

## **Gefahrenprävention – aus Katastrophen für die Zukunft lernen und Planungsgrundlagen schaffen**

NILS TILCH<sup>1</sup>, LEONHARD SCHWARZ<sup>1</sup>, ARBEN KOÇIU<sup>1</sup>, HERWIG PROSKE<sup>2</sup>, CHRISTIAN BAUER<sup>2</sup>,  
KARL HAGEN<sup>3</sup>, KLAUS KLEBINDER<sup>4</sup>, ERICH LANG<sup>3</sup>, PETER ANDRECS<sup>3</sup>, FRANZ SCHMID<sup>5</sup>,  
REINHARD RIBITSCH<sup>6</sup>, SIEGFRIED HERMANN<sup>7</sup>, JÜRGEN LOIZENBAUER<sup>8</sup> & GEORG PISTOTNIK<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien, Österreich. nils.tilch@geologie.ac.at; leonhard.schwarz@geologie.ac.at; arben.kociu@geologie.ac.at

<sup>2</sup> Joanneum Research, Steyrergasse 17, 8010 Graz, Österreich. herwig.proske@joanneum.at; christian.bauer@joanneum.at

<sup>3</sup> Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), Institut für Naturgefahren, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich. karl.hagen@bfw.gv.at; erich.lang@bfw.gv.at; peter.andreacs@bfw.gv.at

<sup>4</sup> Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), Rennweg 1, 6020 Innsbruck. klaus.klebinder@uibk.ac.at

<sup>5</sup> Abteilung Schutzwasserwirtschaft, Sektion IV – Wasserwirtschaft, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Stubenring 1, 1010 Wien, Österreich. franz.schmid@bmlfuw.gv.at

<sup>6</sup> Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Steiermark Ost, Ziegelofenweg 24, 8600 Bruck/Mur, Österreich. reinhard.ribitsch@die-wildbach.at

<sup>7</sup> Geolith Consult, Limberg 1, Schloss Limberg, 8541 Schwanberg, Österreich. s.hermann@geolith.at

<sup>8</sup> Geolith Consult, Walter-Goldschmidt-Gasse 35/5, 8042 Graz, Österreich. j.loizenbauer@geolith.at

<sup>9</sup> Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Hohe Warte 38, 1190 Wien, Österreich. georg.pistotnik@zamg.ac.at

### **Einleitung**

Im August 2005 verursachten Niederschläge im Westen und Südosten Österreichs schwere Schäden. Diese resultierten in der Oststeiermark weniger aus Gerinneprozessen (Hochwasser, Murgänge), sondern vorwiegend aus gerinnefernen gravitativen Massenbewegungen (Rutschungen und Hangmuren).

So ereigneten sich innerhalb weniger Tage allein im Bereich der oststeirischen Gemeinden Gasen und Haslau (Bezirk Weiz) auf einer Gebietsfläche von etwa 60 km<sup>2</sup> (Abb. 1) mehr als 780 gravitative Massenbewegungen (TILCH et al., 2009; HABERSACK et al., 2009).

Die Dörfer und das Straßennetz wurden vielerorts verwüstet, sodass etliche Bewohner evakuiert werden mussten bzw. tagelang von der Außenwelt abgeschnitten waren. Über reine Sachschäden hinaus kam es in der Ortschaft Gasen zu einem tragischen Ereignis (Abb. 2):

In der Nacht vom 20. auf den 21. August 2005 ereignete sich oberhalb eines Hauses eine Hangrutschung, deren Rutschmasse aufgrund des hohen Wassergehaltes als Hangmure mit hoher Geschwindigkeit abfloss. Dadurch wurde ein am Hangfuß liegendes Haus fast vollständig zerstört. Dieses Ereignis forderte zwei Menschenleben.

Die Schäden aufgrund spontan abgehender Hangmuren sind oft sehr groß. Dies ist vornehmlich in der beschleunigten Materialumlagerung an steilen Hängen, der daraus resultierenden großen Prozessreichweite und dem hohen Druckimpuls selbst kleiner Volumina begründet. Gefahren innerhalb des Siedlungsraumes und der raumplanungsrelevanten Bereiche hatten somit vielerorts ihre Ursache in relativ weit entfernt entstandenen gravitativen Massenbewegungen. Deshalb sind solche Prozesse für eine realistische Gefahreinschätzung und zur Ausweisung von Gefahrenzonen für raumplanerische Zwecke von großer Bedeutung.

### **Ereignisdokumentation und Auswertung**

Bereits kurz nach den Ereignissen im August 2005 wurden seitens mehrerer Institutionen unterschiedlicher Fachdisziplinen (Geologische Bundesanstalt (GBA), Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), Firma Geolith Consult, Wildbach- und Lawinenverbauung, Landesregierung Steiermark) eine Vielzahl von Indizien und Informationen zu den aktuellen gravitativen Massenbewegungen per Felderkundung zusammengetragen.

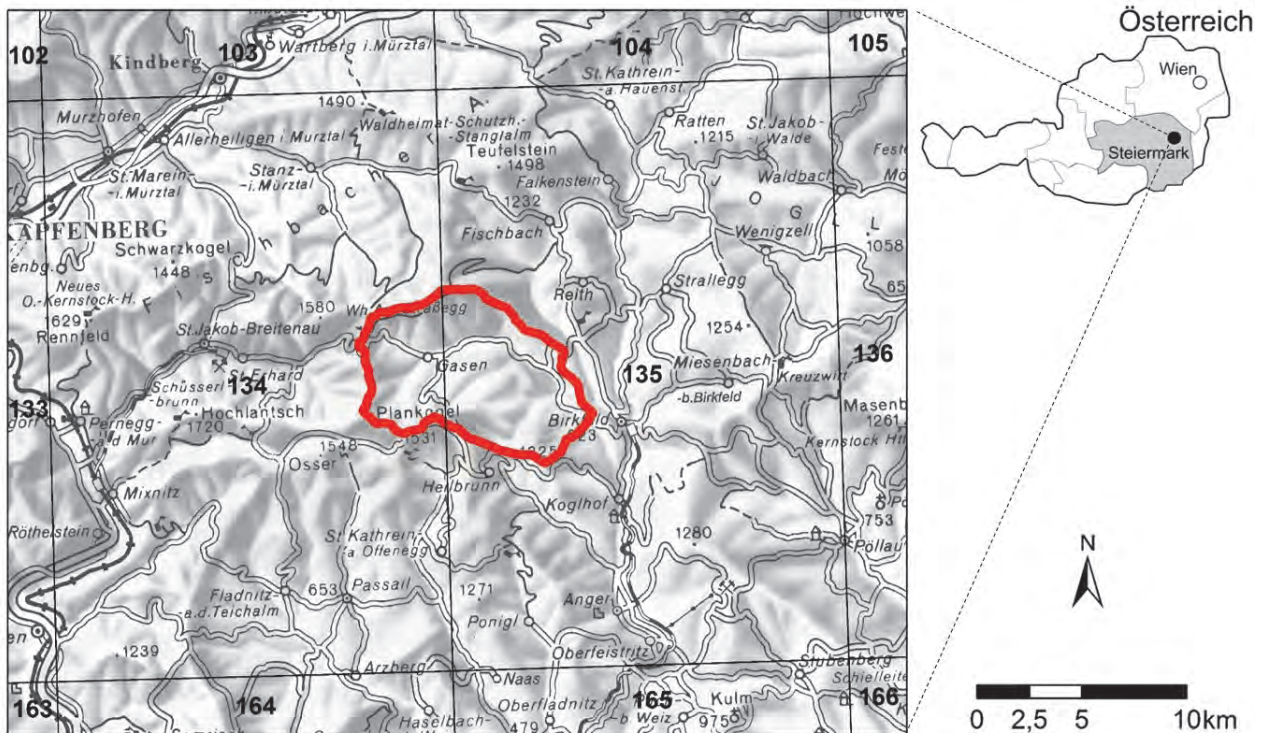


Abb. 1: Lage des Katastrophengebietes Gasen-Haslau im Bereich der Fischbacher Alpen (Darstellungsgrundlage: DHM, Situation, © BEV) im Blattschnittbereich der ÖK50 Blatt 134 Passail und Blatt 135 Birkfeld.

Zusätzlich wurden später seitens der Geologischen Bundesanstalt auch Archivrecherchen durchgeführt und seitens des Joanneum Research Luftbilder aktuellen (September 2005) und älteren Datums (1996, 2003) ausgewertet (TILCH et al., 2011a). Informationen zu älteren gravitativen Massenbewegungen sind deshalb sehr wichtig, da so ein ereignisunabhängiges, objektiviertes Gesamtbild (z.B. unterschiedliche Niederschlagsverteilung und zeitlich variable Gebietsvorfeuchte der Einzelereignisse) hinsichtlich der Verteilung der Prozesse, der signifikanten Prozesstypen und der besonders prozessdisponierenden Standortfaktoren entsteht. Sämtliche Informationen wurden mittels Geographischem Informationssystem (GIS) digital aufbereitet, kompiliert und zu Karten für unterschiedliche Zielsetzungen (Gefahrenprävention, raumplanerische Zwecke) verarbeitet (Abb. 3, 4; TILCH & KOÇIU, 2007; HABERSACK et al., 2009; TILCH et al., 2009).



Abb. 2: Ein durch eine Hangmure zerstörtes Haus in der Gemeinde Gasen. Zwei Menschen kamen durch diese gravitative Massenbewegung ums Leben (Fotoquelle: A. Koçiu, GBA).

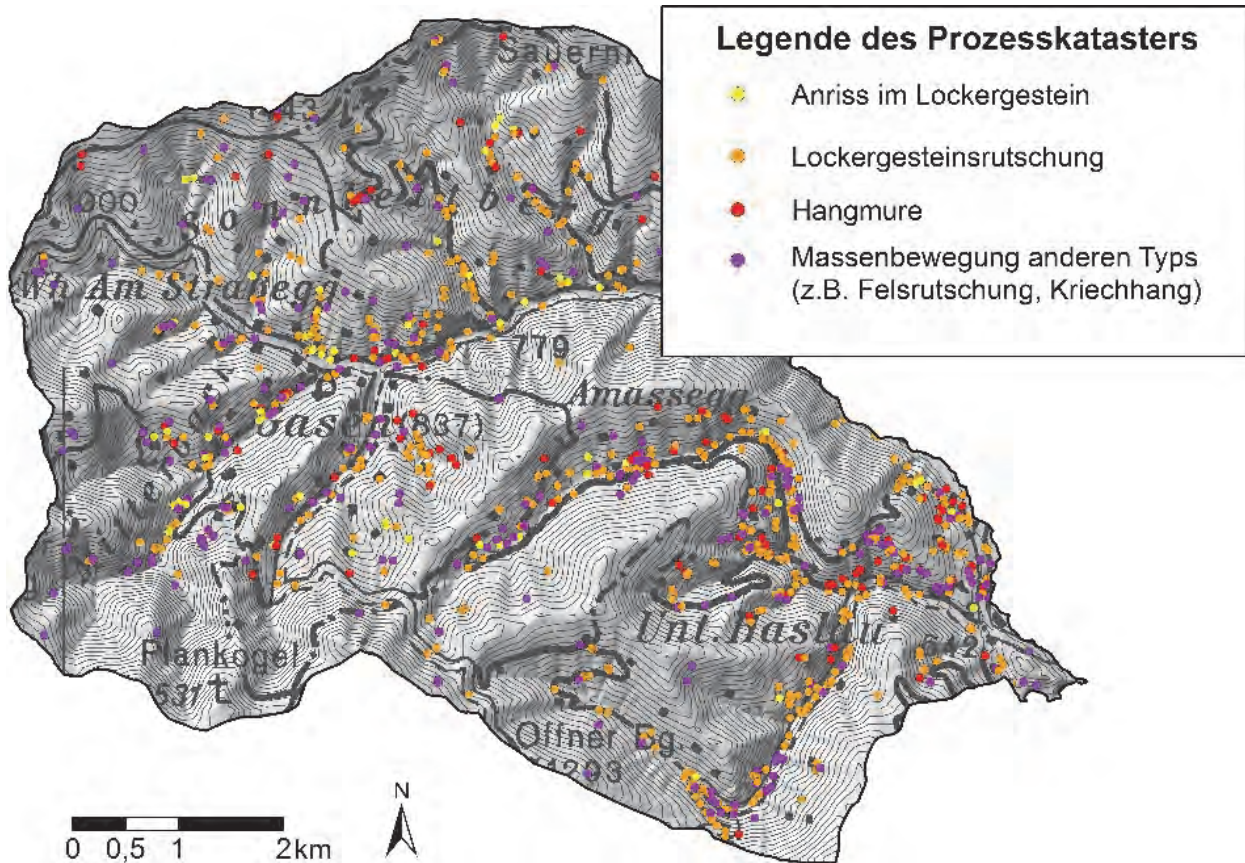


Abb. 3: Digitaler Prozesskataster, welcher durch digitale Aufbereitung von Gelände- und Archivdaten verschiedener Institutionen sowie Datenkompilation erzeugt wurde (Darstellungsgrundlagen: DHM, Situation © BEV).

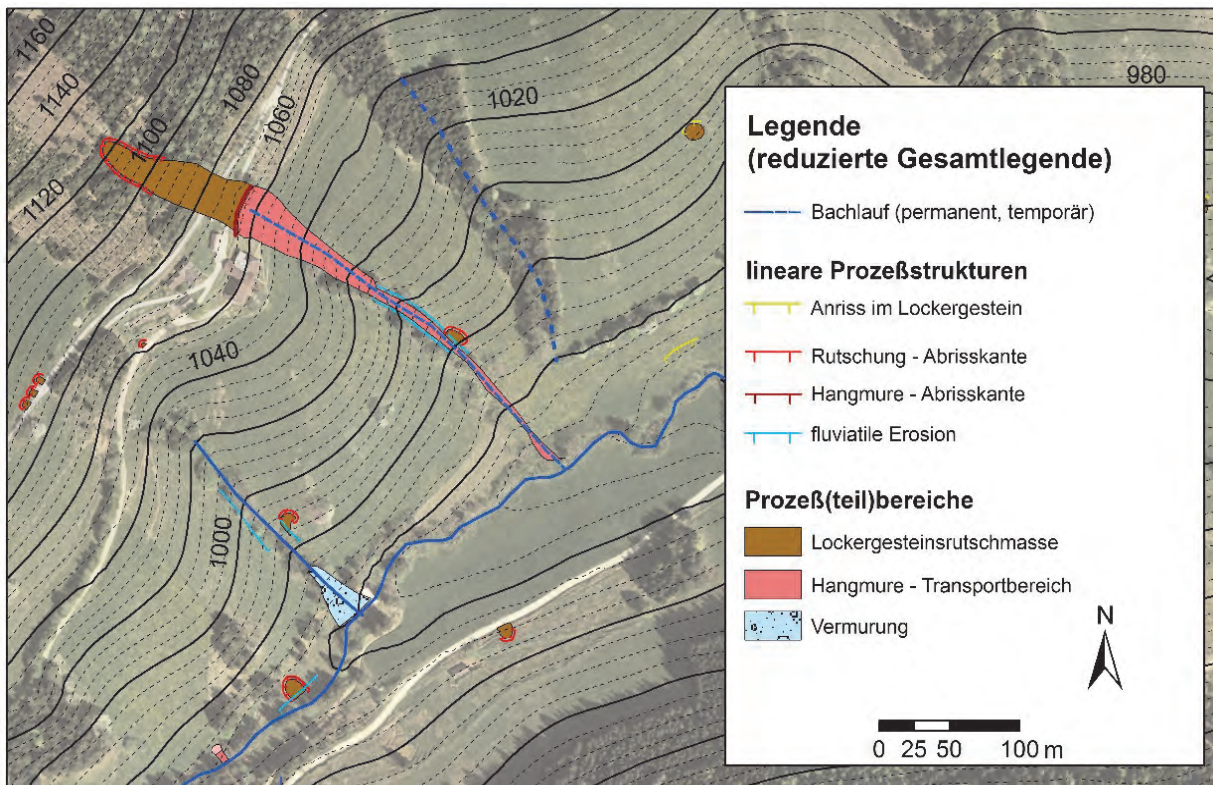


Abb. 4: Digitale Karte der Prozess(teil)räume, welche durch digitale Aufbereitung von Gelände- und Archivdaten verschiedener Institutionen sowie Datenkompilation erzeugt wurde (Darstellungsgrundlagen: DHM, © BEV; Luftbild: GIS Steiermark).

### **Erstellung von Planungsgrundlagen und fragestellungsorientierten Karten**

Für eine Abschätzung der durch gravitative Massenbewegungen gefährdeten Bereiche müssen generell auch jene Hangabschnitte beurteilt werden, die bisher (vermeintlich) stabil waren, von denen aber zukünftig, unter anderen Rahmenbedingungen, eine Gefahr ausgehen könnte.

Deshalb wurden, unter Einbeziehung der erstellten digitalen Prozesskarten und Prozesskataster, detaillierte Kartierungen in den für die raumplanungsrelevanten Gebiete bedeutsamen Hangbereichen durchgeführt. Dies erfolgte vor allem per Expertenwissen anhand räumlicher Analogieschlüsse durch die Firma Geolith Consult. Dabei wurde von den signifikanten Standortmerkmalen bisher instabiler Hangbereiche auf die relative Instabilität bisher vermeintlich stabiler Hangbereiche geschlossen. Das Ergebnis ist eine **partielle Detailkarte der gefahrenrelevanten Prozessbereiche**.

Die gesamthaft erzielten Ergebnisse wurden bereits in der Revision des Gefahrenzonenplanes in Form brauner Hinweisbereiche berücksichtigt. Für die zuständige Baubehörde erster Instanz (Bürgermeister) erfolgte eine zusätzliche Untergliederung in braun-rote und braun-gelbe Hinweisbereiche:

- **braun-rot:** Es ist mit einem erheblichen Untersuchungs- und/oder Stabilisierungsaufwand zu rechnen. Es wird von einer Neubebauung abgeraten.
- **braun-gelb:** Es ist mit einem vertretbaren Untersuchungs- und/oder Stabilisierungsaufwand zu rechnen. Damit lässt sich die Siedlungsentwicklung in weniger gefährdete Bereiche lenken.

In weiterer Folge wurden statistische Methoden (Neuronale Netze, Logistische Regression) und eine heuristische, rein expertenbasierte Methode (RUDI<sup>HM</sup>) eingesetzt, mittels derer **gebietsweite, flächendetaillierte Karten mit Informationen zur räumlichen Variabilität der Gebietsveranlagung für gravitative Massenbewegungen im Lockergestein** (= Prozessdispositionskarten) erzielt wurden (Abb. 5; TILCH et al., 2011a, c).

Für die statistischen Modellierungen wurden einerseits die gemeinsam erzielten Prozessdaten hoher Qualität als Modelltrainings- und Validierungsdaten benötigt. Andererseits wurden Parameterkarten verwendet, mittels derer die räumliche Variabilität verschiedener prozessrelevanter Standortfaktoren möglichst realistisch beschrieben wird. Zwecks Plausibilisierung dieser Parameterkarten wurden im Gelände gewonnene Informationen herangezogen.

Aufgrund der hervorragenden Datenlage wurden recht verlässliche und realistische Modellierungsergebnisse erzielt, so dass auch die Voraussetzungen hinsichtlich der Modellierung von Szenarien äußerst günstig waren, wie z.B.

- gebietsweite Rodung/Aufforstung des Waldes sowie
- gebietsweiter minimaler/maximaler Ereignisniederschlag innerhalb des Untersuchungsgebietes.

Basierend auf diesen Szenario-bezogenen Ergebnissen war es möglich, Antworten auf konkrete, im Kontext zur Gefahrenprävention stehende Fragen der Raumplanung und Forstwirtschaft zu geben (TILCH & SCHWARZ, 2011; TILCH et al., 2011b).

Weiterführende Untersuchungen seitens der GBA haben gezeigt, dass zunehmend unvollständige Prozesskataster die Unsicherheit der modellierten Prozessdispositionskarten deutlich erhöhen bzw. deren Güte deutlich verringern (Abb. 6; TILCH et al., 2011d; ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ, 2015). Deshalb sind möglichst vollständige Prozesskataster unerlässlich, wenn zuverlässige und realitätsnahe Planungsgrundlagen erzielt werden sollen. Insbesondere im Fall flachgründiger Lockergesteinsrutschungen und Hangmuren, die sehr zahlreich im August 2005 in Gasen und Haslau entstanden sind und beträchtliche Schäden verursacht hatten, ist von einer nur kurzzeitig sichtbaren/kartierbaren Prozessphänomenologie auszugehen. Deshalb ist eine rasche Prozesskartierung und Dokumentation unerlässlich, was Dank der raschen institutsübergreifenden Kartierung möglich war.

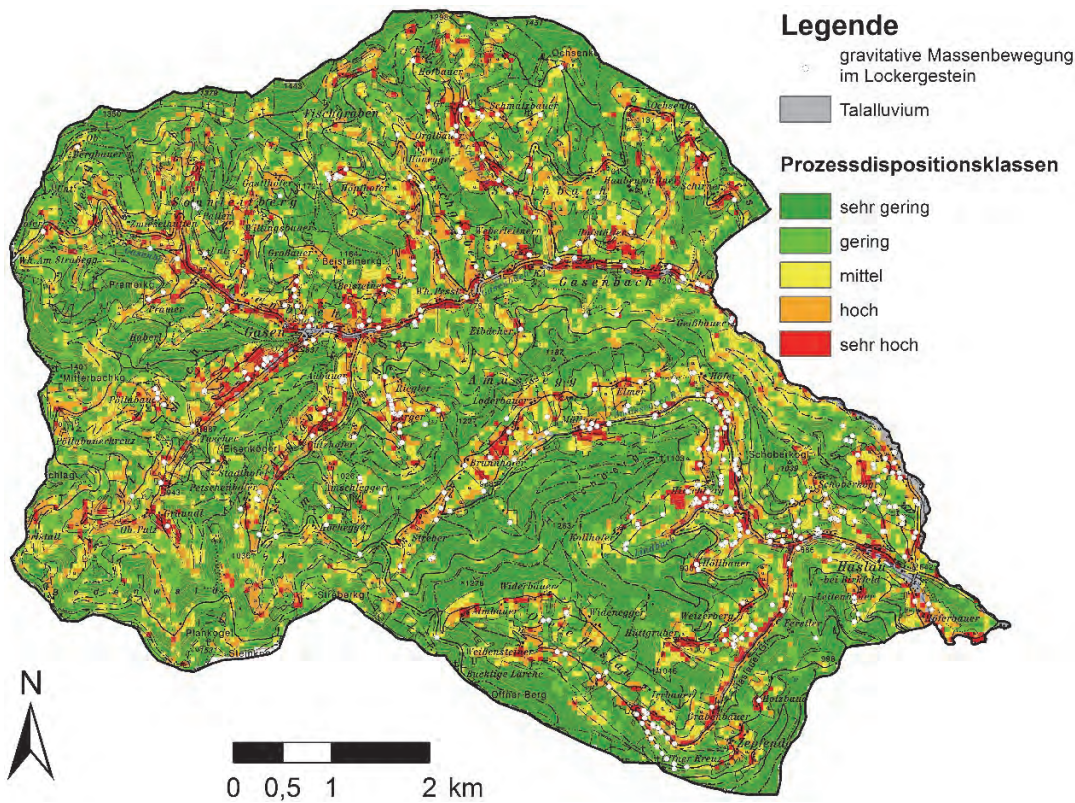
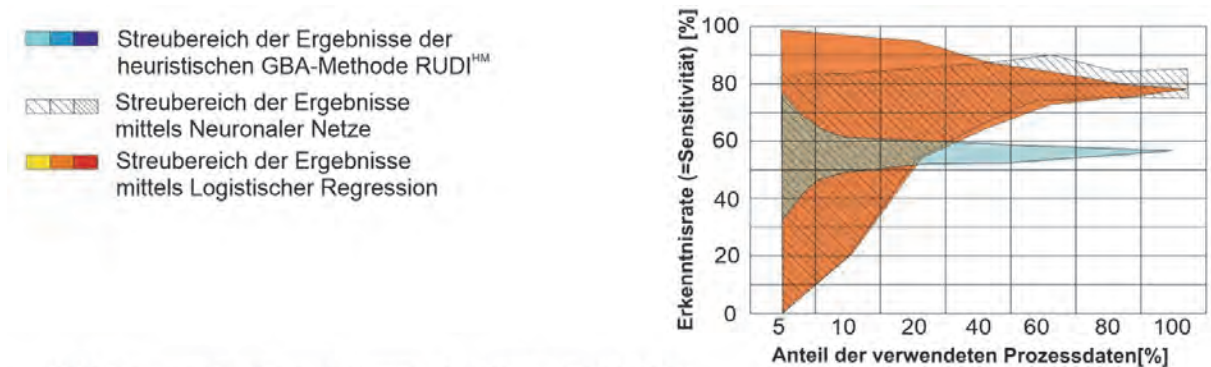


Abb. 5: Mittels Neuronaler Netze erzielte Prozessdispositions-karte für spontane Massenbewegungen im Lockergestein (Lockergesteinsrutschungen, Hangmuren; Darstellungsgrundlage: Situation, © BEV).



**Validierung nach CHUNG & FABBRI (2003):**

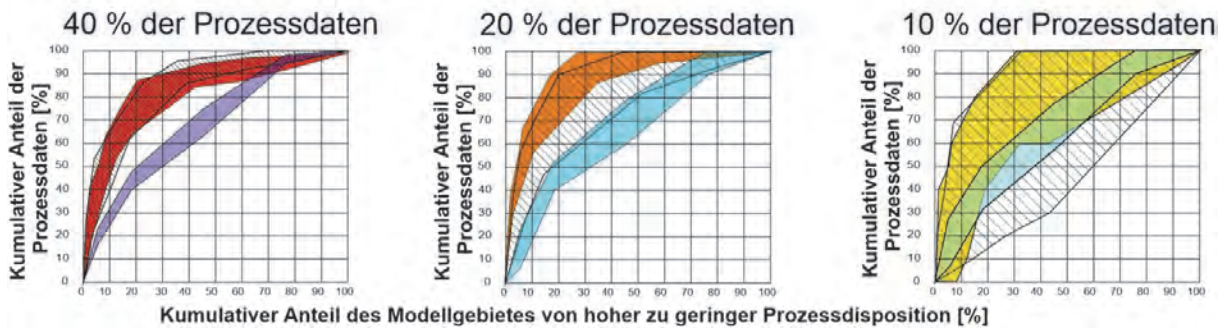


Abb. 6: Streuung der Validierungsergebnisse für Prozessdispositions-karten, die unter der Verwendung unterschiedlich reduzierter Prozessdaten-mengen mittels unterschiedlicher Methoden (heuristische Methode, Neuronale Netze, Logistische Regression) für die Region Gasen-Haslau erzeugt werden. Die Streuung/Unsicherheit der Validierungsmaße nimmt insbesondere im Fall der Verwendung von statistischen Methoden bei zunehmender Reduktion der Prozessdatenmenge zu (Abbildung aus TILCH et al., 2011d).

## Hinweis

Im Rahmen des Vortrages wird vornehmlich auf die im August 2005 im Katastrophengebiet Gasen-Haslau erfolgten gravitativen Massenbewegungen und signifikante, prozessdisponierende Standortfaktoren eingegangen, die von verschiedenen Institutionen kartiert wurden. Im Gegensatz dazu wird im Rahmen eines Posters mit gleichlautendem Titel der gesamte wissenschaftliche Bearbeitungsgang bis hin zu den erzielten Planungsgrundlagen präsentiert.

## Literatur

- CHUNG, C.F. & FABBRI, A.G. (2003): Validation of spatial prediction models for landslide hazard mapping. – *Natural Hazards*, **30**, 451–472, Dordrecht.
- HABERSACK, H., BÜRCEL, J. & KANONIER, A. (2009): Vertiefung und Vernetzung zukunftsweisender Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwassermanagement. – *FloodRisk II – Synthesebericht*, 259 S., Wien.  
<http://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/verkehr/schifffahrt/downloads/floodrisk.pdf> (abgefragt am 13.08.2015)
- ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ (Hrsg.) (2015): Risikomanagement für gravitative Naturgefahren in der Raumplanung. – Wien. (= ÖROK-Schriftenreihe 193).
- TILCH, N. & KOÇIU, A. (2007): Abschätzung der Risikodisposition für Rutschungen und Hangbewegungen am Beispiel Gasen/Haslau (Stmk). – *Projektbericht*, 86 S., Geol. B.-A., Wien.
- TILCH, N. & SCHWARZ, L. (2011): Erzeugung allgemein verständlicher und anwendungsorientierter Dispositionskarten für spontane gravitative Massenbewegungen im Lockergestein – am Beispiel der Region Gasen-Haslau (Steiermark). – *Unveröffentlichter Bericht*, 59 S., Geol. B.-A., Wien.
- TILCH, N., KOÇIU, A., RIBITSCH, R., SCHMID, F., PROSKE, H., ANDRECS, P., HAGEN, K., LANG, E., HERMANN, S. & LOIZENBAUER, J. (2009): Abschätzung der Risikodisposition für Rutschungen und Hangbewegungen am Beispiel Gasen/Haslau (Stmk). – *FloodRisk II – Vertiefung und Vernetzung zukunftsweisender Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwassermanagement*. – *Poster zur Ergebnispräsentationsveranstaltung 29./30.06.2009*, Wien.
- TILCH, N., SCHWARZ, L., HAGEN, K., AUST, G., FROMM, R., HERZBERGER, E., KLEBINDER, K., PERZL, F., PROSKE, H., BAUER, C., KORNBERGER, B., KLEB, U., PISTOTNIK, G. & HAIDEN, T. (2011a): 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](http://bfw.ac.at/050/pdf/ASlide_Endbericht_fin_201110119.pdf) (abgefragt am 13.08.2015)
- TILCH, N., SCHWARZ, L., PROSKE, H. & BAUER, C. (2011b): Nutzungsorientierte (raumplanungsrelevante?) Prozessdispositionskarten. – *Vortrag im Rahmen des Workshops „Simulation der Rutschungen von 2005 – Kommunikation Forschung-Praxis-Betroffene“* am 23.05.2011 in Gasen.
- TILCH, N., SCHWARZ, L., PROSKE, H., BAUER, C., HAGEN, K., KLEBINDER, K., PISTOTNIK, G., SCHMID, F., RIBITSCH, R. (2011c): Generating useable process-oriented susceptibility-maps regarding to spontaneous gravitational mass movements as an objective basis for planning on local scale - which are the best methods and which data do we need?. – *Poster im Rahmen der internationalen Abschlusskonferenz des EU-Projektes ADAPTALP* am 06.07.2011 in München – *Klimawandel und Naturgefahren im Alpenraum – Forschungsergebnisse und Anpassungsstrategien für die Praxis*.
- TILCH, N., SCHWARZ, L. & WINKLER, E. (2011d): Einfluss der Prozessdatenqualität auf die mittels Neuronaler Netze, Logistischer Regression und heuristischer GBA-Methode erstellten Dispositionskarten hinsichtlich spontaner gravitativer Massenbewegungen im Lockergestein und die Ergebnisvalidierung. – *Poster im Rahmen des Geoforums Umhausen*, 20./21.10.2011, Niederthai.  
[https://www.geologie.ac.at/fileadmin/user\\_upload/dokumente/pdf/poster/poster\\_2011\\_geoforum\\_umhausen\\_tilch\\_et\\_al\\_01.pdf](https://www.geologie.ac.at/fileadmin/user_upload/dokumente/pdf/poster/poster_2011_geoforum_umhausen_tilch_et_al_01.pdf) (abgefragt am 21.06.2016)