

Erstellung von Gefahrenhinweiskarten, Beispiele aus Österreich: Burgenland

Philip LEOPOLD & Peter ZINGGL

Das Bundesland Burgenland war das erste Bundesland in Österreich, das eine flächenhafte Darstellung der räumlichen Gefährdung durch Hangrutschungen basierend auf modernen statistischen Modellierungsmethoden umgesetzt hat. So wurde bereits im Jahr 2005 ein entsprechender Forschungsauftrag an die AIT Austrian Institute of Technology GmbH (damals seibersdorf research) mit dem Titel „Forschungsprojekt Massenbewegungen in den Bezirken Jennersdorf und Güssing: Ursachenanalyse und Gefahren-Hinweiskarte“ vergeben. Hintergrund war, dass seitens der zuständigen Behörden der Burgenländischen Landesregierung in den Jahren zuvor ein verstärktes Auftreten von Schäden an Gebäuden und Infrastruktur durch Massenbewegungen registriert wurde. Für die Zunahme von Schäden durch Massenbewegungen sind verschiedenste Gründe anzuführen. Einerseits kommt es durch regionale Veränderungen des Klimas verstärkt zu Starkregen- und Gewitterereignissen, welche Massenbewegungen oftmals unmittelbar auslösen. Andererseits begünstigt die Geologie des Burgenlandes vor allem in den Lockersedimenten der Beckenlandschaften generell die Ausbildung von rutschungsgefährdeten Hängen. Auch die stetige Ausdehnung der Siedlungsstrukturen in vielen burgenländischen Gemeinden innerhalb der letzten Jahrzehnte erhöhte das Schadenspotential, welches auf Massenbewegungen zurückgeht.

Dieses erste Forschungsprojekt hat gezeigt, dass in großen Teilen der bearbeiteten Bezirke ein Gefahrenpotential durch Massenbewegungen (Rutschungen) auch im Hinblick auf die Widmung von neuen Baulandflächen besteht. Daher wurden ergänzend und vertiefend zu diesem Projekt Datenbestände auf einer größeren Maßstabsebene (1:25.000) auch für konkrete Anwendungsbereiche der Raumordnung (Baulandwidmungen, Rutschungs- und Massenbewegungs-Vorbeurteilungen...) erarbeitet. Seit dem Jahr 2005 wurden weiterführend durch die AIT Austrian Institute of Technology GmbH Gefahren-Hinweiskarten für Massenbewegungen für alle politischen Bezirke des Landes erstellt. Die erzeugten Gefahren-Hinweiskarten im Maßstab 1:25.000 decken stets einen Bezirk ab und sind gemäß der Schweizer Empfehlung „Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten“ (LATELTIN, 1997) eine Grundlage für die Richtplanung, welche eine grobe Übersicht über die Gefährdungssituation geben. Der Informationsgehalt der Gefahren-Hinweiskarte wird somit als wesentliche Grundlage bei Entscheidungsfindungsprozessen der Landesregierung in Bezug auf geogene Gefahren, räumliche Entwicklung und Sicherheit herangezogen.

Aus wissenschaftlicher Sicht gestaltet sich die Erstellung von Gefahren-Hinweiskarten im Burgenland insofern besonders schwierig, da das Land Burgenland über keine Dokumentation des Inventars bereits aufgetretener Massenbewegungen verfügt. Für eine weiterführende Gefährdungsmodellierung stellt das Inventar bereits aufgetretener Massenbewegungen die wichtigste Grundlage dar. Erste Schritte in Richtung einer Dokumentation wurden erst nach Starkregenereignissen mit über 100 Schadensfällen durch Hangrutschungen im Sommer 2009 gesetzt. Seit Mitte des Jahres 2011 steht nun auch für viele Bezirke ein ALS-DGM mit 1 m Auflösung zur Verfügung. Wie von SCHULZ (2004) beschrieben, vereinfacht die Ausweisung von Massenbewegungen im ALS-DGM die Erstellung eines Inventars deutlich bzw. wird in bewaldeten Gebieten die Kartierung überhaupt erst ermöglicht. Zuvor war es nötig, das Inventar an vorhandenen Massenbewegungen durch Geländearbeit im Feld zu kartieren. Dabei zeigte sich, dass im Burgenland besonders häufig der Bewegungstyp „Kriechen“ in Lockersedimenten auftritt. Nach HIGHLAND & BOBROWSKY (2008) ist „Kriechen (..) eine unmerkliche langsame, kontinuierlich hangabwärts gerichtete Bewegung von gebirgsbildenden Lockersedimenten oder Fels“, eine weiterführende Diskussion des Begriffes findet sich in LEOPOLD (2012).

Geotechnische Labor- und Felduntersuchungen, Inklinometermessungen und deren Interpretation in Profilschnitten erlauben die Zuordnung der Kriechbewegungen zum Bewegungsmechanismus des „Massenkriechens“ (tiefgründiges, kontinuierliches Kriechen), nach HUTCHINSON (1968), wobei häufig Übergänge zum „progressiven Kriechen“ bestehen. Dabei kommt es aus geotechnischer Sicht bereits zum Bruch des Untergrundmaterials und damit zur Ausbildung von durchgehenden Scherflächen. Die Kriechbewegungen werden deshalb auch als Initialstadium für schnellere Massenbewegungen gemäß dem Prozess Rutschen/Gleiten und Fließen (Prozesse nach VARNES, 1958, 1978) interpretiert. Die erwähnten Prozesse sind in Zusammenhang mit Kriechbewegungen auch oftmals als Sekundärbewegungen im Gelände beobachtbar (LEOPOLD, 2012). Die kartierten Kriechbewegungen eignen sich daher sehr gut, um als Inventar für eine weiterführende Modellierung zu dienen. Tabelle 1 fasst die aufgenommenen Bewegungen für die drei Beckenlandschaften des Burgenlandes Eisenstädter, Oberpullendorfer und Steirisches Becken zusammen.

	Eisenstädter Becken		Oberpullendorfer Becken		Steirisches Becken (Bgl.)		Gesamt	
	Anzahl	mittlere Fläche 1000 m ²	Anzahl	mittlere Fläche 1000 m ²	Anzahl	mittlere Fläche 1000 m ²	Anzahl	mittlere Fläche 1000 m ²
<i>Für die Bewegung verantwortliche lithostratigraphische Einheit</i>								
Karpatium	4	23,5	7	17,04	5	14,5	16	17,86*
Badenium; Sandschaler-Zone	7	357,34					7	357,4
Badenium, Sarmatium, Grenzbereiche	13	56,9	10	40,51	16	61,2	39	54,46*
Pannonium			3	47,23	172	28,86	175	29,17*
Summe	24		20		193		237	

Tab. 1: Anzahl der kartierten Kriechbewegungen für jede lithostratigraphische Einheit gegliedert nach Teiluntersuchungsgebieten und für das gesamte Burgenland sowie mittlere Fläche der Bewegungen innerhalb einer lithostratigraphische Einheit, aus LEOPOLD (2012).

* Bezogen auf die Summe der Einzelflächen

Aus Tabelle 1 lässt sich weiterführend ableiten, dass im Eisenstädter Becken wenige aber großflächige Bewegungen mit bis zu 1 km² Ausdehnung und 10 Mil. m³ bewegtem Volumen dominieren, die vor allem an die extrem feinkörnigen Sedimente der Sandschaler-Zone des mittleren Badeniums gebunden sind. Im Vergleich dazu ist das Steirische Becken durch sehr häufige, kleinräumige Bewegungen geprägt, deren Ausbildung wesentlich durch die Wechsellagerung von grob- und feinkörnigen Sedimenten des mittleren Pannoniums beeinflusst ist. Die hohe Anzahl der Bewegungen im Steirischen Becken wird durch eine höhere Niederschlagsintensität und ein steileres Gelände im Vergleich zu den übrigen Beckenlandschaften begünstigt (LEOPOLD, 2012).

Statistische Analysen zur Gefährdungsberechnung (Gefährdungs- oder Anfälligkeitsberechnung) basieren auf der Annahme, dass das Auftreten von zukünftigen Massenbewegungen von gleichen oder ähnlichen Auslösefaktoren beeinflusst wird, wie bereits aufgetretene Massenbewegungen. Um herauszufinden, wo es potenziell zu Massenbewegungen kommen kann, werden solche raumbezogenen Daten verwendet von welchen bekannt ist, dass sie Einfluss auf die Auslösung von Massenbewegungen haben. Für die statistische Gefährdungsmodellierung im Burgenland wurde und wird die Weights of Evidence (WofE) Methode angewendet. WofE ist ein statistisches Konzept, das auf dem Ansatz von Bayes beruht und auf der Kombination mehrerer raumbezogenen Daten (Prädiktor-Variablen) basiert (BONHAM-CARTER, 1994). Die Methode wurde bereits mehrfach erfolgreich für Gefährdungsberechnungen von Massenbewegungen und im besonderen Rutschungen eingesetzt, u.a. von

NEUHÄUSER & TERHORST, 2006 und KLINGSEISEN & LEOPOLD, 2006. Als Endergebnis liefert die WofE Methode eine Karte mit Eintrittswahrscheinlichkeiten zukünftiger Ereignisse (in gegenständlichen Fall dem Auftreten von Hangrutschungen) aufgrund bekannter Ereignisse und deren Einflussfaktoren (BONHAM-CARTER, 1994). Zur Modellierung wurde in den ersten Jahren der ArcSDM (Spatial Data Modeller) benutzt. Dabei handelt es sich um eine frei zugängliche Erweiterung von ArcGIS, welche von der University of Capinas (Sao Paulo, Brasilien) entwickelt wurde. Aufgrund von Einschränkungen die sich mit dieser Software ergeben, hat AIT in einer Kooperation mit der University of Waterloo (Kanada), Department Geography and Environmental Management eine eigene Software zur WofE-Modellierung neu entwickelt. Diese Software basiert auf dem Statistikprogramm „R“ und ist GIS-kompatibel, sie wird seit dem Jahr 2012 angewendet. Für die Modellierungen im Burgenland wurden folgende Prädiktor-Variablen eingesetzt:

- Kartierte Massenbewegungen (meist Kriechbewegungen)
- Geologie / Lithologie
- Landbedeckung (Corine Landcover oder eigens erzeugte Datensätze aus Satellitendaten)
- Aus dem DGM abgeleitet Parameter wie Hangneigung, Hangausrichtung, Rauigkeit, etc.

Die finale Klassifizierung der berechneten, flächenhaften Eintrittswahrscheinlichkeit zu Gefahrenzonen einer Gefahren-Hinweiskarte erfolgte durch Expertenwissen auf Basis der umfangreichen Geländearbeiten. Zumeist wurden 4 Gefahrenzonen abgegrenzt, die Bezeichnungen werden aber zurzeit überarbeitet. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Gefahren-Hinweiskarte im burgenländischen Anteil des Steirischen Beckens. Für die Stabsstelle Raumordnung der Burgenländischen Landesregierung hat AIT auch weiterführend Empfehlungen für die Flächenwidmung in Form einer Empfehlungsmatrix erstellt. Dabei werden mögliche Widmungsfälle und die Gefahrenzonen verknüpft und es werden Empfehlungen zu Vorgehensweisen vor der Flächenwidmung abgegeben.

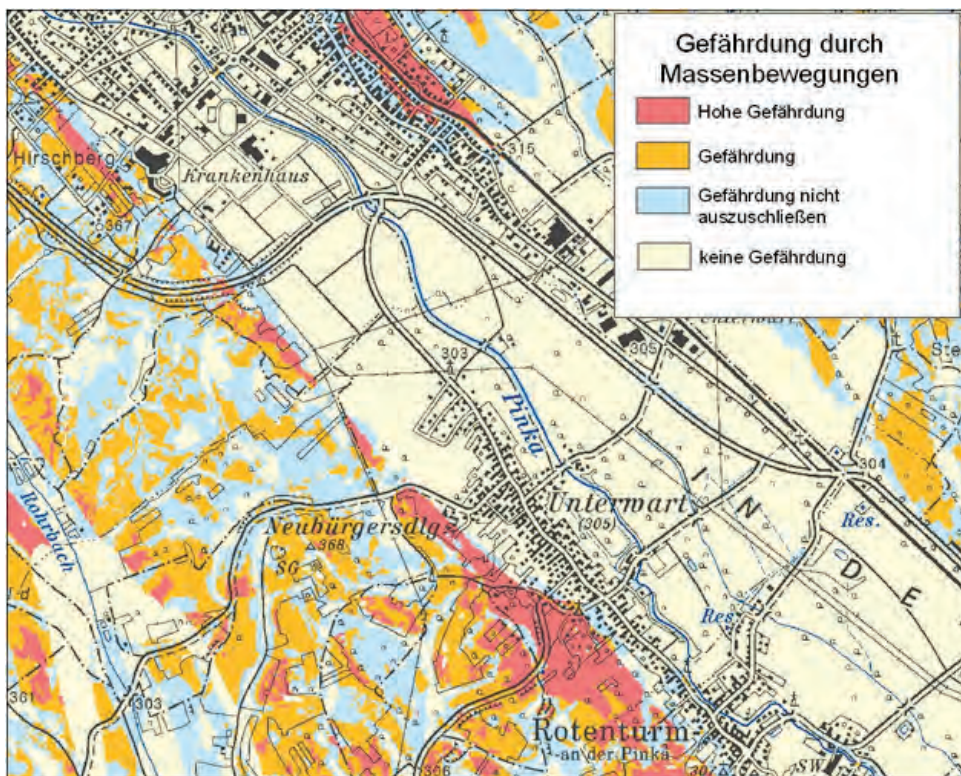


Abb. 1: Ausschnitt aus der Gefahren-Hinweiskarte im burgenländischen Anteil des Steirischen Beckens

Gemäß § 14 Abs. 1 Bgld. Raumplanungsgesetz sind als Bauland nur solche Flächen vorzusehen, die sich auf Grund natürlicher Voraussetzungen für die Bebauung eignen. Gebiete, die sich wegen der Bodenverhältnisse für die Bebauung nicht eignen, dürfen nicht als Bauland gewidmet werden. Die Gefahren-Hinweiskarten werden in der Vollzugspraxis des raumordnungsrechtlichen Genehmigungsverfahrens seit mehreren Jahren angewendet. Dabei werden die jeweiligen Umwidmungsfälle im Zuge des aufsichtsrechtlichen Verfahrens von der Landesgeologie des Amtes der Burgenländischen Landesregierung den entsprechenden Gefahrenzonen zugeordnet. Besondere Brisanz erlangt naturgemäß die Einstufung „Hohe Gefährdung“, ist diesfalls doch - nach der angewendeten Nomenklatur - vor der Umwidmung ein Gutachten zum Nachweis vorzulegen, dass die Fläche aufgrund der vorherrschenden Bodenverhältnisse für die Bebauung geeignet ist.

Aus der mittlerweile mehrjährigen Verwaltungspraxis sollen zwei Beispiele der Vorgehensweise bei Vorliegen der Einstufung „Hohe Gefährdung“ und deren Folgen bei Routinesachverhalten kurz dargestellt werden: Im ersten Fall wurde die Errichtung eines Wildunterstandes in einer derartigen Zone durch die Forderung eines entsprechenden Gutachtens verhindert. Im zweiten Fall lag ein großer Teil einer Siedlung in einer Zone mit der Einstufung „Hohe Gefährdung“. Es sollte ein kleines Stück verbliebenes Grünland zwecks Errichtung eines Car-Ports in Bauland umgewidmet werden. Hier wurde von der Forderung eines Gutachtens abgesehen und die Widmungsänderung genehmigt. Allerdings wurde die Gemeinde als Baubehörde von der Gefährdungslage informiert und zu entsprechenden Maßnahmen aufgefordert.

Literatur

- BONHAM-CARTER, G. (1994): Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS (Vol. 13). Pergamon press, Onatario.
- HIGHLAND, L.M. & BOBROWSKY, P. (2008): The Landslide Handbook - A Guide to Understanding Landslides. U.S. Geological Survey Circular, 1325, 129 p., Reston, Virginia.
- HUTCHINSON, J.N. (1968): Mass Movement. In: FAIRBRIDGE, R.W. (Ed.): Encyclopedia of Geomorphology, p. 688-695, Reinhold, New York.
- KLINGSEISEN, B. & LEOPOLD, PH. (2006): Landslide Hazard Mapping in Austria. GIM International, 20(12), p. 41-43, Reed Business Geo, Lemmer.
- LATELTIN, O. (1997): Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Bundesamt für Umwelt, Wald und LANDSCHAFT; 42 p., Bern.
- LEOPOLD, PH. (2012): Kriechbewegungen in den neogenen Beckensedimenten des Burgenlandes: Verbreitung, Vergleich natürlicher Einflussfaktoren, Bewegungsmechanismen und Auslöser. Diss. d. Fakultät f. Geowissenschaften, Geographie und Astronomie, 196 p., Wien.
- NEUHÄUSER, B. & TERHORST, B. (2006): Landslide susceptibility assessment using weights of evidence applied on a study site at the Jurassic escarpement of the Swabian Alb (SW Germany). Geomorphology. 86: p. 12- 24.
- SCHULZ, W.H. (2004): Landslides mapped using LIDAR imagery, Seattle, Washington. US Geological Survey Open-File Report 2004-1396, 11 p., U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Washington D.C.
- VARNES, D.J. (1958): Landslide Types and Processes. In: ECKEL, E.D. (Hrsg.): Landslides and Engineering Practice. Highway Research Board Special Report, 29, p. 20-47, National Research Council, Washington D.C..
- VARNES, D.J. (1978): Slope movement Types and Processes. In: SCHUSTER, R.L. & KRIZEK, R.J. (Hrsg.): Landslides - Analysis and Control. Transportation Research Board Report, 176, p. 11-33, National Research Council, Washington D.C.