

Poster

Potentiale aerogeophysikalischer Daten hinsichtlich der Modellierung von realitätsnäheren Dispositionskarten für flachgründige Massenbewegungen - eine Fallstudie im Bregenzerwald (Vorarlberg, Österreich)

Nils Tilch, Leonhard Schwarz, Arben Koçiu, Edmund Winkler, Klaus Motschka

Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien

Für eine Modellierung von Prozessdispositionskarten sind generell flächendeckende und möglichst flächendetaillierte Daten zum betreffenden Gebiet erforderlich, mittels derer die räumliche Variabilität der prozessrelevanten Gebietsverhältnisse und -Eigenschaften erfasst wird. Hinsichtlich der räumlichen Variabilität der Eigenschaften des prozessrelevanten Untergrundes (Lockergesteinsauflage) werden oft geologische Karten verwendet, die mittels Expertenwissen zu Karten mit Informationen zur räumlich variablen geologischen Grunddisposition interpretiert werden. Diese fließen dann in weiterer Folge als Prozess-orientierte und –relevante Parameterkarten in die Modellierung ein (vgl. Abb. 1).

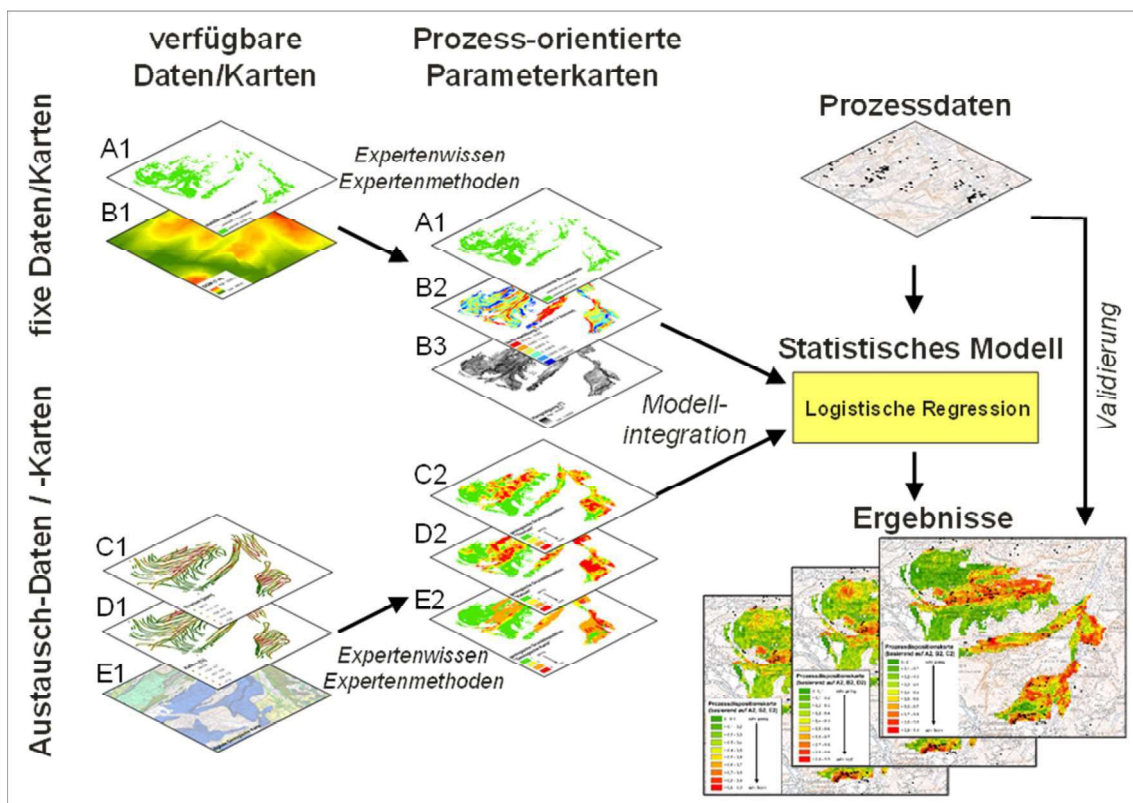


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Datenflusses - von den verfügbaren Basisdaten über die Prozess-orientierten Parameterkarten bis zu den Prozessdispositionskarten - im Rahmen der Modellierung mittels logistischer Regression.

Ein grundsätzliches Problem besteht jedoch dahingehend, dass für eine Modellierung von Dispositionskarten für flachgründige Massenbewegungen im Lockergestein auch möglichst flächendeckende und –detaillierte Daten zur Lockergesteinsart und deren geotechnischen Eigenschaften

benötigt werden. Geologische Karten und Bodenkarten liefern hierzu jedoch keine oder nur unzureichende Informationen.

Am Beispiel eines Gebietes östlich von Schnepfau im Bregenzerwald, wo sich im August 2005 zahlreiche gravitative Massenbewegungen im Lockergestein ereigneten (Kanonier et al. 2006, Markart et al. 2007, Tilch 2014), wurde im Sinne einer Pilotstudie untersucht, ob und in welcher Weise aerogeophysikalische Radiometriedaten diese Informations- bzw. Datenlücke schließen und dadurch zu realitätsnäheren Basisdaten und somit realitätsnäheren modellierten Prozessdispositionskarten führen können.

Methodische Grundlagen

Aeroradiometrie

Die radiometrischen Messungen wurden mit einem Hubschrauber des österreichischen Bundesheeres durchgeführt. Mit einem Natriumiodid-Szintillationszähler wird dabei die radioaktive Strahlung der obersten Bodenschicht (ca. 30 cm), verursacht durch die primordialen Radionuklide Kalium-40, Thorium-232 und Uran-238 sowie des künstlichen Radionuklids Cäsium-137 (Spaltprodukt aus Kernreaktoren), gemessen. Die primordialen, natürlichen Radionuklide kommen in den Mineralien in den verschiedenen Festgesteinen und deren Verwitterungsprodukten autochthoner, parautochthoner und allochthoner Genese in unterschiedlichen Konzentrationen vor. Fragestellungsrelevant sind vor allem die primordialen Radionuklide Kalium-40 und Thorium-232, da diese Informationen zur räumlich variablen dominanten Korngröße und Korngrößenverteilung (^{40}K) sowie zu den relativen Silikat-/Karbonat-Anteilen und somit zur Lockergesteinsgenese (^{232}Th) der oberflächennahen Lockergesteinsauflage liefern.

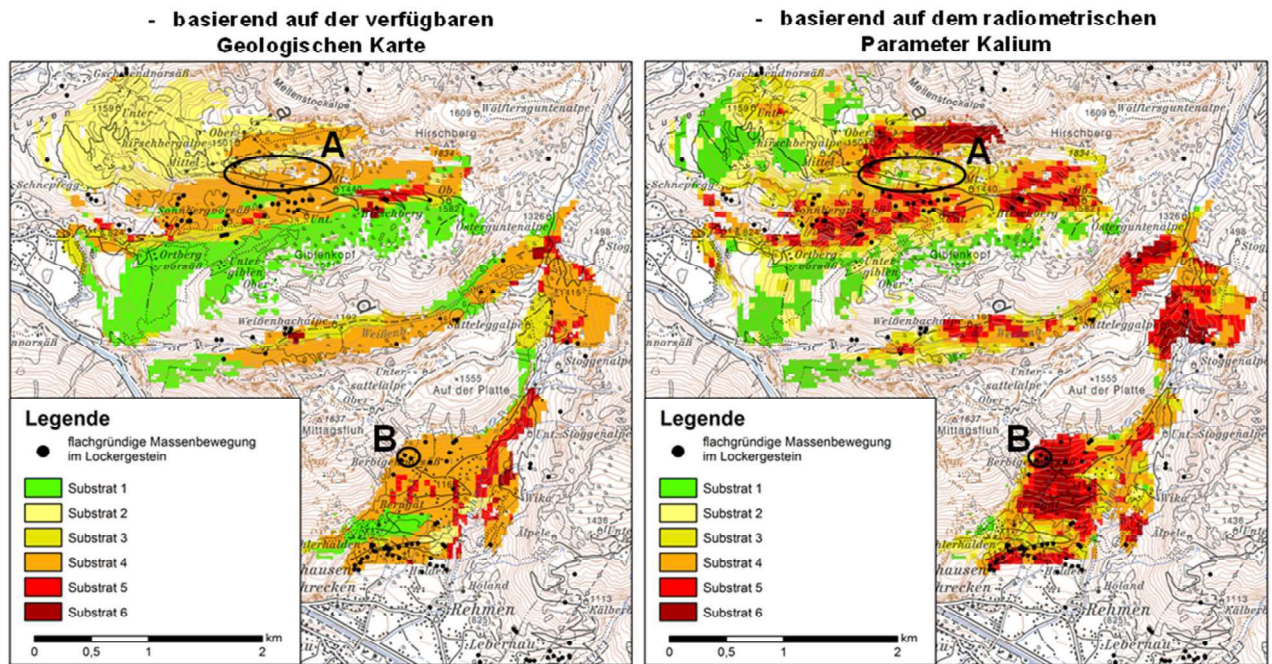
Im Zuge der Datenprozessierung werden die aufgezeichneten Messwerte, die in Form von Zählraten vorliegen, entsprechend den von der IAEO (Internationale Atomenergie-Organisation) vorgeschlagenen Formeln in Elementgehalte umgerechnet: Kalium aus dem Zerfall von ^{40}K (in % K), die Äquivalentwerte eThorium aus dem Zerfall von ^{208}Tl (in ppm Th) und eUran aus dem Zerfall von ^{214}Bi (in ppm U).

Erstellung von modellrelevanten Parameterkarten

Basierend auf der verfügbaren geologischen Karte (Moser 2010, vgl. Abb. 1: E1) und den aerogeophysikalischen Radiometriedaten (vgl. Abb. 1: Kalium (D1), Thorium (C1)) wurden zunächst Substrat-Konzeptkarten (Tilch et al. 2011) mit Informationen zur räumlichen Variabilität der Substrat- bzw. Lockergesteinsart abgeleitet. Deren Plausibilisierung erfolgte mittels vorhandener Geländebefunde (vgl. Abb. 2). Daraufhin wurden die Klassen der Substrat-Konzeptkarten zu Gruppen vergleichbarer/unterschiedlicher geotechnischer Eigenschaften zusammengefasst (=geologische Grunddispositionskarten).

Modellierung von Prozessdispositionskarten

Die Modellierung (vgl. Abb. 1) der Prozessdispositionskarten erfolgte mittels logistischer Regression (Tilch et al. 2011) unter Einbeziehung der vorhandenen Prozessdaten, den fixen Parameterkarten (i) Waldverteilung (Bereiche hangstabilisierender Baumwurzeln (A1), (ii) vertikaler Hangwölbung (B2) und (iii) Hangneigung (B3), sowie den auszutauschenden Parameterkarten (iv) zur geologischen Grunddisposition, basierend auf (iv-a) der Geologischen Karte (E2), den radiometrischen Parametern (iv-b) Kalium (D2) und (iv-c) Thorium (C2).



Plausibilisierung



Abbildung 2: Substrat-Konzeptkarten, basierend auf der verfügbaren Geologischen Karte im Maßstab 1:50.000 (oben links) und dem radiometrischen Parameter Kalium (oben rechts), und deren Plausibilisierung mittels Geländebefunden in den Teilbereichen A und B. Erläuterung der Substratklassen: 1: skelettgestützt, +/- Matrixfrei; 2: skelettgestützt, schluffige Matrix; 3: skelettgestützt, schluffiger Sand; 4: matrixgestützt, sandiger Schluff; 5: matrixgestützt, Schluff – toniger Schluff; 6: matrixgestützt, schluffiger Ton – Ton. Darstellungsbasisdaten: Situation der ÖK50, © BEV.

Ergebnisse und deren Vergleich

Substrat-Konzeptkarten

Ein Vergleich der Substrat-Konzeptkarten, welche mittels der verfügbaren Geologischen Karten im Maßstab 1:50.000 und der interpolierten radiometrischen Messparameter Kalium und Thorium erzielt wurden, hat ergeben, dass mittels der radiometrischen Parameter kleinräumige Heterogenitäten der Lockergesteinsauflage wesentlich realistischer erfasst werden können. So kann beispielsweise die räumlich variabel beschaffene Lockergesteinsauflage, welche partiell durch größeren parautochthonen Sturzschnitt der hangaufwärts liegenden karbonatischen Felsschrofen geprägt oder durchsetzt ist, besser erfasst werden (vgl. Abb. 2, unten links). Ebenso können allochthone Lockergesteinskörper gut identifiziert und räumlich abgegrenzt werden, wenn diese im Vergleich zu den (par) autochthon Lockergesteinen durch eine signifikante Materialanomalie gekennzeichnet sind. Voraussetzung hierfür ist, dass die Materialanomalie Relevanz für die radiometrischen Parameter hat. Jedenfalls lassen sich im

Untersuchungsgebiet die oberflächennahen Moränenbereiche vielerorts gut räumlich abgrenzen, da diese zahlreiche allochthone glimmerreiche Sandsteingeschiebe enthalten (vgl. Abb. 2, unten rechts), was sich auch in deutlich erhöhten Thoriumgehalten äußert.

Modellierte Prozessdispositionskarten

Ein Vergleich der Prozessdispositionskarten (vgl. Abb. 3) mittels verschiedener gebietsintegraler Validierungsmethoden (ÖROK 2015, Tilch et al. 2011) hat ergeben, dass alle drei geologischen Grunddispositionskarten, basierend auf der Geologischen Karte, den radiometrischen Parametern Kalium und Thorium, zu ähnlichen sehr guten Validierungsergebnissen (z.B. Erkenntnisrate und Prediction rate um 80%) führen.

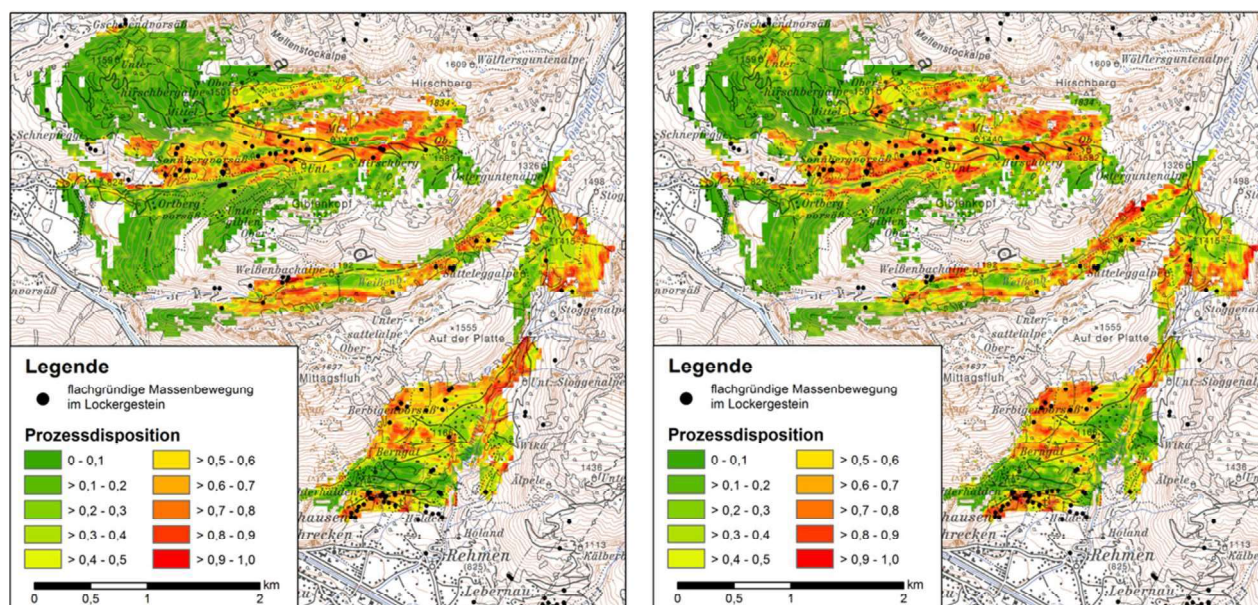


Abbildung 3: Mittels logistischer Regression modellierte Dispositionskarten für flächgründige gravitative Massenbewegungen im Lockergestein: Basierend auf der verfügbaren Geologischen Karte im Maßstab 1:50.000 (links) und auf den radiometrischen Parameter Kalium (rechts). Darstellungsbasisdaten: Situation der ÖK50, © BEV.

Der Qualitätsunterschied der Prozessdispositionskarten offenbart sich jedoch erst bei flächendetaillierten Betrachtungsweisen. Hierfür eignet sich insbesondere die Erstellung von Ergebnisdifferenzkarten, in dem jeweils zwei der mittels unterschiedlichen geologischen Grunddispositionskarten modellierten Prozessdispositionskarten rasterbasiert substrahiert und anschließend begutachtet werden. Mittels dieser Karten zeigt sich, dass die Radiometrie-basierten geologischen Grunddispositionskarten zu wesentlich realistischeren Prozessdispositionen führen, vor allem in Bereichen parautochthoner und allochthoner Lockergesteine (vgl. Abb. 4). Hinzu kommt, dass die verfügbare Geologische Karte für den Zielmaßstab von 1:50.000 erstellt wurde und somit die GIS-Geometrien diesem Darstellungsmaßstab angepasst vorliegen. Dies führt u.a. dazu, dass Hangschutt nur allgemein, ohne weitere lithologische Differenzierung, Talsedimente in schmalen Talkerben auch an Unterhängen sowie partiell vorkommender Moränenstreu als ein großer Moränenbereich ausgewiesen werden.

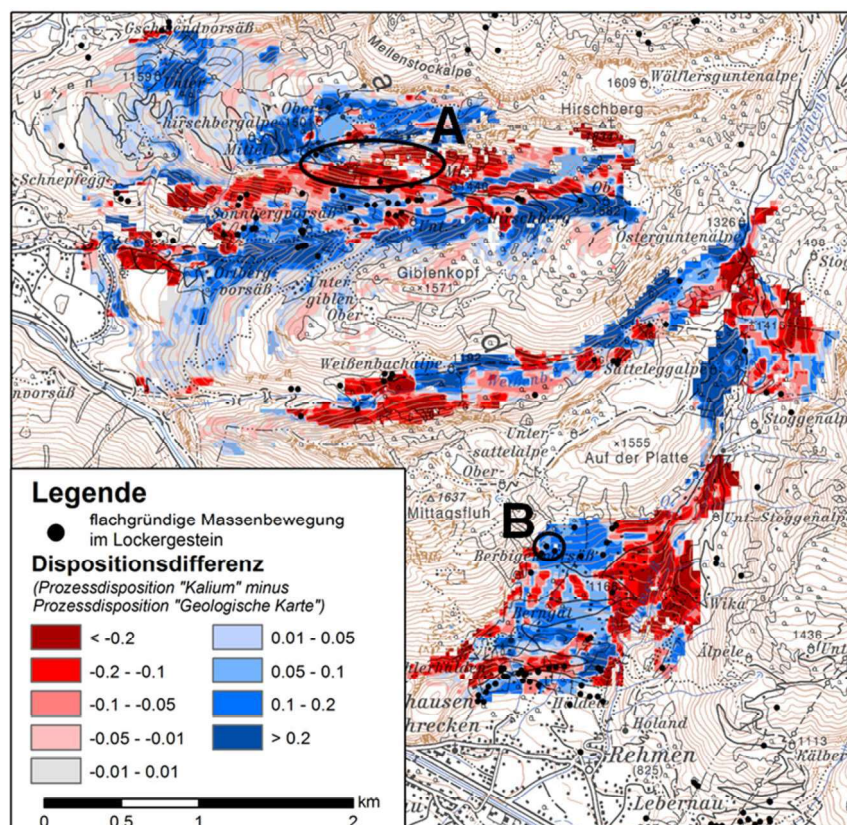


Abbildung 4: Ergebnisvergleich per rasterbasierter Differenzenkarten jener Prozessdisposition (PD)-Karten, welche mit den geologischen Grunddispositionskarten „Kalium“ und „Geologische Karte“ erzielt wurden. Die dargestellte Prozessdispositions-differenz wurde wie folgt berechnet: „Prozessdisposition Kalium“ minus „Prozessdisposition „Geologische Karte“ (positive Werte: „PD Kalium“ > „PD Geologische Karte“; negative Werte: „PD Kalium“ < „PD „Geologische Karte“). Darstellungsbasisdaten: Situation der ÖK50, © BEV.

Schlussfolgerungen und weitere Vorgehensweise

Im Rahmen dieser Studie in einem hubschrauber-geophysikalischen Messgebiet im Bregenzerwald konnte gezeigt werden, dass aerogeophysikalische Radiometriedaten ein sehr großes Potential haben realistischere, und somit hochwertigere Substrat-Konzeptkarten und modellierte Prozessdispositionskarten zu erzielen, als dies mittels Geologischer Karten der Fall ist. So deuten flächendetaillierte bzw. rasterbasierte Ergebnisvergleiche darauf hin, dass das Verbesserungspotential insbesondere in Bereichen parautochthoner und allochthoner Lockergesteine groß ist. Hierbei handelt es sich um Lockergesteinsbereiche, die nur mit großen Unsicherheiten und mit entsprechend hohem Aufwand – vor allem in größeren Gebieten - per Feldkartierung erfasst werden können.

In weiterer Folge sollen vergleichbare Untersuchungen auch in anderen Messgebieten durchgeführt werden, um das Eignungspotential aerogeophysikalischer Radiometriedaten für Modellierungen von eher realistischen Prozessdispositionskarten landschaftsübergreifend zu überprüfen.

Über dieses zielorientierte Anwendungsgebiet hinaus sollen die aerogeophysikalischen Radiometriedaten auch für andere Fragestellungen und hinsichtlich ihrer Eignungspotentiale untersucht werden. So werden beispielsweise auch für flächendifferenzierende und gebietsintegrale hydro(geo)logische und rohstoffgeologische (Baurohstoffe) Fragestellungen häufig möglichst flächendeckende und –detaillierte Lockergesteinsdaten benötigt.

Literatur

Kanonier, J., Gasser, M., Sivetz, R., Pfefferkorn, A., Mätzler, A. (2006): Das Starkregen- und Hochwasserereignis des August 2005 in Vorarlberg.- Bericht des Amtes der Vorarlberger Landesregierung: 58 Seiten, Feldkirch.

[<http://www.vorarlberg.at/pdf/naturereignisdokumentatio.pdf>]

Markart, G., Perzl, F., Kohl, B., Luzian, R., Kleemayr, K., Ess, B., Mayerl, J. (2007): 22. Und 23. August 2005 – Analyse von Hochwasser- und Rutschungsereignissen in ausgewählten Gebieten Vorarlbergs.- BFW-Dokumentation, Schriftenreihe des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft, 5/2007: 48 Seiten, Wien/Innsbruck.

[http://bfw.ac.at/030/pdf/bfw-dok_5.pdf]

Moser, M. (2010): Geofast – Provisorische Geologische Karte 1:50.000 nach einem Manuskript von W. Zacher – 112 Bezau: Stand 2008, Ausgabe 2010/10, Geol. B.-A., Wien.

ÖROK (Österreichische Raumordnungskonferenz) (Hrsg.) (2015): Risikomanagement für gravitative Naturgefahren in der Raumplanung; Wien.(= ÖROK-Schriftenreihe Nr. 193).

Tilch, N. (2014): Identifizierung gravitativer Massenbewegungen mittels multitemporaler Luftbildauswertung in Vorarlberg und angrenzender Gebiete.- Jb. Geol. B.-A., 154 (1-4): 21-39, Wien.

[https://opac.geologie.ac.at/wwwopacx/wwwopac.ashx?command=getcontent&server=images&value=JB1541_021_A.pdf]

Tilch, N., Schwarz, L., Hagen, K., Aust, G., Fromm, R., Herzberger, E., Klebinder, K., Perzl, F., Proske, H., Bauer, Ch., Kornberger, B., Kleb, U., Pistotnik, G., Haiden, T. (2011): Modelling of Landslide Susceptibility and affected Areas – Process-specific Validation of Databases, Methods and Results for the Communities of Gasen and Haslau (AdaptSlide).- Endbericht des Projektes ADAPTSIDE im Rahmen des EU-Projektes ADAPTALP, 305 S. (20 S. Beilagen/Anhang), Wien, Graz, Innsbruck.

[http://bfw.ac.at/050/pdf/ASlide_Endbericht_fin_201110119.pdf]