennzeichnet. Dieses Verfahren orientiert sich an der Methodik, die für die Lawinen-Gefahrenkartierung in der Schweiz entwickelt wurde *(Bundesamt für Forstwesen,* 1984).

In einer Gefahrenstufe wird ein Spektrum verschiedener Kombinationen von Wahrscheinlichkeit und Intensität zusammengefasst. So sind zum Beispiel in der Stufe mittlerer Gefahr häufige und schwach intensive Gefährdungen bis hin zu eher seltenen, dafür intensiven Gefährdungen enthalten. Die Gefahrenstufe ist als Mass für die Gefährlichkeit eines Prozesses zu verstehen. Im Gegensatz zur Gefahrenbeurteilung, die ausschliesslich nach objektiven und wissenschaftlichen Kriterien durchgeführt wird, liegt der Bewertung dieser Gefahr ein von der Gesellschaft bestimmter Massstab zugrunde, der entscheidend von der Risikoakzeptanz der jeweiligen Bevölkerung abhängt.

8.4 Darstellung der Beurteilungsergebnisse, Datenverarbeitung

Als Ergebnis der Gefahrenbeurteilung wird für jede der vier untersuchten Gefahrenarten (Lawinen-, Sturz-, Rutsch-/Erosions- und Wildbachgefahr) vorerst eine separate Gefahrenkarte erstellt (→ prozessspezifische Gefahrenkarte), so dass eine möglichst gute Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Beurteilung gewährleistet ist. Die Wirkungsgebiete des jeweiligen Gefahrenprozesses werden flächenhaft, gemäss der in *Tabelle 1* definierten Gefahrenzonen, in einer topographischen Karte M 1 : 5 000 signalisiert.

Um die Gefahrensituation eines Gebietes umfassend wiederzugeben, werden in einer sogenannten Gesamt-Gefahrenkarte die vier prozessspezifischen Gefahrenkarten zur Überlagerung gebracht.

Die Gefahrenkarten werden mit einem Bericht, welcher die Erhebung und Auswertung der Grundlagen sowie die Ausscheidung der Gefahrengebiete eingehend erörtert, ergänzt.

Wie in Kapitel 8.5 noch genauer ausgeführt, sollten die Gefahrenkarten fortlaufend nachgeführt werden. Angesichts dieser Tatsache empfiehlt es sich, die erhobenen Daten EDV-mässig zu erfassen und abzulegen. Für die Bearbeitung von Raumdaten eignen sich diesbezüglich in besonderer Weise geographische Informationssysteme (GIS). Im Rahmen des Pilotprojektes «Gefahrenkarte Vaduz» wurde bereits eine geeignete GIS-Lösung evaluiert (ADALIN/SPANS), die hierfür notwendigen Strukturen (Datenmodell, Datentransfer) geschaffen und diese eingehend getestet. Diese Lösung hat sich in der laufenden Gefahrenbeurteilung bestens bewährt.

8.5 Gültigkeitsdauer und Revision der Gefahrenkarte

Die Gefahrenkarte als objektive Darstellung der in einem Gebiet herrschenden Gefahrensituation ist in der hier vorgestellten Form eine Momentaufnahme. Jede grössere Veränderung im Gelände kann zu Veränderungen im Gefahrenbild führen und muss folgerichtig eine Revision der Gefahrenbeurteilung nach sich ziehen. Die laufenden Nachführungen sowie die periodischen Revisionen (alle 10 bis 15 Jahre) der Naturgefahrenkarte werden von den zuständigen Fachinstanzen des Landes insbesondere dann durchgeführt, wenn

- einschneidende Veränderungen bei den natürlichen Gebietsstrukturen (z.B. grossflächige Entwaldungen) beobachtet werden.
- Änderungen der Raum- und Nutzungsordnung geplant sind oder Veränderungen bei den Schutzmassnahmen auftreten.
- Ereignisse, periodische Messungen oder aber auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse die aktuelle Gefahrenbeurteilung in Frage stellen.

9. Ein Hilfsmittel für die Nutzung und Gestaltung des Lebensraumes

Grundsätzlich kann den hier vorgestellten Naturgefahren mit zwei verschiedenen Schutzstrategien begegnet werden:

- Aktive Massnahmen: Mit baulichen und forstlichen Massnahmen versucht man die Gefahrenprozesse zu verhindern (z.B. Stützverbauungen und Aufforstungen in Lawinenanbruchgebieten), zu bremsen (z.B. Steinschlagschutzwerke) oder kontrolliert abzuleiten (z.B. Rüfedämme).
- Passive Massnahmen: Mit dem Ziel der potentiellen Gefährdung auszuweichen, werden für gefährdete Gebiete im Rahmen der Raumplanung Nutzungsbeschränkungen (z.B. Bauverbot) und Auflagen (z.B. Konstruktionsvorschriften) formuliert.

Aktive Schutzmassnahmen waldbaulicher wie auch technischer Natur können direkt aus der Gefahrenkarte abgeleitet und aufeinander abgestimmt werden.

Damit aber die Erkenntnisse aus der Gefahrenkarte ebenso in der Landes- und Ortsplanung in Form von passiven Schutzmassnahmen umgesetzt werden können, bedarf es noch zusätzlicher Abklärungen auf raumplanerischer Ebene.

Die Gefahrenkarte ist wohlverstanden noch kein Gefahrenzonenplan. In der Gefahrenkarte wurden die schadbringenden Naturprozesse analysiert und das beeinträchtigte Gebiet in Zonen ungleicher Gefährdung unterteilt. Im Gegensatz dazu werden im Gefahrenzonenplan, aufgrund der in der Gefahrenkarte ausgewiesenen Gefährdungssituation, Beschränkungen oder Auflagen für die Nutzung eines Gebietes festgehalten.

Bei der Erarbeitung von Gefahrenzonenplänen darf keinesfalls einfach eine Vergrösserung der kombinierten Gefahrenkarte vorgenommen werden. Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass bei der Ausarbeitung des Zonenplanes nach Möglichkeit ein gewisser Sicherheitsabstand von der roten Gefahrenzone eingehalten wird. Falls jedoch die Bauzonengrenze mit der roten Gefahrengrenze zusammenfallen sollte, ist diese durch den jeweiligen Sachbearbeiter der Gefahrenkarte (Geologe, Naturgefahrenexperte) im Gelände abzustecken, geodätisch einzumessen und im Parzellenplan einzutragen.

Wie die bisherigen Erfahrungen im Zusammenhang mit der bereits vorliegenden Gefahrenkarte «Triesenberg» zeigen, stellt deren Umsetzung in die Raumordnung – insbesondere in die Siedlungsplanung – eine politische wie auch fachliche Herausforderung dar.

Zusammenfassung

Die Problematik rund um den Schutz vor Naturgefahren wird immer komplexer. Die mit der Lösung der anstehenden Probleme betrauten Behörden auf Landes- wie auch auf Gemeindeebene bedürfen fundierter Entscheidungsgrundlagen. Deshalb werden derzeit in Liechtenstein unter der Leitung des Amtes für Wald, Natur und Landschaft sowie des Tiefbauamtes flächendeckende Gefahrenkarten erarbeitet. Beginnend mit der Beschreibung der Ausgangslage bzw. der Rahmenbedingungen wird in diesem Bericht das daraus resultierende landesspezifische Kartierungskonzept eingehend erläutert.

Résumé

Cartographie des zones de dangers au Liechtenstein

La protection contre les dangers naturels devient de plus en plus complexe. Les autorités chargées de la résolution des problèmes soulevés, que ce soit au niveau national ou communal, ont besoin de bases de décision documentées. C'est pour cette raison que l'Office pour la Forêt, la Nature et le Paysage ainsi que l'Office des Travaux Publics de la Principauté dirigent actuellement une cartographie des zones de dangers couvrant toute la surface du pays. Après avoir exposé la situation de départ et les conditions cadres du problème, le présent travail décrit de manière détaillée le concept cartographique spécifique au Liechtenstein. Traduction: *Angéline Bedolla*

Summary

Mapping of Danger Zones in Liechtenstein

The matter of protecting against natural hazards gets ever more complex. It is essential that those authorities entrusted with the task of finding solutions to current problems, both on a national and communal scale, have sound information on which to base their decisions. This has led to danger zone maps of the entire area being currently worked on in Liechtenstein, under the direction of the Office of Forests, Nature and Landscape and the Office of Civil Engineering. This report describes the starting point for the work and its basic aims, and details the resulting country-specific mapping concepts. Translation: *Erica Zimmermann; Laura Fergusson*

Literatur

Bundesamt für Forstwesen, Eidg. Inst. für Schnee- und Lawinenforschung (1984): Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten, 21 S.

Forstliche Arbeitsgruppe Naturgefahren (FAN) (1994): Ganzheitliche Gefahrenbeurteilung. Kursunterlagen.

Kienholz, H. (1995): Gefahrenbeurteilung und -bewertung – auf dem Weg zu einem Gesamtkonzept. Schweiz. Z. Forstwes., *146* 10: 701–725.

Verfasser:
Emanuel Banzer, dipl. Forsting. ETH, Abteilungsleiter Rüfen und Gewässer, Tiefbauamt, FL-9490 Vaduz.
Hermann Schmuck, dipl. Forsting. BOKU, Abteilung Rüfen und Gewässer, Tiefbauamt, FL-9490 Vaduz.