

Erfassung der Wildbachgefahr mit Hilfe von GIS-basierten Modellen

Autor(en): **Mani, Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **146 (1995)**

Heft 9

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-766992>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Erfassung der Wildbachgefahr mit Hilfe von GIS-basierten Modellen¹

Von Peter Mani

Keywords: torrents, Geographical Information System (GIS), natural hazards, risk mapping.

FDK 38: UDK 583: UDK 910.1* 1* 3

1. Problemstellung

Wildbäche stellen für Siedlung und Verkehrswege im Alpen- und Vor-alpenraum schon immer eine wesentliche Gefährdung dar. Mit der zunehmend intensiveren Nutzung erhalten auch die Wildbachgefahren eine immer grössere Bedeutung. Trotz dieser Situation fehlen bis heute allgemeingültige Ansätze für die Beurteilung der Wildbachgefahr. Arbeiten von *Zeller* (1972, 1974) oder von *Kölla* (1986) beleuchten primär den Wasserhaushalt eines Wildbacheinzugsgebiets. Erst in den letzten Jahren wurde auch dem Geschiebe eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt (z.B. *BWW*, 1991, *Lehmann*, 1993a). Diese Ansätze sind jedoch alle auf den einzelnen Wildbach ausgelegt. Sollen diese Verfahren auf grössere Gebiete angewendet werden, ist dies mit einem recht grossen Aufwand verbunden. Eine überblicksmässige Beurteilung von Wildbächen in einer grösseren Raumeinheit (z.B. ein Tal) ist aber aus verschiedenen Gründen wichtig geworden:

- Das neue Waldgesetz fordert das Erstellen von Gefahrenkatastern und Gefahrenkarten.
- Wälder mit besonderer Schutzfunktion sind zu bezeichnen.
- In der Richtplanung sind Gefahrengebiete zu bezeichnen.
- In Zeiten knapper finanzieller Mittel sind Prioritäten für die Waldbewirtschaftung sowie für den Wasserbau zu setzen.

Im Rahmen der flankierenden Massnahmen (FLAM) zum Walderhebungsprogramm geht es im Modul Naturgefahren (NAGEF) unter anderem

¹ Nach einem Referat, gehalten am 12. Dezember 1994 anlässlich der Montagskolloquien der Abteilung für Forstwissenschaften der ETH Zürich.

darum, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem in grösseren Raumeinheiten eine Beurteilung der Wildbachgefahr vorgenommen werden kann. Die Beurteilung soll folgende Fragen beantworten:

- Wo werden durch Wildbachaktivität Menschenleben oder erhebliche Sachwerte bedroht? Diese Frage ist einmal im Zusammenhang mit der Erstellung von Gefahrenkarten relevant. Dann ist die Frage aber auch für die Ausscheidung von Wäldern mit besonderer Schutzfunktion von Bedeutung.
- Welche Flächen in einem Einzugsgebiet steuern die Wildbachaktivität wesentlich? Diese Frage ist für die Ausscheidung von Wald mit besonderer Schutzfunktion entscheidend.

Das zu entwickelnde Verfahren soll eine effiziente und nachvollziehbare Beurteilung von Wildbacheinzugsgebieten sicherstellen. Die Aussagen sind in einem mittleren Massstabsbereich (etwa 1:25 000) zu machen. Um ein rationelles und nachvollziehbares Verfahren zu garantieren, sollen einfache Beurteilungsmodelle entwickelt bzw. weiterentwickelt werden. Diese Modelle sind so weit als möglich in Geographischen Informationssystemen zu implementieren. Dadurch soll eine einfache kartographische Umsetzung der Resultate gewährleistet werden.

Der vorliegende Aufsatz gibt in der Form eines Werkstattberichtes einen Überblick über den aktuellen Stand dieser Arbeiten.

2. Konzepte

Das im Rahmen des FLAM-NAGEF zu erarbeitende Konzept für die überblicksmässige Beurteilung der Wildbachgefahr umfasst einen inhaltlichen und einen verfahrensmässigen Teil. Diese beiden Teilkonzepte sind im folgenden kurz charakterisiert.

2.1 Inhaltliches Konzept

Das inhaltliche Konzept basiert weitgehend auf Grundsätzen, die heute in der Beurteilung von Wildbächen angewendet werden. Bei den Arbeiten geht es darum, verschiedene Ansätze und Beurteilungsmethoden zu einem Gesamtkonzept zu integrieren. Die Systemvorstellungen, die dem Konzept zugrundegelegt werden, basieren auf den folgenden Aspekten:

Die Wassermenge und das Feststoffangebot bestimmen zusammen mit dem Relief die Wildbachaktivität. Dabei ist zu beachten, dass der Wasserabfluss alleine in Wildbacheinzugsgebieten normalerweise keine grössere Gefährdung

darstellt. Probleme ergeben sich meistens aus der Geschiebeführung. Daher kommt dem Geschiebeaufkommen eine besondere Bedeutung zu.

Das Geschiebeaufkommen in einem Wildbacheinzugsgebiet hängt von mehreren Prozessen ab, nämlich von der Art der Geschiebequellen bzw. der Geschiebeaufbereitung, von den Prozessen, die das Geschiebe ins Gerinne bringen und von den Prozessen, die im Gerinne ablaufen. Bezüglich Abfluss ist die Abflussbildung im Hang der entscheidende Faktor. Die Abflusskonzentration in den Gerinnen ist zumindest in kleineren Einzugsgebieten eher von untergeordneter Bedeutung.

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Teile des Systems detaillierter beschrieben.

2.1.1 Geschiebequellen

Grundsätzlich lassen sich zwei Typen von Geschiebequellen unterscheiden: Altschutt und Jungschutt (*Stiny*, 1931). Altschuttgebiete zeichnen sich dadurch aus, dass die Schuttablagerungen nicht unter den heutigen Bedingungen entstanden sind. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Moränen, glazifluviale Schotter (Talverfüllungen), alte Sturzablagerungen und alte Bachablagerungen (relikte Bachkegel). Eine Speisung dieser Schuttquellen findet heute kaum mehr statt. Altschuttgebiete sind vor allem im Bereich der Gerinne relevant. Verläuft ein Gerinne im Altschutt, kann bei einem Ereignis in einer Altschuttstrecke grundsätzlich soviel Material mobilisiert werden, bis die Transportkapazität ausgelastet ist. Eine Limitierung durch das Geschiebepotential ist in der Regel nicht vorhanden. Man muss jedoch eine maximale Erosionsleistung berücksichtigen. Da diese Situation auch gegeben ist, wenn ein Gerinne in einer Sackung oder einer tiefgründigen Rutschung verläuft, werden Altschuttgebiete, tiefgründige Rutschungen und Sackungen analog *Bunza et al.* (1982) unter dem Begriff «expansive Geschiebeherde» zusammengefasst.

Im Gegensatz zu den Altschuttgebieten findet in Jungschuttgebieten eine laufende Schuttproduktion durch die Verwitterung statt. Die Grösse der Schuttproduktion ist dabei stark von der Verwitterbarkeit des Festgesteins und von der Anzahl der Frostwechsel abhängig. Das in den Hängen und Felswänden produzierte Lockermaterial wird mittels Massenverlagerungsprozessen in das Gerinne verfrachtet. Die vorhandene Schuttmenge ist somit limitiert und zeitlich variabel.

2.1.2 Geschiebelieferung

Die Geschiebelieferung vom Hang ins Gerinne erfolgt über verschiedene Massenverlagerungsprozesse. Relevant sind Sturzprozesse, Rutschungen und Fließprozesse (flachgründige Translationsrutschungen mit hohem Wassergehalt, Soilslips, Flächenspülung) (*Bunza et al.*, 1982). Diese Prozesse unterscheiden sich bezüglich der Voraussetzungen für ihr Auftreten, der Reichweite und der Verlagerungskapazität. Häufig gelangt jedoch nur ein kleiner Teil des

durch diese Prozesse verlagerten Materials in ein Bachgerinne. Oft bleibt das Material in einem flacheren Hangbereich liegen und ist damit für den Geschiebehaushalt nicht relevant. Darauf basiert das Konzept der geschiebe-relevanten Fläche (*Zimmermann, 1989*). Eine Fläche ist nur dann geschiebe-relevant, wenn sie einen direkten Anschluss an ein Gerinne hat oder über eine Runse an ein Gerinne angeschlossen ist.

2.1.3 Geschiebeverlagerung im Gerinne

Beim Prozessgeschehen im Gerinne sind zwei verschiedene Aspekte zu beachten:

- Die Art des Gerinneprozesses: Dabei wird zwischen Geschiebetransport (stark geschiebeführende Hochwasser) und Murgangaktivität unterschieden.
- Die «Transportbilanz», d.h. das Verhältnis von Erosion zu Akkumulation.

Die Art des Prozesses stellt eine Schlüsselgrösse in der Gefahrenbeurteilung von Wildbacheinzugsgebieten dar, da Murgänge, verglichen mit dem reinen Geschiebetransport, in kurzer Zeit ein Vielfaches an Material zu verlagern vermögen.

2.2 Verfahrensmässiges Konzept

Ein Hauptproblem bei der Gefahrenbeurteilung stellt der grosse Arbeitsaufwand dar, der bei einer Beurteilung im Feld notwendig ist. Dies gilt besonders bei Wildbächen, wo grosse und häufig auch abgelegene Flächen zu begehen sind. Für das zu entwickelnde Verfahren auf der Überblicksstufe wurde deshalb ein Konzept entworfen, das weitgehend auf bestehenden digitalen Grundlegendaten und auf Simulationsmodellen basiert. Als Instrument für die Bearbeitung der Daten und für die Durchführung der Simulationen wird ein Geographisches Informationssystem eingesetzt. Solche Systeme erlauben eine effiziente Erfassung, Verwaltung, Analyse und Ausgabe von räumlich referenzierten Daten (vgl. *Mani, 1992*). Das ganze Verfahren funktioniert jedoch nicht als «black box», sondern ist aus einzelnen Teilmodellen aufgebaut, die sinnvoll miteinander kombiniert werden können und die immer wieder eine Überprüfung von Zwischenresultaten erlauben.

Das Verfahren zur Beurteilung der Wildbachgefahr in einem grösseren Gebiet sieht eine Bearbeitung in zwei Stufen vor:

- Auf der Einzugsgebietsstufe
 - erfolgt eine Einzugsgebiets-Charakterisierung bezüglich des grundsätzlichen Verhaltens (Disposition). Daraus wird eine Typisierung nach Geschiebeherkunft und primärem Gerinneprozess abgeleitet.
 - erfolgen Aussagen zu Ereignisgrösse und Ereignishäufigkeit.

- Innerhalb des Einzugsgebietes erfolgt die Ausscheidung:
 - von Flächen, die den Abfluss massgeblich beeinflussen,
 - der geschieberelevanten Fläche,
 - der Prozessart,
 - des Wirkungsbereichs der Prozesse.

Diese Aufteilung auf zwei Ebenen ist durch die Tatsache begründet, dass es kaum möglich ist, durch eine Aggregation von Einzelprozessen auf den Gesamtcharakter zu schliessen. Die Beurteilung auf Einzugsgebiets-Stufe basiert auf einem statistischen Ansatz. Aufgrund einer Wildbach-Typisierung werden Aussagen zu Ereignisgrösse und Ereignishäufigkeit abgeleitet. Möglichst prozessbezogen erfolgt dagegen die Beurteilung innerhalb des Einzugsgebietes. Eine gute Nachvollziehbarkeit der natürlich ablaufenden Prozesse soll hier mit Hilfe von Simulationsmodellen erreicht werden.

Eine Gefahrenbeurteilung nach einem solchen Konzept bedingt die Verfügbarkeit digitaler Höhenmodelle. Diese sind insbesondere für die Charakterisierung des Reliefs unabdingbar. Im weiteren wird Information zur Beschaffenheit des Untergrundes und der Bodenoberfläche benötigt. Damit das Verfahren grundsätzlich überall in der Schweiz eingesetzt werden kann, wurde die Forderung aufgestellt, dass nur Daten verwendet werden, die heute oder in naher Zukunft über die ganze Schweiz verfügbar sind. Das Verfahren muss aber auch Gültigkeit haben, wenn detailliertere Grundlagendaten vorliegen. Grenzen gibt es jedoch bezüglich des Massstabes. Optimal ist ein Massstab von 1:25 000. Für die Anwendung in einem grösseren Massstab müssten bedeutend bessere Grundlagendaten vorliegen, und es müsste auch überprüft werden, ob die Prozessabbildung in den Modellen für detailliertere Aussagen noch adäquat ist.

3. Vorgehen

Aufbauend auf den oben beschriebenen Konzepten werden im Rahmen des Projektes FLAM-NAGEF die für die verschiedenen Arbeitsschritte notwendigen Modelle und Verfahren zusammengestellt oder, wo nötig, selber entwickelt. Dabei wird darauf geachtet, dass die verschiedenen Teile zueinander konsistent sind, das heisst, dass die Resultate des einen Modells einen sinnvollen Input für andere Modelle darstellen.

3.1 Datenaufbereitung

Für die Reliefcharakterisierung steht das DHM25 des Bundesamtes für Landestopographie in zwei Formaten zur Verfügung: als 25 Meter Raster und

als sogenanntes «Basismodell» (vektorierte Höhenkurven, Seekonturen und Höhenkoten). Es zeigte sich bald, dass das Matrixmodell für die Simulation von Gerinneprozessen nicht geeignet ist, da die Höhenkoten bei der Interpolation nicht miteinbezogen wurden und feinere Reliefstrukturen wie Rippen und Rinnen im Höhenmodell nur schlecht abgebildet werden. Deshalb wurde entschieden, ausgehend vom Basismodell, ein eigenes Matrixmodell zu erarbeiten. In diesem Höhenmodell sind die Kotenpunkte, aber auch das Gerinnenetz und andere Strukturlinien miteinbezogen. Das neue Höhenmodell bildet mit einem 10 Meter Raster das Relief sehr gut ab.

Informationen zur Beschaffenheit des Untergrundes und der Bodenoberfläche stehen heute noch nicht in brauchbarer Form zur Verfügung. Insbesondere fehlt eine digitale geologische Karte von genügender Genauigkeit. Zwar existiert eine digitale geotechnische Karte der Schweiz im Massstab 1:200 000, doch ist diese für einen Einsatz in grösseren Massstabsbereichen zu ungenau (vgl. *BFS*, 1992:C.1.12ff).

Um dennoch eine Charakterisierung der Bodenoberfläche vornehmen zu können, wurde ein Verfahren entwickelt, das mit Hilfe eines geographischen Informationssystems aus der Pixelkarte 1:25 000 entsprechende Informationen extrahieren kann. Mit diesem Verfahren ist es möglich, die Klassen Fels, Gletscher, offener Schutt, Wald, vegetationsbedeckte Oberfläche und übrige Flächen zu unterscheiden. Die Klassen offener Schutt und Fels sind für die weiteren Arbeitsschritte von besonderer Wichtigkeit. Ein voller Ersatz für eine digitale geologische Karte kann jedoch eine solche Charakterisierung nicht bieten.

3.2 Beurteilung innerhalb des Einzugsgebietes

Die Verfahren, die für die Beurteilung der Wildbachprozesse verwendet werden, sind nicht grundsätzlich neu. Erfahrungen aus den verschiedenen Projekten, die gerade in den letzten Jahren in der Schweiz im Bereich Wildbäche durchgeführt wurden, können genutzt werden. Zu erwähnen sind beispielsweise die Ergebnisse der Ursachenanalyse Hochwasser 1987 (*BWW*, 1991) oder verschiedene Grundlagen, die von der Forstlichen Arbeitsgruppe Naturgefahren (FAN) herausgegeben wurden. Ein bedeutender Beitrag stammt auch aus dem laufenden Nationalen Forschungsprogramm 31 «Klimaänderung und Naturgefahren», vor allem aus dem Projekt Murgänge und GIS. Aus diesen Bausteinen werden die einzelnen Prozessmodelle aufgebaut.

3.2.1 Abflussbildung

Die räumliche Differenzierung bezüglich der Abflussbildung hat im Zusammenhang mit der Gefahrenbeurteilung einen eher kleinen Stellenwert. Hier interessiert viel eher die Abflussmenge, die am Kegelhals zu erwarten ist.

Eine differenziertere Betrachtung ist aber dann von Interesse, wenn die Schutzfunktion des Waldes in einem Einzugsgebiet zu beurteilen ist.

Eine räumliche Differenzierung ist mit Hilfe des Konzeptes der beitragenden Fläche möglich (z.B. Kölla, 1986). Düster (1994) entwickelte ein Verfahren, das eine noch differenziertere Betrachtung ermöglicht. Dieses Verfahren ist aber bisher nur auf Einzugsgebiete von 10 bis 200 km² angewendet worden.

Eine weitere Möglichkeit für eine Differenzierung bildet der Topindex, wie er im Topmodel (Beven *et al.*, 1994) verwendet wird. Der Topindex ist ein Mass für die Bereitschaft zu gesättigten Verhältnissen und damit für den gesättigten Oberflächenabfluss. *Abbildung 1* zeigt den Topindex für das Einzugsgebiet des Rotenbaches. Hohe Topindexwerte bedeuten eine hohe Bereitschaft für gesättigten Oberflächenabfluss, niedrige Werte eine geringe.

Alle diese Verfahren können bei Verwendung von digitalen Grundlagendaten und beim Einsatz eines geographischen Informationssystems auf Gebiete mit einer grösseren Anzahl von einzelnen Wildbächen angewendet werden.

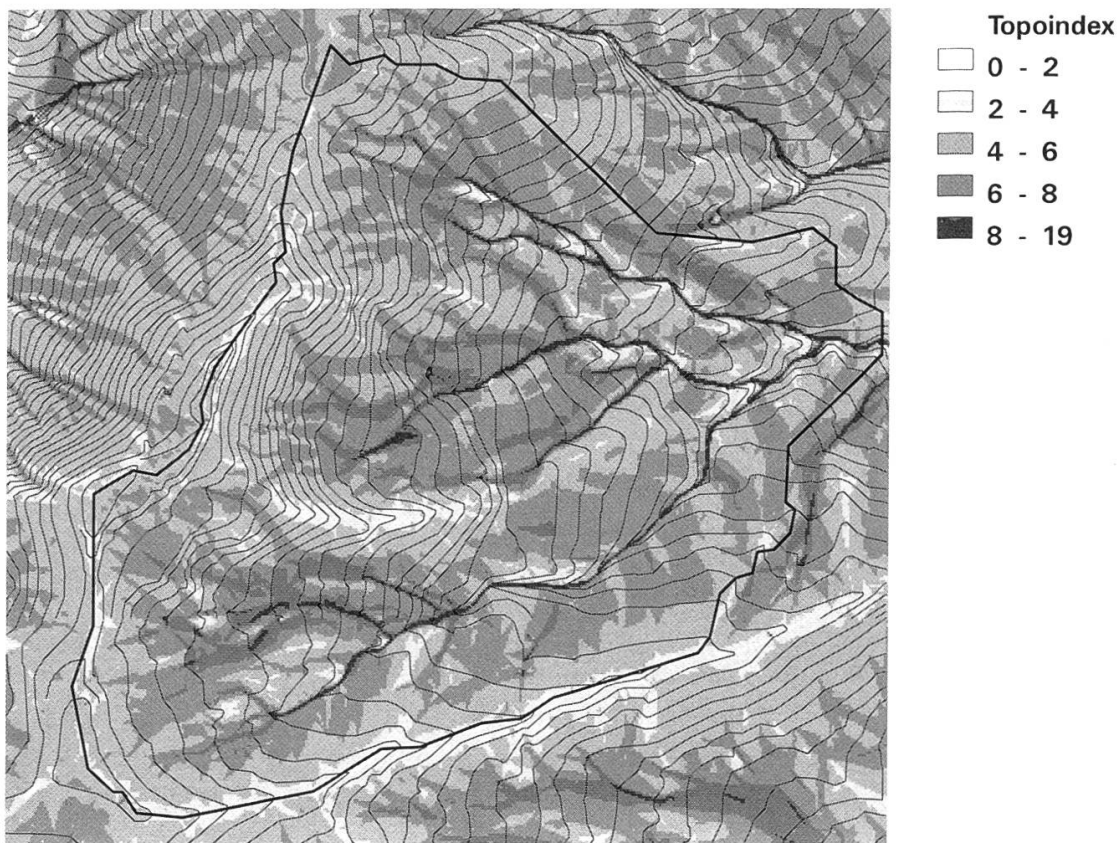


Abbildung 1. Topindex für das Einzugsgebiet des Rotenbaches (Schwarzsee, FR). Höhenmodell DHM25, reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 25. Juli 1995.

3.2.2 Geschieberelevante Fläche

Das Verfahren für die Ausscheidung der geschieberelevanten Fläche musste neu entwickelt werden. Mit diesem Verfahren sind die folgenden Fragen zu beantworten:

- Wo ist das Gerinne bzw. die Runse?
- Welche Flächen können Material in ein Gerinne oder in eine Runse liefern?
- Welcher Art sind diese Geschiebequellen?
- Wieviel Geschiebe liefern diese Quellen?

Die Ausscheidung der Gerinne und Runsen bildet die Grundlage für die Festlegung der geschieberelevanten Fläche, da sich in ihnen das Material schliesslich sammelt. Die nur episodisch wasserführenden Runsen sind dabei von besonderer Bedeutung. Sie können grosse Flächen erschliessen, wodurch die geschieberelevante Fläche massiv zunimmt. Die Bestimmung der geschieberelevanten Fläche erfolgt aufgrund von Reliefdaten, die aus dem digitalen Höhenmodell abgeleitet wurden. Dazu gehören die Fliessrichtung, die Hangneigung, die akkumulierte Einzugsgebietsfläche für jede Rasterzelle und die Wölbung in der Ebene (konkaver Abschnitt in den Höhenkurven).

Die Bestimmung der Flächen, die Material in ein Gerinne oder in eine Runse liefern können, basiert auf der Hangneigung und einem prozessabhängigen Pauschalgefälle. Die Art der Geschiebequelle wird aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit ermittelt. Als geschieberelevante Sturzquellen werden beispielsweise Felsflächen ausgeschieden, die steiler als 34° sind und die ein Pauschalgefälle von mehr als 30° zum Gerinne hin aufweisen.

Bei der Bestimmung der Kubaturen, die von diesen Geschiebequellen geliefert werden, kommt man nach wie vor nicht über grobe Abschätzungen hinaus. Haupteinflussgrössen sind die Geologie, die Hangneigung, die Höhenlage und die Exposition. Kennwerte für verschiedene Geschiebequellen und Geologien geben *Zimmermann* (1989) oder *Lehmann* (1993a).

Dieses Verfahren liefert für ein Wildbacheinzugsgebiet eine räumliche Differenzierung bezüglich der Geschieberelevanz. *Abbildung 2* zeigt einen Ausschnitt aus dem Gantrischgebiet.

3.2.3 Gerinneprozesse

Die Frage der Hauptprozessart im Gerinne hat bei der Gefahrenbeurteilung einen hohen Stellenwert. Um festzulegen, ob Murgänge auftreten können, oder ob lediglich mit geschiebeführenden Hochwassern zu rechnen ist, müssen verschiedene Parameter berücksichtigt werden. Wichtig sind das Längenprofil, der Abfluss und das Geschiebepotential. In Gerinnen ab einer Neigung von 20% und einem genügend grossen Geschiebepotential können bereits Murgänge entstehen.

Nach der Bestimmung der Art müssen die Wirkungsbereiche der Gerinneprozesse abgeschätzt werden. Die Kenntnis über die Reichweite der Prozesse

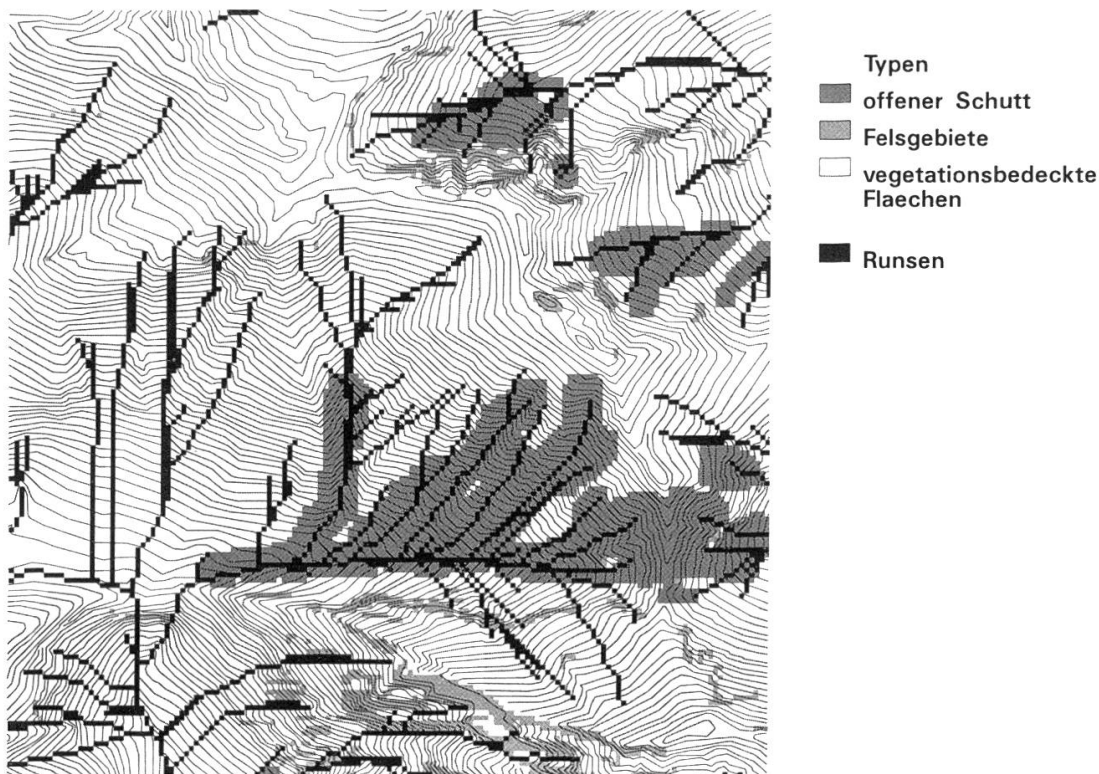


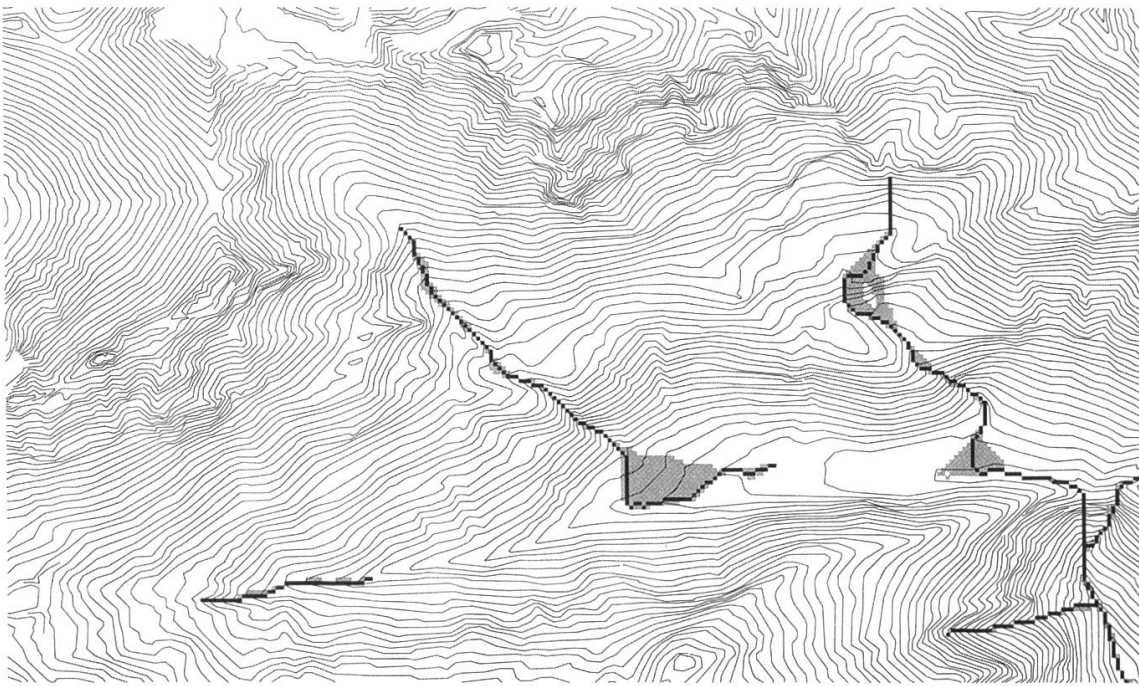
Abbildung 2. Geschieberelevante Fläche nach Typen unterschieden im Einzugsgebiet des Morgetebaches (Gantrischgebiet, Berner Oberland). (Reproduktionsbewilligung der Landestopographie vom 25. Juli 1995.)

ist dabei entscheidend. Eine Abschätzung für Murgänge kann mit Hilfe eines Pauschalgefälle-Modells vorgenommen werden. Bei geschiebeführenden Hochwassern ist dies jedoch nicht möglich. Hier muss grundsätzlich das ganze Gerinne bis in einen grösseren Vorfluter als Wirkungsbereich angesehen werden. Neben dem unmittelbaren Gerinne sind auch potentielle Ausbreitungsgebiete in Talböden und auf Kegeln zu bezeichnen. Diese werden aufgrund der Reliefanalyse ermittelt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im digitalen Höhenmodell wichtige Reliefeigenschaften wie zum Beispiel Gerinnetiefe oder Dämme nicht genügend detailliert erfasst sind. Deshalb werden die Ausbreitungsgebiete als potentiell bezeichnet. *Abbildung 3* zeigt die Reichweite von Murgängen und potentielle Ausbreitungsgebiete im Morgetebach.

3.3 Beurteilung auf Einzugsgebietsstufe

Basierend auf den Teilaussagen, die aus den oben beschriebenen Verfahren resultieren, wird anschliessend die Beurteilung auf der Einzugsgebietsstufe vorgenommen. Diese beinhaltet zwei Teile:

1. Eine Typisierung der Einzugsgebiete nach Geschiebeherkunft und Gerinneprozess.
2. Eine Ableitung von Aussagen zur Ereignisgrösse und Ereignishäufigkeit.



■ Murgangstrajektorien ■ Ausbreitungsgebiete

Abbildung 3. Reichweite und potentielle Ausbreitungsgebiete von Murgängen im Morgetebach (Gantrischgebiet, Berner Oberland). (Reproduktionsbewilligung der Landestopographie vom 25. Juli 1995.)

Bei der Typisierung wird eine erste Unterteilung aufgrund der Geschieberkunft vorgenommen (Jungschutt/Altschutt). In einem nächsten Schritt erfolgt für Jungschutt-Wildbäche eine Typisierung aufgrund der Geschiebelieferung. Dieser Schritt entfällt bei Altschutt-Wildbächen, da diese hauptsächlich durch die Gerinneerosion im expansiven Geschiebeherd geprägt werden. Als letztes erfolgt die Typisierung aufgrund des Gerinneprozesses. Dabei werden zwei reine Typen (Murgang *bzw.* geschiebeführende Hochwasser) sowie ein Mischtyp (Murgang *und* geschiebeführende Hochwasser relevant) unterschieden.

Die Charakterisierung dieser Typen bezüglich Ereignisgrösse und Ereignishäufigkeit kann wie folgt vorgenommen werden:

Beim Altschutt-Typ sind grosse Ereignisse jederzeit möglich, sofern ein genügend grosses Niederschlagsereignis auftritt. Die Ereignisgrösse ist von der Art des Gerinneprozesses abhängig. Murgänge führen meistens zu grösseren Ereignissen als geschiebeführende Hochwasser.

Beim Jungschutt-Typ hängt die Ereignisgrösse von der Art des Gerinneprozesses, von der Vorgeschichte und von der Häufigkeit und Intensität der Geschiebelieferung ins Gerinne ab.

Eine Quantifizierung der Ereignisgrösse wird gegenwärtig geprüft. Diese könnte sich an das von *Lehmann (1993b)* beschriebene Verfahren anlehnen.

4. Gesamtbeurteilung

Nach der Durchführung der oben beschriebenen Schritte stehen die für eine Gesamtbeurteilung eines Wildbacheinzugsgebietes notwendigen Grundlagen zur Verfügung. Die Ausscheidung der Wirkungsbereiche und die Abschätzung der Ereignisgrösse erlaubt es, Aussagen zur Gefährdung von Menschenleben und erheblichen Sachwerten zu machen. Die Abschätzung der Ereignishäufigkeit ist eine wichtige Grundlage für die Prioritätenfestlegung. Die Differenzierung innerhalb des Einzugsgebietes zeigt, wodurch die Gefährdung zustande kommt und welcher Art sie ist. So ist es möglich, sich ein umfassendes Bild über die Wildbachgefährdung in einem grösseren Gebiet zu verschaffen.

Ist eine Gefährdung von Menschen oder erheblichen Sachwerten gegeben, müssen zusätzlich detailliertere Abklärungen vorgenommen werden. Als Basis für diese Abklärungen können die Resultate der verschiedenen Arbeitsschritte dienen. Insbesondere können sich Feldaufnahmen auf Gebiete beschränken, die als relevant ausgeschieden wurden. Die Flächenausscheidungen innerhalb des Einzugsgebietes können auch als eine erste Grundlage für die Massnahmenplanung verwendet werden.

5. Schlussfolgerungen

Das hier beschriebene Verfahren wurde in einem Pilotprojekt im Berner Oberland, im Emmental und im Jura an mehreren Kartenblättern getestet. Die Resultate dieses Pilotprojektes zeigen, dass dieses Verfahren für eine überblicksmässige Ausscheidung der Wildbachgefahr geeignet ist. Im weiteren lassen sich mit diesem Verfahren auch für die Wildbachaktivität wichtige Flächen innerhalb eines Einzugsgebietes ausscheiden. Es hat sich auch gezeigt, dass durch den modulartigen Aufbau des Verfahrens die Plausibilisierung und, wo notwendig, die Korrektur von Zwischenresultaten einfach vorgenommen werden kann. Hierbei stellt das Geographische Informationssystem ein wertvolles Hilfsmittel dar. Eine weitere Verbesserung der Ergebnisse solcher Simulationen könnte erreicht werden, wenn eine digitale geologische Grundlage in einem genügenden Detaillierungsgrad zur Verfügung stehen würde, die Auskunft über die Eigenschaften des Lockermaterials und des Festgesteins gibt.

Solche Verfahren können in Zukunft auch dazu dienen, um Änderungen in der Gefahrensituation abzuschätzen, die sich aus veränderten Verhältnissen in den Einzugsgebieten ergeben.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Moduls Naturgefahren, welches Teil der flankierenden Massnahmen zum Walderhebungsprogramm ist, wird ein Verfahren entwickelt, das eine überblicksmässige Beurteilung der Wildbachgefährdung ermöglicht. Das Verfahren soll zeigen, wo eine Gefährdung besteht, welcher Art die Gefährdung ist, woher die Gefährdung kommt, wie stark die Gefährdung ist und wie oft mit einer Gefährdung zu rechnen ist. Dieses Verfahren basiert auf bestehenden digitalen Grundlagendaten, auf Simulationsmodellen und auf dem Einsatz eines Geographischen Informationssystems.

Das entwickelte Konzept sieht eine Beurteilung auf zwei Ebenen vor:

- Auf der Einzugsgebietsstufe erfolgt eine:
 - Einzugsgebiets-Charakterisierung bezüglich des grundsätzlichen Verhaltens (keine Beurteilung des nächsten Ereignisses!),
 - Typisierung nach Geschiebeherkunft und Gerinneprozess,
 - Ableitung von Aussagen zu Ereignisgrösse und Ereignishäufigkeit.
- Innerhalb des Einzugsgebietes erfolgt die Ausscheidung:
 - von Flächen, die den Abfluss massgeblich beeinflussen,
 - der geschieberelevanten Fläche,
 - der Prozessart,
 - des Wirkungsbereichs der Prozesse.

Für die verschiedenen Arbeitsschritte, von der Datenaufbereitung, über die Modellierung verschiedener Teilprozesse bis zur Abschätzung von Ereignisgrösse und Ereignishäufigkeit werden die notwendigen Verfahren vorgestellt.

Résumé

Recensement des dangers dus aux torrents à l'aide de modèles basés sur le SIG

Dans le cadre du module des dangers naturels, faisant partie des mesures d'appoint des inventaires forestiers, est développée une méthode permettant d'apprécier globalement la menace des torrents. Cette méthode doit permettre de déceler où se trouve une menace, quelle est sa nature, quelle est son origine, quelle est sa force et quelle est sa fréquence. Cette méthode est basée sur des données de base digitales existant déjà, sur des modèles de simulation et sur l'emploi d'un système d'information géographique.

Le concept développé prévoit une appréciation sur deux niveaux:

- Au niveau du bassin-versant résultent:
 - Une caractérisation concernant le comportement du bassin-versant (sans appréciation d'une prochaine occurrence)
 - Standardisation d'après l'origine de l'éboulis et du processus de formation du lit du cours d'eau
 - Déduction d'énoncés au sujet de l'ampleur de l'occurrence et de sa fréquence.

- A l'intérieur du bassin-versant, on distinguera:
 - Les surfaces qui influencent de façon déterminante l'écoulement
 - La surface d'éboulis déterminante
 - Le genre du processus
 - Le champ d'action des processus.

Pour les différentes phases de travail, du traitement des données en passant par la simulation des processus partiels jusqu'à l'estimation de l'ampleur et de la fréquence de l'occurrence, les méthodes nécessaires sont présentées. Traduction: S. Croptier

Literatur

- Beven, K.J., Lamb, R., Quinn, P., Romanowicz, R., Freer, J.* (1994): TOPMODEL. In Singh, V.P. (Hrsg.) Computer Models of Watershed Hydrology. (Im Druck).
- Bunza, G., Karl, J., Mangelsdorf, J.* (1982): Geologisch-morphologische Grundlagen der Wildbachkunde. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 17. München.
- BFS* (1992): GEOSTAT Benutzerhandbuch. Bern.
- BWW* (1991): Ursachenanalyse der Hochwasser 1987. Ergebnisse der Untersuchungen. Mitteilung des Bundesamtes für Wasserwirtschaft Nr. 4 und Mitteilung der Landeshydrologie und -geologie Nr. 14. Bern.
- Düster, H.* (1994): Modellierung der räumlichen Variabilität seltener Hochwasser in der Schweiz. Geographica Bernensia, G44. Bern.
- Kölla, E.* (1986): Zur Abschätzung von Hochwassern in Fließgewässern an Stellen ohne Direktmessungen. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Nr. 87. Zürich.
- Lehmann, C.* (1993a): Zur Abschätzung der Feststofffracht in Wildbächen. Grundlagen und Anleitung. Geographica Bernensia, G42. Bern.
- Lehmann, C.* (1993b): Accurate Sediment Transport Assessment in Mountain Streams. In Swiss National Committee of the UN International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR): Floods and Geological Hazards. Bern.
- Mani, P.* (1992): Geographische Informationssysteme – mehr als digitale Kartographie? In: Geographische Informationssysteme in der Geomorphologie. Geographica Bernensia, G39: 19–32. Bern.
- Stiny, J.* 1931: Die geologischen Grundlagen der Verbauung der Geschiebeherde in Gewässern. Wien.
- Zeller, J.*, 1972: Beitrag zur Wildbachgeographie der Schweiz. EAFV Bericht Nr. 94. Birmensdorf.
- Zeller, J.*, 1974: Starkniederschläge und ihr Einfluss auf Hochwasserereignisse. EAFV Bericht Nr. 126. Birmensdorf.
- Zimmermann, M.* (1989): Geschiebeaufkommen und Geschiebemanagement. Grundlagen zur Abschätzung des Geschiebehaushaltes im Emmental. Geographica Bernensia, G34. Bern.

Verfasser: Peter Mani, dipl. Geogr., c/o Geo7, Geowissenschaftliches Büro, Neufeldstrasse 3, CH-3012 Bern.