

Gefahrenhinweiskarten für Bayern, ein Instrument zum Umgang mit Gefahren durch Hangbewegungen

von Karl Mayer & Andreas von Poschinger

Keywords: Steinschlag, Felssturz, Hanganbruch, Rutschung, Gefahrenhinweiskarte, Simulation

Für geogene Gefährdungen (Hangrutsche, Fels- und Bergstürze, Erdfälle etc.) bieten im Internet abrufbare Informationssysteme (www.bis.bayern.de) bereits ein wertvolles Werkzeug, das von den Landkreisen sowie einigen Kommunen eingesetzt wird. Allerdings sind dort nur die Herkunftsgebiete von Gefährdungen dargestellt, nicht aber der planungsrelevante Gefährdungsbereich. Dieser kann vorwiegend nur durch Simulationen und Modellierungen abgegrenzt werden.

Die Gefahrenhinweiskarte ist als wesentliches Element der Planung zu betrachten. Neben der Bauleitplanung ist auch an die überregionale Maßnahmenplanung zu denken. Interessenten sind die lokalen und regionalen Planungsbehörden, Planungsbüros, die Schutzwaldsanierungsstellen, Straßenbau- und Wasserwirtschaftsämter. Die Karte kann Verfahren vereinfachen, indem sie ungefährdete Gebiete klar darstellt. Sie soll auch nicht als Bauverbotskarte wirken, sondern nur in allen kritischen Fällen den Bedarf nach weitergehenden Untersuchungen offenlegen. In diesen Fällen muss dann ggf. erst in einem Detailgutachten festgestellt werden, ob im Einzelfall eine Sicherung notwendig, technisch möglich, wirtschaftlich sinnvoll und im Sinne der Nachhaltigkeit tatsächlich anzustreben ist.

Bayern geht mit der Gefahrenhinweiskarte keinen Sonderweg. Die guten Erfahrungen aus anderen Alpenländern, insbesondere der Schweiz, gehen voll in das Konzept mit ein und werden mit Hilfe von internationalen Kooperationen weiter vertieft. In Zusammenhang mit dem ohnehin sehr vielseitigen digitalen Werkzeug "Bodeninformationssystem Bayern" wird hier eine praktische Anwendung erstellt, die für Behörden, Wirtschaft und Private gleichermaßen nutzbringend ist.

I. Einleitung

Für jeden, der im alpinen Gelände tätig ist, sind gelegentliche Naturgefahren-Ereignisse ein normales Phänomen. Im Zuge des natürlichen Gebirgsabtrages in unserem – geologisch gesehen – jungen Alpenraum entstehen Rutschungen, Felsstürze und Muren. Sie spiegeln das grundsätzlich sehr labile Gleichgewicht wider, in dem sich die Hänge befinden.

Dieses Gleichgewicht ist durch die über Jahrhunderte, ja sogar Jahrtausende einwirkenden Kräfte bestimmt worden. Während sich einige Belastungen, wie die Gravitation oder der Einfluss durch Erdbeben, langfristig kaum verändert haben, zeigen sich am ehesten Variationen der Witterungseinflüsse. Innerhalb bestimmter Schwankungsbereiche gab es schon immer Extremereignisse, die dann auch zu

Hangbewegungen geführt haben. Nach den Prognosen der Klimaforscher ist es nun aber möglich, dass sich aufgrund einer möglichen Klimaänderung die bisherigen Schwankungsbereiche relativ kurzfristig verändern. Dies könnte zur Folge haben, dass sich auch an unseren Hängen erst wieder neue Gleichgewichte einstellen müssen. In der Übergangsphase wäre somit verstärkt mit Hangbewegungen zu rechnen. Als Geologe denkt man zwar eher langfristig und z.B. auch daran, dass bereits zur Römerzeit die Schneegrenze um etwa hundert bis hundertfünfzig Höhenmeter über der aktuellen gelegen hat. Andererseits sind Präventivmaßnahmen für einen zweifellos möglichen Klimawandel und seine Folgen auf jeden Fall angebracht und sinnvoll. In diesem Sinn verfolgt der Geologische Dienst am LfU bereits seit langem eine Vorbeugestrategie, die derzeit mit Hilfe von neuen Technologien weiter ausgebaut wird.

2. Gefahrenhinweiskarten in Bayern

Für geogene Gefährdungen (Hangrutsche, Fels- und Bergstürze, Erdfälle etc.) bietet das digitale Dokumentations- und Informationssystem GEORISK des LfU bereits ein wertvolles Werkzeug, das von vielen Fachstellen eingesetzt wird. Neben den Landkreisen sowie vielen Kommunen sind die Behörden der Wasserwirtschaft, private Planer sowie nicht zuletzt der Forst die Hauptnutzer. Das Informationssystem ist ein Teil des umfassenden Bodeninformationssystems Bayern (BIS) und über dieses per Internet oder Intranet abrufbar. Im GEORISK-System ist allerdings nur das Herkunftsgebiet von Gefährdungen dargestellt, nicht der planungsrelevante Gefährdungsbereich. Dieser kann vorwiegend nur durch empirische oder numerische Simulationen und Modellierungen abgegrenzt werden. In einem Pilotprojekt (s. Abb. 1) hat das LfU eine solche Simulation für die Gefahrenart Steinschlag/Felssturz im Reichenhaller Raum bereits umgesetzt.

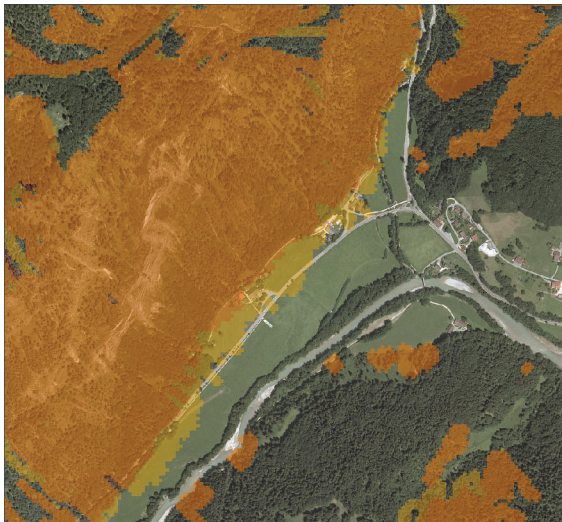


Abb. 1: Ausschnitt aus der Gefahrenhinweiskarte im Pilotprojektgebiet Schneizreuth/Landkreis Berchtesgadener Land/Obb. Im orangenen Bereich Modellierung ohne Berücksichtigung des Schutzwaldes, im roten Bereich mit Berücksichtigung des Schutzwaldes, was die Wichtigkeit des Schutzwaldes in diesem Bereich unterstreicht. Von links nach rechts Saalach-Verlauf, von oben der Weißbach einmündend.

Nun wird mit der Erfassung des gesamten Alpenanteils des Landkreises Oberallgäu erstmals eine große Fläche bearbeitet. Die Karte bzw. das Informationssystem soll neben den Felsstürzen und dem Steinschlag auch auf die sog. Hanganbrüche sowie auf Rutschungen ausgedehnt werden.

Die Gefahrenhinweiskarte gibt eine grobe Übersicht über die Gefährdungssituation. Sie basiert auf Modellrechnungen und wird mit dem Ereigniskataster plausibilisiert. Bezüglich der räumlichen Abgrenzung

kann sie Ungenauigkeiten enthalten und die Gefährdung nicht in jedem Fall genau wiedergeben. Bei der Hochwassergefahr wird zum Beispiel die Ausdehnung der Überflutungsflächen für einen extremen Hochwasserabfluss (EHQ) dargestellt. Die Gefahrenhinweiskarte hält für große Gebiete flächendeckend fest, wo mit welchen Gefahren gerechnet werden muss. Daraus lassen sich mit geringem Aufwand mögliche Konfliktstellen zwischen Gefahr und Nutzung ableiten. Die Gefahrenhinweiskarte fließt einerseits in Flächennutzungspläne mit ein und dient andererseits der Prüfung von Baugesuchen außerhalb der Bauzonen sowie zur Prioritätensetzung beim Erarbeiten der Gefahrenkarten (Definition nach: Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren; Bundesamt für Raumentwicklung, Bern).

2.1 Digitale Grundlagen

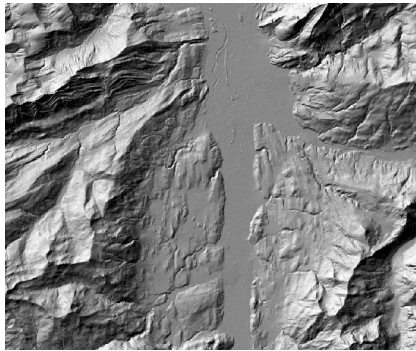


Abb. 2: Ausschnitt aus dem digitalen Geländemodell (DGM), das für das gesamte Projektgebiet erstellt wurde. Der Ausschnitt zeigt Teile des Iller- und des Ostrachtales / Landkreis Oberallgäu. In der großen Verebnung am oberen Bildrand liegt die Stadt Sonthofen.

Für eine erfolgreiche Modellierung der Sturz- und Rutschprozesse war es von großer Bedeutung, dass die Daten, die als Input für die Modellierung dienen, in bester Qualität vorliegen. Die wichtigste Grundlage stellte ein möglichst genaues und fehlerfreies digitales Geländemodell (DGM) dar. Für das Untersuchungsgebiet wurde mit Hilfe einer aufwändigen Bearbeitung der Grundlagendaten des Bayerischen Landesamtes für Vermessung und Geoinformation ein DGM mit einer Auflösung von 10 m erstellt (s. Abb. 2). Die für das Arbeitsgebiet bisher nur teilweise verfügbaren amtlichen Geologischen Karten konnten durch Manuskriptkarten ergänzt und zu einer vollständig flächendeckenden digitalen (vektoriisierten) Karte zusammengefügt werden. Hierzu war zunächst auch die Erstellung einer Generallegende erforderlich. Diese geologischen Grundlagen dienten dann als Basis für die Modellierungen, sowohl für Sturz-, als auch für die Hanganbruchprozesse.

2.2 Sturzprozesse

Für die Modellierung der Sturzereignisse wurden alle potentiellen Anbruchbereiche ermittelt, also die Bereiche, aus denen die Felsblöcke herausbrechen. Im Umfeld von Siedlungsgebieten konnte dabei auf die vorhandenen GEORISK-Daten zurückgegriffen werden. In den übrigen Bereichen lagen nur teilweise Informationen vor, deshalb mussten die kritischen Anbruchbereiche mit Hilfe einer rechnerischen Simulation am DGM ausgewiesen werden. Ausgehend von diesen Anbruchbereichen wurden mit Hilfe einer Computersimulation (Modell Zinggeler + Geotest) die potentiellen Sturzbahnen und Sturzreichweiten berechnet. Hierbei wurden sowohl die Blockgröße und die Blockform berücksichtigt als auch die Untergrunddämpfung und die Rauigkeit des Geländes, über das sich der Block bis ins Tal bewegt.

Die Computersimulation wurde ohne und mit dem bremsenden Einfluss des Schutzwaldes durchgeführt, um die Schutzwirkung des Waldes deutlicher darstellen zu können.

Die numerische Modellierung liegt flächendeckend für das gesamte Projektgebiet vor (784 km²) (s. Abb. 3).

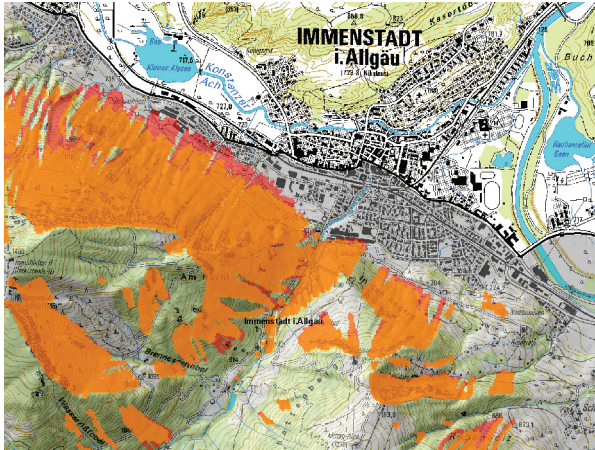


Abb. 3: Ausschnitt aus der numerischen Modellierung der Sturzprozesse. Errechnete Gefahrenhinweisbereiche ohne Dämpfungswirkung des Schutzwaldes (rot) und mit Dämpfungswirkung des Schutzwaldes (orange).

Geobasisdaten: © Bayerische Vermessungsverwaltung, <http://www.geodaten.bayern.de>

2.3 Hanganbrüche

Die Hanganbrüche, auch Hangmuren genannt, werden ebenfalls mit einem entsprechenden Computerprogramm simuliert. Die potentiellen Anbruchbereiche für diese Hangbewegungsart werden zuerst mit dem Programm SLIDISP (Geotest) berechnet. Dabei werden sowohl die Scherparameter innere Reibung und Kohäsion des Untergrundes, basierend auf dem geologischen Untergrund (geotechnische Klasse) berücksichtigt, als auch das topographisch bedingte Wassersättigungspotential, das an jeder Stelle der Geländeoberfläche auftreten kann. Um die hohe natürliche Variabilität der Scherparameter abzubilden, werden diese nicht durch einzelne Werte pro geotechnischer Klasse, sondern durch Verteilungsfunktionen beschrieben.

Um die Reichweite der Hangmuren zu bestimmen, wird mit dem Programm SLIDEPOT eine Simulation durchgeführt, bei der ein reiner GIS-Ansatz verwendet wird. Dabei wird für jeden Geländepunkt im modellierten Anrissgebiet entweder ein hypothetisches Anfangsvolumen definiert oder gemäß den ausgeschiedenen oder modellierten Anrissmächtigkeiten ein daraus abgeleitetes Anrissvolumen berechnet und die Ablagerung hangabwärts in Fliessrichtung simuliert.

Ganz analog zu den Sturzprozessen werden auch bei den Hangmuren 2 Szenarien modelliert. Ein realistisches Szenario, bei dem die stabilisierende Wirkung des Waldes mit angesetzt wird und ein pessi-



Abb. 4: Bei den Hanganbrüchen oder Hangmuren handelt es sich in der Regel um flachgründige, sog. Translationsrutschungen, von denen, wie an diesem Beispiel aus dem westlichen Oberallgäu zu sehen ist, auch sehr große Gebiete betroffen sein können.

mistisches Szenario ohne die stabilisierende Wirkung des Waldes und mit erhöhtem Niederschlag.

Die Simulationen wurden inzwischen abgeschlossen. Die Ergebnisse werden zu Jahresbeginn 2008 der Öffentlichkeit vorgestellt.

2.4 Rutschungen

Für die Ermittlung der Gefahrenhinweisbereiche, die von Rutschungen ausgehen, wurde ein rein empirischer Ansatz gewählt. Derzeit existiert kein numerisches Modell, mit dem die Reichweiten von tief greifenden Rutschmassen berechnet werden können. Ebenso wenig kann mit Computermodellen sinnvoll ermittelt werden, in welchen Hangbereichen solche Rutschungen neu entstehen könnten.

Um dennoch Aussagen für die zukünftige Entwicklung hinsichtlich der Entstehung von Rutschbereichen treffen zu können, werden die im LfU vorhandenen Georisk-Daten ausgewertet. Untersuchungen ergaben, dass sich neue Rutschereignisse in den Bereichen entwickeln, in denen bereits früher Rutschereignisse stattgefunden haben. Bei der Auswertung des im LfU vorhandenen Hangbewegungskatasters können deshalb ein Großteil der durch Rutschungen bedrohten Gebiete erkannt werden. Die im BIS gespeicherten Daten beinhalten auch die flächenhafte Ausdehnung der bekannten Rutschbereiche. Diese werden dann hinsichtlich ihrer potentiellen, maximalen Reichweite beurteilt. Die Bewertung erfolgt teilweise im Gelände und anhand aller zur Verfügung stehenden Informationen wie z.B. Luftbilder, Gutachten und Spezialkarten.

3. Gefahrenhinweiskarte und Forstwirtschaft

Neben der Beschaffenheit des Untergrundes (sog. "Dämpfung", Dämpfungsfaktor) stellt der Baumbestand in Waldgebieten einen wichtigen intensitätsvermindernden Faktor für gefährdende Sturz- und Rutschereignisse dar. In der Regel reduzieren Waldflächen das Gefährdungspotential von derartigen Naturereignissen deutlich. Das BUWAL (1998: 144) nennt beispielsweise eine Bestockung von 300 Bäumen je Hektar als wirksamen natürlichen Schutz gegen Sturzprozesse, sofern ein Pauschalgefälle von 65 % (33°) nicht überschritten wird. Bei größeren Hangneigungen ist die Schutzwirkung des Waldes stark abhängig von der Größe und der Geometrie der Sturzkörper.

Für Forstbehörden stellen Gefahrenhinweiskarten also insofern eine wichtige Planungsgrundlage dar, als dass sie zum einen unbewaldete Flächen aufzeigen, in denen aus gefahrentheoretischen Überlegungen heraus ein ausreichend dichter Waldbestand nützlich wäre, und zum anderen Flächen, die einen Waldbestand aufweisen, der zur Naturgefahrenminderung wichtig ist und zukünftig besondere Bestandspflege und Bestockungskontrolle erfordert.

Für die Forstwirtschaft werden die Gefahrenhinweiskarten sowohl mit Berücksichtigung der Schutzfunktion des Waldes, als auch ohne diese Gefahrenminderung berechnet. Nur so wird deutlich, wie hoch der Schutz vor Hangbewegungen durch das jeweilige Waldgebiet konkret einzuschätzen ist und welche Flächen durch den Wald geschützt werden. Gefahrenmindernde Waldbestände können allerdings innerhalb von Stunden durch Orkane, Waldbrände oder ähnliche Extremereignisse, aber auch durch Rodungen vernichtet werden. In diesem Fall muss der von diesem Zeitpunkt an durch Hangbewegungen bedrohte Raum bekannt sein. Die erstellten Simulationsmodelle können hier also auch dazu verwendet werden, eine Gewichtung der Schutzfunktion innerhalb der Waldflächen grafisch zu verdeutlichen. Sie bieten die Möglichkeit im Falle der Beschädigung oder Vernichtung von Schutzwaldarealen sofort klar zu erkennen, welche Flächen nun nahezu schutzlos geologischen Naturgefahren ausgeliefert sind. Da die Gefahrenhinweiskarten auf einheitlich angewendeten, möglichst objektiven Bewertungskriterien beruhen, sind sie als gute Argumentationshilfe im Bereich der Schutzwaldsanierung verwendbar.

4. Ausblick

Zu Beginn des Jahres 2008 wird die Gefahrenhinweiskarte für den alpinen Bereich des Landkreises Oberallgäu vorgestellt und betroffenen Allgäuer Gemeinden und Behörden zur Anwendung überlassen. Bei positivem Resultat soll im gesamten Bayerischen Alpenraum eine vergleichbare Karte erstellt werden.

Schrifttum

- GEOTEST AG, Geo 7, KELLERHALS + HAEFELI AG, GIUB (Hrsg.) (1998): Erläuterungsbericht Gefahrenhinweiskarte des Kantons Bern 1:25'000, Ausgabe 1997, Bern 1998.
- KIENHOLZ, H., ERISMANN, TH., FIEBIGER, G., MANI, P. (1993): Naturgefahren: Prozesse, Kartographische Darstellung und Maßnahmen. In: Tagungsbericht zum 48. Deutschen Geographentag in Basel, Stuttgart, S. 293 - 312.
- MAYER, K., A. v. POSCHINGER (2005): Final Report and Guidelines: Mitigation of Hydro-Geological Risk in Alpine Catchments, "CatchRisk". Work Package 2: Landslide hazard assessment (Rockfall modeling). Program INTERREG IIIb – Alpine Space.

Internetportal der Alpenkonvention: http://www.alpenkonvention.org/page1_de.htm
Download zum Ausführungsprotokoll "Bodenschutz" der Alpenkonvention:
http://www.alpenkonvention.org/page5a_de.htm#p5.

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Geol. Karl Mayer & Dr. Andreas von Poschinger
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Abt. 10: Geologischer Dienst, Wirtschaftsgeologie, Bodenschutz
Referat 106: Angewandte Geologie Süd
Lazarettstr. 67
D-80636 München

Georisiken des Bayerischen Landesamtes für Umwelt im Internet:
<http://www.lfu.bayern.de/geologie/fachinformationen/index.htm>