



## GIS als Werkzeug im Risikomanagement alpiner Bereiche

Helmut Fuchs <sup>1</sup>, Alfred Pitterle <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Zentrum für Geoinformationswesen, Universität für Bodenkultur, Peter Jordanstraße 82, 1190 Wien*

<sup>2</sup> *Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur, Peter Jordanstraße 70, 1190 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **87** (2–3), S. 76–84

1999

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Fuchs_VGI_199909,  
Title = {GIS als Werkzeug im Risikomanagement alpiner Bereiche},  
Author = {Fuchs, Helmut and Pitterle, Alfred},  
Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {76--84},  
Number = {2--3},  
Year = {1999},  
Volume = {87}  
}
```



Zum Einen wird GIS nicht immer als Werkzeug zum Erlangen wissenschaftlicher Erkenntnisse gesehen, sondern GIS in einer Fachdisziplin (z.B. Biologie) per se als wissenschaftliche Tätigkeit. Damit wird beispielsweise der Biologe ohne wissenschaftlichen GIS-Hintergrund zum selbst-ernannten „GIS-Guru“.

Zum Anderen ist dieser Effekt ist auch vice versa erkennbar: Die eigentlichen GIS-Experten (z.B. Informatiker, Geodäten) nehmen sich anderer Fachbereiche (wie z.B. der Forstwirtschaft) an – allerdings in Unkenntnis der wissenschaftlichen Grundlagen des spezifischen Fachbereichs.

Beides führt zweifellos zu „Universalexperten“ und damit zu einer Verwaschung von Fachbereichen, welche auf lange Sicht der wissenschaftlichen Forschung schaden.

Daher unser Appell: Das Primat der *Fachbezogenheit* muß eingehalten werden. Gibt es in wissenschaftlichen Projekten Überschneidungen von verschiedenen Fachbereichen, so ist immer eine interdisziplinäre Bearbeitung anzustreben.

#### Dank

Die beiden Autoren bedanken sich bei allen BOKU-Instituten für die Bereitsstellung von Datenmaterial, welches zur Verfassung dieses Artikels beigetragen hat. Besonderer Dank gilt dem Zentralen Informatikdienst (ZID) und dem BOKU-Zentrum für Geoinformationswesen (BZG).

#### Literatur und weitere Informationen:

- [1] *Bartelme N.* (1995): Geoinformatik – Modelle, Strukturen, Funktionen, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [2] *Bill R.; Fritsch D.* (1991): Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Band 1: Hardware, Software und Daten, Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe.
- [3] *BOKU* (1998): „BOKU-Leitbild: Grundsätze für die Zukunft.“, in ‚Vorlesungs- und Personenverzeichnis der Universität für Bodenkultur, Studienjahr 1998/99‘, p.8, WUV-Universitätsverlag der Hochschülerschaft an der Universität Wien GmbH, Wien.

#### Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Gebhard Banko, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur, Peter Jordan-Straße 82, A - 1190 Wien.  
E-mail: banko@edv1.boku.ac.at  
Dr. Reinfried Mansberger, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur, Peter Jordan-Straße 82, A - 1190 Wien.  
E-mail: mansberg@edv1.boku.ac.at



## GIS als Werkzeug im Risikomanagement alpinen Bereiche

*Helmut Fuchs und Alfred Pitterle, Wien*

### Zusammenfassung

Das Erkennen, Erfassen und Abschätzen von Gefahrenpotentialen in alpinen Bereichen (Muren, Hochwasser, Lawinen) sind wichtige Vorsorgemaßnahmen zum Schutz von Menschen und Infrastruktur. Dazu sind eine Vielzahl von Naturraumparametern einzubinden und zu berücksichtigen. Geoinformationssysteme haben bei Risikomanagement-Aufgaben eine tragende Rolle als zentrale Informationsquelle übernommen.

### Abstract

Recognition, registration and assessment of risk-potentials in alpine areas are important precaution tasks to protect human persons and infrastructure from being damaged by avalanches, landslides and floods. Many different parameters have to be included and considered. Geoinformation systems have undertaken the role as a central information pool in this type of risk-management.

### 1. Einleitung

Lawinen, Hochwasser, Muren, Erdbeben, etc. sind Naturgefahren mit denen die Menschen im alpinen Bereich immer schon konfrontiert waren und es auch in Zukunft sein werden. Das Streben nach Sicherheit, der Wunsch Menschenleben und materielle Werte zu schützen ist der Grund dafür das Risiko, von Naturgefahren ge-

schädigt zu werden, zu minimieren. Besonders im alpinen Bereich besteht folgende Konfliktsituation: Einerseits basiert das Leben der Bewohner auf der Nutzung der Natur (abbaubare Ressourcen und Lebensraum), welche einer nachhaltigen Nutzung unterliegen müssen, da sie nicht uneingeschränkt zur Verfügung stehen. Andererseits führt zunehmender materieller Wohlstand und beinahe uneingeschränkte Mobilität

zu extensiver Nutzung immer entlegenerer Gebiete und zu Konfliktsituationen im bereits besiedeltem und genutztem Raum. Vor allem der dauerbesiedelbare alpine Lebensraum ist beschränkt (z.B. Vorarlberg – 11%, Tirol - 13%, Bezirke Imst und Landeck – 8%, bundesweit 25%) und wird in Österreich durch ca. 9000 Wildbäche sowie durch ca. 5800 Lawinen geprägt und gefährdet – Tendenz steigend. Durch die globale Handelsaktivität und Freizeitindustrie werden lokale Naturereignisse zu multinationalen Problemen. Daher ist eine

- objektivierbare,
- quantifizierbare und
- nachvollziehbare Kakulierbarkeit von naturräumlichen Risiken unbedingt notwendig.

Bisher begegnete man dem Naturraum-Risiko nur durch Berücksichtigung jahrhundertelanger Erfahrungen und erreichte dabei ein durchschnittlich relativ befriedigendes Niveau an möglicher Sicherheit im Umgang mit der alpinen Natur, allerdings bei einem entsprechend großem Restrisiko! Zukunftsorientierte Prognosen aus Erfahrungen heraus sind deshalb schwierig, weil Erfahrungen in der Betrachtung komplex-dynamischer Naturraum-Prozesse (Lawinen, Hochwässer, Murstöße, etc.) nur in die Vergangenheit orientiert und Prognosen daher nicht oder nur unzureichend quantifizierbar bzw. objektiv kalkulierbar sind!

Daher sind viele der derzeitigen Planungsinstrumente für Naturgefahren (Gefahrenzonenplan, Widmungspläne, etc.) völlig statisch konzipiert. Bei Naturgefahren handelt es sich aber vor allem um gefährliche Prozesse, die oft in kurzer Zeit (in einigen Tagen oder sogar Stunden) entstehen können oder auch durch Änderungen in der Natur überhaupt erst aktiviert werden (ein zerstörter Schutzwald bietet keinen Schutz mehr).

Aus diesen Betrachtungen resultiert die Notwendigkeit einer **dynamisierten Erfassung und Betrachtung von Gefahrenpotentialen**

In einer Gesellschaft, die in zunehmendem Ausmaß den Anspruch auf Rationalität – d.h. auf quantifizier-, beweis- und nachvollziehbarer Darstellung von Sachverhalten – erhebt, spielt die Minimierung von Risiken eine immer größere Rolle. Entscheidungen in komplexen, dynamischen und risikobehafteten Situationen werden immer mehr zu

Haftungsfragen für die Entscheidungsträger (möglicherweise existenzbedrohend).

Auch schadbringende Naturereignisse werden seitens der Öffentlichkeit und vor allem der Medien künftig immer stärker mit möglichem „menschlichen Versagen der Verantwortlichen“ in Zusammenhang gebracht, woraus für die Entscheidungsträger ein fachkompetenter Beweiszwang abgeleitet wird. Verschiedene Naturkatastrophen und ihre Präsenz in den Medien zeigen dies wieder sehr deutlich:



Abb. 1: Die Suche nach Verantwortlichen

Gerade die Frage nach der Verantwortlichkeit wird sehr direkt und zielgerichtet jenen sensiblen und medienwirksam angreifbaren Institutionen gestellt, welche der öffentlichen oder öffentlichkeitsnahen Kontrolle unterliegen.

Die Folge sind meist verzweigte Versuche der Verantwortlichen (aufgrund von fehlender Vorsorgeplanung und einem akuten Argumentationsnotstand) die Schuldfrage abzuwenden und einem darauffolgenden „Köpfe-Rollen“.

Die einzige Möglichkeit, hier entgegen zu wirken, ist eine vorsorgende Erfassung, Dokumentation und Beurteilung von Gefahrenpotentialen und darauf aufbauenden Sicherheitsmaßnahmen. Dabei sollten allerdings einige wichtige Punkte immer im Vordergrund stehen, das heißt, es müssen folgenden Voraussetzungen von den Verfahren erfüllt werden:

- Objektiv
- Nachvollziehbar
- Beweissichernd
- Realitätstreu
- Flächenbezogenheit aller verwendeten Parameter
- Anwendbarkeit unter allen Naturraumbedingungen
- Praxisnahe Anwendbarkeit
- Vergleichbarkeit der Ergebnisse

- Wirtschaftlichkeit und Effizienz
- Keine systemrelevanten Faktoren unberücksichtigt lassen
- Kenntnislücken unmittelbar aufzeigen
- Die Datenerfassung – bei ausreichender Ergebnissenauigkeit – kostenminimierend auf die wesentlichen, wichtigsten Naturraum-Parameter beschränken
- Dynamisch ausgelegt, d.h. Berücksichtigung des Zeitfaktors

Die vorhin aufgezählten Punkte setzen aber Werkzeuge voraus, welche eine Fülle von Aufgaben ermöglichen müssen. Dies reicht vom Datenmanagement über die Analyse von gefährlichen Prozessen bis hin zur verständlichen Darstellung der Risikofaktoren. Geoinformationssysteme bieten hier ideale Voraussetzungen an. Der Standard in der Bedienung und vorhandenen Funktionalität ist derzeit extrem hoch. Allerdings unterscheidet sich ihre Einbindung in den Workflow eines Risikoerfassungsverfahrens von herkömmlichen GIS-Anwendungen und ist nur unter Berücksichtigung einiger wichtiger Faktoren möglich:

- Dem dynamischen Aspekt muß hohe Priorität zugeordnet werden
- Hohe Flexibilität ist gefordert (jeder Naturraumprozeß hat unterschiedliche Merkmale, welche auch unterschiedlich bearbeitet werden müssen)
- An das Zusammenwirken mit anderen Verfahrensmodulen (andere Software, etc.) werden besonders hohe Ansprüche gestellt.

Generell kann gesagt werden, daß zum Unterschied von konventionellen GIS-Anwendungen (z.B. bei Gemeinden, Energieversorgungsunternehmen, etc.) – wo das GIS eine zentrale Rolle im Verfahrensablauf spielt –, die Situation im Risikomanagementbereich viel komplexer wird. Das GIS muß sich hier viel stärker an andere Module anpassen und seine Rolle im Verfahrensablauf ist äußerst vielfältig und anspruchsvoll.

## 2. Zum Begriff Risiko

Eine sehr treffende Definition des Begriffes Risiko im versicherungstechnischen Sinne ist in [1] gegeben:

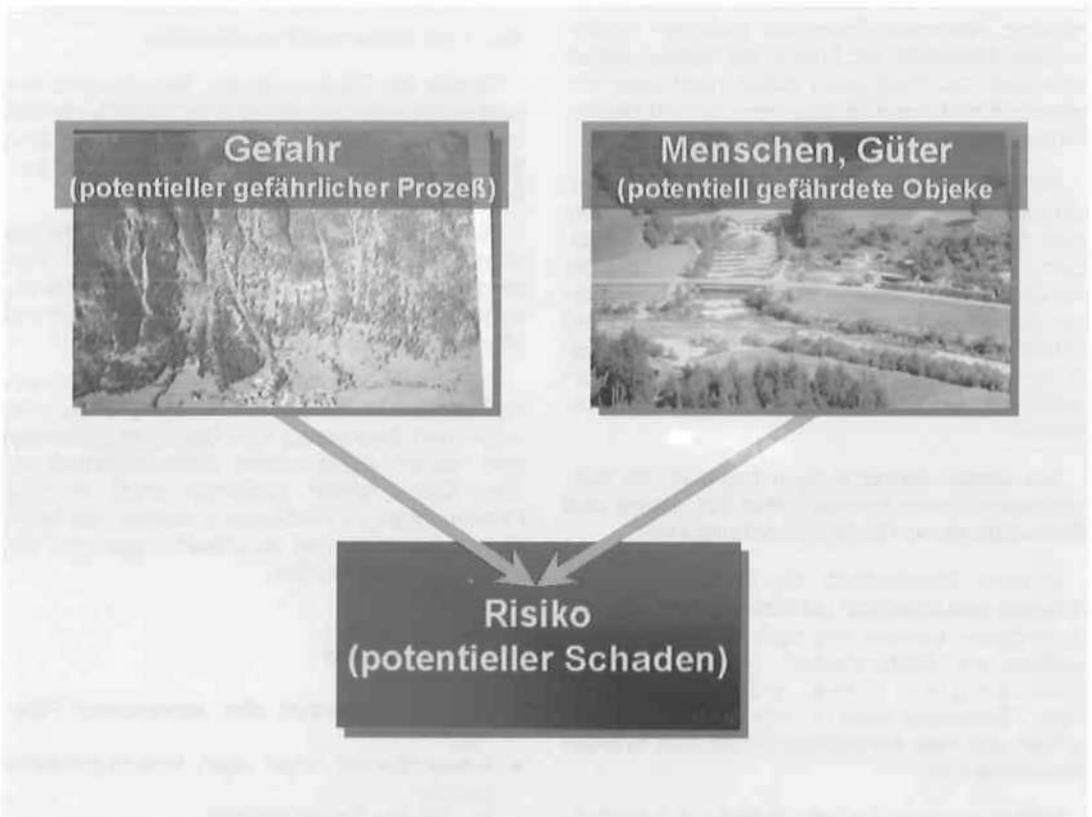


Abb. 2: Gefahr und Risiko



Abb. 3: Schaden

„Risiko ist ein Maß für die Größe einer Geldsumme, die im Vorhinein bereitzustellen ist, um einen für möglich angesehenen Schaden auf dem Wege der Wiederherstellung, der Erneuerung oder des Schadenersatzes ausgleichen zu können“. Allgemein betrachtet bedeutet der Begriff „Risiko“ die Möglichkeit einen Schaden zu erleiden.

[2] spezialisiert den Begriff für Naturraumgefahren indem er noch andere Termini wie „Gefahr“ und „gefährlicher Prozeß“ einführt:

- **Gefährlicher Prozeß**: Bewegungen von Wasser-, Schnee-, Eis-, Erd- und/oder Felsmassen an der Erdoberfläche, die aufgrund ihrer Geschwindigkeit und der beteiligten Massen geeignet sind, Schäden an Objekten zu verursachen.
- **Gefahr**: potentiell ablaufender „gefährlicher Prozeß“

Damit ein Schaden tatsächlich eintritt, muß sich ein verletzbares Objekt im Wirkungsbereich eines gefährlichen Prozesses befinden. Dies impliziert eine hinzukommende räumliche und zeitliche Dimension.

- **Räumliche Dimension**: Gefahrengbiet – Wirkungsbereich eines gefährlichen Prozesses.
- **Zeitliche Dimension**: Eintrittszeitpunkt und Dauer eines gefährlichen Prozesses sowie die Eintrittswahrscheinlichkeit.

Ein Risiko besteht somit, wenn eine Gefahr von bestimmtem Ausmaß und bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeit ein Gefahrengbiet bedroht und sich mit bestimmter Wahrscheinlichkeit ein verletzbares Objekt im Gefahrenbereich befindet.

Die Risikoabschätzung befaßt sich mit Analyse und Definition der Gefahren hinsichtlich Ort, Art und Ausmaß (und Wahrscheinlichkeit) sowie der Untersuchung der Wirkungen, die von gefährlichen Prozessen ausgehen.

### 3. Die Rolle des GIS im Risikomanagement

Risikomanagement befaßt sich mit allen vorhin erwähnten Begriffen und Fragestellungen, d.h. im wesentlichen mit folgenden Aufgabenbereichen:

- **Basis-Aufgaben:**  
Zur Erfüllung aller anderen Aufgaben sind gewisse Grunddatenerhebungen notwendig. Dabei handelt es sich um Daten, welche in den anderen Bereichen für die Problemlösung notwendig sind (z.B. digitale Höhenmodelle, forstliche Daten, Geologie, Kataster, etc.).
- **Vorsorgende Aufgaben (Risikoabschätzung):**  
Wann, wo, warum und in welchem Ausmaß

können Naturgefahren entstehen bzw. wirksam werden.

- **Kontrollierende Aufgaben (Naturgefahren-Risiko-Monitoring):**  
Wo und warum kommt es zu Änderungen in relevanten Naturraumparametern, z.B. Änderungen in Schutzwäldern, ist die Schutzwirkung bestehender Verbauungen noch garantiert, etc.

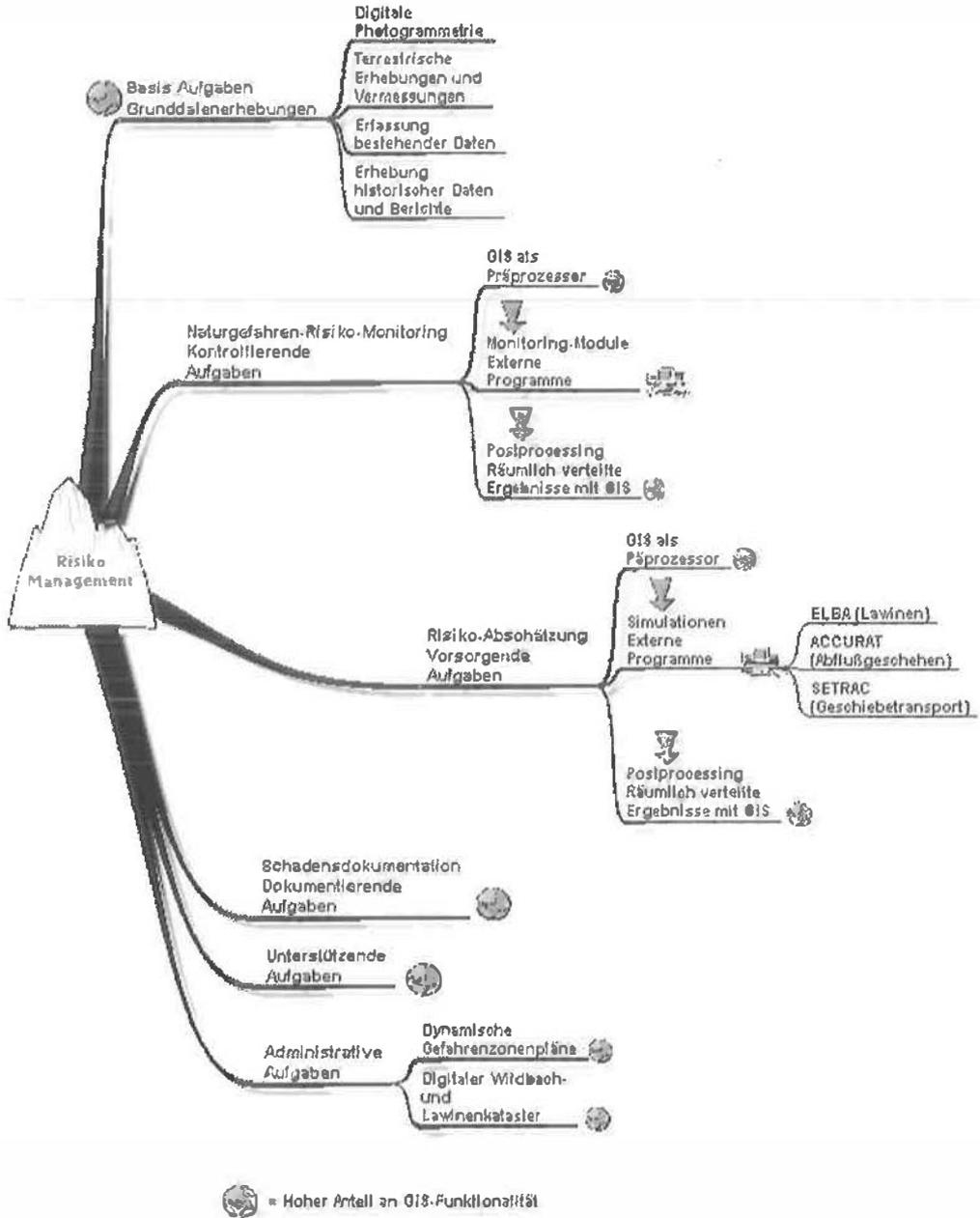


Abb. 4: Risikomanagement und GIS

- **Dokumentierende Aufgaben (Schadensdokumentation):**

Wie und in welchem Ausmaß haben sich extreme Ereignisse ausgewirkt, Art und Weise der Schäden, etc.

- **Unterstützende Aufgaben:**

Aufbauend auf die Ergebnisse der Schadensdokumentation erfolgt die Bereitstellung von nachvollziehbarem Beweismaterial zur Argumentationsunterstützung bei Verhandlungen zwischen den Verantwortlichen, betroffenen Personen, Versicherungen, etc.

- **Administrative Aufgaben:**

Informationen über Gefahrenpotentiale sollen und müssen der Öffentlichkeit und den zuständigen Behörden zugänglich gemacht werden. Österreich hat hier als Planungsinstrumente Gefahrenzonenpläne, Widmungspläne, etc. zur Verfügung. Diese Art der Planung basiert jedoch auf vorwiegend „statischen“ Faktoren und wird daher den „dynamischen Naturraumssystemen“ nicht ausreichend gerecht, wenn sich Parameter ändern (z.B. Änderungen in Nutzungsformen, Waldzustand, etc.)

Geoinformationssysteme haben bei all diesen Aufgabenbereichen die wichtige Rolle als Instrument für die Datenerfassung und die Datenhaltung, als einheitliche Informationsquelle für alle Analysen und Simulationen sowie als Werkzeug für eine fachgerechte und allgemein verständliche Darstellung von Ergebnissen zu erfüllen (siehe Abbildung 4). Der Einsatz des GIS in den verschiedenen Modulen hängt sehr stark von den Aufgabenbereichen ab und beansprucht die ganze Palette der verfügbaren Funktionalität von den derzeit erhältlichen GIS-Systemen.

#### 4. Die Lawinenkatastrophe von Galtür als Beispiel

Der Abgang zweier Schadlawinen in das Ortszentrum von Galtür und in den Weiler Valzur im

Paznauntal am 23. Februar 1999, war für die Universität für Bodenkultur (Institut für Wildbach- und Lawinenschutz, Zentrum für Geoinformationswesen, Institut für Waldbau) der Anlaß, eine möglichst schnelle und gründliche Rekonstruktion dieser Ereignisse (Dokumentierende Aufgaben, Schadensdokumentation) durchzuführen.

Erst durch die rasche und unkomplizierte Kooperationsbereitschaft von vier weiteren Institutionen, der Medienstelle der BOKU, dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), der Advanced Photogrammetric Consulting Ziviltechniker GmbH. (APC) und dem Österreichischen Bundesheer, war die Erteilung der notwendigen Daten für die Simulation (Geländemodell, Basiskarten, Hubschrauberbefliegungen mit Fernsehvideokamera, etc.) ermöglicht worden (Basis Aufgaben, Grunddatenerhebungen).

Neben den bereits erwähnten Aufgabenbereichen war es auch ein Ziel, die Risikoabschätzung (Vorsorgende Aufgaben) auf ihre Anwendbarkeit zu testen. Dabei wurde das an der BOKU entwickelte Simulationsmodell ELBA eingesetzt.

Die Forschungsarbeiten für das Simulationsmodell laufen seit etwa 3 Jahren. Das Programmsystem befindet sich derzeit in einer intensiven praktischen Anwendungsphase. Es werden momentan etwa 140 gut dokumentierte Katastrophenlawinen durchgerechnet, um das System für seine Praxistauglichkeit vorzubereiten.

Die folgende Zeittabelle soll vor allem drei wesentliche Voraussetzungen für ein erfolgreiches Risikomanagement aufzeigen:

- optimale Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Institutionen
- sofortiger Beginn der Datenerhebungen für die Schadensdokumentation
- möglichst rasche Bereitstellung von allgemein verständlichen Dokumentationsunterlagen

24. Februar 1999 Mittwoch	Entscheidung der Institute, eine möglichst rasche Rekonstruktion der Lawine durchzuführen. Abklärung der Mitarbeit von BEV und APC. Der Medienstelle der BOKU gelingt es noch nach Galtür zu fahren.
25. Februar 1999 Donnerstag	Evaluierung von bestehenden Luftbildern für das Gebiet im BEV. Scannen der notwendigen Luftbilder. Hubschrauberaufnahmen mit hochauflösender Videokamera vom Beginn des Paznauntales bis Valzur. Organisation eines Luftbildmeßfluges für das Gebiet Galtür
26. Februar 1999 Freitag	Übernahme der Daten vom BEV. Erstellung eines ersten Höhenmodells aus den digitalen Schichtenlinien der ÖK50. Erste Berechnung der Lawine Galtür mit dem groben Höhenmodell mit akzeptablen Resultaten.

	Weitere Hubschrauberbefliegungen mit Videokamera (ganzes Paznauntal und Teile von St.Anton). Luftbildmeßflug (Galtür, Valzur, Kaunertal, St. Anton), 7 Bildstreifen mit ca. 54 Aufnahmen.
27. Februar 1999 Samstag	Orientierung der Stereomodelle Photogrammetrische Höhenmodellerstellung (automatische Berechnung von Rasterpunkten 5 Meter Intervall).
28. Februar 1999 Sonntag	Photogrammetrische Höhenmodellerstellung (automatische Berechnung von Rasterpunkten 5 Meter Intervall). Berechnung des digitalen Höhenmodells
1. März 1999 Montag	5 Personen (Boku und Gebietsbauleitung Imst) fahren nach Galtür zur Durchführung von terrestrischen Dokumentationen und Aufnahmen. Erstellung eines digitalen Orthophotos von Galtür Erste Berechnungen mit dem genauen Höhenmodell. Für die entgeltlichen Simulationen werden noch die Ergebnisse der Hubschrauberflüge abgewartet.
2. März 1999 Dienstag	Nach eingehendem Studium der Videos und Photographien aus den Hubschrauberflügen sind die letzten notwendigen Informationen über Anbruchsgebiete, etc. verfügbar. Sofortiger Beginn mit den Lawinsimulationen.
3. März 1999 Mittwoch	Simulationsrechnungen, Aufbereitung der Ergebnisse
4. März 1999 Donnerstag	Berichtsverfassung, Berichtslegung;

Damit konnte nach 9 Tagen ein ausführlicher Bericht an das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft über die tragischen Ereignisse in Galtür geliefert werden.

Informationsquelle wäre dies unmöglich gewesen.

## 5. Zusammenfassung

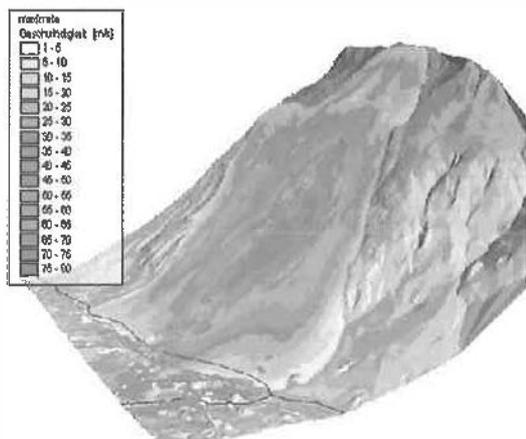


Abb. 5: maximale, berechnete Geschwindigkeiten des Lawinenabganges vom 23.2.1999

Das Erkennen von Gefahrenpotentialen für Siedlungsbereiche und Infrastruktureinrichtungen wird immer mehr eine wichtige Vorbeugungsmaßnahme zur Verminderung des Risikos bei Naturraumkatastrophen. Die Ereignisse des heurigen Winters mit dem tragischen Lawineneinglück in Galtür und die Hochwasserkatastrophen im Mai dieses Jahres bestätigen dies leider nur zu deutlich. Ein wesentlicher Grund für die großen Schäden ist sicher der hohe Ausbaustand der Infrastruktur (Straßen, Bahnanlagen, Freizeiteinrichtungen) sowie die manchmal hohe Konzentration von Menschen in Gefährdungsbereichen auf relativ kleiner Fläche. Haftungsfragen und die Suche nach Verantwortlichen kann daher ein zentrales Thema werden. Darum ist eine objektive, nachvollziehbare und quantifizierbare Kalkulation von naturräumlichen Risiken zu einer Grundvoraussetzung geworden. Das derzeit hohe Niveau in der Computer-Hardware und die große Funktionalität in den Softwareprodukten ermöglichen es, Risikoabschätzungen mit einer Vielzahl von Naturparametern und unterschiedlichsten Szenarien durchzuführen. Geoinformationssysteme haben dabei die Rolle als zentrale Informationsquelle, als übergeordnetes Datenmanagementsystem und als Werkzeug für die Bereitstellung von nachvollziehbarem Beweismaterial übernommen.

Das Beispiel Galtür zeigt, daß Risikomanagement-Aufgaben oft unter großem Zeitdruck erledigt werden müssen. Die rasche Verfügbarkeit von Basisinformationen und die schnelle Erfassung von relevanten Daten kann nur durch das reibungslose Zusammenarbeiten unterschiedlicher Institutionen und dem Einsatz von modernen Hard- und Softwareprodukten erfolgen. Ohne den Einsatz von GIS-Systemen als zentrale



Abb. 6: Luftbild zur Schadensdokumentation (26. Februar 1999)



Abb. 7: Ausschnitt aus dem digitalen Orthophoto

#### Literatur:

- [1] *Kuhmann A.* (1981): Einführung in die Sicherheitswissenschaft, Wiesbaden, Vieweg.
- [2] *Kienholz H.* (1993): Naturgefahren – Naturrisiken im Gebirge. In: Naturgefahren, Eidgen. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf.

#### Anschrift der Autoren:

Ao.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Helmut Fuchs: Zentrum für Geoinformationswesen, Universität für Bodenkultur, Peter Jordanstraße 82, 1190 Wien,  
Email: hfuchs@edv1.boku.ac.at,  
WWW: <http://bzgserver.boku.ac.at>  
Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn Alfred Pitterle: Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur, Peter Jordanstraße 70, 1190 Wien.



## ELBA – Ein GIS-gekoppeltes Lawinen-simulationsmodell Anwendungen und Perspektiven

*Gerhard Volk und Karl Kleemayr, Wien*

### Zusammenfassung

Nach einer anfänglichen Einführung in die Problembereiche der Lawinenprognose wird das Lawinensimulationsmodell ELBA vorgestellt. Es handelt sich dabei um ein für 2D Simulationen adaptiertes, erweitertes VOELLMY Modell. Wichtige Erweiterungen sind dynamische Berechnung der turbulenten Reibung und die Einführung der Schneeaufnahme durch die Lawine während des Abgangs. Primärer Einsatzbereich dieses GIS-gekoppelten Modells ist die Risikoanalyse größerer Talbereiche. Das Modell wurde auf die beiden Katastrophenlawinen von Galtür und Valzur im Februar 1999 angewandt. Die Simulationsergebnisse für diese beiden sehr unterschiedlichen Lawinen werden besprochen. Es zeigt sich, daß die Berechnung von Lawinenabgängen nicht nur ein kinematisches, sondern auch in hohem Maße ein Anfangswertproblem ist. Abschließend wird ein Ausblick auf die Forschungsvorhaben in näherer Zukunft gegeben.

### Abstract

After an initial introduction into the problem fields of avalanche prediction the avalanche simulation model ELBA is presented. This model is an adapted and extended 2D Version of a VOELLMY-type model. The most important extensions are the dynamic calculation of turbulent drag and the introduction of snow entrainment. The main application of ELBA is the risk analysis of bigger valley sections. The model has been applied on the catastrophic avalanche events of Galtuer and Valzur in February 1999. The simulation results for those significantly diverse cases are discussed. It can be shown, that avalanche run out calculation is not only a cinematic problem, but also heavily influenced by the determination of the initial conditions. Finally perspectives for the future research are outlined.

### 1. Einleitung

Die Lawinenergebnisse des Katastrophenwinters 1998/99 haben eindringlich die Schwächen der derzeitigen Methoden zur Abschätzung der Lawinengefahr aufgezeigt. In allen 4 Anrainerstaaten der Zentralalpen (Frankreich, Italien, Schweiz und Österreich) waren im Laufe dieses Winters bewohnte Gebiete von außerordentlich großen Lawinen betroffen. Es zeigte sich, daß in den 4 Ländern keiner der unterschiedlichen Ansätze zur Risikoanalyse von Lawinen katastrophale Ereignisse verhindern konnte.

Bei der Lawinenprognose können 2 Problemfelder abgegrenzt werden. Einerseits stellt sich die Frage, wie groß die Wahrscheinlichkeit des Abbrechens von Lawinen in einem Gebiet ist. Dieser Problemkreis wird vor allem von meteorologischen

Bedingungen geprägt (siehe Abbildung 1). Neuschnee und Wind sind die „Baumeister“ von Lawinen.

Besonders relevant ist die Abbruchprognose für temporäre Lawenschutzmaßnahmen, wie das Sperren von Straßenabschnitten oder die Evakuierung von Häusern. In Österreich übernimmt diese Aufgabe eine örtliche Lawinenkommission, die sich aus erfahrenen, lokalen Lawinenexperten mit detaillierter Ortskenntnis zusammensetzt. Zur Beurteilung des Lawinenrisikos werden neben den meteorologischen Bedingungen auch repräsentative Vertikalprofile der Schneedecke herangezogen. Diese Schneeprofile sollen Aufschluß darüber geben, ob in der Schneedecke Schwächezonen, die das Abbrechen eines Schneebretts und damit die Bildung einer Lawine erleichtern, vorhanden sind. Die