

Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz  
Journal of Torrent, Avalanche, Landslide and Rock Fall Engineering

# Gefahrenzonen- planung

verein der diplomingenieure  
der wildbach und lawinenverbauung  
österreichs

ISBN: 978-3-9504159-8-8

83. Jahrgang, Dezember 2019, Heft Nr. 184

# Wildbach- und Lawinenverbau

Impressum:

Herausgeber:

Verein der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung  
Österreichs, A-6900 Bregenz

Schriftleiter:

HR DI Siegfried Sauer Moser

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol,  
Wilhelm-Greil-Straße 9, 6020 Innsbruck; +43 512 584288-60, +43 6641456506;  
schriftleitung@die-wildbach.at; s.sauerm.sz@aon.at

Redaktion: Dipl.-Geogr. Susanne Mehlhorn, Dipl.-Ing. Claudia Sauer Moser

Layout & graphische Gestaltung: Studio Kopfsache – Kommunikation & Design, A-5310 Mondsee

Druck & Versand: Friedrich Druck und Medien GmbH, A-4020 Linz

Titelbild: Auszug aus dem Franzisziätschen Kataster für die Gemeinde Galtür

**verein der diplomingenieure**  
der wildbach und lawinenverbauung  
österreichs

ISBN: 978-3-9504159-8-8

83. Jahrgang, Dezember 2019, Heft Nr. 184

## Inhalt Heft 184

AS332 Super Puma



Bell 412



Bell 212HP



Ecureuil H 125/AS350B3e



# SUPER PUMA

TRAGKRAFT  
4,2 TONNEN



**Heli Austria**

[www.heli-austria.at](http://www.heli-austria.at)

**Heli Austria GmbH**

A-5600 St. Johann im Pongau, Heliport  
Tel. +43 (0)6462-4200 • fly@heli-austria.at



**Heli Tirol**

[www.heli-tirol.at](http://www.heli-tirol.at)

**Heli Tirol GmbH**

A-6462 Karres, Tiroler Bundesstraße 1  
Tel. +43 (0)5412-61421 • fly@heli-tirol.at

Editorial

Seite 12

Andreas Pichler:  
**Gefahrenzonenplanung der Wildbach- und Lawinenverbauung:  
Dem Risiko ein Schnippchen schlagen?**

Seite 14

Franz Schmid:  
**Gefahrenzonenplanungen gemäß § 42a WRG 1959**

Seite 16

Arthur Schindelegger, Arthur Kanonier:  
**Die Bedeutung der Gefahrenzonenplanung für die Raumplanung**

Seite 24

Ernst Schöpf:  
**Bedeutung der Gefahrenzonenplanung für die Gemeinden**

Seite 34

Siegfried Sauer Moser:  
**Die Lawinengefahrenkarte im Ersten Weltkrieg**

Seite 38

Pierpaolo Macconi, Daniel Costantini, Natascha Maria Gruber, Kathrin Lang:  
**Ein Erfahrungsbericht: 12 Jahre Gefahrenzonenplanung in Südtirol**

Seite 48

Hans Kienholz:  
**Gefahrenkarten in der Schweiz – Entwicklung und Umsetzung**

Seite 62

Stefan Margreth:  
**Lawinengefahrenkarten in der Schweiz**

Seite 80

HAUPTBEITRÄGE zum Schwerpunktthema



## StarTec, die Mehrbereichsschalung

# Sicher schalen. Sicher bauen.

Mit Teamwork am Scheitererbach sorgen wir gemeinsam für eine sichere Zukunft: MEVA Schalungs-Systeme. Alzner Baumaschinen. Wildbach- und Lawinenverbau, GBL Pinzgau.

Wir danken allen Beteiligten für Ihren Einsatz und die hervorragende Zusammenarbeit.



MEVA Schalungs-Systeme Ges. mbH  
Tel. +43 2252 209000  
www.meva.net

Alzner Baumaschinen G.m.b.H.  
Tel. +43 6219 8065  
www.alzner.at

## Inhalt Heft 184

HAUPTBEITRÄGE zum Schwerpunktthema

Odd Are Jensen, Ulrik Domaas:  
**Hazard Zoning in Norway**

Seite 94

Harpa Grímsdóttir, Tómas Jóhannesson, Magni Hreinn Jónsson:  
**Avalanche hazard mapping in Iceland – Background, criteria, methods**

Seite 104

Christian Tollinger, Patrick Siegele, Matthias Granig:  
**Gefahrenzonenplanung – Stand der Technik bei der Abgrenzung von Lawinen**

Seite 110

Markus Moser, Michael Botthof, Gerhard Holzinger, Gerald Jäger, Stefan Janu, Johannes Kammerlander, Susanne Mehlhorn, Christian Pürstinger, Patrick Stolz:  
**Berechnung vs. Einschätzung – Instrumente zur Gefahrenbeurteilung in Wildbächen**

Seite 122

Johann Thomas Sausgruber:  
**Risiko Governance bei gravitativen Naturgefahren – ein Abriss zu Österreichs Status Quo**

Seite 136

Andreas Reiterer, Margarete Wöhrer-Alge:  
**Die konsequente Ausweisung der braunen Hinweisbereiche (Rutschung und Steinschlag) durch die Wildbach- und Lawinenverbauung in Vorarlberg**

Seite 150

Thomas Frandl:  
**Die Gefahrenzonenkartierung von Kleingerinnen – Spielerei oder Notwendigkeit**

Seite 154

Florian Sitter, Martin Jenni:  
**Die Reduktion der Gefahrenzonen nach erfolgter Verbauung am Beispiel der Spreubachlawine, Bezirk Bludenz**

Seite 162

Thomas Frandl:  
**Die Bürgerbeteiligung im Zuge der Erstellung eines Gefahrenzonenplanes in Vorarlberg**

Seite 172



Das **im Jahre 1948** durch Herrn Josef Rűf sen. **gegründete Unternehmen** wird heute in der zweiten und dritten Generation durch Bruno, Christoph und Josef jun. geleitet.

Unsere höchst motivierten und bestens ausgebildeten Mitarbeiter, unterstützt durch den modernen und technisch auf neuestem Stand aufgestellten Fuhrpark, bieten Leistungen für Kunden in den gesamten Regionen Deutschland, Österreich und Schweiz an.

Unser Leistungsspektrum reicht von Tiefbau und Erdbewegung, Sprengarbeiten, Abbrucharbeiten über Rohstoffgewinnung und Transporte, Baustoffhandel, bis

hin zur Deponierung von Bodenaushubmaterial.

Wir werden zum Partner für Ihr individuelles Projekt, von der Planung bis zur Ausführung unserer Leistungen mit bestem und transparentem Abschluss.

Rűf steht schon seit Generationen für Qualität, Vielseitigkeit, Innovation, Dynamik und Treue!

Mehr über uns: [www.ruefbau.com](http://www.ruefbau.com)



BAU. TRANSPORT

# Inhalt Heft 184

HAUPTBEITRÄGE zum Schwerpunktthema

Christian Amberger:  
**Gefahrenzonenplanung in Ostösterreich – 400 Gemeinden, 1 Herausforderung**

Christof Seymann, Claudia Sauer Moser:  
**Umsetzung des Gefahrenzonenplans im WLK – Entwicklung und Ausblick**

Alexander Ploner, Thomas Sönser, Peter Sönser:  
**Gefahrenzonenpläne in Österreich: Fluch oder Segen? < > Fluch und Segen!**

Patrick Siegele, Christian Tollinger, Matthias Granig, Felix Oesterle:  
**Lawinereignisse Jänner 2019 in Tirol**

Anna Maria Drexel, Rosemarie Stangl:  
**Historische Lawinenschutzmauern – ein technisches und kulturelles Erbe.**

Paul Krenn, Stefanie Pessenteiner, Nicole Kamp:  
**Das Wildbachereignis von 2017 im Einzugsgebiet des Schöttlbaches (Oberwölz) – eine geomorphologische Bestandsaufnahme mittels UAV-borne Laserscanning (ULS)**

Kurzbeiträge zu anderen Themen

„Wald der aufgehenden Sonne“ in Galtür

„Aktionsprogramm Schutzwald: Neue Herausforderungen – Starke Antworten!“

Sichtbetonflächen in der Natur

Aktuelles



# AarteLink® – Quantensprung im Naturgefahrenalarm

AarteLink® – das Naturtalent. Naturgefahrenalarm für Steinschlag, Murgang, Lawine und Hochwasser.

Dank Funklösung ist AarteLink® schnell und flexibel einsetzbar und überzeugt durch die enorme Batterielebensdauer und hohe Funkreichweite.

Mehr Informationen auf [www.aartelink.ch](http://www.aartelink.ch) | [www.aartesyS.ch](http://www.aartesyS.ch)



Aktuelles

Dämpfung der Hochwasserwelle durch Filterbauwerke – Rückrechnung am Beispiel Schwarzachergraben

ÖWAV RB 305 – „Sedimentmanagement in alpinen Einzugsgebieten“

Verzeichnis der Inserenten

Seite 246

Seite 248

Seite 250



**KONRAD  
STADELMANN  
BAU GMBH & CO KG**

Mähmoos 174 • A-6952 Sibratsgfall  
T. +43 (0) 55 13 / 68 39 • F. +43 (0) 55 13 / 68 39-4

SIEGFRIED SAUERMOSE

## Editorial

### Liebe Leserin, lieber Leser!

Der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung wurde im Jahre 1884 gegründet. Vornehmliche Tätigkeit war die Planung und Ausführung von forstlich biologischen und technischen Schutzbauten. Diese Tätigkeit war damals die Hauptbeschäftigung des Forsttechnischen Dienstes. Wenngleich die Verbauungstätigkeit nach wie vor die zentrale Aufgabe der WLVB ist, haben sich doch einige wichtige Aufgaben in den letzten Jahrzehnten dazu gesellt. Eine davon ist die Gefahrenzonenplanung. Man musste in den sechziger und siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts erkennen, dass das Verbauen der Wildbäche und Lawinen alleine nicht ausreicht, wenn man andererseits eine ungezügelte Besiedlung in die Gefahrenbereiche zulässt. Dann hinkt man immer hinterher und kommt mit den Schutzmaßnahmen nicht mehr nach. Es brauchte ein Instrument, das erstens eine objektive Priorisierung der Schutzwünsche zuließ und auch verhinderte, dass sich die Besiedlung und Infrastruktur in Richtung der Gefahrenherde entwickelte. Der Gedanke der Gefahrenzonenplanung war geboren. Eine vorbeugende Kartierung von gefährdeten Bereichen und Zonen. Im Forstgesetz 1975 und der diesbezüglichen Verordnung 1976 wurde die Gefahrenzonenplanung für Wildbäche und Lawinen in Österreich eingeführt. Der Schutzwasserbau folgte mit der Wasserrechtsnovelle 2011, für geogene Gefahren gibt es noch keine bundeseinheitliche Regelung. Das mag ein Wermutstropfen sein, für die Gemeinden wäre es deutlich einfacher, einen Gefahrenzonenplan mit allen naturräumlichen Gefährdungen zu bekommen. Nichtsdestotrotz, die gesetzliche Regelung der Gefahrenzonenplanung in Österreich war ein Meilenstein im Naturgefahrenmanagement und ist heute auch als Basis für die Raumordnung nicht mehr wegzudenken. Mittlerweile bildet die Gefahrenzonenplanung – die Gefahrenpotentialerhebung – den Kernprozess im Umgang mit Naturgefahren. Wenn man das Gefahrenpotential mit allen zur Verfügung stehenden Methoden nicht sauber erhebt, sind auch die nachfolgenden Schritte wie Sachverständigentätigkeit, Verbauung etc. nicht wirklich qualitativ sauber umsetzbar.

Die Gefahrenzonenplanung wurde nicht nur in Österreich eingeführt, auch in anderen Ländern wie in der Schweiz traten ähnliche Entwicklungen auf und auch dort sind die Gefahrenzonenpläne als Basis für das weitere Naturgefahrenmanagement nicht mehr wegzudenken. Ich bedanke mich bei unseren Autoren aus vielen europäischen Ländern, die uns die Gefahrenzonenplanung in der Schweiz, in Südtirol, in Norwegen und in Island näherbringen. Wenn auch die Methoden und Regulative unterschiedlich sind, der Zweck ist immer der gleiche, es geht dabei um vorbeugenden Schutz gegen Naturgefahren, der in den dicht besiedelten Alpenregionen immer wichtiger wird.

Gefahrenzonenplanung ist ein dynamischer Prozess, mit jedem Ereignis, mit jeder Überarbeitung müssen die Pläne ein Stück besser werden. Dabei ist es wichtig auf Erfahrungen der Vorgänger aufzubauen, mit neuen Methoden der Simulationen diese zu ergänzen und nicht wegzulassen. Nur so gibt es eine stetige Qualitätsverbesserung der Gefahrenzonenpläne.

Die Gefahrenzonenplanung hat auch einen hohen Anspruch an die Öffentlichkeitsarbeit mit sich gebracht. Den betroffenen Bürgern zu erklären und zu erläutern warum sie jetzt in einer Gefahrenzone stehen ist oft nicht ganz einfach und erfordert ein hohes Maß an Fingerspitzengefühl. Somit ist nicht nur die Erstellung eines Gefahrenzonenplanes eine der anspruchsvollsten

Arbeiten im Naturgefahrenmanagement, auch die Kommunikation derselben ist nicht weniger anspruchsvoll, wenn wir wollen, dass die Pläne von der Bevölkerung nicht nur mit Zähneknirschen zwangsweise geduldet, sondern als echte Unterstützung in der Raumordnung akzeptiert werden.

Ich bedanke mich bei allen Autorinnen und Autoren die sich in dieser Ausgabe unseres Fachjournals dem Thema Gefahrenzonenplanung und auch anderen Themen gewidmet haben. Ich bedanke mich auch beim Redaktionsteam für die Unterstützung bei diesem und auch bei den vergangenen Ausgaben. Ich denke es ist gelungen, einen spannenden Bogen unserer vielfältigen Tätigkeit zu spannen. Nach dreijähriger Tätigkeit als Schriftleiter des Fachjournals „Wildbach- und Lawinerverbau“ werde ich diese Funktion in die bewährten Hände meiner Nachfolgerin weitergeben.

Wir wünschen Ihnen viel Interesse beim Lesen und Studieren der Beiträge. Wenn sie Anregungen für uns haben, welche Themen besonders interessant wären oder wie man ein Fachjournal noch besser gestalten könnte, so würde es mich freuen von Ihnen zu hören.

DI Siegfried Sauermoser  
Schriftleiter

ANDREAS PICHLER

## Gefahrenzonenplanung der Wildbach- und Lawinenverbauung: Dem Risiko ein Schnippchen schlagen?

Seit nahezu 45 Jahren legt die Wildbach- und Lawinenverbauung einen ihrer Schwerpunkte in der Naturgefahrenprävention in der Feststellung der Gefährdung durch wildbach- und/oder lawinenbezogenen Naturprozessen und weist auf die Notwendigkeit der Freihaltung solcher Flächen hin. Gefahrenplanungen sind inhaltsbezogen flächenhafte Gutachten mit Prognosecharakter und entfalten sowohl eine innere Determinierung für die Dienststellen der Wildbach- und Lawinenverbauung (als Grundlage für die Sachverständigentätigkeit wie auch die Planung, Priorisierung und Umsetzung von Schutzvorhaben) als auch eine nach außen (Gemeinden, Länder) gerichtete Informationswirkung. Aktuell haben alle 1423 österreichischen Gemeinden (von insgesamt 2200), die nach §11 ForstG mit einem Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung auszustatten sind, einen solchen – teilweise schon in mehrfacher Revision.

Dieser Tatsache folgend orientiert die Wildbach- und Lawinenverbauung ihre Maßnahmen und Leistungen traditionell an Gefahren und hat sich bisher mit den damit verbundenen Risiken nicht systematisch auseinandergesetzt. Durch die Umsetzung der Europäischen Hochwasserrichtlinie (Hochwasser-RL 2007/60/EG) ins nationale Recht sowie des, auf dem Risikokzept basierenden Gemeinschaftsverfahrens der EU im Katastrophenmanagement, ist die Frage zu stellen, inwiefern diese Position noch länger aufrecht zu erhalten ist und ob eine gezielte Integration des Risikokonzepts in die Schutzziele und Maßnahmenplanung der Wildbach- und Lawinenverbauung notwendig erscheint?

Generell gesehen ist Risiko ein abstraktes Konzept auf der Grundlage der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes und somit stark prognose- und verletzlichkeitsabhängig. Risiko ist jedoch als gesellschaftlicher Maßstab für die Folgen von Naturgefahren längst etabliert und die Reduktion von Risiken wurde auch auf globaler Ebene (zB Sendai-Rahmenplan zur Reduktion des Katastrophenrisikos) als politisches Ziel definiert. Somit mag diese Ausrichtung auf dem ersten Blick simpel erscheinen, erlaubt doch dieses Konzept, das mögliche Schadensausmaß in Zahlen oder Geldwerten auszudrücken. Warum also fokussiert die Wildbach- und Lawinenverbauung nicht schon längst auf die Feststellung und den Umgang mit „Risiken“?

Im Strategieprozess „die.wildbach 2020“ wurde Risiko-Governance als neuer Denkansatz und Handlungsprämisse aufgenommen, um alle Aktivitäten der Wildbach- und Lawinenverbauung in einem durchgängigen Konzept zu bündeln und die

- den Zielen der Nachhaltigkeit,
- der Bürgerinnen- und Bürgerbeteiligung,
- der Transparenz und Nachvollziehbarkeit der getroffenen Entscheidungen für Bürgerinnen und Bürger,
- der gesellschaftlichen Verteilungsgerechtigkeit von Chancen und Risiken betreffend Wildbach- und Lawinengefahren,
- der Konfliktbewältigung in Planungsprozessen und nach Katastrophenereignissen,
- der öffentlichen Naturgefahreninformation (im Sinne der Aarhus-Konvention) und der Bewusstseinsbildung sowie
- der Kommunikation von Risiken dienen sollten.

Hintergrund dieser Überlegung war, die Dienststellen der Wildbach- und Lawinenverbauung nicht nur als kundenorientierten Dienstleister im Bereich des Schutzes vor Naturgefahren vor allem für Gemeinden und Wassergenossenschaften zu positionieren, sondern auch umfassende Unterstützung für regionale Akteure sowie Bürgerinnen und Bürger bei der Eigenvorsorge und dem Kapazitätsaufbau zur Bewältigung von gefahren- und risikobezogenen Problemstellungen anbieten zu können. Mit diesem Konzept wollte die Wildbach- und Lawinenverbauung eine der wichtigsten politischen Entwicklungen der Regionalpolitik der Europäischen Union in ihre Strategie integrieren und damit die Effekte dieses Konzepts für Bürgerinnen und Bürger anwendbar machen.

Am Ende dieser Strategieperiode angekommen, muss – rein objektiv betrachtet – festgestellt werden, dass der Begriff „Risiko“ zwar

mittlerweile im Bewusstsein der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der WLW angekommen ist, allerdings spielt dieser in der Praxis noch immer keine prioritäre Rolle (mit Ausnahme der Beurteilung der Lawinensicherheit bei Seilbahnanlagen). Dies hängt sicherlich auch damit zusammen, dass in der Beurteilung der Gefährdung – was die ureigenste Angelegenheit der Wildbach- und Lawinenverbauung in den letzten 130 Jahren war – rein risikobasierte Wertmaßstäbe keine große Rolle spielten und daher die Praktikabilität des Risikoansatzes für die Wildbach- und Lawinenverbauung nur eingeschränkt vorhanden ist. Darüber hinaus ist „Risiko“ in vielen für die Wildbach- und Lawinenverbauung relevanten Rechtsbereichen (z.B. Raumordnung und Raumplanung) kein Wertmaßstab und wird daher auch behördlich nicht nachgefragt. Dies soll keine Ausrede für eine mögliche fehlende Auseinandersetzung mit „Risiko“ im eigentlichen Sinn darstellen, sondern ist als eine Antwort auf die vielen dynamischen, naturräumlichen, technologischen und gesellschaftspolitischen Veränderungen im nationalen und internationalen Umfeld der Naturgefahrenprävention zu verstehen. Gefahren zu erkennen und damit Möglichkeiten zu schaffen, diesen auszuweichen und damit auch teure technische Eingriffe in die Natur zu verhindern, ist „Nachhaltigkeit“ in modernster Art und Weise. Daher ist Gefahrenzonenplanung aktuell wie eh und je und braucht den Vergleich in der Wertigkeit der Einordnung mit der Risikoanalyse nicht scheuen.

**Anschrift des Verfassers / Author's address:**

DI Andreas Pichler  
 BMNT, Abteilung III/5, Wildbach- und Lawinenverbauung und Schutzwaldpolitik  
 Marxergasse 2, 1030 Wien  
 andreas.pichler@bmnt.gv.at

FRANZ SCHMID

## Gefahrenzonenplanungen gemäß § 42a WRG 1959

### *Hazard zone mapping referring to § 42a Austrian Water Act 1959*

#### Zusammenfassung:

Der Beitrag beschreibt die Entstehung der Regelungen zu den Gefahrenzonenplanungen (GZP) im WRG 1959 so wie sie im Zuge der Umsetzung der EU-Hochwasserrichtlinie festgeschrieben wurden. Auf Basis der Leitlinien der Schutzwasserwirtschaft wird die geschichtliche Entwicklung und die Einbettung der GZP in ein integriertes Hochwasserrisikomanagement beschrieben. Die Inhalte der GZP werden ebenso beleuchtet wie aktuelle Entwicklungen und geplante weitere Schritte.

#### Stichwörter:

Gefahrenzonenplanungen, Wasserrechtsgesetz, Schutzwasserwirtschaft, Hochwasserrisikomanagement

#### Abstract:

*The article describes how the Hazard Zone Maps (HZM) were regulated in the Austrian Water Act 1959 due to the European Floods Directive. Based on the rules for an integrated flood risk management the historical development and the positioning of HZM are shown. The description of the HZM leads to actual and future developments.*

#### Keywords:

*Hazard zone mapping, water act, water resources management, flood risk management*

#### Einleitung

Österreich ist auf Grund der abwechselnden Geologie ein sehr vielfältiges Land, dessen Landschaften von tief eingeschnittenen Tälern über sanfte Hügel bis zu ausgedehnten Ebenen geprägt sind. Der Kreislauf des Wassers führte daher zu einem unterschiedlich steilen und dichten Gewässernetz, in dem mannigfaltige natürliche Abtrags-, Transport- und Ablagerungsprozesse ablaufen. Im Wandel der Besiedelung der Landschaften begann der Mensch den Wirkungsbereich dieser Naturraumprozesse unterschiedlich zu nutzen, wodurch die Gefährdungen für den Menschen entstanden.

Heute sind erhebliche Bereiche des Siedlungsraumes von den alpinen Naturgefahren bedroht. Hierbei kommt den von den Gewässern ausgehenden Gefahren eine besondere Bedeutung zu, weil der Mensch mit seinen Siedlungen, Arbeitsstätten und Verkehrswegen vornehmlich den Fluss- und Bachläufen gefolgt ist. Wie alte Bauten und Siedlungen beweisen, wurde jedoch in der Vergangenheit bei der Standortwahl für Objekte und Nutzungen auf die gewässerbedingten Gefahren weit mehr Bedacht genommen als heute. In gefährdeten Objekten war man sich der Lage bewusst und verhielt sich dementsprechend. Überschwemmungen bei seltenen Hochwässern nahm man in Kauf, weil die Vorteile, an einem Fluss zu liegen, überwogen. Die Flussanrainer stellten instinktiv eine richtige Nutzen-Schaden-Abwägung auf.

Die Raumannsprüche der Wirtschaft, der Besiedelung und des Verkehrs sind in den letzten Jahrzehnten sprunghaft angestiegen. Zudem hat sich der Mensch der Natur und ihren Gewalten zusehends entfremdet und neigt heute zur Überschätzung der technisch-wirtschaftlichen Mög-

lichkeiten der Schutzwasserwirtschaft. Je größer Hochwasserabflüsse sind, desto seltener treten sie nach dem Gesetz der Wahrscheinlichkeit auf, sodass das oft lange Zeitintervall zwischen extremen Ereignissen zur Gefahrenmissachtung führt. So konnte es verstärkt zum Eindringen von Intensivnutzungen, etwa durch Errichtungen von Anlagen aller Art, in gewässernahe Gefahrenbereiche kommen. Solche Intensivnutzungen sind im Hochwasserfall naturgemäß einer erhöhten Wasserbedrohung ausgesetzt und fordern daher einen möglichst wirksamen Schutz, zumeist durch die öffentliche Hand. Gleichzeitig engen viele dieser Nutzungen den sachlichen und örtlichen Handlungsspielraum der Schutzwasserwirtschaft derart ein, dass der erwünschte Schutz nur mit kostenintensiven bautechnischen Maßnahmen erzielt werden kann, die wasserwirtschaftlich (z.B. durch Ausschaltung natürlicher Retentionsräume) nachteilig und wirtschaftlich nicht vertretbar sind.

Die Hochwasserkatastrophen der Fünfziger- und Sechzigerjahre haben diese Fehlentwicklung deutlich aufgezeigt. Eine der wichtigsten sich daraus ergebenden Folgerungen ist die sinnvolle Abgrenzung zwischen jenen Räumen, die den Gewässern zur Erfüllung ihrer naturräumlichen Funktion erhalten bleiben müssen und jenen Zonen, die der Mensch für sein Leben und seine Wirtschaft benötigt.

Es war bereits zu diesem Zeitpunkt evident, dass die Schutzwasserwirtschaft bei der Verfolgung ihrer Ziele auch auf die verschiedenen Erfordernisse der Raumplanung, der Raumordnung, des Natur-, Landschafts- und Umweltschutzes Rücksicht zu nehmen und ihre Maßnahmen unter Abstimmung mit diesen Erfordernissen zu setzen hat, wobei auch die Gesichtspunkte der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit einzuhalten sind.

Es wurden daher schon damals (1971) in den „Richtlinien für den Schutzwasserbau“ (BMLF, 1973) die „Leitlinien der Schutzwasserwirtschaft“ wie folgt formuliert:

- Unterstützung aller natürlichen und biologischen Faktoren, die den Wasser- und Geschieberückhalt verbessern, sowohl um Größtabflüsse möglichst zu reduzieren, als auch um das natürliche Wasserdargebot bestmöglich zu nutzen
- Vermeidung aller Maßnahmen, die den Wasser- und Geschiebefluss grundsätzlich intensivieren und Ausrichtung aller technischen Maßnahmen nach diesem Gesichtspunkt
- Schaffung von Speichern, um extreme Hoch- und Niederwasserabflüsse auszugleichen und eine optimale Nutzung des verfügbaren Wasserschatzes sicherzustellen
- **klare Abgrenzung der Abfluss- und Gefährdungsräume der Gewässer von den Intensivzonen der Besiedlung**, der Wirtschaft und des Verkehrs und Berücksichtigung dieser Abgrenzung bei allen raumbeanspruchenden Planungen
- Schutz der Intensivzonen vor unzulässigen Wasserverheerungen und Anpassung der Bewirtschaftung in gewässernahen Zonen an die Beanspruchungen durch exzessive Abflüsse, Berücksichtigung der Widerstandskraft und der Schadensanfälligkeit gewässernaher Bewirtschaftungen
- möglichst vorbeugende Ordnung des Gewässernetzes anstelle nachträglicher Schadensbehebung
- Anwendung naturnaher, landschaftsgerechter und wirtschaftlich optimierter Maßnahmen zur Erreichung eines mög-

lichst großen Schutzes mit möglichst geringem Aufwand und kleinstem Eingriff in das natürliche Geschehen

### Geschichtliches

Erste „Gefahrenzonenabweisungen“ nach Ereignissen sind in Form von Karten bereits aus dem 18. Jahrhundert überliefert.

In der 1973 erschienenen Broschüre „Richtlinien für den Schutzwasserbau“ (BMLF, 1973) ist auch die „Vorläufige Dienstanweisung für die Ausarbeitung von Gefahrenzonenplänen“ des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung enthalten. Zweck der Broschüre war es, alle relevanten Informationen und Regelungen „in handlicher und zugleich einwandfreier Form in jedem Stadium der praktischen Arbeit zur Hand zu haben“. Gleichzeitig sollte damit „einer Anregung des Rechnungshofes“ nachgekommen werden.

Die in den Leitlinien der Schutzwasserwirtschaft postulierte „klare Abgrenzung der Abfluss- und Gefährdungsräume der Gewässer von den Intensivzonen der Besiedlung, der Wirtschaft und des Verkehrs sowie die Berücksichtigung dieser Abgrenzung bei allen raumbeanspruchenden Planungen“ kann nur mit Hilfe fundierter Fachunterlagen, die das natürliche Geschehen so gut als möglich erfassen, erfolgen. Mit Beginn der 1970er Jahre wurde mit der Ausarbeitung der schutzwasserwirtschaftlichen Grundsatzkonzepte auf der Basis der oben genannten Richtlinien begonnen. Mit der Aufweitung des Blickfeldes vor allem durch die Einbeziehung der „ökologischen Funktionsfähigkeit“ als Kriterium für die Schutzwasserwirtschaft, wurde dieses Planungsinstrument konsequent zur Gewässerbetreuung weiterentwickelt.

Diese Grundsatzkonzepte sollten die wasserwirtschaftlichen und flächennutzungsbezogenen Bestandsverhältnisse aufzeigen, die Hochwasserabflussräume ausweisen, die gegebenen Hochwasserabflussdynamiken unter Berücksichtigung des gesamten Einzugsgebietes eines Gewässers sowie die bestehenden Hochwasserrückhaltegegebenheiten darstellen und somit die Grundlage für alle weiteren umweltgerechten und raumbezogenen Planungen und Untersuchungen im gewässernahen Raum liefern.

Um die Aussagen der schutzwasserwirtschaftlichen Grundsatz- bzw. Gewässerbetreuungskonzepte für die Beurteilung der gewässernahen Raumnutzung zu präzisieren und auch den Grad der Hochwassergefährdung zu dokumentieren, wurden seit 1983 im Bereich der Bundeswasserbauverwaltung (BWV) Gefahrenzonenpläne (GZP) erarbeitet.

Die Gefahrenzonenpläne sollten allen mit Widmungen und Nutzungen sowie mit der Durchführung und Beurteilung von Planungen und Projektierungen in Hochwasserabflussgebieten befassten Stellen die erforderliche Hilfestellung bieten. Konkret wurden bei der BWV unter Gefahrenzonenplänen fachliche Unterlagen über die durch „Überflutungen, Vermurungen und Rutschungen gefährdeten Gebiete“ verstanden.

Im Rahmen der Gefahrenzonenplanung wurden die Art und das Ausmaß der Gefahren bei Hochwasserabflüssen mit einer hundertjährigen Eintrittswahrscheinlichkeit unter Bedachtnahme auf die in den Flächenwidmungsplänen der Gemeinden ausgewiesenen Siedlungs-, Industrie-, Verkehrs- und Erholungsgebiete sowie sonstige höherwertige Nutzungsstrukturen ermittelt und dargestellt. Art und Ausmaß der Gefahren wurden durch örtliche Erhebungen über Hochwasseranschlaglinien, Flussverwerfungen, Ufer-

und Dammbürche, Rutschungen, Verkläuerungen, Wasserstauer, Grundeis- und Eisstoßbildungen, Qualmwasseraustritte, Überflutungen und Zerstörungen oder Schäden an baulichen Anlagen festgestellt.

Mit der Novelle 1979 zum Wasserbautenförderungsgesetz wurde die Möglichkeit geschaffen, dass die Erstellung derartiger Fachgrundlagen vom Bund bzw. vom Bund und den Ländern gemeinsam finanziert werden kann. Zur Planungsdurchführung werden im Bereich des Flussbaus überwiegend Ziviltechniker herangezogen, die die Grundlagen für die Gefahrenzonenplanungen mittels hydrodynamischer Modellierung erstellen.

Im Jahr 2006 wurden die ersten Richtlinien im Bereich der BWV erlassen. Die Verfasser stützten sich bereits damals – soweit fachlich sinnvoll – auf die im Bereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung gemachten Erfahrungen und verwendeten Regelungen.

Die Gefahrenabgrenzung und Bewertung nach dem Grad der Gefährdung erfolgte in Form einer roten und einer gelben Zone. Die rote Zone umfasste jene Abflussbereiche und Uferzonen von Gewässern, in denen Zerstörungen oder schwere Beschädigungen von Gebäuden oder sonstigen Bauobjekten, von Anlagen des Verkehrs sowie von beweglichen und unbeweglichen Gütern möglich waren. Hierbei war vor allem auch das Leben von Personen innerhalb von Gebäuden oder sonstigen Objekten und in Verkehrsmitteln jeder Art bedroht. Diese Zone war zur Benützung für ständige Siedlungs- und Verkehrszwecke nicht geeignet. Der roten Zone zuzuordnen waren das Gewässerbett und Bereiche möglicher Uferabbrüche und Verwerfungen einschließlich dadurch ausgelöster Rutschun-

# Überlagerung der Kriterien

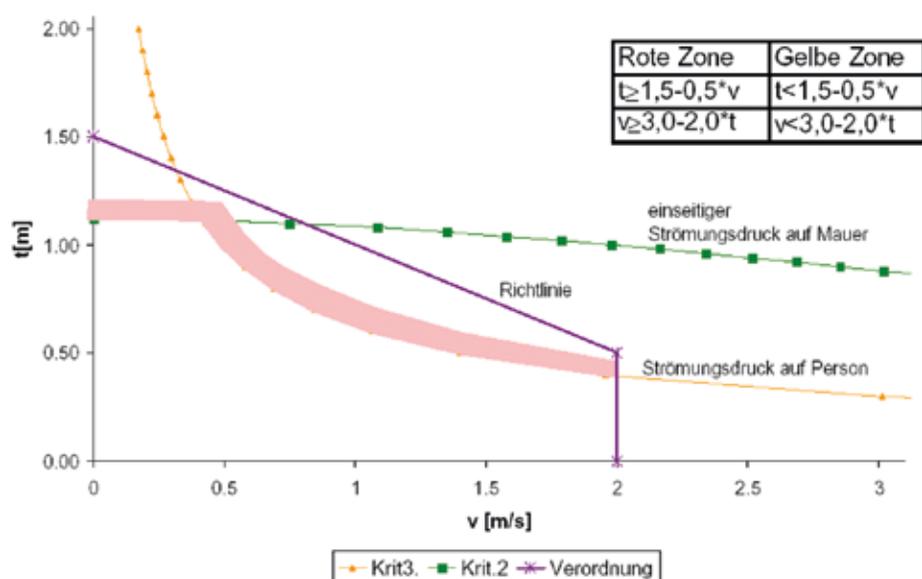


Abb. 1: Diagramm des Verlaufs unterschiedlicher Kriterien in Abhängigkeit von Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit.

Fig. 1: Graph of different criteria based on water depth and velocity.

gen sowie Erosionsrinnenbildungen, die für den Hochwasserabfluss und den Hochwasserrückhalt in besonderem Maße erforderlichen Flächen, weiters jene Bereiche, in denen die Fließgeschwindigkeit und die Schleppspannung die für die jeweiligen Boden- und Geländeverhältnisse zulässigen Grenzwerte überschritt und schließlich jene Bereiche, in denen die Wassertiefe in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit bestimmte Grenzwerte überschritt (Abb. 1).

Um die Wirkung des Prozesses „Hochwasserabfluss“ bestmöglich beschreibbar bzw. aus den Simulationsmodellen ableitbar zu machen, haben die Verfasser verschiedene Beschreibungsmodelle auf ihre Anwendbarkeit untersucht. Gewählt wurden schließlich die Kriterien „einseitiger Strömungsdruck auf eine Mauer“ und Strömungsdruck auf eine Person“

und daraus ein vereinfachtes Diagramm für die Richtlinien abgeleitet (siehe Abb. 1, Signatur „Verordnung“).

Weiters wurden im Rahmen dieser Richtlinie auch Restrisikogebiete, die Rot-Gelbe Zone und die Blaue Zone definiert und festgelegt.

Mit der Wasserrechtsgesetz-Novelle 2011, BGBl. I Nr. 14/2011 im Zusammenhang mit der Umsetzung der EU-Hochwasserrichtlinie, wurde unter anderem festgelegt, dass insbesondere für Gebiete mit potenziellem signifikantem Hochwasserrisiko Gefahrenzonenplanungen zu erstellen sind (§ 42a Abs 2 WRG 1959). Gefahrenzonenplanungen sind Fachgutachten, denen zwar keine unmittelbare rechtliche Verbindlichkeit zukommt, die aber für die Planung auf dem Gebiet des Hochwasserschutzes von großer Bedeutung sind.

Gefahrenzonenplanungen nach § 42a Abs 2 WRG 1959 sollen bereits bestehende Planungsinstrumente vereinheitlichen und nach dem neuesten Stand der Entwicklungen ausgestalten. In Anlehnung an die Bestimmungen des Forstgesetzes 1975 wurde nicht nur der Ablauf nahezu ident geregelt, sondern für eine weitere Harmonisierung der Planungen im § 55k Abs 2 Z 2 WRG 1959 das „Hochwasser mittlerer Wahrscheinlichkeit mit einem voraussichtlichen Wiederkehrintervall von zumindest 100 Jahren“ festgelegt.

Im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements kommt den Gefahrenzonenplanungen eine Doppelfunktion zu. Diese sind einerseits als eigenständige Maßnahme zur Verringerung hochwasserbedingter nachteiliger Folgen zu verstehen und stellen andererseits eine planerische Grundlage für weitere, darauf aufbauende Maßnahmen dar. Im Sinne der EU-Hochwasserrichtlinie sind sie Basis für die vorläufige Bewertung, die Hochwassergefahren- und -risikokarten und auch Teil der Maßnahmen im Hochwasserrisikomanagementplan.

Die im § 42a Abs 3 WRG 1959 festgeschriebene Verordnungsermächtigung wurde 2014 umgesetzt und mit 13. Juni 2014 die „Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Gefahrenzonenplanungen nach dem Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG-Gefahrenzonenplanungsverordnung – WRG-GZPV)“ erlassen.

Auf Basis der WRG-GZPV und gemäß dem Ziel, „bereits bestehende Planungsinstrumente vereinheitlichen und nach dem neuesten Stand der Entwicklungen ausgestalten“, wurden durch eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe neue Richtlinien erarbeitet und mit 1. Juli 2016 in Kraft gesetzt.

Um den Leitlinien der Schutzwasserwirtschaft bestmöglich zu genügen und fundierte Fachunterlagen zu erarbeiten, „die das natürliche

Geschehen so gut als möglich erfassen“, wurde für die Erstellung eines GZP ein entsprechender Ablauf festgelegt.

Die ausreichend genaue Erfassung der naturräumlichen Verhältnisse der Einzugsgebiete und deren Abstimmung mit den Daten der hydrographischen Dienste liefert die Eingangsdaten für die Simulation. Die daraus gewonnenen Ergebnisse sind im Wissen um die Grenzen der Modelle entsprechend zu interpretieren und durch den Vergleich mit den Naturraumverhältnissen entsprechend auch zu verifizieren. Große Bedeutung kommt dabei – soweit verfügbar bzw. dokumentiert – der Auswertung historischer Hochwässer und Stummer Zeugen zu.

Zur Fertigstellung des Entwurfes des GZP erfolgt eine Plausibilitätskontrolle durch eine entsprechende Geländearbeit, als deren Ergebnis so gut wie möglich fachlich abgesicherte Zonen und Bereiche entstehen.

Folgende Zonen und Bereiche werden gemäß § 8 ff WRG-GZPV dargestellt:

- Anschlaglinie des  $HQ_{30}$
- Rote Gefahrenzonen
- Gelbe Gefahrenzonen
- Zonen mit Gefährdung niedriger Wahrscheinlichkeit
- Rot-gelb schraffierte Funktionsbereiche
- Blaue Funktionsbereiche

Zusätzlich sind gemäß § 3 Abs 4 WRG-GZPV die Inhalte der Gefahrenzonenpläne gemäß Forstgesetz 1975 in die Darstellungen und Beschreibungen aufzunehmen.

Der Entwurf wird dann im Rahmen der öffentlichen Auflage den betroffenen Gemeinden zur Einsicht und Stellungnahmemöglichkeit übergeben. Eine Vor-Ort-Überprüfung mit eventueller Berücksichtigung fachlich gerechtfertigter Stellungnahmen und eine ministerielle Genehmigung schließen das Verfahren ab.

Gemäß § 2 Abs 2 WRG-GZPV dienen Gefahrenzonenplanungen der Information der Öffentlichkeit über die Gefährdung durch Hochwasser sowie als Grundlage für die Projektierung und Durchführung von schutzwasserwirtschaftlichen Maßnahmen, die Erstellung von Regionalprogrammen und die Erstellung, Überprüfung und allfällige Aktualisierung von Hochwassergefahren- und -risikokarten sowie Hochwasserrisikomanagementplänen.

Darüber hinaus sind die Gefahrenzonenplanungen § 2 Abs 3 WRG-GZPV so zu erstellen, dass sie als Grundlage für Planungen auf den Gebieten der Raumplanung, des Bauwesens sowie des Katastrophenschutzes im Zusammenhang mit Evakuierungen, Verkehrsbeschränkungen oder sonstigen der Sicherung vor Hochwassergefahren dienenden Maßnahmen geeignet sind.

### Aktuelle Entwicklungen

Im Rahmen der Erarbeitung der neuen Richtlinie konnten keine abschließenden Kriterien für die Ausweisung der rot-gelb schraffierten Funktionsbereiche festgelegt werden. Die Ursache dafür liegt einerseits in der Bedeutung dieser Bereiche und andererseits in den Formulierungen in der WRG-GZPV.

Die Ausweisung von rot-gelb schraffierten Funktionsbereichen erfolgt auf Überflutungsflächen, die wesentlich zum Hochwasserabfluss beitragen und deren Abflusswirkung dazu beiträgt, im durch den funktionierenden Hochwasserabfluss entlasteten Gebiet das Gefährdungspotenzial zu verringern oder bei denen im Falle von abflussbeeinträchtigenden Maßnahmen negative Auswirkungen auf das Abflussverhalten des Gewässers zu erwarten sind, welche das Schadenspotenzial erhöhen könnten.

Es wurde mit der Verankerung der rot-gelb schraffierten Funktionsbereiche in der WRG-

GZPV versucht, die Überflutungsflächen nicht nur nach deren Gefährdung und der voraussichtlichen Schadenswirkung zu bewerten. Es soll auch eine Bewertung nach der Wirkung für den Hochwasserabfluss und den Hochwasserrückhalt sowie einer eventuellen Schadenserhöhung beim Wegfall dieser Flächen durchgeführt werden. Der Gefahrenzonenplan enthält damit nicht nur Ausweisungen zur lokalen Beurteilung von Gefährdungen, sondern wird er durch die rot-gelb schraffierten Funktionsbereiche auch zu einem übergeordneten Instrument der Flächensicherung. Dadurch werden mit dem GZP auch wichtige Grundlagen für das Gewässerentwicklungs- und Risikomanagementkonzept (GE-RM) als zeitlich, sachlich und räumlich übergeordnete flussraumbezogene Fachplanung geschaffen.

Es sind die Formulierungen wie „bedeutend“ oder „wesentlich“, die im Vergleich zu den Gefahrenzonen, deren Kriterien eine lange Tradition haben, eine „vereinfachte“ Beurteilung der Ergebnisse der Simulationen bzw. Ableitung der Flächen erschweren. Es wurden daher in einem Pilotprojekt an 4 Gewässern verschiedene Methoden miteinander verglichen und mit Anfang Jänner 2018 eine vereinfachte Methodik, die auf der spezifischen Fracht in einem Berechnungsknoten aufbaut, vorläufig in Kraft gesetzt.

Anhand der Ergebnisse von weiteren Gewässern soll diese Methode noch weiter untersucht und wenn möglich verbessert bzw. angepasst werden.

Das Ziel, „bereits bestehende Planungsinstrumente zu vereinheitlichen und nach dem neuesten Stand der Entwicklungen auszugestalten“ wurde in Verbindung mit § 7 Abs 4 WRG-GZPV, wonach der digitale Datenteil Bestandteil der Gefahrenzonenplanungen ist, weiterentwickelt. Seit Juni 2018 steht mit dem Titel „DIGITALE DATENANFORDERUNGEN ZUR HOCHWASSERFACHDATENBANK TEIL II“ ein Dokument zur

Verfügung, in dem die Mindestanforderungen zur Übernahme der digitalen Daten festgelegt sind. Die darin enthaltenen Standards sollen garantieren, dass alle relevanten Modell- und Ergebnisdaten in einer möglichst Software unabhängigen Form in die Hochwasserfachdatenbank (HW-FDB) eingelesen werden können. In weiterer Folge stehen sie damit sowohl für interne Analysen als auch das regelmäßige Berichtswesen im Zusammenhang mit der EU-Hochwasserrichtlinie und weiterführende Publikationsmaßnahmen zur Verfügung.

Um die Anwendbarkeit der Datenstandards zu erleichtern bzw. auch bereits vor dem Import in die HW-FDB Prüfungen der Daten zu ermöglichen, stehen Vorlagen für die gängigen GIS-Systeme zur Verfügung.

### Ausblick

Die zunehmende Digitalisierung und auch die vermehrte Verfügbarkeit kostenloser, teilweise auch österreichweiter Daten (z.B. Satellitendaten mit Updatezyklen von wenigen Tagen) eröffnen zusätzliche Möglichkeiten auch in der Erstellung und Anwendung der Gefahrenzonenplanungen. Folgende konkrete Ansätze werden daher in Zukunft verfolgt:

- Weiterentwicklung der Datenstandards und Vorlagen zu einer Datenaustauschplattform, in die umfangreiche technische Prüfprotokolle integriert sind
- Aufbereitung der Inhalte der GZP (z.B. einfach integrierbare digitale Dienste) für die Publikation der Informationen auf z.B. naturgefahren.AT, data.gv.at, INSPIRE, etc.
- Nachvollziehbare und österreichweit abgestimmte Grundlagen für das Bemessungsereignis unter Nutzung vorhandener oder in Ausarbeitung befindlicher Datensätze (z.B. HORA 3)

- GZP als Bestandteil eines laufend aktualisierten, integralen Hochwasserrisikomanagements inkl. einer Rückkoppelung mit den Hochwasserrisikomanagementplänen
- Kombination der Ergebnisse und Informationen mit weiteren Daten zur Analyse und Entwicklung eines Naturraumcontrollings
- Nutzung flächendeckender Datensätze unter Einbeziehung der Fernerkundung und Entwicklung unterstützender Methoden aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz
- Gezielte Aufbereitung der Informationen zur Verbesserung der Nutzbarkeit in anderen Fachbereichen z.B. zum Aufbau von „Continuous Situation Awareness“-Systemen

Dadurch sollen nicht nur aktuelle Entwicklungen aufgegriffen und neuartige Projekte initiiert werden, sondern im Sinne eines integralen Hochwasserrisikomanagements so viele Fachbereiche wie möglich zu einer Zusammenarbeit eingeladen werden.

### Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Franz Schmid  
Bundesministerium für  
Nachhaltigkeit und Tourismus  
Abteilung Schutzwasserwirtschaft  
Marxergasse 2, 1030 Wien  
franz.schmid@bmnt.gv.at

### Literatur / References:

BMLF (1973).  
Richtlinien für den Schutzwasserbau.

Alle Regelungen im Zusammenhang mit den Gefahrenzonenplanungen sind auf der Homepage des BMNT zu finden.

ARTHUR SCHINDELEGGER, ARTHUR KANONIER

# Die Bedeutung der Gefahrenzonenplanung für die Raumplanung

## *Importance of hazard maps in spatial planning*

### Zusammenfassung:

Die Raumplanung versucht die Siedlungsentwicklung in Bereichen zu konzentrieren, die keine bzw. eine geringe Gefährdung durch Naturgefahren aufweisen. Neben der Freihaltung von gefährdeten Flächen ist insbesondere der Umgang mit dem Widmungs- und Baubestand in Gefahrenbereichen eine planerische Herausforderung. Die Gefahrenzonenplanung liefert in diesem heiklen Umfeld, das von vielfältigen Nutzungsinteressen geprägt wird, eine valide und besonders wertvolle Beurteilungsgrundlage für Maßnahmen der (überwiegend kommunalen) Planungsträger. Die Raumplanungspraxis nutzt Gefahrenzonenpläne umfassend, auch wenn im Planungsrecht nicht generell explizite Bezüge zur existierenden Gefahrenzonenplanung vorhanden sind. Herausforderungen für die Planung bleiben der Umgang mit der abgestuften Zonendifferenzierung, mit Hinweisbereichen sowie die angestrebte Umstellung auf eine risikogeleitete Raumplanung.

Stichwörter: Raumplanung, Raumordnung, Risikomanagement, Flächenwidmung

### Abstract:

*Spatial Planning aims to concentrate urban development in areas that have no or only a minor exposure towards natural hazards. Besides the non-development of hazard areas dealing with the existing building stock in hazard areas poses a major challenge. Hazard maps provide a valid and important basis for planning decisions of (mainly local) planning authorities. Actual planning uses hazard maps widely even though there does not exist a general legal link to the hazard zone classification. A major challenge for planning is still the consideration of hazard zone classifications and of indicated hazards lacking demarcation as well as the aspired conversion to risk-orientated spatial planning.*

Keywords: Spatial planning, land use planning, risk management

### Einleitung

Die Raumplanung hat die bestmögliche Gestaltung des Territoriums, basierend auf politischen Zielvorstellungen, durch die Gesamtheit der Maßnahmen und Aktivitäten öffentlicher Gebietskörperschaften zur Aufgabe (ÖROK, 2018, 10). Aufgabe der Raumplanung – die vereinfacht in Gesetzgebung den Länder zufallen, soweit diese Kompetenz nicht durch Bundesangelegenheiten (etwa Forst- oder Wasserrecht) durchbrochen wird (Lienbacher, 2018, 502) – ist es ua durch abgestimmte Nutzungsfestlegungen Konflikte zu minimieren sowie Entwicklungspotentiale zu sichern bzw. Siedlungsentwicklung in „sichere“ Bereichen zu lenken. Grundsätzlich sollen jene Standorte für Bauführungen vorgesehen werden, die sich für die spezifischen Nutzungen besonders eignen und für die insb. keine Verheerungen durch Naturgefahren zu erwarten sind.

Um solche Planungsentscheidungen treffen zu können, sind valide planliche Grundlagen zu Gefährdungsausmaß und -intensität erforderlich, die in der Regel nicht von Gemeinden erstellt werden (können). Insb. auch im Zusammenhang mit dem Naturgefahrenmanagement zeigt sich die zunehmende „Querschnittsmaterienaufgabe“ der Raumordnung, wonach für eine wirkungsvolle Steuerung der räumlichen Entwicklung unterschiedliche Verwaltungsmaterien auf Bundes- und Landesebene „integral“ zusammenwirken müssen. So sind für die Gefahrenerfassung und -bewertung in erster Linie nicht die Gemeinden, sondern gemäß § 11 Abs. 1 ForstG – im Rahmen der forstlichen Raumplanung – die Wildbach- und Lawinverbauung (WLV) für die Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) zuständig (Brawenz et al., 2015, 98). In der Folge nutzen die Raumplanungsbehörden vor allem auf örtlicher Ebene die detaillierten Inhalte der Gefahrenzonenpläne

einerseits für Identifikation von Bereichen, die keiner Siedlungsentwicklung zugeführt werden sollen sowie andererseits für eine angepasste Weiterentwicklung des Baubestandes in Bereichen mit geringer Gefährdung.

Der Beitrag bespricht die Bedeutung der Gefahrenzonenplanung in der örtlichen Raumplanung mit Blick auf die rechtlichen Regelungen im Raumordnungsrecht der Bundesländer, die Planungspraxis, die Rechtsprechung der Höchstgerichte sowie die aktuellen Herausforderungen der Nutzung von GZP in einer stärker risikogeleiteten Raumplanung.

### Naturgefahren im Planungsrecht

Die Länder haben in ihren Raumordnungs- und Raumplanungsgesetzen (kurz: ROG) ein umfangreiches Planungsinstrumentarium entwickelt, wobei das Spektrum an Instrumenten und Maßnahmen zur Steuerung einer sicheren räumlichen Entwicklung vielfältig ist. Die Umsetzung gesetzlich festgelegter Grundsätze und Ziele erfolgt durch ein hierarchisches Planungsinstrumentarium, das unterschiedliche Raumpläne auf überörtlicher und kommunaler Ebene umfasst. Hoheitliche Planungen – in der Regel in Verordnungsform – legen aus öffentlichen Interessen bestimmte Nutzungsmöglichkeiten (und -verbote) räumlich fest, die verbindliche Vorgaben für spezifische Bauführungen und Nutzungen bilden. Als für den Umgang mit Naturgefahren zentrales Instrument der örtlichen Raumordnung hat der Flächenwidmungsplan grundsätzlich das Gemeindegebiet nach räumlich-funktionalen Erfordernissen zu gliedern und verbindliche Widmungs- bzw. Nutzungsarten festzulegen. Zeitlicher Bezugspunkt des Flächenwidmungsplans ist nicht (etwa im Unterschied zum Gefahrenzonenplan) der aktuelle Ist-Zustand der Bodennutzung, sondern

durch Widmungen soll die künftig gebotene Verwendung als Soll-Zustand festgelegt werden (Kanonier et al., 2018).

Die baubezogene Umsetzung planerischer Festlegungen erfolgt durch die baurechtlichen Verfahren, insb. im Rahmen der Bauplatzerklärung bzw. Baubewilligung, wobei im jeweiligen Bauverfahren die Baubehörden die Nutzungsvorgaben der (örtlichen) Raumplanung für konkrete Bauführungen anwenden (Jahnel, 2018, 537). Bauliche Maßnahmen sind nur bewilligungsfähig, wenn sie den Festlegungen örtlicher Raumpläne entsprechen, die vom Gemeinderat im eigenen Wirkungsbereich erlassen werden. IZm Naturgefahren kommt baurechtlichen Verfahren die Rolle einer „Feinkontrolle“ zu, die für als Bauland-gewidmete Flächen naturgefahrenrelevante bauliche Einschränkungen in Bescheidform bewirken kann.

Verstärkt werden konzeptive und informelle Instrumente (unverbindliche Programme, Konzepte, ...) eingesetzt, wobei bezüglich Naturgefahrenmanagement vor allem (auch) Maßnahmen und Prozesse der Kommunikation und Bewusstseinsbildung an Bedeutung gewinnen.

#### Ziele und Grundsätze

Die Länder haben das Anliegen des Schutzes vor Naturgefahren als öffentliche (Planungs-)Aufgabe in unterschiedlicher Form und Intensität in ihren ROG verankert, wobei insb. die gesetzlichen Raumordnungsziele als Gradmesser für die politische Relevanz genommen werden können. Die ROG stellen in den raumordnungsgesetzlichen Zielen und Grundsätzen einen Bezug zu Naturgefahren dar, wobei direkte Hinweise auf Gefahrenzonenpläne fehlen. So ist nach den Zielen und Grundsätzen allgemein die Bevölkerung etwa vor der Gefährdung durch Naturgewalten

durch entsprechende Standortwahl zu schützen (Bgld, Ktn, NÖ, Slbg, Stmk, Tirol). In Oberösterreich wird nicht nur der Schutz der Bevölkerung grundsätzlich angestrebt, sondern es gilt auch das Risiko von Naturgefahren für bestehende und künftige Siedlungsräume zu vermeiden und zu vermindern. Generell sind Naturgefahren in der Siedlungsentwicklung aber in allen Bundesländern – Ausnahme Wien – auf der Zielebene zu berücksichtigen. Neuere Bestimmungen in den ROG erweitern den Beurteilungsrahmen von der reinen Gefahrenabgrenzung hin zur Risikobeurteilung bzw. berücksichtigen auch den Bedarf an Flächen für Retentionszwecke. § 1 Abs. 2 Z 2a Oö ROG bestimmt als Ziel etwa die Vermeidung und Verminderung des Risikos von Naturgefahren für bestehende und künftige Siedlungsräume. Die Zielbestimmungen in Salzburg und Vorarlberg enthalten einen Passus, dass zum Schutz vor Naturgefahren notwendige Freiräume freizuhalten sind.

#### Kenntlichmachungen von Gefahrenbereichen

Konkrete planerische Festlegungen auf kommunaler Ebene erfolgen neben örtlichen Konzepten mit strategischer Ausrichtung und Selbstbindungscharakter, durch verordnete Flächenwidmungspläne, denn Bebauungspläne nachgeordnet sind. Örtliche Raumpläne, die idR aus Plandarstellungen und Textteilen bestehen, enthalten planerischen Festlegungen (z.B. Siedlungsgrenzen) und teilweise weitere raumbezogene Informationen mit bloßem Informationscharakter – sogenannte Kenntlich- oder Ersichtlichmachungen. Informationen zu Naturgefahren, insb. die Abgrenzung von Gefahrenzonen, werden in den planlichen Darstellungen des Flächenwidmungsplanes, aber auch in örtlichen Entwicklungskonzepten und Bebauungsplänen, entsprechend den unter-

schiedlichen Bestimmungen in den ROG eingetragen (Kleewein, 2018). Demzufolge enthalten insb. Flächenwidmungspläne nicht nur normative Vorgaben in Form von Widmungen, sondern auch Nutzungsinformationen anderer Planungsträger, was für die betroffenen Grundeigentümer wesentliche Hinweise sein können.

Die Darstellung von Gefahrenzonen in Plänen der örtlichen Raumplanung hat lediglich Informationscharakter und es lassen sich daraus keine Rechtsansprüche ableiten. Hier gilt es auch zu bedenken, dass gerade bei Flächenwidmungsplänen, die noch in analoger Form gültig sind, eingetragene Gefahrenzonen aufgrund einer Verbauungstätigkeit oder Neuberechnung bereits überholt sein können. Daher ist es für Planungsentscheidungen unumgänglich, den Letztstand der Gefahrenzonenplanung zu erheben und hier Rücksprache mit den Fachstellen der WLW zu halten. Durch die weitreichende Implementierung von WebGis-Portalen seitens der Länder ist es nunmehr auch für Anwender leichter möglich sich über den aktuellen Stand der Gefahrenzonenplanung zu informieren und diese mit Widmungen zu überlagern.

#### Widmungsbeschränkungen und -verbote

Erfolgt der Bezug zu Naturgefahren und GZP in den Zielbestimmungen der ROG noch allgemein, so enthalten insb. die Regelungen zur Zulässigkeit von Baulandwidmungen sowie nachfolgend zur Beurteilung der Bauplatzsignung deutlich präzisere Kriterien. Freilich sind in den ROG auch Ausnahmen von weitreichenden Widmungs- bzw. Bauverboten in Gefährdungsbereichen festgelegt, da absolute Verbot insb. in gelben Gefahrenzonen vor dem Hintergrund eines knappen Dauersiedlungsraumes bei gleichzeitig steigender Nachfrage nach Bauplätzen nur bedingt sinnvoll und umsetzbar wäre (Kanonier, 2018).

Die ROG der Länder schränken die Zulässigkeit von Baulandwidmungen in Gefährdungsbereichen weitreichend ein, wobei die gesetzlichen Bestimmungen **unterschiedlichen Regelungsgruppen** zugeordnet werden können und teilweise einen beträchtlichen Spielraum für die Auslegung durch die Behörden zulassen. Die erste Regelungsgruppe bezieht sich auf die fehlende Eignung von Standorten für eine Bebauung aufgrund einer Gefährdung, womit es sich um **allgemeine Widmungsverbote** handelt. In Kärnten dürfen etwa Gebiete die im Gefährdungsbereich von Hochwasser, Steinschlag, Lawinen oder Muren liegen nicht als Bauland festgelegt werden (§ 3 Abs. 1 lit. b Ktn GplG). Das OÖ ROG bezieht sich in § 21 Abs. 1 auf Hochwasser, Steinschlag, die Bodenbeschaffenheit, Rutschungen und Lawinengefahren. In der Steiermark gibt es nur eine exemplarische Aufzählung von Hochwassergefahren, Steinschlag, Lawinengefahr die um und dergleichen ergänzt wird (§ 28 Abs. 2 Z 1 Stmk ROG). Der Tiroler Gesetzgeber sieht bereits konkreter keine Widmung von Bauland wegen der Gefährdung durch Lawinen, Hochwasser, Wildbächen, Steinschlag, Erdbeben oder gravitativen Naturgefahren unter der Bedachtnahme auf Gefahrenzonenpläne vor, wenn keine widmungsgemäße Bebauung möglich ist (§ 37 Abs. 1 lit. a TROG). In Vorarlberg dürfen Flächen nicht als Bauflächen gewidmet werden, die aufgrund der natürlichen Verhältnisse (Lawinen, Hochwasser, Vermurungsfahren, Steinschlag, Rutschgefahr udgl.) nicht für eine zweckmäßige Bebauung geeignet sind (§ 13 Abs. 2 lit. a VlbG RplG). Diese Bestimmungen sind keine absoluten Widmungsverbote für Bauland, wenn eine Gefährdung oder ein Hochwasserabflussbereich bekannt sind, sondern ermöglichen eine Widmung, sofern noch eine Eignung für die widmungsgemäße Verwendung gegeben ist. Ist es – nach Einschätzung von Sachverständigen – möglich und wirtschaftlich vertretbar, durch eine

entsprechende Berücksichtigung der Gefahren im Bauverfahren zu begegnen, ist eine Baulandwidmung auch in einem gefährdeten Bereich denkbar. Die Vielzahl von jüngeren Baulandwidmungen und Bauführungen in gelben Lawinen- und Wildbachgefahrenzonen zeigt, dass hier in erster Linie eine Einzelfallbeurteilung für Standorte vorgenommen wird. In Salzburg dürfen Flächen im Gefährdungsbereich von Hochwasser, Lawinen, Murgängen, Steinschlag udgl. ebenfalls nicht als Bauland ausgewiesen werden (§ 28 Abs. 3 Z 2 Sllbg ROG). Die Praxis zeigt allerdings, dass diese allgemeinen und an und für sich unmissverständlichen Widmungsverbote von den Gemeinden und auch der Aufsichtsbehörde deutlich „weicher“ interpretiert werden. So gab es in der Erläuterung zur Raumordnungsgesetznovelle LGBL Nr. 82/2017 eine Erklärung, dass hier die Abstufung der Gefahrenzonenpläne zur Beurteilung der Flächeneignung für Widmungen zu Anwendung kommt. Diese Interpretation erschließt sich zwar aus dem Gesetzestext nicht unmittelbar, es zeigt aber auch die Schwierigkeit der Verwendung von rechtlich unbestimmten Begriffen wie „Gefährdung“. Insgesamt beziehen sich die Widmungsverbote im Planungsrecht kaum konkret auf Gefahrenzonenpläne, die aber grundsätzlich in ganz Österreich für die Beurteilung von Baulandwidmungen herangezogen werden.

Welche Bemessungsereignisse bei allgemein formulierten Gefährdungen für die konkreten Beurteilung als raumordnungsrechtlich relevante Gefährdungsbereiche gelten, ist in den ROG nicht näher ausgeführt. Es bedarf der Klärung in Form einer praktischen Auslegung durch die Planungsträger, welche Umstände gegeben sein müssen, dass von nicht mehr akzeptablen Gefahren auszugehen ist. Allgemeine Widmungsverbote in den ROG, die keine Differenzierungen ermöglichen, passen auch nicht vollständig mit

der Systematik der GZP überein, die abgestufte Gefahrenzonen vorsehen. Demzufolge legen insb. die Gemeinden die Widmungsverbote teilweise unterschiedlich aus, wobei sie sich vielfach an der Gefahrenzonenpläne orientieren. Wenn freilich ein grundsätzliches Widmungsverbot in Gefährdungsbereichen gesetzlich normiert wird, ist nicht ohne weiteres argumentierbar, weshalb etwa gelbe Zonen keine raumordnungsrechtlich relevanten Gefährdungsbereiche sein sollten.

Eine zweite Regelungsgruppe betrifft einige ROG, die vor allem im Zusammenhang mit Hochwasserschutz **spezifische Schutzziele** bestimmen und damit Schwellenwerte für akzeptable bzw nicht akzeptable Gefährdungen festlegen. So dürfen in NÖ neben Flächen, die rutsch-, bruch-, steinschlag-, wildbach- oder lawinengefährdet sind, HQ100-Bereiche nicht als Bauland gewidmet werden (§ 15 Abs. 3 NÖ ROG). § 21 Abs. 1a Oö ROG schärft die allgemeinen Bestimmungen dahingehend, als Flächen im 30-jährlichen Hochwasserabflussbereich sowie **rote Zonen** gemäß ForstG oder WRG nicht als Bauland gewidmet werden dürfen. Somit werden (bislang) allein im Oö ROG rote Zonen (gemäß WRG und ForstG) ausdrücklich als Widmungsverbotsbereiche auf gesetzlicher Ebene festgelegt. Anzumerken ist diesem Zusammenhang, dass auch das Stmk Programm zur hochwasser-sicheren Entwicklung von Siedlungsräumen seit 2005 ein Widmungsverbot für Bauland in roten Zonen in Gefahrenzonen nach ForstG verordnet. Auch wenn die Gefahrenzonenpläne bei praktischen Planungsentscheidungen durchwegs als wesentliche Grundlagen herangezogen werden, kommt ihnen in den anderen Bundesländern keine unmittelbar verbindliche Rechtswirkung zu (Kanonier, 2018).

Das Planungsrecht enthält aber noch weitere Differenzierungen zur Berücksichtigung

von Gefahrenzonen in der Raumplanung. So gibt es gemäß § 37 Abs. 3 TROG in Tirol die Möglichkeit auch (stark) gefährdete Flächen als Bauland zu widmen. Diese müssen sich innerhalb bebauter Bereiche befinden oder im unmittelbaren Anschluss daran liegen, die Erweiterung des Baulands darf nicht in Bereich mit erheblich höheren Gefährdungspotentialen erfolgen und wesentliche Hochwasserabflussbereich oder -rückhalteräume dürfen nicht beeinträchtigt werden. Neben der Anordnung von Gebäuden und sonstiger baulicher Vorkehrungen können auch organisatorische Vorkehrungen, wie insb. ein Sicherheitskonzept, getroffen werden. Ergänzende Maßnahmen sind im Widmungstext festzulegen. Hier wird auch die Beschränkung der Nutzungsdauer auf gewisse Zeiträume ermöglicht. Aktuelle Gefahrenzonenpläne sind für diese hier notwendige Beurteilung miteinzubeziehen. Unklar bleibt jedoch, welche Kriterien an die erforderlichen Gutachten und ein Sicherheitskonzept anzulegen sind.

Ein kritischer Punkt in der Raumplanung bleibt auch der Umgang mit Restrisikobereichen und insb. mit sog. Revisionsflächen, die vor einer Verbauungsmaßnahme bzw. der Änderung der GZP als rote Gefahrenzonen ausgewiesen waren. Manche Gemeinde sehen diese Revisionsbereiche als Entwicklungsmöglichkeit, während andere eine differenzierte Betrachtung vornehmen. Die Gemeinde Sölden etwa legt in ihrem örtlichen Raumordnungskonzept fest, dass „...ursprünglich rote Gefahrenzonen, die nicht durch Maßnahmen ohne langfristigen Erneuerungsbedarf oder durch Maßnahmen ohne laufende Betreuung auf Dauer gesichert sind, sondern beispielsweise nur durch Stützverbauungen oder Lawinenauffangbecken verbaut wurden, werden auch nach der Revision des Gefahrenzonenplanes keine Änderungen der festgelegten maximalen Siedlungsgrenzen bzw. des Siedlungsrandes vorgenommen, die eine Widmung von Bauland in diese Bereichen ermög-

lichen.“ (§ 3 Abs. 3 ÖRK Sölden 2002) Aufgrund solcher Festlegungen gibt es eine stark differenzierte Praxis im Umgang mit Revisionsflächen. Beachtlich ist die Regelung im OÖ ROG wonach das Verbot von Baulandwidmungen nicht nur für rote Zonen nach der aktuellen Bewertung, sondern – wohlgemerkt generell – auch für ehemals rote Zonen gilt.

Insbesondere in den alpin geprägten Bundesländern liegen viele gewidmete Baulandflächen ebenso wie Erwartungsflächen in gelben Lawinen- oder Wildbachgefahrenzonen sowie in braunen Hinweisbereichen. Die Einbeziehung der Sachverständigen der WLW ist daher unumgänglich, um die Baulandeignung und Zulässigkeit einer Widmung zu prüfen. Die Sachverständigen arbeiten dabei eng mit kommunalen Planungsbehörden wie beratenden Planungsbüros zusammen und erstatten Gutachten zur Baulandeignung aus Naturgefahrenperspektive. Ist eine Bebauung unter Auflagen im Bauverfahren möglich, wird eine Widmung idR als zulässig erachtet – die Entscheidungshoheit bleibt ohnehin bei der Standortgemeinde. Diese Beurteilung erfolgt unter Bezug auf die Abgrenzung von Gefahrenzonen und führt zu einer mitunter überaus genauen Feststellung der Bebaubarkeit. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, gibt es in Tirol mittlerweile eine gewisse Praxis, dass Grundstücke, die für die Bebauung eine einheitliche Widmung benötigen aber teilweise von einer roten Zone überlagert sind, in Teilflächen gewidmet werden (hier SV-36). Der Bereich in der roten Zone wird als Freiland und das restliche Grundstück als Bauland gewidmet und in einer einheitlichen Teilflächenwidmung zusammengefasst. Damit ist zwar der gesetzlichen Notwendigkeit nach einer einheitlichen Widmung von Grundstücken für eine Bebauung genüge getan, die Risikozunahme, die eine Widmung und Bauführung bis an die Zonengrenze heran bedeuten, wird jedoch nicht berücksichtigt.



Abb. 1: Siedlungsbereich Lochlehn Sölden, Abgrenzung der Widmung entlang der roten Zone (TIRIS 2019 ©)

Fig. 1: Lochlehn settlement Sölden, Zoning demarcation according to the red hazard zone (TIRIS 2019 ©)

### Rechtsprechung im Zusammenhang mit Gefahrenzonenplanung und Raumplanung

In der raumordnungsrechtlichen Rechtsprechung der Höchstgerichte wird immer wieder auf Gefahrenpläne Bezug genommen, wobei vor allem die Rechtswirkung der Gefahrenzonenpläne und die sachliche Begründung bei Umwidmungen mit Bezug auf die Inhalte des Gefahrenzonenplans zu Diskussionen führen.

Gefahrenzonenpläne haben keinen normativen Verordnungscharakter, sondern werden als Gutachten mit Prognosecharakter (VwGH 27.3.1995, 91/10/0090) klassifiziert, denen grundsätzlich keine normative Außenwirksamkeit zukommt (Brawenz et al., 2015, 100). Dies ist in der Planungspraxis insofern beachtlich, als aufgrund fehlender Außenwirkung von Gefahrenzonenplänen unmittelbare Verbote oder Gebote für Planungs- und Baubehörden nicht ableiten lassen. Der Verfassungsgerichtshof (VfGH) führt in V122/2014, 20.2.2015 aus, dass ein auf Grund

des Forstgesetzes erlassener Gefahrenzonenplan die Gemeinde bei Erlassung von Planungsnormen nicht unmittelbar zu binden vermag. „Der Verordnungsgeber ist lediglich berechtigt, die im Gefahrenzonenplan zum Ausdruck kommenden Gefährdungen eines Grundstückes durch Wildbäche als Grundlage für die eigene Entscheidung über die Frage der Eignung eines Grundstückes als Bauland heranzuziehen.“

Zonenfestlegungen bewirken daher kein allgemeines Bauverbot, außer sie entwickelt diesen normativen Charakter über ein Planungsgesetz (VwGH 91/10/0090). Erklärt also ein ROG rote Gefahrenzonen jedenfalls zu Bauverbotsbereichen ist eine solche normative Wirkung gegeben. Grundstückseigentümer können aufgrund der Eigenschaft von Gefahrenzonenplänen als Gutachten aber nicht im Rechtsweg gegen diese vorgehen.

Planungsentscheidungen haben sich auf eine hinreichende Grundlagenforschung zu stützen und daran anschließend eine fehlerfreie und nachvollziehbare Interessenabwägung

durchzuführen. Auch wenn dem Gefahrenzonenplan keine unmittelbare normative Wirkung zukommt, da sie nicht als Verordnungen erlassen werden, sind deren Inhalte bei praktischen Maßnahmen in der Grundlagenerhebung zu erfassen und bei der Interessenabwägung zu berücksichtigen. In VfSlg 19947/2015 führt der VfGH aus, dass sich die Widmung als Freiland aus einer aktuell bestehenden Gefährdungslage (steinschlaggefährdeter Bereich) ergibt, die eine Bebauung unmöglich macht. Dass in einem solchen Fall das Interesse an einer Widmung als Freiland mögliche Interessen der Grundeigentümerin an einer Bebauung des Grundstücks überwiegt, ist für den VfGH evident.

Da Gefahrenzonenpläne öffentliche Gutachten darstellen, würde ein Ignorieren der Inhalte eine Bestandaufnahme belasten, zumal wichtige raumbezogene Informationen nicht erfasst würden. In der Folge wäre die sachliche Begründung problematisch, zumal wesentliche Entscheidungskriterien keine Beachtung gefunden hätten. Im Rahmen der kommunalen Interessenabwägung muss somit nicht zwingend den Inhalten der Gefahrenzonenpläne gefolgt werden, ein Abweichen davon ist zulässig, wenn dies sachlich begründet wird.

In der Planungspraxis gibt es diverse weitere Fälle zu denen die Höchstgerichte den Handlungsspielraum bzgl. der Berücksichtigung von Naturgefahren durch die kommunalen Planungsbehörden abgegrenzt haben. So ist es zulässig eine bekannt gewordene gravierende Gefährdung, die bei der erstmaligen Widmung von Bauland noch nicht ersichtlich war, als Änderungsgrund für den Flächenwidmungsplan und hier insb. eine Rückwidmung in Frei- bzw. Grünland heranzuziehen (VfGH Erk. B514/99). Die Gemeinde kann auch eine Widmung als Bauland aufgrund der Gefährdung ausschließen, obwohl umliegend bereits Baulandwidmungen

vorhanden sind (VfSlg 15.126/98). Die Einhaltung der raumplanungsrechtlichen Widmungsverbote wurde in einem Tiroler Fall vom VfGH eingemahnt. Eine Sonderflächenwidmung für ein Hotel wurde in Tux aufgehoben, da die Standortteignung aufgrund der Lager in einer roten Lawinengefahrenzone nicht gegeben war und es sich keinesfalls um ein geschlossenes Siedlungsgebiet handelte (VfGH Erk. V11/04). Schwieriger ist der Umgang mit braunen Hinweisbereichen. Aus diesen ergibt sich keinesfalls ein Bauverbot und es wird eine gesonderte gutachterliche Einschätzung der lokalen Gefährdungssituation benötigt (VfGH Erk. B2434/97).

Insgesamt fällt im Hinblick auf die Rechtsprechung zur Berücksichtigung von Gefahrenzonenplänen in der Raumplanung auf, dass es trotz der gravierenden Wirkung von Zonenausweisungen auf die Nutzungsmöglichkeiten von Grundstücken kaum höchstgerichtliche Entscheidungen gibt und damit kaum der Rechtsweg über das Bauverfahren genommen wurde, um Widmungsbeschränkung aufgrund von Gefährdungen höchstgerichtlich prüfen zu lassen.

### Herausforderungen

Gefahrenzonenpläne der WLV, ebenso wie Anschlaglinien und Gefahrenzonenpläne der BWV, bilden eine wichtige Informationsgrundlage für Planungsentscheidungen – vordringlich in der Flächenwidmungsplanung der Gemeinden. Nichts desto trotz ergeben sich im Zusammenhang mit der Handhabung der Gefahrenzonenplanung auch Herausforderungen für die Berücksichtigung in der Raumplanung.

(1) Die Erstellung der einzelnen GZP erfolgt für Planungsgebiete und stellt für die Bemessungsereignisse ermittelte Wirkungen im sogenannten raumrelevanten Bereich dar (§ 5 Abs. 2 lit. b GZP VO 1976). Die Abgrenzung

dieses Bereiches erfolgt durch die Sachverständigen der WLW und umfasst idR ausschließlich den aktuellen Siedlungsbereich. Für die Planung ergibt sich bei der Entwicklung neuer Siedlungsstandorte damit mitunter ein erheblicher Aufwand zur Abklärung der lokalen Gefährdungssituation. Ein stärkere Kommunikation zwischen örtlicher Planung und Sachverständigen der WLW zu möglichen Entwicklungsräumen, die bereits bei der Erstellung/Überarbeitung von GZP mitberücksichtigt werden sollten, wäre daher wünschenswert.

(2) Eine weitere Herausforderung der Nutzung der GZP in der Raumplanung ist die Verständlichkeit für Laien. Flächenwidmungspläne sind ohne fachspezifisches Wissen nur schwer lesbar und gerade in alpin geprägten Gemeinden sind Grundstücke zusätzlich oft mit mehreren Gefahrenzonen überlagert. Gemeinhin werden dann rote Zonen mit einem Bauverbot und gelbe Zonen mit Auflagen durch die WLW gleichgesetzt. Eine vereinfachte bzw. generalisierte Darstellung der Gefahrenzonen in Flächenwidmungsplänen zur Verbesserung der Lesbarkeit könnte hier überlegt werden, da die detaillierten GZP ohnehin vorliegen und für Planungsentscheidungen zu berücksichtigen sind.

(3) Eine immanente Herausforderungen für die Raumplanung ist die Festlegung von langfristigen Nutzungsmöglichkeiten bei sich verändernden Grundlagen. In Bezug auf die GZP ist das vor allem die Verwendung von Bemessungsereignissen, die eine gewisse Dynamik aufweisen. So können Berechnungsgrundlagen oder Grenzwerte einseitig seitens der WLW verändert werden (wie nach dem Lawinenereignis in Galtür) was wiederum zu gravierenden Ausweitungen von roten Zonen führen kann. Die Raumplanung hat hier momentan mit dem Dilemma zu kämpfen, dass eine klare Unterscheidung zwischen den Zonen (rot, gelb) für die Beurteilung der Nutzungsmög-

lichkeiten herangezogen wird, diverse Ereignisse aber zeigen, dass Lawinen- und Wildbachgefahren sich nicht mit derselben Zuverlässigkeit wie Flusshochwasser vorhersagen lassen.

(4) Die GZP der WLW bilden außerdem nur die Gefahrenexposition und -intensität in einer einfachen Differenzierung ab. Der Risikoaspekt fließt dabei derzeit nicht in die GZP ein und wird auch in der Raumplanung noch kaum berücksichtigt. Welche Nutzung an welchen Standorten unter Auflagen vertretbar ist obliegt somit in erster Linie der Einschätzung der Sachverständigen der WLW, die im Widmungsverfahren zugezogen werden.

(5) Die Arbeitsweise der WLW basiert neben den Sofortmaßnahmen nach Schadereignissen, aus denen regelmäßig Projekte entwickelt werden, auf den GZP. Wann welche Verbauungsprojekte in Angriff genommen werden sollen und wie sich diese auf die Abgrenzung der Gefahrenzonen auswirkt ist idR weder den Gemeinden noch den beratenden Raumplanern bekannt.

Insgesamt arbeiten die Sachverständigen der WLW in der örtlichen Raumplanung auf Basis der vorhandenen GZP eng mit den Gemeinden zusammen. Dabei herrscht derzeit eine Bauplatzperspektive vor und kumulative Effekte sowie Auswirkungen auf das Risiko können hier kaum beurteilt werden. Damit exekutiert die örtliche Raumplanung in erster Linie die aktuelle Gefahrenzonenfestlegungen über die Flächenwidmungspläne. Rote Gefahrenzonen werden de facto als Bauverbotsbereich von Widmungen freigehalten, während gelbe Lawinen- oder Wildbachgefahrenzonen gemeinhin als Entwicklungsstandorte mit Restriktionen gelten, die über Vorschriften im Bauverfahren erfolgen. Fraglich ist aktuell daher inwiefern der bisher bestehende GZP als einzige planliche Informations- und Bezugsgrundlage der örtlichen Raumplanung in

Zukunft ausreichen wird. Eine integrale Perspektive, die mehr Augenmerk auf die Risikoreduktion im Siedlungsbereich legt, wird andere planliche Grundlagen sowie eine intensivere Abstimmung von involvierten Akteuren benötigen.

Insgesamt ist und bleibt die Gefahrenzonenplanung der WLW ein zentrale und hochwertige Informationsgrundlage für Entscheidungen über die Siedlungsentwicklung in der örtlichen Raumplanung. In Zukunft wird mit Blick auf die genannten Herausforderungen aber vor allem ein Fokus auf die Kommunikation mit der betroffenen Bevölkerung sowie die Stärkung der Risikoperspektive erforderlich sein.

#### **Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:**

DI Dr. Arthur Schindelegger  
TU Wien  
Forschungsbereich Bodenpolitik  
und Bodenmanagement  
Augasse 2–6, 1090 Wien  
arthur.schindelegger@tuwien.ac.at

Prof. DI Dr. Arthur Kanonier  
TU Wien  
Forschungsbereich Bodenpolitik  
und Bodenmanagement  
Augasse 2–6, 1090 Wien  
arthur.kanonier@tuwien.ac.at

#### **Literatur / References:**

BRAWENZ C., KIND M., WIESER S. (2015). ForstG, 4. Auflage, Manz Verlag, Wien.

JAHNEL D. (2018). Baurecht. In: Bachmann B. et al (Hrsg.). Besonderes Verwaltungsrecht, 12. Auflage, Springer-Verlag Wien: 529-561.

KANONIER A. (2012). Umsetzung von Gefahrenkarten und Gefahrenzonenplänen in der Raumordnung und im Bauwesen. In: Suda J., Rudolf-Miklau F. (Hrsg.). Bauen und Naturgefahren. Handbuch für konstruktiven Gebäudeschutz. Springer Wien: 199-225.

KANONIER A. (2018). Raumplanerische Beschränkungen im Naturgefahrenrisikomanagement. In: Kanonier A., Rudolf-Miklau F. (Hrsg.). Regionale Risiko Governance: Recht, Politik und Praxis. Verlag Österreich Wien: 169-197.

KANONIER A., SCHINDELEGGER A. (2018). Planungsinstrumente. In: Österreichische Raumordnungskonferenz (Hrsg.). Raumordnung in Österreich und Bezüge zur Raumentwicklung und Regionalpolitik. ÖROK Wien: 75-123.

KLEEWEIF W. (2018). Risikomanagement bei der Vollziehung des Raumordnungs- und Baurechts. In: Kanonier A., Rudolf-Miklau F. (Hrsg.). Regionale Risiko Governance: Recht, Politik und Praxis. Verlag Österreich Wien: 199-223.

LIENBACHER G. (2018). Raumordnungsrecht. In: Bachmann B. et al (Hrsg.). Besonderes Verwaltungsrecht, 12. Auflage, Springer-Verlag Wien: 493-527.

ÖROK (2018). Raumordnung in Österreich und Bezüge zur Raumentwicklung und Regionalpolitik. ÖROK, Wien.

ERNST SCHÖPF

## Bedeutung der Gefahrenzonenplanung für die Gemeinden

### *Importance of hazard mapping for municipalities*

#### Zusammenfassung:

Der Gefahrenzonenplan ist ein wichtiges raumplanerisches Instrument für die Gemeinde und genießt als solcher hohe Akzeptanz. Dies ist natürlich bei den betroffenen Bürgern nicht immer der Fall, insbesondere wenn die Ausweisung von Gefahrenzonen von diesen nicht nachvollzogen werden kann und einer geplanten Ausweitung von Siedlungs- und Bautätigkeiten entgegen steht. Trotzdem werden die Pläne auch von der Bevölkerung weitgehend als solche akzeptiert.

#### Stichwörter:

Gemeinde, Raumordnung, Gefahrenzonenplanung

#### Abstract:

*The hazard map is an important basis for spatial regulation in municipalities. The acceptance of the hazard maps is very high. However, the acceptance is not so high among the citizens when hazard zones prohibit structural development and the delineation of the zones is not comprehensible for the public.*

#### Keywords:

*Municipality, spatial planning, hazard zone map*

#### Einleitung

Die Geschichte des Gebirgslandes Tirol ist eine Geschichte von Naturereignissen wie Hochwasser, Muren, Lawinen und Steinschlag. Deshalb ist die Berücksichtigung diesbezüglich gefährdeter Bereiche in der Raumordnung unerlässlich. Mit dem zunehmenden Bedarf an neuen Bauflächen wird auch der Druck, in bedrohte Gebiete vorzudringen, immer größer. Um diese Gefährdungen zu erkennen, werden vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung bereits seit Jahrzehnten Gefahrenzonenpläne erstellt und den Gemeinden als die zuständigen Instanzen für die örtliche Flächenwidmung und Bauplanung zur Verfügung gestellt.

#### Die Situation der Gemeinden

Der Gefahrenzonenplan stellt auf Grundlage des Forstgesetzes 1975 Gefährdungen des bestehenden Siedlungsraumes durch Wildbäche und Lawinen sowie Erosionen flächenhaft dar. Der Grad der Gefährdung wird durch die Unterscheidung in Rote und Gelbe Gefahrenzonen parzellenscharf dargestellt. Der Gefahrenzonenplan dient damit der Deutlichmachung des aktuell vorhandenen Gefährdungspotentials und ist wesentliche Grundlage für die Steuerung der Bau- und Siedlungstätigkeit in einer Gemeinde. Da eine falsche Einschätzung der Gefährdungen im Katastrophenfall oft gravierende Auswirkungen hat, ist die bestmögliche Anordnung des Baulandes



Abb.1: Lawinenablenkdamm Winterstalllawine, Gemeinde Sölden

Fig. 1: Avalanche deflecting dam, Winterstalllawine, municipality of Sölden

in Hinblick auf die Sicherung vor Naturgefahren wesentliche Aufgabe und Ziel der örtlichen Raumordnung jeder Gemeinde. Auch die Katastropheneignisse des Jahres 1999 haben gezeigt, wie wichtig die richtige Einschätzung des Gefährdungspotentials ist.

In Zusammenarbeit mit den Gemeinden wurde seitens der zuständigen Gebietsbauleitungen in den vergangenen Jahren intensiv an der Revision der Gefahrenzonenpläne gearbeitet. Ein wesentliches Ergebnis der Überarbeitung der Gefahrenzonenpläne war, dass in zahlreichen auch erstmals erhobenen Gefahrengebieten (für Wildbäche, Lawinen) einige Gebäude und Anlagen innerhalb von roten oder gelben Gefahrenzonen (neu) ausgewiesen wurden. Bei der Bevölkerung führte dies gelegentlich zu Unmut

und Verärgerung, weil damit in der Regel eine Nutzungseinschränkung und Wertminderung für Grundstücke und Objekte verbunden ist. Der Bürgermeister ist in diesen Fällen wie so oft erster Ansprechpartner der betroffenen Bevölkerung. In der Regel kann darauf hingewiesen werden, dass der Gefahrenzonenplan nicht nur eine Darstellung des aktuellen Gefährdungspotentials beinhaltet, sondern in der Regel auch Basis für die Projektierung und Durchführung von Schutzmaßnahmen und deren Priorisierung ist. Gerade wenn die Gefahrenzonenplanung aber einer konkret beabsichtigten baulichen oder wirtschaftlichen Entwicklung dauerhaft entgegensteht, ist die Einsicht bzw. das Verständnis der betroffenen Grundeigentümer oft aber nicht zu erwarten.

In den überwiegenden Fällen ist allerdings zu bemerken, dass in der Bevölkerung eine hohe Akzeptanz und Anerkennung der Gefahrenzonenplanung vorherrscht. Auch in den Gemeindestuben wird die Gefahrenzonenplanung in der Regel als richtig anerkannt, selbst wenn dadurch der kommunale Entscheidungsspielraum bei Planungs- und Baumaßnahmen weitgehend eingeschränkt wird.

Als Bürgermeister einer Gemeinde, die reichlich Gefahrenzonen aufweist, weiß ich um die Wichtigkeit der Gefahrenzonenplanung und bedanke mich für die sehr gute Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern der Wildbach- und Lawinerverbauung.

**Anschrift des Verfassers / Author's address:**

Ernst Schöpf  
Bürgermeister der Gemeinde Sölden  
Präsident des Tiroler Gemeindeverbandes  
buergermeister@soelden.tirol.gv.at



Abb.2: Verwall Lawine, Obergurgl in der Gemeinde Sölden,

Fig. 2: Verwall avalanche, Obergurgl in the municipality Sölden

SIEGFRIED SAUERMOSE

# Die Lawinengefahrenkarte im Ersten Weltkrieg

## *Avalanche maps during the World War I*

### Zusammenfassung:

Die Gefahrenzonenplanung, wie wir sie heute kennen, wurde in den sechziger und siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts in vielen Ländern Europas eingeführt und stellt heute einen wesentlichen Pfeiler im Naturgefahrenmanagement dar. Aber bereits Jahrzehnte früher wurden die ersten Lawinengefahrenkarten gezeichnet, nämlich zum Schutze der Soldaten im Ersten Weltkrieg. Nach den Erfahrungen der Kriegswinter 1915/1916 und 1916/1917 wurden ausgezeichnete Lawinenkarten zum vorbeugenden Lawinenschutz gezeichnet, welche als Vorläufer der Gefahrenkarten in den Gefahrenzonenplänen gelten können. Eingezeichnet wurden nicht nur die Lawenstriche, sondern auch unterschiedliche Wiederkehrwahrscheinlichkeiten und Schutzmaßnahmen gegen Lawinen.

### Stichwörter:

Erster Weltkrieg, Lawinenkarte, Lawinenvorbeugung

### Abstract:

*Avalanche hazard mapping was introduced in many European countries during the sixties and the seventies of the last century. However, much earlier during the World War I, very exact maps were elaborated by the army mountain specialists. Because of the horrible experiences with avalanches during the winter 1915/1916 and the winter 1916/1917, they started avalanche prevention in different ways. One was to elaborate avalanche maps to protect the soldiers against avalanches. The content of the maps was not only avalanche paths, they were also divided in different probabilities. Protection measures were also mapped in the avalanche maps.*

### Keywords:

World War I, avalanche map, prevention

### Einleitung

Im Mai 1915 begann der Krieg gegen Italien im Rahmen des Ersten Weltkrieges. Dieser Krieg an der sog. Südwestfront war nicht nur durch zwölf Isonzoschlachten geprägt, sondern durch einen jahrelangen zermürbenden Stellungskrieg in den Alpen entlang der Frontlinie. Dies zog sich von Osten über die Julischen, Karnischen Alpen bis zu den Dolomiten, von dort über die Fleimstaler Alpen, die Vizentiner und Gardaseeberge bis zur Adamellogruppe und schließlich endete die Frontlinien in der Ortlergruppe am Stilfser Joch an der Schweizer Grenze. Es war der erste Krieg überhaupt, der sich vornehmlich im Alpenraum abgespielt hatte. Umso dramatischer waren nicht nur die Opfer der unmittelbaren Kampfhandlungen, sondern auch die Opfer durch die Unbillen der Natur, Frost, Sturm und nicht zuletzt Lawinen. In der zahlreichen Weltkriegsliteratur wird die Zahl der Lawinentoten im Bereich der Italienfront sehr unterschiedlich angegeben. Heinz von Lichem gibt in seinen umfangreichen Publikationen die Zahl von ca. 60 000 Lawinentoten an. Andere Autoren, wie zum Beispiel Ludwig Wiedemayr (2007) sprechen von ca. 20 000 Todesopfer durch Lawinen. Brugnara et al (2016) gehen davon aus, dass sich genaue Zahlen wohl nicht mehr eruieren lassen. Sie nennen in ihrer Arbeit über den Dezember 1916 eine Zahl von ungefähr 10 000 Lawinentoten, wobei zwischen dem 10. und 15. Dezember 1916 alleine ca. 2000 Soldaten auf beiden Seiten der Front durch Lawinen um das Leben gekommen sein sollen. Interessanterweise wird in der umfangreichen Welt-

kriegsliteratur immer nur der Winter 1916/1917 erwähnt und es wird häufig speziell auf den 13. Dezember hingewiesen, an diesem Tag waren die meisten Lawinenofer zu beklagen. Was wenig bekannt ist, ist die Tatsache, dass auch bereits der erste Kriegswinter an der Italienfront, 1915/1916 ein starker Lawinenwinter mit ca. 1200 Lawinenofern innerhalb der Österreichischen Truppen gewesen war.

### Die meteorologischen Verhältnisse

Beide näher betrachteten Winter waren bezüglich der Niederschläge, des Temperaturverlaufes und damit der Lawinensituationen völlig unterschiedlich. Der Winter 1915/1916 ging als abnormal warmer Winter in die meteorologische Geschichte ein. Allerdings sorgten bereits Schneeniederschläge im Oktober für eine bleibende Schneedecke vor allem in den Bergen der Südalpen. Eine lange niederschlagsfreie Zeit bis zum Februar mit wechselnden Kälte- und Wärmeperioden und anschließende Niederschläge Ende Februar und im März haben für den Aufbau einer labilen Schneedecke gesorgt, Lawinen waren sicher schon bei geringer Zusatzbelastung leicht auszulösen.

Wesentlich anders präsentierte sich der Winter 1916/1917, der als einer der schneereichsten überhaupt in die meteorologische Geschichte eingegangen ist. Das Besondere an diesem Winter war der intensive Schneefall im Dezember, der extremwertstatistisch als ca. 300-jähriger Dezembarniederschlag eingeordnet wurde (Gruber, Schellander, Winkler 2017).

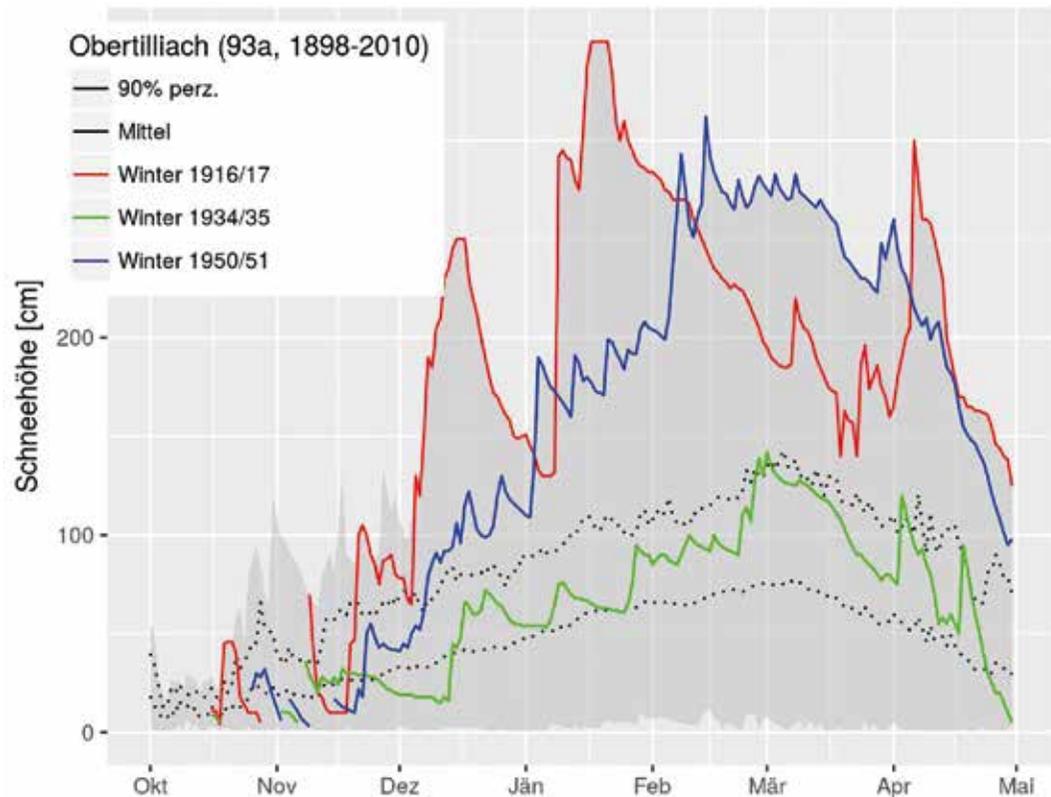


Abb. 1: Verlauf der Schneehöhe in Obertilliach (SH 1400 m) in den drei Wintern 1916/1917 (rote Linie), 1934/35 (grüne Linie) und 1950/51 (blaue Linie) vom 1.10. bis 30.4.. Die beiden strichlierten Linien zeigen den Mittelwert, sowie das 90% Perzentil der gesamten Datenreihe. Der schattierte Bereich zeigt das Tagesmaximum, sowie das Tagesminimum gemessenen Schneehöhen. Größen der Abstände zwischen dem 90% Perzentil und dem Maximum sind ein Zeichen für besonders extreme Verhältnisse. (Quelle: Gruber, Schellander, Winkler, 2017: Meteorologische Aufarbeitung und extremwertstatistische Einordnung der historischen Lawinenwinter 1916/17, 1934/35 und 1950/51, ZAMG; Studie im Auftrag des WLV 2017)

Fig. 1: Snow depth in Obertilliach 1916/1917 (1400 m asl) (red line) compared with the winter 1934/35 (green line) and the winter 1950/51 (blue line), from 1.10 – 30.4.. The two dotted lines show the mean value and the 90% percentile. The shadowed area shows the daily maximum and the daily minimum of the snow depth. The size of the distance between the 90% percentile and the maximum snow depth shows the degree of extreme situation in winter 1916/1917. (Quelle: Gruber, Schellander, Winkler, 2017: Meteorologische Aufarbeitung und extremwertstatistische Einordnung der historischen Lawinenwinter 1916/17, 1934/35 und 1950/51, ZAMG; Studie im Auftrag des WLV 2017)

Aber nicht nur der Dezember, auch der Jänner und noch der April erwiesen sich als außerordentlich schneereich.

### Lawinen

Sowohl im Winter 1915/1916 als auch im Winter 1916/1917 wurden viele Lawinen mit Opfern dokumentiert. Nach umfangreichen Erhebungen im Kriegsarchiv in Wien kann mit Sicherheit

festgestellt werden, dass die Anzahl der in der Literatur angegebenen Lawinopfer weit überzogen ist. Eine genauere Anzahl, welche sich auf Grund der Aktenlage der K.u.K Armee erheben lässt, ist derzeit noch nicht zu nennen. Ganz grob kann davon ausgegangen werden, dass im ersten Kriegswinter auf österr. Seite der Front ca. 1200 Personen ums Leben kamen, im zweiten Kriegswinter ca. 3000 Personen. Der dritte Kriegswinter 1917/1918 hat lawinenfachlich keine Rolle mehr

gespielt, da die Frontlinie auf Grund des Vorstoßes der Österr. Armee im Zuge der 12. Isonzoschlacht bis zur Piave nur noch vom Val Sugana bis zum Stilfser Joch über die Südalpen verlief und dieser Winter mit Ausnahme großer Kälte keine außergewöhnlichen Lawinensituationen beinhaltete.

Aber auch unter Berücksichtigung geringerer Opferzahlen waren diese Winter jene mit den meisten Lawinopfern der gesamten Lawinenchronik der letzten Jahrhunderte.

Der erste Lawinenwinter war durch zwei Lawinenzyklen geprägt, der erste davon Ende

Februar, nach den Niederschlägen vom 19.–23. Februar, der zweite Lawinenzyklus ereignete sich ca. vom 5.–13. März, auch dieser Zeitraum war durch starke Niederschläge (auf labiler Unterlage) geprägt. Das bemerkenswerteste Ereignis war jenes am Fuße des Westhanges des Monte Piano. Im Rahmen einer Feldmesse (bei schönem Wetter) wurden zwei Soldaten verschüttet. Bei der anschließenden Rettungsaktion, bei der sich alle 150 Teilnehmer der Feldmesse beteiligten wurden weitere 70 Soldaten durch eine Nachlawine getötet (5.3.1916).



Abb. 2: Lawinenskizze des Ereignisses vom 25. Februar 1916 im Niedergaital an der Karnischen Front.

Fig. 2: Drawing of an avalanche happened on Feb. 25. 1916 im Niedergaital on the Carinthia frontline

Vor allem an der Kärntner Front (Julische und Karnische Alpen) ereigneten sich im Februar und März 1916 zahlreiche Lawinen. Zahlreiche Lawineneignisse sind in den Chroniken überliefert, bei denen nur eine oder wenige Personen ums Leben kamen. Mehrere Ereignisse mit zahlreichen Opfern traten aber ebenso auf, als Beispiel seien die Lawineneignisse vom 25.2.1916 im Niedergailtal mit 40 Todesopfern oder das Ereignis vom 11.3. im Wolayeral in den Karnischen Alpen mit 84 Todesopfern genannt. Im Telegramm der Gruppe Oberst Wasserthal an das 10. Armeekommando vom 12.3.1916 (Quelle Kriegsarchiv Wien) wird dazu berichtet:

*„Lt. Meldungen des KpKdt ist gestrige Lawine vom Osthange der Biegenköpfe und des Wolayerkopfes in der Mulde gegen die untere Wolayer Alm abgerutscht, wobei der Rest derselben über die nördlich gelegenen Baracken ging, die Offiz-Küche fortriss und 2 grosse Mannschaftsbaracken eindrückte .....Bisher konnten 55 Tote und 64 Verwundete in Sicherheit gebracht werden, 32 Mann noch vermisst.“*

Der Alpine Referent der 10. Armee, der bekannte Lawinenexperte Matthias Zdarsky wurde im Zuge der Rettungsarbeiten im Niedergailtal am 28.2 ebenfalls von einer Lawine erfasst und konnte nur mit zahlreichen Knochenbrüchen geborgen werden.

Noch weit dramatischer als der Winter 1915/1916 verlief der Winter 1916/1917. Obwohl die in zahlreicher Literatur erwähnten Zahlen von Lawinenofern nicht stimmen, so wurde die Anzahl der Lawinenofer mit ca. 3000 auf österr. Seite der Front der erste Winter doch deutlich übertroffen. Ähnliche Zahlen von Lawinenofern werden auch von der Italienischen Armee gemeldet. Das bekannteste und am häufigsten beschriebene Ereignis ist jenes auf der Marmolata am 13. Dezember 1916. Dort wurde das Lager Gran Poz von einer Eislawine verschüttet, ca. 270 Lawinenofer waren zu beklagen.

Im Tagebuch des Augenzeugen Josef Strohmaier wird das Ereignis wie folgt beschrieben (zit. in Jordan A.2005)

*„...Durch die ständigen Lawinen wurde die Gefahr unerträglich. Unser Hauptmann Schmid erkannte die Gefahr und telefonierte an das Kommando mit Feldmarschall Goiginger, der seinen Sitz im sicheren Hotel Karersee hatte. Hauptmann Schmid stellte den Antrag, die Besatzung des Lagers von Gran Poz zu Folge der stets eminent wachsenden Lawinengefahr und der Unmöglichkeit eines feindlichen Vorstoßes auf einen unserer Stützpunkte bei dieser Schneehöhe – nach Pian Trevisan zurücknehmen zu dürfen. Aber der Divisionär blieb dem Antrag gegenüber taub und ablehnend. [...] Goiginger blieb unzugänglich. Er wurde zornig, wies den Antrag nochmals ab und drohte unserem Hauptmann mit Konsequenzen. Ich stand daneben und hörte das ganze Gespräch mit an. Nun ging unser wackerer Hauptmann mit den Tränen in den Augen vom Telefon mit den Worten: ‚Also in Gottes Namen, mich trifft keine Verantwortung und keine Schuld!, Es hörte nicht auf zu schneien und wir konnten schon 6 m Schneetiefe messen. [...] furchtbare Niedergeschlagenheit und Todesahnungen herrschten unter den Landesschützen von Gran Poz [...] immer wieder wurden wir durch das Rollen und Dröhnen der Lawinen aufgeschreckt.*

*Gegen 6 Uhr früh rufen die Ordonnanzen, dass eine Lawine kommt. Wir wollten rasch zur Tür hinaus. In diesem Augenblick ein Donnern und Krachen und ich sah noch, wie die Außenwand durch Schnee und Eis eingedrückt wurde. Mit einem Gedanken an Gott wartete ich auf das Letzte. Ich hörte noch das Rollen über die ganze Baracke, bis es dann langsam verstummte.....*

*Die Luft war mir so stark in die Lunge gepresst worden, dass es eine ganze Weile dauerte, bis ich sie wieder herausstoßen konnte. Mein Schlafkamerad sagte: „Kruzifix, jetzt san mir hin“.*

*Gleich nach der Katastrophe hörten wir das Stöhnen und Jammern der Verletzten und Sterbenden, die entsetzlichen Minuten schienen wie eine Ewigkeit zu dauern. Mir kam ein guter Gedanke, ich stieß mit einem Stück Holz gegen die Bretterwand und ich hörte einen sagen: „Da kummts her, da san noch welche drin, da klopfens“ Die Bretterwand wurde aufgerissen und sie zogen uns heraus.....*

*Eigentümlich war es, dass jeder, der ans Tageslicht kam, zusammengesunken war. Wir sahen ein Gewirr von Balken, Brettern, Armen, Leichen und Köpfen. Da vorne tanzte einer und sang gräulich dazu, denn er war verrückt geworden. Einzelne irrten unbeständig zwischen den Trümmern herum. Man hatte am fünften Tag die Arbeit in den Trümmern eingestellt, doch einer grub sich mit seinem Taschenmesser durch und sagte, dass noch Lebende drinnen seien. Wir nahmen die Arbeit wieder auf und holten noch Lebende heraus....“*

Oberleutnant Leo Handl von der Bergführerkompanie Nr. 8 schrieb am 17. 12. in sein Tagebuch (zit. in Jordan A. 2005):

*„...Mit meiner ganzen Mannschaft Bergungsarbeiten bei der Lawinenkatastrophe. Nachmittags kriecht plötzlich seitlich aus dem Schnee ein Mann fast nackt heraus. Es ist ein junger Kaiserschütze. Er hatte sich mit den Fingernägeln durch 6 m tiefen, eisharten Schnee gegraben, ohne Nahrung, nur in Hemd und Socken. Als die Lawine um 6 Uhr früh abging, hatten alle in der Baracke geschlafen. Der ganze Unterstand wurde wie ein Kartenhaus zerdrückt, nur bei ihm bildete sich ein Hohlraum. Er glaubt, dass noch einige seiner Kameraden leben, nach 105 Stunden! Tatsächlich sind bis abends 8 Mann teils mit schweren Erfrierungen geborgen worden. Es geschehen noch Wunder!“.*

Die Beschreibung des Unglücks auf Gran Poz ist typisch für viele Lawinenofer bei denen

Baracken oder Lager zerstört wurden. Einerseits wurden viele Soldaten durch die Holzbalken erschlagen und erdrückt, andererseits bildeten sich in den zerstörten Bauten aber auch Hohlräume, in denen nach Tagen noch Opfer geborgen werden konnten.

### Lawinenvorsorge - Lawinenkarten

Seitens des Kommandos der Südwestfront wurde auf die Lawineneignisse des Winters 1915/1916 mit mehreren Maßnahmen reagiert. Es wurden die Truppenkommandanten mit Nachdruck unterwiesen, dass die entsprechenden Vorschriften einzuhalten seien. Das Rayonskommando V (gleichzeitig Divisionskommando Pustertal schreibt dazu im Divisionskommandobefehl Nr 60 vom 19. März 1916 (Quelle KA Wien):

*„...die letzten schweren Unglücke lassen erkennen, dass die ausgegebenen Weisungen und strengen Befehle zur Verhütung solcher Vorkommnisse wenig beachtet werden. Viele Lawinenofer und speziell der Umfang, den solche Ereignisse annehmen ließe sich durch entsprechende Rücksichtnahme auf die durch langjährige Beobachtung gemachten Erfahrungen, größtenteils hintanhalten. Ein Beispiel aus den Vorfällen der letzten Tage:*

*2 Mann werden von einer Lawine verschüttet, bei der Bergungsaktion der zwei Leute wurden durch eine nachkommende zweite Lawine 70 Mann verschüttet.*

*Die eingeteilten alpinen Referenten haben (wie schon wiederholt angewiesen) unverzüglich die ganzen Stellungen abzugehen, ebenso alle Unterkünfte, Hütten etc. genau zu besichtigen und die eventuelle Räumung derselben, wo in die Augen springende Gefahr im Verzug ist, sofort bei sonstiger Gefährdung im Einvernehmen mit dem Rayonskommando zu veranlassen. Die Anträge der eingeteilten Alpinen Referenten müssen in*

dieser Beziehung unbedingt Berücksichtigung finden. Ihr Rat ist in allen Alpinen Angelegenheiten einzuholen.

Für die lawinengefährlichen Routen und Wege sind von den Alpinreferenten für jede einzelne Route „Marschverhaltungen samt Skizze“ zu verfassen und alle in Betracht kommenden Kommandanten damit zu beteiligen. Auf die genaueste Einhaltung ist größtes Gewicht zu legen.

Nur durch gemeinsame Zusammenarbeit und diese intensiviertere Bedachtnahme auf alle Details, die im Hochgebirge eine so große Rolle spielen, kann es gelingen, den gegenwärtigen eminenten Gefahren zu begegnen und die Zahl der Opfer der Lawinenunglücke einzudämmen.

Jedes Lawinenunglück ist sofort telegraphisch anher (Alpinreferent) zu melden. Nach durchgeführten Bergungsarbeiten ist ein ausführlicher Bericht über die mutmaßliche Ursache, das Lawinenunglück selbst und über die Bergungsarbeiten anher zu senden. Hiezu verfügt das Rayonskommando: Die hierstelligen Befehle Op.Nr.548 (Dionsbefehl Nr. 49) und Op. Nr. 548/I (I.Nr. 408/iR.d.14.K.K) werden in Erinnerung gebracht

Neben der Erinnerung an nicht eingehaltene Befehle und Weisungen, insbesondere der Merkblätter und Weisungen über den Gebirgskrieg im Winter, welche vom Landesverteidigungskommando Tirol mit Op. Nr. 1383 erlassen wurden, wurden nach dem ersten Lawinenwinter noch weitere Maßnahmen gesetzt. Unter anderem wurde zum Beispiel der Feldwetterdienst eingeführt, der neben der Wettervorhersage für die Flugaufklärung auch der Vorbereitung auf Lawinensituationen dienen sollte.

Bereits mit Divisionskommandobefehl vom 31. Dezember 1915 wurde auf die Möglichkeiten der künstlichen Lawinenauslösung zur Sicherung der eigenen Wege hingewiesen:

„...Um die Lawinengefahr möglichst zu verringern, sind schon jetzt Lawinhänge durch Art. Feuer oder durch Handgranaten zum Absturz zu bringen. Es darf nicht vorkommen, dass sich Schnee auf diesen Stellen in großen Mengen ansammelt, da in diesem Falle die Lawinengefahr immer größer wird und nach Abgehen von so starken Lawinen die Freimachung der Wege mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Die Durchführung geschieht im eigenen Wirkungsbereich der Kampfgruppeneinheiten...“

Der Divisionskommandobefehl vom 6. März 1916, Op. 49 befasst sich mit der Kartierung von Lawinen, welche dezidiert angeordnet wurde:

„.....Bisher wurden von den Alpinreferenten Lawinenkarten ihrer Bereiche angelegt, deren Wert teilweise nur ein theoretischer ist, weil dieselben Teile zu einer Zeit angelegt wurden, in der die Lawinengefahr äußerst gering war, teils weil letztere nur aus der Terraininformation abgeleitet und in diese Karten eingezeichnet wurde.

Durch die Erfahrungen der letzten Wochen ließen sich nunmehr bestimmtere Anhaltspunkte gewinnen. Zu deren Verwertung wird verfügt:

Die GUA (Grenzunterabschnitte) haben ihre Alpinen Referenten anzuweisen, auf der eigenen Lawinenkarte jede abgegangene Lawine genau nach Richtung und Zeit blau einzuzichnen. Dem Alpinen Referenten des Rayonskommandos sind jeden Montag Skizzen über die abgegangenen Lawinen nebst genauer Angabe des Ortes, der Zeit, der Ursache des Abganges (Temperatur, Neuschnee, fehlerhaftes Gehen) der Verlust an Menschenleben und der Sachbeschädigungen einzusenden. In jeglicher Weise ist auch über künstlich zum Abgehen gebrachte Lawinen zu berichten...“

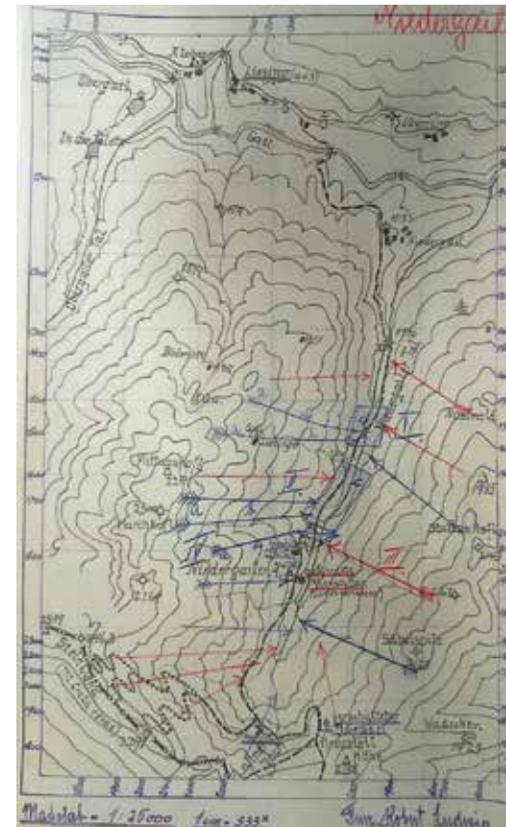


Abb. 3: Lawinenkarte Niedergailtal, Karnischen Alpen; Die blauen Pfeile zeigen abgegangene Lawinen, die roten Pfeile Lawinestrüche, aus denen noch Lawinen zu erwarten sind. (Quelle: KA Wien)

Fig. 3: Avalanche map Niedergailtal, Karnische Alpen; The blue arrows indicate already happened avalanches, the red arrows indicate the avalanche paths, from which avalanches were still expected. (Source: War archive Vienna)

Trotz der getroffenen Vorsichtsmaßnahmen kam es im Folgewinter 1916/1917 wiederum zu zahlreichen Lawinenereignissen. Die Situation war vor allem in Dezember nicht zu bewältigen, immerhin wird der Dezemberriederschlag mit einer Wiederkehrswahrscheinlichkeit von 300 Jahren angegeben. Bereits Ende November war in Obertilliach (SH 1400 m) eine Schneehöhe von einem Meter vorhanden, vom 10. – 15. Dezember stieg die Schneehöhe auf ca. drei Meter an, um

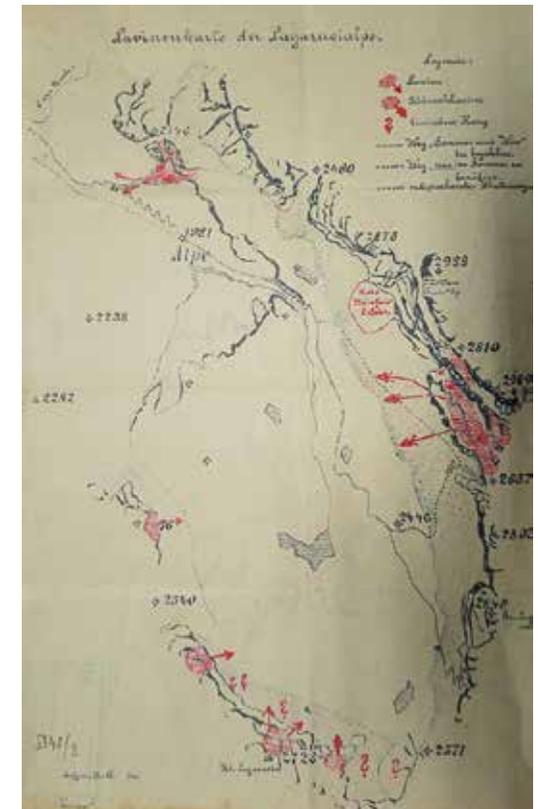


Abb. 4: Lawinenkarte Lagazuoi-Alpe (Quelle: Landesarchiv Südtirol)

Fig. 4: Avalanche map Lagazuoi-Alpe (Source: County archive South Tyrol)

schließlich im Jänner einen Maximalwert von fast vier Metern zu erreichen. Auch im April war noch einmal ein kräftiger Anstieg der Schneemächtigkeit auf ca. drei Meter zu verzeichnen. In vielen Lageberichten wurden Schneemächtigkeiten in den Höhenstellungen von 5 bis 6 m angegeben. Abb. 1 zeigt auch einen Vergleich der Schneehöhen des Winters 1916/1917 mit dem Winter 1950/1951, einem der katastrophalsten Lawinenwinter des letzten Jahrhunderts. Vielfach wird als Ursache für die Lawinen ein Föhnwindbruch am 13. Dezember angegeben, der zu einer deutlichen Erwärmung geführt hätte und dadurch wären die

Lawinen gebrochen. Tatsächlich kann man in den Wetteraufzeichnungen in verschiedenen Stationen sehr wohl feststellen, dass am 13. Dezember ein starker Südwind geweht hatte, ein deutlicher Temperaturanstieg ist allerdings nicht feststellbar. In den Frontberichten wird vielfach davon berichtet, dass es bis ca. 1300 m geregnet hatte, darüber gab es intensiven Schneefall über mehrere Tage. Die Ereignisse waren in ihrer Mächtigkeit nicht

voraussehen. Selbst an sicher geglaubten Orten wurden Baracken von Lawinen zerstört.

Der neuerliche Lawinenwinter führte zu einer weiteren Verbesserung der Lawinenvorsorge. Lawinenkarten wurden professionalisiert und die Karten des Jahres 1917 und 1918 kann man ohne weiteres als Vorläufer der Gefahrenkarten der heutigen Gefahrenzonenpläne einstufen.



Abb.5:  
Lawinenplan mit Wächten und Steinschlagdarstellung, 1918; KuK Korpsvermessungsstelle 1/10 T.Res Nr. 30.1918; nach Angaben und Zusammenstellung des Alpinen Referenten des XIV „Edelweiss“ Korpskommandos; (Quelle: KA Wien)

Fig. 5:  
Avalanche map with cornices and rockfall areas, 1918; KuK Korpsvermessungsstelle 1/10 T.Res Nr. 30.1918; nach Angaben und Zusammenstellung des Alpinen Referenten des XIV „Edelweiss“ Korpskommandos; (Source: War archive Vienna)

Wie in dem Plan ersichtlich, wurden auch minutiös die Lawinenschutzmaßnahmen, welche von der Armee errichtet wurden, eingetragen. Die häufigsten Maßnahmen waren Lawinensporne aus Holz oder gepresstem und vereistem Schnee, welche als provisorische Schutzbauten vor allem zum Schutze von Baracken errichtet wurden. Bezeichnend ist auch die Klassifizierung der Lawinen in eine Jährlichkeit. Auch eine Klassifizierung der Lawinenintensität in zwei Stufen – Lawinenbahn, minder gefährdeter Raum – wurde durchgeführt, quasi die Vorwegnahme einer Gelben und Roten Gefahrenzone. Ebenfalls markiert wurde die Lage der Warntafeln, die Lage von Wechten und Steinschlagbereiche. Allerdings, das ist das Schicksal dieser Karten, wurden sie im Winter 1917/1918 nicht mehr gebraucht, der größte Teil der Gebirgsfront war schon Geschichte. Die im Ersten Weltkrieg auf Grund der Erfahrungen der beiden Lawinenwinter erstellten Lawinenkarten können ohne weiteres als die Vorläufer der Gefahrenkarten in den heutigen Gefahrenzonenplänen angesehen werden. Einige dieser Karten sind im Kriegsarchiv in Wien noch erhalten geblieben.

#### Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Siegfried Sauermoser  
ehem. Wildbach- und Lawinenverbauung  
Sektion Tirol  
Wilhelm Greilstraße 9, 6020 Innsbruck  
s.sauerm.sz@aon.at

#### Literatur / References:

BRUGNARA, Y., BRÖNNIMANN, S., ZAMURIANO, M., SCHILD, J., ROHR, C., & SEGESSER, D. M. (2016). Dezember 1916: Weisser Tod im ersten Weltkrieg. (G. I. Universität Bern, Hrsg.) Geographica Bernensia; G91.

GRUBER, S., SCHELLANDER, H., & WINKLER, M. (2017). Meteorologische Aufarbeitung und extremwertstatistische Einordnung der historischen Lawinenwinter 1916/17, 1934/35 und 1959/51. ZAMG Innsbruck: Bericht im Auftrag der WLW Tirol.

JORDAN, A. (2008). Krieg um die Alpen - Der Erste Weltkrieg im Alpenraum und der Bayerische Grenzschutz in Tirol. Berlin: Duncker & Humblot, Zeigeschichtliche Forschungen 35.

WIEDEMAYR, L. (2007). Weltkriegschauplatz Osttirol, die Gemeinden an der karnischen Front im östlichen Pustertal. Lienz: Tiroler Bote.

#### Zeichenschlüssel für die Lawinenkarte

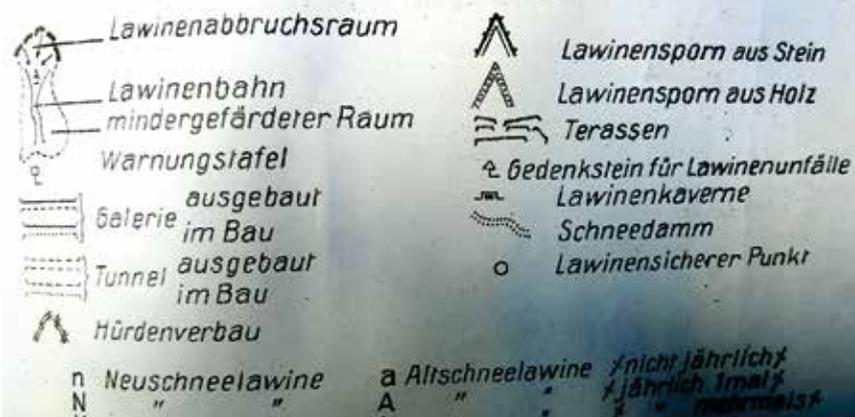


Abb. 6:  
Legende zum oa. Lawinenplan 1918; KuK Korpsvermessungsstelle 1/10, (Quelle: KA,Wien)

Fig. 6:  
Caption to the avalanche map in Fig. 5 1918; KuK Korpsvermessungsstelle 1/10, (Source: War archive Vienna)

PIERPAOLO MACCONI, DANIEL COSTANTINI, NATASCHA MARIA GRUBER, KATHRIN LANG

## Ein Erfahrungsbericht: 12 Jahre Gefahrenzonenplanung in Südtirol

### *12 years of hazard zone planning in South Tyrol*

#### Zusammenfassung:

Im Jahr 2007 hat die Autonome Provinz Bozen - Südtirol den Gefahrenzonenplan als ein dem Gemeindebauleitplan übergeordnetes Planungsinstrument eingeführt, um die urbane Entwicklung und Bautätigkeit nach dem Prinzip der Risikominderung oder -minimierung zu steuern. Als eine Synthese aus dem italienischen Gesetz zum Bodenschutz und der Schweizer Methodik zur Gefahrenbeurteilung erweist sich der Gefahrenzonenplan als eines der wichtigsten Instrumente, nicht nur für die raumplanerische Prävention hydrogeologischer Risiken, sondern auch für die Planung von Schutzmaßnahmen und Zivilschutzaktivitäten im Falle eines eintretenden Ereignisses. Die Schlüsselrolle der Gemeinden und die Einbeziehung von Fachleuten charakterisieren ein Modell, das sich mittlerweile gut bewährt hat.

#### Stichwörter:

Naturgefahren, Risikomanagement, Gefahrenzonen, Raumplanung

#### Abstract:

*In 2007, the Province of Bolzano introduced the Hazard Zones Plan (HZP) for municipal territorial planning, a prevention tool aiming to regulate the urban and building development according to a principle of risk reduction or minimization. Developed as a synthesis between the Italian legislation on soil protection and the Swiss hazard assessment methodology, the HZP is proving to be the main informative document not only in preventing hydrogeological risk, but also for protection and preparation activities. The key role of the municipalities and the involvement of freelancers characterize a model that is being consolidated with very positive results.*

#### Keywords:

*Natural hazards, risk management, hazard zone, spatial planning*

#### Historischer und rechtlicher Hintergrund

Der Umgang mit hydrogeologischen Risiken in Italien wird durch ein Gesetz aus dem Jahre 1989 geregelt. Mit diesem Gesetz wurde der so genannte Einzugsgebietsplan als ein sehr ambitioniertes und umfassendes Instrument für die koordinierte Planung und das Management hydrogeologischer Risiken und der Wasserressourcen eingeführt. Dieser Plan hatte den Vorteil, nicht an Verwaltungsgrenzen gebunden zu sein, sondern als Bezugspunkt das hydrographische Einzugsgebiet anzunehmen. Dieser innovative Ansatz wurde mit dem Erlass der Wasserrahmenrichtlinie auf europäischer Ebene aufgegriffen. Mit dem oben genannten Gesetz wurden auch die Einzugsgebietsbehörden (heute Bezirksbehörden) eingeführt. Diesen überregionalen Körperschaften obliegt die Aufgabe, den Einzugsgebietsplan zu realisieren.

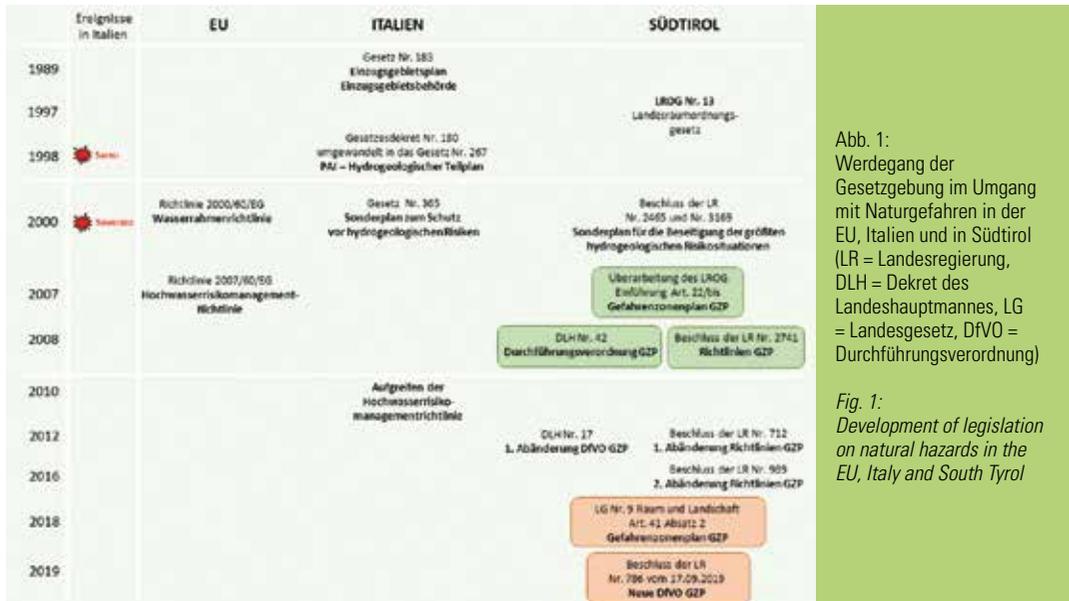
Im Mai 1998 erschütterte eine schwere Katastrophe mit 137 Todesopfern infolge von Muren die Stadt Sarno in Kampanien in Süditalien. Dieses tragische Ereignis veranlasste den Gesetzgeber, die gravierende Verzögerung bei der Anwendung des Gesetzes von 1989 durch die verschiedenen Einzugsgebietsbehörden zu beheben und per Gesetz einen Hydrogeologischen Teilplan (Piano di assetto idrogeologico – PAI) als einen Bestandteil des Einzugsgebietsplanes einzuführen. Der PAI definiert hydrogeologische Risikozonen und die entsprechenden Schutzmaßnahmen sowie bauliche und raumplanerische Einschränkungen. Er ist den Bauleitplänen übergeordnet, weshalb diese die Vorgaben des PAI einhalten müssen.

Im Jahr 2000 wurde nach einer weiteren Tragödie mit 13 Todesfällen durch eine Sturz-

flut in Soverato, (Kalabrien) ein weiteres Gesetz erlassen, welches dringende Schutzmaßnahmen in Gebieten mit sehr hohem hydrogeologischem Risiko vorsieht. Die Autonome Provinz Bozen hat in der Folge im Dringlichkeitsverfahren in 35 Gemeinden Risikozonen definiert, die teilweise noch in Kraft sind und in denen die nationalen Rechtsvorschriften angewendet werden.

In Südtirol musste bei der praktischen Umsetzung des Gesetzes von 1989 der besondere Rechtsstatus des Landes berücksichtigt werden. Seit 1972 verfügt das Land über ein Autonomiestatut, das ihm die primäre Gesetzgebungskompetenz in verschiedenen Bereichen zugesteht, dazu gehören u.a. auch die Raumordnung, der Zivilschutz und der Bodenschutz. Aufgrund dieser Kompetenz hat das Land im Jahre 2007 im Landesraumordnungsgesetz einen Artikel eingeführt, der die Südtiroler Gemeinden verpflichtet, innerhalb von drei Jahren einen Gefahrenzonenplan (GZP) zu erstellen. Die Summe aller Gemeindegefahrenzonenpläne ergibt den PAI für das Gebiet der Autonomen Provinz Bozen.

Im Jahr 2008 wurde die entsprechende Durchführungsverordnung mit Dekret des Landeshauptmannes verabschiedet, welche die zulässigen baulichen Eingriffe und Abänderungen des Bauleitplanes in Abhängigkeit von den verschiedenen Gefahrenstufen definiert. Ebenfalls im Jahr 2008 wurden die Richtlinien für die Erstellung der Gefahrenzonenpläne genehmigt, welche die allgemeinen technisch-methodischen Grundsätze und die Beschreibung der Verfahrensschritte beinhalten. Weitere technische Details wie z.B. Arbeitsvorgaben und kartographische Standards wurden von den zuständigen Landesämtern erstellt und laufend nach dem Stand der Technik aktualisiert.



Im Jahr 2010 hat der italienische Staat die europäische Hochwasserrichtlinie-Richtlinie aufgegriffen, welche ebenfalls die Erstellung von Gefahrenzonenkarten, allerdings nur für Wassergefahren, vorsieht. Die im Jahr 2008 vom Land Südtirol per Gesetz verabschiedete Methode erfüllt vollständig die auf europäischer Ebene festgelegten Kriterien, was die Qualität des Systems auf technischer Ebene bestätigt.

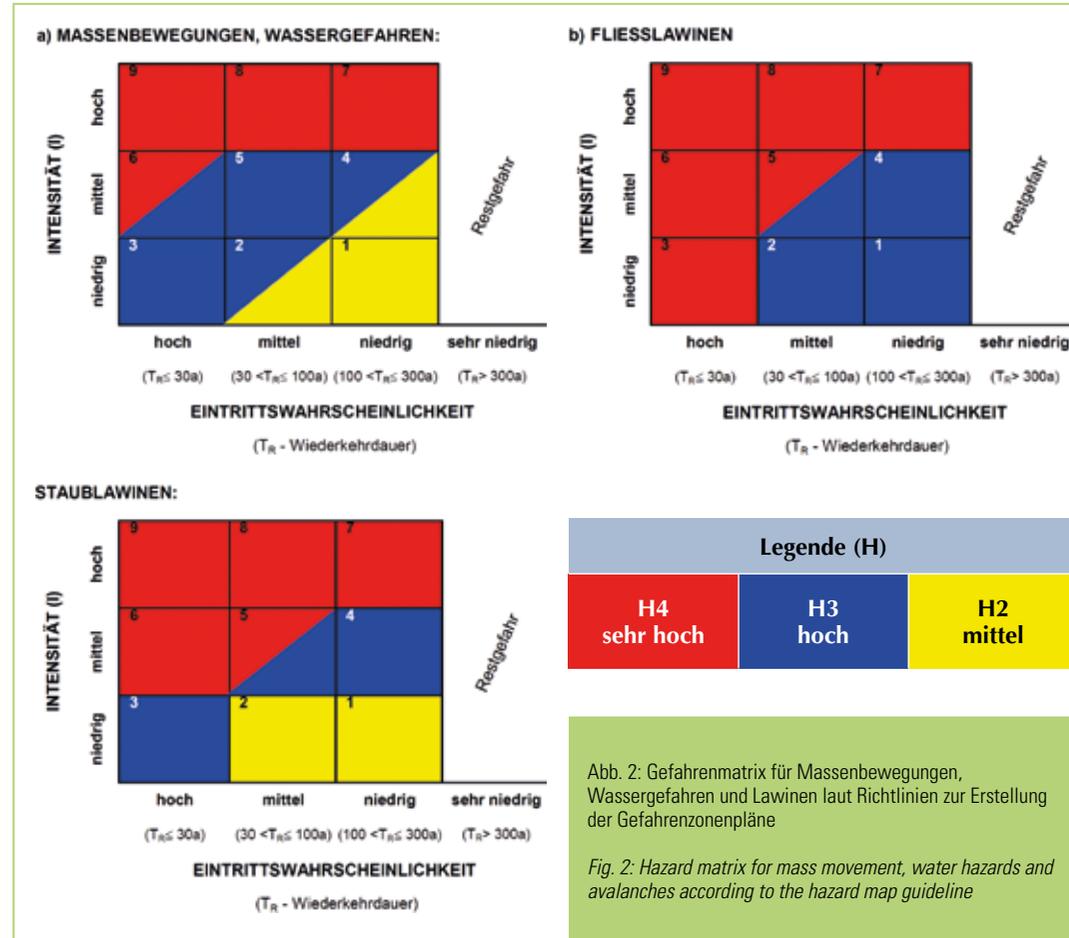
**Das Konzept der Gefahrenzonenplanung in Südtirol**

Die Methode

Bei der Festlegung der hydrogeologischen Gefahr hat sich die Autonome Provinz Bozen an die in der Schweiz vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) entwickelte Methode angelehnt. Eine ausführliche Beschreibung liefert das im Jahr 1998 veröffentlichte Dokument „Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren“. In Südtirol werden im Rahmen der Gefahrenzonenplanung ausschließlich die folgenden Naturgefahren untersucht, unterteilt in:

<b>Massenbewegungen</b>	Sturz, Rutschung, Einbruch, Hangmure, Tiefgründige Massenbewegung
<b>Wassergefahren</b>	Überschwemmung, Wildbachüberschwemmung, Murgang, Erosion
<b>Lawinen</b>	Fließlawine, Staublawine, Gleitschnee

Bei der Methode nach BAFU handelt es sich um einen allgemein anerkannten Standard, welcher im Grunde auf der Definition der Gefahr in Abhängigkeit von Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit von hydrogeologischen Phänomenen fußt. Für jeden einzelnen Prozess erfolgt die Kombination durch eine festgelegte Matrix (Abb. 2), sodass sich eine der drei Gefahrenstufen H2-H3-H4 ergibt. In der Matrix werden Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität nicht als metrische Größen, sondern als Klassen dargestellt.



Die Eintrittswahrscheinlichkeit (ausgedrückt als Wiederkehrzeit) ist für alle Prozesse gleich und drückt aus, wie wahrscheinlich es ist, dass bezogen auf einen Zeitraum von 50 Jahren ein Ereignis mit einer bestimmten Intensität eintritt.

Die Schwellenwerte der Intensitätsklassen sind verschieden, da jeder Prozess Charakteristika aufweist, die sich aus den unterschiedlichen Eigenschaften (z.B. Geschwindigkeit, Volumen, Mächtigkeit, Wassertiefe usw.) und aus den unterschiedlichen Auswirkungen auf Objekte (z. B. Lawinendruck) ergeben.

Die Erstellung eines Gefahrenzonenplanes sieht folgende Arbeitsschritte vor:

- Historische und bibliografische Recherchen und Interviews mit der Bevölkerung
- Erkennung, Bestimmung und Abgrenzung der Prozesse durch Analyse von thematischen Karten und Datensätzen verschiedener Jahrgänge (Orthofotos, Geländemodelle, usw.)
- Datenerhebungen im Gelände und/oder Ortsaugenscheine
- Numerische Modellierungen
- Darstellung und Beschreibung der Endergebnisse

Es wird großen Wert daraufgelegt, dass die Plausibilität der Endergebnisse, die Abgrenzung der

Gefahrenzonen und die Definition der Gefahrenstufen anhand des Geländebefundes (Morphologie, stumme Zeugen), aufgrund von Informationen aus historischen Ereignissen überprüft werden.

Der Gefahrenzonenplan besteht einerseits aus kartographischen Produkten (Geomorphologische Karte, Karte der Phänomene, Gefahrenzonenkarten), aus erläuternden Berichten (Ausführlicher Bericht und Kurzbericht) aber auch aus einer nicht unerheblichen Menge an Daten (GIS-Daten, Ergebnisse aus numerischen Modellierungen, Vermessungen, Fotomaterial, usw.).

### Der Gefahrenzonenplan und seine Anwendung

Die Provinz Bozen erstreckt sich auf einer Fläche von ca. 7.400 km<sup>2</sup>, ist in 116 Gemeinden unterteilt und hat ca. 500.000 Einwohner. Während auf nationaler Ebene von einer überregionalen Behörde (Einzugsgebietsbehörde) Gefahrenkarten erstellt und in die Raumplanung und in die Bauverfahren der Gemeindeverwaltung integriert werden (Top-Down-Ansatz), liegt in der Provinz Bozen die Erstellung des GZP in der Verantwortung der einzelnen Gemeinden. Diese Wahl ist in mehrfacher Hinsicht strategisch, denn hier entstehen die meisten raumplanerischen und baulichen Initiativen. Zudem ist der Bürgermeister auf Gemeindeebene die höchste Instanz für den Zivilschutz im Falle eines Ereignisses. Die ausgeprägte technische Ausrichtung des GZP erfordert jedoch ein Know-how, das die meisten Gemeinden nicht haben. Die Landesverwaltung übernimmt daher neben der Rolle des Gesetzgebers eine grundlegende technische und organisatorische Aufgabe, die bei der Definition von Methoden und Standards beginnt und sich in der Koordination, tech-

nischen Unterstützung und Begleitung des gesamten Prozesses bis zur endgültigen Genehmigung des GZP fortsetzt. Die beteiligten Institutionen sind die Abteilung Natur, Landschaft und Raumentwicklung, die Agentur für Bevölkerungsschutz, das Amt für Geologie und Baustoffprüfung und die Abteilung Forstwirtschaft.

Die Gemeinde vergibt die Ausarbeitung des GZP an freiberuflich tätige Techniker (Ingenieure, Geologen und Forstwirte), die sich meistens in temporären Bietergemeinschaften zusammenschließen.

Die Kosten für einen GZP können je nach flächenmäßiger Erstreckung, geomorphologischen Gegebenheiten und Urbanisierungsgrad der jeweiligen Gemeinde zwischen ca. 30.000 und 400.000 Euro liegen. Es ist vorgesehen, dass die jeweilige Gemeinde 20 % die Gesamtkosten selbst übernimmt, während die restlichen 80 % von der Landesverwaltung getragen werden.

Die Erstellung des GZP sieht eine vorbereitende Phase, die Phase der Auftragserteilung, die Phase der Planerstellung und die Phase der Genehmigung vor.

Um die GZP in Südtirol in angemessener Zeit und mit einem überschaubaren Aufwand an Geld, Technik und Personal zu erarbeiten, wird nicht das gesamte Gebiet einer Gemeinde untersucht, sondern nur die raumplanerisch relevanten Gebiete sowie strategische Infrastrukturen. Somit bleiben auch nach der Erstellung des Gefahrenzonenplanes in einer Gemeinde Flächen übrig, die keine Aussagen über mögliche Gefahrenzonen aufweisen. Es wurden zudem zwei "Bearbeitungstiefen" eingeführt, die einem unterschiedlichen Arbeitsaufwand und dementsprechend unterschiedlichen Kosten entsprechen.

Im Gegensatz zu anderen Ländern, in denen Gefahrenkarten nur eines der Bewertungskriterien für die Erteilung von Baugenehmigungen oder für die Ausweisung neuer Baugebiete sind, werden in den in Südtirol ausgewiesenen Gefahrenzonen die Bestimmungen der Durchführungsverordnung streng verbindlich angewendet. Diese Verordnung zielt darauf ab, Risiken durch Naturereignisse zu vermeiden oder zu reduzieren, indem sie die in Gefahrenzonen möglichen Planungen und Projekte regelt.

In sehr hohen Gefahrenzonen (H4) sind Neubauten und die Ausweisung von Bauzonen generell verboten. In mittleren (H2) oder hohen (H3) Gefahrenbereichen sind, nach Abwägen von alternativen Standorten, Bauvorhaben nach Vorlage einer sogenannten „Kompatibilitätsprüfung“ durchführbar. Diese weist nach, dass ein bestimmtes Projekt mit den vorherrschenden Gefahrenzonen kompatibel ist. Die potentiellen Schäden müssen mit spezifischen Objektschutzmaßnahmen reduziert werden, um ein akzeptables spezifisches Risiko gewährleisten zu können. Die Kompatibilitätsprüfung wird von freiberuflich tätigen Technikern im Auftrag von privaten Bauherren oder der öffentlichen Verwaltung durchgeführt.

Der GZP stellt die Abbildung der aktuellen Gefahrensituation dar; eine Aktualisierung bzw. Abänderung des Planes ist mit Hilfe der sogenannten "Gefahrenprüfung" möglich, welche spezifische technische Vorgaben erfüllen muss und demselben Genehmigungsverfahren eines GZP unterliegt.

Eine Abänderung ist in folgenden Fällen **zwingend erforderlich**:

- Wenn für ein bestimmtes Vorhaben die detailliertere Bearbeitungstiefe vorgesehen ist;
- Wenn eine bauliche oder planerische Initiative in einem nicht untersuchten Gebiet geplant ist;

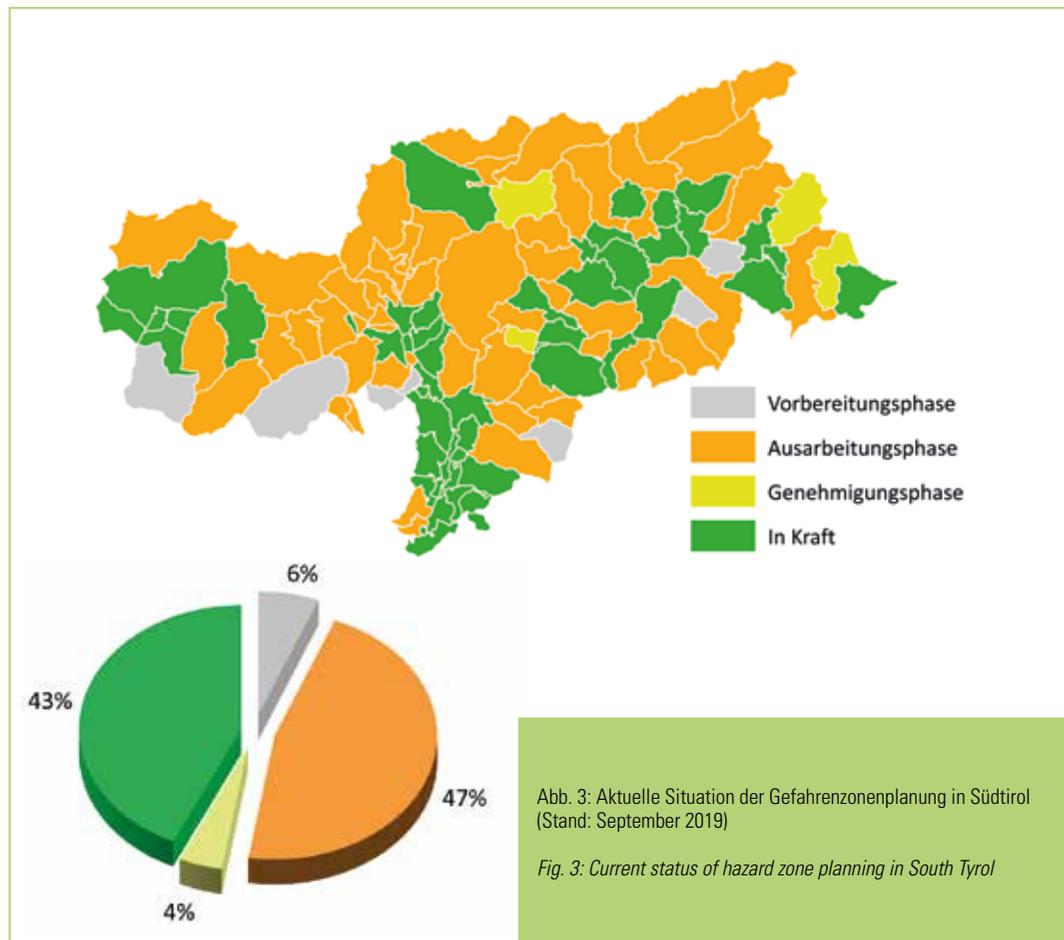
Zusätzlich ist eine Abänderung in folgenden Fällen **möglich**:

- Wenn Schutzbauten errichtet werden, welche die Gefahrensituation erheblich ändern.
- Wenn ein Ereignis besonderen Ausmaßes eintritt und somit eine Neubewertung der Gefahr sinnvoll ist;
- Wenn neue Basisdaten vorliegen (wie z.B. Topographie, Niederschlags- oder Abflussdaten, usw.) oder wenn der GZP (oder ein Teil davon) nicht mehr dem Stand der Technik entspricht.

### Erfahrungen nach 12 Jahren Gefahrenzonenplanung

Aktueller Stand

Seit der Einführung der Gefahrenzonenpläne in die Landesgesetzgebung sind nun 12 Jahre vergangen, ein ausreichender Zeitraum, um eine erste rückblickende Bewertung des gesamten Systems vorzunehmen. Das Landesraumordnungsgesetz sah die Ausarbeitung der GZP auf Landesebene innerhalb von drei Jahren, d.h. bis 2010, vor. Die verschiedenen Phasen bei der Erstellung der Gefahrenzonenpläne von der Ausschreibung über die Ausarbeitung und Genehmigung erwie-



sen sich jedoch als komplizierter und zeitaufwändiger als am Anfang gedacht, sodass die Fristen mehrfach verlängert werden mussten.

Derzeit (Stand: September 2019) sind 50 von 116 GZP genehmigt, d.h. 43% (Abb. 3), was 65% der Bevölkerung entspricht. Fünf Gemeinden (4%) befinden sich in der Genehmigungsphase, während sich ein großer Teil (47%) in der Ausarbeitungsphase befindet. Nur sieben Gemeinden (6%) haben die Ausarbeitung des GZP noch nicht in Auftrag gegeben.

Der Gefahrenzonenplan als dynamisches Arbeits- und Planungsinstrument

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass der Gefahrenzonenplan nicht mit der Genehmigung endet, wohl aber vielmehr als dynamisches Arbeits- und Planungsinstrument für alle involvierten Subjekte – Gemeinden, Ämter, Techniker – gesehen werden muss. Diese Feststellung wird auch durch die stetig ansteigende Anzahl an Abänderungen der GZP verdeutlicht (Abb. 4).

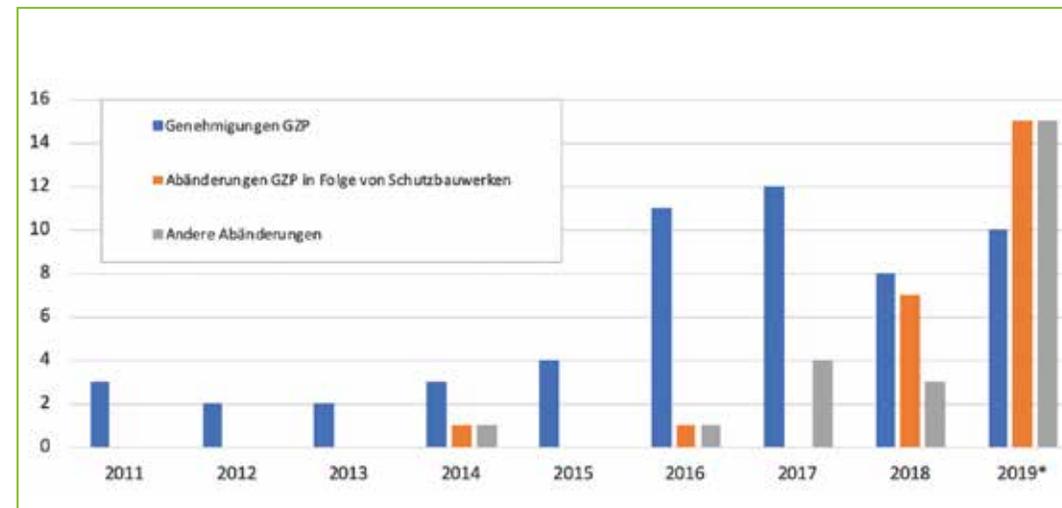


Abb. 4: Vergleich Genehmigungen Gefahrenzonenpläne (GZP) mit Abänderungen Gefahrenzonenpläne. Die mit einem Stern \* gekennzeichneten Werte basieren sich auf einer Prognose.

Fig. 4: Comparison of approved hazard zone maps and revised hazard zone maps. \* shows projection values.

Etwa die Hälfte der Abänderungen der GZP beruht auf der Errichtung von Schutzmaßnahmen, während die restlichen Abänderungen auf neue oder detailliertere Studien zurückzuführen sind. Der Gefahrenzonenplan stellt nämlich nicht nur ein konkretes und zukunftsweisendes Raumpla-

nungsinstrument dar, sondern dient als ein Entscheidungsinstrument für Gemeinden und Landesämter, um je nach Priorität Schutzmaßnahmen zu realisieren und damit die verfügbaren finanziellen Mittel optimal auszunutzen.



Abb. 5: Abänderung der Gefahrenzonen infolge der Errichtung einer Ufermauer

Fig. 5: Revision of hazard zones after construction of a bank wall

Ein wesentlicher Punkt in der Südtiroler Gefahrenzonenplanung, der sich auch mit der Zeit bewährt hat, gründet auf dem Erhalt einer Gefahr talseitig von Schutzbauwerken. Bei Steinschlagschutzmaßnahmen wird die Gefahr talseitig also nicht annulliert, sondern „nur“ rückgestuft. Dies wird aus zwei spezifischen Gründen so gehandhabt: Erstens soll kein Gefühl der absoluten Sicher-



heit vermittelt werden, da es diese in Bezug auf Naturgefahren nicht gibt und zweitens, um auf die Notwendigkeit der ordentlichen und außerordentlichen Instandhaltung von Schutzbauwerken hinzuweisen. Die Reduzierung der Gefahr ist in diesem Sinne nur solange gültig, als die nötige Instandhaltung gewährleistet wird.



Abb. 6:  
Abänderung des  
Gefahrenzonenplanes  
infolge der Errichtung  
von verschiedenen  
Steinschlagschutzbauten  
(Foto: Pohl+Partner)

Fig. 6:  
Revision of the hazard zone  
map after construction of  
several rock fall protection  
measures  
(photo: Pohl+Partner)

Ein weiteres charakteristisches Element der Gefahrenzonenplanung in Südtirol ist die Erteilung der Kompetenz an die Gemeinden. Diese Entscheidung wird von der Tatsache bestimmt, dass der GZP grundsätzlich auf Gemeindeebene seine stärkste Wirkung erzielt. Das Verfahren zur Genehmigung eines GZP ist analog zur Genehmigung eines Bauleitplanes und stützt sich somit auf einen partizipativen Prozess mit Beteiligung der Bevölkerung. Die gute Akzeptanz der Gefahrenzonenplanung wird durch die geringe Anzahl an eingereichten Rekursen unterstrichen. Demgegenüber bedeutet dies, dass 116 voneinander unabhängige GZP in puncto Ausschreibung, Ausarbeitung und Genehmigung verfolgt werden müssen. Die Erstellung der GZP auf Gemeindeebene bringt, im Vergleich zu einer Erstellung eines GZP auf Landesebene, zweifelsohne eine Verlängerung der Ausarbeitungsphase mit sich, zumal die Anzahl der involvierten Subjekte sehr groß ist und einer guten Koordinierung und eines systematischen Managements bedarf. Ein weiteres Problem betrifft gemeindeübergreifende Prozesse, wie etwa Überschwemmungen in Talböden. Um eine Kohärenz längs der Fließgewässer zu garantieren, wurden in einigen Fällen hydrogeologische Referenzwerte festgelegt (z.B. für Eisack und Rienz), während für die Etsch übergemeindliche Studien realisiert wurden.

Eine weitere Besonderheit des Südtiroler Systems ist die Entscheidung, die Ausarbeitung der GZP an freiberuflich tätige Fachleute zu vergeben. Vor dem Hintergrund einer völlig neuen Herausforderung hat sich die Fachwelt zunehmend auf die Analyse von Naturgefahren, durch das Anwenden und Verfeinern von Workflows und das Sammeln von Erfahrungen im Gelände, spezialisiert. Diese fortschreitende Spezialisierung hat den Landesgesetzgeber dazu veranlasst, in den Kommissionen auf Gemeindeebene die Figur

des „Experten für Naturgefahren“ einzuführen, mit dem Ziel, die Gemeinde bei der Anwendung vom GZP und bei der Definition von Strategien und Maßnahmen zur Risikominderung zu unterstützen. Auch in diesem Fall gibt es eine Kehrseite der Medaille: Aufgrund der Entscheidungsfreiheit bei der Wahl der spezifischen Methoden und Werkzeuge und dem allgemeinen Grad der Unsicherheit bei der Thematik Naturgefahren, können durchaus Inhomogenitäten zwischen verschiedenen GZP auftreten, die in einem unterschiedlichen Zeitraum ausgearbeitet worden sind.

#### Technisch-methodologische Herausforderungen

In zwölf Jahren Erfahrung wurden Arbeitsmittel, Standards und Arbeitsabläufe entwickelt, die es heute ermöglichen, die Qualität bei der Überprüfung, dem Austausch und der Verwaltung von Daten und deren möglichen Änderungen zu gewährleisten.

Das im Rahmen der Erstellung des GZP gesammelte Material wird zur Implementierung, Korrektur und Aktualisierung der verschiedenen Datenbanken der Fachämter verwendet, während die Gefahrenzonenkarten direkt auf dem Portal für Geodaten der Autonomen Provinz Bozen veröffentlicht werden. Aufgrund der großen Menge an Daten erkannte man innerhalb der öffentlichen Verwaltung rasch die Notwendigkeit, eine einheitliche Struktur festzulegen, sowohl was das Layout der kartographischen Produkte aber vor allem was den Inhalt der GIS-Daten betrifft. Mit zunehmender Anzahl an genehmigten Gefahrenzonenplänen sowie auch Abänderungen, steigt laufend auch die Menge an Daten, die bis dato mittels file-system organisiert werden: das stellt aber weder eine einfache Nachverfolgbarkeit der Abänderungen noch eine zeitgemäße Datenablage dar.

Aus methodischer Sicht wurde die auf der BAFU-Methode basierende Gefahrenbeurteilung allgemein als nachvollziehbar, jedoch in gewissen Fällen als etwas restriktiv befunden. Im Allgemeinen führt der auf der quantitativen Charakterisierung von Prozessen basierende Ansatz dazu, dass sich die Techniker zu sehr auf numerische Simulationen verlassen. Die Erfahrung hat hier grundsätzlich die Wichtigkeit einer Plausibilisierung der Ergebnisse im Gelände vor Ort gezeigt.

Bei der Bewertung der Gefahr durch Massenbewegungen hat sich als besondere Herausforderung die Definition der Eintrittswahrscheinlichkeit erwiesen. Bei Steinschlagprozessen ist es nicht immer möglich, einer bestimmten Sturzblockgröße eine Eintrittswahrscheinlichkeit zuzuweisen, da diese, im Gegensatz zu den Wasser- und Lawinengefahren nicht in einem direkten Zusammenhang mit einem Niederschlagsereignis (mit einer definierten Jährlichkeit) stehen muss. Vielmehr spielen geologisch-geomorphologische Faktoren eine wichtige Rolle. Aus diesen Gründen wird den Technikern bei der Beurteilung der Gefahr durch Sturzprozesse auch eine gewisse Flexibilität bei der Auswahl der Eintrittswahrscheinlichkeit zugestanden.

Ein weiteres Problem ergab sich bei der Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit von permanent aktiven Rutschungen. Diesen kann laut der Gefahrenmatrix bei einer gegebenen hohen Eintrittswahrscheinlichkeit nur eine sehr hohe (H4) oder hohe Gefahr (H3) zugewiesen werden, was aber oftmals zu einer Überschätzung der Gefahr und zu einer übertriebenen urbanistischen Vinkulierung führt.

Was die räumliche Abgrenzung von Sturzprozessen betrifft, gab es in den vergangenen Jahren eine bedeutende Wende bei den zur Verfügung stehenden numerischen Berechnungsmodellen. Während in den Anfangsjahren vorwiegend 2D-Modelle zur Anwendung kamen, wer-

den heute 3D Modelle bevorzugt, da diese einige Vorteile mit sich bringen. Dazu zählen die relativ gute Abschätzung der maximalen Ausdehnung, der wahrscheinlichsten Sturzbahnen, der einwirkenden Energien und eine in der Regel unkomplizierte Handhabung der Programme.

Im Hinblick auf die Überschwemmungsgefahr hat sich der Ansatz von dem Verschnitt von Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit insbesondere für Flüsse als relativ zuverlässig erwiesen. Ein kritischer Punkt ist die Definition komplexer Szenarien, wie z. B. Verklausungen an Brückendurchlässen oder Dammbüche. Während man sich im ersten Fall auf das Gutachten eines Sachverständigen stützt, haben im zweiten Fall die genauen geognostischen Analysen der Provinz eine deterministische Bestimmung der Wahrscheinlichkeit von Dammbüchen ermöglicht. Problematischer war bisher die Gefahrenbewertung für dynamische Hochwasser mit Feststofftransport, typisch für Talflüsse. Erosion und Auflandungen führen zu morphologischen Änderungen des Flussbettes, welche noch immer schwer quantitativ einschätzbar sind.

Die Beurteilung der Gefahr durch Murgänge ist nach wie vor durch ein hohes Maß an Unsicherheit behaftet, beginnend bei der Definition der kritischen Niederschlagsmenge. Räumlich lokalisierte und kurzlebige Wärmegewitter eignen sich nicht für eine für langanhaltende Regenfälle typische statistische Analyse. Es ist auch eine häufige Erfahrung, dass in Einzugsgebieten gleiche Regenereignisse nicht immer Murgänge gleichen Ausmaßes auslösen. Es spielen auch andere Faktoren eine Rolle, ob ein Murgang entsteht, wie die tatsächliche Verfügbarkeit von Schutt oder die Bildung von temporären Verklausungen. Die derzeitige "Unreife" der zum numerischen Propagationsmodelle für Murgänge, einige sehr komplex und schwer zu kalibrieren, andere basieren auf starken konzept-

tionellen Vereinfachungen, trägt zu einer zunehmenden Unsicherheit bei.

Auch bei der Analyse der Lawinengefahr ist die Definition der Szenarien der Auslösevolumina besonders komplex. Neben der im Vergleich zu den Niederschlagsdaten begrenzten Verfügbarkeit von Schneedaten ist es außerdem äußerst schwierig, die Auswirkungen des Windes zu berücksichtigen, der den Schnee auch zwischen benachbarten Hängen erheblich umverteilen kann. Die Abgrenzung der Abbruchbereiche muss ebenfalls von Fall zu Fall nach empirischen Bewertungen erfolgen.

Ein weiterer kritischer Punkt sind die für städtische oder ländliche Gebiete typischen Ereignisse, die zwar phänomenologisch den Naturereignissen ähnlich, aber vollkommen oder fast anthropogenen Ursprungs sind. Wenn die Entstehung eines Phänomens eindeutig auf anthropogene Eingriffe zurückzuführen ist (z.B. Steinschlag aus einstürzenden Trockenmauern, Überflutungen in Zusammenhang mit der Handhabung von Oberflächenabflüssen, usw.) wird die Gefahr als "künstlich" betrachtet und in der Regel im GZP nicht bewertet. Dabei gibt es jedoch oft Zwischensituationen, deren Klassifizierung leider weder offensichtlich noch eindeutig ist. In solchen Fällen muss gemeinsam mit dem Auftraggeber (Gemeinde) besprochen werden, ob die Aufnahme derartiger Phänomene in den GZP einen Sinn macht oder ob eine andere Lösung gefunden werden muss.

Für alle Naturgefahren gilt, dass die Qualität der Simulationsergebnisse in jedem Fall von den vom Techniker bestimmten Eingangsparametern, der topographischen Grundlage und nicht zum Schluss von einer kritischen Plausibilisierung der Ergebnisse im Gelände abhängt. Der Anwender muss mit den Eigenheiten des Modells in allen Punkten vertraut sein und z.B. eine Über- oder auch Unterschätzung zu erkennen.

## Schlussfolgerungen und Perspektiven

Generell kann man sicherlich sagen, dass der zwischen 2007 und 2008 von der Provinz Bozen eingeführte gesetzliche und methodische Rahmen zur Gefahrenzonenplanung gut funktioniert. Dadurch, dass der GZP auf Gemeindeebene erstellt wird, ist auch die Akzeptanz in der Bevölkerung größtenteils gegeben. Die zunehmende Anzahl an Gefahren- und Kompatibilitätsprüfungen zeigt, dass auch die Bautätigkeit und andere raumplanerische Vorhaben mit dem GZP im Einklang stehen, und dieser sich als wirksames Instrument zur Risikoprävention bewährt hat und nicht als Hindernis für die territoriale Entwicklung zu verstehen ist. Die Einführung des GZP stellte einen echten "Paradigmenwechsel" dar: Wenn vorher die Gefahr ein eher subjektives und stark mit dem Auftreten von Ereignissen verbundenes Konzept war, stellt der GZP jetzt eine objektive Einschätzung der möglichen Gefahrensituation dar. Die Möglichkeit die Gefahr und das Risiko zu "messen", wenn auch mit einem gewissen Maß an Unsicherheit, ermöglicht nicht nur die Definition von Prioritäten und damit die effiziente Nutzung der verfügbaren Ressourcen, sondern auch die Bewertung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen und die Quantifizierung ihres Nutzens durch Vergleich der Situation *ante* und *post operam*.

Die zunehmende Anzahl an Aktualisierungen deuten darauf hin, dass die Gefahrenzonenplanung nicht nur ein einfaches Projekt ist, das mit der Genehmigung der 116 Gemeindegefahrenzonenpläne endet, sondern als ein echtes zusammenhängendes System konzipiert werden sollte, das ein langfristiges Management von gesetzlichen, technisch-methodischen und administrativen Aspekten erfordert.

Diese Aspekte müssen deshalb laufend entsprechend den Rückmeldungen aus der praktischen Anwendung des Systems, der Weiterent-

wicklung des "Standes der Technik" bei der Bewertung von Naturgefahren und der sozialen und territorialen Entwicklung angepasst und aktualisiert werden.

In Zukunft muss die große Menge an Informationen, die ein GZP enthält (derzeit im Wesentlichen auf "Karten" und in "Berichten" festgehalten), in ein echtes Informationssystem zusammengeführt werden, in dem Informationen gespeichert, abgefragt und verwaltet werden können. Dieses Informationssystem sollte sich nicht auf den GZP beschränken, sondern all jene Informationen beinhalten, die in der Provinz Bozen bereits zum Thema Naturgefahren vorhanden sind.

Die "historische" Präsenz von technischen Ämtern der Landesverwaltung mit umfangreichem technischen und verwaltungstechnischen Know-how, die wachsende Dynamik zweier Forschungseinrichtungen (EURAC und Freie Universität Bozen), die sich sehr aktiv mit dem Thema Naturgefahren und -risiken befassen, und die bevorstehende Einführung der Berufsfigur des "Experten für Naturgefahren" trägt zur spontanen Bildung einer Art "Gemeinschaft von Naturgefahrenexperten" in Südtirol bei. Die Entwicklung dieser Gemeinschaft stellt für die Provinz Bozen eine große Chance dar, sich als einer der führenden Akteure im Bereich des hydrogeologischen Risikomanagements zu konsolidieren.

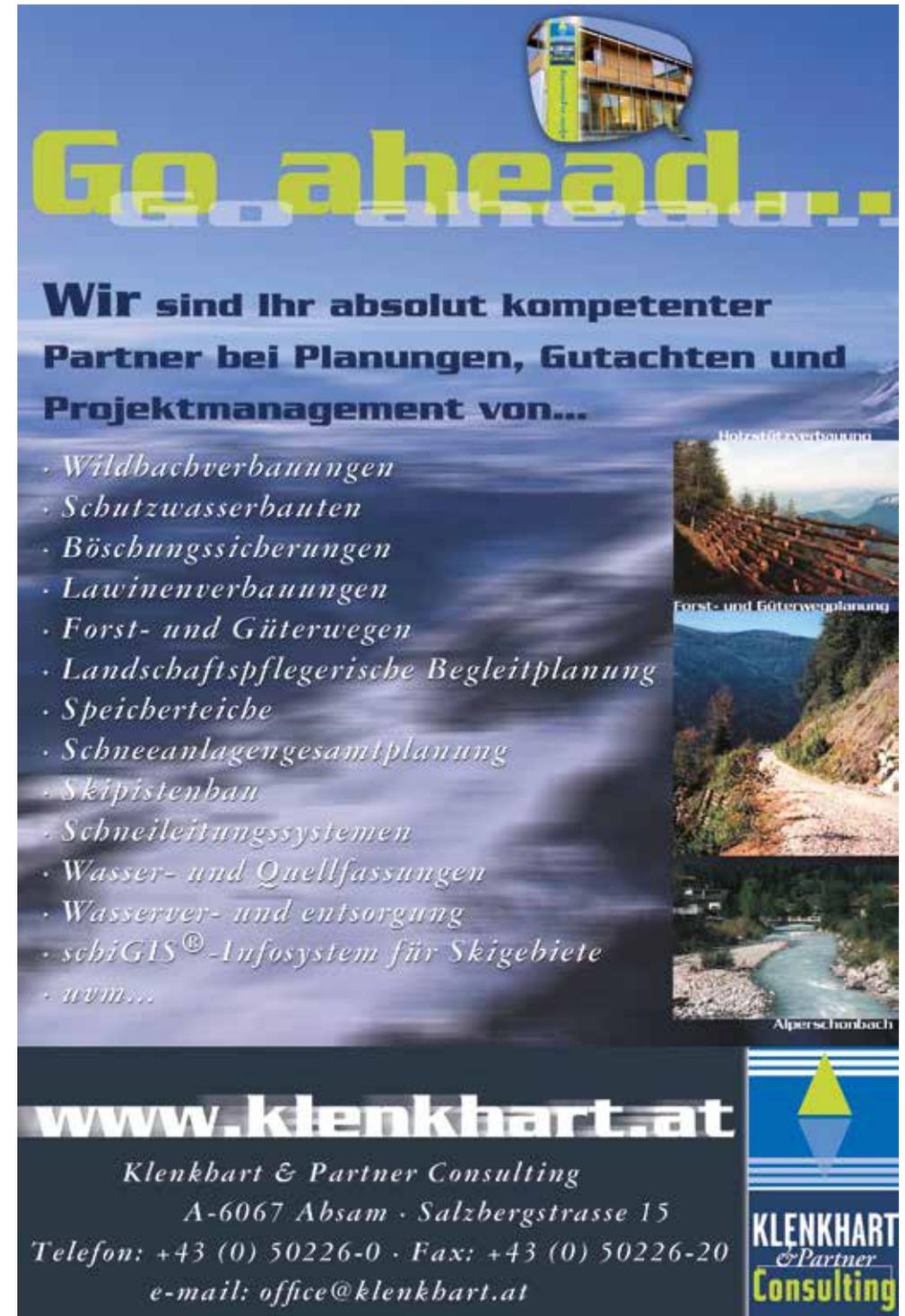
#### **Anschrift der VerfasserInnen / Authors' addresses:**

Pierpaolo Macconi  
Agentur für Bevölkerungsschutz  
Cesare Battisti Straße 23, 39100 Bozen  
Pierpaolo.Macconi@provincia.bz.it

Daniel Costantini  
Amt für Geologie und Baustoffprüfung  
Eggentaler Straße 48, 39053 Kardaun  
Daniel.Costantini@provinz.bz.it

Natascha Maria Gruber  
Amt für Geologie und Baustoffprüfung  
Eggentaler Straße 48, 39053 Kardaun  
Natascha-Maria.Gruber@provinz.bz.it

Kathrin Lang  
Amt für Geologie und Baustoffprüfung  
Eggentaler Straße 48, 39053 Kardaun  
Kathrin.Lang@provinz.bz.it



**Go ahead...**

**Wir sind Ihr absolut kompetenter Partner bei Planungen, Gutachten und Projektmanagement von...**

- Wildbachverbauungen
- Schutzwasserbauten
- Böschungssicherungen
- Lawinverbauungen
- Forst- und Güterwegen
- Landschaftspflegerische Begleitplanung
- Speicherteiche
- Schneeanlagengesamtplanung
- Skipistenbau
- Schneileitungssystemen
- Wasser- und Quellfassungen
- Wasserver- und entsorgung
- schiGIS<sup>®</sup>-Infosystem für Skigebiete
- uvm...

**www.klenkhart.at**

*Klenkhart & Partner Consulting*  
A-6067 Absam · Salzbergstrasse 15  
Telefon: +43 (0) 50226-0 · Fax: +43 (0) 50226-20  
e-mail: office@klenkhart.at

**KLENKHART & Partner Consulting**

HANS KIENHOLZ

## Gefahrenkarten in der Schweiz – Entwicklung und Umsetzung

### *Hazard maps in Switzerland – development and implementation*

#### Zusammenfassung:

Nach dem Lawinenwinter 1951 wurden erste Lawinengefahrenkarten erstellt. Obschon Entwürfe des Raumplanungsgesetzes dies bereits ab 1972 forderten, lösten erst die Unwetter von 1987 systematische Aktivitäten für synoptische Gefahrenkarten aus. In der Folge haben Arbeitsgruppen (Verwaltungszweige von Bund und Kantonen, private Büros, Forschungsanstalten und Hochschulen) harmonisierte Kriterien und Verfahren erarbeitet. Dabei spielten und spielen praxisorientierte Fachvereine eine wichtige Rolle als Treiber und Entwickler. Die verwendeten Methoden der Gefahrenbeurteilung und die Einstufungskriterien werden im Beitrag skizziert und begründet. Heute sind Gefahrenbeurteilungen und Gefahrenkarten in der Schweiz technisch auf einem hohen Stand und in den meisten Gemeinden verfügbar. In der raumplanerischen Umsetzung und den Baubewilligungsverfahren besteht dagegen noch Handlungsbedarf.

Stichwörter: Synoptische Gefahrenkarten, Methoden, Kriterien, Entwicklungsgeschichte

#### Abstract:

*After the avalanche winter of 1951 the first avalanche hazard maps were elaborated. As early as 1972, synoptic hazard maps were required in the drafts of the Spatial Planning Act. Nevertheless, it took the numerous floods and mudslides in 1987 to start systematic synoptic hazard mapping in Switzerland. As a result, working groups (federal and cantonal branches, private offices, research institutes and universities) have developed harmonized criteria and procedures. Practice-oriented specialist associations played and play an important role as drivers and developers. The paper outlines and substantiates methods used for the risk assessment and the classification criteria. Today, risk assessments and hazard maps are technically well performed in Switzerland and available in most communities. In the spatial planning implementation and the construction permit procedure, however, there is still need for action.*

Keywords: Synoptic hazard maps, methods, criteria, historical development

#### Erste Gefahrendarstellungen in der Schweiz

Wie in vielen Gebirgsländern gibt es auch in der Schweiz eine Jahrhunderte alte Tradition organisierter Gefahrenabwehr. Erste systematische Übersichten über Naturgefahren wurden nach Gründung des Bundesstaates 1848 erarbeitet (z.B. Culmann 1864). Ab 1893 wird von Johann Coaz (Kantonsoberrichter Graubünden, später eidgenössischer Forstinspektor) eine Lawinenkarte 1:250'000 der Schweizer Alpen erstellt, die 1910 publiziert wurde (Coaz 1910).

Am 6. März 1928 sagte der eidg. Forstinspektor F. Fankhauser (zit. in Frutiger 1970) in einem Vortrag über Lawinen und Lawinenverbau: «Wenn in neuerer Zeit da und dort auch als gefährdet bekannte Stellen für teures Geld an Ortsfremde als Hausplätze verkauft und von diesen in guten Treuen überbaut wurden, [...] so sollte dies für die Zukunft als Lehre dienen und die Gemeindebehörden veranlassen, wo eine solche Gefahr besteht, die Baubewilligung nicht zu erteilen.»

Nach dem Lawinenwinter 1951 weist der Bund auf die Notwendigkeit von Lawinenzonenplänen hin. Der 1953/54 erstellte Lawinenzonenplan Gaden unterscheidet erstmals «Bauzonen» und Gebiete mit «Bauverbot» (siehe Abb. 1 in Margreth 2019). 1960 erstellte M. Schild (SLF<sup>i</sup>, Davos) eine Lawinengefahrenkarte von Wengen (Berner Oberland) mit den heute gebräuchlichen Farben rot und blau. Die Vollziehungsverordnung zum Bundesgesetz betreffend die Eidgenössische Oberaufsicht über die Forstpolizei (WaV 1965) verlangte von den Kantonen die Ausscheidung der lawinengefährdeten Zonen.

1975 konnten die provisorischen «Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr»

<sup>i</sup> SLF Schweizerisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, heute Teil Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL <http://www.darum-raumplanung.ch/raumplanung/geschichte/index.html> (abgerufen 2.10.2019)

<sup>ii</sup>

(OFI 1975) herausgegeben werden, welche Vorschriften für die Erstellung von Lawinenkatastern, Lawinengefahrenkarten und Lawinenzonenplänen in der Schweiz enthalten. In der Folge wurden durch das SLF Davos und die Waldämter der Gebirgskantone zahlreiche Lawinengefahrenkarten erstellt (siehe dazu Margreth 2019).

#### Beginn der institutionalisierten Raumplanung

Das erste Waldgesetz der Schweiz (Bundesblatt, 1876) mit Rodungsverbot im Hochgebirge gilt als wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer Raumplanung. Die eigentliche Institutionalisierung der Raumplanung erfolgte in der Schweiz sehr zögerlich:

<b>1876:</b>	Eidgenössisches Waldgesetz
<b>1942:</b>	Tagung an der ETH Zürich über Landesplanung
<b>1943:</b>	Gründung Vereinigung Landesplanung Schweiz VLP
<b>1954–1959:</b>	Nationalstrassenplanung
<b>1963:</b>	Bodenrechtsinitiative der SP und des Gewerkschaftsbundes
<b>1969:</b>	Verfassungsartikel über die Raumplanung
<b>1969–1971:</b>	Erarbeitung Landesplanerischer Leitbilder durch ORL-Institut der ETH Zürich
<b>1972:</b>	Bundesbeschluss über dringliche Massnahmen auf dem Gebiete der Raumplanung
<b>1976:</b>	Entwurf eines Raumplanungsgesetzes vom 4. Oktober 1974 in der Abstimmung verworfen
<b>1980:</b>	Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) vom 22. Juni 1979 tritt in Kraft

(Quelle: NSL Netzwerk Stadt und Landschaft der ETH Zürich<sup>ii</sup>)

Das Raumplanungsgesetz des Bundes (RPG 1980) widerspiegelt den schweizerischen Föderalismus: Die Planungshoheit liegt im Wesentlichen bei Kantonen und Gemeinden. Eine ausführliche Darstellung der Geschichte der Raumplanung in der Schweiz findet sich in Lendi (2018).

### Naturgefahren werden zum Thema in der Raumplanung

Seit Beginn der 1970er Jahre werden in der Schweiz politisch und juristisch Voraussetzungen für das Einbeziehen der Naturgefahren in die Raumplanung geschaffen. Der Bundesbeschluss über dringliche Massnahmen auf dem Gebiete der Raumplanung von 1972 hat die Kantone verpflichtet, diejenigen Gebiete zu bezeichnen, „deren Besiedlung und Überbauung [...] zum Schutz vor Naturgewalten vorläufig einzuschränken oder zu verhindern ist“ (Bundesbeschluss 1972).

Im schliesslich verabschiedeten Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG 1980) verlangt Art. 6, dass die Kantone für ihre kantonalen Richtpläne Grundlagen erarbeiten, in denen sie feststellen, „welche Gebiete [...] durch Naturgefahren oder schädliche Einwirkungen erheblich bedroht sind.“

In der Folge, bzw. parallel zu den Bestrebungen auf Bundesebene formulierten z.B. der Kanton Graubünden (1971) und der Kanton Bern (1973) Erlässe, die Gefahrenzonen fordern. Gleichzeitig werden auch in Österreich gesetzliche Grundlagen für die Ausscheidung von Gefahrengebieten geschaffen (z.B. Hanausek 1975 a) und b).

Ebenso wurden u.a. in den Alpenländern Gefahren-Übersichten in kleinen ( $\leq 1:100'000$ ) und mittleren Massstäben (z.B.  $1:25'000$ ) erstellt. (Quellenhinweise dazu siehe Frutiger 1980, Kienholz 1977a). Die meisten dieser Übersichten

und – zumindest in der Schweiz – auch die wenigen grossmassstäbigen ( $1:10'000$  oder  $1:5'000$ ) Gefahrenkarten oder Gefahrenzonenpläne befassten sich entweder jeweils nur mit einem einzigen Gefahrenprozess oder bei Berücksichtigung mehrerer Gefahrenarten wurden diese nicht auf eine vergleichbare Weise behandelt.

### Sektorielles Arbeiten – erste Versuche der Synopsis

Während Gesetze und die Bedürfnisse der Raumordnung implizit und z.T. explizit die Berücksichtigung aller relevanten Naturgefahren forderten, arbeiteten in der Schweiz Verwaltung (Forstämter, Wasserbauämter, Kantonsgeologen) und Praxis bis in die 1980er Jahre zumeist sektoriell und oft ohne Koordination. Durch Spezialisten dieser Verwaltungszweige und privater Büros wurden zusammen mit der ETH und weiteren Hochschulinstituten sowie der EAFV<sup>iii</sup> fachliche Grundlagen für Gefahrenbeurteilungen und – bezüglich Lawinen – die Erstellung von Gefahrenkarten geschaffen.

Die sektorielle Organisation der Verwaltungen von Bund und Kantonen und die Pflege des jeweiligen Berufsstandes in Verwaltung und Privatwirtschaft verzögerten bis Ende der 1980er Jahre die Erstellung von synoptischen Gefahrengrundlagen. So war es einer Pilotstudie der Universität Bern vorbehalten, eine erste synoptische Gefahrenkarte zu erarbeiten (Kienholz 1977 a und b). Mangels systematischer Ereigniskataster und Katasterkarten (Ausnahme Lawinen) und angesichts der – abgesehen von der Lawinengefahr – nur rudimentären Berechnungsmodelle lag das methodische Schwergewicht im ersten Schritt auf der Erstellung einer geomorphologischen Grundlagenkarte. Es galt, die Spuren («stumme Zeugen») und Indikatoren von gefährlichen Prozessen zu kartieren (Signaturen u.a. inspiriert

<sup>iii</sup> EAFV Eidg. Anst. für das forstliche Versuchswesen, frühere Bezeichnung der heutigen WSL

von Bunza, Karl 1975). Die beschränkte Verfügbarkeit von Luftbildern in genügender Auflösung erforderten damals intensive, räumlich dichte Begehungen. Darauf aufbauend erfolgten die Gefahrenbeurteilungen weitgehend gutachtlich im Gelände. Neben den wenigen Angaben über frühere Ereignisse waren dabei Checklisten (Aulitzky 1973 und 1975, Moser 1973) hilfreich. Verfügbare empirische hydrologische Formeln (Abflüsse aus Wildbachgebieten) und einfache hydraulische Berechnungen sowie Pauschalgefälle bei Sturzprozessen stützten die Analysen. Die Beurteilung der Lawinengefahr erfolgte durch W. Schwarz (Lawinendienst Berner Oberland) mit Hilfe des bereits verfügbaren Lawinenkatasters und lawinentechnischen Berechnungen gemäss OFI (1975). Die Darstellung der Gefahrenkarte verwendete für die Lawinen die Vorgaben von OFI (1975): rot = erheblich/es besteht kein Zweifel; blau = Gefährdung zweifelhaft, kleine Intensität; gelb = sehr

geringe Gefahr. Für die andern Gefahren wurden die 4 Gefahrenstufen wie folgt definiert: rot = erheblich, blau = mittel, gelb = mässig, weiss = nach menschlichem Ermessen keine Gefahr. Die blaue Gefahrenstufe entsprach annähernd der in Österreich bereits damals gebräuchlichen gelben Stufe. Die Karte wurde nie in einen Zonenplan übernommen, jedoch während zwei Jahrzehnten bei Bauvorhaben inoffiziell konsultiert.

In Österreich begann in dieser Zeit der «Forsttechnische Dienst der Wildbach- und Lawinerverbauung» die systematische Erstellung von teil-synoptischen Wildbach- und Lawinenzonenplänen. Andere Gefahrenarten (Sturz und Rutsch) wurden damals als Hinweis berücksichtigt. Aus institutionellen Gründen wurden dagegen Überflutungskarten nicht integriert.

Bis Ende der 1980er Jahre wurden in der Schweiz (abgesehen von der oben genannten Pilotstudie und von vereinzelt Hinweis- und

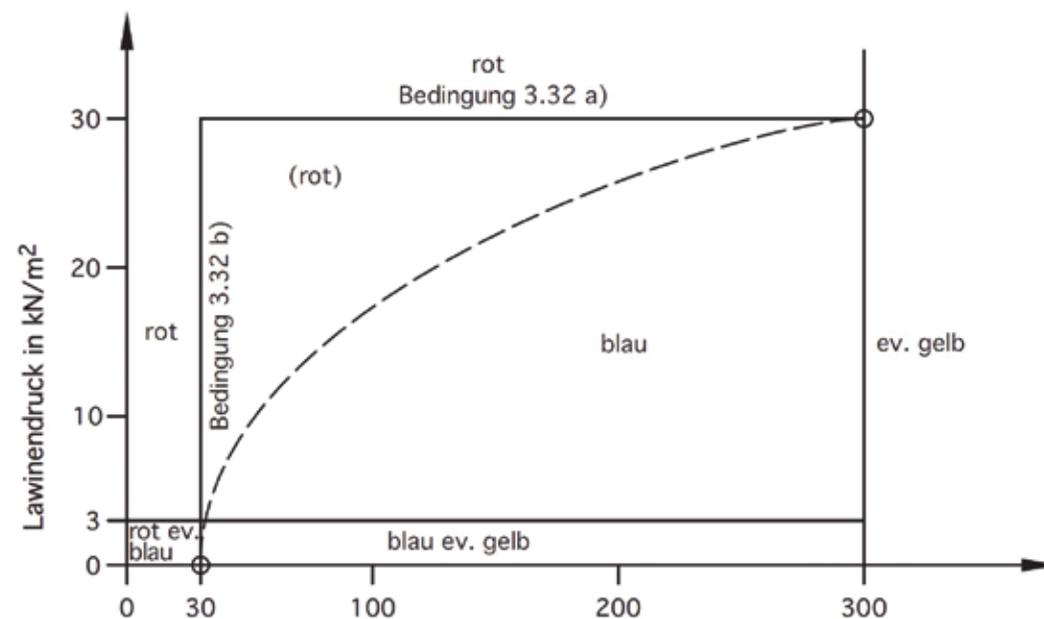


Abb. 1: Kriterien der Lawinen-Gefahrenzonen (aus BFF, EISLF 1984)

Fig. 1: Criteria of avalanche hazard zones

Übersichtskarten) praktisch keine synoptischen Gefahrendarstellungen in den für die Raumplanung relevanten Massstäben (1:5'000 oder 1:10'000) erstellt.

In den Gebirgskantonen wurden dagegen weiterhin zügig Lawinengefahrenkarten erarbeitet, dies vor allem weil in Tourismusorten (Bauboom und Bodenspekulation) die Überbauung von lawinengefährdeten Bereichen drohte (Frutiger 1970). 1984 wurden die Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten BFF, EISLF (1984) als Ersatz von OFI (1975) publiziert. Die zu verwendenden Kriterien für die Gefahreinstufung und die Überlegungen dazu sind in Margreth (2019) beschrieben. Neben den Kriterien wurden gleichzeitig auch die Darstellungsmittel für Lawinengefahren festgeschrieben. Sie präjudizierten die späteren analogen Empfehlungen für die anderen Gefahrenprozesse.

### 1987 – Systematische Unwetteranalyse und sektorenübergreifendes Arbeiten

Im Sommer 1987 wurden die Alpenländer von schweren Unwettern heimgesucht, die zu verheerenden Hochwassern mit Überschwemmungen, Murgängen und Erdrutschen führten. Die Unwetter richteten in der Schweiz Schäden von über 1200 Mio Franken an (BWW, BUWAL 1991). So war die Gotthardstrecke der SBB während 19 Tagen ausser Betrieb (Abb. 2), und die Talspur der Gotthard-Nationalstrasse musste wegen eines unterspülten Pfeilers ebenfalls gesperrt werden. Diese und viele andere Schäden zeigten die Verletzlichkeit bedeutender Infrastrukturen.

Deshalb veranlasste der Bund eine umfassende Ursachen- und Ereignisanalyse (BWW, BUWAL 1991). An diesen Arbeiten beteiligten sich die ETH, kantonale Hochschulen, Bundesämter und kantonale Fachstellen sowie private Büros. Der gemeinsame Fokus und die Koordinationserfordernisse dieser Aufgabe haben das sektorenübergreifende Denken und Arbeiten erheblich gefördert.

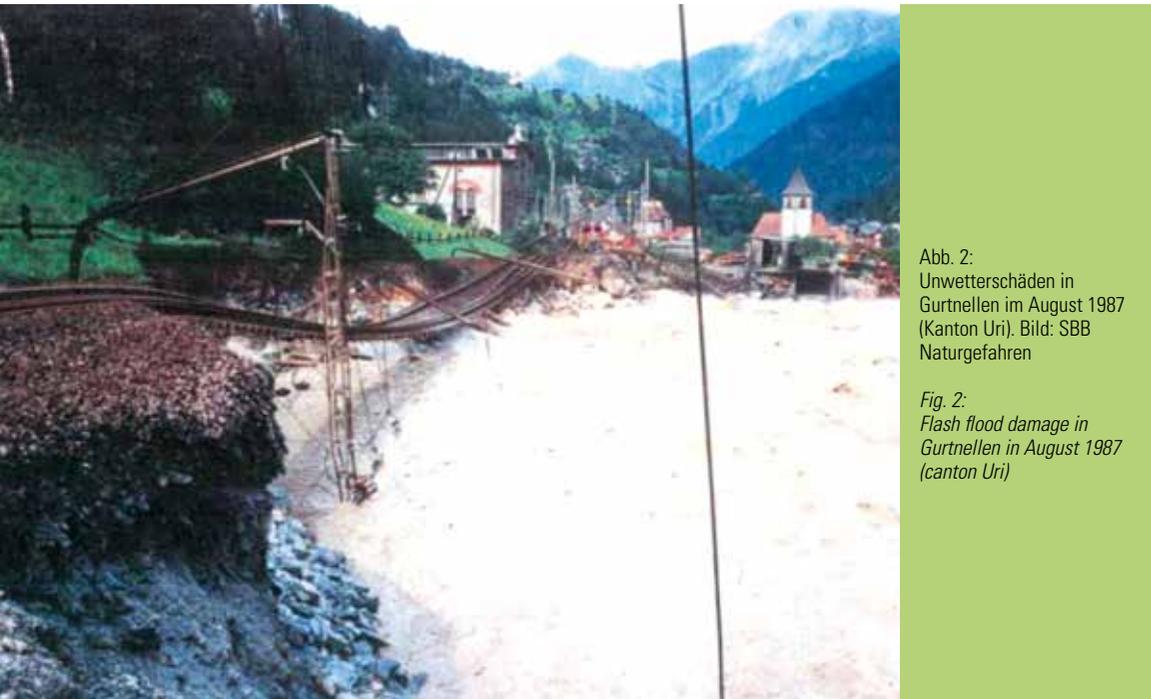


Abb. 2:  
Unwetterschäden in  
Gurnellen im August 1987  
(Kanton Uri). Bild: SBB  
Naturgefahren

Fig. 2:  
Flash flood damage in  
Gurnellen in August 1987  
(canton Uri)

Die Ursachenanalyse und zahlreiche Diskussionen in Fachgremien und der Öffentlichkeit führten zu folgenden Erkenntnissen und Forderungen:

- Ein vollständiger Schutz vor Naturgefahren ist nicht möglich.
- Bauliche Massnahmen allein genügen nicht.
- Die Raumnutzung muss sich besser den natürlichen Gegebenheiten anpassen!
- Die Raumplanung muss darauf hinwirken, dass die Gewässer den nötigen Raum (zurück-)erhalten!
- Gefahrenkarten müssen ausgearbeitet und Schutzziele formuliert werden!
- Der Überlastfall ist zu berücksichtigen!
- Mit Notfallplanungen sind die Restrisiken zu begrenzen!

Ausserdem wurde bereits damals den möglichen Folgen des Klimawandels ein eigenes Kapitel gewidmet (Petrascheck, Schädler 1991).

### Aufbruch nach 1987 (Gesetze, Fachvereine, strategische Plattform)

Zwei Bundesgesetze nahmen 1991 die oben genannten Forderungen in ähnlich lautenden Artikeln auf. Sie sind in Tab. 1 stichwortartig aufgelistet. Die entsprechenden Bundesämter und kantonalen Fachstellen sind seither zu koordiniertem Handeln aufgefordert.

#### Waldgesetz 1991 (WaG 1991, WaV 1992)

- Die Kantone sichern zum Schutz von Menschen oder erheblichen Sachwerten Lawinenanriss-, Rutsch-, Erosions- und Steinschlaggebiete und sorgen für forstlichen Bachverbau.
- Die Kantone erarbeiten Grundlagen (**Gefahrenkataster** und **-karten**) unter Berücksichtigung der technischen Richtlinien des Bundes. Sie berücksichtigen die Grundlagen bei allen raumwirksamen Tätigkeiten.

#### Wasserbaugesetz 1991 (WBG 1991, WBV 1994)

- Die Kantone gewährleisten den Hochwasserschutz nicht zuletzt durch raumplanerische Massnahmen.
- Der Bund leistet Abgeltungen für Hochwasserschutz einschliesslich Erstellung von **Gefahrenkatastern** und **Gefahrenkarten**.
- Abgeltungen werden nur gewährt, wenn die vorgesehenen Massnahmen auf einer zweckmässigen Planung beruhen.

Tab. 1: Zwei Bundesgesetze und nachfolgende Verordnungen mit ähnlichen Wortlauten

Tab. 1: Two federal laws and subsequent regulations with similar wording

Gleichzeitig entstehen Fachvereine mit Mitgliedern aus Verwaltung, Privatwirtschaft, Forschungsanstalten und Hochschulen:

- 1992 wird der Verein «Forstliche Arbeitsgruppe Naturgefahren» (FAN) gegründet. Er entstand aus der «Forstlichen Arbeitsgruppe für Wildbach- und Hangverbau», die seit 1980 unter der Ägide der WSL Weiterbildungskurse ausschliesslich für Forstingenieure durchgeführt hatte. Die FAN hat sich zunehmend auch anderen Fachleuten aus dem In- und Ausland geöffnet und 2004 den Namen in «Fachleute Naturgefahren» (FAN) geändert. Sie führt jährlich eine Vortragsveranstaltung und einen Geländekurs zu einem breiten Spektrum an Fragen im Umgang mit Naturgefahren und -risiken durch. Dabei werden immer wieder Grundlagen für Bundesempfehlungen erarbeitet und diskutiert. 2019 hat die FAN im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) einen ersten umfassenden einwöchigen Praxiskurs Naturgefahren primär für Berufseinsteiger organisiert. ([www.fan-info.ch](http://www.fan-info.ch))

- 1994 wurde die «Konferenz für Hochwasserschutz» (KOHS) im Schweiz. Wasserwirtschaftsverband (SWV) gegründet. Sie vereinigte Wasserbaufachleute aus Verwaltung, Privatwirtschaft, Forschungsanstalten und Hochschulen. Ziel war, die Philosophie des neuen Wasserbaugesetzes des Bundes verständlich zu machen und in die Tat umzusetzen. Die KOHS figuriert seit 2000 als «Kommission des Fachbereichs Hochwasserschutz und Wasserbau» im SWV. Neben Facharbeiten für die Praxis stehen mit den jährlichen KOHS-Tagungen und Weiterbildungskursen vor allem die Ausbildung und der Fachaustausch der Wasserbauer im Vordergrund. ([www.swv.ch](http://www.swv.ch))
- 1995 bildete sich innerhalb der Schweiz. Fachgruppe für Ingenieurgeologie (SFIG) eine Arbeitsgruppe Geologische Naturgefahren (AGN). Sie setzt sich aus privatwirtschaftlich tätigen Ingenieurgeologen zusammen. Nach der Erarbeitung von Kriterien und Methoden für die Beurteilung von Massenbewegungen erstellt sie heute primär Oberexperten bei schwierigen und kontrovers diskutierten geologischen Problemen. ([www.chgeol.org](http://www.chgeol.org))

Es war am Rande des FAN-Kurses «Ganzheitliche Gefahrenbeurteilung» 1994 in Poschiavo, als sich Vertreter des Bundesamtes für Wasserwirtschaft (BWW), der Eidg. Forstdirektion sowie der Landeshydrologie und -geologie<sup>iv</sup> mit den Präsidenten von FAN und KOHS, den Direktoren des SWV und der WSL trafen. Hier wurde einer der Grundsteine für die «Nationale Plattform Naturgefahren» PLANAT gelegt, die seit 1997 den strategischen Rahmen u.a. für die nachstehend beschriebenen Entwicklungen im Bereich Gefahrenbeurteilung und Gefahrenkarten formiert. (Siehe dazu [www.planat.ch](http://www.planat.ch))

### Harmonisierung von Gefahrenbeurteilung und Gefahrenkarten

Auf fachlicher Ebene galt es angesichts der neuen Gesetze (Tab. 1), vergleichbare Verfahren und Kriterien für die Gefahrenbeurteilung und die Erstellung von Gefahrenkarten zu erarbeiten. Dies geschah in Arbeitsgruppen mit erfahrenen Praktikern unter Leitung der Bundesämter mit ihren Fachspezialisten A. Petrascheck (BWW), R. Baumann und O. Lateltin (BUWAL<sup>iv</sup>).

Mit OFI (1975), bzw. BFF, EISLF (1984) bestanden bezüglich Lawinengefahrenkarten seit gut 15 Jahren diverse Vorgaben, u.a. die Einstufungskriterien gemäss Abb. 1 (siehe dazu Margreth 2019). Diese sollten nach fast zwei Jahrzehnten mehr oder weniger bewährter Praxis nicht in Frage gestellt werden.

Über die Farbgebung rot, blau, gelb, weiss bestand bald Einigkeit, ebenso über das Prinzip von Buchstabenindizes zur Bezeichnung der Gefahrenarten in synoptischen Gefahrenkarten. Zu diskutieren gaben die Einführung der gelbweissen Schraffur für Restgefahren (seltener als 300-jährlich).

Bezüglich Festlegung von Häufigkeitsklassen (Wiederkehrdauern) bzw. Wahrscheinlichkeitsklassen verwendeten und verwenden die Lawinenfachleute traditionell die «Ankerpunkte» 30-jährlich und 300-jährlich (Abb. 1). Die Begründungen werden in Margreth (2019) beschrieben. Für diese Wiederkehrdauern werden die Lawinendrucke und Auslaufdistanzen berechnet. Dieselben Wiederkehrdauern wurden auch für die anderen Gefahren beibehalten. Da es für die Gefahrenstufung sinnvoll schien, zwischen 30-jährlich und 300-jährlich noch eine

<sup>iv</sup> Forstdirektion sowie Landeshydrologie und -geologie als Abteilungen des damaligen Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), heute zusammen mit dem damaligen BWW im Bundesamt für Umwelt (BAFU). Diese Zusammenschlüsse auf Bundesebene (und in den meisten Kantonen) entsprechen dem zunehmend Sektoren übergreifenden Arbeiten seit etwa 1990.

Unterteilung zu machen und weil im Wasserbau traditionell oft auf 100-jährliche Ereignisse ausgebaut wird, wurde der zusätzliche «Ankerpunkt» 100-jährlich eingeführt.

Eine grosse Herausforderung war die Festlegung der Intensitätskriterien der verschiedenen Prozesse in ihren Wirkungsgebieten: Für sämtliche Teilprozesse mussten praktikable Kriterien gefunden werden, die sich an der möglichen Schadenwirkung orientieren, wie sie sich für die Lawinewirkung mit dem Lawinendruck bereits bewährt hatten (Margreth 2019). Einigkeit bestand darin, dass Sturz- und Rutschgefahren im Gegensatz zur Österreichischen Praxis ebenfalls mit Gefahrenstufen in die synoptischen Gefahrenkarten Eingang

finden müssen. Die in Tab. 2 aufgelisteten heute gültigen Kriterien entsprechen weitgehend den in den 1990er Jahren festgelegten Kriterien. Präzisierungen wurden seither bei den Rutschungen auf Vorschlag der AGN vorgenommen (BAFU 2016b).

Neben der Wahl der physikalischen Grössen und der zuzuordnenden Zahlenwerte gab auch die Einteilung in Teilprozesse und deren Bezeichnung zu Diskussionen Anlass. Zum Beispiel wurde der Begriff «Hangmure» neu geschaffen, um (zäh-)flüssige Massenbewegungen an Hängen (im Volksmund oft «Erdloui») von Murgängen in Gerinnen zu unterscheiden. Ausserdem musste ein Abgleich mit den Terminologien der anderen Landessprachen erfolgen.

Prozessart	schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
<i>Darstellung in Intensitätskarten</i>	<i>normalerweise hellgrün</i>	<i>normalerweise grün</i>	<i>normalerweise dunkelgrün</i>
<b>Lawinen</b> p Lawinendruck	0 kN/m <sup>2</sup> < p ≤ 3 kN/m <sup>2</sup>	3 kN/m <sup>2</sup> < p ≤ 30 kN/m <sup>2</sup>	p > 30 kN/m <sup>2</sup>
<b>Überschwemmung</b> v Fließgeschwindigkeit h Wassertiefe	0 m < h ≤ 0.5 m oder 0 m <sup>2</sup> /s < v · h ≤ 0.5 m <sup>2</sup> /s	0.5 m < h ≤ 2 m oder 0.5 m <sup>2</sup> /s < v · h ≤ 2 m <sup>2</sup> /s	h > 2 m oder v · h > 2 m <sup>2</sup> /s
<b>Übermürung</b> v Fließgeschwindigkeit h Ablagerungshöhe	--	0 m < h ≤ 1 m und/oder 0 m/s < v ≤ 1 m/s	h > 1 m und v > 1 m/s
<b>Ufererosion</b> d mittlere Mächtigkeit der Abtragung	0 m < d ≤ 0.5 m	0.5 m < d ≤ 2 m	d > 2 m
<b>permanente Rutschungen</b> v Gleitgeschwindigkeit	0 cm/j < v ≤ 2 cm/j	2 cm/j < v ≤ 10 cm/j	v > 10 cm/j
<b>spontane Rutschungen</b> M Anrissmächtigkeit h Ablagerungshöhe	0 m < M ≤ 0.5 m	0.5 m < M ≤ 2 m oder 0 m < h ≤ 1 m	M > 2 m oder h > 1 m
<b>Hangmuren</b> M Anrissmächtigkeit h Ablagerungshöhe	0 m < M ≤ 0.5 m	0.5 m < M ≤ 2 m oder 0 m < h ≤ 1 m	M > 2 m oder h > 1 m
<b>Sturz</b> E Energie des Sturzkörpers	0 kJ < E ≤ 30 kJ	30 kJ < E ≤ 300 kJ	E > 300 kJ

Tab. 2: Heute gültige Intensitätskriterien gemäss Datenmodell Gefahrenkartierung (BAFU 2017)

Tab. 2: Intensity criteria according to the present data model "hazard mapping"

Aus den Diskussionen in den Arbeitsgruppen entstand das in Abb. 3 dargestellte Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm zur Bestimmung der Gefahrenstufen bzw. der entsprechenden Farben. Die Diagonalen in den Feldern 2, 4 und 6 in diesem «Urdiagramm» waren als Möglichkeit für begründetes Ermessen gedacht, im Sinne von «je wahrscheinlicher und je intensiver der betrachtete Prozess, desto eher soll die höhere Gefahrenstufe (Farbe oben links im Feld) zugeordnet werden». Dieser Ermessensspielraum wurde in der Folge je nach Prozess und je nach Kanton zunehmend

reguliert. So wurde u.a. bei den Lawinengefahren für jedes Feld je nach Teilprozess die Farbe klar zugeordnet (siehe dazu Margreth 2019, Abb. 3). Bei den Wildbächen wird z.T. zwischen «brutalen» Prozessen (Murgänge = eher rot statt blau) und «graduellen» Prozessen (Überschwemmung = eher blau statt rot oder gelb statt blau) unterschieden.

Die Umschreibung der Gefahrenstufen und ihre Bedeutung für Raumplanung und Bau- bzw. bewilligungsverfahren ist auch in Margreth (2019, Tab. 1) beschrieben.

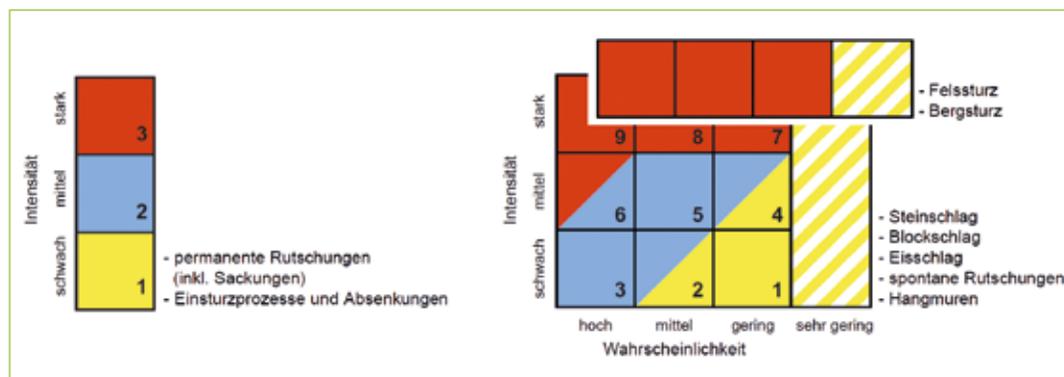
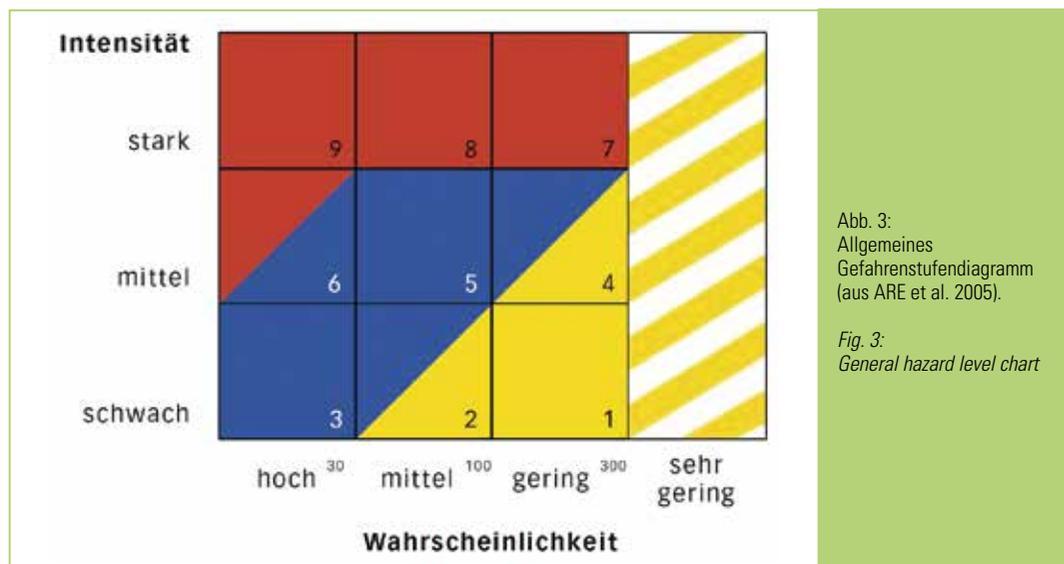


Abb. 4: Gefahrenstufendiagramme für permanente Prozesse (links) und spontane Massenbewegungsprozesse (rechts) (aus BAFU 2016b)

Fig. 4: Hazard level diagrams for permanent mass movements (left) and spontaneous mass movement processes (right)

Die so vereinheitlichten Grundsätze und Kriterien für die Gefahrenbeurteilung und Erstellung von Gefahrenkarten fanden Niederschlag in BWW, BRP, BUWAL (1997) und BAFU (2016b<sup>v</sup>).

### Weiterentwicklung der Methodik

Bei der Festlegung der Intensitätskriterien bzw. der zu verwendenden Grössen gemäss Tab. 2 wurden immer auch die Praktikabilität durch Berechnungen und gutachterliche Beurteilung (im Gelände) diskutiert. Es bestand und besteht Einigkeit darüber, dass die Gefahrenbeurteilung grundsätzlich immer rückblickend (überlieferte Ereignisgeschichte, «stumme Zeugen» im Gelände) und natürlich vorausblickend (Hinweise und Indikatoren im Gelände, Modellrechnungen/Simulationen) basieren muss. Die Notwendigkeit besserer Grundlagen für Ereignisdokumentation, Geländeaufnahmen und Berechnungen/Simulationen war schon früher erkannt worden, und Forschungsanstalten, Hochschulen und Praktiker arbeiteten längst daran.

Heute finden Gefahrenbeurteilungen zur Erstellung von Gefahrenkarten in der Schweiz unter mehr oder weniger klaren Vorgaben statt. Massgebend sind im Besonderen die «Empfehlungen» und «Vollzugshilfen» sowie im einzelnen konkreten Fall das jeweilige Pflichtenheft des Auftraggebers (Kanton, Gemeinde). All diese Grundlagen sind massgeblich in den oben erwähnten Arbeitsgruppen entwickelt worden.

Die Auswertung der Ereignisdokumentation und die iterative Arbeit zwischen Geländeaufnahmen und Berechnungen/Simulationen sowie sorgfältige Szenarienbildung sind heute wesentliche Grundpfeiler der Gefahrenbeurteilung.

### • Ereignisdokumentation:

Bekannte, gut dokumentierte (Film, Bild, Karte, schriftliche oder mündliche Beschreibungen) frühere Ereignisse stellen im Prinzip unwiderlegbare Fakten dar. Sie sind bei Diskussionen um Abgrenzung von Gefahrengebieten und -einstufungen (z.B. zwischen Gefahrenexperten und Gemeindebehörden) wichtige Argumentationshilfen. Selbstverständlich müssen die überlieferten Ereignisse verifizierbar und zumindest plausibel sein. Ausserdem muss immer geklärt werden, ob sie nicht infolge Veränderungen im Gelände und / oder veränderter Disposition der entsprechenden Gefahrenprozesse ihre Aussagekraft verloren haben.

Bezüglich Ereigniskataster wurde auf Drängen der mit Gefahrenbeurteilungen beauftragten Experten (u.a. Mani, Zimmermann 1992) und der oben genannten Fachvereine die in den Gesetzen und Verordnungen (Tab. 1) geforderte systematische Dokumentation von Ereignissen durch die Kantone an die Hand genommen. Unter Federführung des Privatbüros Geotest AG wurden die Grundlagen zur Erstellung des Gefahrenkatasters StorMe entwickelt. StorMe ist die heute die schweizweit zentrale Datenbank für die Erfassung und Verwaltung von Naturereignissen für die Prozesse Wasser, Rutschung, Sturz und Lawine (siehe dazu PLANALP, BAFU 2006; BAFU 2019). Der Ereigniskataster wird durch die Kantone, durch Betreiber von Infrastrukturen und weiteren (u.a. WSL) gespeist. Verschiedene Kantone haben zusätzlich frühere, historische Ereignisse nacherfasst.

<sup>v</sup> = Ersatz der ursprünglichen Fassung in BRP, BWW, BUWAL 1997

- **Geländeaufnahmen** (effektive Geländebegehungen, Anwendung von Fernerkundung):

Es gilt,

- einerseits (rückwärts blickend) Spuren früherer Ereignisse (sog. «stumme Zeugen») zu lesen, im Gelände photographisch zu dokumentieren und wo sinnvoll in eine «Karte der Phänomene» (BWW, BUWAL, 1995) einzutragen und
- andererseits (vorwärts blickend) kritische (oder spezielle) Situationen/Konstellationen topographischer, geomorphologischer, geologischer, hydraulischer und/oder anderer Elemente und Prozesse zu erkennen, zu beurteilen und zu dokumentieren.

Daraus lassen sich Hinweise ableiten auf:

- Disposition und mögliche Auslösemechanismen für (neue) Gefahrenprozesse
- Mögliche (ggf. auch neu- oder andersartige) Prozessabläufe und Wirkungen
- (neue) Schlüssel- oder Schwachstellen

Bezüglich topographischer und geologischer Grundlagen (z.B. digitale Geländemodelle, Hillshade-Darstellungen) sowie der Fernerkundungsmethoden (optisch, LIDAR, INSAAR etc.) ist seit der Erarbeitung der ersten Empfehlungen und Vollzugshilfen in den 1990er Jahren eine revolutionäre Entwicklung im Gange, welche die Geländeaufnahmen erheblich unterstützen. Dies gilt auch für den Einsatz von Drohnen zur Gewinnung von Übersichten in schwer zugänglichem Gelände und für Vermessungsaufgaben. Angesichts dieser erfreulichen Entwicklung und der nachstehend skiz-

zierten Verbesserung der Berechnungsmodelle besteht jedoch die «Gefahr», dass die aufwändigen Geländebegehungen zu sehr in den Hintergrund rücken (u.a. Frick et al. 2018).

- **Berechnungen/Simulationen:**

Die Fortschritte in den Beobachtungs- und Messmethoden und damit die verbesserte differenzierte Erfassung von Materialverhalten und Kinetik sowie höher aufgelöste Geländemodelle haben in den vergangenen Jahrzehnten die Erarbeitung neuer und besserer Berechnungsmodelle für Naturgefahrenprozesse ermöglicht (siehe dazu u.a. Margreth 2019). Verifikationen im Gelände und anhand früherer Ereignisse zeigen – bei richtiger Kalibrierung der Modelle – gute Übereinstimmung mit anderen Befunden. Mit Variation der Eingabeparameter können Sensitivitätsanalysen sowie Simulationen unter anderen Umweltbedingungen (u.a. Klimawandel) durchgeführt werden.

- **Szenarienbildung und Iteration:**

Wegen der Vielfalt und Komplexität der möglichen Prozessabläufe muss bei der Gefahrenbeurteilung mit Szenarien gearbeitet werden. In erster Linie sind möglichst klare Vorstellungen über die potenziellen Prozessabläufe, d.h. qualitative Szenarien wichtig. Erst auf dieser Basis können vor allem bei Sturz- und (spontanen) Rutschprozessen sowie Wildbächen adäquate Szenarien für die vorgegebenen mittleren Wiederkehrdauern formuliert und quantifiziert (Intensitäten) werden (Kienholz et al. 2007). Bei Gewässern mit Abflussdaten sowie bei Lawinen (+/- normierte Eingaben und Berechnungen von Anrissmächtigkeiten) können dagegen

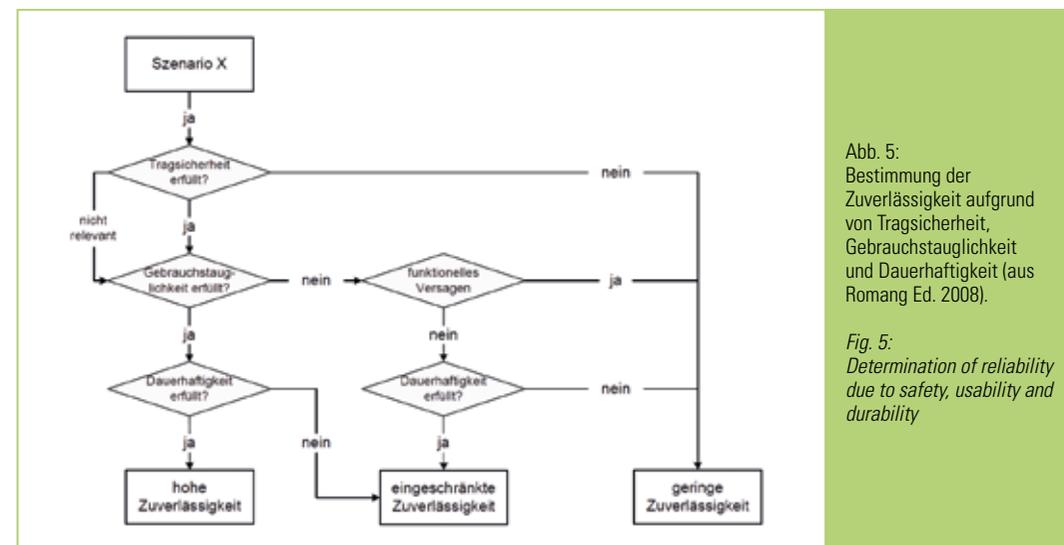


Abb. 5: Bestimmung der Zuverlässigkeit aufgrund von Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit (aus Romang Ed. 2008).

Fig. 5: Determination of reliability due to safety, usability and durability

direkt Modellrechnungen zu Intensitäten bei den vorgegebenen Wiederkehrdauern erfolgen. Deren Ergebnisse müssen selbstverständlich verifiziert und im Gelände kontrolliert werden.

Für die Erstellung von Gefahrenkarten werden Szenarien für folgende festgelegte Wiederkehrperioden erstellt: 30, 100, 300 Jahre und – heute seitens BAFU gefordert – Extremszenario.

Szenarienbildung und Gefahrenbeurteilungen erfordern ein iteratives Vorgehen zwischen Berechnungen/Simulationen und Geländeaufnahmen unter Berücksichtigung der Ereignisdokumentation.

- **Berücksichtigung von Schutzmassnahmen:**

Wie weit sind vorhandene Schutzbauten und deren Zustand bei der Beurteilung von Gefahrenprozessen und der Szenarienbildung einzubeziehen? Wie weit kann auf die Angaben in lokalen Dokumentationen bzw. – später – im kantonalen Schutzbautenkataster abgestellt werden?

Der Wunsch nach Klärung wurde 2002 von der FAN aufgenommen. Sie erarbeitete in Workshops die ersten Grundlagen. Auf dieser Basis wurde schliesslich durch die WSL im Auftrag der PLANAT und des BAFU «ein generelles Vorgehen entwickelt, welches die vergleichbare und nachvollziehbare Beurteilung von Schutzmassnahmen im Rahmen von Gefahrenbeurteilungen ermöglicht» (Romang Ed. 2008). Abb. 5 zeigt mit dem grundsätzlichen Entscheidungsdiagramm zur Bestimmung der Zuverlässigkeit von Einzelbauwerken oder Gesamtsystemen nur ein kleines Beispiel aus dem umfangreichen Handbuch, das für alle Gefahrenprozesse und viele Gesamtsysteme und Bautypen Entscheidungshilfen liefert.

### Die Produkte: Intensitätskarten, Einzel- und synoptische Gefahrenkarten

Intensitätskarten zeigen die Intensitätsstufen der betroffenen Flächen pro Prozess und Wahrscheinlichkeitsklasse. Die Intensitätsstufen sind gemäss den Kriterien in Tab. 2 definiert. Abb. 6 zeigt die

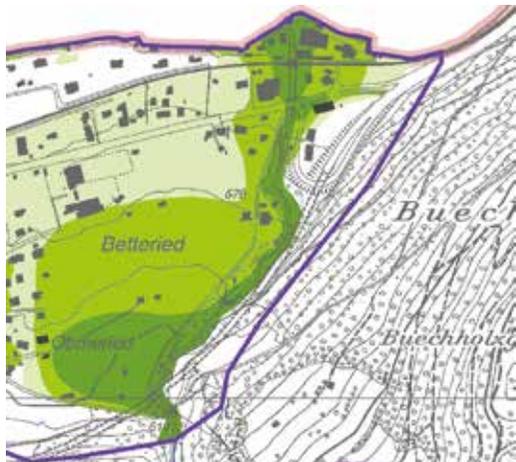
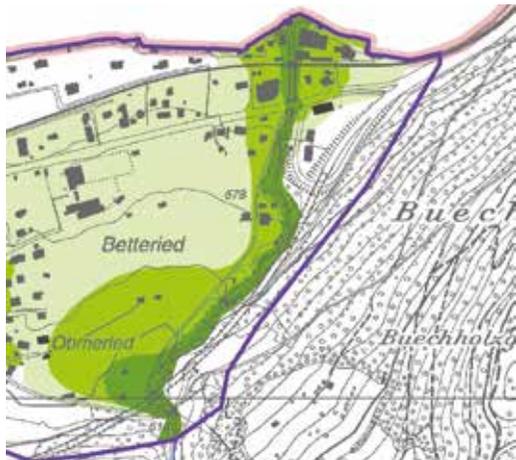
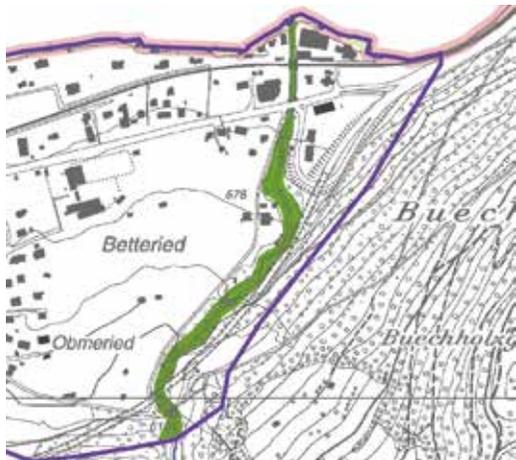


Abb. 6: Intensitätskarte Wasser (30-, 100-, 300-jährlich) (Ausschnitt östliche Wildbäche in Leissigen am Thunersee) (© Kanton Bern)

Fig. 6: Flood intensity maps (30, 100, 300 years return period) (detail of the eastern torrents in Leissigen, Lake Thun)

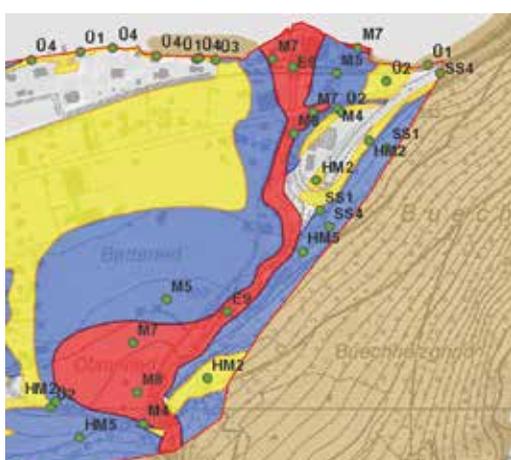
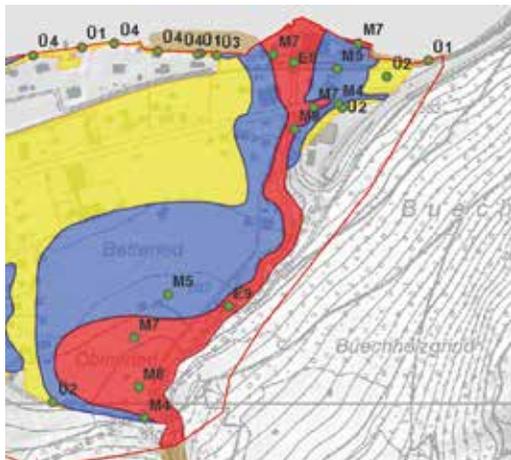


Abb. 7: Einzelgefahrenkarte Wasser (oben) und synoptische Gefahrenkarte (unten) des östlichen Dorfteils von Leissigen am Thunersee.

Ü = Überschwemmung / Übersarung (Bäche und See), M = Murgang, HM = Hangmure; SS = Steinschlag / Blockschlag; Ziffern und die Farben rot, blau, gelb beziehen sich auf die Felder des Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramms (Abb. 3). Die braunen Gebiete ausserhalb des eingegrenzten Beurteilungsperimeters (rote Linie) sind Gefahrenhinweisbereiche auf der ausschliesslichen Basis von Modellrechnungen. (© Geoportal Kanton Bern)

Fig. 7: Single hazard map "flood" (upper map) and synoptic hazard map (lower map) of the eastern part of the village of Leissigen, Lake Thun

Intensitätskarten «Wasser» der Prozessquellen Eybach und Thunersee (Uferbereich am oberen Bildrand). Bei den Intensitätskarten 100- und 300-jährlich erfolgt am linken Bildrand noch eine Überlagerung durch einen weiteren Wildbach.

Die Übersetzung der Intensitätskarte in die Einzelgefahrenkarte «Wasser» zeigt Abb. 7 oben und in die synoptische Gefahrenkarte Abb. 7 unten, wo noch Hangmuren und Steinschlag eine Rolle spielen. Bei Überlagerung der Wirkungsräume von mehreren Gewässern bzw. von mehreren Prozessen ist immer der gefährlichste Prozess massgebend. Die Bedeutung der Farben ist Abb. 3 zu entnehmen, und deren raumplanerische Bedeutung wird in Margreth (2019, Tab. 1) erläutert.

Für die Umsetzung in die Nutzungspläne der Gemeinden ist in den Leitsätzen von ARE et al. (2005) u.a. festgehalten:

- «Im Zonenplan sollten für alle Gefahrengebiete (rot, blau, gelb, gelbweiss) Gefahrenzonen ausgeschieden werden.»
- «Die Gefahrenkarten sollten möglichst unverändert im Zonenplan übernommen werden.»

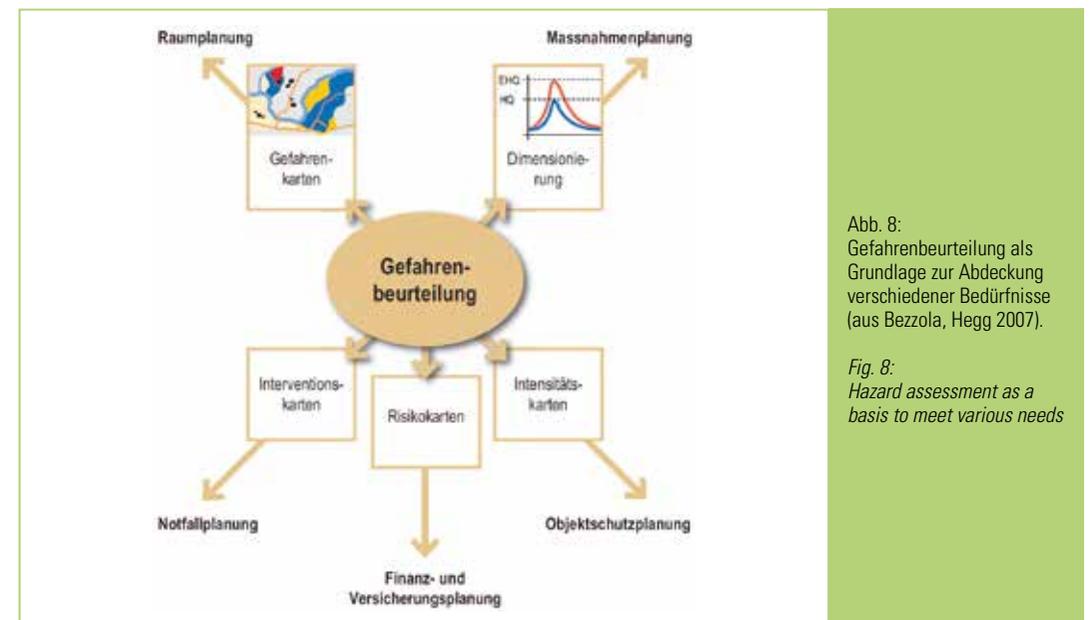


Abb. 8: Gefahrenbeurteilung als Grundlage zur Abdeckung verschiedener Bedürfnisse (aus Bezzola, Hegg 2007).

Fig. 8: Hazard assessment as a basis to meet various needs

In der Praxis geschieht dies je nach Kanton (und Gemeinde) auf unterschiedliche Art und Weise (ein Beispiel zeigt Margreth 2019, Abb. 5).

### «Übernutzung» der Gefahrenkarten

Dank den Gefahrenkarten entstand generell ein Bewusstsein für die Bedeutung von gefahrenbezogenen Grundlagen. Deshalb wurde und wird versucht, weitere nicht direkt mit der Raumplanung verknüpfte Bedürfnisse mit Hilfe der Gefahrenkarten abzudecken. Dies ist jedoch problematisch, weil bei der Übersetzung der Ergebnisse der Gefahrenbeurteilung in die Gefahrenkarte Informationen verloren gehen, die für andere Fragestellungen von Bedeutung sind. Andere Informationen werden wegen der primären Ausrichtung auf die Gefahrenkarte zum Teil gar nicht erhoben. Bezzola, Hegg (2007) stellen deshalb die Gefahrenbeurteilung ins Zentrum und zeigen in Abb. 8 die Gefahrenkarte als ein Produkt unter verschiedenen.

## Gefahrenhinweiskarte Oberflächenabfluss

Grund- und Hangwasserprozesse werden normalerweise weder in Gefahrenkarten ausgewiesen noch durch raumplanerische Massnahmen berücksichtigt. Sie können nicht durch wasserbauliche Massnahmen beeinflusst werden. Auf Wunsch einzelner Gemeinden wurden jedoch im Kanton Bern bereits in den 1990er Jahren relevante Hänge mit potenziell erheblichem Oberflächenabfluss mit Pfeilsignaturen gekennzeichnet.

Dank der hohen Qualität der digitalen Geländemodelle und Fortschritten in der Simulationstechnik erarbeitete das Privatbüro geo7 im Auftrag des BAFU, dem Schweizerischen Versicherungsverband SVV und der Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen VKG eine schweizweite Gefährdungskarte Oberflächenabfluss. Das Produkt zeigt über die gesamte Schweiz die potenziell durch Oberflächenabfluss gefährdeten Gebiete und die dort zu erwartenden klassierten Fliesstiefen auf.

Seit 2018 steht die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss auf dem Geoportal des Bundes ([www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch)) zur Verfügung: Die Karte ist eine Hinweiskarte und hat keine Rechtsverbindlichkeit: Die ausgeschiedenen Hinweisflächen basieren auf Modellierungsergebnissen ohne Verifikation der Einzelsituation im Gelände.

## Zur Umsetzung in Raumplanung und Baubewilligungsverfahren

In ARE et al. (2005) werden die Grundsätze zur Berücksichtigung der Naturgefahren und –risiken ausführlich beschrieben und mit Fallbeispielen aus Kantonen und Gemeinden illustriert. In der Schweiz sind primär die 26 Kantone für die Raumplanung zuständig, wobei der jeweilige behördenverbindliche kantonale Richtplan das Hauptinstrument ist. Letztlich ist es jedoch

die Gemeinde, die in der Nutzungsplanung die verschiedenen Nutzungszonen im Zonenplan parzellengenau ausscheidet und das Bau- und Zonenreglement grundeigentümerverbindlich festlegt. Allein aus dieser föderalen Organisation lässt sich schliessen, dass die Umsetzung der Raumplanung und der Einbezug der Naturgefahren je nach Kanton und Gemeinde in unterschiedlicher Konkretisierung und in unterschiedlichem Tempo voranschreiten.

Trotz vieler guter Beispiele gibt es raumplanerisch und vor allem in den Baubewilligungsverfahren nach wie vor erhebliche Defizite. Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) schreibt auf seiner Website (<http://www.sia.ch/de/themen/naturgefahren/>) (abgerufen 24.09.2019): «Viele Schäden aufgrund von Naturgefahren beruhen auf Fehlplanungen, die im Grunde vermeidbar gewesen wären. Um das naturgefahrengerechte Planen und Bauen zu fördern, hat der SIA das Thema Naturgefahren zum Kernthema erklärt und erste Handlungsfelder definiert.»

Neben den mit Naturrisiken befassten Bundesämtern und kantonalen Fachstellen, der PLANAT und dem SIA arbeiten der Schweizerische Versicherungsverband (SVV), die Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen (VKG) und der Interkantonale Rückversicherungsverband (IRV) an einer Verbesserung der Situation.

## Fazit

Obschon immer noch Wünsche nach besseren Grundlagen und Methoden bestehen, sind in der Schweiz Gefahrenbeurteilungen und Gefahrenkarten heute technisch auf einem sehr hohen Stand. Es gilt, diesen Stand zu halten und mögliche Verbesserungen wahrzunehmen. Dabei muss anerkannt werden, dass der Blick in die Zukunft immer mit Unsicherheiten behaftet sein wird. Das

betrifft auch die Herausforderungen des Klimawandels, die sich nicht nur aus Gletscherschwund und Permafrostauflösung, sondern u.a. auch aus verändertem Niederschlags- und Abflussgeschehen in den tieferen Lagen ergeben. Sie müssen bei der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt werden.

Die Umsetzung in die Raumplanung und risikogerechte Baubewilligungsverfahren erfordern weiterhin grosse Anstrengungen. Es gilt, bestehende Risiken zu reduzieren und keine neuen entstehen zu lassen.

## Dank

Der Autor dankt folgenden Personen und Institutionen für Lektorat und Mithilfe:

Helen Gosteli (PLANAT), Nils Hählen (Amt für Wald, Abteilung Naturgefahren, Kanton Bern), Peter Mani (geo7, Bern), Stefan Margreth (WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF)

## Anschrift des Verfassers / Author's address:

Hans Kienholz  
KiNaRis  
Gigonweg 10, CH-3027 Bern  
[hans.kienholz@bluewin.ch](mailto:hans.kienholz@bluewin.ch)

## Literatur / References:

- ARE, BWG, BUWAL (2005). Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren. Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 50 S. Bern.
- Aulitzky H. (1973). Vorläufige Wildbach-Gefährlichkeits-Klassifikation für Schwemmkegel. 100 Jahre Hochschule f. Bodenkultur, Bd. IV, Teil 2: 114-117. Ver. z. Förderung d. forstl. Forschung in Österreich. Wien.
- Aulitzky H. (1975). Beurteilung und Ausscheidung der Gefahrenzonen in den Alpen einschließlich der Tallagen. Interpraevent 1975, Bd. 2:159-187. Forschungsgesellschaft für vorbeugende Hochwasserbekämpfung. Klagenfurt.
- BAFU (2016a). Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz. Bericht des Bundesrats in Erfüllung des Postulats 12.4271 Darbellay vom 14.12.2012. Bundesamt für Umwelt, Bern. 120 S.

BAFU (2016b). Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Reihe Umwelt-Vollzug Nr. 1608, 98 S.

BAFU (2017). Ruf W. Datenmodell Gefahrenkartierung. Identifikator 166.1. Geobasisdaten des Umweltschweizerischen Bundesamts für Umwelt, Bern. [www.bafu.admin.ch/geodatenmodelle](http://www.bafu.admin.ch/geodatenmodelle)

BAFU (2019). Erfassungsrichtlinie StorMe 3.0. Entwurfsversion. Bern [www.bafu.admin.ch/storme](http://www.bafu.admin.ch/storme)

BFF, EISLF (1984). Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Forstwesen, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung. Bern und Davos.

Bezzola G. R., Hegg C. (Ed.). (2007). Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 1 – Prozesse, Schäden und erste Einordnung. 215 S. Teil 2 – Analyse von Prozessen, Massnahmen und Gefahregrundlagen. 429 S. Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Umwelt-Wissen Nr. 0707 bzw. 0825. Bern

Bundesbeschluss (1972). Bundesbeschluss vom 17. März 1972 über dringliche Massnahmen auf dem Gebiete der Raumplanung. Ersetzt durch RPG (1980). Systematische Sammlung des Bundesrechts (SR). Bern

Bundesblatt (1876). Bundesgesetz betreffend die eidgenössische Oberaufsicht über die Forstpolizei im Hochgebirge. Bundesblatt. Schweizerisches Bundesarchiv, Digitale Amdruckschriften.

Bunza G., Karl J. (1975). Erläuterung zur hydrographisch-morphologischen Karte der Bayerischen Alpen 1:25'000. Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft. Sonderheft. München.

BWW, BRP, BUWAL (1997). Petrascheck A., Loat R. Empfehlungen 1997: Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Raumplanung BRP, Bundesamt für Wasserwirtschaft BWW, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, heute BAFU. Bern

BRP, BWW, BUWAL (1997). Latelin O. Empfehlungen 1997: Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft BWW, Bundesamt für Raumplanung BRP, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, heute BAFU. Bern (Ersetzt durch BAFU 2016b).

BWW, BUWAL (1991). Ursachenanalyse der Hochwasser 1987, Ergebnisse der Untersuchungen. Mitt. des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Nr.4, Mitt. der Landeshydrologie und -geologie, Nr. 14, EDMZ Form.-Nr.804.304. Bern.

BWW, BUWAL (1995). Empfehlungen – Symbolbaukasten zur Kartierung der Phänomene. Bundesamt für Wasserwirtschaft BWW, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL. Reihe Naturgefahren. Bern.

Coaz J. (1910). Statistik und Verbau der Lawinen in den Schweizeralpen. Im Auftrag des eidgenössischen Departements des Innern bearbeitet und veröffentlicht. Buchdruckerei Stämpfli & Cie. Bern.

Culmann K. (1864). Bericht an den hohen schweizerischen Bundesrath über die Untersuchung der schweizerischen Wildbäche, vorgenommen in den Jahren 1858, 1859, 1860 und 1863. Zürich.

Frick E., Gertsch E., Lehmann C. (2018). Relevanz der Geländeaufnahmen für Geschiebeabschätzungen in Wildbächen. Ingenieurbio 4/18. Rapperswil.

FRUTIGER H. (1970). Der Lawinenzonenplan. Zeitschrift für Forstwesen, Bd. 121, H.4: 246-276. Frutiger H. (1980). Schweizerische Lawinengefahrenkarten. Interpraevent 1980, Bd. 3:135-143. Forschungsges. für vorbeugende Hochwasserbekämpfung. Klagenfurt.

HANAUSEK E. (1975 a): Wildbach- und Lawinenschutz in Tirol. Hochwasser- und Lawinenschutz in Tirol: 108-128. Land Tirol in Tirol. (Hrsg.). Innsbruck

HANAUSEK E. (1975 b): Bisherige Erfahrungen in der Gefahrenzonenplanung in Tirol. Interpraevent 1975, Bd. 1:367-373. Forschungsges. für vorbeugende Hochwasserbekämpfung. Klagenfurt.

KANTON BERN (1973). Gesetz über das Forstwesen vom 1. Juli 1973. Bern

KANTON GRAUBÜNDEN (1971). Richtlinien zur Ausarbeitung von Gefahrenzonenplänen. Chur

KIENHOLZ H. (1977a). Kombinierte geomorphologische Gefahrenkarte 1:10 000 von Grindelwald. Mit Beiträgen von W. Schwarz. Geographica Bernensia, G 4, 204 pp., 4 Kartenbeilagen. Geogr. Inst. d. Univ. Bern.

KIENHOLZ H. (1977b). Kombinierte geomorphologische Gefahrenkarte 1:10 000 von Grindelwald. Gekürzte Fassung. Catena, Vol.3, No.3/4: 265-294. Giessen.

KIENHOLZ H, GOSTELI H., FÄSSLER M., AEBERHARD S. (2007). Fachtechnische Analyse der Gefahrengrundlagen. P.197-219 in Bezzola G. R., Hegg C. (Ed.). (2007): Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 2. Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Umwelt-Wissen Nr. 0825. Bern

LENDI M. (2018). Geschichte und Perspektiven der schweizerischen Raumplanung. ISBN: 978-3-7281-3866-8, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 424 Seiten.

MANI P., Zimmermann M. (1992). Dokumentation nach Unwetterereignissen: Vorschlag für eine Anleitung. Interpraevent 1992, Tagungspubl., Bd.3: 121-130. Forschungsgesellschaft für vorbeugende Hochwasserbekämpfung. Klagenfurt

MARGRETH S. (2019). Lawinengefahrenkarten in der Schweiz. Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz, Heft 184. Bregenz.

MOSER M. (1973): Vorschlag zu einer vorläufigen Hangstabilitätsklassifikation mit Hilfe eines Gefährlichkeitsindex. 100 Jahre Hochschule f. Bodenkultur, Bd. IV, Teil 2: 159-168. Ver. z. Förderung d. forstl. Forschung in Österreich. Wien.

OFI (1975). Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr beim Erstellen von Bauten und bei der Verkehrs- und Siedlungsplanung. Prov. Ausgabe, Eid. Oberforstinspektorat. Bern.

PETRASCHECK A., SCHÄDLER B. (1991). Einfluss von Klimaveränderungen auf das Hochwasserrisiko. In: BWW, BUWAL (1991). Ursachenanalyse der Hochwasser 1987, Ergebnisse der Untersuchungen. Mitt. des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Nr.4, Mitt der Landeshydrologie und -geologie, Nr. 14, p. 183-184. EDMZ Form.-Nr.804.304. Bern.

PLANALP, BAFU, (2006). Dokumentation von Naturereignissen – Feldanleitung. 64 S. Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention (Hrsg.). Innsbruck und Bern.

PLANAT (2015). Risikobasierte Raumplanung. Synthesebericht zu zwei Testplanungen auf Stufe kommunaler Nutzungsplanung. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT Bundesamt für Umwelt, Bundesamt für Raumentwicklung. Bern.

ROMANG H. (ED.) (2008). Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT. Bern.

RPG (1980). Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG, SR 700) vom 22. Juni 1979, Stand am 1. Januar 2019. Bern

VOELLMY A. (1955). Über die Zerstörungskraft von Lawinen. Schweiz Bauzeitung 73, Hefte 12, 15, 17 und 19. Zürich

WaG (1991). Bundesgesetz vom 4. Oktober 1991 über den Wald (Waldgesetz, WaG 1991, SR 921.0). Stand am 1. Januar 2017. Bern.

WaV (1965). Vollziehungsverordnung zum Bundesgesetz betreffend die Eidgenössische Oberaufsicht über die Forstpolizei. [SR 921.0]. Ersetzt durch WAV (1992).

WaV (1992). Verordnung über den Wald (Waldverordnung, WaV, SR 921.01) vom 30.11.1992, Stand am 1. Januar 2018. Bern.

WBG (1991). Bundesgesetz über den Wasserbau (Wasserbaugesetz / WBG, SR 721.100) vom 21. Juni 1991, Stand am 1. Januar 2011. Bern.

WBV (1994). Verordnung über den Wasserbau (Wasserbauverordnung / WBV, SR 721.100.1) vom 02.11.1994. Bern.

WEL (2014). 20-jähriges Bestehen der KOHS. Wasser Energie Luft.106. Jahrgang, Heft 2, p.164. Baden



[www.geobruigg.com/lawinenschutz](http://www.geobruigg.com/lawinenschutz)

**GEOBRUGG®**  
BRUGG

Safety is our nature



**SPIDER® Avalanche Lawinenprävention**

DER EFFIZIENTE SCHUTZ  
VOR LAWINEN

STEFAN MARGRETH

## Lawinengefahrenkarten in der Schweiz

### *Avalanche hazard maps in Switzerland*

#### Zusammenfassung:

Die erste Lawinengefahrenkarte der Schweiz wurde 1954 ausgearbeitet. 1984 erfolgte die Publikation der noch heute gültigen Richtlinie über Lawinengefahrenkarten. Eine Gefahrenkarte stellt die Gefährdungssituation in den fünf Gefahrenstufen rot (Verbotzone), blau (Gebotszone), gelb (Hinweiszone), gelb-weiß gestreift (Restgefährdung) und weiß (vernachlässigbare Gefahr) dar. Gefahrenkarten basieren auf Intensitätskarten, die für 30-, 100- und 300-jährliche Szenarien ausgearbeitet werden. Die Abgrenzungskriterien sind in Gefahrenstufendiagrammen festgelegt, die für Fließ- und Staublawinen, sowie Schneegleiten bestehen. Als Grenze zwischen einer starken Intensität (rotes Gebiet) und mittleren Intensität (blaues Gebiet), wird ein Lawindruck von 30 kN/m<sup>2</sup> verwendet. Heute sind schweizweit 98% der erforderlichen Gefahrenkarten erstellt.

Stichwörter: Lawinengefahrenkarte, Intensitätskarte, Nutzungsplan, Lawinensimulation

#### Abstract:

The first avalanche hazard map in Switzerland was elaborated in 1954. The guideline on avalanche hazard maps, which is still valid today was published in 1984. A hazard map shows the hazard situation in five hazard levels: red (prohibited zone), blue (restricted zone), yellow (indication zone), yellow-white striped (residual hazard) and white (negligible hazard). A hazard map is based on intensity maps which are worked out for a 30-, 100- and 300-year scenario. The classification criteria are defined in hazard level diagrams, which exist for flow and powder avalanches as well as snow gliding. An avalanche pressure of 30 kN/m<sup>2</sup> is used as the limit between a strong intensity (red area) and a medium intensity (blue area). Today, 98% of the required hazard maps have been elaborated.

Keywords: Avalanche hazard map, intensity map, land use planning, avalanche modelling

#### Anfänge der Lawinenkartierung in der Schweiz

Die Lawinenkatastrophen von 1951 und 1954, die in der Schweiz 1625 Schadenlawinen mit 131 Todesopfern und mehr als 2100 erfassten Gebäuden verursachten, zeigten deutlich, dass beim Bauen im Gebirge die Lawinengefahr besser berücksichtigt werden muss. Viele der zerstörten Gebäude waren erst in den letzten 20 Jahren erstellt worden. Die Warnung von Einheimischen, an gewissen Stellen nicht zu bauen, wurde oft überhört und die oft genannte Meinung, dass bei der Anlage von Ortschaften „von alters her als lawinensicher bekannte Orte ausgewählt wurden“ (Fankhauser 1919), erwies sich oft als nicht zutreffend. Nach dem Lawinenwinter 1951 forderte der Eidg. Oberforstinspektor E. Hess angesichts

der großen Gebäudeschäden, dass ein Lawinenkataster für gefährdete Bergdörfer obligatorisch sein sollte. Im Juni 1952 erließ das Eidg. Departement des Innern Richtlinien für Aufforstungs- und Verbauprojekte, in denen nicht nur auf die Notwendigkeit von Lawinenkatastern, sondern auch von Lawinenzonenplänen hingewiesen wurde. Der Bund forderte, dass bei Umsiedlungen oder Maßnahmen zum Schutze von Gebäuden keine Beiträge geleistet werden, wenn bei der Wahl der Bauplätze keine Rücksicht auf Lawinenzonenplan und Lawinenkataster genommen wurde. Die Umsetzung dieser Richtlinie dauerte aber mehrere Jahrzehnte, weil die Zuständigkeiten zuerst geregelt und die Abgrenzungskriterien für die verschiedenen Zonen definiert werden mussten. In dieser Zwischenphase herrschte in vielen Kur-

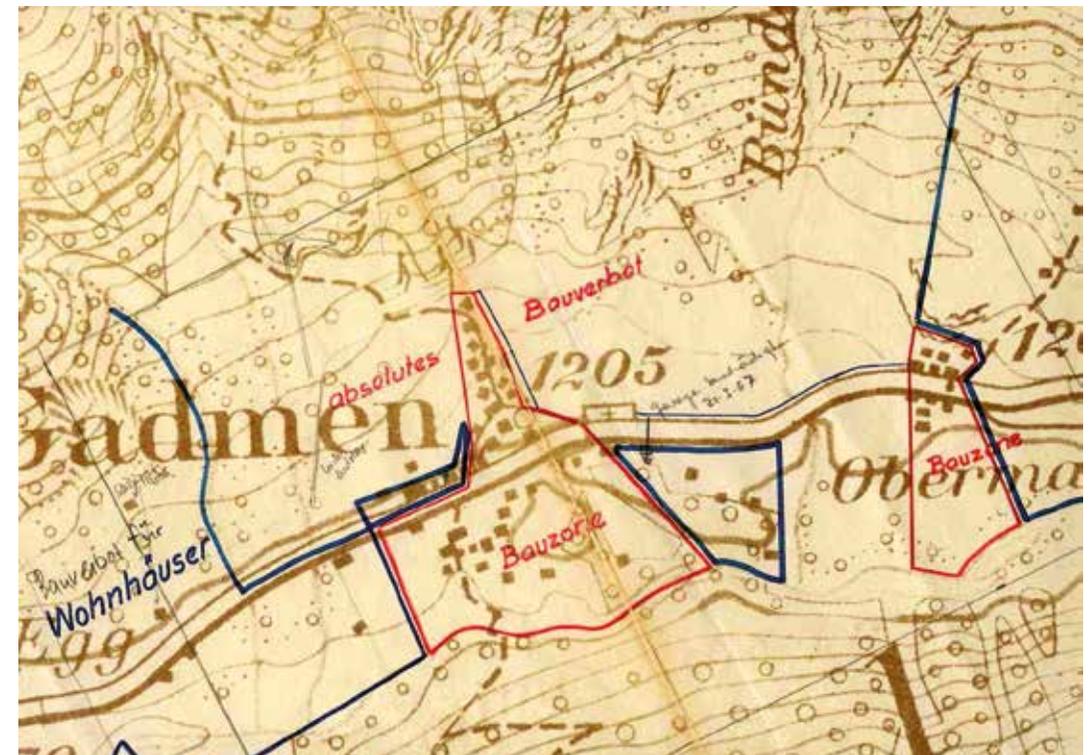


Abb. 1: Lawinengefahrenkarte von 1954 der Gemeinde Gadmen, Bern (Karte: Amt für Wald des Kt. Bern, Abt. Naturgefahren).

Fig. 1: Avalanche hazard map from 1954 of the municipality of Gadmen, Berne (map: Office for the Forest of Canton Berne, Natural Hazards Department).

orten in den Alpen eine starke Bautätigkeit. Die erste Lawinengefahrenkarte wurde 1954 für die Gemeinde Gadmen im Berner Oberland «rein gutachtlich und ohne große Untersuchungen» (Schwarz 1980) erstellt. Dieser Plan enthielt vier Zonen mit unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten (Abb. 1). 1960 erarbeitete das SLF für die Gemeinde Wengen im Berner Oberland einen Baulinienplan, in dem zum ersten Mal eine rote Zone (unbedingtes Bauverbot) und eine blaue Zone (bedingtes Bauverbot) eingeführt wurden (Frutiger 1970). Ab 1962 standen die Forstorgane den Gemeinden, die für die Lawinkartierung zuständig waren, aber nicht über das notwendige Fachwissen verfügten, als technische Berater bei der Erarbeitung der Zonenpläne bei. 1962 und 1967 führte das SLF erste Kurse für die Bearbeiter von Lawinengefahrenkarten durch.

### Entwicklung der Kriterien für die Ausscheidung von Gefahrengebieten

Bei der Erarbeitung des Baulinienplanes von Wengen wurde erstmals die Problematik der Abgrenzung von lawinensicheren und lawinengefährdeten Gebieten diskutiert. Den Beteiligten war klar, dass eine präzise Abgrenzung von sicherem und gefährdetem Gebiet nicht möglich ist. Deshalb wurde zwischen dem eindeutig gefährdeten Gebiet, das häufig und nachweislich von Lawinen erreicht wird, und sicherem Gebiet eine Übergangszone eingeführt, in der ein absolutes Bauverbot als nicht gerechtfertigt betrachtet wurde (Frutiger, 1970). In der Praxis wurden dazu drei Zonen eingeführt. Eindeutig lawinengefährdete Gebiete wurden mit „rot“ bezeichnet und mit einem Bauverbot belegt. An die „rote Zone“ schloss sich eine „blaue Zone“ an, in der Bauen mit technischen Auflagen möglich war. Die „weiße Zone“ begann dort, wo das Gelände als lawinensicher betrachtet wurde.

Die Lawinenkatastrophe von 1968 in Davos trug wesentlich zur Entwicklung der Kriterien für die Ausscheidung der Gefahrengebiete bei. Für das Auslaufgebiet der Dorfbachlawine in Davos bestand seit 1961 eine Gefahrenkarte, die vom SLF rein gutachterlich ohne Berechnungen und definierte Abgrenzungskriterien erarbeitet wurde. Man war sich bewusst, dass bei der Zonenabgrenzung «keine extremen und absolut sicheren Grenzen angenommen wurden» (Frutiger 1970). Die in der Gefahrenkarte berücksichtigte Wiederkehrdauer dürfte etwa 50 Jahre betragen haben. Die Katastrophenlawine von 1968 überfloss die Gefahrengrenzen um mehr als 300 m (Abb. 2). Die Mehrzahl der zerstörten Wohnhäuser befand sich im weißen, als sicher betrachteten Gebiet. Die gewonnenen Erfahrungen aus dem Lawinenwinter 1968 sowie planerische und risikobasierte Überlegungen führten dazu, dass seither bei der Gefahrenkartierung Extremlawinen mit einer Wiederkehrdauer bis zu 300 Jahren berücksichtigt werden (Margreth 2019). Man wählte 300 Jahre, weil man der Ansicht war, dass ein solches Ereignis in Lawinenchroniken, welche oft bis ins 17. Jahrhundert zurückgehen, mit einer größeren Wahrscheinlichkeit enthalten sein dürfte. Ein weiterer Grund war, dass die für die Lawinenmodellierung erforderliche Anrissmächtigkeit aus den vorhandenen Niederschlagsdaten mit einer Extremwertstatistik noch knapp extrapoliert werden kann. Zusätzlich wurde auch ein kleineres, relativ häufiges 30-jährliches Ereignis für die Beurteilung herangezogen, dessen Auftreten und Ausmaß als praktisch sicher beurteilt werden kann. 30 Jahre wurde gewählt, um einen signifikanten Unterschied zu 300 Jahren zu haben. Als Druckgrenze zwischen rotem und blauem Gebiet wurde beim 300-jährlichen Ereignis 30 kN/m<sup>2</sup> festgelegt. Dieser Druck wurde vom SLF mit der Begründung vorgeschlagen, dass bis zu diesem Wert Gebäudeverstärkungen wirtschaftlich noch tragbar waren und dass bei einem größeren Druck Personen

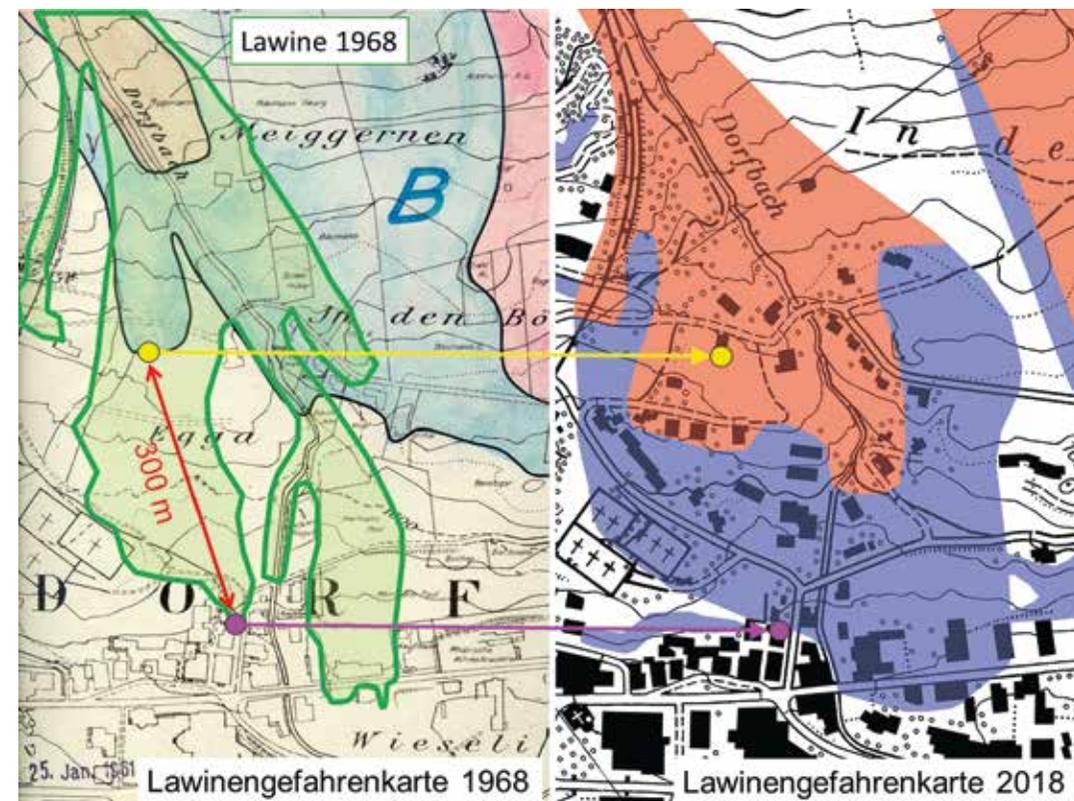


Abb. 2: Lawinengefahrenkarte Davos Dorf, Graubünden, von 1961 mit Katastrophenlawine von 1968 und aktuelle Lawinengefahrenkarte von 2018 (Karte: Amt für Wald und Naturgefahren des Kt. Graubünden).

Fig. 2: Avalanche hazard map Davos Dorf, Grisons, from 1961 with catastrophic avalanche from 1968 and current avalanche hazard map from 2018 (map: Amt für Wald und Naturgefahren of Kt. Grisons).

in einem unverstärktem Gebäude in Lebensgefahr sein können. Eine Fließlawine erreicht einen Druck von 30 kN/m<sup>2</sup>, wenn sie senkrecht mit einer Geschwindigkeit von 10 m/s und einer Dichte von 300 kg/m<sup>3</sup> auf ein großes Hindernis prallt. Die Fließhöhe einer Lawine wurde in der Schweiz nie als Abgrenzungskriterium verwendet.

### Gefahrenstufen in Lawinengefahrenkarten

Die Kriterien, nach welchen Lawinengefahrenkarten auszuarbeiten sind, wurden 1984 in der „Richtlinie zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten“ publiziert (BFF und SLF 1984). Kernstück für die Zonenabgrenzung

war das Intensitäts-Wahrscheinlichkeitsdiagramm. Die Zonenabgrenzung basiert auf dem 30- und 300-jährlichen Szenario. Bei Staublawinen wurden im Auslaufbereich weniger strenge Kriterien als bei Fließlawinen definiert, weil die Druckwirkung von Staublawinen als weniger schädlich angesehen wurde und weil die bestrichenen Flächen mit mittleren und schwachen Intensitäten sehr groß sind. Das Ende des Auslaufgebietes der 300-jährlichen Lawine stellt die äußerste Grenze eines Gefahrengebietes dar. Lawinen, die diese Grenze überfließen, wurden als Restrisiko betrachtet. Ein Restrisiko wurde bei der Gefahrenkartierung bewusst in Kauf genommen. Man war sich im Klaren, dass ein vollständiger Schutz vor Lawinen nicht möglich ist.

Das Konzept der Richtlinie von 1984, die Intensität und die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses als Maß für die Gefährdung zu verwenden, wurde später in den Bundesempfehlungen zu den Hochwassergefahren (BWW et al. 1997) und Massenbewegungen übernommen und weiterentwickelt (BRP et al. 1997; BAFU 2016). Da beim Hochwasser bisher die Verwendung des 100-jährlichen Szenarios üblich war, wurde das Gefahrenstufendiagramm, das neun Felder enthält, mit dem 100-jährlichen Szenario ergänzt. Weiter wurde beim Hochwasser ein Extremszenario mit einer Wiederkehrdauer von mehr als 300 Jahren eingeführt. Es gelang die Beurteilung und Bewertung der verschiedenen Naturgefahren zu homogenisieren.

Heute werden für Lawinen drei Gefahrenstufendiagramme verwendet, die die Prozesse Fließlawinen, Staublawinen und Schneegleiten abdecken (Abb. 3). Die Wahrscheinlichkeits- und Intensitäts-Klassen sind wie folgt definiert:

- Wahrscheinlichkeit:  
hoch = 100–300 Jahre, mittel = 30–100 Jahre und gering 0–30 Jahre
- Intensität: stark > 30 kN/m<sup>2</sup>, mittel = 3–30 kN/m<sup>2</sup> und schwach <3 kN/m<sup>2</sup>.

Schwache Intensitäten mit einem Lawinendruck von weniger als 3 kN/m<sup>2</sup> sind bei Fließlawinen im Allgemeinen nicht relevant, weil die Distanz zwischen einem Druck von 0 und 3 kN/m<sup>2</sup> sehr kurz ist („Darstellungsproblem“). In der Praxis wird das Extremszenario bei der Gefahrenbeurteilung von Lawinen meist nur in Spezialfällen betrachtet (z.B. sehr großes Schadenpotential oder Beurteilung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen). Bei Staublawinen wird als Grenze zwischen starker und mittlerer Intensität wie bei Fließlawinen ein Lawinendruck von 30 kN/m<sup>2</sup> verwendet. Staublawinen (ohne Saltationsschicht) erreichen erfahrungsgemäß nur in der Sturzbahn Lawinendrucke von mehr als 30 kN/m<sup>2</sup>. Im Auslaufgebiet (ohne Saltationsschicht) erreichen Staublawinen meist mittlere bis schwache Intensitäten (oft zwischen 1 und 5 kN/m<sup>2</sup>). Das Auslaufende einer Staublawine wird dort festgesetzt, wo der Staudruck kleiner ist als 1 kN/m<sup>2</sup>. Dieser Druck entspricht in etwa dem minimalen Referenzdruck des Windes, der für die Bemessung von Tragwerken verwendet wird (SIA, 2014).

Bei Schneegleiten und Schneedruck liegt die Intensität in der Regel zwischen 3 und 20 kN/m<sup>2</sup>. Dem Schneegleiten und Schneedruck

eine Wiederkehrdauer zuzuordnen ist schwierig. Wurde im Ereigniskataster Schneegleiten und Schneedruck dokumentiert, wird im Allgemeinen eine Wiederkehrperiode, je nach Anzahl Beobachtungen, von 0 bis 30 Jahren oder 30 bis 100 Jahren angenommen. In der Folge wird blaues Gebiet ausgeschieden (Margreth 2016). Ist Schneegleiten potentiell möglich, wurde aber bisher nie beobachtet, wird eine Wiederkehrperiode des Schneegleitens zwischen 100 und 300 Jahren angenommen und folglich gelbes Gebiet ausgeschieden. Eine exakte Abgrenzung, wann

in einer Gefahrenkarte Schneegleiten respektive Lawinen auszuschneiden ist, ist nicht möglich. Eine Gefährdung durch Lawinen wird ausgeschieden, wenn der dynamische Lawinendruck grösser ist als der statische Schneedruck.

Die Gefahrenstufen zeigen den Grad der Gefährdung von Menschen, Infrastrukturen und erheblichen Sachwerten auf, wodurch sich bestimmte Verhaltensweisen und Nutzungsarten ableiten lassen. Ihre Bedeutung hinsichtlich den raumplanerischen Konsequenzen ist in Tabelle 1 dargestellt.

Gefahrenstufe	Umschreibung	Raumplanerische Konsequenzen
<b>ROT</b> = <b>erhebliche Gefährdung</b>	Personen sowohl innerhalb als auch ausserhalb von Gebäuden gefährdet. Plötzliche Zerstörung von Gebäuden möglich.	Keine Ausscheidung neuer Bauzonen; Rückzonung bzw. Auszonung nicht überbauter Bauzonen; keine Errichtung oder Erweiterung von Bauten und Anlagen; Wiederaufbau zerstörter Bauten nur in Ausnahmefällen und nur mit Auflagen; Umbauten und Zweckänderungen nur mit Auflagen zur Risikoverminderung. Vorbereitung von Alarmorganisation und Evakuationsplan.
<b>BLAU</b> = <b>mittlere Gefährdung</b>	Personen innerhalb von Gebäuden kaum gefährdet, jedoch ausserhalb davon. Schäden an Gebäuden möglich	Ausscheidung neuer Bauzonen nur nach Prüfung von Alternativen und Vornahme einer Interessenabwägung; Baubewilligungen nur mit Auflagen; keine Erstellung von sensiblen Objekten. Vorbereitung von Alarmorganisation und Evakuationsplan.
<b>GELB</b> = <b>geringe Gefährdung</b>	Personen kaum gefährdet, weder innerhalb noch ausserhalb von Gebäuden. Geringe Schäden an der Gebäudehülle möglich.	Hinweis auf die Gefahrensituation; Empfehlungen für bestehende Bauten; Erwägung von Auflagen für Neubauten, sensible Nutzungen oder grössere Überbauungen mit grossem Schadenpotential. Vorbereitung von Alarmorganisation und Evakuationsplan.
<b>GELB-WEISS</b> = <b>Restgefährdung</b>	Hinweisbereich, Gefährdung durch Ereignisse mit sehr geringer Eintretenswahrscheinlichkeit.	Bauzonen für sensible Nutzungen nur mit Zurückhaltung vorsehen. Hinweis auf die Gefahrensituation.
<b>WEISS</b> = <b>keine Gefährdung</b>	Keine oder vernachlässigbare Gefährdung.	Keine Sicherheitsmassnahmen notwendig.

Tab. 1: Bedeutung der Gefahrenstufen in Gefahrenkarten (in Anlehnung an ARE und BAFU 2005)

Tab. 1: Significance of hazard levels in hazard maps (based on ARE and BAFU 2005).

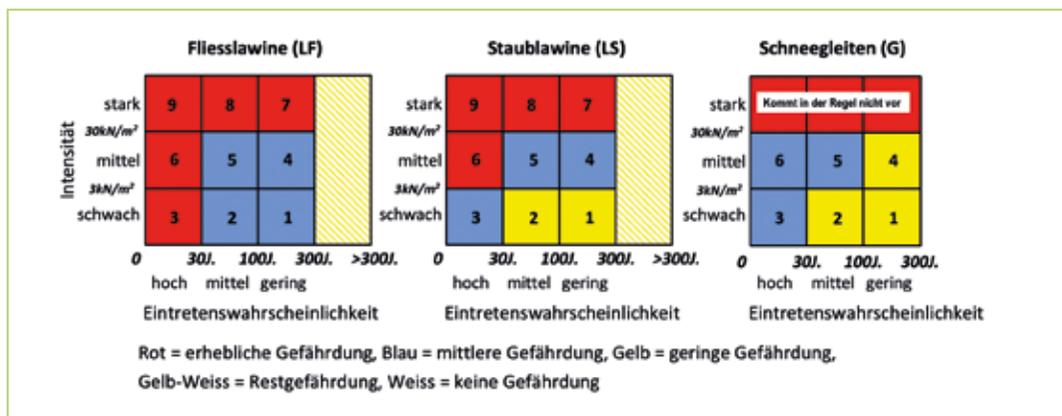


Abb. 3: Gefahrenstufendiagramm für Fließlawinen, Staublawinen und Schneegleiten (nach BFF und SLF 1984 und Margreth 2016).

Fig. 3: Hazard level diagram for dense flow avalanches, powder snow avalanches and snow gliding (according to BFF and SLF 1984 and Margreth 2016).



Abb. 4: Verstärktes Gebäude in blauer Gefahrenzone in St. Antonien, Graubünden (Foto S. Margreth).

Fig. 4: Reinforced building in the blue hazard zone in St. Antonien, Grisons (Photo S. Margreth).

### Erarbeitung von Lawinengefahrenkarten

Eine Gefahrenkarte ist das Resultat von verschiedenen Beurteilungsschritten, die eine Kombination vom Blick in die Vergangenheit und in die Zukunft darstellen. Zentral sind die Analyse des Ereigniskatasters, die Geländebeurteilung, die Untersuchung der maßgebenden Wetter- und Klimaverhältnisse und schließlich die Definition von Szenarien, die mit Lawinenberechnungen quantifiziert werden. Für das 30-, 100- und 300-jährliche Szenario werden Intensitätskarten erstellt, die flächenhaft die Lawinendrücke darstellen (Abb. 5). Die Intensitätskarten bilden eine wichtige Grundlage für die Erarbeitung von

Evakuationsplänen. Die Intensitätskarten werden gemäß den Gefahrenstufendiagrammen (Abb. 3) in der Lawinengefahrenkarte zusammengefasst. Die Durchführung von Simulationen gehört heute zum „Stand der Technik“ einer Gefahrenbeurteilung von Lawinen. Simulationen alleine ergeben jedoch nicht eine Gefahrenkarte, sie erlauben jedoch das Ausmaß einer Lawine mit einem mehr oder weniger objektiven Verfahren quantitativ zu ermitteln. In der Schweiz ist weder die Durchführung, noch das zu verwendende Simulationsmodell vorgeschrieben.

Bei einer Gefahrenbeurteilung ist die gutachterliche Interpretation und Gewichtung der Resultate der verschiedenen Beurteilungsschritte von großer Bedeutung. Im Idealfall konvergieren

diese Resultate. Leider ist dies nicht immer der Fall. Dann ist im Technischen Bericht zur Gefahrenkarte zu begründen, worauf man die Differenzen zurückführt und weshalb man sich für die gewählten Szenarien und Resultate entschieden hat. Die Qualität einer Gefahrenbeurteilung zeigt sich in einer angemessenen Verwendung des bestehenden Ermessensspielraumes. Es muss eine realistische Abwägung zwischen zu optimistischen und zu pessimistischen Prognosen gemacht werden. Gefahrenkarten sind nicht ein statisches Instrument, das, wenn einmal erarbeitet, sich nicht mehr verändert. Sie müssen periodisch nachgeführt werden, wenn beispielsweise veränderte Bedingungen wie neue Ereignisse auftreten oder Schutzmaßnahmen erstellt wurden. In der Schweiz kann die Wirkung von permanenten baulichen Schutzmaßnahmen wie Stützverbauungen in Gefahrenkarten berücksichtigt werden. Temporäre Maßnahmen wie die künstliche Lawinenauslösung können dagegen nicht berücksichtigt werden (Romang (Ed.) 2008).

Das Bundesgesetz über den Wald (WaG 1991) verlangt, dass die Kantone Gefahrenkarten erstellen und dass die Gefahrenkarten in der kantonalen Richtplanung, der kommunalen Nutzungsplanung und im Baubewilligungsverfahren berücksichtigt werden. Meist werden die Gefahrenkarten von spezialisierten Ingenieurbüros im Auftrag der kantonalen Fachstellen erarbeitet. Gefahrenkarten werden nicht flächenhaft erstellt sondern nur für ausgewählte Teilflächen wie Siedlungen, in denen Menschen und erhebliche Sachwerte gefährdet sein können. Gefahrenkarten sind fachtechnische Grundlagen ohne Rechtskraft. Erst durch die rechtmäßige Überführung in die kommunale Nutzungsplanung werden sie rechtskräftig. Dabei sind kleinere Abweichungen wie Vereinfachungen auf Grund der Parzellenstruktur möglich. Bei der Umsetzung der Gefahrenkarten

in die kommunalen Nutzungs- und Zonenpläne gibt es zwischen den verschiedenen Kantonen kleine Unterschiede. In den Kantonen Graubünden und Wallis ist eine Neueinzonung im blauen Gefahrenggebiet möglich. Im Kanton Bern wird dagegen die Auszonung von nicht überbautem blauem Gebiet angestrebt. Nachdem die Gefahrenzonen durch die Gemeinde in den Nutzungs- oder Zonenplan übernommen wurde, wird eine öffentliche Auflage durchgeführt. Anschließend wird über den Nutzungs- oder Zonenplan mit den Gefahrenzonen an der Gemeindeversammlung oder mit einer Urnenabstimmung abgestimmt. Im Beschwerdefall kann das SLF von den kantonalen oder höheren Rekursinstanzen mit einer Oberexpertise beauftragt werden. Im blauen Gefahrenggebiet ist die Baubewilligung an Objektschutzmaßnahmen geknüpft (Tab. 1). Ein Gebäude muss gemäß den zu erwartenden Lawineneinwirkungen verstärkt werden (z.B. lawinenseitige Betonmauer ohne Fenster; Abb. 4). Im Kanton Graubünden legen Prüfingenieure im Auftrag der Gebäudeversicherung die Auflagen fest und nehmen sie nach Erstellen des Gebäudes ab (AWN, ARE und GVG 2017).

Grundkenntnisse über die Durchführung von Gefahrenbeurteilungen werden in der Schweiz von verschiedenen Hochschulen im Rahmen von Vorlesungen angeboten. Das SLF führt periodisch RAMMS-Workshops durch, um die Anwendung des Simulationsmodells zu trainieren. Im Juni 2019 wurde erstmals der Weiterbildungskurs „Praxiskurs Gefahrenbeurteilung“ der Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN) im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) durchgeführt, um Berufseinsteigern eine Möglichkeit zu bieten, sich Fachkenntnisse zur Beurteilung von gravitativen Naturgefahrenprozessen anzueignen.

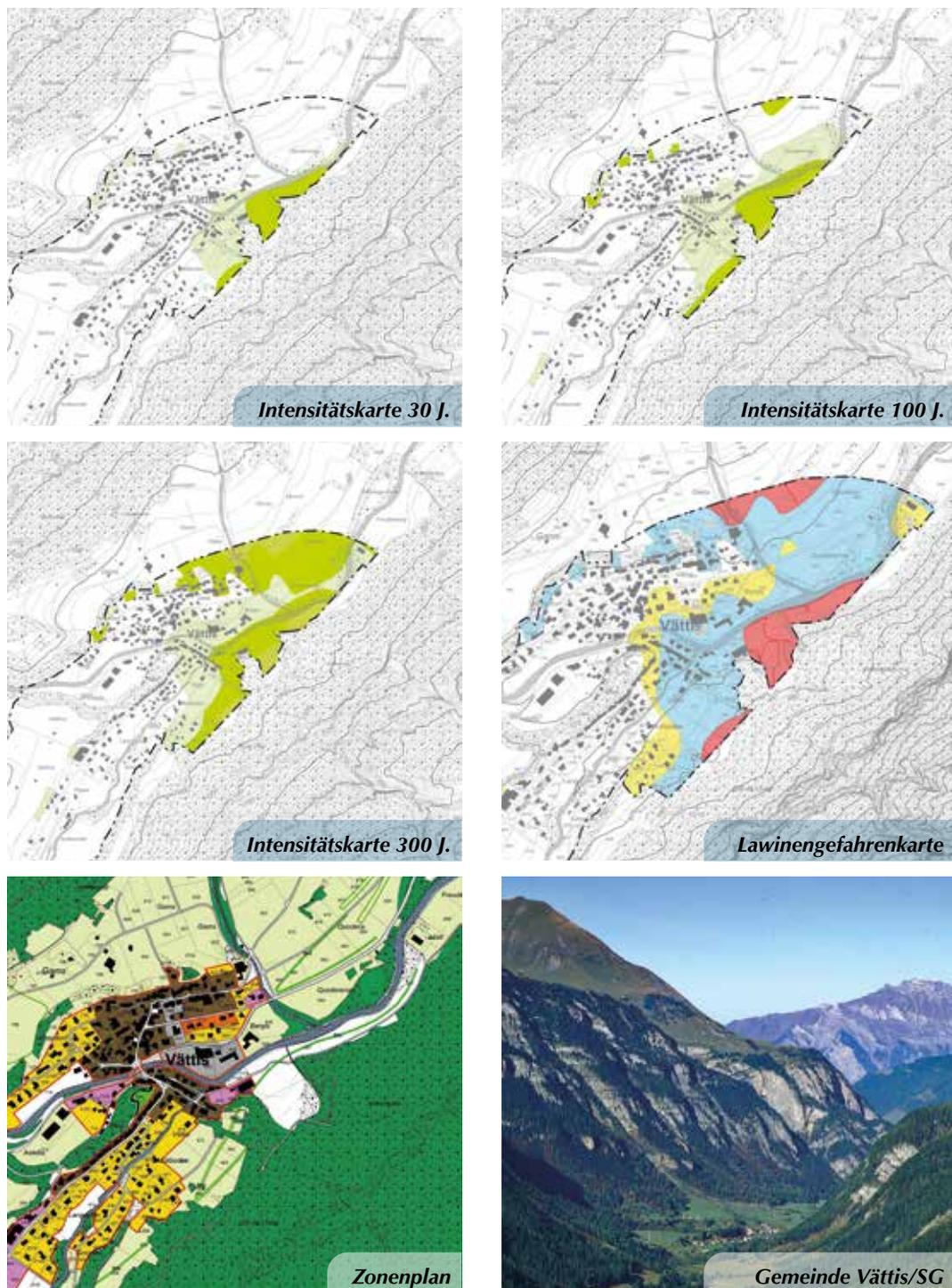


Abb. 5: Intensitätskarten mit schwachen, mittleren und starken Intensitäten, Lawinengefahrenkarte und Zonenplan der Gemeinde Vättis, St. Gallen (Geoportal des Kt. St. Gallen).

Fig. 5: Intensity maps with low, medium and high intensities, avalanche hazard map and zone plan of the municipality of Vättis, St. Gallen (Geoportal of the Canton St. Gallen).

### Stellenwert von Lawinensimulationen bei Gefahrenbeurteilungen

Die am SLF entwickelte Simulationssoftware RAMMS stellt das bei Gefahrenbeurteilungen am häufigsten eingesetzte Modell dar (Christen et al. 2010). Mit Hilfe von Simulationen ist es möglich für ein bestimmtes Szenario automatisch die räumliche Verteilung von Fließhöhe, Geschwindigkeit und Drücken zu berechnen. Diese Grössen sind im Allgemeinen bei einer Gefahrenbeurteilung erforderlich. Das prinzipielle Vorgehen bei Lawinenberechnungen ist standardisiert. Zahlreiche Eingangsgrössen und Simulationsparameter müssen aber vom Experten gutachterlich festgelegt werden. Bei komplexen Topographien kann es sehr schwierig sein, für ein bestimmtes Szenario die Lage und Grösse eines Anrißgebietes festzulegen.

Die Aussagekraft resp. Verlässlichkeit von Lawinensimulationen kann sehr unterschiedlich sein. Bei einfachen Geländeverhältnissen, einem guten Kataster und einfach zu definierenden Szenarien

kann man verlässliche Simulationsergebnisse erwarten, bei deren Interpretation ein kleiner Ermessensspielraum besteht. Ein erfahrener Experte könnte in einer solchen Situation sogar auf eine Simulation verzichten, da das Prozessmass klar vorgegeben ist (Abb. 6). Nichtsdestotrotz hilft die Simulation die Lawineneinwirkungen an einem bestimmten Punkt zu quantifizieren und das Prozessmass für verschiedene Wiederkehrperioden zu ermitteln.

Sind hingegen die Geländeverhältnisse komplex, liegen praktisch keine Beobachtungen vor und sind die Anrissgebiete nur schwierig abgrenzbar, kann eine Simulation auch ungeeignete Resultate erzeugen, bei deren Interpretation ein zu grosser Ermessensspielraum besteht. So gibt es durchaus Lawinen, die praktisch nicht berechenbar sind (Abb. 6). In solchen Situationen steht die gutachterliche Interpretation von Gelände, Vegetation und Klima im Vordergrund. Simulationen können helfen, das Prozessmass von verschiedenen Szenarien miteinander zu vergleichen. In schwierigen Fällen können Zweit-

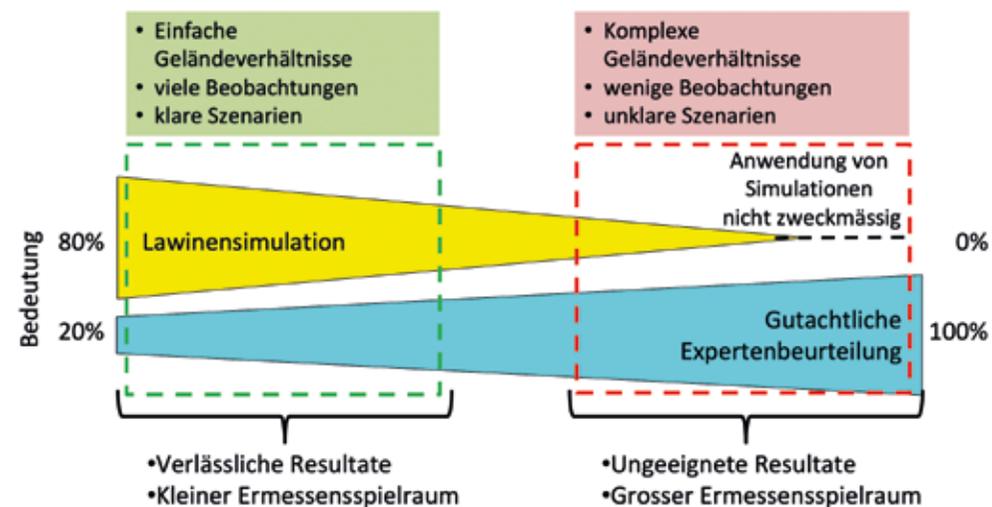


Abb. 6: Prinzipielle Bedeutung von Lawinensimulation bei der Erarbeitung einer Gefahrenkarte.

Fig. 6: Principle significance of avalanche simulation in the elaboration of a hazard map.

gutachten, Gremiumsentscheide oder der Bezug des SLF zu besser abgestützten Beurteilungen beitragen. Man muss jedoch zur Kenntnis nehmen, dass die Entscheidungsfällung beim Vorliegen von mehreren Gutachten, die unterschiedliche Resultate enthalten, meist nicht einfacher wird.

### Erfahrungen mit Lawinengefahrenkarten in der Schweiz

Das auf den 30-, 100- und 300-jährlichen Szenarien basierende Konzept der Gefahrenkartierung hat breite Akzeptanz gefunden und wird durch die Kantone konsequent angewendet. Mit Anpassungen wurde dieses Konzept auch in anderen Ländern wie Italien oder Kanada übernommen. Die Erfahrung zeigt, dass ein 300-jährliches Szenario auf Grund von Lawinenaufzeichnungen und Schneedaten meistens mit einer noch vertretbaren Unsicherheit definiert werden kann. Das Abgrenzungskriterium beim Lawinendruck von 30 kN/m<sup>2</sup> erlaubt bei der Festlegung des blauen Gefahrengebietes einen gewissen Spielraum. Typischerweise umfasst die Distanz zwischen der Druckgrenze von 1 und 30 kN/m<sup>2</sup> rund 20 bis 100 m. Kleinlawinen und Schneegleiten entwickeln im Allgemeinen einen Druck von weniger als 30 kN/m<sup>2</sup> und können blauem Gefahrengebiet zugeordnet werden. Der in Österreich verwendete Grenzwert zwischen rotem und gelbem Gebiet (entspricht in etwa dem schweizerischen blauen Gebiet) von 10 kN/m<sup>2</sup> ermöglicht bei der Zonenabgrenzung einen bedeutend kleineren Spielraum. Bewährt hat sich auch die Differenzierung zwischen Fliess- und Staublawinen beim Gefahrenstufendiagramm. Da der Lawinendruck einer Staublawine im Vergleich zur einer Fliesslawine im Auslaufgebiet viel langsamer abnimmt und meistens kleiner ist als 10 kN/m<sup>2</sup>, müssten sonst grosse Flächen rotem oder blauem anstelle von blauem oder gelbem Gebiet zugeordnet werden.

Die erreichbare Genauigkeit einer Gefahrenkarte variiert in der Praxis stark, resp. die langfristige Vorhersehbarkeit eines extremen Lawinenabganges ist beschränkt. Allgemein gilt, je weniger Grundlagendaten zur Verfügung stehen und je komplexer sich das Gelände präsentiert, desto kleiner wird die erreichbare Genauigkeit. Eine inhaltliche, direkte Prüfung einer Gefahrenkarte ist nur durch das Eintreten des prognostizierten Ereignisses möglich, was natürlich nur sehr selten der Fall ist. Deshalb sind Ereignisdokumentationen von extremen Lawinenperioden wie z.B. im Winter 1999 oder 2018 so wertvoll. In der Lawinenperiode im Januar 2018 wurde zum ersten Mal wieder seit 1999 die Gefahrenstufe 5 («sehr gross») herausgegeben. Zur Dokumentation der Lawinenaktivität wurden erstmals Satellitenbilder (SPOT 6) mit einer Auflösung von 1,5 m auf einer Fläche von 12'000 km<sup>2</sup> bzw. rund 50 Prozent der Schweizer Alpen ausgewertet. Auf dieser Fläche wurden mehr als 18'000 Lawinen kartiert (Bründl et al., 2019). Die Untersuchungen zeigten, dass



Abb. 7: Lawinengefahrenkarte von Eisten, Wallis, mit den im Januar 2018 aufgetretenen Lawinenabgängen (als schwarze Flächen dargestellt).

Fig. 7: Avalanche hazard map of Eisten, Valais, with the avalanches that occurred in January 2018 (shown as black areas).

im Siedlungsgebiet keine Lawinen die Gefahrengrenzen überschritten. Die meisten grossen und sehr grossen Lawinen liefen im roten und teilweise im blauen Gefahrengebiet aus (Abb. 7).

### Folgerungen

Heute verfügen schweizweit 98% der Gemeinden mit lawinengefährdeten Gebieten über eine umgesetzte Gefahrenkarte. Eine große Herausforderung stellt die Überprüfung und Aktualisierung der Gefahrengrundlagen dar. Eine Überprüfung ist bei einer Revision der Nutzungsplanung oder wenn sich die Randbedingungen z.B. infolge des Klimawandels geändert haben erforderlich. Bei der Erarbeitung von Lawinengefahrenkarten wird der Klimawandel heute nicht systematisch berücksichtigt. Der derzeitige Wissensstand erlaubt es aufgrund der grossen Unsicherheiten auf Stufe Prozessraum noch nicht, quantitative Angaben zu den erwarteten Veränderungen bezüglich Prozessausmass zu machen. In diesem Zusammenhang ist die Behandlung des Extremszenarios, das eine sehr geringe Eintretenswahrscheinlichkeit (mehr als 300 Jahre) aufweist und mögliche Prozessverkettungen und -kombinationen berücksichtigt, von Bedeutung. Bisher wurde bei Gefahrenbeurteilungen von Lawinen das Extremszenario nur Ausnahmsweise berücksichtigt und ein abgestimmtes Vorgehen existiert nicht, wie das Extremszenario festzulegen ist. Der Umgang mit dem Extremszenario ist in der Praxis bei der Beurteilung von Lawinengefahren nicht abschliessend geklärt. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel erhält das Konzept der risikobasierten Raumplanung Auftrieb. Das frühzeitige Erkennen von räumlichen Konflikten und die Vermeidung von neuen Risiken werden an Bedeutung gewinnen. Die praktische Anwendung einer risikobasierten Raumplanung steckt jedoch noch in den Kinderschuhen. In der Schweiz ist heute der große Teil

der baulichen Schutzmassnahmen realisiert und ihre Wirkung wird in Gefahrenkarten berücksichtigt. Wie eine Schutzmassnahme beim Überlastfall reagiert, das heisst, wenn ein Ereignis auftritt, das das Bemessungsereignis der Massnahme übertrifft, ist nur ansatzweise bekannt. Diese und weitere Fragestellungen sind bei einer zukünftigen Aktualisierung der „Richtlinie für die Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten“ (BFF und SLF 1984) zu klären.

### Anschrift des Verfassers / Author's address:

Dipl. Ing. ETH Stefan Margreth  
WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF  
Flüelastrasse 11, CH-7260 Davos Dorf  
margreth@slf.ch

### Literatur / References:

- ARE und BAFU (2005). Raumplanung und Naturgefahren. Empfehlung. Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bundesamt für Umwelt BAFU. Reihe Naturgefahren, Bern.
- AWN, ARE und GVG (2017). Gefahrenzonen in Graubünden. Leitfaden. Amt für Wald und Naturgefahren AWN, Amt für Raumentwicklung Graubünden ARE, Gebäudeversicherung Graubünden GVG, Chur.
- BAFU (Hrsg.) (2016). Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1608: 98 S.
- BFF und SLF (1984). Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten / Bundesamt für Forstwesen (BFF) und Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF). Bern, EDMZ.
- BWW, BRP und BUWAL (1997a). Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlungen 1997. Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW), Bundesamt für Raumplanung (BRP) und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).
- BRP, BWW und BUWAL (1997b). Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlungen 1997. Bundesamt für Raumplanung (BRP), Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW) und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).
- BRÜNDL, M.; HAFNER, E.; BEBI, P.; BÜHLER, Y.; MARGRETH, S.; MARTY, C.; SCHAER, M.; STOFFEL, L.; TEHEL, F.; WINKLER, K.; ZWEIFEL, B.; SCHWEIZER, J. (2019). Ereignisanalyse Lawinensituation im Januar 2018. WSL Bericht, 76. 162 S.
- CHRISTEN, M., KOWALSKI, J., BARTELT, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Regions Science and Technology, Vol. 63, 1-2, 1-14.

- FANKHAUSER, F. (1929).  
Über Lawinen und Lawinenverbau. Die Alpen, Jg. 5, 1, 12-15.
- FRUTIGER, H. (1970).  
Der Lawinenzonenplan. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 121, 246-276.
- MARGRETH, S. (2019).  
Lawinenwinter der letzten 150 Jahre: ihre Bedeutung für die Entwicklung des Lawinenschutzes. In: Bründl, M.; Schweizer, J. (eds.), 2019: Lernen aus Extremereignissen. Forum für Wissen 2019: Lernen aus Extremereignissen, Davos, 21-30.
- MARGRETH, S. (2016).  
Ausscheiden von Schneegleiten und Schneedruck in Gefahrenkarten. WSL Berichte, 47, Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 16 p.
- ROMANG, H. (ED.) (2008).  
Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern, 289 S.
- SCHWARZ, W. (1980).  
Abschätzung der Lawinengefährdung an Hand von Beispielen der Ortsplanung. Internationales Symposium Interprävent Bad Ischl, 4: 337-351.
- SIA (2014).  
Einwirkungen auf Tragwerke, Schweizer Norm SN 505 261, Zürich.
- WaG (1991).  
Bundesgesetz vom 4. Oktober 1991 über den Wald (Waldgesetz, WaG 1991, SR 921.0).

## Sicherheit in jeder Situation



### Lawinenauslösesysteme der Inauen-Schätti AG

Eine breite Produktpalette für die optimale Lawinensicherheit am Berg und im Tal.

ODD ARE JENSEN, ULRIK DOMAAS

## Hazard Zoning in Norway

### *Gefahrenzonierung in Norwegen*

#### Abstract:

In 2007, 20 natural hazard experts from Austria had a field trip to Norway to see our methods and discuss several aspects of natural hazards. This resulted in Heft 157 "Wildbach- und Lawinenverbau". Of the eight articles in this issue one was about hazard mapping in Norway and with a comparison to Austria. Much has happened since 2007 and this new issue on hazard mapping will give new insights in hazard mapping in Austria. We are asked to give an overview of the status of hazard mapping in Norway. This article shows an overview of hazard mapping for mass movement in steep terrain, including snow avalanches, landslides and rock falls and slides. Not included are hazard mapping of large unstable slopes, quick clay slides and floods, which are mapped with different methodology and legislation.

#### Keywords:

Norway, hazard zone maps, mass movement

#### Zusammenfassung:

2007 reisten 20 Naturgefahrenexperten aus Österreich im Rahmen einer Exkursion nach Norwegen. Der Bericht der Bereisung findet sich im WLW Heft 157. Einer der 8 Artikel dieses Heftes widmete sich dem Vergleich der Gefahrenzonenplanung in Norwegen und Österreich. Seitdem hat sich in diesem Bereich einiges geändert. Der folgende Beitrag soll einen Überblick über den Stand der Gefahrenzonenplanung für Massenbewegungen in steilem Gelände, mit dem Fokus auf Lawinen, Rutschungen und Steinschlag in Norwegen geben.

#### Stichwörter:

Norwegen, Gefahrenzonenplanung, Massenbewegung



Fig. 1: Typical fjord landscape in Norway where extensive effort is done to make detailed hazard zoning maps for building areas. The main goals are to get info about areas where protection is necessary and to find new safe areas.

Abb. 1: Typische norwegische Fjordlandschaft: Detaillierte Gefahrenzonenkarten für Siedlungsgebiete werden hier mit großem Aufwand erstellt, mit dem Ziel Bereiche auszuweisen, die geschützt werden müssen und solche zu finden, die als sicher gelten können.

#### Hazard mapping and susceptibility maps in Norway

The Ministry of Agriculture started mapping snow avalanche areas in 1948: The avalanche consultant Gunnar Ramsli recorded and mapped 1500 avalanches, information that is still available for hazard mapping. Investigation of Rockfall and -slide was initiated in 1953. In 1970 264 avalanches in Ørsta municipality was recorded in its maximum known extent on maps in scale M=1:5000. The Norwegian Natural Disaster Fund initiated ava-

lanche mapping in 1976 on topographical maps on the scales 1:50000 (rough zoning). In 1978 two maps were made as a test. From 1980-2005 191 hazard maps were produced. A national susceptibility map for avalanches and rockfall the whole country was made by NGU with assistance by NVE and NGI in 2009. Susceptibility maps for debris flow and debris slides were made by NGU for NVE in 2015. All susceptibility maps are today available online at: <https://atlas.nve.no/Html5-Viewer/index.html?viewer=nveatlas/>

## Legislation: Planning and Building Act, Technical Regulation, TEK17

The Technical Regulations under the "Planning and Building Act" had its last update in 2018 (TEK17). What's new is to take into consideration the climatic change both regarding location and loads. New knowledge may change the situation regarding what is safe areas and what loads to be expected. The effects of climatic changes must be based on prognosis and are under development and research.

The Planning and Building Act defines the acceptable risk for different types of buildings (Table 1). The municipalities are responsible for ensuring that the planned building/buildings meet these demands. The developer/builder is then responsible to document that the building meets the required safety level. The developer usually contacts a private consultant to assess the hazard level.

Building safety class	S1	S2	S3
Example of type of building	Garage, shed	House, small business up to 20 people	Schools, kindergarten, local emergency centres
Consequence	Small	Medium	Large
Yearly allowed likelihood of damage	1/100	1/1000	1/5000

Tab. 1: Building safety classes and related allowed hazard level for Norway

Tab. 1: Gebäudesicherheitsklassen und zulässige Gefahrenstufen in Norwegen

## Natural hazard mapping in planning on different levels

Guideline (no. 8, 2014, NVE) on mapping of natural hazards in spatial planning distinguishes between three planning levels:

- 1. Municipality level:** The susceptibility map will distinguish the area where some natural hazard is present. If a hazard zone map if available in that area this will be used. In some cases, a hazard investigation is recommended, but only the design hazard type is requested.
- 2. Regulation planning of a given area:** The goal is to map hazard zones with the probabilities given in TEK17. A mapping method is given, and the delivery has a demand for documentation. Only the safety class necessary for the buildings in the planned area is requested. The need for mitigation should be given on a sketch solution level.
- 3. Planning of building:** Clarify whether the building area is safe or not, and what mitigation that will satisfy the demands in TEK17. It is the developer's responsibility to document enough safety, and the municipality must ensure that such documentation is present when treating the planning application. Physical mitigations must be investigated and be designed by company approved for being responsible planner (in Norw: ansvarsrett).

## Susceptibility maps

Susceptibility maps in Norway are used to ensure that municipalities only allow new development

in safe areas. If a proposed area for development is located within the runout zones of one or more susceptibility maps a more detailed hazard assessment is needed.

In Norway, there are susceptibility maps for Snow avalanches and rock falls made by a simple release area approach with an alpha-Beta based run out model. In addition, a susceptibility map for debris avalanches and small to medium size debris flows, based on an index-based threshold analysis of 18 different threshold values for picking release areas and a flow-R run-out model.

The susceptibility maps cover the entire country and are widely considered a useful tool in area planning.

The snow avalanche susceptibility maps have been criticised for not being accurate in some parts of the country and in some conditions. The main critique has been based on the fact that they don't consider forest cover and the lack of snow in coastal areas.

## Hazard zone maps

Hazard zone maps and hazard assessments in Norway are mainly made for two different purposes: new development based on the legislation of the Norwegian plan and building act, and hazard zone mapping to find the most hazard prone buildings with the aim to find where mitigation measures are needed. Most of the latter are available at <https://temakart.nve.no/link/?link=Skredfaresone>.

This work is done mainly based on a priority list made by the NVE in 2011. The goal was to hazard map the most hazard prone municipalities first. As a detailed DTM is important for hazard mapping the availability of this has overthrown the original priority list slightly. The NVE

choose the hazard mapping areas in collaboration with the municipalities, based on susceptibility maps, historic events and existing hazard assessments.

Consultant companies make most hazard maps and private developers in addition to the municipalities and national government mainly finance them. Hazard zone maps in Norway are to be made by considering all types of mass movement in steep terrain. The experts make a hazard map based on the combined likelihood of all the relevant hazard types. This assessment is not subject to any third-party control, though it may be rejected in the national/county control of a development plan if it is found to be lacking in quality/documentation. There is no national approval of hazard mapping companies.

## Challenges with hazard mapping in Norway

The main challenges in hazard mapping in Norway are the large range in quality of the hazard assessment and competence of the executing company.

## Industry standard for hazard mapping

NVE initiated a process of develop an industry standard for hazard mapping in Norway at the beginning of 2019. The reason for this is the wide range of quality and approach between consultants doing this sort of work in Norway. The new standard is developed in corporation with the industry, with groups of people working consultant agencies, research institutes and public agencies divided based on hazard type. The standard aims to be a combination of minimum requirements and guideline for hazard mapping. The work is intended to be finished by the end of 2019.

**Methods in Hazard mapping**

We use standard methods in hazard mapping regarding survey and registration from field work: geology, geomorphology, historic records, information from locals, field observations, lidar (shadow) maps and previous reports from the area. What is new in recent years is the use of ipad with all mapping information at your hand (lidar, geology, inclination, historic event database and modelling maps). The ipad stores the GPS tracks with photos, log of observations and other info, and polygons of source areas, drainage, scree,

talus, debris flow tracks and cones. This info is uploaded to GIS-map (Figure 2). To some extent more detailed geological maps with geomorphologic interpretations have been made by NGU (Norwegian Geological Survey). Detailed modelling is normally done at the office after the field work. Standard models are used: RAMMS, Rockyfor3D, Rocfall and some empirical models (Figure 3). The results from modelling together with all other information, including protective forest (Figure 5) is discussed and argued for to produce hazard zones (Figure 4).

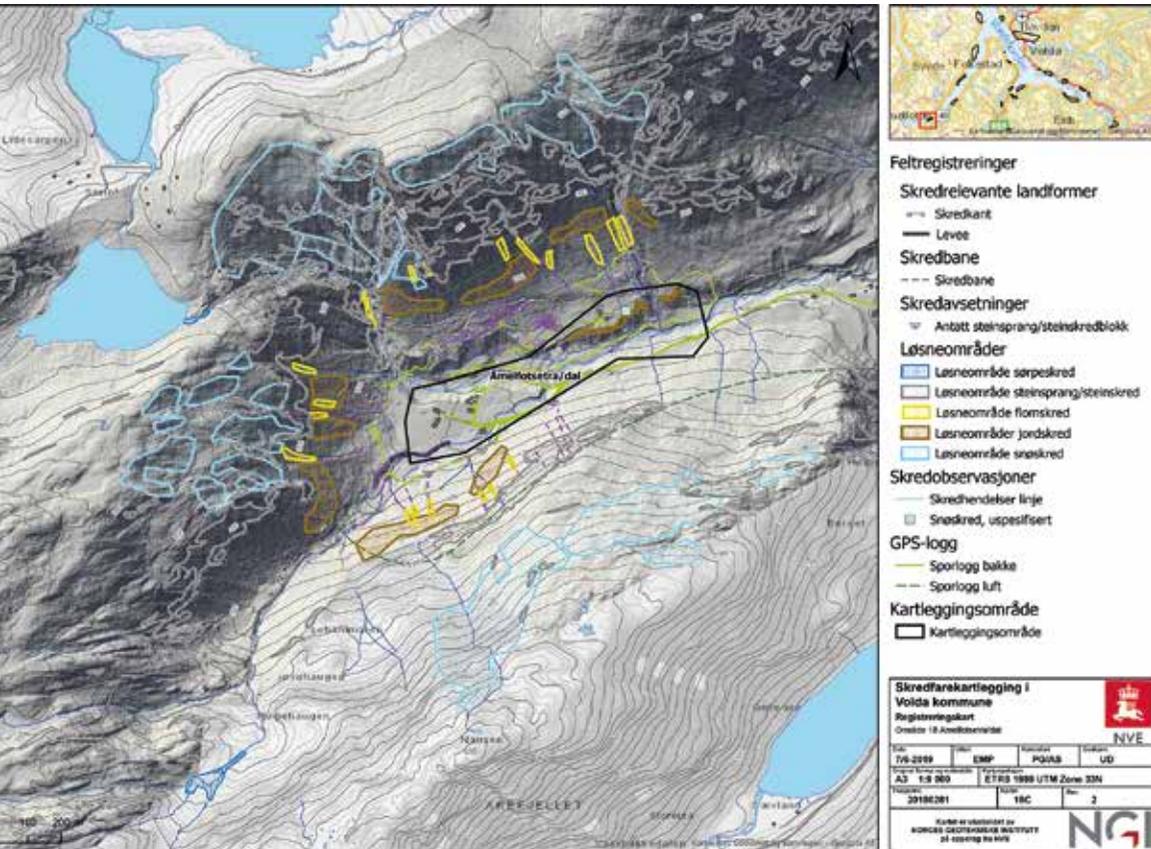


Fig. 2: Example with results from fieldwork with release areas and registrations in the valley.

Abb. 2: Beispiel mit Ergebnissen von Geländeaufnahmen und kartierten Anbruchgebieten.

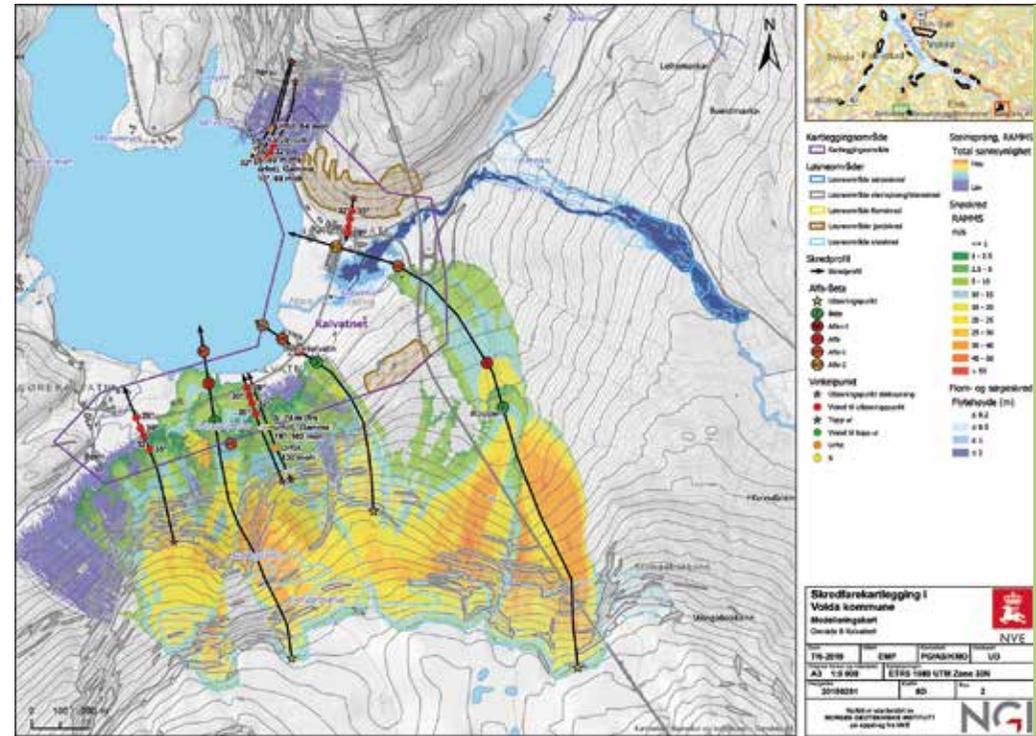


Fig. 3: Example from modelling with dynamic and empirical models.

Abb. 3: Beispiel für Simulationsergebnisse mit dynamischen und empirischen Modellen

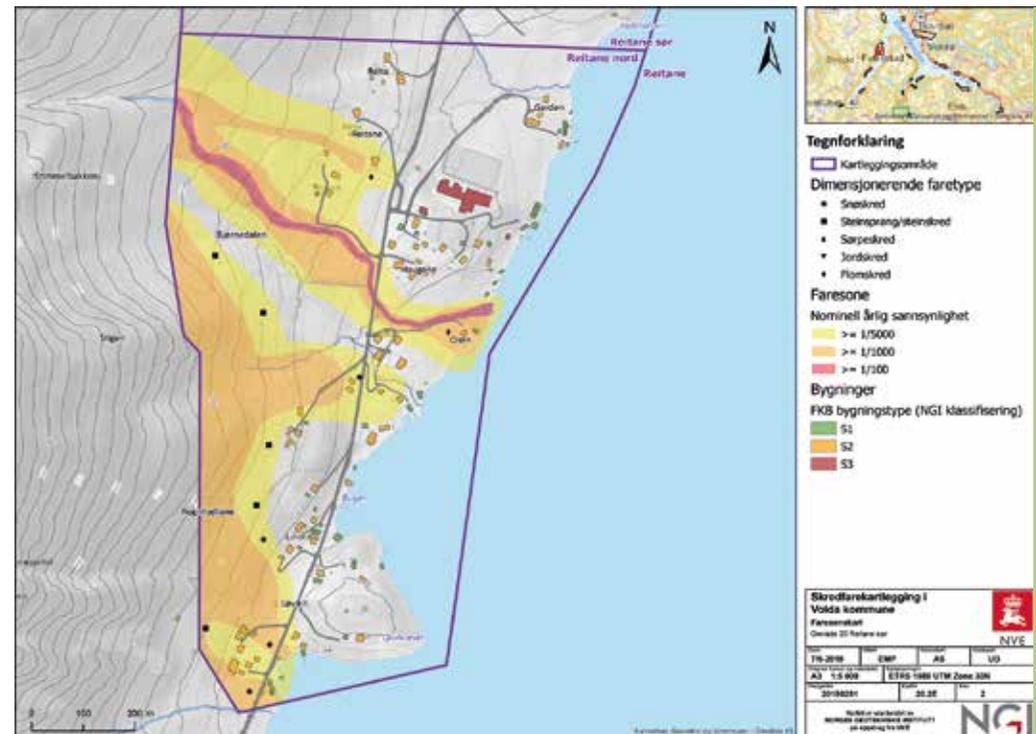


Fig. 4: Example of hazard zones with info about dimensioning hazard type. The buildings are marked with colour based on safety class given in the Building Code (TEK17) (Table 1).

Abb. 4: Beispiel für Gefahrenzonen und Gefahrenklassen. Die Farbgebung der Gebäude basiert auf den gesetzlich vorgegebenen Sicherheitsklassen in Tabelle 1.

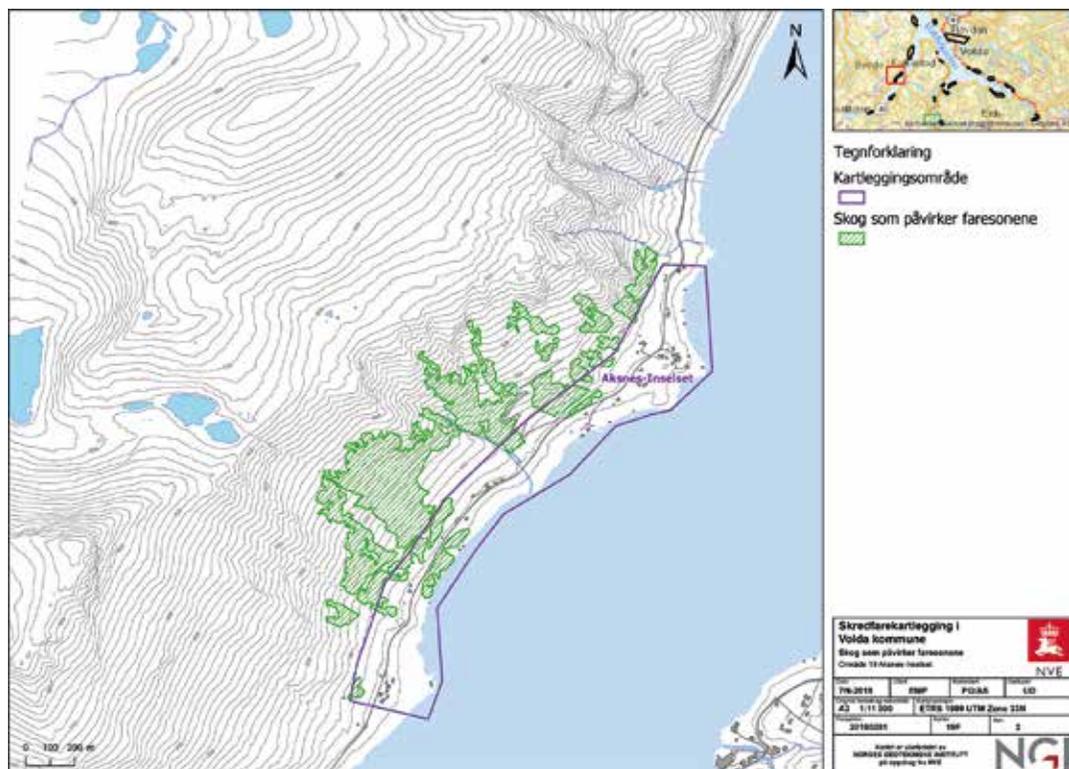


Fig. 5: In some areas a protective forest (green areas on the map) can reduce the extent of the hazard zones and is mapped. The municipality can then regulate the protective forest area to prevent the forest owner from clear cutting. This is sadly not practised in most areas of Norway and may lead to big challenges in the coming years.

Abb. 5: An geeigneten Standorten können Schutzwälder Gefahrenzonen reduzieren. Die Gemeinden können solche Flächen schützen und den Waldbesitzern Rodungen verbieten. In der Praxis ist dies aber nur selten der Fall und stellt für die Zukunft eine große Herausforderung dar dies durchzusetzen.

## Climate

Climate analysis used in hazard mapping usually consists of extreme value analysis on weather data from meteorological stations close to the hazard mapping area. What is new from some years back is a GIS based analysis of data from the national gridded dataset from SeNorge.no.

In addition, we now consider Climate Projections (Hanssen-Bauer et al. 2015). In Nor-

way towards the year 2100 we can expect an increase in precipitation and temperature (scenarios: RCP 4.5 and RCP 8.5). This affects the amount of snow and the length of the winter season. In low coastal areas these effects will be substantial. For practical work a direct climatic analysis can be performed directly in GIS (The Climate Button). The outcome is a text about the results from the analysis as well as figures that describe the findings (Figure 6).

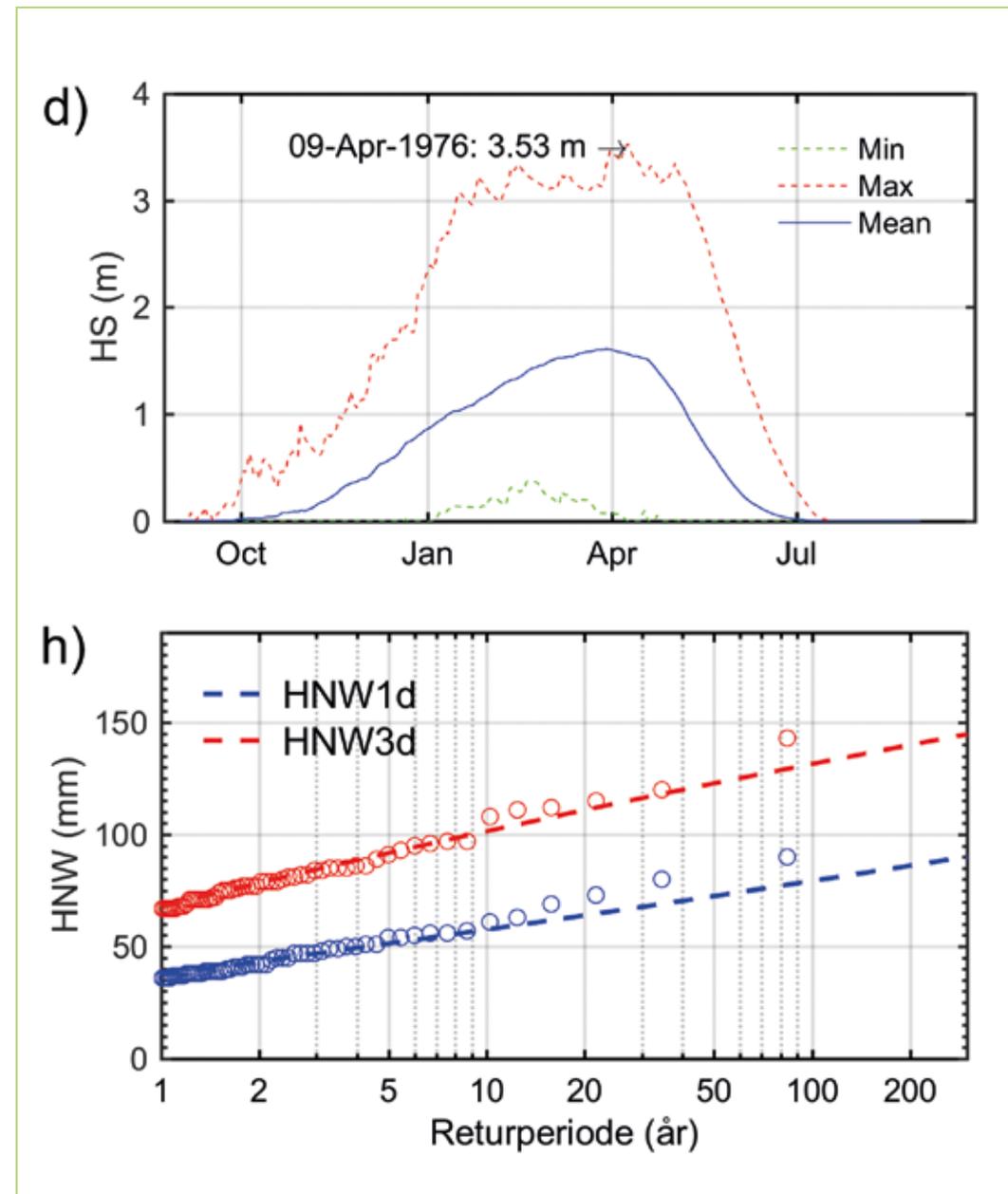


Fig. 6. Example from the GIS based climatic analysis. Above: Mean, max and average snow heights. Below: Return values for 1- and 3- days new snow growth.

Abb. 6: Beispiel einer GIS-basierten Klimaanalyse. Oben: Mittelwerte, Maxima und durchschnittliche Schneehöhen; unten: Jährlichkeiten für 1- und 3- tägige Neuschneesummen

## Development related to Hazard mapping

New methods in natural hazard mapping are an ongoing process. Now the susceptibility maps for snow avalanches are tested with the use of a dynamic avalanche model (NAKSIN). The challenge has been to include the effect of forest (Figure 7).

## Authors' addresses / Anschrift der Verfasser:

Odd Are Jensen  
Norwegian Water Resources and  
Energy Directorate (NVE)  
Floods and Landslide Division  
Section for landslide knowledge  
and dissemination  
oaj@nve.no

Ulrik Domaas

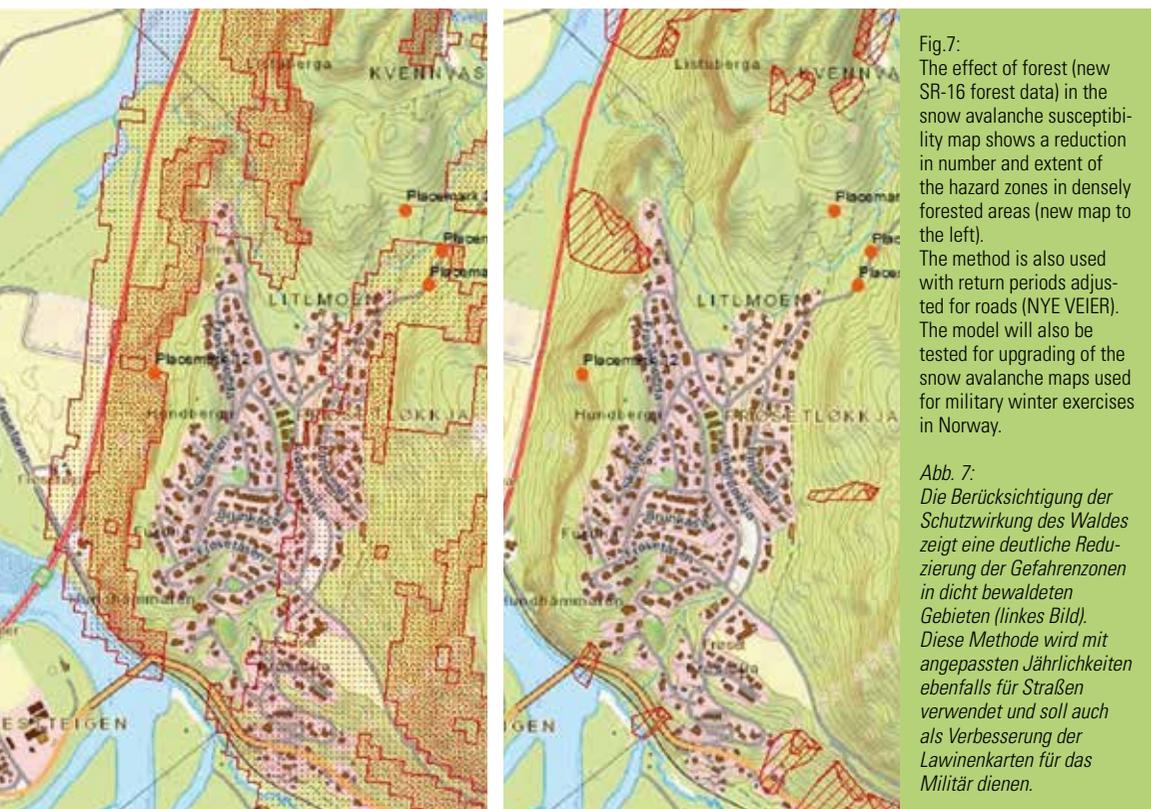
Norwegian Geotechnical Institute (NGI)  
Snow and Rock Avalanche Division  
ud@ngi.no

## References / Literatur:

HANSSEN-BAUER, I., FÖRLAND, E.J.,HADDELAND, I., HISDAL, H., MAYER S., NESJE, A., NILSEN, J.E.O., SANDVEN, S., SANDØ, A.B., SORTEBERG, A. & ÄDLANDSVIK B. (Red.) (2015). Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015.

SAFETY against avalanches in steep terrain. Mapping of natural hazard in land use planning and in constructions. Guideline no. 8, 2014, NVE (in Norwegian).

PLAN for natural hazard mapping in Norway (Avalanches, slides and rock-fall). Status and priorities for susceptibility mapping and detailed natural hazard mapping administrated by NVE (NVE – Publication 14/2011).



- Stahlschneebrücken
- Gleitschneebrücken
- Dreibeinböcke aus Stahl
- Triebsschneewände
- Lawinenablenkwände
- Stahlteile für Schutzbauten



- System Farfalla Böschung
- System Farfalla Bachverbauung



HARPA GRÍMSDÓTTIR, TÓMAS JÓHANNESSON, MAGNI HREINN JÓNSSON

## Avalanche hazard mapping in Iceland – Background, criteria, methods

### *Lawinengefahrenzonenpläne in Island – Entwicklung, Kriterien, Methoden*

#### Abstract:

In the year 1995, catastrophic avalanches in two villages in north-western Iceland killed 34 people. Most of the victims were in houses located outside of hazard zones, according to the hazard maps at that time. These accidents led to a complete revision of methods for snow avalanche hazard zoning in Iceland, laws and regulations were changed and the responsibility for hazard management by governmental agencies and institutes was clarified. It was decided to base the level of acceptable risk and hazard zoning on formal risk analysis where the individual probability of death in an avalanche accident is the key concept. An acceptable risk threshold of 0.2 out of 10,000 per year was adopted based on risk of death by accidents and other causes for different societal groups, in particular children. Today, hazard maps displaying iso-risk lines have been made for 23 towns and villages in Iceland, and avalanche hazard is being evaluated for rural areas and ski operations.

#### Keywords:

Hazard mapping, avalanches, landslides, avalanche models, Iceland

#### Zusammenfassung:

*Im Jahre 1995 wurden in Island 34 Personen bei zwei Katastrophenlawinen in zwei Ortschaften im nordwestlichen Teil Islands getötet. Die meisten der Opfer waren außerhalb der Gefahrenzonen zu beklagen, die die damaligen Gefahrenzonenpläne auswiesen. Diese Ereignisse führten zu einer kompletten Revision der Methodik der Gefahrenzonenplanung in Island, Gesetze und Regelwerke wurden überarbeitet und die Zuständigkeiten für*

*Gefahrenmanagement durch Regierungsagenturen und Institute geklärt. Es wurde entschieden, dass die Basis der Gefahrenzonenplanung ein bestimmtes akzeptiertes Risikolevel darstellen sollte. Das akzeptierte Risikolevel wurde mit 0,2 von 10 000/Jahr für ein individuelles Todfallrisiko bei einem Lawinenereignis festgelegt und für unterschiedliche soziale Gruppen, insbesondere Kinder adaptiert. Bis heute wurden in Island für 23 Ortschaften Gefahrenzonenpläne erstellt, derzeit werden Gefahrenzonen für ländliche Gebiete und Schigebiete ausgearbeitet.*

#### Stichwörter:

*Gefahrenkarte, Lawine, Rutschung, Lawinensimulationsmodelle, Island*

#### Introduction

The Icelandic nation has always lived with natural hazards. Volcanic eruptions, earthquakes and landslides have caused accidents and great material damage. However, snow avalanches have taken the greatest number of human lives through the centuries, when fatalities due to storms at sea and in wilderness areas are excluded.

During the first centuries after the settlement of Iceland, the greatest number of avalanche victims were people travelling in the mountains. Since urbanization began during the late 19<sup>th</sup> century, several avalanche accidents have occurred in coastal towns and villages. A total of 90 casualties occurred in 5 accidents where 12 or more people were killed in each case (table 1).

Date	Location	No. of victims
18.2.1885	Seyðisfjörður	24
18.2.1910	Hnífsdalur (Ísafjörður)	20
20.12.1974	Neskaupstaður	12
16.1.1995	Súðavík	14
26.10.1995	Flateyri	20

Tab. 1: Casualties in the largest avalanche accidents in Iceland.

Tab. 1: Die größten Lawinenereignisse mit Anzahl der Todesopfer

The accident in Neskaupstaður in 1974 prompted some work on avalanche prevention, but the first law on avalanche prevention and control was not passed until 1985. Subsequently, avalanche hazard zoning was carried out for several of the hazard-prone villages. The fatalities from avalanches in Súðavík and Flateyri in 1995 occurred mostly in houses outside the boundaries of the hazard zones at that time. This led to the realization that the hazard zoning procedure had been inadequate. Discussion followed on what is acceptable when it comes to avalanche risk in settlements. A new method for risk-based hazard mapping was developed in the following years and new laws and regulations were enacted.

#### Hazard-mapping criteria

Although the economic loss due to avalanches in Iceland has been substantial (Jóhannesson and Arnalds, 2001), the loss of lives is the dominant factor when considering the acceptability of the risk due to snow avalanches for the society. Therefore, the criterion adopted in the revised hazard-mapping regulation is individual risk, measured as the annual probability of being killed in an avalanche for a person who lives or works in an unprotected building under a hazardous hillside. For other types of natural hazards, other criteria might be more appropriate, such as likelihood of economic losses, disruption of society or likelihood of accidents involving large groups of people.

One of the advantages of using individual risk as a criterion is that the avalanche risk can be compared to other sources of risk such as traffic accidents or diseases. In Iceland, it was decided that avalanche risk in houses should not be one of the main sources of risk in people's lives, and it should not add more than on the order of 10%

to the risk of children dying from all other causes. This leads to an acceptable level of risk of 0.2 out of 10,000 per year when considering the probability of death for individuals in houses (Jónasson et al., 1999). For comparison, the annual traffic risk in Iceland was about 1.2 out of 10,000 in 1980 but it has gone down to about 0.4 out of 10,000 in recent years (data from The Icelandic Transport Authority).

The Icelandic hazard-zoning regulation states that, for residential buildings, a (nominal) "local" risk level of  $0.3 \times 10^{-4}$  is acceptable, assuming 100% exposure, and  $1 \times 10^{-4}$  is acceptable for workplaces (Icelandic Ministry for the Environment, 2000). Assuming 75% exposure in residential buildings and 40% in workplaces, the real risk corresponding to these values for acceptable local risk is approximately  $0.2 \times 10^{-4}$  per year for the residential buildings and somewhat higher for workplaces, that are normally occupied mostly by adults.

Three different hazard zones are defined on hazard maps according to the Icelandic hazard-zoning regulation (Icelandic Ministry for the Environment, 2000). Risk due to both avalanches and landslides is represented on the hazard maps. Iso-risk lines mark the boundary between the zones:

- **A-ZONE:** The local risk assuming 100% exposure is in the range 0.3–1.0 of 10,000 per year. Note that the lower limit corresponds to the acceptable risk described above, when assuming 75% exposure. Therefore, the risk below the A-zone is considered acceptable, even though it is not zero and the area below the A-line should, therefore, not be referred to as a "safe zone". In areas that are previously unsettled, buildings should only be constructed where the risk is acceptable. In

already settled areas, single houses and workplaces can be built in A-zones without special reinforcement. Schools, hospitals, apartment buildings and other such buildings should be reinforced to withstand appropriate impact loads due to avalanches.

- **B-ZONE:** The local risk is in the range 1.0–3.0 of 10,000 per year. Workplaces can be built but living houses should be reinforced. Schools and such buildings are not allowed.
- **C-ZONE:** The local risk is higher than 3.0 of 10,000 per year. New buildings are only allowed to be built where people are not living or working.

Today, hazard maps displaying iso-risk lines have been made for 23 towns and villages in Iceland, and avalanche hazard is being evaluated for large rural areas and ski operations (Jónsson et al., 2019). Avalanche hazard assessment has also been carried out for a great number of farms, recreational and other buildings in rural areas where the new regulations require hazard assessments for all new buildings.

In dense settlements with existing houses in C-zones, local authorities are required to make plans for permanent defence measures with the aim of reducing the avalanche risk to near the acceptable level. Since 1996, a total of 150 million euros has been spent on permanent mitigation for avalanche-prone villages in Iceland (Pálsson, 2019). Dams, braking mounds and supporting structures have been installed in many areas. In some areas where conditions for permanent protection measures are difficult, settlements have been relocated to safer areas. However, there is still a long way to go to reach the goal of protecting all dense settlements in C-zones in Iceland.

A national avalanche and landslide fund

was established after the accidents in 1995. It receives 0.3‰ annually of the insured value of property in the country and finances the hazard mapping and 90% of preparation, design and construction of protection structures or purchasing of residential houses in connection with relocation of settlements. It also funds 60% of the maintenance cost of protection structures.

#### Hazard-mapping methods

In order to estimate avalanche risk, both hazard potential and vulnerability need to be taken into consideration as well as the exposure of the individual. In avalanche hazard mapping, the hazard potential is represented by the frequency of avalanches as well as the run-out distribution of avalanches. Vulnerability is represented by the probability of being killed if staying in a house that is hit by an avalanche. The vulnerability is estimated as a function of modelled avalanche velocity using data from the avalanches of Súðavík and Flateyri, comparing the velocity of the avalanche to the survival rate. The exposure is the proportion of the time that a person is expected to spend within the hazard-prone area (Arnalds et al., 2004; Jónasson et al., 1999).

If acceptable risk, as defined by Icelandic regulation, is to be reached, the return period of avalanches must be on the order of several thousand years. Since the known avalanche history of each avalanche path does not usually reach far back, it is impossible to base the frequency estimation of long avalanches on local history alone. By combining the avalanche history of many paths with comparable terrain and weather conditions, one may, however, imagine that one path has been observed for a long time rather than many paths for a short time (Jónasson et al., 1999). To make this possible, it is necessary

to estimate how far an avalanche that has fallen in a given path would reach in another path. Different models have been used for this purpose, for example topographical models such as the Norwegian alpha-beta model (Lied and Bakkehøi, 1980) as well as the run-out ratio method of McClung and Mears (1991). For hazard mapping in Iceland, physical models have been used for transferring avalanches between paths, which is a concept developed in Sigurðsson et al. (1998). By transferring avalanches in a dataset to a standard path, the statistical distribution of avalanche run-out has been estimated. Run-out indices have



Fig. 1: Destroyed homes in the Súðavík avalanche 1995. Photo: Jón Gunnar Egilsson.

Abb. 1: Durch Súðavík Lawine 1995 zerstörte Wohngebäude

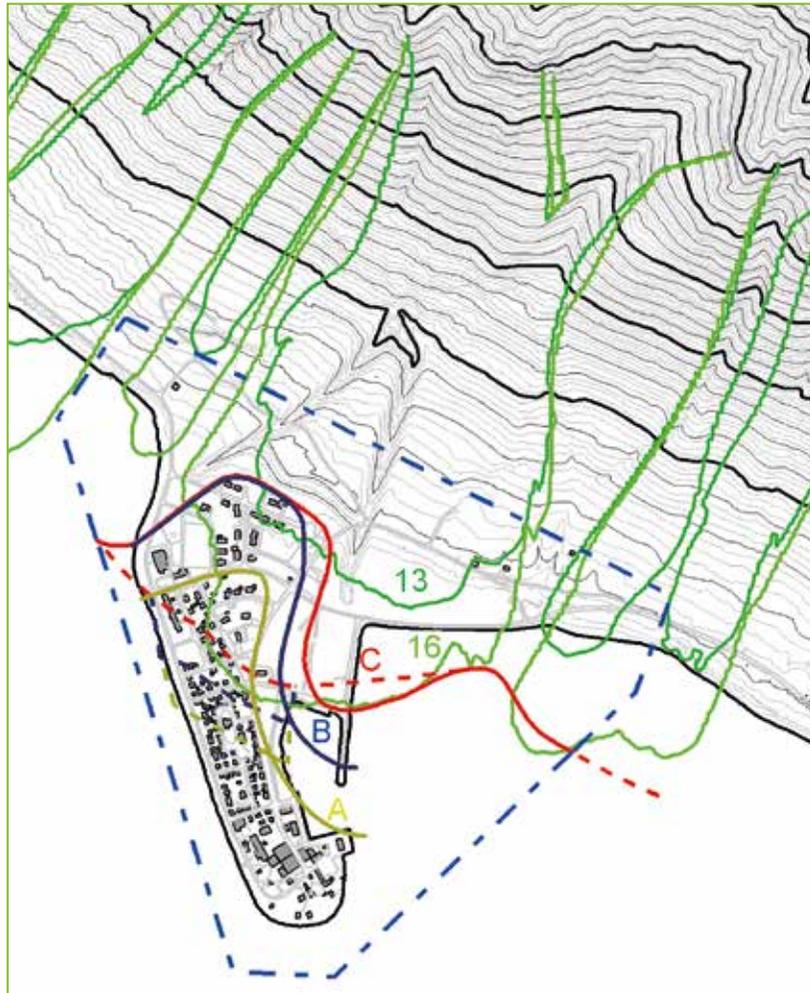


Fig. 2. Iso-risk lines for Flateyri before and after the construction of two deflecting dams. Two-dimensional indices 13 and 16, from before the dam, are calculated with SamosAT and shown in green.

Abb. 2: Risikobereiche der Ortschaft Flateyri vor und nach dem Bau von zwei Ablenkdammen. Ergebnisse der Simulation mit SamosAT ohne Berücksichtigung der Dämme sind grün dargestellt.

been defined based on the horizontal distance in the standard path. Initially, the one-dimensional PCM model (Perla et al., 1980) was used for hazard zoning in Iceland. Later the two-dimensional Austrian SamosAT model was used to define 2D run-out indices (Gíslason, 2009). The run-out indices have proven to be a useful tool in hazard mapping, as well as for monitoring avalanche danger.

#### Authors' addresses / Anschrift der Verfasser:

Harpa Grímsdóttir  
Icelandic Meteorological Office  
Suðurgata 10–12, Ísafjörður  
harpa@vedur.is

Tómas Jóhannesson  
Icelandic Meteorological Office  
Bústaðavegur 7–9, Reykjavík  
tj@vedur.is

Magni Hreinn Jónsson  
Icelandic Meteorological Office  
Suðurgata 10–12, Ísafjörður  
magni@vedur.is

#### References / Literatur:

- Arnalds P., Jónasson K., Sigurðsson S. (2004). Avalanche hazard zoning in Iceland based on individual risk. *Annals of Glaciology* 38: 285–290.
- Gíslason E., (2009). 2D modelling of Icelandic snow avalanches for hazard zoning. *ISSW proceedings, Davos*: 529–532.
- Grímsdóttir H. (2008). Avalanche hazard mapping and risk assessment in Iceland. *ISSW proceedings, Whistler*: 774–778.
- Icelandic Ministry for the Environment (2000). Regulation on hazard zoning due to snow- and landslides classification and utilization of hazard zones and preparation of provisional hazard zoning no 505/2000. Reykjavík (Government regulation).
- Jóhannesson T., Arnalds P. (2001). Accidents and economic damage due to snow avalanches and landslides in Iceland. *Jökull* 50: 81–94.
- Jónasson K., Arnalds P., Sigurðsson S. (1999). Estimation of avalanche risk. Report R99001, IMO, Reykjavík.

Jónsson H., Grímsdóttir H., Jóhannesson T. (2019). Avalanche hazard mapping and mitigation for settlements in Iceland – an overview. *International Symposium on Mitigation Measures against Snow Avalanches and Other Rapid Gravity Mass Flows proceedings, Siglufjörður*: 159–162.

Lied, K., Bakkehøi, S. (1980). Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographical parameters. *Journal of Glaciology* 26: 165–177.

McClung D., Mears A. (1991). Extreme value prediction of snow avalanche runout. *Cold Regions Science and Technology* 19: 163–175.

Pálsson H. (2019). The importance of the Icelandic Avalanche and Landslide Fund for avalanche-prone areas in Iceland. *International Symposium on Mitigation Measures against Snow Avalanches and Other Rapid Gravity Mass Flows proceedings, Siglufjörður*: 174–180.

Perla R., Cheng T.T., McClung D. (1980). A two-parameter model for snow avalanche motion. *Journal of Glaciology* 26: 197–207.

Sampl, P., and Granig, M. (2009). Avalanche Simulation with SAMOS-AT. *International Snow Science Workshop, Davos 2009, Proceedings*: 519–523.

Sigurðsson S., Jónasson K., Arnalds P. (1998). Transferring avalanches between paths. Hestnes, E., ed., 25 Years of Snow Avalanche Research, Voss, 12–16 May 1998, NGI Report 203, Norwegian Geotechnical Institute, Oslo: 259–263.

CHRISTIAN TOLLINGER, PATRICK SIEGELE, MATTHIAS GRANIG

## Gefahrenzonenplanung – Stand der Technik bei der Abgrenzung von Lawinen

### *Hazard mapping – State of the art in the processing of avalanches*

#### Zusammenfassung:

Als Grundlage für die Gefahrenzonenplanung sind Berechnungsergebnisse von Lawinensimulationsmodellen, automatisierte GIS-gestützte Flächenanalysen oder Ergebnisse aus der Extremwertstatistik nicht mehr wegzudenken. In Zusammenschau mit historischen Methoden (z.B. Chroniken, Augenzeugenberichten) und morphologischen Methoden (z.B. stumme Zeugen, Dendrochronologie) werden diese berechneten Größen bewertet und plausible Szenarien gebildet. In jüngerer Zeit werden nicht nur Großlawinen, sondern auch Phänomene wie Schneerutsch, Schneegleiten und Kleinlawinen in einem höheren Detaillierungsgrad bearbeitet. Technische Möglichkeiten erlauben zunehmend bessere und schnellere Aussagen über potentielle Gefährdungen durch Lawinen. Trotz aller technischer Raffinessen, Tools und kleinen Helferlein die in der Lawinenmodellierung Einzug gehalten haben, ist ein ausgeprägtes Prozessverständnis für die endgültige Einschätzung gefährdeter Bereiche durch Experten absolut notwendig.

#### Stichwörter:

Gefahrenzonenplanung, Lawinensimulation, Schneerutsch, Schneegleiten, Kleinlawine

#### Abstract:

*Calculation results from avalanche simulation models, GIS-based area analyses or results from extreme value statistics have become an important instrument for hazard zone mapping. In combination with historical methods (e.g. chronicles, eyewitness reports) and morphological methods (e.g. silent witnesses, dendrochronology) the calculated values are evaluated and plausible scenarios are formed. More recently, not only large-scale avalanches, but also*

*phenomena such as snow slides, snow gliding and small avalanches are studied in more detail. Technical features allow increasingly better and faster statements about potential avalanche hazards. Despite all the technical instruments that have found their way into avalanche modelling, a profound understanding of the process is essential for the final assessment of endangered areas by experts.*

#### Keywords:

*Hazard zone mapping, avalanche simulation, snow slide, snow gliding, small avalanches*

#### Einleitung

Die Verwendung von Lawinenmodellen, oder zumindest die Interpretation von Ergebnissen aus der Lawinenmodellierung, gehört heute in der Ingenieurpraxis der Wildbach- und Lawinenverbauung zum Tagesgeschäft. Lawinenberechnungen sind ein objektives Werkzeug mit nachvollziehbaren und reproduzierbaren Simulationsergebnissen. Wichtige Größen der Lawindynamik wie die Lawinengeschwindigkeit, Fließhöhen, Auslauflängen, Druckkräfte oder die Hauptstoßrichtung finden Eingang in Planungen zum Schutz vor Lawinen. Für die Festlegung der Eingangsdaten zur Lawinenmodellierung stehen zunehmend ausgereifere Methoden zur Verfügung. Im Bereich der Schneedaten sind in den vergangenen Jahren, vor allem bei der Extremwertstatistik, Verbesserungen erzielt worden. In den Anfängen der Gefahrenzonenplanung wurde vorwiegend auf die Bearbeitung raumrelevanter Großlawinen abgezielt. Aktuell ist ein deutlicher Trend bemerkbar, auch Phänomene wie Schneerutsche, Schneegleiten und Kleinlawinen mit spezifischen Methoden zu bearbeiten.

#### Allgemeine Grundlagen

In dem 2019 ausgearbeiteten „Praxisleitfaden – Lawinensimulation in der WLW“ (Granig et. al, 2019) wird der Arbeitsprozess Lawinenmodellierung im Dienstbetrieb der Wildbach- und Lawinenverbauung (WLW) dargestellt. Viele der folgenden Ausführungen stützen sich auf dieses Dokument. In Österreich werden für die Gefahrenzonenplanung „Bemessungsereignisse“ mit einer extremwertstatistischen Wiederkehrwahrscheinlichkeit von ca. 150 Jahren verwendet (§6 der GZP-VO 1975). Folgende Abgrenzungen für Lawinengefahrenzonen anhand von Druckkriterien (Richtlinien für die Gefahrenzonenplanung BMLFUW-LE.3.3.3/0185-IV/5/2007, Fassung vom 4. Feb. 2011) einer 150-jährlichen Bemessungslawine sind relevant:

- $1 < \text{maximaler Lawinendruck} < 10 \text{ kPa}$ : Gelbe Gefahrenzone Lawine
- $\text{maximaler Lawinendruck} \geq 10 \text{ kPa}$ : Rote Gefahrenzone Lawine

#### Lawinenmodelle

Im nachfolgenden Absatz werden die aktuell in der WLW verwendeten und dem Stand der Technik entsprechenden Lawinenmodelle skizziert. Detaillierte Beschreibungen der spezifischen

Parameter, technischen Ausstattung und Leistung der Modelle sind den jeweiligen Handbüchern zu entnehmen.

Das statistische 1D-Modell **AlphaBeta-Modell 4.0** basiert auf der Kalibrierung von 100 Referenzlawinen (Wagner et al., 2016) für den Anwendungsbereich Fließlawinen. Die Applikation steht neuerdings als QGIS Skript frei zur Verfügung und bietet derzeit Parametersetups für Großlawinen. Das Parametersetup für Kleinlawinen wird noch überarbeitet. Ein QGIS Plugin ist die nächste geplante Ausbaustufe. Für einfache Fragestellungen ist die schnelle und einfache Bestimmung und Visualisierung des 10°-Punktes, und des maximalen Lawinenauslaufs ( $\alpha$ -Punkt samt Standardabweichung), zweckmäßig und von praktischem Vorteil.

Das Fließlawinenmodell **SamosAT DFA** (dense flow avalanche) ist auch als vereinfachte Benutzerversion **SamosBeta v1.5.0** mit anwendungsorientierter Bedienungsanleitung (Granig et al., 2018) verfügbar. Auf Basis von Referenzlawinen ist das Modell auf 150-jährliche Bemessungsereignisse im Anwendungsbereich trockener Fließlawinen kalibriert (Oberndorfer und Granig 2007, Sampl und Granig 2009). Für die Lawinenszenarien können Entrainmentflächen, Widerstandsgebiete (erhöhte Rauigkeiten) und sekundäre Anbruchgebiete (automatisierte Auslösung) berücksichtigt werden. Modellergebnisse sind der Maximaldruck, die maximale Fließtiefe und die maximale Fließgeschwindigkeit.

Im schweizerischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF wurde das Lawinenmodell **RAMMS** (aktuelle Version v1.7.2) für den Anwendungsbereich Fließlawinen entwickelt (Bartelt et al., 2017). Das Lawinenmodell weist vergleichbare Optionen mit SamosAT DFA bzw. SamosBeta auf. Entrainment wird nicht eigens

berücksichtigt, sondern impliziert verstanden. Widerstandsgebiete und sekundäre Anbruchgebiete (manuell zeitversetzt) können verwendet werden. Das Modell ist für verschiedene Lawinengrößen (Tiny, Small, Medium, Large) und unterschiedlicher Wiederkehrdauer (30a, 100a, 300a) kalibriert. Für Bemessungslawinen in Österreich wird in der Regel eine Wiederkehrdauer von 100 Jahren (RAMMS) herangezogen.

Die SamosAT/SamosBeta/RAMMS Modellergebnisse für Fließlawinenberechnungen von mittelgroßen- und Großlawinen sind meist sehr gut vergleichbar. Tendenziell kann im Modell RAMMS eine etwas höhere Lawinengeschwindigkeit im Vergleich zu den österreichischen Modellen beobachtet werden. Außerdem fällt die laterale Ausbreitung im Auslaufbereich im Modell RAMMS mitunter etwas breiter aus. Bei Lawinen in der Größenordnung bis 25.000 m<sup>3</sup> Anbruchkubatur bietet RAMMS eigene Reibungsparameter. In diesen Größenklassen (tiny, small) weist das Modell RAMMS teils deutlich kürzere Auslaufängen im Vergleich zu SamosAT/SamosBeta auf.

Das Staublawinenmodell **SamosAT PSA** (powder snow avalanche) basiert auf einer vollen 3D-Modellierung und benötigt meist lange Rechenzeiten (> 5h). Die Verwendung mehrerer Rechenkerne ermöglicht eine höhere Staubgitterauflösung (10 x 10 x 4 m) und eine optimierte Rechenzeit. Auch bei Staublawinensimulationen können Entrainment, Widerstandsgebiete und sekundäre Anbruchgebiete verwendet werden. Das maßgebliche Berechnungsergebnis ist der Staubdruck in der Schnittfläche auf 2 m Höhe. Die fachgerechte Anwendung und Ergebnisinterpretation von SamosAT PSA für die Gefahrenzonenplanung erfordert eine entsprechende Schulung sowie längerfristige Anwendungsroutine und Erfahrung.

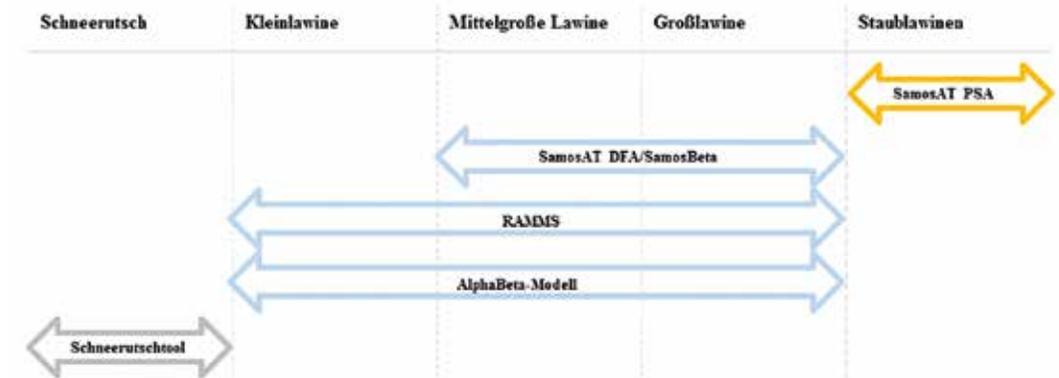


Abb. 1: Übersicht der üblichen Modellanwendungsbereiche

Fig. 1: Overview of the usual model application range

## Arbeitsablauf

Für die Gefahrenzonenplanung erfolgt eine einzugsgebietsweise Bearbeitung von Lawinen entsprechend der nachfolgenden Übersicht (Granig et al., 2019). Die einzelnen Arbeitsschritte werden im Anschluss näher ausgeführt.

- Erhebung Chronik / Auswertung WLK / Analyse Luftbilder / franziszeischer Kataster
- Lokalausgensein / Einzugsgebietsbegehung / Erhebung vor Ort / Augenzeugenbefragung
- Übersetzung der Gegebenheiten in der Natur als Modellinput
- Lawinencharakteristik / Szenarien / Lawinensimulation
- Ergebnisinterpretation / Plausibilitätskontrolle / Technischer Bericht
- Umsetzung in Gefahrenzonenplanung

Um **historische Daten** bezüglich Lawinen auszuwerten, ist neben Chroniken, Berichten von Augenzeugen, privaten Sammlungen und Fotos auch der

Ereigniskataster (WLK.digital.Ereigniskataster) relevant. Zusätzlich ermöglichen die GIS-Systeme der Bundesländer den Zugang zu historischen Luftbildern, Flurnamen und dem Franziszeischen Kataster anhand dessen die Siedlungsstruktur Mitte des 19. Jhdts. eruiert werden kann.

Unbedingt erforderlich ist ein **Lokalausgensein im Einzugsgebiet** und vor allem auch im Lawinenauslaufbereich. Neben der Befragung von Ortsansässigen Personen ist auch die Auskunft der Gemeinde, Lawinenkommission, u. a. von Bedeutung. Anbruchgebiete samt Einschätzung von Schneeeinwehungsbereichen, potentielle Entrainmentgebiete sowie relevante Widerstandsgebiete (Wald) werden vor Ort erfasst. Außerdem werden verfügbare Wetterstationen für die Scheedatenauswertung festgelegt. Die Sturzbahn wird typisiert (flächig, kanalisiert) und nach potentiellen Ausbruchstellen bzw. einer Aufteilung in Lawinename analysiert. Existierende und geplante Maßnahmen wie Anbruchverbauungen, Leit- und Auffangdämme oder Aufforstungsmaßnahmen finden Eingang in die Vorarbeiten zur Lawinensimulation.

Die vorangegangenen Erhebungen erlauben meist auch schon festzulegen *welche Modelle* für die jeweilige Fragestellung geeignet sind und *welches Szenario* ein repräsentatives *150-jährliches Bemessungsereignis* darstellt.

Als **Modellinput** sind neben einem digitalen Geländemodell (DGM), plausible Anbruchgebiete samt Anbruchmächtigkeiten ( $d_0$ ), sowie die Festlegung von Entrainment- und Widerstandsgebieten gefordert. Digitale Geländemodelle (DGM) werden standardmäßig mit 5 m Gitterauflösung verwendet. Geplante Maßnahmen, z.B. Dammbauwerke können in das DGM integriert werden. Je nach Größe und Lage der Gitterpunkte im 5 m Raster sind Dämme jedoch oft nicht in der gesamten Ausdehnung repräsentiert.

Bei der Kartierung von Anbruchgebieten wird die Geländeneigung klassisch als maßgebliches Kriterium ( $> 28$  Grad bis  $50 \approx 55$  Grad) herangezogen. Unter Bedachtnahme auf die Wintergeländeoberfläche gilt es, plausible Abgrenzungen hinsichtlich einer *150-jährlichen Wiederkehrwahrscheinlichkeit* zu finden. Die Herausforderung liegt darin nicht alle potentiellen, sondern die maßgeblichen Anbruchgebiete zu erfassen. Mögliche Auswirkungen durch Vorverfüllungen entlang der Tiefenlinien sollten, auch für die Ergebnisinterpretation, bedacht werden.

Die Ermittlung der Anbruchmächtigkeit erfolgt je Anbruchgebiet analog zu den Schweizer Richtlinien (Salm et al., 1990). Basierend auf dem Extremwertstatistiktool EVA+ der ZAMG (Schellander et al., 2011) wird die 150-jährliche Dreitägesneeschnee-summe ( $3TNSS_{150j}$ ) für die relevanten Wetterstationen ausgewertet (Tollinger, 2014). Zusätzliche Verwendung findet der *Höhengradient der  $3TNSS_{150j}$*  (Hözl et al., 2019). Die Schneeverfrachtung in einzelne Anbruchgebiete wird gutachtlich anhand festgelegter Werte meist 0,3 bzw. 0,5 m (Zuschlag) berücksichtigt.

Als Modellinput steht die Einsatzmög-

lichkeit von Entrainment und Widerstandsgebieten optional zur Verwendung. Entrainment wird vorwiegend für flächige Sturzbahnbereiche ohne, bzw. mit geringem Bewuchs eingesetzt. Die Untergrenze wird aus modelltechnischen Gründen etwa 100 Höhenmeter über dem Talboden (Auslaufgebiet) festgelegt. Grund dafür ist, dass die zusätzlichen Schneepakete (Entrainment) auf die jeweilige Lawinengeschwindigkeit gebracht werden müssen, um keine Geschwindigkeitsabnahme durch den Entrainmentprozess zu bewirken. Als Anhaltspunkt für die Abgrenzung von Waldwiderstandsgebieten kann das Differenzmodell ("Baumhöhenkartierung") aus DGM-Daten und DOM-Daten (digitales Oberflächenmodell mit Vegetation) verwendet werden (Befliegungszeitpunkt beachten). Dabei werden Baumhöhen  $< 10$  m keine maßgeblichen Effekte als Widerstandsgebiet unterstellt.

#### Lawinencharakteristik und Szenarien

Auf Grundlage der Kenntnis von Stärken und Schwächen der Lawinenmodelle resultieren die verschiedenen Anwendungsbereiche für die Praxis. Die Input-Daten für die Modellierung sollen die Naturgegebenheiten im Lawineneinzugsgebiet abbilden. Auch die Lawinencharakteristik soll bestmöglich repräsentiert werden. Dabei gilt es den Prozessbereich (Fließ-, Staubmodell) festzulegen sowie die Rolle von Entrainment und/oder die Bedeutung von Widerstandsgebieten einzuschätzen. Welche Modelle zum Einsatz kommen entscheidet auch die zu bearbeitende Lawinengröße, die Komplexität des Sturzbahnverlaufs und des Auslaufbereichs. Für geplante Maßnahmen können DGM-Anpassungen vorgenommen werden. Sekundäre Anbruchgebiete, sowie Restanbruchgebiete als Teil eines realistischen Gesamtanbruchs, können als eigene Szenarien definiert werden.

Im Zuge der Bearbeitung wird jedes Anbruchgebiet zuerst als sogenannte Nullvariante berechnet. Die Anpassung an die Naturgegebenheiten im Lawineneinzugsgebiet (Entrainment, Widerstandsgebiete, sekundäre Anbruchgebiete, Anbruchkombinationen, ...) erfolgt davon ausgehend schrittweise. Andere wichtige Einflüsse auf das Auslaufverhalten wie Vorverfüllungen durch Vorlawinen (oder Murablagerungen) müssen ebenso, allerdings gutachtlich, bedacht werden. In Zusammenschau mit den bekannten Chronikdaten, Erhebungen im Zuge von Lokalausgesehen, usw. wird daraus schließlich das Bemessungsszenario entwickelt.

#### Besondere Prozessbereiche

Während für Lawinen ab etwa  $25.000 \text{ m}^3$  Anbruchkubatur ( $>$  Kleinlawinen) bewährte Berechnungsmöglichkeiten verfügbar sind, ist im Bereich der Kleinlawinen noch Entwicklungsbedarf vorhanden. Die Prozessbereiche Schneerutsch und

Schneegleiten werden in der Gefahrenzonenplanung lediglich mit Annäherungsverfahren bearbeitet.

Als **Kleinlawinen** gelten Lawinen mit einer Anbruchkubatur bis maximal  $25.000 \text{ m}^3$  und einer minimalen vertikalen Höhendifferenz von 60 bis 80 m (je nach unterstellter Dynamik in Abhängigkeit von der Kanalisierung). Die Bearbeitung von Kleinlawinen in der Gefahrenzonenplanung erfolgt über die Berechnung mit Lawinensimulationsmodellen. Derzeit bietet lediglich das Modell RAMMS eigene Parametersets für die Größenkategorien Tiny (bis  $5.000 \text{ m}^3$ ) und Small (bis  $25.000 \text{ m}^3$ ). SamosAT hat noch keine eigene Kalibrierung für die Berechnung von Kleinlawinen. Die Auslaufängen von RAMMS sind im Vergleich zu SamosAT meist deutlich kleiner.

Die Herangehensweise für die Abgrenzung von **Schneerutsch**-Gefahrenbereichen ist bislang lediglich durch WLV-intern verwendete Arbeitsbehelfe unterstützt. Bisher wurde auf Basis von analogen Neigungskarten gearbeitet. Dabei

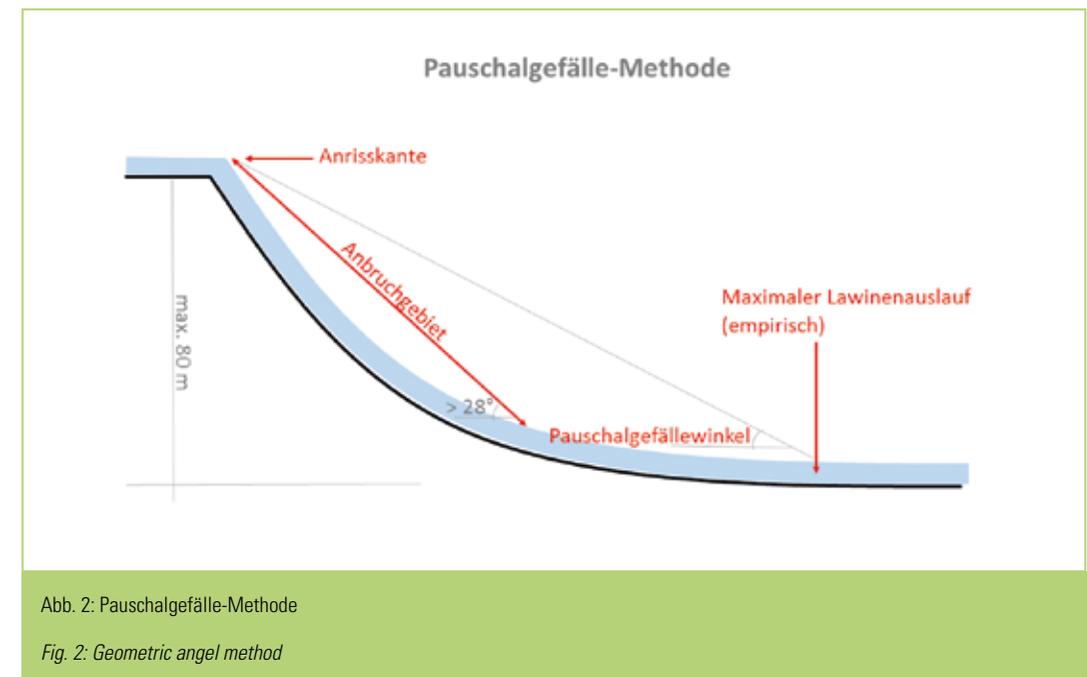


Abb. 2: Pauschalgefälle-Methode

Fig. 2: Geometric angel method

wurde der angenommene Pauschalgefällewinkel, ausgehend von der gedachten Anrisskante gemessen und jeweils in die Karte übertragen (Pauschalgefälle-Methode, Abb 1). Das ist ein sehr (zeit)aufwendiges Verfahren. Um eine objektive Grundlage für die Praxis der Gefahrenzonenplanung zu schaffen, wurde im Fachbereich Lawinen (FBL) eine GIS-gestützte Anwendung entwickelt (Prototyp), welche eine automatisierte räumliche Flächenanalyse ermöglicht (Egger et al., 2018). Eingangsdaten sind neben einem digitalen Geländemodell (DGM mit 5 m Auflösung) auch jene Flächen in denen Schneerutschprozesse ausgeschlossen werden (z.B. Wald). Die GIS gestützte Flächenanalyse wird anhand der Parameter Höhendifferenz, Hangneigung und Pauschalge-

fällewinkel umgesetzt. Schneerutsch-Potentialflächen (Neigungskarte) und das Schneerutschprozessgebiet (Pauschalgefälleansatz) können somit zuverlässig klassifiziert werden.

In der Praxis der Gefahrenzonenplanung der WLW werden Gefahrenzonen für Schneerutsche lediglich in jenen Bereichen abgegrenzt in denen der Prozess bereits real bekannt ist. Aktuell gibt es keine gültige Definition für das Phänomen Schneerutsch. Im Zuge der Überarbeitung der ÖNORM B 4801 wird auch dieser Prozessbereich definiert. Einige Definitionskriterien wurden in einem Leitfaden (Granig et al., 2018) zusammengefasst und bilden die Voraussetzung für die Klassifizierung als Schneerutsch:

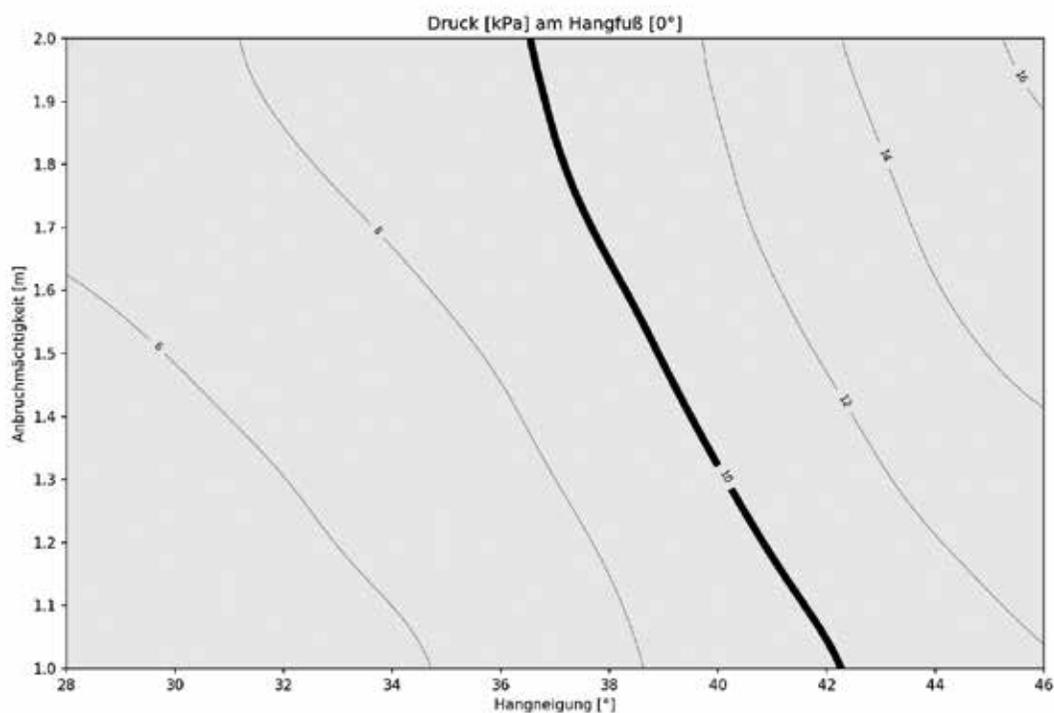


Abb. 3: Schneerutsch Maximaldruck am Hangfuß bei unterschiedlichen Anbruchmächtigkeiten und Hangneigungen

Fig. 3: Sluff/snow slide maximum pressure at the slope base with different release heights and slope inclinations

- „Flächenphänomen“, ohne Turbulenz, geringe Kanalisierung
- Hangneigung von  $\geq 28^\circ$  bis ca.  $55^\circ$
- Höhendifferenz vertikal von 30 m bis max. 60–80 m je nach unterstellter Dynamik
- Die Auslauflänge muss gutachtlich festgelegt werden
- Schräge Länge bis ca. 160 m
- Gültigkeitsbereich für die Anwendung des Leitfadens  $> 500$  m Seehöhe und  $< 1.500$  m Seehöhe. Über 1.500 m Seehöhe ist die Durchführung von Berechnungen notwendig

- Modell SamosAT Voellmy als Grundlage
- Anbruchmächtigkeit ( $3TNSS_{150j}$ ) als Grundlage. Die Daten sind gemäß dem Leitfaden der SSL aus der Extremwertstatistikdatenbank der ZAMG (EVA+) auszulesen
- Schneedichte  $300 \text{ kg/m}^3$
- Darstellung als Gelbe und Rote Gefahrenzonen. Aus der Grafik in Abb. 3 kann die Differenzierung zwischen gelber und roter Gefahrenzone abgeleitet werden, eine Interpolation für Bemessungen ist nicht zulässig.

	Schneerutsche	Kleinlawinen
<b>Topographie</b>	HV $<$ max. 80 m – Bahn flächig * HV $<$ max. 60 m – Bahn kanalisiert*	HV $>$ 80 m – Bahn flächig * HV $>$ 60 m – Bahn kanalisiert *
<b>Dynamik</b>	ohne größere Turbulenzen Flächenphänomen geringe Kanalisierung	mit Turbulenzen
<b>Größe</b>	bis max. $320 \text{ m}^3/\text{Breitenmeter}$	$< 25.000 \text{ m}^3$
<b>Schneedaten</b>	Anbruchmächtigkeit $3TNSS_{150j}$	Anbruchmächtigkeit $3TNSS_{150j}$
<b>übliche Hangneigung</b>	ab $28^\circ$	$28\text{--}55^\circ$
<b>Gültigkeit</b>	$> 500$ m SH u. $< 1.500$ m SH	ohne Seehöhenabhängigkeit
<b>Ermittlung Einwirkung</b>	lt. Abb. 3	Berechnung

HV... vertikale Höhe zwischen oberstem und unterstem Punkt der wahrgenommenen Bewegung  
 LS ... schräge Länge zwischen oberstem und unterstem Punkt der wahrgenommenen Bewegung  
 \* je nach maßgeblichem Prozess gutachterlich zu bewerten

Tab. 1: Kriterienmatrix für die praktische Anwendung

Tab. 1: Matrix of criteria for practical use

Der Prozess **Schneegleiten** ist generell gutachtlich festzustellen. Definition und Berechnung des hangparallelen Schneedrucks erfolgt gemäß ONR 24805 bzw. Margreth (2016). Bei sehr ungünstigen Verhältnissen, wie beispielsweise im Jänner 2019, kann Schneegleiten bereits ab Hangneigungen von ca. 15° auftreten. Aufgrund des äußerst selten zu beobachtenden Phänomens wurde WLW-intern beschlossen keine Gefahrenzonen für den Prozessbereich Schneegleiten darzustellen.

Die Erstellung eines technischen Berichts mit allen verwendeten Daten und Methoden von der Lawinenchronik bis zu den Modellergebnissen ist unerlässlich. Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung ist die Deklaration von Datenständen äußerst wichtig. Egal ob Orthofotos, Schneeedaten, Modellversionen oder Parameterstände, alle Datenmaterialien, die auch Entscheidungsgrundlagen bilden, erfahren Aktualisierungen. Für sämtliche in der Gefahrenzonenplanung und Lawinensimulation verwendete Materialien gilt der Grundsatz: *Nachvollziehbar zu arbeiten, sowie Objektivität und Transparenz zu wahren*. Als weiteres Prinzip in dem Themenkreis kann aufgrund von Unsicherheiten und unterschiedlichen Einflüssen auf Prozesse nur an die Verwendung aller zur Verfügung stehenden Lawinenmodelle appelliert werden: *Kein Modell allein deckt alles ab*.

### Herausforderungen und Ausblick

Trotz aller technischen Möglichkeiten gibt es Prozessbereiche in denen die Modell-Annäherung an die Natur noch erheblichen Entwicklungsbedarf aufweist. Für *Naßschneelawinen* gibt es im Modell SamosAT bereits grundlegende Parameter zur Bearbeitung die auch im Rahmen einer Studie getestet wurden. Für eine standardisierte Anwen-

dung fehlt allerdings noch eine entsprechende Evaluierung anhand von Ereignisnachrechnungen. Weiterentwicklungen diesbezüglich sind aktuell geplant. Eine generelle Herausforderung sind *hochgelegene Lawineneinzugsgebiete* (inneralpine Hochtäler) bei denen sich der Lawinenablagebereich > 1.800 m Seehöhe befindet. Erfahrungswerte zeigen, dass die modellierten Lawinenausläuflängen mit ansteigender Seehöhe zunehmend zu kurz ausfallen. Eine eigene Modellkalibrierung für hochgelegene Lawinen wird vor allem für die Sachverständigentätigkeit angestrebt. *Kleinlawinen* können derzeit lediglich vom Modell RAMMS mit eigenen Parametersets bearbeitet werden. Speziell bei Kleinlawinen mit einer Fallhöhe von ca. 100 – 200 m sind Lawinenmodelle derzeit nur bedingt hilfreich in der Gefahrenzonenplanung. Ähnlich verhält es sich bei der Bearbeitung von Waldlawinen bei denen oft schon die Festlegung von Anbruchgebieten unklar ist. Ein entsprechendes Bearbeitungsverfahren wäre hier hilfreich. Der Prozessbereich Schneerutsche bildet eine besondere Herausforderung als Flächenphänomen. Die potentiellen Prozessbereiche sind leicht eruiert, die nachvollziehbare Festlegung von Ausläuflängen weist jedoch noch Ausarbeitungsbedarf auf. Derzeit in Entwicklung befindet sich die Einführung einer *Probabilistik* in SamosAT (DFA). Anhand von Test-Lawinen wurde begründet welches wesentliche Parameter für Unsicherheiten von *Lawinensimulation* mit SamosAT DFA sind, um damit eine praxisrelevante Abschätzung für die Bandbreite der Ausläuflängen zu treffen.

### Schlussfolgerungen

Um Lawinen in der Gefahrenzonenplanung entsprechend dem Stand der Technik zu bearbei-

ten ist die Verwendung von Lawinenmodellen unumgänglich. Allerdings sind die anschaulichen, bunten Bilder nur ein Baustein im Gesamtkonzept. Die Zusammenschau von Modellergebnissen, Lawinenchronik, Befragungen, Waldkulisse, usw. ergibt häufig ein stimmiges Bild. Divergierende Ergebnisse aus numerischen Simulationen und anderen erhobenen Komponenten können natürlich auch vorkommen. Der Gefahrenzonenplaner steht dann vor der Aufgabe die jeweiligen Bausteine entsprechend ihrer Plausibilität zu gewichten. Dabei sind einerseits topographische Spezifika im Anbruchgebiet (z.B. Einwehung von Mulden), in der Sturzbahn (Richtungsänderungen, Steilabsturz, Lawinenarme, usw.) und im Ausschüttungsgebiet (Murkegel, abrupter Übergang in flachen Talboden, usw.) maßgeblich. Andererseits sind unter anderem die Häufigkeit von Lawineneignissen, Vegetationsverhältnisse, Merkmale in der Natur (stumme Zeugen), die Wirkung von Maßnahmen, historische Erhebungen (Lawinenchronik), sowie Berichte ortsansässiger Personen/Augenzeugen auszuwerten und auf ihre Plausibilität zu überprüfen.

Trotz aller technischer Möglichkeiten ist ein grundsätzliches Prozessverständnis des Gefahrenzonenplaners/Modellanwenders unerlässlich. Granig (2012) schreibt von der notwendigen fachlichen Fähigkeit des Gefahrenzonenplaners/Modellanwenders das mögliche Prozessausmaß auch unabhängig von Berechnungen abschätzen zu können. Nur so ist der Gefahrenzonenplaner in der Lage eine fundierte Validierung der Berechnungsergebnisse vorzunehmen. Die Kunst besteht darin, wesentliche Erkenntnisse aus der Modellierung (Szenarien) heraus zu filtern und in Zusammenschau mit den anderen Methoden die naturräumlichen Gegebenheiten einzuschätzen und folglich das Ausmaß der Gefährdung, bzw. das Bemessungsereignis nachvollziehbar festzulegen.

### Anschrift der Verfasser: / Authors' addresses:

Ing. Mag. Christian Tollinger  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Geologie und Lawine  
Wilhelm-Greil-Straße 9, 6020 Innsbruck  
christian.tollinger@die-wildbach.at

DI Patrick Siegele  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Geologie und Lawine  
Wilhelm-Greil-Straße 9, 6020 Innsbruck  
patrick.siegele@die-wildbach.at

DI Matthias Granig  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Geologie und Lawine  
Wilhelm-Greil-Straße 9, 6020 Innsbruck  
matthias.granig@die-wildbach.at

### Literatur / References:

BARTELT P., BUEHLER Y., CHRISTEN M., DEUBELBEISS Y., SALZ M., SCHNEIDER M., SCHUMACHER L. (2017): User Manual v1.7.0. Avalanche. WSL Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF.

CHRISTEN M., KOWALSKI J., BARTELT P. (2010): RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology*, 63, 1–14.

EGGER M., TOLLINGER C., HOCHREITER H. (2018). Gis-aided determination of sluff/snow glide process areas for practical application in hazard zoning. *International Snow Science Workshop Innsbruck*.

GRANIG M., TOLLINGER C., OESTERLE F., SIEGELE P., HERBERT A. (2019). Praxisleitfaden – Lawinensimulationen in der WLW. Fachbereich Lawinen.

GRANIG M., OESTERLE F., TOLLINGER C. (2018): Bedienungsanleitung SamosBeta für die Version v1.5.0. WLW, Stabstelle Schnee und Lawinen.

GRANIG M., OESTERLE F., TOLLINGER C., VOGL A., PITTRACHER M. (2018). Arbeitsbehelf zur Abgrenzung von Schneegleiten, Schneerutschen und Kleinlawinen in der Gefahrenzonenplanung (v11). WLW, Sektion Tirol und Stabstelle Schnee und Lawinen.

GRANIG M. (2012): Grundlagen und Anwendung von Lawinensimulationsmodellen. *Wildbach und Lawinenverbau*, 169, 68–77.

HÖLZL S., SCHELLANDER H., WINKLER M. (2019): Bestimmung der Höhengradienten der 150-jährlichen Schneehöhe und 3-Tages-Neuschneesumme für Österreich. *Endbericht (v11)*. ZAMG.

MARGRETH S. (2016).  
Ausscheiden von Schneegleiten und Schneedruck in Gefahrenkarten. WSL Ber. 47. 16 S.

MARGRETH S. (2013).  
When should a hazard map show the risk of small avalanches or snow gliding? International Snow Science Workshop ISSW 2013, Grenoble, France, 7-11 October, pp. 679-683.

OBERNDORFER S., GRANIG M. (2007):  
Modellkalibrierung des Lawinensimulationsprogramms SamosAT. Abschlussbericht. WLW, Stabstelle Schnee und Lawinen.

SHELLANDER, H., ZINGERLE C., BUCHAUER M. (2011):  
EVA+ Extreme Value Analysis (<http://eva.zamg.ac.at/evaplus>). ZAMG.

SALM B., BURKARD A., GUBLER H. (1990):  
Berechnung von Fließlawinen – Eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen. Mitteilung des Eidgenössischen Instituts für Schnee und Lawinenforschung.

SAMPL P. (2007):  
SamosAT -Modelltheorie und Numerik. AVL List GmbH.

SAMPL P., GRANIG M. (2009):  
Avalanche Simulation with SamosAT. International Snow Science Workshop Davos.

ONR 24805:2010-06.  
Permanenter technischer Lawinenschutz – Benennungen und Definitionen sowie statische und dynamische Einwirkungen. Österreichisches Normungsinstitut (ON), Wien.

ÖNORM B 4801.  
Permanenter technischer Lawinenschutz.

TOLLINGER C. (2014):  
Anwendungshilfe für die Ermittlung der 3TNSS150j mit EVA+ in der WLW. WLW, Stabstelle Schnee und Lawinen.

WAGNER P., TOLLINGER C., SEIWALD, J., GRANIG M. (2016):  
Überarbeitung des AlphaBeta-Modells für das Ermitteln der Auslauflänge von Lawinen. WLW, Stabstelle Schnee und Lawinen.

# Infraschall Detektionssystem

## IDA®

## Grossräumige Lawinendetektion in ihrem Beurteilungsbereich



**wyssen**  
switzerland 

**avalanche  
control**

Wyssen Austria GmbH  
6020 Innsbruck  
+43 664 8822 9015  
austria@wyssen.com  
www.wyssen.com

**MARKUS MOSER, MICHAEL BOTTHOF, GERHARD HOLZINGER, GERALD JÄGER, STEFAN JANU, JOHANNES KAMMERLANDER, SUSANNE MEHLHORN, CHRISTIAN PÜRSTINGER, PATRICK STOLZ**

## Berechnung vs. Einschätzung – Instrumente zur Gefahrenbeurteilung in Wildbächen

### *Computation vs. Assessment – Instruments to assess the hazard potentials of torrents*

#### Zusammenfassung:

Die Arbeit in der Gefahrenbeurteilung und Ausweisung der Gefahrenzonen von Naturgefahren erfolgt in enger Kommunikation mit der Bevölkerung. Eine einheitliche, objektive sowie reproduzierbare Beurteilung ist in diesem Zusammenhang ein wichtiges Ziel. Die historische Methode, empirisch hergeleitete Kennwerte sowie Expertenwissen sind dabei entscheidende Eingangsgrößen mit einer mehr oder weniger subjektiven Bewertung. Die Fortschritte der letzten Jahre in der praktischen Anwendung von numerischen Modellen ergänzen die Beurteilung um eine zusätzliche Methode. Simulationen stellen daher mittlerweile ein wertvolles Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung dar. Durch benutzerfreundliche Oberflächen werden dem Anwender die Bedienung und Berechnung unterschiedlicher Szenarien erleichtert. In den Modellen sind aber empirisch hergeleitete Kennwerte bzw. Formelansätze implementiert, die aufgrund der Komplexität der zu berechnenden Prozesse jedoch meistens vereinfachten Verfahren abgeleitet werden. Dies führt dazu, dass jedes Modell viele Möglichkeiten, aber auch Grenzen der Anwendbarkeit mit sich bringt. Die Einschätzung bzw. Gewichtung der berechneten Ergebnisse durch den Anwender ist ein wichtiger Teil und wird als Ergebnisinterpretation bezeichnet.

#### Stichwörter:

Gefahrenzonenplanung, Wildbachprozesse, Steckbrief Qualitätssicherung, Berechnung vs. Einschätzung

#### Abstract:

*Hazard assessment and the delineation of hazard zones is accompanied by close communication with the communities. Thus a consistent, objective and reproducible hazard assessment is very important. The historic method, empirical values and expert opinions are major input values, but keep a subjective connotation. The progress in development and practical application of numerical models added an objective instrument to support the daily work. The constant development of user-friendly interfaces simplifies the use of those models. Furthermore, it is*

*possible to simulate several scenarios in a relative short time. Besides all conveniences, the user has to know, that models are always based on empirical characteristic values and formulas, which contain several simplifications for the simulation of technically complex processes. Every model brings a lot of advantages but also various limits for application. Therefore user's ability to evaluate and interpret the computed results is of major importance.*

#### Keywords:

*Hazard zone mapping, torrential processes, quality fact sheet, computation, assessment*

#### Einleitung

In der Gefahrenzonenplanung kann man auf eine Vielzahl von Hilfsmitteln hinsichtlich Grundlagendaten und Programmen zur Aufbereitung sowie zur Berechnung zurückgreifen. Die rasante Entwicklung in der elektronischen Datenverarbeitung führt aber dazu, dass der Anwender schnell den Überblick verlieren, welche Berechnungsmethoden und Modelle für gewisse Fragestellungen interessant sind. Besonders im Wildbachbereich hat man vorwiegend mit Fließprozessen zu tun, die nur schwer durch Modelle vollständig beschrieben werden können. Trotzdem versucht man in der Forschung und Entwicklung diese komplexen Prozesse nachzubilden und eine Verbesserung in der Berechnung von Naturgefahrenprozessen zu erzielen. Den Auftrag zur Umsetzung jener Maßnahmen, die dem Stand des Wissens und Technik entsprechen, hat man in der Gefahrenzonenplanverordnung 1976 §8. (1,2) festgeschrieben mit der Anführung, dass...§8(1) *die Quantifizierung der Kriterien für die Darstellung der Gefahrenzonen ist auf den jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse und auf die Erfahrung entsprechend Bedacht zu nehmen....*§8(2) *..treten Änderungen in den Grundlagen oder in deren Bewertung ein, so haben die Dienststellen den Gefahrenzonenplan diesen geänderten Verhältnissen anzupassen...*

#### Historische Entwicklung

Mit der Sicht in die Praxis bedient sich der Projektant meist der Dokumentation historischer oder aktueller Ereignisse (Ereigniskataster, Historische Methode, Stumme Zeugen, persönlichen Erfahrungen, Gemeinde-Kirchenchronik), der Festlegung möglicher Prozesse (Information aus Begehungen im Natur-Raum, Prozessanalyse) und Bemessungswerte (Szenarien), die mit einer 150-jährlichen Eintrittswahrscheinlichkeit beschrieben werden. Aufgrund der zahlreicher Ereignisse der letzten Jahrzehnte konnten sehr viele Daten gesammelt werden. Die systematische Aufarbeitung im Ereigniskataster und eine intensive, standardisierte Ereignisdokumentation und –analyse förderten auch die Entwicklung zahlreicher neuer Berechnungsmethoden von einfachen profilweisen Ansätzen bis zu aufwändigen numerischen 1d-, 2d- oder 3d-Modellen. Mit der Anwendung dieser „neuen“ Modelle entwickelte sich ein zusätzliches – dem Stand der Technik entsprechendes – Hilfsmittel für den/ die Gefahrenzonenplaner/-in (Moser und Janu, 2008). Versuche, gänzlich alle Prozesse in Modellen abzubilden, sind auch unter Einbeziehung von verschiedenen Szenarien bis dato mit den entwickelten Modellen nicht möglich. Möglich und durchaus sinnvoll ist die Berechnung von bestimmten – durch die Modelle „berechnen-

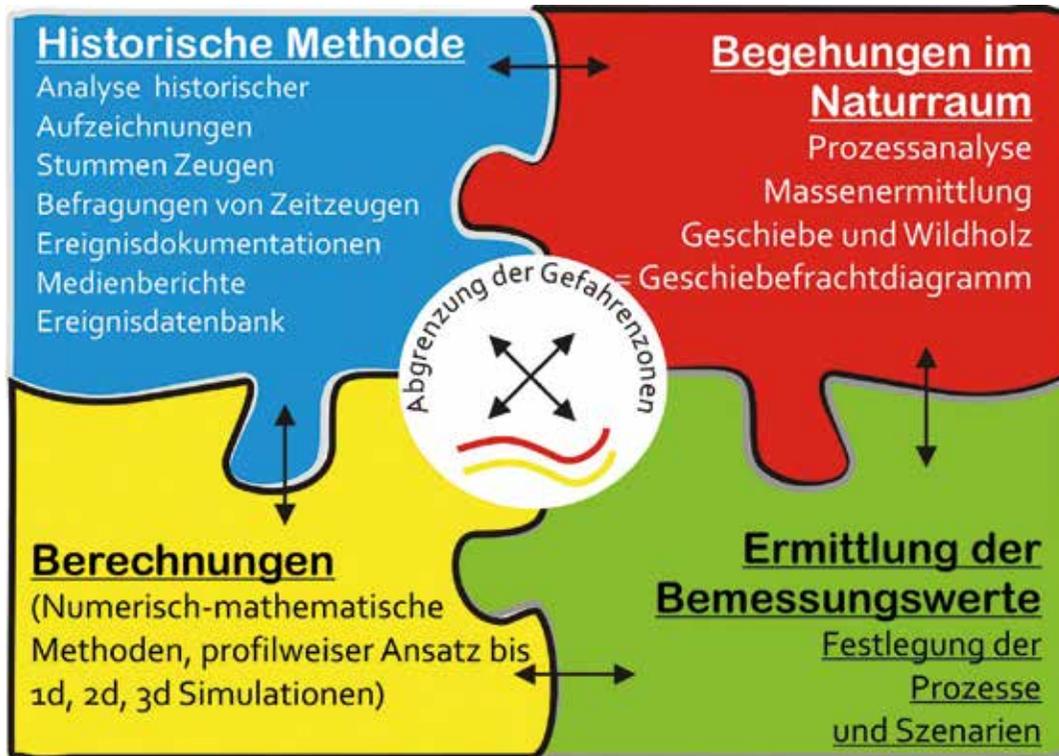


Abb. 1: Methoden der Gefahrenbeurteilung

Fig. 1: Methods for hazard assessment

baren“ – Fließvorgängen und Transportprozessen, um eine weitere Aussage/Ergebnis für die Abgrenzung der Gefährdungsbereiche zu bekommen (Abb.1).

Daraus haben sich sogenannte Mindeststandards in der Gefahrenzonenplanung entwickelt, wobei je nach Situation (Einzelobjekte vs. Ortszentren) unterschiedlich aufwändige Berechnungsmethoden und Modelle angewendet werden können. Von hoher Wichtigkeit ist jedenfalls der Hinweis auf die Validierung, Kalibrierung und für Wildbachprozesse die Plausibilisierung der Ergebnisse. Da komplexe Wildbachprozesse, wie starke Geschiebeführung, Murgang, Wildholztransport etc., nur sehr vereinfacht nachgebildet werden können – ist eine gutachterliche Beurteilung der Ergebnisse unabdingbar.

### Berechnungsmethoden und Modelle

Je nach Wildbachprozess hat man für die verschiedenen Verlagerungsprozesse gewisse Anforderungen an die Berechnungsmethoden und Modelle. Ein Blick in die Liste der gängigen Modelle macht deutlich, dass es für den Prozesstyp „Reinwasserabfluss“ deutlich mehr numerische Modelle gibt, als für Prozesse mit hohem Feststoffanteil. Feststoffreiche Wildbachprozesse sind nach wie vor ein Spezialfall und die Berechnungsmethoden sind weniger weit fortgeschritten wie in der Reinwasserhydraulik. Neben den grundsätzlichen Berechnungsmöglichkeiten für verschiedene Wildbachprozesse sind auch die sog. „Randbedingungen“ meistens schwierig zu bestimmen.

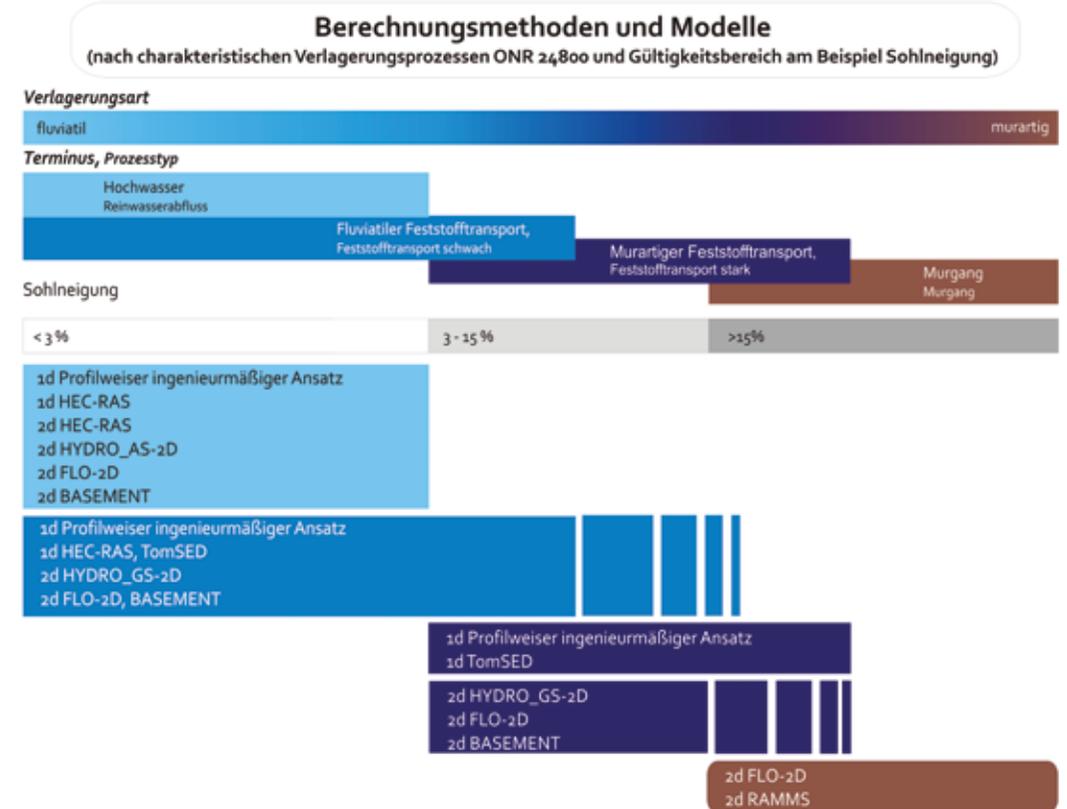


Abb. 2: Berechnungsmethoden und Modelle je Verlagerungsprozess (ONR 24800) und Sohlneigung

Fig. 2: Calculation methods and models after displacement processes (ONR 24800) and torrent slope

Je nach Fragestellung ergibt sich auch die Auswahl des Modells. Die Auswahl erfolgt nach dem charakteristischen Verlagerungsprozess nach ONR 24800 (meist Leitprozess) in Kombination mit relevanten Parametern, wie z.B.: Sohlneigung, Vorlandabfluss ja/nein, Verklauung ja/nein und führt zu einer groben Einschätzung, welches Modell grundsätzlich geeignet ist oder nicht (Abb. 2). Zum anderen, wie zum Beispiel, maximale Geschiebetransportkapazität in verbauten Wildbachgerinnen für Projektierungen oder Berechnung von Überflutungsflächen für Gefahrenausweisungen.

Oftmals ist aufgrund der Gegebenheiten und/oder der Fragestellung auch eine Kombination mehrerer Modelle sinnvoll. Zum Beispiel

kann eine Detailberechnung eines Querbauwerks oder einer Gerinnestrecke mit einem 1d-Modell und die Simulation von Überflutungsflächen im Vorland für bestimmte Szenarien (Brückverklauungen, kritische Gerinnestellen) mit einem 2d-Modell durchgeführt werden.

### Wann ist eine Simulation (numerisch-mathematische Methode) hilfreich und wenn ja – Was muss ich wissen?

Für die Abgrenzung von Wildbachgefahrenzonen gibt es lt. „Richtlinie Gefahrenzonenplanung“ zahlreiche anwendbare Methoden. Beginnend von der bewährten „Historischen Methode“ mit der Auswertung von Berichten, Zeugenaussagen

und Chroniken reicht die Methodik über die morphologische Methode (Stumme Zeugen) bis zu empirisch-statistischen und numerisch-mathematischen Methoden. Es liegt an dem Gefahrenzonenplanverfasser mit welchen Methoden eine schlüssige Aussage getroffen werden kann. Wichtig ist jedenfalls die Anwendung mehrerer Methoden, obgleich ihre Ergebnisse in Abhängigkeit der naturräumlichen Gegebenheiten unterschiedlich stark gewichtet werden können.

Die Anwendung von Simulationsmodellen gehört zur numerisch-mathematische Methode. Wie bereits oben erwähnt wurde, ist die Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse sehr wichtig. Hierzu sind „Chronikdaten“ oder „Stumme Zeugen“ die Basis, da die berechneten Prozesseinwirkungen im „Raumrelevanten Bereich“ mit den bisher beobachteten gegenübergestellt werden können.

Je nach Ausgangslage und naturräumliche Gegebenheiten hat die numerische-mathematische Methode (Simulationsmodell) einen höheren oder geringeren Mehrwert gegenüber den anderen Methoden. Einen hohen Mehrwert können Simulationen, deren Ergebnisse ausreichend plausibilisiert wurden, für nachfolgende Fragestellungen haben:

- Überflutungsgebiet in Vorländern mit schwach ausgeprägten Fließwegen: Talbäche über flache, sehr breite Schwemmkegel bis zum Vorfluter
- Verklausungen von Brücken mit Abflüssen ins Vorland (möglicherweise dicht bebaut und daher auch anthropogen stark überprägt), Abflussrelevante Einfriedungen
- Auswirkung von verschiedenen Szenarien, die durch die historischen Ereignisse nicht abgebildet wurden (z.B.: links- und rechtsufrige Bachverwerfungen am Schwemmkegel)

- Geschiebetransportvermögen anhand der Bemessungsganglinie (Geschiebefracht), Geschiebean- bzw. auflandungen in Unterlaufgerinnen
- Fließgeschwindigkeiten und Abflusstiefen je Knoten und Zeitschritt im Simulationsbereich für unterschiedliche Szenarien und Prozesstypen (Reinwasser bis Murgang lt. Verlagerungsprozessen (s. Abb.2))

Die Frage welches Simulationsmodell die auszugswise genannten Fragestellungen abbilden kann, ist dann von dem/der Planverfasser/in zu treffen. Sehr entscheidend dabei ist auch die sog. Ausgangslage. Welche Datengrundlagen stehen zur Verfügung? Fragen wie das hydrologische Belastungsbild und dessen Auswirkung auf den Wildbachprozess sind ebenso zu beantworten, wie sämtliche zur Prozessbeurteilung maßgebenden Eingangsgrößen. Sind diese dann geklärt oder ermittelt, sind noch zusätzliche Randbedingungen wie z.B.: Geländemorphologie, Stumme Zeugen und Fließwege zur Definition der „Visitenkarte“ eines Einzugsgebietes bzw. „Raumrelevanten Bereichs“ notwendig.

Für die Simulation von Reinwasserabflüssen stehen sehr viele Modelle zur Verfügung (Abb.2). Wichtige Eingangsgrößen sind:

- die Abflussganglinie (oder der Scheitelpunkt), sowie
- Daten zu Fließrauigkeiten und -geschwindigkeiten.

In flachen Wildbächen stehen viele Tabellenwerke zur Verfügung, die Fließrauigkeiten in steilen, glatten Künetten sind aber bereits schwieriger festzulegen. Hierfür werden neuerdings vom Fachzentrum Wildbachprozesse Geschwindigkeitsmessungen durchgeführt und die entsprechenden Fließrauigkeiten rückgerechnet (Moser et al., 2018). Zusätzliche Daten sind zur Plausibilisierung oder sogar Validierung und Kalibrierung

der Eingangsdaten oder Ergebnisse notwendig (z.B.: Ereignisdokumentationen, Pegeldata).

Bei Prozessen mit fluviatilen bzw. murartigem Feststofftransport sind dann die Eingangsgrößen sehr schwierig zu bestimmen. Beispiele dazu sind etwa:

- Wieviel Geschiebeanteil muss angesetzt werden (% Reinwasserganglinie – transportierbare Menge realistisch?)
- Welche Korngrößen sind maßgebend?
- Sind Rückstauereffekte durch den Vorfluter möglich und werden diese im Modell berücksichtigt?

Noch viel aufwändiger bis fast unmöglich sind Berechnungen von Murgängen. Der sehr komplexe Prozess ist keinesfalls umfassend zu modellieren, zahlreiche Vereinfachungen sind in den Modellen enthalten. Aus dieser Ausgangslage wird klar, dass nur bestimmte Teile eines Murgangs numerisch nachgebildet werden können. Entsprechend dieser Rahmenbedingungen sind auch die Ergebnisse zu werten und zu interpretieren.

### Modellergebnis – Was steckt dahinter?

Die Aussage, dass das Modellergebnis so gut wie die Eingangsdaten ist, stimmt zwar grundsätzlich, man sollte diese Aussage aber noch um die Beurteilung (Ergebnisinterpretation) erweitern. Auch in diesem Fall sind Erfahrungen mit Simulationsprogrammen und die entsprechende Gebietskenntnis zur umfassenden Beurteilung eines Ergebnisses sehr wichtig.

Die Interpretation eines Berechnungsergebnisses unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden Modellannahmen, Szenarien und der planlichen Darstellungsmöglichkeiten sind auch für Experten ein schwieriges Unterfangen. Fragen wie: Welche Geländedaten wurden verwendet? Auflösung? Kunstbauten? Zulauf? Auslauf? Modellgebiet? sind Standardfragen am Beginn

einer Interpretation. Hinzu kommen dann noch verschiedene Szenarien, die aufgrund der Bachcharakteristik und der einzelnen Wildbachprozesse als Ergebnis zu bewerten sind.

Die Weiterentwicklung der Darstellungs- und Veröffentlichungsmöglichkeiten (Streifenweise Darstellung der Fließgeschwindigkeiten (Abb. 3a), Fließvektoren (Abb. 3b), Particle Tracing (Abb. 3c), Animationen) bringt zusätzliche Inputs und sollte auch für den Betrachter in gut analysierbarer Art und Weise dargestellt werden.

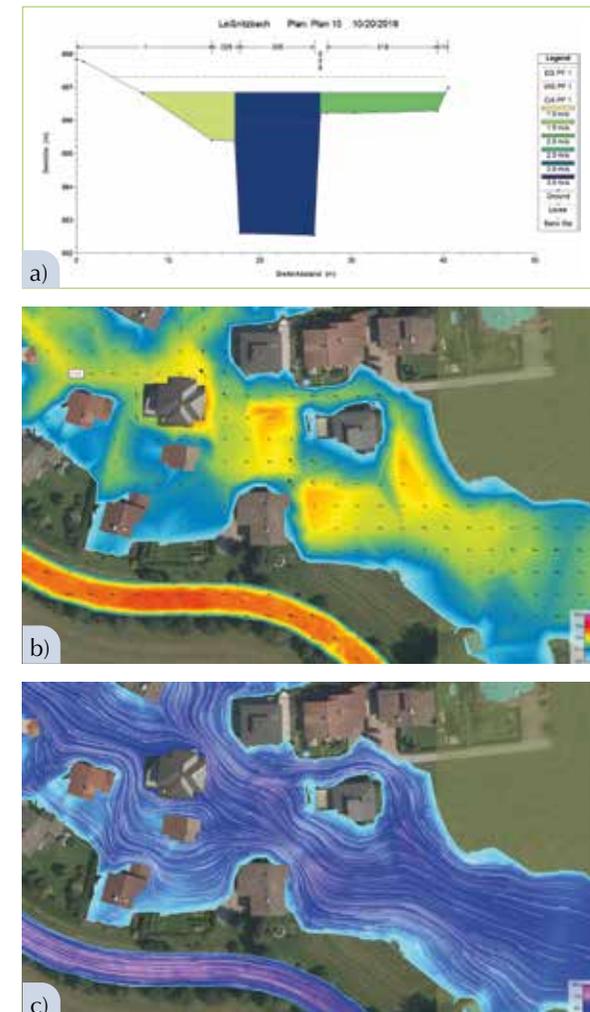


Abb. 3a–c: Beispiele von Ergebnisdarstellungen

Fig. 3a–c: Examples of different plot results

## Steckbrief zur Qualitätssicherung

Zur Qualitätssicherung wird ein „Steckbrief“ empfohlen. Zu jeder planlichen Darstellung von Simulationsergebnissen (z.B. Überflutungsflächen) sollte dieses Datenblatt beigefügt werden, da es die oben genannten Infos zu den Simulationsgrundlagen enthält. Die eingangs beschriebene, objektive sowie reproduzierbare Beurteilung wird durch diese Vorgehensweise erfüllt. Grundsätz-

lich sind Angaben zum verwendeten Modell inkl. dessen Berechnungsansatz und der Verfügbarkeit (Link zum Entwickler), zu den Eingangsdaten, wie z.B. Geländedaten, Modelldaten, Kunstbauten, Widerstände (Fließrauigkeiten), Zuflussmengen und Ort sowie auch zu den Ausflussbereichen und sonstigen Wildbachprozessen (Geschiebe ja/nein, Erosion ja/nein) zu machen. Wichtig im Steckbrief ist das am Plan dargestellte Szenario (sh. Steckbrief am Beispiel HEC-RAS 5.0.6)

### Steckbrief Simulation – Piberbach

**Verwendetes Modell** – HEC-RAS 5.0.6 – Hersteller: US Army Corps of Engineers, [www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil)

Numerische Berechnung: 1D Finite Differenzen Methode mit dynamischer Welle (instationär); 2D Finite Volumen Methode;

Räumliche Diskretisierung: 1D, unstrukturierte Querprofile; 2D, unstrukturierte und strukturierte Gitter. Die unstrukturierten Gitter sind auf 8 Kanten limitiert;

Zeitliche Diskretisierung: explizites Verfahren mit vorgegebenem Zeitschritt

### Simulationsgrundlagen:

#### Geländedaten:

z.B.: Laserdaten (Auflösung: 0,5 x 0,5 m<sup>2</sup>, Flugjahr: 2012–2013); Terrestrische Vermessung des Unterlaufgerinnes - Querprofilen verwendet; Civil3D-Modell der Planung

#### Modelldaten:

Fläche des Modellgebiets: 1,0 km<sup>2</sup>; Zellengröße (GRID): xm; Anzahl an Berechnungselementen: xx

Kunstbauten:	Ja	Nein	Tw.	Zusatzinformationen
Gerinne ins Modell eingebaut:	x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vermessung
Brücken berücksichtigt:	x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Daten aus Vermessung
Brücken verklaust?	<input type="checkbox"/>	x	<input type="checkbox"/>	
Durchlässe berücksichtigt:	<input type="checkbox"/>	x	<input type="checkbox"/>	
Durchlässe verlegt?	<input type="checkbox"/>	x	<input type="checkbox"/>	
Abflussundurchlässige Bauten (Häuser,...) berücksichtigt:	x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Häuser im DHM integriert
Abflussrelevante Einfriedungen (Gartenmauern,...) berücksichtigt:	<input type="checkbox"/>	x	<input type="checkbox"/>	

### Fließrauigkeiten:

Umgrenzung aus Landnutzung und gutachterlich via Orthofoto digitalisiert; Vorland: aus DKM-Landnutzung und Orthofotos digitalisiert; Gerinne: gutachterlich auf Basis von direkten Abflussmessungen

### Zufluss Wasser:

Instationäre Berechnung; Ganglinie berechnet mit N/A Modell (vereinfachtes SCS-Verfahren); Ort der Abflusszugabe: am oberen Modellrand im Gerinnehektometer 2,5 lt. WLK; Vorfluter: berücksichtigt

### Ausfluss Wasser:

Unterer Modellrand (bei Ortseingang Radstadt) mit konst. Energieliniengefälle

**Zufluss Geschiebe/Feststoffe:** Kein Geschiebe berücksichtigt

### Berechnete Szenarien:

Variante 1: BE; Variante 2: BE mit Teilverklausung der Brücke hm 1,2

### Planlich dargestellte Variante 1

Spitzenabfluss 17 m<sup>3</sup>/s (=HQ150) und Wasserfracht 127.000 m<sup>3</sup>, Dargestellte Berechnungsergebnisse: Maximale Fließtiefen gesamte Simulation (mit Orthofoto im Hintergrund), Plausibilitätsprüfung: ja

### Ergebnisse:

jpg, shapes, in digitaler Form vorhanden und unter: xxx/Exchange/Conny

Abb. 4: Steckbrief einer Simulation am Beispiel HEC-RAS 5.0.6

Fig. 4: Fact sheet simulation on the example HEC-RAS 5.0.6

### Methoden zur Plausibilisierung der Ergebnisse

Da im Wildbachbereich meist Daten zur Validierung und Kalibrierung der Eingangsdaten fehlen (wie Pegelschlüssel), bleibt dem/der Anwender/in nur die Plausibilisierung der Ergebnisse übrig. So sind für die Geländedaten stichprobenartige Prüfungen einzelner Modellabschnitte im Felde (Kontrolle via Orthofoto reicht oft nicht aus!) notwendig. Die Auflösung der Laserdaten ist je nach Flugjahr sehr unterschiedlich, die Berechnungsmethoden der Ausfilterung von Bewuchs, Brücken, etc. ändern sich auch je nach Flugjahr. Kunstbauten wie Gerinnegeometrien sind ebenfalls in unterschiedlichster Weise in den Modellen integriert bzw. werden je nach Modelltyp unterschiedlich berechnet. Hier ist die Empfehlung einer sog. stichprobenweisen händischen

Nachrechnung von schon berechneten modellierten Ergebnissen. Ein 2d-Modellergebnis im Gerinne sollte deshalb mittels einfachem profilweisen Ansatz überprüft werden. Auch Fließgeschwindigkeiten sind im Zusammenhang mit plausiblen Fließrauigkeiten zu prüfen. Erfahrungen oder direkte Messungen von Fließgeschwindigkeiten sind in diesem Zusammenhang sehr wichtig. Oft haben die Modelle gewisse Randbedingungen fix eingestellt (z.B.: HYDRO\_AS-2D mit 15 m/s als obere Begrenzung). Die Kenntnis solcher Randbedingungen ist daher sehr wichtig. Alle Ergebnisse sind im Felde auf Plausibilisierung zu prüfen. Eine Begehung wichtiger Abschnitte sollte deshalb in jedem Fall erfolgen, hier ist die Erfahrung des Modellierers ein entscheidender Faktor.

Bei gut dokumentierten, bereits stattgefundenen Ereignissen sind Rückrechnungen im

Zuge der ERDOK besonders hilfreich. Solche Berechnungen zeigen dann auch sehr oft die Möglichkeiten und Grenzen der Modelle schonungslos auf. Besonders offensichtlich wird dies im Falle von Geschiebe- und Murgangberechnungen, die bei Änderung der Eingangsdaten oft große Bandbreiten an Ergebnissen liefern.

### Erfahrungen aus der Praxis

Plausibilisierung der Fließgeschwindigkeiten je Profil oder Knoten

Im Falle einer 1d-Berechnung werden oft die Fließgeschwindigkeiten als Mittel im Querschnitt dargestellt, mit manchen Modellen sind aber auch streifenweise Darstellungen möglich (HEC-RAS). Mit dieser Anzeige/Berechnungsmöglichkeit ist eine Plausibilisierung besser möglich (z.B.: mehrteilige Profile mit Niederwasserbereichen und flachen Vorlandabschnitten). Modellunabhängig sollten generell zu den Fließtiefen auch immer die Fließgeschwindigkeiten betrachtet und plausibilisiert werden. Empfohlen werden auch direkte Messungen von Fließgeschwindigkeiten im Felde und Plausibilisierungen mit den Modellergebnissen.

Darstellung der Fließgeschwindigkeiten und Fließtiefen

Die Energiehöhe lässt sich aus der Summe von Fließhöhe und Geschwindigkeitshöhe ( $v^2/2g$ ) berechnen. Bei Simulationen mit instationärem Abfluss (Ganglinie) ist hierzu unbedingt die Fließtiefe und -geschwindigkeit eines bestimmten Zeitschritts zu wählen und nicht die jeweils maximalen Fließtiefen und -geschwindigkeiten. Bei Modellen die nur die Maximalwerte ausgeben ist eine Weiterverarbeitung der Daten (z.B.: im QGIS) eventuell notwendig.

Reinwasser 1d (Beispiel Hec-Ras)

Grundsätzlich sollten als erster Schritt querprofilweise Handrechnungen oder 1d-Modelle verwendet werden, um z.B. die Abflusskapazität im Gerinne zu ermitteln. Diese Berechnungen liefern meist brauchbare Ergebnisse mit vertretbarem Aufwand, nicht selten reicht diese Berechnung dann für wildbachtechnische Fragestellungen aus und ein aufwändiges 2d-Modell kann der/die Planer/in verzichten. Wichtig ist jedoch zu wissen, dass mit eindimensionalen Modellen keine Kurvenüberhöhungen gerechnet werden können. Der Wasserspiegel wird immer als horizontale Anschlaglinie je Querprofil ermittelt. Bei geteilten oder mehrgliedrigen Profilen ist das Hauptgerinne durch „Levees“ zu begrenzen (Berechnung Hauptgerinne, dann Doppelprofil oder Vorland). Reinwasser 2d (FLO-2D und HYDRO\_AS-2D)

Die Ausdehnung der berechneten Überflutungsflächen kann unter Umständen in den Randbereichen unrealistisch groß sein. Es wird daher empfohlen, dass berechnete Werte (Fließtiefen) unter 5cm nicht dargestellt werden. Dies rührt daher, dass in den Modellen in der Regel keine Versickerung berücksichtigt wird. Eine genaue Plausibilisierung im Gelände im Zuge der Gefahrenzonenausweisung wird daher immer nötig sein und dringend empfohlen.

Feststoffberechnungen 1d (Tom<sup>SED</sup>)

Geschiebeberechnungen mit gängigen Formeln für Wildbäche sind querprofilweise oder mit dem 1d-Modell Tom<sup>SED</sup> berechenbar. Rückstaueffekte durch den Vorfluter können jedoch nicht berechnet werden. Mit Tom<sup>SED</sup> ebenfalls nicht berechenbar sind „Levees“, was vor allem in Wildbächen unbedingt zu berücksichtigen wäre. In der Anwendung sind daher geteilte oder mehrgliedrige Profile zu vereinfachen bzw. ist nur das Hauptgerinne zu verwenden.

Feststoffberechnungen 2d (FLO-2D, HYDRO\_GS-2D, BASEMENT)

Diese Berechnungen sind eher für Spezialisten und nur unter der Ausgangslage guter Eingangsdaten sinnvoll sowie eine Ergänzung zu anderen Methoden (Historische Methode, udgl...). In Abb. 5 sind die Ergebnisse eines bestimmten Ereignisses, dass mit verschiedenen 2d-Simulationsmodellen berechnet wurde dargestellt. Die Diskrepanz zeigt die große Bandbreite trotz gleicher Modellgrundlagen und Eingangsdaten. Als Basis für die 2d-Berechnungen am Beispiel Obersulzbach erfolgte die Bestimmung der maßgebenden Korngrößen, der Transportkapa-

zitäten hinsichtlich Abfuhrvermögen des Gerinnes und Geschiebetransport je Gerinneabschnitt mittels ingenieurmäßigem profilweisen Ansatz und einer 1d-Berechnung im Gerinne. Durch diese Berechnungen wurden die kritischen Gerinneabschnitte ermittelt und darauf aufbauend die Grundlagen und Eingangsdaten für die 2d-Modellierung geschaffen. Die aufgrund von Bildmaterial dokumentierten Fließwege und groben Fließtiefen konnten mit den 2d-Modellen nachgebildet werden. Zwischen den angewandten Modellen sind hinsichtlich Ausbreitungsflächen vor allem in der orographisch rechtsufrigen Schwemmkegellinie (Bild-darstellung links oben – gelbes Kreuz in Abb. 5)

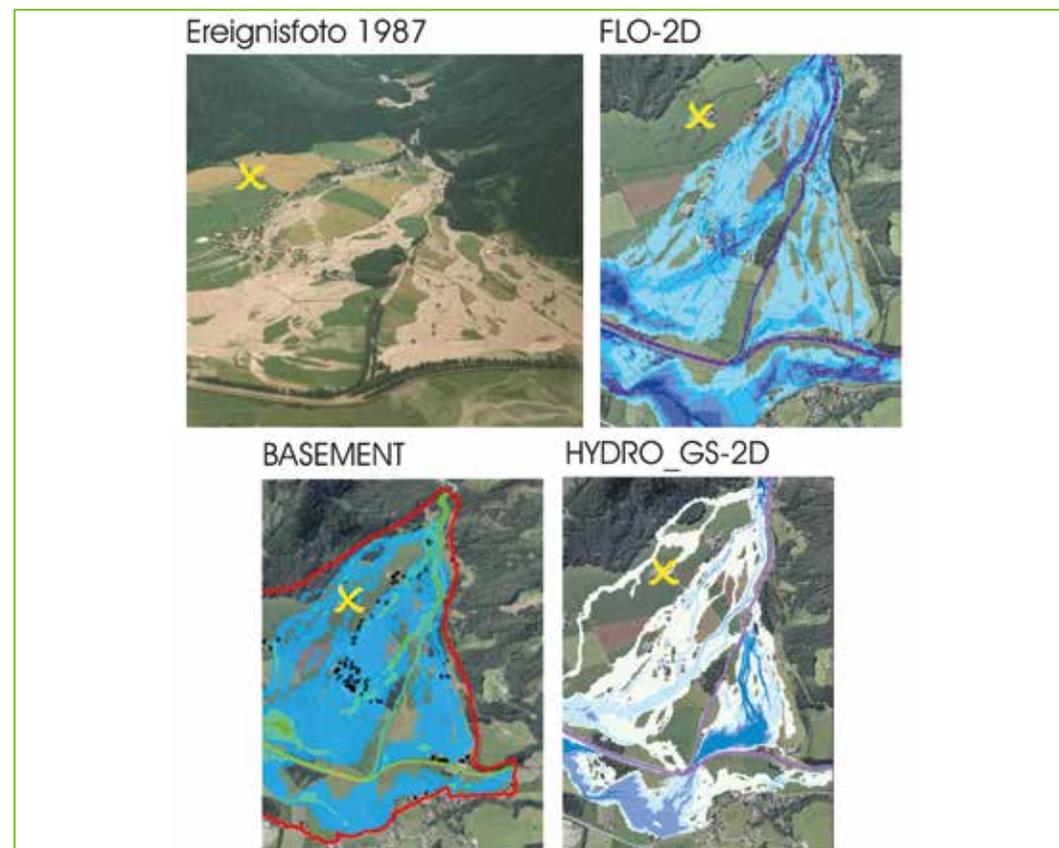


Abb. 5: Ereignisrückrechnung 1987 (Berechnete Fließtiefen)

Fig. 5: Event back calculation 1987 (calculated flow depths)

große Unterschiede, die restlichen bachnahen Fließwege werden – verglichen mit dem historischen Bild – ganz gut getroffen.

Murgangberechnungen 2d (FLO-2D und RAMMS)

Unterschiedliche Modelle und Eingangsdaten bewirken eine große Bandbreite an Ergebnissen (in der Regel noch größer als bei Modellen für Reinwasser oder fluviale Prozesse). Zudem können die für Murgänge typischen Kurvenüberhöhungen nicht berechnet werden. Als Beispiel dazu wird das Ereignis am Sattelbach/Gde. Hüttau (Salzburg) im Juni 2013 angeführt (Moser et al., 2013). Der Murgang pendelte am Schwemmkegelhals zuerst stark an die orogr. linke Seite (Querprofil im hm 3,60) und beaufschlagte zunächst die linksufrigen Objekte (Hochbehälter und Gebäude). Anschließend schwenkte der Mur-

gang an die orogr. rechte Talseite und zerstörte das Mitarbeiterwohnhaus des Hotels Hubertushof. Im Bereich der Eisenbahnquerung erfolgte eine Verklauung des Durchlasses sowie des Vorfluters Fritzbach. Die Rückrechnung des Murgangs zeigt eine relativ gute Übereinstimmung der max. Fließtiefen im Bereich der Bachachse mit dem Programm FLO-2D und eine Unterschätzung mit RAMMS. Beide Modelle konnten die orogr. linke Kurvenüberhöhung nicht zur Gänze nachbilden (Hochbehälter sh. Abb. 6), auch die seitliche Ausbreitung im Siedlungsgebiet wurde vor allem linksufrig von beiden Modellen stark überschätzt.

Im Mündungsbereich liefert die FLO-2D Berechnung ganz gute Ergebnisse. RAMMS kann den Vorflutabfluss nicht ins Modell integrieren und unterschätzt somit die Abflusstiefen im Bereich des Hotels Hubertushofs. Grundsätzlich haben beide Modelle bei der Berechnung der

extremen Kurvenüberhöhungen und der dadurch bedingten Fließrichtungsänderungen große Probleme. Hier werden die Grenzen der Berechnungsmöglichkeiten klar aufgezeigt.

### Empfehlungen für die Praxis

Die in diesem Beitrag exemplarisch dargestellten Möglichkeiten und Grenzen in der Anwendung von numerischen Modellen als Hilfsmittel in der Gefahrenzonenplanung führen zu Empfehlungen für die Praxis. Unterschiedliche Modelle werden in der Praxis bereits angewendet und bringen schließlich einen entscheidenden Mehrwert in der Abgrenzung der Gefahrenzonen für Wildbäche.

### Einige Empfehlungen sind hier noch angeführt:

Vom einfachen Ansatz zu komplizierten, aufwändigen Modellen

Ausgehend von der Fragestellung „Was will ich simulieren?“ ist ein guter Zugang die Berechnungen mit einfachen Ansätzen, wie profilweise ingenieurmäßige Berechnungen oder 1d-Simulationen durchzuführen. Nicht selten werden damit schon sehr gute Ergebnisse erreicht und auf eine aufwändige 2d-Simulation kann verzichtet werden. Die einfachen Berechnungen liefern auch bei einer Notwendigkeit einer 2d-Berechnung wichtige Inputs für das Modell. Kenngrößen, wie kritische Abschnitte (Verengungen, Verklauungen) mit möglichen Gerinneüberbordungen und daraus resultierender Abfluss ins Vorland können werden aufgezeigt und das 2d-Modell dann hinsichtlich Modellausschnitt optimiert werden. Für diesen Ausschnitt kann man dann auch gezielt genauere Datengrundlagen ins Modell einbauen, sodass die Qualität des Ergebnisses verbessert werden kann.

Vom GROBEN ins FEINE

Mehrere Simulationsmodelle beginnend mit zunächst grober räumlicher Diskretisierung (große Auflösung der Zellen) zeigt mögliche Fließwege und die Ausdehnung an. Im feineren Modell kann dann der Simulationsbereich gut eingegrenzt und das Modell im Detail auch für die wichtigen Abschnitte/Flächen erstellt werden. Hinsichtlich Netzstruktur haben sich für Feststofftransportberechnungen die Dreiecksnetze als günstiger gegenüber Rechtecknetzen herauskristallisiert.

Bandbreiten rechnen

Die zu berechnenden Prozesse sind mit Ausnahme vom Reinwasserabfluss mit großen Unsicherheiten - aufgrund der vereinfachten Berechnungsansätze - behaftet. Aus diesem Grund sind verschiedene Modellvariationen (Parameter, Formelansätze) zu rechnen, um die Bandbreite möglicher Ergebnisse zu bekommen. Letztlich bleibt es dem Planverfasser als Experte überlassen, diese Ergebnisse zu „Werten“ und in die Beurteilung einfließen zu lassen.

Varianten mit und ohne Kunstbauten (Brücken, Dämme, Einfriedungen)

Kunstbauten bewirken eine starke Änderung der Fließwege, Ablagerungen und Erosionen. Zur Ermittlung der Änderungen und Auswirkungen sind immer Berechnungen mit und ohne Kunstbauten empfehlenswert. Auch die Angabe, ob verschiedene Varianten berechenbar sind oder nicht, sollte unbedingt im Qualitätsdatenblatt einfließen (z.B.: Rückstau Vorfluter ja/nein; Seespiegel möglich ja/nein).

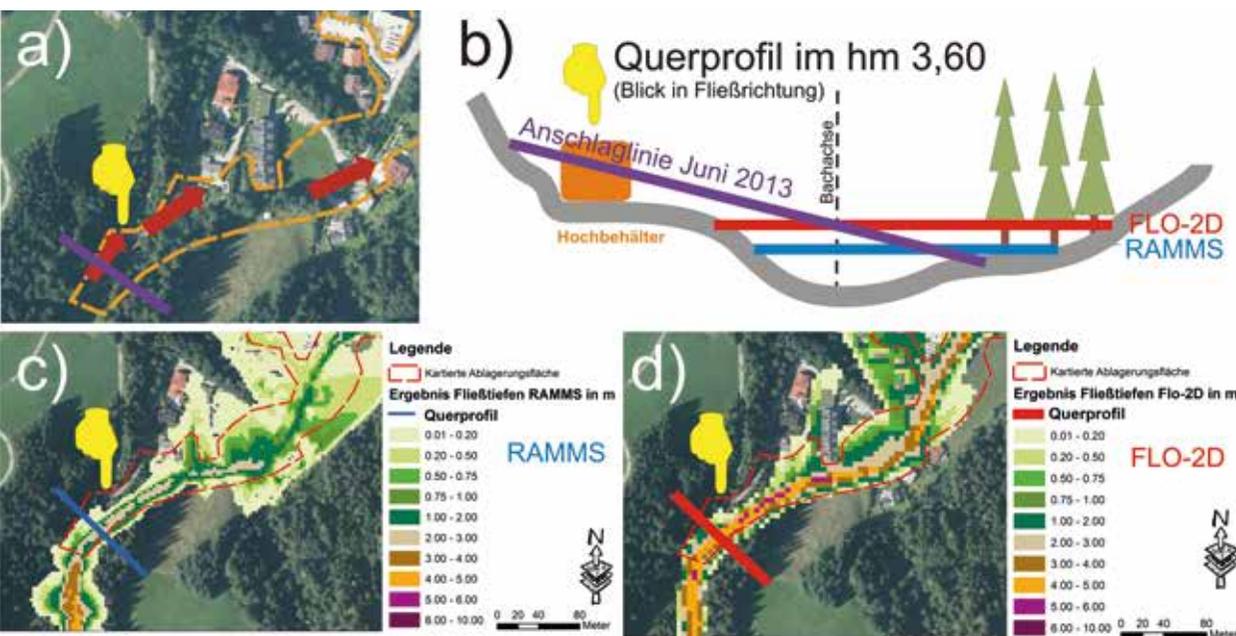


Abb. 6: Ereignisdokumentation und simulierte max. Fließtiefen (links FLO-2D, rechts RAMMS)

Fig. 6: Event documentation and calculated max flow depth (right FLO-2D, left RAMMS)

### Modellplausibilisierung

Geländemodellgrundlagen durch Ortsaugenschein plausibilisieren – besonders bei (neuen) Häusern, Mauern, Geländeänderungen (Aufschüttungen, Straßenneu- oder -umbau)

### Ergebnisplausibilisierung

Qualitätsverbesserung durch Steckbrief mit den Datengrundlagen der Simulationsvariante sowie des Modells. Stichprobenweise Kontrolle berechneter Fließgeschwindigkeiten und -höhen. Bei 2d-Modellen sollten auch einfache 1d-Berechnungen an neuralgischen Punkten zur Kontrolle und Plausibilisierung durchgeführt werden.

### Ergebnisdarstellung

Layout: Legende ab 5 cm Fließtiefen darstellen; Fließtiefen und -geschwindigkeiten planlich je Variante und Zeitschritt darstellen, Fließwege durch Fließvektoren oder Stromlinien zeigen Anströmrichtung und Dauer sowie starke Sohl Schubspannungen an, Film/Animationen von Teilbereichen für die Koordinierungen sowie Öffentlichkeitsarbeit erstellen (z.B. Crayfish Plugin QGIS im Leitfaden „Darstellung von Simulationsergebnissen“)

### Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Fortschritte der letzten Jahre in der praktischen Anwendung von numerischen Modellen ergänzen die Beurteilung gestützt auf die historische Methode, empirisch hergeleitete Kenn-

werte sowie Expertenwissen um eine zusätzliche objektive Methode. Simulationen stellen daher mittlerweile ein wertvolles Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung dar. Auch wenn aufgrund immer benutzerfreundlicherer Oberflächen die Bedienung der Modelle einen großen Fortschritt gemacht hat, sollten die einfachen Ansätze wie profilweiser ingenieurmäßiger Ansatz oder 1d-Berechnungen grundsätzlich zur ersten Abschätzung herangezogen werden. Die einfachen Berechnungen liefern wichtige Inputs, Kenngrößen wie kritische Abschnitte (Verengungen, Verklausungen) mit möglichen Gerinneüberbordungen und in weiterer Folge der Abfluss ins Vorland werden aufgezeigt. Auch das Abfuhrvermögen eines Gerinnes nach Verbauung kann mittels einfachem 1d-Modell wesentlich einfacher und fachlich gleichwertig berechnet und dargestellt werden. Sobald jedoch Gerinneüberbordungen auftreten, ist eine Berechnung der Ausbreitung der Fließwege entweder aus einer Kombination von 1d- und 2d-Modellen (HEC-RAS) oder reinen 2d-Modellen (FLO-2D, HYDRO\_AS-2D, BASEMENT) möglich. Aufgrund der großen Unsicherheiten der Berechnung von Prozessen mit Feststofftransport oder Murgängen sind hier verschiedene Modellvariationen (Parameter, Formelansätze) zu rechnen, um eine entsprechende Bandbreite zu bekommen. Letztlich bleibt es dem Planverfasser als Experte überlassen, diese Ergebnisse zu „Werten“ und in die Beurteilung einfließen zu lassen. Der hier vorgestellte Steckbrief zur Qualitätssicherung leistet einen Beitrag zur eingangs beschriebenen, objektiven sowie reproduzierbaren Beurteilung von berechneten Werten.

### Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Markus Moser  
DI Patrick Stolz  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Wildbachprozesse  
GBL Lungau  
Johann Löcker Str. 3, 5580 Tamsweg  
markus.moser@die-wildbach.at

DI Michael Botthof  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Wildbachprozesse  
GBL Kärnten Nordost  
Meister Friedrich Straße 2, 9500 Villach  
michael.botthof@die-wildbach.at

DI Gerhard Holzinger  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Wildbachprozesse  
GBL Wien, Burgenland und Niederösterreich Süd  
Neukirchnerstr. 125, 2700 Wr. Neustadt  
gerhard.holzinger@die-wildbach.at

DI Gerald Jäger  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Wildbachprozesse  
GBL Bregenz  
Rheinstraße 32/4, A 6900 Bregenz  
gerald.jaeger@die-wildbach.at

DI Stefan Janu  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Wildbachprozesse  
GBL Steiermark Nord  
Schönaustraße 50, 8940 Liezen  
stefan.janu@die-wildbach.at

DI Dr. Johannes Kammerlander  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Wildbachprozesse  
GBL Außerfern  
Buchenort 2a, 6600 Lechaschau  
johannes.kammerlander@die-wildbach.at

Dipl.Geogr. Susanne Mehlhorn  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Wildbachprozesse  
Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland  
Marxergasse 2, 1030 Wien  
susanne.mehlhorn@die-wildbach.at

DI Christian Pürstinger  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Wildbachprozesse  
GBL Oberösterreich West  
Traunreiterweg 5, 4820 Bad Ischl  
christian.puerstinger@die-wildbach.at

### Literatur / References:

JÄGER, G.; MOSER, M.; HABERSACK, H. (2012): Methoden und Modelle zur Berechnung von Abflusskapazitäten und Geschiebetransport in alpinen Fließgewässern, Wildbach- und Lawinenverbau; Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen, Erosions- und Steinschlagschutz, Heft Nr. 169

MOSER, M.; JANU, ST. (2008): Möglichkeiten und Grenzen im Einsatz von numerischen hydraulischen Simulationsmodellen als Werkzeug und Unterstützung zu gebräuchlichen Berechnungsmethoden bzw. Verfahren für die Abgrenzung und Darstellung von Gefahrenzonen am Beispiel des Zederhausbaches; Wildbach- und Lawinenverbau; Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen, Erosions- und Steinschlagschutz, 72. Jhg., April 2008, Heft Nr. 158

MOSER, M.; BRENNER, F.; MEHLHORN, S.; NEUMAYR, G.; SCHARTNER, P. (2013): Abfluss-, Geschiebe- und Murganganalyse der Ereignisse vom 2. Juni 2013 in Salzburg, Wildbach- und Lawinenverbau; Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen, Erosions- und Steinschlagschutz, Heft Nr. 172

MOSER, M.; KAMMERLANDER, J.; TRITTHART, M.; JANU, ST.; BURGER, H. (2018): Abflussmessungen in Wildbachgerinnen mit FlowSens – Fließgeschwindigkeiten und abgeleitete Fließräuigkeiten, Wildbach- und Lawinenverbau; Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen, Erosions- und Steinschlagschutz, Heft Nr. 180

FACHZENTRUM WILDBACHPROZESSE (2019): Praxisleitfaden - Darstellung und Animation von Simulations-Ergebnissen für HEC RAS 5.06, FLO-2D, Hydro-AS-2D, Basement

FACHZENTRUM WILDBACHPROZESSE (2017): Abfluss- und Geschiebesimulation Obersulzbach, Gemeinde Neukirchen

JOHANN THOMAS SAUSGRUBER

## Risiko Governance bei gravitativen Naturgefahren – ein Abriss zu Österreichs Status Quo

### *Risk governance of gravitational hazards – A sketch of Austrian's Status Quo*

#### Zusammenfassung:

Risikomanagement auf dem Gebiet der Naturgefahren oder anders ausgedrückt die Steuerung und der Umgang mit diesen erfordert entsprechende Instrumente. Diese sind letztendlich für alle Naturgefahren Gefahrenhinweiskarten, Gefahrenkarten/-zonenpläne, Risikokarten/-zonenpläne. Während in der Schweiz und Südtirol derartige Grundlagen großteils vorhanden sind, fehlen sie in Österreich im Bereich der gravitativen Naturgefahren überwiegend. Ein gesamtgesellschaftliches, integrales Risikomanagement ist damit nicht möglich. Das Forstgesetz 1975 und die Verordnung zur Gefahrenzonenplanung 1976 waren in Österreich zukunftsorientiert und richtungsweisend für Wildbach- und Lawinenprozesse, um mittels der Gefahrenzonenplanung ein gesetzlich legitimes Planungsinstrument zu schaffen. Sie bieten das Potential für ein risikobasiertes Handeln. Im Wasserbau sind Risikopläne für risikobasiertes Steuern und Handeln schon länger Standard (WRG 1959). Für Sturz- und Rutschprozesse fehlen bislang gesetzliche Grundlagen zur Ausweisung von Gefahrenzonen. Es fehlt ein klares politisches Bekenntnis zum integralen Risikomanagement durch einen gesetzlichen Auftrag, in dem Aufgaben, Standards, Kompetenzen und Ressourcen für alle Naturgefahren bundesweit zu regeln wären. Risikomanagement kann aber nicht alleine durch staatliche Regelungen funktionieren, es bedarf auch einer Risikokultur. Risikokultur bedeutet, Information und Kommunikation zur Schaffung von Akzeptanz, Partizipation und Mitspracherecht aller Beteiligten respektive Betroffenen.

#### Stichwörter:

Risiko Governance, Integrales Risikomanagement, Naturgefahren, Sturz- und Rutschprozesse, Gefahrenzonenplanung

#### Abstract:

*Risk management for natural hazards, which means the control and handlings of those, requires appropriate methods and instruments. Such instruments are hazard maps, hazard zone maps and hazard risk maps considering all natural hazards. Whereas such maps are*

*available in countries like Switzerland and South Tyrol / Italy, they are lacking in Austria for landslides and rock fall processes. The forestry law of 1975 and the bylaw of 1976 were forward orientated and indicator for hazards including debris flows and avalanches by creating a legitimacy-planning tool for land use planning. Those fundamentals also have the potential for risk management. In the case of river floods, risk management is already standard since a longer period (WRG 1959). Similar planning tools for hazards and risks resulting from landslides and rock falls are not sufficiently defined by law yet. For these natural hazards there is a missing political acknowledgement, in which tasks, standards, competences and resources are nationally regulated. However, risk management cannot be done by state regulation alone. It also requires a risk culture, which includes information and communication of risks getting acceptance, participation and rights to say of persons concerned and involved.*

#### Keywords:

*Risk governance, risk management, natural hazards, landslide, rock fall, hazard zone planning*

#### Einleitung

Der Mensch in den Alpen lebt aufgrund des begrenzten Raumes seit Jahrtausenden im Spannungsfeld zwischen seinen Wohn- bzw. Nutzungsansprüchen und Naturgefahren. Einerseits durch erfahrungsbasiertes Wissen andererseits durch technologische Entwicklung war es ihm möglich, sich erfolgreich zu schützen. Schutzbauten, forstliche Maßnahmen insbesondere aber der gesunde Menschenverstand, stark gefährdete Bereiche nicht zu nutzen, ermöglichten erst, alpine Gebiete zu besiedeln. Letzterer Aspekt wurde im ausgehenden 19. Jahrhundert insbesondere nach dem 2. Weltkrieg mehr und mehr fallengelassen. Die vermehrte wirtschaftliche und touristische Erschließung der Alpen, die zu großem Wohlstand führte, hat den Aspekt des Verzichts auf Nutzung von Risikoflächen hintangestellt. Die Umsetzung von Verbauungs- und Schutzmaßnahmen zur Regulierung naturräumlicher Prozesse war Leitbild. Große Ereignisse wie beispielsweise das Hochwasser im August 2005, welches den Inn in Innsbruck fast übergehen ließ

und große Schäden im Paznauntal verursachte, haben die Überzeugung der „Unverwundbarkeit“ und des „allen Machbaren“ bröckeln lassen. Auch wächst das Bewusstsein, dass der Klimawandel bereits zu ungünstigeren Rahmenbedingungen geführt hat und noch verstärkt führen wird. Unter diesen Prämissen erlangen diverse Planungsinstrumente zur nachhaltigen Entwicklung des Alpenraumes immer größere Bedeutung. Dazu gehören der Gefahrenzonenplan und in weiterer Folge der Risikoplan.

#### Gravitative Naturgefahren

Unter gravitativen Naturgefahren fallen sämtliche hang abwärts gerichtete, der Schwerkraft folgende Verlagerungen von Schnee-, Locker- und Festgesteinsmassen. Ganz allgemein betrachtet, zählen hierzu Lawinen, Murgänge, Stürze und Rutschungen. Im engeren Sinne werden darunter häufig Stürze und Rutschungen genannt. Der vorliegende Beitrag beschränkt sich auf die zuletzt genannten zwei Prozessstypen. Sie sollen nachfolgend kurz charakterisiert werden.

## Stürze

Stürze sind schnelle Massenbewegungen von einzelnen Steinen, Blöcken oder Felsteilen. Die Anfangsbewegung kann ein Kippen, Gleiten oder Stürzen sein. Die Folgebewegung ist ein Springen und Rollen. Bei Kubaturen bis 100 m<sup>3</sup> spricht man von Stein- oder Blockschlag, bei Kubaturen darüber von Felssturz. Sehr große abstürzende Massen mit mehr als 100.000 m<sup>3</sup> werden als Bergstürze bezeichnet (www.planat.ch). Die Bewegung großer Massenstürze kommt häufig einem Fließen gleich.

## Rutschungen

Rutsche sind hangabwärts gerichtete Verlagerungen von Locker- und / oder Festgesteinen am Hang. Sie sind durch ein großes Spektrum von unterschiedlichsten Bewegungsmustern gekennzeichnet. Um eine Vorstellung davon zu bekommen, sei auf die Publikation von Hungr et al. 2014 verwiesen, in der 32 Arten gravitativer Massenbewegungen beschrieben sind (Tabelle 1).

Mechanisch-kinematisch betrachtet, laufen die Bewegungen kippend, gleitend, driftend, fließend oder kriechend (langsames Fließen) ab. Auch können die genannten Bewegungen zeitgleich oder in kurzen zeitlichen Abständen zueinander als eine Verkettung unterschiedlicher Prozessarten, z.B. Gleiten und Fließen, die als Hangmuren bezeichnet werden, auftreten. Sie können sehr schnell mit einigen 10er Metern pro Sekunde oder sehr langsam mit wenigen Zentimetern pro Jahr ablaufen. Die Ursachen der Auslösung und der Prozessablauf sind vielfach ein komplexes Zusammenspiel verschiedenster Faktoren. Neben der geologisch-geomorphologischen Grunddisposition und den geotechnischen Gesteinseigenschaften spielen vielfach die Hangwasserverhältnisse und die klimatisch-meteorologischen Verhältnisse eine Rolle. Auch trägt der Mensch durch seine Tätigkeiten nicht selten zur Bildung und Auslösung von Rutschungen bei. Prognosen über Eintrittswahrscheinlichkeiten sind selbst bei gut untersuchten und beobachteten Massenbewegungen äußerst schwierig oder nicht möglich (Abbildung 1).

Bewegungsart Mechanik	Bewegungsart Festgestein	Bewegungsart Lockergestein
<b>Fallen</b>	• Fels/Eis Sturz	• Block/Schutt/Silt Fallen
<b>Kippen</b>	• Fels Block-Kippen • Fels Biegekippen	• Kies/Sand/Silt Kippen
<b>Gleiten</b>	• Fels Rotations-Gleiten • Fels Planares-Gleiten • Fels Keil-Gleiten	• Ton/Silt Rotations-Gleiten • Ton/Silt Planares-Gleiten • Kies/Sand/Schutt Gleiten
<b>Driften</b>	• Fels Driften	• Sand/Silt verflüss. Driften • Driften sensibler Tone
<b>Fließen</b>	• Fels/Eis Lawine	• Schutt Lawine • Erdfließen (Erdströme)
<b>Hangdeformation</b>	• Berghang Deformation • Felshang Deformation	• Bodenhang Deformation • Bodenkriechen

Tab. 1: Auswahl unterschiedlicher gravitativer Hangbewegungen unter Berücksichtigung des Bewegungsmechanismus und der Gesteinsart nach Hungr et al. 2014

Tab. 1: Selection of different landslides considering the mechanics of movement in rock or soil after Hungr et al. 2014



Abb. 1: links – Erdstrom Gschlifgraben, Oberösterreich. Eintrittswahrscheinlichkeiten alle 80 bis 100 Jahre (Weidinger & Spitzbart 2005); rechts – Hangmuren im Jahr 2015 im Sellrain, Tirol (Foto Pittracher) – Ort und Zeitpunkt des Auftretens nicht prognostizierbar.

Fig. 1: left – Earthflow Gschlifgraben, Upper Austria. Probability of occurrence every 80 to 100 years (Weidinger & Spitzbart 2005); right – Debris slide-flow in the year 2015, Valley Sellrain, Tyrol (Photo Pittracher) – location and time of event are not predictable.

## Risikomanagement für gravitative Naturgefahren

Risikomanagement ist die Steuerung und die Überwachung des Umganges mit Naturgefahren (Rudolf-Miklau 2018). Neben der Gefahrenabwehr würde hierbei insbesondere die Gefahrenvermeidung eine wesentliche Rolle einnehmen. Die Vermeidung von Gefahr durch gut überlegte und umgesetzte raumplanerische Konzepte, die risikobasierte Raumplanung (Kanonier 2005, Kanonier et al. 2015), trüge dazu bei, dass Kosten für die Errichtung von Schutzbauwerken und deren Instandhaltung im vorhersehbaren Rahmen blieben und Handlungsspielraum für weitere Maßnahmen gewahrt bliebe. Die Ausgaben für Investitionen zur Vermeidung von Schäden durch Lawinen, Wildwasser und Hochwasser haben sich seit Beginn der 2000er Jahre bis 2015 in etwa verdoppelt (Sinabell 2019). Die Frage, die man sich vermehrt stellen muss, ist: „Was können und wollen wir uns leisten?“ Schlussendlich ist diese Frage gesellschaftspolitisch auf Basis von Risikobetrachtungen, in Form eines Risikodialoges, zu diskutieren und zu entscheiden.

Demgegenüber ist der Ansatz der Risikovermeidung im Bereich der Naturgefahren, insbesondere der gravitativen Naturgefahren in Österreichs Politik bisher wenig ausgeprägt. Besonders in einem Land mit viel Tourismus wird die Investition zur Erschließung als gutes Recht und als notwendige Maßnahme für den eigenen als auch gesellschaftlichen Wohlstand gesehen. Die Gewinnung von Flächen für diverse Projekte durch Schutzbauten in Gebieten mit Naturgefahren ist häufig die erste Wahl. Auf diese Erschließungsflächen zu verzichten, um den Naturprozessen Raum zu geben, findet wenig Akzeptanz. Das Vorarlberger Raumplanungsgesetz 2012 bildet in Österreich vielleicht eine Ausnahme. In diesem wird festgehalten, dass die zum Schutz vor Naturgefahren notwendigen Freiräume erhalten bleiben sollen (Kanonier 2019). Wie dieser Grundsatz in der Praxis umgesetzt wird, bleibt jedoch offen und indifferent.

Infolge der menschlichen Wahrnehmung ist man dazu geneigt Gebiete mit großer Gefahr, z.B. Rote Zonen in Gefahrenzonenplänen, jenen mit einem hohen Risiko gleichzusetzen. Diese begriffliche Vermischung von Gefahr und Risiko ist grundsätzlich unrichtig und führt zu falschen

Schlüssen. Vielfach haben Gebiete mit geringerer Gefahrenintensität aufgrund öfter wiederkehrender Schadenereignisse ein höheres Schadenpotential, d.h. auch ein höheres Risiko. Risikobezogene Betrachtungen lassen erkennen, wo Handlungsbedarf besteht. Priorisierungen können besser durchgeführt und Geldmittel gezielter eingesetzt werden. Aus dem Risikoansatz lässt sich auch die Wertschöpfung von Schutzmaßnahmen berechnen. Dieser Ansatz wurde im Dienstzweig bereits 2004 beim Interreg IIIb Projekt nab (naturraumpotential alpiner beragegebiete) verfolgt. Für den Enterbach, der seit dem Katastrophenereignis 1969 von der WLW intensiv verbaut wurde, konnte eine Wertschöpfung von 100 Mio. € für die Gemeinde Inzing, Tirol, durch die errichteten Schutzbauten nachgewiesen werden, wobei zum Erhalt der Wertschöpfung durch Instandhaltung und Wartungsmaßnahmen dieser jedes Jahr € 70.000 an Rücklagen notwendig werden. (Hardegger et al. 2009, Schiegg 2005). Jedoch bleiben derartige Betrachtungen bei gravitativen Naturgefahren eher die Ausnahme als die Regel. Dem gegenüber sind im Wasserbau Risikobetrachtungen schon lange Standard (WRG 1959, WRG-GZPV 2014, ÖREK 2017). Gründe dafür sind, dass Schäden, welche bei Überflutungen auftreten, Ausmaße erreichen, die zum Handeln zwingen. Zudem sind die Ereignisse im Hinblick auf die Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit besser und leichter zu prognostizieren als auf

dem Gebiet gravitativer Naturgefahren. Die Reaktionszeit der großen Einzugsgebiete übertrifft bei weiten die Dauer eines Sturzereignisses, weshalb Überflutungen vom gut ausgebauten Messnetz der hydrographischen Dienste erfasst und von leistungsfähigen Simulationsmodellen auf Basis langjähriger Messdaten und Grundlagendaten verlässlich prognostiziert werden können (Blöschl et al. 2015).

Risikobasierte Betrachtungen sind für Steinschlag besonders aber für Rutschungen ungleich schwieriger als für die Prozesse Hochwasser, Muren und Lawinen. So fehlen doch i.d.R. Messdaten zu Bewegungen, ausreichend gute Informationen zu Hangwasserverhältnissen, Kennwerte zum Gebirgsverhalten etc., um die genannten Prozesse hinreichend genau beschreiben zu können. Insbesondere ist daher die Angabe von Eintrittswahrscheinlichkeiten von Rutschungen in vielen Fällen nicht möglich. Hier sind andere Herangehensweisen notwendig. Risikomanagement beschränkt sich nicht nur auf das Erkennen und Darstellen von Gefahrenbereichen, wie das in der Gefahrenzonenplanung der Fall ist. Um eine Handlungsoption ableiten zu können, braucht es zusätzliche Instrumente, die neben der Wahrscheinlichkeit des Auftretens und der Intensität von Ereignissen Angaben zur Verletzlichkeit von Personen, Gebäuden, Infrastruktureinrichtungen und Sachgütern liefern. Dieses Instrument wäre der Risikozonenplan. Der Workflow hierzu

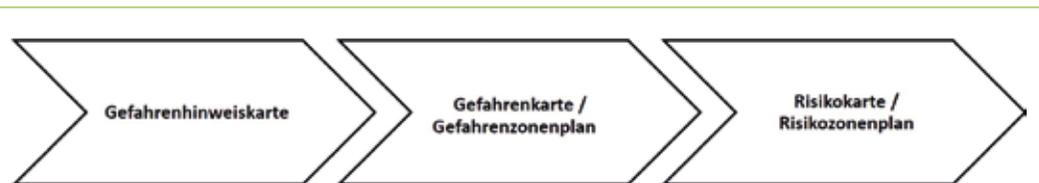


Abb. 2: Workflow von der Gefahrenhinweiskarte zur Risikokarte

Fig. 2: Workflow from hazard maps to risk hazard risk maps

beginnt bei Inventarkarten, geht über zu Erstellung von Gefahrenhinweis- und Gefahrenkarten und resultiert in Risikokarten (Abbildung 2). Der Arbeitsablauf fußt auf einen Top-Down-Prozess vom regionalen Maßstab runter auf den Detailmaßstab. Die Informationen werden verdichtet, konkretisiert und im letzten Schritt kompiliert.

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die genannten Instrumente gegeben werden.

#### Gefahrenhinweiskarten

Gefahrenhinweiskarten stellen praktisch eine räumliche Gefahrenanalyse, i.d.R. im Maßstab 1:20.000 bis 1:25.000, dar. Dazu werden v.a. Ereignisdaten, geologische Kartenblätter, hochauflösende Geländemodelle aus ALS-Daten, Ortholuftbilder, Landnutzungsdaten, verfügbare Bewegungsdaten u.a. ausgewertet und dargestellt. Dabei gilt, dass Faktenwissen, wie beispielsweise dokumentierte Ereignisse, strikt von modellierten Ergebnissen und Interpretationen getrennt werden sollten. Die Auswertung und kartografische Darstellung geomorphologischer Phänomene, die Verortung von Ereignisdaten etc. werden daher in sogenannten Inventarkarten zusammengeführt und eingezeichnet. Aufnahmen im Gelände, sind eher die Ausnahme und werden nur stichprobenartig durchgeführt. Die Karten enthalten üblicherweise die Ablösegebiete (Disposition) und Wirkungsräume der verschiedenen Prozesse. Gefahrenhinweiskarten sagen per se noch nichts über die Intensität und die Eintrittswahrscheinlichkeit des betreffenden Prozesses aus.

#### Gefahrenkarten / Gefahrenzonenkarten

Mit der sukzessiven Verdichtung und Konkretisierung des Wissens, insbesondere durch „flä-

chendeckende“ Geländebegehungen und Modellierungen, können detaillierte Karten (Maßstab 1:2.000 bis 1:5.000), die Aussagen bis auf Parzellengröße erlauben, erstellt werden. Diverse Gefahrenstufen, welche aus Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit abgeleitet werden, bilden die Grundlage zur Ausweisung von Gefahrenzonen. Gefahrenzonenpläne sind in Österreich im Unterschied zu Gefahrenkarten ein gesetzlich geregeltes Planungsinstrument mit Prognosecharakter (Rudolf-Miklau 2018). Diese werden für die Festlegung von Nutzungsaufgaben herangezogen. Gefahrenkarten respektive Gefahrenzonenkarten verwenden das dokumentierte Wissen der Gefahrenhinweiskarten bzw. bauen auf diesen auf.

#### Risikokarten

In Risikokarten werden Flächen, Objekte, Infrastruktur, die mit Naturereignissen einer bestimmten Eintrittswahrscheinlichkeit zusammentreffen, dargestellt. Das Risiko wird allgemein durch

$$R = \text{Eintrittswahrscheinlichkeit} \times \text{Schadenspotential/-wert} \times \text{Schadensanfälligkeit/Verletzlichkeit}$$

angeben bzw. berechnet. Die Berechnung des quantitativen Risikos erfordert die Ermittlung des Schadensausmaßes einzelner Objekte unter Einbezug der räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit, der Letalität und Vulnerabilität (BAFU 2016). Die Angabe der Schadenanfälligkeit/Vulnerabilität erweist sich häufig als schwierig. Bei Personen hängt sie sehr vom Aufenthaltsort im Gebäude oder auf dem Grundstück ab. Bei Objekten ist der Widerstand eines Objekts gegenüber den Einwirkungen nur ungenau bekannt. Deshalb wird in der Praxis oft nur eine qualitative Risikoermittlung durchgeführt. Personenschäden werden hierbei häufig ausgeklammert.

## Die österreichische Situation

### Allgemeines

In Österreich wurde mit dem Forstgesetz 1975 (BGBl. 440) der Grundstein zur Ausweisung von Gefahrenzonen in raumrelevanten Bereichen für Gefahren von Wildbächen und Lawinen gelegt. Die Erstellung von Gefahrenzonenplänen ist somit ein gesetzlicher Auftrag, der hierzulande vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus durch die Dienststellen der Wildbach- und Lawinenverbauung erfüllt wird. Die Kriterien für die Ausweisung von Gefahrenzonen für Wildbach- und Lawinenprozesse sind in der Gefahrenzonenplanverordnung (BGBl 436/1976) zum Fortgesetz festgelegt.

Dem gegenüber ist in der Gefahrenzonenplanverordnung für andere Naturgefahren keine Ausweisung von Gefahrenzonen vorgesehen. Man vertrat die Meinung, dass für diese nur schwer ein Bemessungsereignis festgelegt werden kann. Für Gefahren, i. W. aus Steinschlag und Rutschungen, aber auch für andere wie beispielsweise aus Erdfällen wurde die Möglichkeit zur Ausweisung eines Braunen Hinweisbereichs eingeräumt. Die Braunen Hinweisbereiche werden üblicherweise als St für Steinschlag und Ru für Rutschung differenziert. Hinweisbereiche haben aber keinen Gefahrenzonencharakter. Bei Baulandwidmungen und/oder für die Festlegung von Bauvorschriften in Braunen Hinweisbereichen werden üblicherweise Fachgutachten seitens der Gemeinde vorgeschrieben. Die seinerzeitigen Festlegungen zu Steinschlag und Rutschung sind aus heutiger Sicht durchaus nachvollziehbar. Die Ereignisse waren meist schlecht oder nicht dokumentiert, weder standen die heute hoch modernen Kartengrundlagen, noch

Computer als Analyse- und Modellierungswerkzeuge zur Verfügung. Das Wissen war meist lokal gebündelt und nicht regional vernetzt.

### Gefahrenhinweiskarten

Aufgrund großteils fehlender planlicher Instrumente im Bereich gravitativer Naturgefahren i.e.S., d.h. Steinschlag und Rutschung, haben in Österreich diverse Abteilungen der Länder (Raumordnung, Landesgeologie, ...) aber auch Infrastrukturträger wie ÖBB und Asfinag in den 2000er Jahren begonnen, Gefahrenhinweiskarten selbst zu erstellen bzw. in Auftrag zu geben. In den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich, Kärnten und Steiermark sind nunmehr flächendeckend Gefahrenhinweiskarten vorhanden. Sie stellen eine wesentliche, unterstützende Plangrundlage für Widmungs- und Bauverfahren im Fall von gravitativen Naturgefahren dar. Die Entscheidung, ob eine Parzelle gewidmet wird oder unter welchen baulichen Auflagen die Bebauung möglich ist, erfordert zumeist noch ein zusätzliches Fachgutachten. Eine WLW interne Sonderlösung gibt es in Vorarlberg: Hier werden die Braunen Hinweisbereiche nach Intensität untergliedert. Braun-Gelb steht für gering – Braun-Rot für intensiv (Reiterer 2015). Das Fehlen eines einheitlich anerkannten, bundesweiten Standards, wie er beispielsweise in der Schweiz (BUWAL 1988) vorhanden ist, hat in Österreich zu diesen unterschiedlichen Herangehensweisen und Darstellungen bei den Gefahrenhinweiskarten geführt. Die Produkte sind ähnlich, aber nicht direkt vergleichbar zudem liegen in den restlichen Bundesländern bislang keine Gefahrenhinweiskarten flächendeckend vor (Glade et al. 2015).

### Gefahrenzonenpläne für Steinschlag

Bis dato gibt es in Österreich keine bundesgesetzliche Grundlage zu Erstellung von Gefahrenzonenplänen für Steinschlag. Gemäß den in der Österreichischen Raumordnungskonferenz (Bäk et al. 2015) ausgearbeiteten fachlichen Empfehlungen und der ONR 24810 Technischer Steinschlagschutz, wurden vom FZ Geologie der Wildbach- und Lawinenverbauung mehrere gemeindebezogene Gefahrenkarten mit Zonencharakter für die Gefahr durch Steinschlag zu Testzwecken ausgearbeitet (Mölk & Rieder 2015). Diese enthalten wie auch jene für Wildbäche und Lawinen einen Fachtext als informativen Anhang

sowie die planliche Darstellung der Gefahrenzonen in Braun-Gelb mit Energien bis 100 kJ und in Braun-Rot mit Energien > 100 kJ. Die Ausweisung der Gefahrenzonen basiert auf dokumentierten Ereignissen, detaillierten Felddaufnahmen und 3-D Simulationen mittels des Programm RAMMS – Rockfall (Rapid Mass Movement Simulation, WSL/SLF 2015). Die Trajektorien der Steine und Blöcke werden vom Ablösepunkt bis zum Endpunkt, farblich kodiert ( $\leq 100$  gelb und  $> 100$  rot) dargestellt. Mit dem Einzeichnen der Umhüllenden, welche als Fläche die Ablösebereiche und die simulierten Ausläuflängen beinhaltet, ergibt sich ein schneller Überblick des Gefährdungsbereiches (Abbildung 3).



Abb. 3: Beispiel eines „Gefahrenzonenplans“ für die Gemeinde Eben am Achensee, Tirol (FZ Geologie)

Fig. 3: Example of a „Hazard zone map“, community of Eben, Achensee, Tyrol (FZ Geology)

Grundsätzlich wird die Erstellung von Gefahrenzonenplänen für Steinschlag von den Raumordnungsabteilungen der Länder als auch von den Bürgermeistern begrüßt. Die Praxis hat aber gezeigt, dass es für die Bürgermeister mit den sich daraus ergebenden Interessenskonflikten schwierig ist, diese neuen Gefahrenzonen zu vertreten, stellen sie ja eine weitere Einschränkung zu den schon bestehenden, welche sich aus Wildbach- und Lawinenprozessen ergeben, dar. Dieser Konflikt wurde beispielsweise im Paznauntal, welches skitouristisch stark erschlossen ist, virulent. Der Bürgermeister ist in Österreich Baubehörde erster Instanz, d.h. er genehmigt im Rahmen der bestehenden Gesetze Bauvorhaben in der Gemeinde. Die Doppelfunktion des Bürgermeisters als Volksvertreter und als Baubehörde lässt sich unter den gegebenen Zwängen schwer vereinen. Die Bürgermeister können diese Erweiterung der Gefahrenzonenpläne erst dann rechtskonform durchsetzen, wenn die Gefahrenzonenpläne auch für Steinschlag ähnlich wie für Wildbäche und Lawinen gesetzlich legitimiert sind.

#### Gefahrenzonenpläne für Rutschungen

Wie beim Steinschlag ist auch für die Prozessart Rutschung keine gesetzlich legitimierte Gefahrenzonenangabe vorgesehen. Rutschungen sind wie in Kapitel Gravitative Naturgefahren beschrieben vielfältige, komplexe, naturräumliche Prozesse. Die bei anderen Gefahrenarten angewandte Magnitude-Frequenzanalyse funktioniert vielfach nicht. Prognosen zum Eintreten eines Rutschungsereignisses sind mit Ausnahme gut untersuchter und beobachteter Hänge kaum möglich. Erschwerend ist, dass Hangbewegungen singuläre Ereignisse darstellen und die Bewegungen sehr langsam ablaufen können. Dennoch gibt es Methoden, um die Entwicklung von Rutschpro-

zessen vorherzusehen. Ansätze zur Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit sind beispielsweise im Leitfaden der BAFU (BAFU 2016) angeführt. Eine zentrale Rolle spielen heute hochauflösende Geländemodelle sowie die digitale Vernetzung des Wissens (Ereignisdaten). Seit 2008 gibt es WLW-intern das Ereignisportal zu den Prozessen Lawine, Mure, Stürze und Rutschung. Bisher sind 34.700 Daten nach einheitlichen Standards in das Portal eingetragen bzw. eingepflegt worden. Die Daten können über den Wildbach- und Lawinenkataster aufgerufen werden. Auch andere österreichische Institutionen wie beispielsweise die Geologische Bundesanstalt oder das Land Kärnten haben zahlreiche Ereignisse dokumentiert. Dieses Wissen ist heute noch isoliert, soll aber künftig zusammengeführt werden.

Die seriöse Erstellung von Gefahrenzonenplänen für Rutschungen setzt vielmehr als bei anderen Naturgefahren aufwendige Geländebegehungen und -abklärungen im Detailmaßstab voraus. Erst wenn die Gesteinseigenschaften, der Mechanismus und die Hangwasserverhältnisse einigermaßen bekannt sind, macht es Sinn, Modellierungen durchzuführen.

Die zusätzliche Einbeziehung von Bewegungsdaten kann essentiell zum Erkennen aktiver Systeme beitragen. Verkehrsträger wie Asfinag, ÖBB, Kraftwerksbetreiber, fallweise auch die WLW u.a. führen Bewegungsmessungen instabiler Gebiete durch. Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen hat gesetzlichen Auftrag (Vermessungsgesetz 1969 und Vermessungsverordnung 2016) „bewegte Fixpunkte“ als solche zu kennzeichnen. Vom WLW Fachzentrum Geologie wurden letztere Informationen in der Gemeinde Ellbögen, Tirol, genutzt, um Braune Hinweisbereiche für Rutschungen auch qualitativ unter Angabe von jährlichen Bewegungsraten zu differenzieren (Abbildung 4).

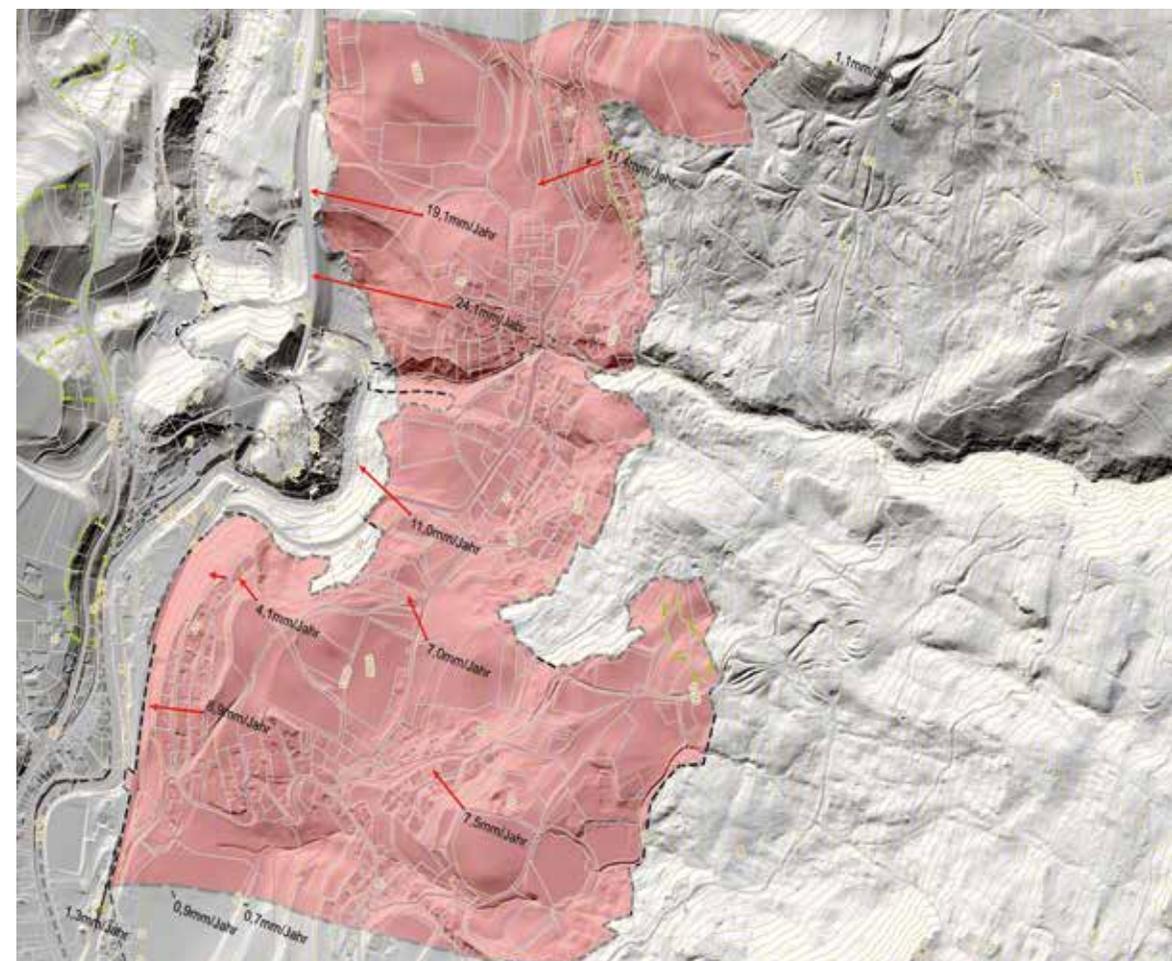


Abb. 4: Gefahrenzonenplan mit ausgewiesenem Hinweisbereich für Rutschung ergänzt um mittlere jährliche Bewegungstendenzen (rote Pfeile)

Fig. 4: Hazard zone map with red area indicating landslides and including yearly movement rates (red arrows)

Durch die Auswertung von InSAR-Daten (Interferometric Synthetic Aperture Radar) erschließt sich ein weiterer Quell, instabile Gebiete zu erkennen. In Norwegen werden InSAR-Daten, die für die Periode eines Jahres ausgewertet werden, ins Netz gestellt (<https://insar.ngu.no/>). Diese Auswertungen mögen derzeit noch relativ umständlich und zeitaufwendig sein, der Aufwand ist aber durch eine sehr hohe Genauigkeit gerechtfertigt. Wenn auch noch nicht alle Gebiete, besonders jene in gebirgigen Regionen,

von den Satelliten erfasst sind (Abschattungen), ist jedoch anzunehmen, dass InSAR-Daten in wenigen Jahren durch weitere Satelliten mehr und mehr an Bedeutung gewinnen und die Datenauswertung durch leistungsfähigere Computerprogramme leichter von der Hand geht. Zusammen mit den flächigen Auswertungen von Gebieten eröffnen sich gerade für Rutschungen bis vor kurzem nicht geahnte Möglichkeiten aktive Hangbewegungen zu detektieren und Geschwindigkeiten zu quantifizieren.

## Ein Blick auf unsere Nachbarn

### Schweiz

Die Schweiz hat eine lange Tradition der Gefahrenkartierung. Seit 1991 ist die Erstellung von Gefahrenkarten aller Naturgefahren unter Angabe von Intensität und Wahrscheinlichkeit nach einheitlichen Standards (BUWAL 1988, BUWAL/BWW/BRP 1997) Pflicht. Die Gefahrenkarten stellen die Grundlage für die per Gesetz verordnete Umsetzung in der Raumplanung zur Ausweisung von Gefahrenzonen und zur Festlegung von Nutzungsbedingungen dar. Die Erstellung der Gefahrenkarten ist in der Schweiz mehr oder weniger für alle Naturgefahrenarten abgeschlossen. (BAFU 2014, Loat & Stoffel 2015). Die Schweiz bekennt sich heute deutlich zum integralen Risikomanagement und lebt eine Risikokultur (Planat 2018).

### Südtirol

In Südtirol wurde die Erstellung von Gefahrenzonenplänen im Landesraumordnungsgesetz festgeschrieben und es sind die Gemeinden selbst, die per Landesgesetz verpflichtet sind, Gefahrenzonenpläne (Bericht und Karte) erstellen zu lassen. Die Gefahrenstufen werden nach Schweizer Vorbild aus einer 3x3 Matrix von Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit bei möglichen 3 Stufen ermittelt (Beschluss Südtiroler LRG 2016). Südtirol hat bereits einen Großteil der Fläche bearbeitet und wird in naher Zukunft auf eine flächendeckende Gefahrenzonenplanung zurückgegriffen können (<http://www.provinz.bz.it/natur-umwelt/natur-raum/planung/ Gefahrenzonen-plan.asp>).

Wie in der Schweiz strebt auch Südtirol ein integrales Risikomanagement an. In beiden

Ländern gibt es dazu ein klares Bekenntnis seitens Politik, Gesetzgeber, Wirtschaft, Versicherungen, Interessensvertretungen und Bevölkerung (Planat-Strategie 2018), dadurch arbeiten die verschiedenen Institutionen zusammen, die erforderliche Ressourcenbereitstellung ist gesichert. Die Grundlagendaten sind homogen, vergleichbar und landesweit/bundesweit einheitlich. Diese so erzielte Risikokultur berücksichtigt das Risiko in der Raumentwicklung. Alle wirken im Umgang mit Naturgefahren mit: Die Politik ist verantwortlich für die Bereitstellung der öffentlichen Mittel und die Wirtschaft sowie die Zivilgesellschaft sind in Steuerungs- und Regelungsprozessen einbezogen. Dies scheint der Schlüssel für den Erfolg zu sein und wird in Fachkreisen allgemein als Risiko Governance (Selke & Renn 2019, Rudolf-Miklau 2019) bezeichnet.

### Schlussbemerkungen und Ausblick

Angesichts der obigen Erläuterungen kann zur momentanen Situation in Österreich kurz festgehalten werden:

Das notwendige Risikomanagement wird bei den gravitativen Naturgefahren durch fehlende Grundlagen vereitelt: Gefahrenzonenpläne sind Grundlagen für Risikopläne, ohne die ein risikobasiertes Steuern und Handeln bei Naturgefahren kaum möglich ist. Österreich hat wohl in raumrelevanten Bereichen bei den gravitativen Naturgefahren durch Lawinen- und Wildbachprozessen, gesetzlich legitimierte, detaillierte Gefahrenzonenpläne, welche ein Risikomanagement grundsätzlich ermöglichen würden, jedoch fehlen diese für Gefahren, die sich aus Sturz- und Rutschprozessen ergeben.

Dieser Zustand ist verschiedenen Faktoren geschuldet:

- Dem fehlenden gesetzlichen Auftrag: Für die Erstellung von Gefahrenzonenplänen zu den Prozessen Rutschung, Steinschlag, Erdfälle, Permafrost u.a. bedarf es eines klaren gesetzlichen Auftrags, der einerseits bundesländerübergreifende, einheitliche Standards und die künftige Kompetenzzuweisung festlegt. Dann erst können die notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen eingefordert werden.
- Den fehlenden Ressourcen - Mittel, Personal und Zeit: Die Erstellung von Gefahrenzonenplänen allgemein, insbesondere aber für Rutschung und Steinschlag ist ein zeitintensiver, finanziell anspruchsvoller Prozess. Wie die Erfahrungen für die Prozesse Wildbach – und Lawine, gezeigt haben, sind dafür mehrere Jahrzehnte zu veranschlagen. Die WLW, aber auch andere Institutionen, besitzen derzeit nicht die finanziellen und personellen Ressourcen, diese Aufgabe für Gesamtösterreich in einem ähnlichen Zeitrahmen bewältigen zu können.
- Der fehlenden Risikokultur: Diese umfasst den offenen Dialog zwischen staatlichen Institutionen, Wirtschaft, Interessensvertretungen sowie Zivilgesellschaft. Durch die Partizipation und das Mitspracherecht aller Beteiligten wird Bewusstsein und Risikoakzeptanz geschaffen. Es gilt, den Nutzen und die Chancen des risikobasierten Steuern und Handelns darzulegen.

Schlicht: In Österreich wäre eine Risikokultur zu etablieren.

## Anschrift des Verfassers / Author's address:

Ing. Mag. Dr. Johann Thomas Sausgruber  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Geologie und Lawinen  
Wilhelm-Greilstraße 9, 6020 Innsbruck  
thomas.sausgruber@die-wildbach.at

## Literatur / References:

BÄK R., BRAUNSTINGL R., HAGEN K., KOCIU A., KOLMER C., MELZER S., MÖLK M., PREH A., SCHWARZ L. (2015):  
In: ÖREK-Partnerschaft“ Risikomanagement für gravitative Naturgefahren in der Raumordnung“. V Materialien und Arbeitspapiere – Arbeitsgruppe Geologie. Österreichische Raumordnungskonferenz – ÖROK (Hrsg.). Schriftenreihe Nr. 193. 155-195.

BUNDESAMT FÜR UMWELT – BAFU (2016):  
Schutz vor Massenbewegungsgefahren – Vollzugshilfe für Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren.

BUNDESAMT FÜR UMWELT – BAFU (2014):  
Stand der Gefahrenkartierung in der Schweiz. [BUNDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT – BWW, Bundesamt für Raumplanung BRP, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft – BUWAL \(1997\):  
Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten.](http://www.bafu.admin.ch>ShowMe</a>.</p>
</div>
<div data-bbox=)

BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT –BUWAL (1988):  
Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren.

BLÖSCHL G. HORVÁTH Z., KISS A., KOMMA J., NESTER T., PERDIGAO R.A.P., VIGLIONE A., WASER J. (2015):  
Neue Methoden für das Hochwasserrisikomanagement. ÖIAZ, Jg. 160, H 1-12, 1-13.

FORSTGESETZ (ForstG) 1975:  
BGBl. Nr. 440/175 idF. BGBl. I Nr.189/2013.

GLADET., KRAUSE M., BRAUNSTINGL R., MÖLK M., ORTNER O., REITERER A., RUDOLF-MIKLAU R., SEHER W. (2015):  
In: ÖREK-Partnerschaft“ Risikomanagement für gravitative Naturgefahren in der Raumordnung“, VI Materialien und Arbeitspapiere – Arbeitsgruppe Fachplanung. Österreichische Raumordnungskonferenz – ÖROK (Hrsg.). Schriftenreihe Nr. 193, 197-240.

HARDEGGER P., SAUSGRUBER J.T., SCHIEGG H.O. (2009):  
The 5 key questions coping with risks due to natural hazards, answered by a case study. EGU Geophysical Research Abstracts, Vol 11, EGU2009 2804-5

HUNGR O., LEROUÉIL S., PICARELLI L. (2014):  
The Varnes classification of landslide types, an update. Landslides, 11, 167-194.

KANONIER A., RUDOLF-MIKLAU F. (2018):  
Regionale Risiko Governance, Recht, Politik und Praxis. Verlag Österreich.

KANONIER A. (2019):  
Raumplanungsrechtliche Beschränkungen im Naturgefahrenrisikomanagement. In: Regionale Risiko Governance: Recht, Politik und Praxis (Hrsg. Kanonier & Rudolf-Miklau). Wien: Verlag Österreich. 169-197.

KANONIER A., BIRNGRUBER, H., GASPERL W., ORTLITSCH S., POMAROLI G. (2015):  
In: ÖREK-Partnerschaft“ Risikomanagement für gravitative Naturgefahren in der Raumordnung“. IV Materialien und Arbeitspapiere – Arbeitsgruppe Raumplanung. Österreichische Raumordnungskonferenz – ÖROK (Hrsg.). Schriftenreihe Nr. 193, 87-154.

Kanonier A. (2005):  
Naturgefahren im österreichischen Baurecht. In: Präventiver Umgang mit Naturgefahren in der Raumordnung, Österreichische Raumordnungskonferenz – ÖROK (Hrsg.) Schriftenreihe Nr. 168, 115-152.

MÖLK M., RIEDER B. (2015):  
Steinschlag-Gefahrenzonen in Österreich. Erfahrungen, Probleme und Lösungsansätze bei der Entwicklung einer standardisierten Vorgehensweise. Geomechanics and Tunneling, 1, Vol. 10. 24-33.

LOAT R., STOFFEL M. (2015):  
Darstellung und Berücksichtigung von gravitativen Naturgefahren in der Raumplanung der Schweiz. Zeitschrift WLV, H.-Nr. 175, 74-83.

ONR 24810 (2013):  
Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkungen, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung. Austrian Standards (idf. 2017).

ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ - ÖROK (2017):  
ÖROK Empfehlung Nr. 57 zum Hochwasseranagement. Wien.

PLANAT:  
<http://www.planat.ch/de/wissen/rutschung-und-felssturz/steinschlag-felssturz/>

REITERER (2015):  
Das Modell der Gefahrenzonenplanung und dessen Anwendbarkeit auf gravitative Naturgefahren. In: ÖREK-Partnerschaft“ Risikomanagement für gravitative Naturgefahren in der Raumordnung“. ÖROK (Hrsg.). Schriftenreihe Nr. 193. 197-240.

RUDOLF-MIKLAU F. (2019):  
Risikopolitik auf regionaler Ebene. Zwischen staatlicher Steuerung und gesellschaftlichen Regelungsprozessen. In: Regionale Risiko Governance: Recht, Politik und Praxis (Hrsg. Kanonier & Rudolf-Miklau). Wien: Verlag Österreich. 35-89.

RUDOLF-MIKLAU F. (2018):  
Umgang mit Naturkatastrophen: Ratgeber für Bürgermeister und Helfer. Wien: Linde Verlag. 320 S.

SCHIEGG H.O (2009):  
Nachhaltiges Risikomanagement Enterbach – Inzing Tirol/Austria. Interreg IIIb – Projekt, Alpine Space, nab – naturraumpotentiale alpiner Berggebiete - Evaluierung ETAlp. Executive Summary – Teil 1. 40 S.

SELKE P., RENN O. (2019):  
Risiko Governance: Ein neuer Ansatz zur Analyse und zum Management komplexer Risiken. In: Regionale Risiko Governance: Recht, Politik und Praxis (Hrsg. Kanonier & Rudolf-Miklau). Wien: Verlag Österreich. 3-33.

SINABELL F. (2019):  
Regionalwirtschaftliche Effekte von öffentlichen Investitionen in Schutzinfrastruktur. In: Regionale Risiko Governance: Recht, Politik und Praxis (Hrsg. Kanonier & Rudolf-Miklau). Wien: Verlag Österreich. 427-443.

SÜDTIROLER LANDESRAUMORDNUNGSGESETZ (1997):  
Gefahrenzonenplanung, Landesgesetz 1997, Nr. 13, Art 22/bis

SÜDTIROLER LANDESREGIERUNG (2016):  
Beschluss der Landesregierung zur Abänderung der Richtlinien zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne gemäß Landesraumordnungsgesetz, Landesgesetz vom 11. August 1997, Nr. 13, Artikel 22/bis.

VERMESSUNGSGESETZ – VermG (1969):  
Bundesgesetz über die Landesvermessung und den Grenzkataster. BGBl. Nr. 306/1969 idF. BGBl. 124/1969.

VERORDNUNG des Bundesministers für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft über Vermessungen und Pläne (Vermessungsverordnung 2016 –VermV 2016) StF: BGBl. II Nr. 307/2016.

VERORDNUNG des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 30. Juli 1976 über die Gefahrenzonenpläne (Gefahrenzonenpläne VO), BGBl. Nr. 436/1976.

VERORDNUNG des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Gefahrenzonenplanungen nach dem Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG-GZPV). BGBl. II Nr. 145/2014.

VORARLBERGER RAUMPLANUNGSGESETZ (Vlbg RpIG), LGBl. für VlbG Nr. 39/96 idF. 72/2012.

WASSERRECHTSGESETZ – WRG (1959):  
BGBl. Nr. 2015, idF. BGBl. I Nr. 98/2013.

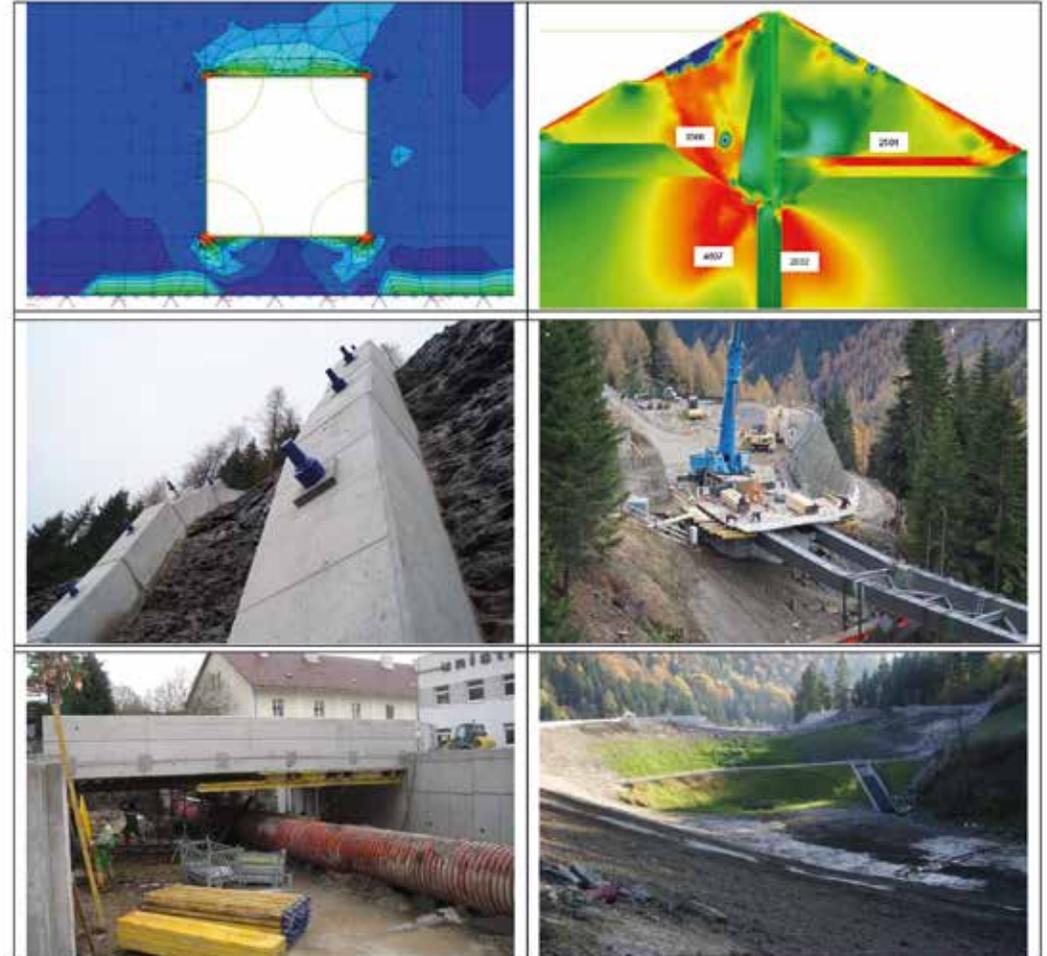
WEIDINGER J.T., SPITZBART I (2005):  
Beiträge zur Geologie des Gmundner Bezirkes, Gmundner Geo-Studien 3. Erdoku@Institut/Stadtmuseum Gmunden. 95 S.

WSL/SLF (2015):  
RAMMS – Raid Mass Movement Simulation (2015): [http://ramms.slf.ch/ramms/index.php?option=com\\_content&view=article&id=66&Itemid=93](http://ramms.slf.ch/ramms/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=93).

## alpinfra consulting + engineering gmbh :: Internationale Ingenieurkompetenz

### Innovative Lösungen und Baustellenführung im anspruchsvollen alpinen Umfeld

- Statische und dynamische Strukturanalysen für Stahl- und Betonbauwerke
- Geotechnisch, grundbautechnische Sonderlösungen, Injektionstechnik
- Schutzwasserbau, Wildbach- und Lawinenverbauung
- Numerisch-Physikalische Modellierung von Lawinen, Muren und Felsstürzen



alpinfra consulting + engineering gmbh

Marktplatz 5 - 5163 Mattsee

office@alpinfra.com

www.alpinfra.com

+43 - 6217 - 20271

ANDREAS REITERER, MARGARETE WÖHRER-ALGE

## Die konsequente Ausweisung der braunen Hinweisbereiche (Rutschung und Steinschlag) durch die Wildbach- und Lawinenverbauung in Vorarlberg

### *The consequent delimitation of brown reference areas (for landslide and rockfall) by the Torrent and Avalanche Control in Vorarlberg*

#### Zusammenfassung:

Die rechtliche formale Einführung der Gefahrenzonenplanung der Wildbach- und Lawinenverbauung erfolgte mit dem Forstgesetz 1975 und der Gefahrenzonenplanverordnung (Bundesgesetzblatt Nr. 436/1976). Die Gefahrenzonenplanverordnung „erlaubte“ bereits damals den Planverfassern, neben roten und gelben Wildbach- und Lawinengefahrenzonen zusätzlich braune Hinweisbereiche für Flächen auszuweisen, „... hinsichtlich derer anlässlich von Erhebungen festgestellt wurde, dass sie vermutlich anderen als von Wildbächen und Lawinen hervorgerufenen Naturgefahren, wie Steinschlag oder nicht im Zusammenhang mit Wildbächen oder Lawinen stehende Rutschungen, ausgesetzt sind“. Da im Gegensatz zu den Wildbach- und Lawinengefahrenzonen die Braunen Hinweisbereiche von den Behörden und den Sicherheitsverantwortlichen nicht wirklich konsequent ernst genommen wurden, entstanden neue Siedlungen und Infrastrukturen in geologisch bedingten Gefahrenbereichen. Aus diesem Grund erfolgt seit 2007 (Beginn der Revision von Gefahrenzonenplänen) in der Sektion Vorarlberg die Ausweisung der Hinweisbereiche Rutschung und Steinschlag systematisch und konsequent. Wie die Gefahrenzonen für Wildbäche und Lawinen werden sie in der Gefahrenzonenkarte im raumrelevanten Bereich in zwei Intensitätsklassen dargestellt.

#### Stichwörter:

Gefahrenzonenplanung, Braune Hinweisbereiche, Rutschung, Steinschlag

#### Abstract :

*The legal provision on the establishment of hazard zone maps of the Torrent and Avalanche Control are included in the Forest Act 1975 as well as in the Decree on Hazard Zoning (Federal Legal Gazette No. 436/1976). This Decree “allowed” planners to delimitate brown reference areas, for areas, which were influenced by other natural hazards than those evoked by torrents and avalanches.*

*Exemplarily the legal text cites rockfall and landslides as corresponding hazards. In Vorarlberg those hazards were also noticed and delimited off and on. However the authorities and the persons responsible for safety were not consequent on taking those hazards seriously and new settlements and infrastructures were erected in geologically caused hazard zones. Since 2007 the Torrent and Avalanche Control in Vorarlberg delimitates rockfall and landslides systematically and consequently for that reason. Like hazard zones for torrents and avalanches brown reference areas for landslides and rockfall are depicted in two intensity classes in the area relevant to land use planning.*

#### Keywords:

*Hazard zoning, brown reference areas, landslide, rockfall*

#### Einleitung

Die rechtliche formale Einführung der Gefahrenzonenplanung der Wildbach- und Lawinenverbauung erfolgte mit dem Forstgesetz 1975 und der Gefahrenzonenplanverordnung 1976. Bereits damals war es den Planverfassern „erlaubt“, neben den roten und gelben Wildbach- und Lawinengefahrenzonen, braune Hinweisbereiche für Flächen auszuweisen, „... hinsichtlich derer anlässlich von Erhebungen festgestellt wurde, daß sie vermutlich anderen als von Wildbächen und Lawinen hervorgerufenen Naturgefahren, wie Steinschlag oder nicht im Zusammenhang mit Wildbächen oder Lawinen stehende Rutschungen, ausgesetzt sind“ (Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 30. Juli 1976 über die Gefahrenzonenpläne, BGBl. Nr. 436/1976). Hinweisbereiche können im Gegensatz zu Gefahrenzonen für Wildbäche und Lawinen auch außerhalb des sogenannten „Raumrelevanten Bereiches“ ausgewiesen werden. Auch in der Sektion Vorarlberg wurden ab 1975 diese geologisch bedingten Gefahren manchmal bemerkt und kartiert. Allerdings wurden diese Gefahren weder von den Behörden noch von den Sicherheitsverantwortlichen wirklich konsequent

ernst genommen. Oft ignorierte man den braunen Hinweisbereich, während die roten und gelben Gefahrenzonen konsequent beachtet wurden. Aus dieser Situation entstanden immer mehr Fälle, bei denen neue Siedlungs- und Infrastrukturen in geologisch bedingten Gefahrengeländen errichtet wurden.

Unsere Dienststellen haben dies vor allem an der gestiegenen Nachfrage nach Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag und Rutschung gemerkt. Gerade diese geologisch bedingten Gefahren haben aber besondere Eigenschaften, die für die schutztechnische Betrachtung äußerst unangenehm sind:

- Rutschungen, besonders wenn sie ein größeres Ausmaß haben, sind technisch nur sehr schwierig und mit großem Aufwand zu verbauen, wobei die Schutzwirkung von Maßnahmen oft relativ unzuverlässig ist.
- Steinschläge lassen sich zeitlich sehr schwer eingrenzen, diese Naturgefahr kann ganzjährig und fast bei jeder Witterung auftreten. Außerdem ist durch den energiereichen Prozessablauf jederzeit die Möglichkeit eines Personenschadens gegeben.

Aufgrund dieser Eigenschaften der geologisch bedingten Prozesse Steinschlag und Rutschung war es für uns klar, dass diese in Auswirkung und Schadwirkung durchaus den Wildbächen und Lawinen gleichzustellen sind.

### Konsequente Ausweisung geologisch bedingter Hinweisbereiche in zwei Intensitätsklassen

Seit dem Jahre 2007 erfolgt daher in den Gefahrenzonenplänen der Sektion Vorarlberg der WLV die Ausweisung der Hinweisbereiche Rutschung und Steinschlag systematisch und konsequent. Ebenso wie die Gefahrenzonen Wildbach/Lawine werden diese Hinweisbereiche Rutschung/Steinschlag in der Gefahrenzonenkarte im raumrelevanten Bereich in zwei Intensitätsklassen dargestellt.

Bei geringer Intensität sind Vorkehrungen gegen Schäden an Gebäuden machbar und vertretbar, bei höherer Intensität ist eine Nutzung für Siedlungszwecke nicht zu verantworten.

Eine große Rolle spielen bei der konsequenten Ausweisung der geologisch bedingten Hinweisbereiche die Vorarlberger Landesgeologen und Landesgeologinnen. Diese sind schon seit Beginn der rechtlich formalen Erstellung von Gefahrenzonenplänen im Jahr 1975 die Vertreter des Landes Vorarlberg in der vierköpfigen Kommission, welche den jeweiligen Gefahrenzonenplan überprüft.

Die Darstellung der Gefahren durch Rutschung und Steinschlag wird – nach Einholung einer Preisauskunft – bei einem einschlägigen Ziviltechnikerbüro beauftragt.

Die Kosten dafür sind in Tabelle 1 beispielhaft an vier Gemeinden dargestellt.

Gemeinde	Größe raumrelevanter Bereich in km <sup>2</sup>	Kosten in €
Dalaas	6,0	9.994,80
Alberschwende	6,5	6.960,00
Götzis	5,6	7.440,00
Andelsbuch	2,8	6.480,00

Tab. 1: Kosten für die Abgrenzung von Rutschungen und Steinschlag lt. Preisauskünften

Tab. 1: Cost for the delimitation of Rockfall and Landslide hazard zones according quote request

Die von der Ziviltechnikerin bzw. dem Ziviltechniker vorgeschlagenen Hinweisbereiche werden gemeinsam mit der Landesgeologie abgenommen bzw. koordiniert.

Die weitere Behandlung im Zuge der Gefahrenzonenplanüberprüfung entspricht dem Vorgang der Wildbach- und Lawinenzonierung, wobei die Landesgeologie in der Kommission natürlich eine große fachspezifische Rolle spielt. Insgesamt hat sich diese konsequente Ausweisung der braunen Hinweisbereiche bewährt, in fast der Hälfte der Gemeinden Vorarlbergs mit Gefahrenzonen ist diese bereits erfolgt (siehe Abbildung 1).

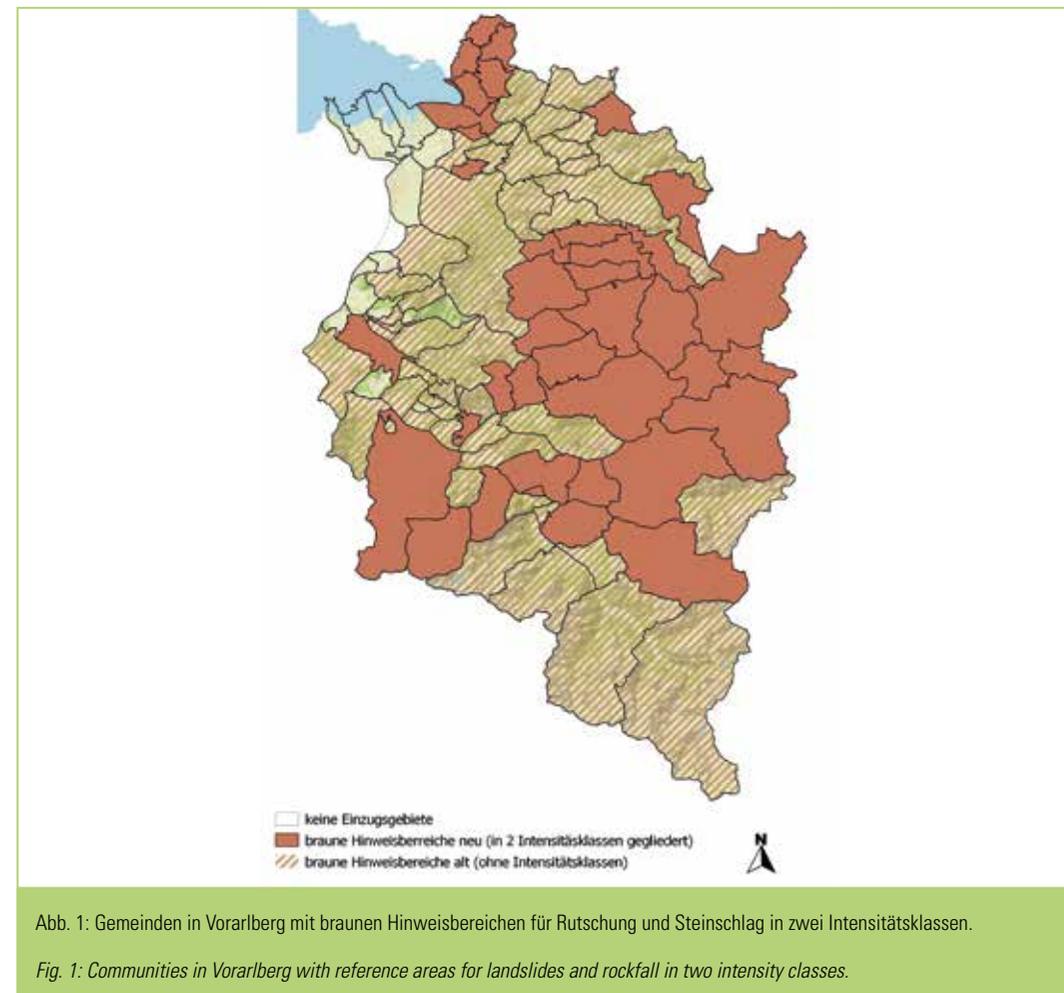


Abb. 1: Gemeinden in Vorarlberg mit braunen Hinweisbereichen für Rutschung und Steinschlag in zwei Intensitätsklassen.

Fig. 1: Communities in Vorarlberg with reference areas for landslides and rockfall in two intensity classes.

#### Anschrift der VerfasserInnen / Authors' addresses:

DI Andreas Reiterer  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Sektion Vorarlberg  
Rheinstraße 32/5, 6900 Bregenz  
andreas.reiterer@die-wildbach.at

#### Literatur / References:

VERORDNUNG des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 30. Juli 1976 über die Gefahrenzonenpläne, BGBl. Nr. 436/1976

DI Margarete Wöhrer-Alge  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Sektion Vorarlberg  
Rheinstraße 32/5. 6900 Bregenz  
margarete.woehrer-alge@die-wildbach.at

THOMAS FRANDL

## Die Gefahrenzonenkartierung von Kleingerinnen – Spielerei oder Notwendigkeit

### *The hazard zone mapping of small channels – gambling or necessity*

#### Zusammenfassung:

Als die Gefahrenzonenplanung 1975 gesetzlich im Forstgesetz verankert wurde, beschränkte sich die Ausweisung der Gefahrenzonen neben Lawinen vorwiegend auf große Wildbacheinzugsgebiete. Kleinen Wiesengerinnen wurde keine Beachtung geschenkt, da sie damals nicht als Wildbäche eingestuft wurden. Aufgrund des steigenden Wohnbedarfs und damit einhergehender raumplanerischer Maßnahmen wurden diese kleinen Gerinne vielfach verrohrt bzw. überbaut und wurden somit nicht mehr wahrgenommen. Die Starkregenereignisse von 1999, 2005, 2010 und 2013 haben jedoch gezeigt, dass genau diese Gerinne zu erheblichen Schäden und Problemen führten. Einerseits brachen überbaute Verrohrungen zusammen und konnten nur unter erschwerten Bedingungen saniert werden. Andererseits führten Überflutungen dieser Gerinne zu großen Schäden an Gebäuden und Straßen.

Stichwörter: Gefahrenzonenplanung, Kleingerinne, Überflutung

#### Abstract :

*When hazard zone mapping was legally anchored in the Forest Act in 1975, the designation of hazard zones was limited to avalanches and mainly to large torrent catchment areas. Small channels were not given any attention, as they were not classified as torrents at the time. Due to the increase of settlements and the associated spatial planning measures, these small channels were often piped and covered with buildings and therefore no longer noticed. However, the heavy rainfall events of 1999, 2005, 2010 and 2013 showed, that it were precisely those channels that caused considerable damage and problems. On the one hand, overbuilt piping collapsed and could only be reconstructed under difficult conditions. On the other hand, flooding of these channels led to major damage to buildings and roads.*

Keywords: Hazard zone mapping, small channels, flooding

#### Einleitung

In der Sektion Vorarlberg sind in den letzten 20 Jahren bei Kleingerinnen konsequent Gefahrenzonen ausgewiesen worden. Wurde dies anfangs noch von einigen belächelt, ist es in der Zwischenzeit österreichweit zu einem Umdenken gekommen. Kleingerinne haben die Eigenschaft, dass sie bei punktuellen Starkniederschlägen rasch anschwellen und bei Überflutungen zu großen Schäden führen können. Der ohnehin kleine Gerinnequerschnitt, ist auf jeden Fall freizuhalten, damit eine schadlose Ableitung der Wässer jederzeit gewährleistet ist. In diesem Artikel wird anhand von einigen Fallbeispielen in der Sektion Vorarlberg aufgezeigt, dass diese Ausweisung von Gefahrenzonen unbedingt notwendig ist. Die verwendeten Bilder sind von der WLV, Gebietsbau- leitung Bregenz, bezogen worden.

#### Fallbeispiel Horgenbach, Gemeinde Alberschwende/Bezirk Bregenz

Der Horgenbach entspringt bergseits der Landesstraße L200 aus einer Wiesenmulde und weist ein Einzugsgebiet von ca. 10 ha auf. Geschie-



Abb. 1: Überflutungen am 14.07.2016  
(Quelle: WLV Vorarlberg)

Fig. 1: Flooding on 14.07.2016 (Source: WLV Vorarlberg)

betrieb spielt keine Rolle. Der Bach ist fast auf der gesamten Länge verrohrt, lediglich über die linksufrige Böschung in die Bregenzerach verläuft er offen. Bis 2016 fiel der Bach in der Gemeinde nicht auf. Aufgrund des Starkregenereignisses vom 14.07.2016 kam es zu einer Überlastung der Verrohrung, wobei großflächige Überflutungen die Folge waren. Unter anderem wurde der Turnsaal der Volksschule im Ortsteil Müselbach stark in Mitleidenschaft gezogen. Der Niederschlag vom 14.07.2016 betrug 69,3 mm (www.eva.zamg.ac.at).

Auf Abbildung 1 ist kein Gerinne erkennbar, weil der Bach – wie oben beschrieben - auf weiten Strecken verrohrt ist. Er trat aufgrund der Überlastung der Verrohrung in Erscheinung.



Abb. 2: Horgenbach-Oberlauf: Der Bach wurde hier verrohrt und ist nicht mehr erkennbar (Quelle: WLV Vorarlberg)

Fig. 2: Horgenbach- upper reach: The torrent was piped and is no longer visible (Source: WLV Vorarlberg)

Auf der Abbildung 2 ist eine Mulde erkennbar. Vor Jahrzehnten wurde der Bach hier verrohrt und ist augenscheinlich nicht mehr erkennbar. In der Vergangenheit wurde dieser Bach nicht berücksichtigt und es wurde ein Gebäude in die Mulde gebaut.

Derzeit ist der Verfasser des Artikels mit der Revision des Gefahrenzonenplanes der Gemeinde Alberschwende beschäftigt. Für den Horgenbach werden selbstverständlich Gefahrenzonen ausgewiesen. Weiters wird derzeit ein Projekt ausgearbeitet, um künftig diese Wässer schadlos in die Bregenzerach ableiten zu können. Wegen der damaligen Nichtbeachtung des Horgenbaches, ist das aufgrund von Platzproblemen ein sehr schwieriges Unterfangen.



Abb. 3: Überflutungen am 14.07.2016; die Verrohrung musste freigelegt werden (Quelle: WLV Vorarlberg)

*Fig. 3: Flooding on 14/07/2016, the piping had to be uncovered (Source: WLV Vorarlberg)*

### Fallbeispiel Tobelbach, Gemeinde Alberschwende/Bezirk Bregenz

Der Tobelbach entspringt aus einer Großteils bewaldeten Fläche und weist ein Einzugsgebiet von 7 ha auf. Er verläuft bis auf Straßendurchlässe offen. Beim Starkregenereignis vom 14.07.2016 verklebte die Verrohrung unter der Landesstraße L200. Es kam zu großflächigen Überflutungen und zu Unterspülungen der Asphaltdecke. Die Folge war die Totalsperre der Landesstraße L200 am 14.07.2016 in den Nachmittagsstunden (Abbildung 3).

### Fallbeispiel Zubringer zum Lochwaldbach, Gemeinde Mittelberg/Bezirk Bregenz

Hierbei handelt es sich um ein unscheinbares Wiesengerinne, welches bei hohem Grasbewuchs kaum sichtbar ist. Am 12.06.2018 trat es aufgrund eines Starkregenereignisses in Erscheinung (Abbildung 4). Messungen der Bewohner/-innen vor Ort haben ergeben, dass in 15 min. 30 mm Niederschlag gefallen sind. Im Gefahrenzonenplan der Gemeinde Mittelberg (Revision 2015) wurde für den Überflutungsbereich eine Gelbe Gefahrenzone ausgewiesen.



Abb. 4:  
Lochwaldbach –  
Die Spuren der Überflutung  
sind noch sichtbar  
(Quelle: WLV Vorarlberg)

*Fig. 4:  
Lochwaldbach –  
The traces of the flooding  
are still visible  
(Source: WLV Vorarlberg)*

### Fallbeispiel Mühlebach, Gemeinde Mittelberg/Bezirk Bregenz

Der Mühlebach ist ein linksufriger Zubringer zur Breitach, die Größe des Einzugsgebietes liegt unter 10 ha. Bei der Gefahrenzonenplanerstellung wurden diese Kleingerinne nicht erfasst. Die Folge war, dass im Bereich der Landesstraße L 201 (berg- und talseitig) die Gerinne überbaut wurden. Beim Hochwasser am 23.08.2005 traten die Gerinne in Erscheinung, es waren Überflutungen der Gebäude die Folge (Abbildung 5). Weitere Hochwasserereignisse folgten, zuletzt Ende

Juni 2016. Kanalfernsehtechnische Untersuchungen der bestehenden Durchlässe und Verrohrungen haben gezeigt, dass diese an einigen Stellen schadhaft sind. Zudem ist die Dimensionierung nicht auf das Bemessungsereignis ausgelegt worden. Eine Sanierung bzw. Herstellung eines auf

das Bemessungsereignis dimensioniertes Gerinne bzw. Durchlässe ist nicht mehr möglich, weil diese bereits überbaut wurden. Derzeit ist die GBL Bregenz damit beschäftigt, eine neue Trasse für die schadlose Ableitung der Hochwässer zu finden und mit den Grundbesitzern abzustimmen.



Abb. 5:  
Hochwassereinsatz am  
Mühlebach am 23.08.2005  
(Quelle: WLV Vorarlberg)

Fig. 5:  
Flood event at the  
Mühlebach on 23.08.2005  
(Source: WLV Vorarlberg)



Abb. 6: Ausschnitt aus dem Gefahrenzonenplan der Gemeinde Mittelberg; Gefahrenzonendarstellung von Kleingerinnen (Quelle: WLV Vorarlberg)

Fig. 6: Detail from hazard zone map of the community Mittelberg; hazard zones of small torrential channels (Source: WLV Vorarlberg)

### Der Umgang mit den Kleingerinnen im Zuge der Gefahrenzonenrevision 2015 der Gemeinde Mittelberg (Kleinwalsertal, Bezirk Bregenz)

Der Verfasser des Artikels führte die Revision des Gefahrenzonenplanes Mittelberg durch und war hier mit über 50 Kleingerinnen konfrontiert. Bei der Erstbesprechung mit dem Bürgermeister der Gemeinde Mittelberg wies dieser darauf hin, dass alle Kleingerinne in den Gefahrenzonenplan aufzunehmen sind (Abbildung 6). Die Vergangenheit habe gezeigt, dass diese Gerinne der Gemeinde viele Probleme bereiten, weil sie vielfach verrohrt und überbaut wurden. Weiters wurden seichtgründige Überflutungen im Zuge von Bebauungen nicht

berücksichtigt, weil sie im Gefahrenzonenplan aus dem Jahre 1989 nicht enthalten waren. Hier ist deutlich zu erkennen, dass einigen Gemeinden diese Problematik sehr wohl bewusst ist.

### Schlussfolgerungen

Die vergangenen Jahre haben gezeigt, dass Kleingerinne, welche früher nicht oder kaum beachtet wurden, bei Starkniederschlägen zu großen Problemen führen können. Erschwerend kommt hierzu, dass bei Bebauungen oftmals die Gerinne nicht beachtet, verrohrt oder im schlimmsten Fall sogar überbaut wurden. In der Landwirtschaft wurden in den 50er bis 80er Jahre des vorigen

Jahrhunderts diese Bäche im großen Stil verrohrt, um die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen zu erleichtern. In der Natur sind verrohrte Bäche vielfach sehr schwer zu finden. Heute gilt es diesem Trend entgegenzuwirken und Bäche wieder offen zu legen.

Aus folgenden Gründen sollten Gefahrenzonen für Kleingerinne ausgewiesen werden.

- Der Gerinneverlauf muss frei bleiben, damit der Hochwasserabfluss jederzeit schadlos abgeführt werden kann.
- Die Zugänglichkeit zu den Gerinnen muss jederzeit gewährleistet sein.
- Bei Bebauungen müssen Auswirkungen von den Gerinnen (Überflutungen etc.) berücksichtigt werden.

Klar festzuhalten ist, dass die Ausweisung von Gefahrenzonen in Kleingerinnen auf alle Fälle notwendig und den Gemeinden als Dienstleistung anzubieten ist.

**Anschrift des Verfassers / Author's address:**

DI Thomas Frandl  
 Wildbach- und Lawinenverbauung  
 Gebietsbauleitung Bregenz  
 Rheinstraße 32/4, 6900 Bregenz  
 thomas.frandl@die-wildbach.at



**Gunz ZT GmbH**  
 Ziviltechniker für Forst- und Holzwirtschaft,  
 Wildbach-, Lawinen- und Erosionsschutz,  
 allg. beeid. und gerichtl. zert. Sachverständiger

4400 Steyr, Brucknerplatz 2

Tel.: 07252/42484 E-Mail:office@gunz.at Homepage: <http://www.gunz.at>



FLORIAN SITTER, MARTIN JENNI

## Die Reduktion der Gefahrenzonen nach erfolgter Verbauung am Beispiel der Spreubachlawine, Bezirk Bludenz

### *The effect of avalanche mitigation measures on the hazard zoning of the Spreubach avalanche, district Bludenz*

#### Zusammenfassung:

Die Spreubachlawine gefährdet den Siedlungsraum der Gemeinden Dalaas und Klösterle im Klostertal (Bludenz, Vorarlberg). Seit dem 17. Jahrhundert sind Ereignisse mit Lawinopfern und mit zerstörerischen Auswirkungen überliefert. Es wurde ein Schutzkonzept bestehend aus einer Teilverbauung mit Stützwerken im Anbruchgebiet und einem Lawinenauffangdamm am Talboden erstellt. Der Auffangdamm am Talboden war auf seine Wirkung zu überprüfen. Es wurde die Bemessung des Auffangdamms nach den derzeit angewandten Regeln der Technik vorgenommen und einen Vergleich mit der Bemessung nach dem Modell der Schockwellentheorie angestellt. Die daraus resultierenden Differenzen der Dammhöhen haben einen maßgebenden Einfluss auf die neue Kartierung der Gefahrenzonen der Spreubachlawine bewirkt.

#### Stichwörter:

Bludenz, Spreubachlawine, Auffangdamm, Bemessung, Gefahrenzonen nach Verbauung

#### Abstract :

*The Spreubach avalanche endangers the settlement of the municipalities Dalaas and Klösterle in the Klostertal valley (Bludenz, Vorarlberg). Since the 17. century events with avalanche victims and destructive avalanches are documented. A mitigation concept consisting of supporting structures in a main part of the release area and an avalanche catch dam in the valley was developed. The effect of the avalanche catch dam was to prove. The design of the catch dam according the actual state of the art and a comparison to the design following the*

*model of the shock wave theory was established. The resulting differences in this comparison of the catch dam heights had and major influence in the mapping of the hazards zones of the Spreubach avalanche.*

#### Keywords:

*Bludenz, Spreubach avalanche, catch dam, design, hazard zone in order to mitigation measures*

#### Einleitung

Die Spreubachlawine an der Gemeindegrenze zwischen Klösterle und Dalaas ist eine Großlawine mit einem bedeutenden Gefahrenpotential. Bei der Spreubachlawine werden derzeit Teile des Anbruchgebietes mit Lawinenstützwerken verbaut. Weiters wird ein Lawinenauffangdamm oberhalb des Siedlungsraumes errichtet. Bei Projekten der Wildbach- und Lawinerverbauung sind im Zuge der Projektüberprüfung die Auswirkungen der Verbauung auf die Gefahrenzonenausweisung darzulegen. Nachfolgend wird auf eine Möglichkeit zur Abschätzung der Wirkung von Lawinerverbauungen eingegangen.

#### Die Spreubachlawine

Die Spreubachlawine gefährdet viele Wohn- und Nebengebäude sowie bedeutende Infrastrukturanlagen (Arlbergschnellstraße S 16, Landesstraße L 97, Energieversorgungsanlagen). Zahlreiche Lawinenabgänge sind dokumentiert. Dies wurde auch in den Gefahrenzonenplänen von Klösterle und Dalaas aus dem Jahre 1979 entsprechend festgehalten. Da im GZP 1979 die Rote Lawinengefahrenzone mit einer horizontalen Druckbelastung von 20 kN/m<sup>2</sup> festgelegt worden ist, musste ein richtlinienkonformes Konzept (10 kN/m<sup>2</sup>) als Grundlage für die Projektierung erarbeitet werden.

#### Die Chronik

Die Spreubachlawine verfügt über eine lange Chronik, die bis in das 17. Jahrhundert zurückreicht. Seit dem ersten überlieferten Ereignis aus dem Jahr 1689 konnten bis heute insgesamt 16 Lawinenereignisse dokumentiert werden. Die Ereignisse werden zum Teil durch Befragungen von Ortsansässigen bestätigt und detaillierter ausgeführt. Aus den Protokollen der Befragungen der Einheimischen kann auch oftmals die Prozessart der Spreubachlawine abgeleitet werden. So kann festgehalten werden, dass die nassen bis feuchten Fließlawinen vor allem im Frühjahr verzeichnet wurden. Bei diesen Lawinenabgängen blieb die Spreubachlawine im Bachlauf des Spreubaches. Ist die Lawine jedoch im Hochwinter unter kalten und trockenen Verhältnissen abgebrochen, kam es am Schwemmkegel zu Lawinenvorstößen in Richtung des stärker besiedelten Raumes. Aus der Chronik werden im Folgenden die größeren Lawinenabgänge angeführt:

- **1689:** Die Staublawine zerstört 2 Wohnhäuser in Danöfen.
- **1888:** Die Staublawine erfasst und tötet eine Person 50 m östlich des Wärterhauses. Die Eisenbahnbrücke wird 500 m talwärts verschoben.
- **1935:** Staublawine reicht 50 m weit unter die L 97. Der Straßenkörper wurde 6 m hoch verschüttet

- **1961:** Eine Große Staublawine bricht 10–15 Bäume auf GST Nr. 938/2 ab und verstreut in Danöfen bis zur L 97 Tannenreisig. Beim ehemaligen Gasthaus Hirschen wurden durch den Luftdruck sämtliche Scheiben eingedrückt. Ebenso wurde ein Heustall auf GST Nr. 902/4 verschoben.
- **1999:** Fließlawine bleibt ca. 50 m oberhalb der L 97 Brücke liegen; Spreubachgerinne wird aufgefüllt.

### Grundlagen der Lawinenmodellierung

Die Spreubachlawine wurde mit dem Simulationsprogramm SamosAT modelliert. Das Anbruchgebiet ist mit 12,5 Hektar Fläche abgegrenzt worden und weist durchschnittlich 38° Neigung auf den homogenen, südexponierten Grashängen der Plattnitzerjochspitze auf. Die Anbruchmächtigkeiten wurden mit Hilfe der Neuschnee-Höhengradienten von (Leichtfried, 2011) unter Verwendung der Stationsdaten aus der Statistikabfrage EVA+ der ZAMG bestimmt. Als Referenzstation wurde die Messstelle Langen am Arlberg auf einer Seehöhe von 1218 m ü.A. verwendet. Die 3 Tagesneuschneesumme der Station Langen am Arlberg

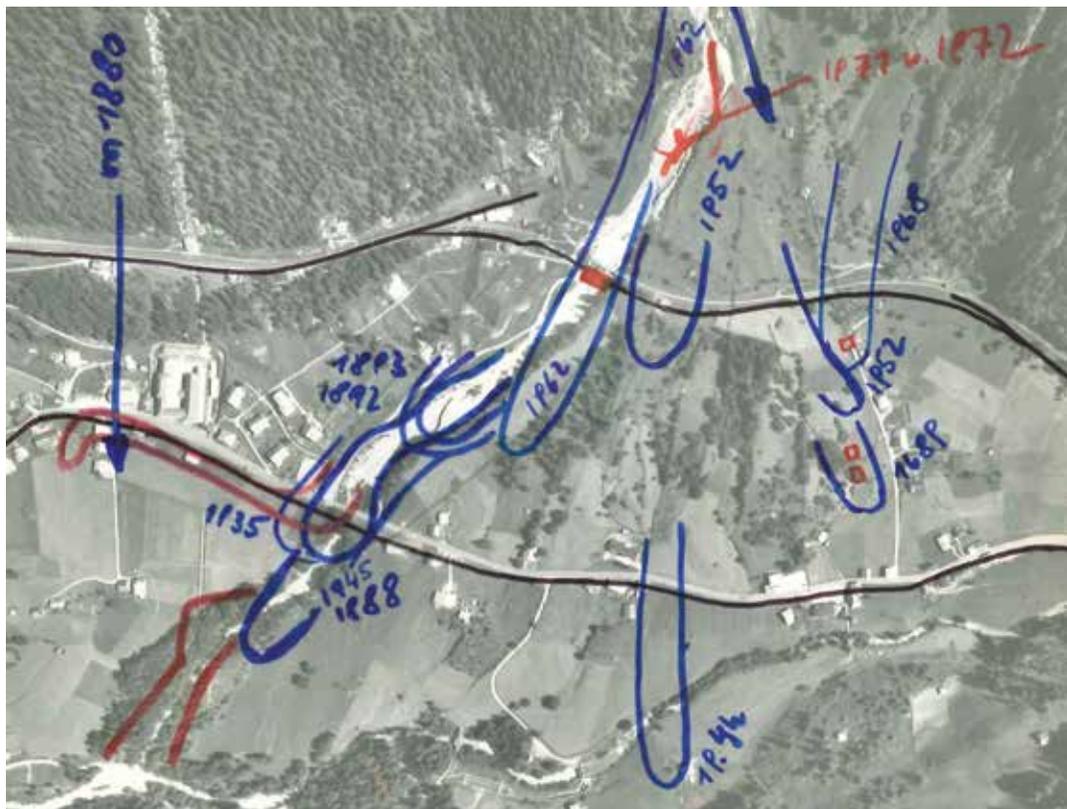


Abb. 1: Kartierung der Lawinenereignisse der Spreubachlawine für die Gefahrenzonenplanung 1979.

Fig. 1: Mapping the events of the Spreubach avalanche for the hazard zoning in 1979.

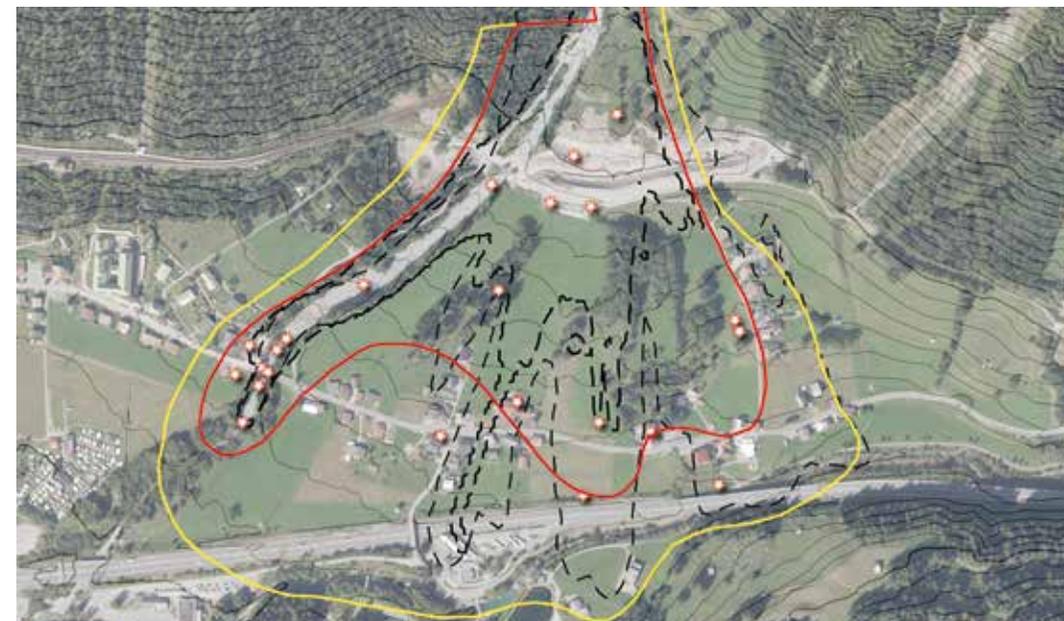


Abb. 2: Simulation (schwarze Linien), Chronikereignisse (rote Marker), Gefahrenzonen der Spreubachlawine vor Verbauung (gelbe und rote Linien)

Fig. 2: Simulation (black lines), events of the chronicles (red marker), hazard zones of the Spreubach avalanche before mitigation measures (red and yellow line).

wurde mit 197 cm und einem Konfidenzintervall von 17 % bestimmt und für weitere Berechnungen als plausibel erachtet. Die Anbruchmächtigkeit für die Lawinenmodellierungen wurde nach (Burkard und Salm, 1992) mit einem  $d_0$  von 1,94 m festgelegt.

Die erste Aufgabe bestand darin, ein 150-jähriges Bemessungsszenario zu modellieren, welches die Gefährdung durch die Spreubachlawine im nicht verbauten Zustand wiedergibt. Dies war erforderlich, um den Gefahrenzonenplan aus dem Jahre 1979 an die geänderten Richtlinien aufgrund der Erkenntnisse aus den Lawinenwintern von 1999 anzupassen. Mittels der Lawinensimulationen und den umfangreichen und gut dokumentierten Ereignissen der Lawinenchronik konnte eine neue Abgrenzung der Roten und Gelben Lawinengefahrenzone vorgenommen werden.

Die Simulationen zur richtlinienkonformen Anpassung der Gefahrenzonen der Spreubachlawine waren folglich auch die Grundlage für die weiteren Bestimmungen der Parameter, die für eine Dimensionierung des Lawinenauffangdammes erforderlich sind. Aus der Lawinensimulation wurden die maßgeblichen Größen Fließtiefe  $h_f$  und Fließgeschwindigkeit  $v_f$  abgeleitet. Dazu wurden diese Größen an der geplanten 350 m langen Dammfußlinie automatisiert aus der Simulation herausgelesen. Mit statistischen Auswertungen wurden die 90. Perzentilen der Geschwindigkeit und der Fließtiefe bestimmt und als maßgebliche Eingangsgrößen für die Dammdimensionierung weiterverwendet. Aufgrund der Lawinenmodellierung wurden schlussendlich am geplanten Standort des Lawinenauffangdammes eine Fließtiefe von 4,0 m und eine Fließgeschwindigkeit von 16,2 m/s festgelegt.

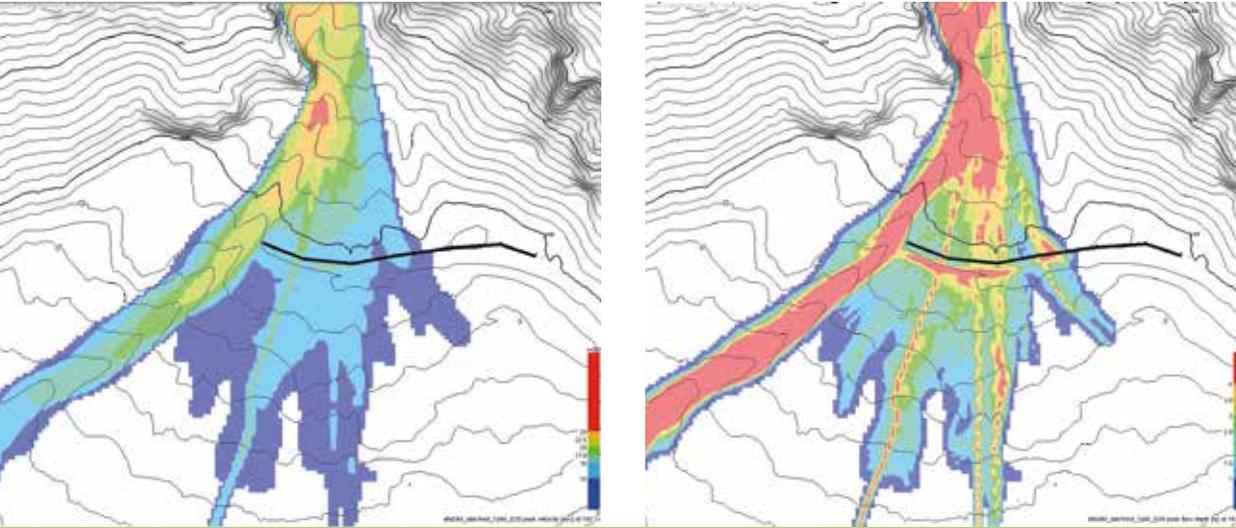


Abb. 3: Lawinensimulation ohne Berücksichtigung der Verbauung zur Bestimmung der Fließtiefe (links) und Fließgeschwindigkeit (rechts) am geplanten Dammstandort (schwarze Linie).

Fig. 3: Avalanche simulation model before mitigation measures to determine flow depth (left) and flow velocity (right) on the planned catch dam site (black line).

### Bemessung des Auffangdammes

Die Bemessung der Auffangdammhöhe 1 wurde in Anlehnung an die (ONR 24806, 2011) gemäß folgender Gl.1 vorgenommen. Die Gleichungen Gl.19 und Gl.20 der (ONR 24806, 2011) beinhalten die lotrechten Schneehöhen und beschreiben

die Stauhöhe am Damm zur Bemessung der Dammhöhe. Die erforderlichen Eingangsparameter für die Gleichungen Gl.19 und Gl.20 sind in nachstehender Tabelle 1 zusammengefasst.

$$H_D = h_a + h_f + h_n + \frac{v_f^2}{2 \times g \times \lambda} + h_{FB} \quad \text{Gl.1}$$

Parameter	Wert	Beschreibung
$h_a$	-	lotrechte Höhe des abgelagerten Lawinenschnees, [m]
$h_f$	4,0	lotrechte Höhe der Fließlawine, [m]
$h_n$	2,5	lotrechte Höhe der natürlichen Schneedecke, [m]
$v_f$ (oder $v_1$ )	16,2	Geschwindigkeit der Fließlawine, [m/s]
$\lambda$	1,6	Energiedissipationsfaktor, [-]
$h_{FB}$	-	Freibord mindestens 1 m oder 10 % der Dammhöhe, [m]

Tab. 1: Characteristics of the measurement point

Tab. 1: Merkmale des Messpunktes

Die Bemessung gemäß (ONR 24806, 2011) führt zu einer Dammhöhe von 15,1 m. Diese „klassisch“ ermittelte Höhe wird in einem weiteren Schritt mit der „Schockwellen“-Theorie nach (Baillifard et. al, 2007) verglichen. Diese Theorie basiert auf mathematischen Modellen, in denen das Phänomen des Überfließens von Dämmen bei sehr hohen Lawinengeschwindigkeiten beschrieben wird. In der Berechnung der Dammhöhe nach der Schockwellentheorie sind zu den in Tabelle 1 genannten Eingangsgrößen noch zusätzliche Parameter betreffend die Dammgeometrie festzulegen. Der Auffangdamm wird in bewehrter Erde Konstruktion mit 65° bergseitiger Neigung und einem Dammvorfeld mit 2° Neigung errichtet. Die nach der Schockwellentheorie resultierende Dammhöhe beträgt 20,9 m. Zur Bemessung dieser Dammhöhe nach der Schockwellentheorie muss erwähnt werden, dass diese derzeit nicht den angewandten Regeln der Technik entspricht und somit nicht für Ausführungsplanungen der Schutzmaßnahme herangezogen wurde.

In den Detailplanungen des Schutzkonzeptes wurde der Auffangdamm mit einer Dammhöhe von 15 m geplant. Das Verlandungsgefälle des Lawinenschnees wurde mit 8° angenommen. Daraus resultierte ein Auffangvolumen des Spreubachlawine-Auffangdammes von rd. 290.000 m<sup>3</sup>. Die Festlegung der Dammhöhe auf 15 m war durch die vorhandenen Geländegegebenheiten, durch Anforderungen der Österreichischen Bundesbahnen (Freileitung), durch Anforderungen des Naturschutzes und von Grundeigentümern mitbestimmt.

In die Dammhöhe nicht miteinbezogen wurde die lotrechte Schneehöhe der Vorverfüllung  $h_a$  zufolge von Vorlawinen. Im Zuge des Projektes der Spreubachlawine werden auch Stützverbauungen im Anbruchgebiet (Teilverbauungen) errichtet. Diese Verbauung umfasst eine Fläche von ca. 3,5 ha des Anbruchgebietes des Bemessungsszenarios (ca. 30 % des potenziellen

Gesamtanbruchgebietes). Bei der Verbauungsfläche handelt es sich um das größte, zusammenhängende Anbruchgebiet der Spreubachlawine. Diese Fläche ist maßgeblich für das Gefahrenpotential verantwortlich. Nach Abschluss der Verbauung dieser Fläche wird davon ausgegangen, dass Vorverfüllungen durch Lawinen im Auffangraum bergseits des Lawinenschutzdammes nicht mehr zu berücksichtigen sind. In den Jahren 2018 und 2019 konnte ca. die Hälfte der Stützverbauung bereits realisiert werden.

Letztlich unberücksichtigt geblieben ist ein Freibord des Auffangdammes  $h_{FB}$  von mindestens 1 m oder 10 % der Dammhöhe  $H_D$ .

### Beurteilung der Wirkung des Auffangdammes

Der nächste Schritt war die Bestimmung der Dammwirkung im Hinblick auf die Gefahrenzonenplanung. Maßgeblich zur Kartierung der neuen Lawinengefahrenzonen waren

- die Dammwirkung auf das 150-jährige Bemessungsszenario,
- die Differenz der Dammhöhe nach der klassischen Methode zur Schockwellentheorie
- und der fehlende Freibord.

Das Bundesamt für Umwelt der Schweiz (BAFU) hat sich mit der Beurteilung der Wirkung von Schutzbauwerken auseinandergesetzt und eine Methodik zur Beurteilung der Wirkung von Lawinenauffangdämmen entwickelt (Margreth et. al, 2008). Der darin beschriebene Fall 1 beruht auf dem Ansatz eines Lawinenaufpralls mit sehr hoher Geschwindigkeit. Diese Methode wurde zur Beurteilung der Wirkung des Auffangdammes der Spreubachlawine herangezogen.

Es sind vier Schritte notwendig, die zu einem Simulationsergebnis führen, in welchem die Wirkung des Auffangdammes berücksichtigt wird:

1. Es wird die effektive Dammhöhe  $H^*$  des Bemessungsszenarios am Dammstandort bestimmt.

$$H^* = H_D - h_f - h_n \quad \text{Gl. 2}$$

2. Es wird die reduzierte Geschwindigkeit  $v_2$  ermittelt

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2 \times g \times H^* \times \lambda} \quad \text{Gl. 3}$$

3. Aus dem Verhältnis von  $v_2/v_1$  muss ein reduziertes Anbruchvolumen  $V_{red}$  gutachterlich festgelegt werden. Das reduzierte Anbruchvolumen kann über die, mit dem Verhältnis von  $v_2/v_1$  reduzierte, Anbruchmächtigkeit  $d_{0,red}$  abgeschätzt werden.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{3,5}{16,2} = 0,22 \quad \text{Gl. 4}$$

4. Es sind weitere Simulationen mit dem reduzierten Anbruchvolumen  $V_{red}$  bzw. mit der reduzierten Anbruchmächtigkeit  $d_{0,red}$  durchzuführen.

Mit der neu durchgeführten Simulation des Bemessungsszenarios, unter Berücksichtigung der Wirkung des Auffangdammes, wurde eine Neuabgrenzung der Gefahrenzonen nach Verbauung durchgeführt. Talseits des Dammes konnten die Gefahrenzonen um 150 m bis 200 m zurückgenommen werden. Da die festgelegte Dammhöhe kein Freibord berücksichtigt und auch die Methode der Schockwellentheorie nicht berücksichtigt wurde, hat sich die Sektion Vorarlberg im Zuge der Koordinierung der Gefahrenzonen dazu entschlossen, entsprechende Sicherheitsreserven bei den Gefahrenzonen nach Verbauung vorzusehen. Zu berücksichtigen war auch, dass Staublawinen trotz der geringeren Druckwirkungen ein bedeutendes Gefahrenszenario bei der Spreubachlawine darstellen können.

Abbildung 5 zeigt die Gefahrenzonen vor und nach der Verbauung.

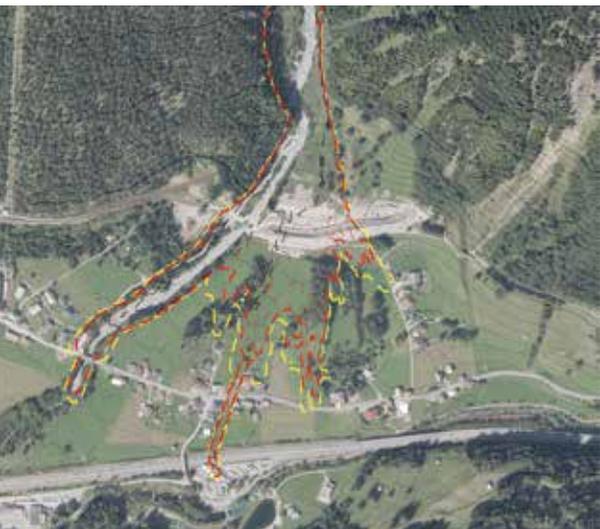


Abb. 4: Darstellung des Fließanteils der Lawinensimulation ohne Schutzmaßnahmen (links) und mit reduziertem Anbruchvolumen (rechts).

Fig. 4: Illustration of the fluid part of the avalanche simulation without mitigation measures (left) and with reduced release volume (right).

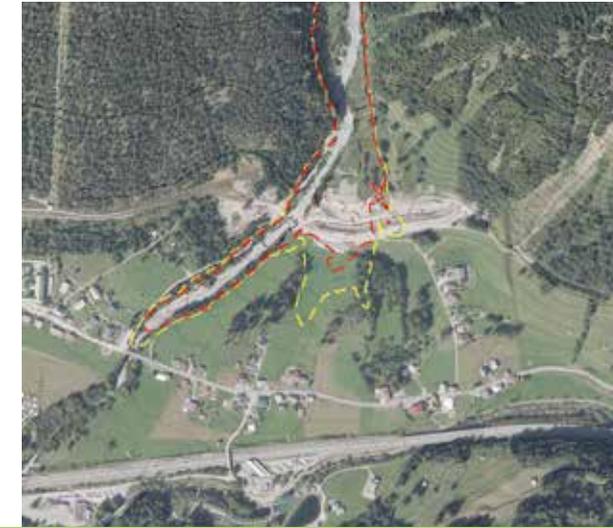
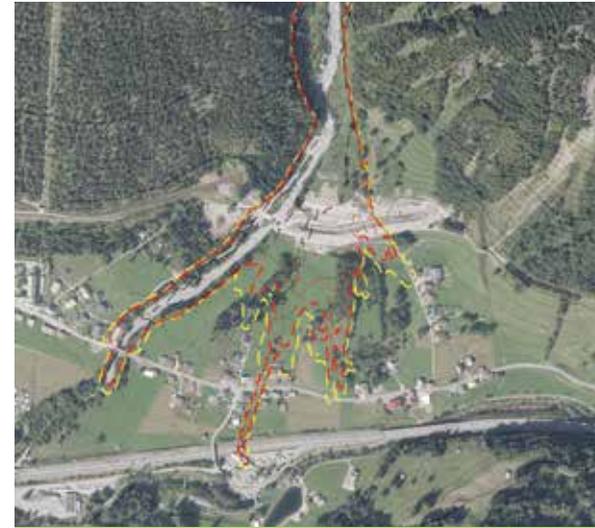


Abb. 5: Gefahrenzonenplan der Spreubachlawine vor (links) und nach (rechts) der Verbauung.

Fig. 5: Hazard zones for Spreubach avalanche before (left) and after (right) mitigation measures.



Abb. 6: Baustelle des Auffangdammes der Spreubachlawine im Sommer 2019. (Quelle: DI Jürgen Gruber, Tencate Geosynthetics)

Fig. 6: Construction site of the Spreubach avalanche catch dam in summer 2019. (Source: DI Jürgen Gruber, Tencate Geosynthetics)

**Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:**

DI Florian Sitter  
 Wildbach- und Lawinenverbauung  
 Gebietsbauleitung Bludenz  
 Oberfeldweg 6, 6700 Bludenz  
 florian.sitter@die-wildbach.at

DI Martin Jenni  
 Wildbach- und Lawinenverbauung  
 Gebietsbauleitung Bludenz  
 Oberfeldweg 6, 6700 Bludenz  
 martin.jenni@die-wildbach.at

**Literatur / References:**

BAILLIFARD M., KERN M., MARGRETH S. (2007).  
 Anleitung zur Dimensionierung von Lawinenauffangdämmen. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos.

BURKARD A., SALM B. (1992).  
 Die Bestimmung der mittleren Anrissmächtigkeit d0 zur Berechnung von Fließlawinen. Bericht Nr. 668. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos.

LEICHTFRIED A. (2011).  
 Bestimmung der extremen Schneehöhen für die Stützverbauung in Anbruchgebieten von Lawinen für Tirol und Vorarlberg. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ZAMG, Innsbruck.

MARGRETH S., BURKARD A., BURI H. (2008).  
 Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung in der Raumplanung – Teil B Lawinen. in: Romang H. (Ed.). Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern. 289 S.

MARGRETH S. (2015).  
 Bemessung von Lawinenauffangdämmen – Erfahrungen und neue Erkenntnisse. Vortrag im 11. Lawinendynamikworkshop am 22.10.2015, Innsbruck.

ONR 24806 (2011).  
 Permanenter technischer Lawinenschutz – Bemessung und konstruktive Ausgestaltung. Wien.

**NaturRaum365**

Die App-Lösung für uns Wildbachbegeher

INNOVATIV. PRAKTISCH. VERLÄSSLICH.

Ingenieurbüro für Naturgefahrenmanagement

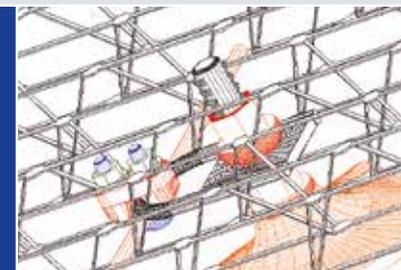


Mit **unseren Erfahrungen** und den **technischen Möglichkeiten** der heutigen Zeit wurde eine **Wildbachbegehungs-App** entwickelt, um **uns Wildbachbegehern** eine **innovative, praktische** und **verlässliche Lösung** in die Hand zu geben.

Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.naturraum365.at](http://www.naturraum365.at) und [www.skolaut.at](http://www.skolaut.at)

## Wir sichern und kultivieren die Erde

Steilwälle  
 Wasserbau  
 Entwässerung  
 Sonderkonstruktionen



Hang- u.  
 Böschungssicherung  
 Steinschlagschutz  
 Stützbauwerke



J. Krismer | Bundesstraße 23  
 A - 6063 Innsbruck - Rum  
[www.krismer.at](http://www.krismer.at) | [office@krismer.at](mailto:office@krismer.at)



THOMAS FRANDL

## Die Bürgerbeteiligung im Zuge der Erstellung eines Gefahrenzonenplanes in Vorarlberg

### *Public participation in the course of hazard zone mapping in Vorarlberg*

#### Zusammenfassung:

Die Gefahrenzonenplanung wird von Teilen der Bevölkerung als Eingriff in ihre Eigentumsverhältnisse oder im Extremfall als Enteignung gesehen. Naturgefahren auf eigenem Grund sehen viele als Belastung bzw. als Existenzbedrohung. Was genau mit den Begriffen Bemessungsereignis oder 150-jährliches Ereignis gemeint ist, ist für Laien schwer nachvollziehbar. Einige Bürger und Bürgerinnen vertreten die Meinung, dass wenn 50 Jahre lang nichts passiert ist, der Standort sicher sei. Hingegen werden die Gefahren beim Nachbarn sehr wohl erkannt, sodass eine Ausweisung von Gefahrenzonen als gerechtfertigt erscheint. In diesem Artikel werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie es gelingen kann, den Gefahrenzonenplan nicht über die Köpfe der Bevölkerung hinweg zu erstellen, sondern für und vor allem mit den Bürgerinnen und Bürgern gemeinsam zu erstellen.

#### Stichwörter:

Gefahrenzonenplanung, Bemessungsereignis, Naturgefahren

#### Abstract:

*Parts of the population regard hazard zone mapping as an intervention in their ownership structure or, in extreme cases, as expropriation. Natural hazards are a threat to the existence and a burden to the properties. What exactly the terms "recurrent design event" and "150 year event" mean, is often hard to understand for non-professionals. Some citizens argue that if nothing has happened for 50 years, the location is "safe". On the other hand, the potential danger of their neighbours are very well recognised, so that a designation of hazard zones appears to be justified there. This article outlines ways how hazard zone maps can be developed by means of communication and with the involvement of the population.*

#### Keywords:

*hazard zone mapping, recurrent design event, natural hazards*

#### Einleitung

Der Verfasser des Artikels kann auf eine Erfahrung von 20 Jahren Gefahrenzonenplanung in der Sektion Vorarlberg zurückblicken und hat bereits 30 Gefahrenzonenpläne erstellt. Er hat die „heiklen“ Gefahrenzonenpläne wie St. Gallenkirch, Gargellen, Gaschurn und Lech (alle GBL Bludenz) sowie Warth, Schröcken, Damüls, Schoppernau Mittelberg (alle GBL Bludenz) ausgearbeitet. Dabei wurden verschiedene Möglichkeiten der Bürgerbeteiligung angewendet, wobei sich einige davon weniger eignen, andere haben sich als sehr erfolgsversprechend herauskristallisiert. Wichtig ist, dass die Bevölkerung von Anfang an informiert ist, dass in ihrer Gemeinde der Gefahrenzonenplan neu erstellt bzw. revidiert wird. Auf die gesetzlichen und fachlichen Grundlagen des Gefahrenzonenplanes in Österreich wird in diesem Artikel nicht eingegangen.

#### Beginn der Erstellung eines Gefahrenzonenplanes

Zuallererst muss mit der betroffenen Gemeinde der Zeitplan von den Erhebungen bis hin zum Auflageverfahren und der kommissionellen Verhandlung abgestimmt werden. Das ist sehr wichtig, damit die Gremien der Gemeinde (Gemeindevertretung und Gemeindevorstand) darüber informiert sind und sich darauf einstellen können. Geschieht das nicht, so kann es vorkommen, dass der/die Bürgermeister/in beispielsweise das Auflageverfahren zu verzögern bzw. zu verhindern versucht. Weiters können in diesem Stadium bereits die Gemeindebürger über das Prozedere in dem Gemeindeblatt oder sonstige Medien informiert werden.

Als Text für die erste Information an die Bevölkerung kann folgender verwendet werden:

*Die Gebietsbauleitung xxx ist seit dem Frühjahr xxx mit der Revision des Gefahrenzonen-*

*planes der Gemeinde xxx beschäftigt. Dazu sind Erhebungen und Geländebegehungen notwendig, wobei auch Ihre Grundstücke betreten werden. Sobald der erste Entwurf fertig ist, wird dieser der Gemeindevertretung und in weiterer Folge der Bevölkerung vorgestellt.*

Anschließend ist gemeinsam mit der jeweiligen Gemeinde der raumrelevante Bereich festzulegen. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Entwicklung der Gemeinde für die künftigen zwei Jahrzehnte berücksichtigt wird. Generell empfiehlt es sich, den raumrelevanten Bereich großzügig auszuweisen, damit der Gefahrenzonenplan möglichst vollständig die Entwicklung der Gemeinde umfasst. Es empfiehlt sich, den Raumplanungsausschuss der Gemeinde mit der Festlegung des raumrelevanten Bereiches zu betrauen.

#### Erhebungen für die Gefahrenzonenplanerstellung

Nach der Erstinformation der Gemeinde sowie der Sichtung der Unterlagen in der Gebietsbauleitung beginnt die eigentliche Erhebungstätigkeit im Gelände. Hier ist darauf zu achten, dass die vor Ort angetroffenen Bürger und Bürgerinnen über die Tätigkeit ausreichend informiert werden, damit keine Missverständnisse entstehen. Es soll auch jede Gelegenheit genutzt werden, Befragungen über historische Ereignisse durchzuführen. Dies dient zur Untermauerung der Ausweisung der Gefahrenzonen.

#### Vorstellung des ersten Entwurfes des Gefahrenzonenplanes in der Gemeinde

Nach der sektionsinternen Koordinierung bzw. der fachlichen Vorprüfung ist der Gemeinde der erste Entwurf zu präsentieren. Es empfiehlt sich, vorerst mit dem/der Bürgermeister/in den Entwurf zu besprechen und danach die weitere Vorge-

hensweise in Bezug auf die Öffentlichkeitsarbeit festzulegen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass man verschiedene Möglichkeiten der Kommunikation aufzeigen sollte, wie z. B. Information der Gemeindevertretung, Information der Bevölkerung oder Sprechtag während des Auflageverfahrens. Die Entscheidung darüber, welche Möglichkeiten in Anspruch genommen werden, sollte der/die Bürgermeister/in treffen. Es ist auch zu akzeptieren, wenn seitens der Gemeinde auf die Information der Bevölkerung zur Gänze verzichtet wird.

### Information der Gemeindevertretung

Die Praxis hat gezeigt, dass vielfach in einem ersten Schritt die Gemeindevertretung über den Gefahrenzonenplanentwurf informiert wird. Warum? Weil ihre Mandatare als Multiplikatoren in der Gemeinde fungieren und so die Information zu den Bürgern und Bürgerinnen bringen. Außerdem fühlt sich der/die Bürgermeisterin von der Gemeindevertretung unterstützt und muss nicht alleine die Interessen der Gemeinde vertreten. Diese Vorgehensweise hat sich in der Praxis der Gefahrenzonenplanung sehr bewährt und trägt zu einer hohen Akzeptanz des Gefahrenzonenplanes bei.

### Information der Bevölkerung

In der Sektion Vorarlberg wurde einige Male die Bevölkerung bei einer Abendveranstaltung über den Gefahrenzonenplan informiert. Es muss jedoch gesagt werden, dass solche „Massenveranstaltungen“ eher kontraproduktiv sind und wenig bis gar nichts zur Akzeptanz des Gefahrenzonenplanes beitragen. Es reichen bereits wenige „Kritiker“ um die Stimmung einer solchen Veranstaltung sehr aufzuheizen. Meistens geht es

dann nicht mehr um die Sache, sondern es wird versucht, den Gefahrenzonenplan zu bekämpfen. Außerdem ist es bei einer solchen Veranstaltung unmöglich, auf Details in der Gefahrenzonenausweisung einzugehen. Die Praxis hat gezeigt, dass diese Möglichkeit nicht in Erwägung gezogen werden sollte.

### Das Auflageverfahren

Die Kundmachung zum Auflageverfahren ist gemäß Forstgesetz 1975 ausreichend, wenn sie an der Amtstafel der Gemeinde angeschlagen wird. Für eine faire Information der Bevölkerung ist das völlig unzureichend. Wenn jemand während dieser Zeit nicht aufs Gemeindeamt kommt, verpasst er die Auflage. Es empfiehlt sich, die Kundmachung zur öffentlichen Auflage des Gefahrenzonenplanes im Gemeindeblatt zu veröffentlichen oder noch besser einen Postwurf an alle Haushalte zu versenden. In letzter Zeit wird auch häufig die Homepage der jeweiligen Gemeinde verwendet. Wichtig ist auch, dass jene Personen, welche vom Gefahrenzonenplan betroffen sind, aber in der Gemeinde keinen Hauptwohnsitz haben, informiert werden.

Ist die Information unzureichend, so kommen nicht informierte Betroffene noch Jahre nach der Genehmigung des Gefahrenzonenplanes zu den Gebietsbauleitungen und beschwerten sich. Oft hört man folgende Aussagen: „*Ich habe nichts gewusst*“ „*Seit wann gibt es den Gefahrenzonenplan?*“ „*Kein Mensch hat was gesagt*“ „*Typisch, es wird alles im stillen Kämmerlein gemacht*“.

Für das Auflageverfahren ist ein vorgefertigtes Formular für die Abgabe einer Stellungnahme vorzubereiten, damit später keine unnötigen Arbeiten anfallen (z. B. weil die betroffene Grundstücksnummer fehlt).

The image shows a form for submitting opinions. At the top, there are fields for 'Zuname' (Last name) and 'Nummer' (Number). Below these are fields for 'Vorname' (First name), 'Adresse' (Address), and 'Grundstück Nr.' (Plot number). The form is addressed to the 'Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawstauenverbauung' (Forestry technical service for wild river and landslide protection) in Bregenz, specifically at 'Röschstraße 22/4, 6960 Bregenz'. There is a section for 'STELLUNGNAHME:' (Opinion) with several horizontal lines for writing. At the bottom, there are fields for 'Unterschrift des Grundeigentümers' (Signature of the landowner) and 'Datum' (Date).

Abb. 1:  
Formular für die Stellungnahmen  
(Quelle: WLV Vorarlberg)

Fig. 1:  
Form for the opinions  
(Source: WLV Vorarlberg)

### Sprechtag für die Bevölkerung

Bei einem Sprechtag besteht die Möglichkeit, dass die von der Gefahrenzonenausweisung betroffenen Bürger und Bürgerinnen einzeln über die dargestellten Gefährdungen auf ihren Liegenschaften informiert werden. Die Praxis hat gezeigt, dass pro Person 15 Minuten reserviert werden sollten. Empfehlenswert ist auch, dass beim Sprechtag

auch eine Vertretung der Gemeinde anwesend ist (im Idealfall der/die Bürgermeister/in). Sinnvollerweise wird der Sprechtag während des Auflageverfahrens durchgeführt. Wichtig ist, dass die Betroffenen umfassend informiert werden. Auch auf die Möglichkeit der Abgabe einer Stellungnahme während der Auflagefrist ist hinzuweisen. Dieses Instrument dient ebenfalls der Bürgerinformation und -beteiligung.

Damit so ein Sprechtag strukturiert



Abb. 2:  
Sprechtag zum  
Gefahrenzonenplan der  
Gemeinde Lochau/Bezirk  
Bregenz (Quelle: WLV  
Vorarlberg)

Fig. 2:  
Consultation day about  
the hazard zone map in the  
community Lochau/district  
Bregenz (Source: WLV  
Vorarlberg)

ablaufen kann, sollten sich die Interessenten bei der Gemeinde im Vorfeld anmelden, sodass dann ein Zeitplan erstellt werden kann.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass ein Sprechtag zwar zeitintensiv, aber für die Akzeptanz des Gefahrenzonenplanes sehr wertvoll ist. Es kann in aller Ruhe und objektiv informiert werden.

### Die kommissionelle Verhandlung

Bei der kommissionellen Verhandlung wird der Gefahrenzonenplan auf seine Nachvollziehbarkeit, Schlüssigkeit und Vollständigkeit von der Kommission überprüft. Ein Schwerpunkt ist die Behandlung der eingegangenen Stellungnahmen.

Hier ist ganz entscheidend, dass die betroffene Bevölkerung die Möglichkeit hat, vor Ort dabei zu sein. Sie können dann ihre Standpunkte vorbringen und bekommen von den Fachleuten ausreichend Beratung. Der Aufwand ist vor allem bei vielen Stellungnahmen, wie in der Gemeinde Lech mit etwa 200 Einwänden, groß, jedoch lohnenswert. Die betroffenen Bürger und Bürgerinnen bekommen dadurch Gehör. Im Vorfeld kann ein grober Zeitplan erstellt werden, in dem festgelegt wird, zu welcher Tageszeit man sich in welchem Ortsteil aufhält. Eine Detaillierung des Zeitplanes ist nicht möglich, weil von vornherein nicht abgeschätzt werden kann, wieviel Zeit die Behandlung der einzelnen Stellungnahmen beansprucht.



Abb. 3: Kommissionelle Verhandlung des Gefahrenzonenplanes Lech/GBL Bludenz (Quelle: WLV Vorarlberg)

Fig. 3: Commissionall negotiation of the hazard zone map Lech/regional headquarters Bludenz (Source: WLV Vorarlberg)

### Schlussfolgerungen

Bürgerbeteiligung im Zuge der Gefahrenzonenplanung ist entscheidend und trägt wesentlich zur Akzeptanz des Gefahrenzonenplanes bei. Wichtig ist, dass während der ganzen Zeit beginnend von den ersten Gesprächen mit der Gemeinde bis hin zu kommissionellen Überprüfung die Bevölkerung eingebunden wird. Es gibt nichts zu beschönigen, den Bürgern und Bürgerinnen ist die Wahrheit zumutbar.

### Anschrift des Verfassers / Author's address:

DI Thomas Frandl  
 Wildbach- und Lawinenverbauung  
 Gebietsbauleitung Bregenz  
 Rheinstraße 32/4, 6900 Bregenz  
 thomas.frandl@die-wildbach.at

CHRISTIAN AMBERGER

## Gefahrenzonenplanung in Ostösterreich – 400 Gemeinden, 1 Herausforderung

### *Hazard zone planning in Eastern Austria - 400 municipalities, 1 challenge*

#### Zusammenfassung:

Die Gefahrenzonenplanung im Bereich der Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland ist geprägt von der Herausforderung, rund 400 planungsrelevante Gemeinden zu betreuen. Nach dem Jahrhundert-Hochwasser 2002 konnte durch einen massiven GZP-Schwerpunkt die Flächendeckung erreicht werden. Neben der konsequenten Weiterentwicklung der Digitalisierung stellen die breite demographische Amplitude der Sektion und das restriktive Niederösterreichische Raumordnungsgesetz weitere Herausforderungen für die Zukunft dar.

#### Stichwörter:

Gefahrenzonenplanung, Wien, Niederösterreich, Burgenland, Raumplanung, Digitalisierung.

#### Abstract:

*The planning of hazard zones in the Provincial Headquarters of Vienna, Lower Austria and Burgenland is characterized by the challenge of overseeing around 400 planning-relevant municipalities. After the enormous flood in 2002, the area coverage hazard zone maps could be achieved through a massive focus on hazard zone planning. In addition to the consistent further development of digitization, the broad demographic amplitude of the region and the restrictive Lower Austrian Spatial Planning Act pose further challenges for the future.*

#### Keywords:

*Hazard Zone Planning, Vienna, Lower Austria, Burgenland, Spatial Planning, Digitization.*

#### Die Gefahrenzonenplanung gemäß Forstgesetz – die Anfänge

Das Forstgesetz sieht bekanntlich seit 1975 vor, sämtliche Gemeinden Österreichs mit Wildbach- und/oder Lawineneinzugsgebieten mit Gefahrenzonenplänen auszustatten.

Ganz neu war das Instrument der Gefahrenzonenplanung damals auch gar nicht mehr, schon in den beginnenden 1970er Jahren wurden vereinzelt so genannte provisorische Gefahrenzonenpläne erstellt, um ein aussagekräftiges Hilfsinstrument für die damals schon rasant zunehmende Gutachtertätigkeit und ein Planungsinstrument für die die damals ebenso jungen Flächenwidmungspläne zu schaffen.

Neben dem Inkrafttreten des Forstgesetzes am 3. Juli 1975 (BGBl Nr. 440/1975) wurde mit Erlass 52.240-10-VB/1975 vom 2. Juli 1975 des damaligen Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft festgelegt, dass Projekten Gefahrenzonenkarten beizulegen sind, um die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und Dringlichkeit der Maßnahmen besser beurteilen zu können. Diese Pläne wurden im Zuge der Projektüberprüfungen beurteilt, das Genehmigungserfordernis für die Projekte war dadurch erfüllt, einen Gefahrenzonenplan ersetzten sie jedoch nicht.

Dieser Umstand ist deswegen erwähnenswert, weil dadurch in den frühen Jahren der Gefahrenzonenplanung die Ambition, einen gesamten, doch einiges an personellen Ressourcen bindenden Gefahrenzonenplan für eine Gemeinde zu erstellen, überschaubar blieb.

Im Bereich der Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland wurde in den Jahren 1975–1979 kein Gefahrenzonenplan einer ministeriellen Genehmigung zugeführt, die ers-

ten Gefahrenzonenpläne wurden im Mai 1980 ministeriell genehmigt, namentlich zuerst die Gemeinde Laab im Walde (26. Mai 1980) und unmittelbar darauf die Gemeinden Eschenau und Senftenberg.

Auch in den nächsten Jahren blieb der Output an genehmigten Gefahrenzonenplänen überschaubar durchwegs im einstelligen Bereich. Die ausgearbeiteten Pläne waren vor allem zum Einen dem Interesse einzelner Kollegen und zum Anderen dem Umstand, dass mit Erlass 52.240/08-VC/95 von 15. Feber 1995 festgelegt wurde, dass für die Überprüfung eines Projektes ein kommissionell überprüfter Gefahrenzonenpläne vorhanden sein muss, geschuldet. Die potenzielle Kulisse an Gemeinden mit Wildbach- und Lawineneinzugsgebieten betrug immer rund 400 Gemeinden mit leicht fallender Tendenz bedingt durch sukzessive Gebietsanpassungen mit der Bundeswasserbauverwaltung.

#### Das Jahrhundert-Hochwasser 2002

Eine massive Zäsur stellte dann im Jahr 2002 das Jahrhundert-Hochwasser dar, welches im Sektionsgebiet neben Kerngebieten wie der Wachau auch etliche periphere bis dato planungsferne Gebiete im Waldviertel massiv betraf.

Im Zuge der umfassenden Sanierungsarbeiten, der notwendigen Folgeprojekte und unter dem Eindruck der erheblichen Sensibilisierung in den Gemeinden wurde klar, dass ein umfassender Planungsschwerpunkt für die Weiterführung der Gefahrenzonenplanung umgesetzt werden muss.

In diesem Zeitfenster wurde auch die Strategie 2010 der Wildbach- und Lawinerverbauung erarbeitet, welche als ein Ziel die Flächendeckung der Gefahrenzonenplanung vorsah.

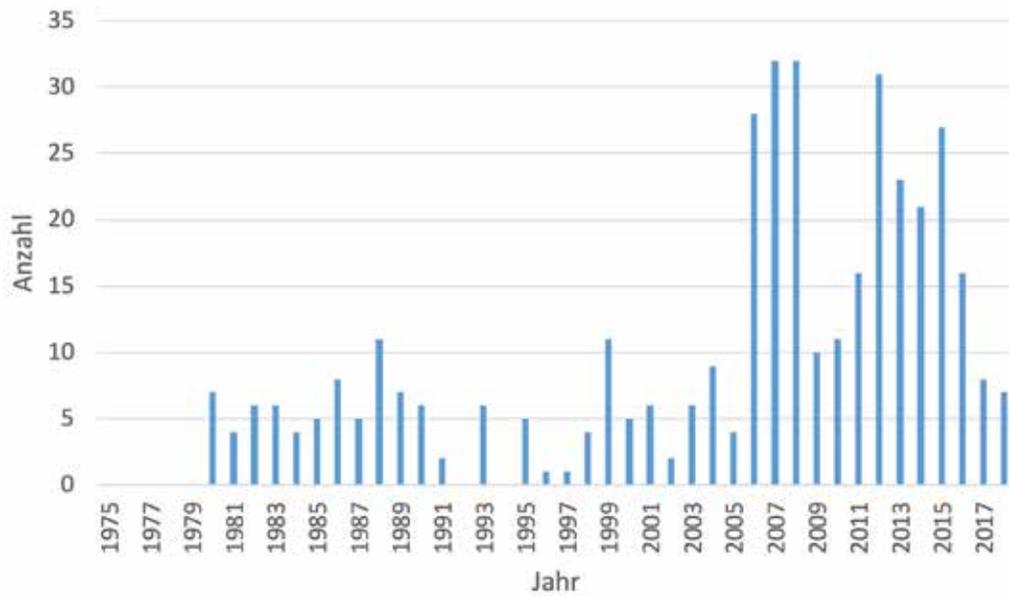


Abb. 1: Anzahl der Ministeriell überprüften Gefahrenzonenpläne in der Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland von 1975 – 2018.

Fig. 1: Number of ministerial approved hazard zone maps in the Provincial Headquarters Vienna, Lower Austria and Burgenland, 1975 – 2018

Es war klar, dass mit den vorhandenen personellen Ressourcen eine Abarbeitung der ausstehenden Gefahrenzonenpläne völlig auszuschließen ist und Planungsarbeiten von befugten Büros in Anspruch zu nehmen sind. Somit wurden, auch gegen so manch kritischen Zuruf aus der Kollegenschaft, die Grundlagenerhebungen für dutzende Gefahrenzonenpläne ausgelagert. Somit konnte der Output in den Folgejahren endlich dramatisch erhöht werden.

Hand in Hand mit den Vergaben ging auch eine sukzessive Erhöhung des Planungsstandards einerseits durch die Verfügbarkeit neuer Kartiergrundlagen (u.a. hochauflösende Farb-Orthofotos, Airborne-Laserscanning) und andererseits bedingt durch massiv steigende Rechnerkapazitäten durch die Entwicklung von Simulationsprogrammen, die eine exakte Darstellung möglicher Fließwegigkeiten ermitteln und somit die Arbeit

im Gelände erheblich vereinfachen. Zurzeit ist nicht nur die Flächendeckung der Gefahrenzonenplanung gegeben, auch das durchschnittliche Alter liegt mit rund 10 Jahren in der angestrebten Vorgabe.

#### Digitalisierung, der Wildbach- und Lawinenkataster

Zwischenzeitlich sind die Erstellung und das Management von Gefahrenzonenplänen mit dem digitalen Wildbach- und Lawinenkataster (WLK) untrennbar miteinander verbunden.

Daneben sind auch die Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland und der WLK eng verbunden, da die Sektion und hier insbesondere das neu im Bereich der Sektion geschaffene Fachzentrum für Naturgefahreninformation die fachlichen Erfordernisse österreichweit betreut und koordiniert.

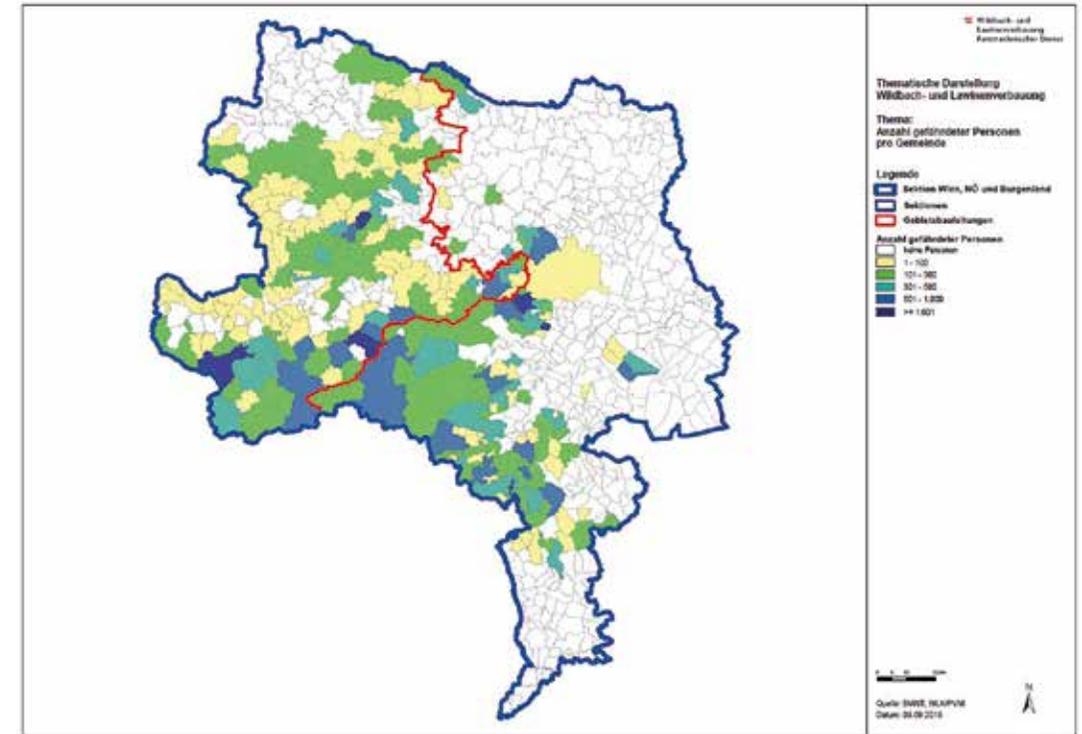


Abb. 2: Anzahl gefährdeter Personen pro Gemeinde abgeleitet aus den aktuellen genehmigten Gefahrenzonenplänen (Quelle: BMNT/WLK)

Fig. 2: Number of vulnerable people per municipality derived from the currently approved hazard zone maps

Das Modul Gefahrenzonenplan des WLK umfasst alle aktuell rechtsgültigen und historischen Gefahrenzonenpläne Österreichs gemäß Forstgesetz sowie Gefahrenzonenpläne in Bearbeitung. In diesem Modul können mittels eines Workflows Plangebiete erstellt, raumrelevante Bereiche digitalisiert und Gefahrenzonen, Hinweisbereiche, Vorbehaltsbereiche und alle anderen dazugehörigen Objekte erzeugt, bearbeitet und verwaltet werden.

Der Gefahrenzonenplan ist gemäß der Bestimmungen der Gefahrenzonenplan-Richtlinie ausschließlich im Modul Gefahrenzonenplan des digitalen Wildbach- und Lawinenkatasters zu erstellen. Hier werden auch sämtliche Darstellungsvorgaben, Legendeneinträge und Signaturen der Wildbach- und Lawinenkataster richtig zur Verfügung gestellt.

Der administrative und organisatorische Aufwand der Gefahrenzonenplanerstellung kann dadurch für die Neuerstellung und insbesondere für Revisionen schon digital angelegter Pläne erheblich verringert werden, da jedes Datenfeld im WLK nur einmal und durchgreifend angelegt sein kann. Somit erleichtert sich die aufwändige Erstellung der Aufnahmeblätter signifikant, da nur mehr neue oder anzupassende Daten eingepflegt werden müssen. Die Erstellung der papierernen Operate erfolgt richtlinienkonform mittels Stapeldruck.

Eine aktuelle Problemstellung besteht darin, die Datenlagen externer Büros korrekt einzuarbeiten, dafür wurde ein so genannte WLK-Offline-Geo Task Organizer programmiert, der es ermöglicht, außerhalb des domänengebundenen WLK konform die erhobenen Daten einzupflegen.

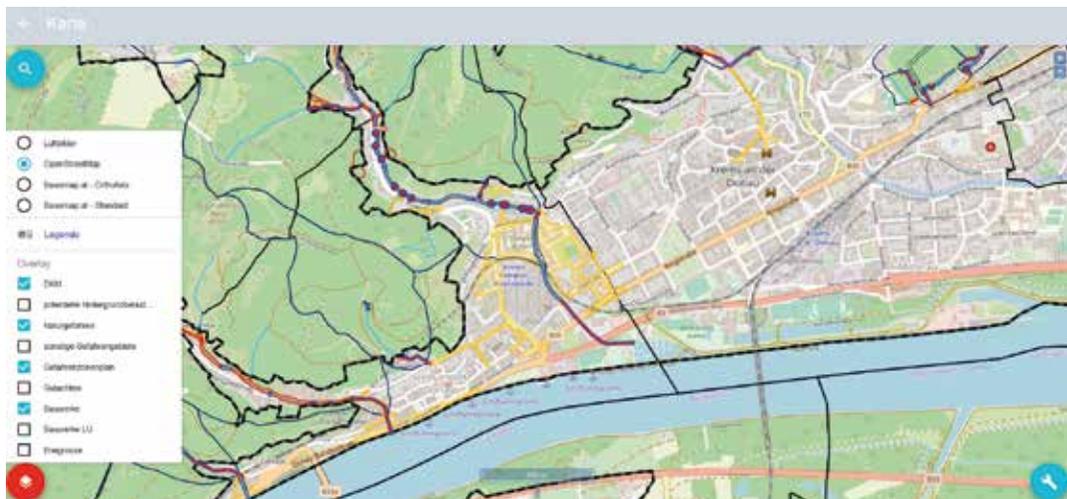


Abb. 3: Screenshot aus dem mobilen browser- und betriebssystemübergreifenden webbasierten Abfragemanager (Quelle: BMMT-WLK).

Fig. 3: Screenshot of the mobile, web-based Query Manager for digital data of the Avalanche and Torrent Control

Im Praxisbetrieb zeigte sich, dass bei komplexen Plänen, die insbesondere im Planungsprozess der Anlage zusätzlicher Einzugsgebiete bedürfen, noch funktionale Schwächen gegeben sind. Hier soll zeitnah Lösung in Aussicht gestellt werden.

Besondere Anstrengungen wurden in letzter Zeit unternommen, die wesentlichen Inhalte des WLK, insbesondere auch die Gefahrenzonenpläne über browser- und betriebssystemübergreifende webbasierte open-source Anwendungen auch mobil auf allen Endgeräten zugänglich zu machen. Für die Anwendung in den Gemeinden wurde ein Online-Gemeindeportal eingerichtet, womit den Gemeinden ihre Geodaten aus dem WLK sehr einfach zur Verfügung gestellt werden.

Hinkünftig ist anzustreben –auch im Sinne der Digitalisierungsoffensive des Bundes– zunehmend die Daten für die Bevölkerung niederschwellig verfügbar zu machen und nach Ansicht des Autors zumindest mittelfristig auch eine weitgehende Loslösung vom Papieroperat als Kernstück des Gefahrenzonenplanes anzustreben. Es kann besonders in Ballungsräumen ein stark

zunehmendes und auch konsequent eingefordertes Informationsbedürfnis der Bevölkerung für Naturgefahren festgestellt werden.

### Bürgerbeteiligung,

#### Konnex zur Raumplanung, Ausblick

Unser wesentlichstes Ziel besteht darin, der Bevölkerung, den Gemeinden, den Baubehörden, der Raumplanung und den Einsatzorganisationen eine möglichst hochwertige und valide Grundlage für die Deckung des Informationsbedarfs, für Planungsarbeiten und für die Bedürfnisse des Sicherheitswesens zu geben.

Für unsere Dienststellen ist der Gefahrenzonenplan eine wichtige Grundlage für die Projektierung und Durchführung von Schutzmaßnahmen, sowie für die Reihung dieser Maßnahmen entsprechend ihrer Dringlichkeit.

Dafür bedarf es Gefahrenzonenpläne, welche die Gefährdungslagen an Wildbächen und Lawinen dem derzeitigen Naturstand folgend und unter Berücksichtigung des Standes der Technik und Entwicklung mit ausreichender Genauig-

keit und Aktualität abbilden. Dies bedingt, dass im flächenmäßig sehr großen Sektionsgebiet mit rund 400 planungsrelevanten Gemeinden eine sinnvolle Stratifizierung des Revisionsintervalles notwendig sein wird. Es ist hinsichtlich der demographischen Entwicklung bekanntlich ein starkes Gefälle zwischen den Lagen im Umfeld der Ballungsräume („Speckgürtelgemeinden“) und peripheren Gemeinden, die mit teils massiven Abwanderungen zu kämpfen haben, auszumachen.

Seitens der Sektion wird angestrebt, in den hochdynamischen Ballungsräumen ein Revi-

sionsintervall der Gefahrenzonenpläne von maximal 10 Jahre zu erreichen, während in peripheren Räumen ein 15–20 jährliches Intervall ausreichen sollte, außer es erfolgten wesentliche abflussbeeinflussende Umstände, wie die Umsetzung größerer Projekte. Rechtlich wäre auch die Durchführung von Teilgefahrenzonenplänen zulässig, dieses Instrument wollen wir, insbesondere um die Datenlagen übersichtlich zu halten, nur im Ausnahmefall einsetzen.

Das Forstgesetz sieht als Publizitätsmaßnahme und zur Einbindung der betroffenen Bevölkerung bekanntlich die öffentliche Auflage



Abb. 4: Gefahrenzonenplan Krems an der Donau, Informationsveranstaltung, Bericht aus den Niederösterreichischen Nachrichten (NÖN), Regionalausgabe Krems 31/2018.

Fig. 4: Hazard zone map Krems an der Donau, public presentation and information event

durch 4 Wochen in der Gemeinde vor. Damit allein ist das Informationsbedürfnis der Bevölkerung heute durchwegs nicht mehr zu befriedigen. Es hat sich etabliert, eine oder mehrere Informationsveranstaltungen abzuhalten, um einerseits den Sinn und die inhaltliche Komponente des Planes zu erläutern und um andererseits möglichst mit Unterstützung eines Vertreters der örtlichen Raumplanung die Auswirkungen auf die Nutzung und Verwertung von Grundstücken darzulegen. Besonders im urbanen Raum mit einem hohen Anteil an naturfernen Zuzüglern sind kontrover-sielle Zugänge und ein emotionalisierter Ablauf manchmal nicht zu vermeiden.

Dazu wirkt auch ein, dass das Niederösterreichische Raumordnungsgesetz (NÖ-ROG) im § 15, Abs. 3 Ziffer 3 vorsieht, dass im Flächenwidmungsplan alle Flächen, die rutsch-, bruch-, steinschlag-, wildbach- oder lawinengefährdet sind, kenntlich zu machen sind. Für als Bauland gewidmete Flächen, die innerhalb der Gelben und Roten Gefahrenzonen liegen, ist vom Gemeinderat eine Bausperre gem. §26 Abs. 2 lit. B NÖ-ROG zu erlassen. Diese Bausperre ist unbefristet und ist vom Gemeinderat dann aufzuheben, wenn die Gefährdung nicht mehr besteht, wenn also entsprechende Schutzmaßnahmen realisiert worden sind. Ausgenommen davon dürfen nur Flächen innerhalb eines geschlossen bebauten Ortsgebietes (also echte Baulücken) werden. Kann die Beseitigung dieser Gefährdungen nicht innerhalb einer Frist von 5 Jahren sichergestellt werden, ist das unbebaute Bauland außerhalb des geschlossenen Ortsgebietes umzuwidmen.

So sehr die Lenkung der Bautätigkeit, insbesondere in einem Flächenbundesland wie Niederösterreich, zu begrüßen ist, muss festgehalten werden, dass diese im österreichweiten Vergleich sehr restriktive Auslegung der Bausperre nicht immer zur Gänze der Intention der Gefahrenzonenplanung entspricht. Während die Rote

Gefahrenzone klar definiert und meist auch eindeutig darstellbar ist, umfasst die Gelbe Gefahrenzone eine qualitativ und quantitativ weite Amplitude von gerade nicht mehr lebensbedrohend bis gerade etwas mehr als eine bloße Belästigung.

Seitens der örtlichen Raumplanung des Landes Niederösterreich wird diesem Umstand insofern Rechnung getragen, dass für unsere Dienststellen die Möglichkeit geschaffen wurde, schon im Planungsverfahren für Umwidmungen vertieft zu einem etwaigen Gefährdungspotenzial Stellung nehmen zu können

Um schon im Vorfeld mehr Planungssicherheit zu erlangen, wird angeregt, angelehnt an die Vorgangsweise in der Steiermark, unter dem Schlagwort „Gefahrenangepasstes Bauen“ vor allem bei flächigen Gelben Gefahrenzonen in Talböden und Schwemmkegeln einen möglichst leicht umsetzbaren Kriterien basierten „opus moderandi“ zur Stratifizierung der Zone in „unter den gegebenen Verhältnissen nicht bebaubar“ und in „unter Setzung von Auflagen bebaubar“ zu entwickeln.

#### **Anschrift des Verfassers / Author's address:**

DI Christian Amberger  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Sektion Wien, NÖ und Bgld.  
Marxergasse 2, 1030 Wien  
christian.amberger@die-wildbach.at

#### **Literatur / References:**

Geschichtliche Entwicklung der Gefahrenzonenplanung in Österreich, Länger E., 2005, Wildbach- und Lawinenverbau, Heft 152

Richtlinie für den Wildbach- und Lawinenkataster (WLK\_RL), BMLFUW-LE.3.3.3/0034-III/5/2017, Fassung Mai 2018

Richtlinie für die Gefahrenzonenplanung in der Wildbach- und Lawinenverbauung (Entwurf), GZP-RL WLK, BMLFUW-LE.3.3.3/0013-III/5/2016, Fassung August 2016

Bauen und Naturgefahren – Handbuch für konstruktiven Gebäudeschutz, Suda J., Rudolf-Miklau F., 2012, Springer Verlag, Wien



## **Halbeisen & Prast KG**

### Transporte - Erdbau




**ALPIN CONSULTING**  
**DI WERNER TIWALD ZT-GMBH**




ZT für WLK -, Studien, Projekte, Gutachten, Ausschreibungen,  
 Baubegleitung, Sicherheitsanalysen, Wildbachbegehungen...

<b>Standort Ost</b> Langseitenrotte 19 3223 Wienerbruck	<b>Standort West</b> Saurweinweg 5 6020 Innsbruck	T: +43 2728 20404 M: +43 664 2047240 Web: www.tiwald.at
---	---	---

CHRISTOF SEYMANN, CLAUDIA SAUERMOSE

## Umsetzung des Gefahrenzonenplans im WLK – Entwicklung und Ausblick

### *Implementation of the hazard map in the torrent and avalanche cadaster – development and outlook*

#### Zusammenfassung:

Die Erstellung der Gefahrenzonenpläne (GZP) der Wildbach- und Lawinenverbauung erfolgt ausschließlich über den digitalen Wildbach- und Lawinenkataster (WLK). Die ersten Schritte der Digitalisierung des Gefahrenzonenplans wurde mit Mitte der 1990er begonnen. Derzeit wird der Gefahrenzonenplan in zwei Systemen, einer Datenbank und einem GIS-System, die miteinander gekoppelt sind, umgesetzt. Dies bedingt, dass die Systeme ausreichend befüllt werden müssen, um den GZP als Ausdruck zu generieren. Obwohl die Umsetzung des GZP digital erfolgt, ist diese darauf ausgerichtet ein analoges Operat zu erstellen. Die Herausforderung in der Zukunft für die Wildbach- und Lawinenverbauung wird daher darin bestehen, einen zeitgemäßen, der digitalen Informationsgesellschaft entsprechenden Gefahrenzonenplan losgelöst vom analogen Operat zu entwickeln.

#### Stichwörter:

digitaler Gefahrenzonenplan, Wildbach- und Lawinenkataster

#### Abstract:

*The generation of hazard zone maps of the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control is done in the digital torrent and avalanche cadaster (WLK). The first step for the digitalization of the hazard maps were implemented in the 1990s. Currently the hazard maps are generated in two systems of the WLK, a database and a GIS-system, that are linked to each other. Even though the generation of the hazard maps is digital, the WLK is mainly targeting an analog print. The challenge in the future for the Service for Torrent and Avalanche Control will be the development of an up-to-date hazard map that fits to the digital world.*

#### Keywords:

Digital hazard map, torrent- and avalanche cadastre

#### Erste Schritte – Daten, Datenmodelle, Hard- und Software im Rückblick

In der Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) wurden Mitte der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts die ersten Computer angeschafft und zunächst überwiegend für die Abwicklung des Rechnungswesens von der Lohnverrechnung bis zur Baustellnachkalkulation, später auch für die Buchhaltung eingesetzt. Am EDV-Markt gab es zudem erste Zeichenprogramme (CAD) und Geographische Informationssysteme, wobei diese oft auf einem UNIX Betriebssystem liefen.

Die digitale Datenbasis war überschaubar. Digitale Orthofotos und digitale Geländemodelle waren kaum vorhanden oder aus heutiger Sicht von geringer Qualität. Auch die Digitale Katastermappe steckte noch in den Kinderschuhen. Dennoch wurden erste Versuche gestartet, die Gefahrenzonen zu digitalisieren. Digitalisiertablets wurden angekauft und AutoCAD-Lizenzen erworben. Ebenso wurde versucht, auf Basis einer Intergraph Lizenz Gefahrenzonen digital aufzubereiten.

Zusammengefasst musste festgestellt werden, dass bei den ersten Versuchen Gefahrenzonen digital darzustellen, unbefriedigende Ergebnisse erzielt wurden, weil sowohl die Software, die Datengrundlagen als auch die Datenmodelle nicht ausreichend entwickelt waren.

Auf diesen Erkenntnissen, wurde in Kärnten das Projekt Naturgefahren Kärnten gemeinsam mit den technischen Abteilungen des Amtes der Kärntner Landesregierung und der FH Kärnten begonnen. Die Ziele dieser Projekte waren es, die digitalen Datengrundlagen zu verbessern und bereit zu stellen und aus den Orthofotos und digitalen Höhenmodellen Einzugsgebiete und Gewässernetze zu generieren. Die Digitalisierung der Gefahrenzonen wurde im Rahmen der

Erstellung der digitalen Flächenwidmungspläne der Kärntner Gemeinden aus dem Projekt Naturgefahren Kärnten finanziert.

Parallel dazu wurden auch die Arbeiten am digitalen Wildbach- und Lawinenkataster (WLK) intensiviert. Die im Projekt Naturgefahren Kärnten digitalisierten Gefahrenzonen konnten in den WLK übernommen werden. Jedoch erlaubte das Datenmodell des WLK zum damaligen Zeitpunkt der Erstellung des Gefahrenzonenplanes (GZP) nicht, da es nicht möglich war, die einzugsgebietsbeschreibenden Daten (Wildbachblatt) und auch die erforderlichen Karten und Pläne aus diesem zu generieren. So wurde der textliche Teil des GZP unterstützt durch Office Anwendungen und die Karten und Pläne mit Hilfe von AutoCAD-Applikationen erstellt.

Somit gab es lange Zeit zwei Parallelwelten, die digital nicht zusammenfinden konnten. Zudem konnten die Gefahrenzonenpläne nicht ohne größeren Aufwand in die GIS-Systeme der Länder übernommen werden und waren daher lange Zeit von der sich immer schneller entwickelnden Informationstechnologie abgekoppelt. Erst ab 2014 wurde intensiv begonnen, das Datenmodell des WLK zu verbessern, die Arbeits- und Verwaltungsschritte, die für die Erstellung des GZP erforderlich sind zu synchronisieren und damit die Arbeit am Gefahrenzonenplan zur Gänze in den WLK zu integrieren.

#### Umsetzung des GZP im WLK – derzeit

Derzeit erfolgt die Umsetzung des GZPs im WLK in zwei unterschiedlichen Systemen des WLKs. Im WLK.Client (Datenbank) wird der textliche Teil sowie die Struktur der Einzugsgebiete definiert, die Digitalisierung erfolgt über den WLK.Pro (GIS). Die Datenbank und das GIS-System sind miteinander verknüpft und eine effiziente Digita-

lisierung im WLK ist nur dann gegeben ist, wenn beide Systeme ausreichend bedient werden.

Im WLK.Client wird, da es sich zum Großteil mittlerweile um GZP-Revisionen handelt, zunächst die Revision eines bestehenden Gefahrenzonenplans angelegt. Dadurch wird der betreffende GZP in den „Arbeitsstand“ gesetzt. Die Daten, sprich Plangebiet, raumrelevante Bereiche, Gefahrenzonen, Hinweis- und Vorbehaltsbereiche, EZGs) werden aus dem ursprünglichen GZP übernommen bzw. in den Arbeitsstand kopiert. Um den GZP bearbeiten zu können ist ein Workflow notwendig. Als ersten Schritt empfiehlt es sich die Einzugsgebiete im Plangebiet zu definieren und zu strukturieren. Im Wildbachblatt wird anschließend die Struktur des jeweiligen Einzugsgebiets festgelegt. Nur wo Einzugsgebiete, Teileinzugsgebiete und hydrologische Bemessungsgebiet digitalisiert sind, können Bemessungswerte vergeben werden. Bei der Festlegung der Einzugsgebiete und deren Struktur ist es wichtig sich schon im Vorhinein im Klaren darüber zu sein, wo Bemessungswerte notwendig sein werden.

Dies geht Hand in Hand mit der Ausscheidung der raumrelevanten Bereiche (RRB), die auf Grundlage des Flächenwidmungsplans, des örtlichen Entwicklungskonzeptes sowie in Absprache mit der Gemeindevertretung ausgedehnt werden.

Die Kartierung der Gefahrenzonen sowie der Hinweise- und Vorbehaltsbereich ist direkt im WLK.Pro unter GZP Arbeitsstand (basierend auf QGIS 3.4.1 – Stand Herbst 2019) möglich. Die einzelnen Schritte sind im Geo Task Organizer (GTO), der als Plugin zur Verfügung steht, vorgegeben (Abbildung 1). Für alle Flächenobjekte sind zunächst Konstruktionslinien zu erstellen, die dann zu Flächen generiert werden. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte für die Digitalisierung mit Empfehlungen aus der Praxis näher erläutert:

### 1. Plangebiet

Das Plangebiet umfasst typischer Weise das gesamte Gemeindegebiet und wird automatisch aus dem aktuellen GZP übernommen.

### 2. Raumrelevanter Bereich:

Hier empfiehlt es sich den digitalen Flächenwidmungsplan als Layer (shape-file) zu laden, um alle gewidmeten Flächen zu erfassen. Gibt es keine Veränderungen beim Raumrelevanten Bereich kann dieser ebenfalls übernommen werden.

### 3. Wildbach- und Lawinenzonen:

Die Erfahrung hat gezeigt, dass es von Vorteil ist die vorhandenen Gefahrenzonen, die aus dem aktuellen GZP in den Arbeitsstand kopiert wurden, zu entfernen, da es bei den Gefahrenzonen meistens Veränderungen gibt. Die Konstruktionslinien können direkt im QGIS erstellt und editiert werden. Falls nur Teile der Zone ediert werden, empfiehlt es sich mit dem „Snapping Toolbar – Enable Tracing“ zu arbeiten. Die „alten“ Gefahrenzonen können dann entweder über den Layer „Papierkorb“ oder über den Layer „GZP aktuell“ eingeblendet werden.

Hilfreich bei der Digitalisierung ist außerdem das Hillshade zu aktivieren und das Orthofoto transparent darüber zu legen. Unter dem Layer „Orthofotos“ – Einstellungen kann die Transparenz beliebig eingestellt werden. Die Höhenschichtlinien können ebenfalls eingeschaltet werden.

Zunächst werden nur die jeweiligen Einzelzonen erstellt. Am Ende, wenn alle Gefahrenzonen digitalisiert sind, werden die Summenzonen erstellt. Eine Änderung an den Einzelzonen bedingt, dass die Summenzonen automatisch gelöscht werden und diese erneut erstellt werden müssen.

Nach Erstellung der Flächen sind die Gefahrenzonen zu attribuieren, um die Darstellung in Rot und Gelb zu erhalten.

### 4. Vorbehalts- und Hinweisbereiche:

Analog zu den Gefahrenzonen sind die Vorbehalts- und Hinweisbereiche zu definieren. Für die Flächen sind ebenfalls Attribute zu vergeben, um im Anschluss die Beschriftungspunkte einfügen zu können.

### 5. Beschriftungspunkte

Die Beschriftungspunkte werden für die Einzugsgebietsnummerierung, die Einzugsgebietsnamen (inkl. Bemessungswerte) und die Gefahrenzonen, Hinweis- und Vorbehaltszonen benötigt. Dies kann manuell oder automatisch über das gesamte Plangebiet erfolgen. Bei der automatischen Erstellung empfiehlt es sich gegebenenfalls die Punkte zu digitalisieren, um eine optisch ansprechenden Ausdruck zu generieren.

Die Einzugsgebietsnummerierung und die Bemessungswerte werden aus dem Wildbach- bzw. Lawinenblatt direkt übernommen. Daher ist es unbedingt notwendig die Struktur im WLK.Client davor zu definieren.

### 6. Besondere Gefahrenarten

Diese werden für die Gefahrenkarte als Punktdaten ausgeschieden und je nach Gefahrenart attribuiert.

### 7. Planrahmen

Für den Ausdruck des GZPs müssen zusätzlich Planrahmen erstellt werden. Bei Ausführung des Stapeldrucks werden die Gefahrenzonenpläne nach den Planrahmen erstellt.

Der Ausdruck der Gefahrenzonenpläne und der Gefahrenkarte für das analoge Operat erfolgt über den WLK.Pro.



Abb. 1: Darstellung aus dem WLK. PRO – GZP Arbeitsstand mit dem GTO-Plugin (links)

Fig 1: Illustration of the WLK.PRO (GIS-System) with the GTO-Plugin (left hand)

Die Befüllung der Wildbach- und Lawinenblätter erfolgt zum Teil automatisch und spezifische Angaben zum Einzugsgebiet sind noch auszufüllen. Bei Wildbächen werden die Teileinzugsgebiete im Wildbachblatt des Haupteinzugsgebiets behandelt. Essentiell ist die Eingabe der Bemessungswerte in der vorgesehenen Tabelle, da diese in das EZG rückgespeichert werden und für die Beschriftung des GZPs notwendig sind. Fotos können direkt zum Wildbach/Lawinenblatt hinzugefügt werden. Die Wildbach- und Lawinenblätter werden im Anschluss als pdf-Datei generiert. Die Beschreibung der Hinweis- und Vorbehaltsbereiche ist im WLK.Client vorgesehen, kann aber nicht als pdf-Datei gespeichert werden.

Die wesentlichen Zusammenhänge zwischen der Datenbank WLK.Client und WLK.Pro bestehen vor allem im Verknüpfen von Informationen aus der Einzugsgebietsfläche in das Wildbach-/Lawinenblatt bzw. vice versa vom Wildbach-/Lawinenblatt in die jeweiligen Attributtabelle der Layer im GIS-System. Das bedeutet das eine Veränderungen in einem System immer auch eine Veränderung im anderen System bedeutet.

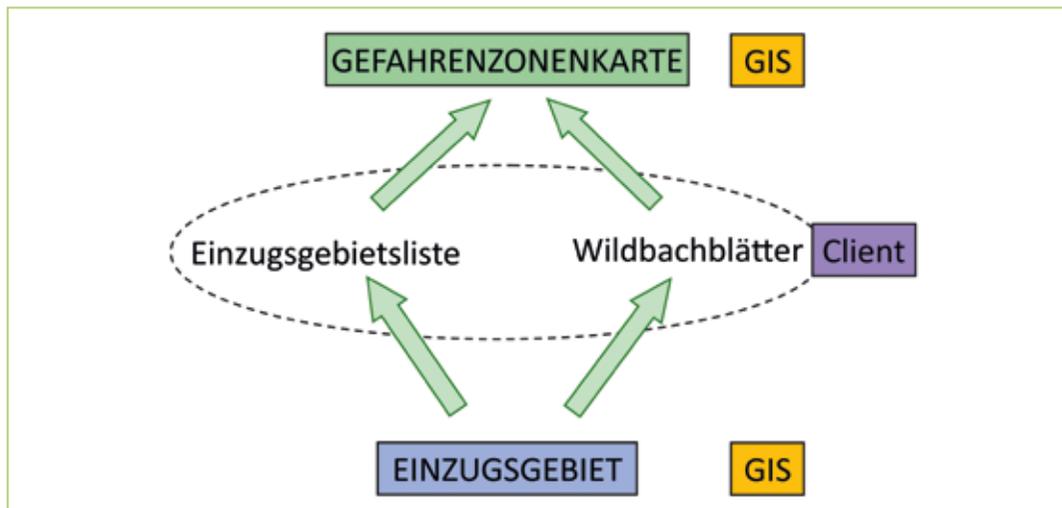


Abb. 2: Zusammenhänge zwischen dem GIS-System und dem Client (Datenbank) bei der Erstellung des GZPs im WLK.

Fig 2: Connection between the GIS-system and the Client (database) in the creation of a hazard map in the digital torrent and avalanche cadaster.

Aus der Verschneidung der vorhandenen digitalisierten Einzugsgebiete und dem Plangebiet wird die Liste der Einzugsgebiete und somit die Struktur des GZPs festgelegt. Über die Flächeninformation und die Verschneidung mit den vorhandenen Daten im WLK werden folgende Informationen an die Wildbachblätter übermittelt:

- Allgemein: Fläche, Seehöhe, Gerinzelänge, Gemeinde, Bezirk
- Klima: Klimaregion, relevante Messstationen inkl. Daten, Gewitterhäufigkeit
- Landnutzung: Wuchsgebiet, Flächenanteile (Ödland, Wald, Wiese/Weide, Acker, Besiedelung, sonstige Flächen)
- Ereignisse: Zeitpunkt, Prozess, Intensität

Anschließend fließen die Bemessungswerte aus den Wildbachblättern sowie die Nummerierung der Einzugsgebietsliste in die Gefahrenzonenkarte ein. In Abbildung 2 sind die wesentlichen Verknüpfungen zwischen WLK.Client und WLK.Pro (GIS) für die Darstellung von Wildbachgefahrenzonen abgebildet.

## Ausblick – digitaler GZP

Derzeit wird der Gefahrenzonenplan der WLK überwiegend „digital“ im WLK erstellt. Das Produkt Gefahrenzonenplan ist aber immer noch analog. Daher sind auch die Arbeitsschritte und Prozesse bis hin zum Abschluss der Arbeiten sehr stark darauf ausgerichtet, dass das Operat – eben der Gefahrenzonenplan – ausgedruckt wird und ein Operat zusammengestellt wird, das den formalen Gesichtspunkten genügt.

So gilt immer noch die Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 30. Juli 1976 über die Gefahrenzonenpläne in der unter anderem folgendes festgelegt wird:

- (4) Die Gefahrenkarte ist auf einer geeigneten kartographischen Unterlage, wie auf einer Landkarte im Maßstab 1:50.000, 1:25.000 oder 1:20.000, auf einem Luftbild oder einer Luftbilddauswertung, zu erstellen. Besondere Gefahrenursachen sind durch geeignete Signaturen auszuweisen.
- (5) Die Gefahrenzonenkarte ist eine kartographische Unterlage mit der Darstellung des Grundsteuer- oder des Grenzkatasters zugrunde zu legen. Der Maßstab darf nicht kleiner als 1:5.000 sein.

Diese Definitionen können so nicht in die digitale Welt übernommen werden. Die Genauigkeit der digitalen Daten wird durch die Abweichung vom wahren Wert bestimmt und dieser wird durch die Qualität der Datenerzeugung (Auflösung) bestimmt.

Das Operat Gefahrenzonenplan ist das Dokument, sozusagen die analoge Sicherung. Die digitalen Daten (hauptsächlich die Gefahrenzonen) werden heute über Schnittstellen in die Länder GIS zur Verfügung gestellt. Auch die Gemeinde können über das WLK Gemeindeportal auf ihre GZP Daten zugreifen. Mobile Geräte und Applikationen für den Außendienst

werden ebenso im WLK bereitgestellt, wie die Möglichkeit Daten für externe Planungen auszukoppeln.

Dennoch ist die digitale Aufbereitung der Gefahrenzonenplandaten noch kein Digitaler Gefahrenzonenplan, der den Herausforderungen der Informationsgesellschaft entspricht, die fordert, möglichst aktuelle Daten in hoher Qualität effizient zur Verfügung zu stellen. Folgende Fragestellungen und Herausforderungen werden nach 20 Jahren Entwicklungsarbeit zu stellen und zu bewältigen sein.

- Entkoppelung der Gefahrenzonen von den Verwaltungsgrenzen
- Engere Verknüpfung der beschreibenden Daten mit den Gefahrenzonen
- Verstärkte Verknüpfung der Daten mit den Datenmodellen verwandter Fachdienststellen und insbesondere mit den Planungsinstrumenten der Gemeinde für die Raumplanung
- Einbindung der GZP Daten in Analyse-systeme für interdisziplinäre Fragestellungen für die Weiterentwicklung von Risikoanalysen.

## Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Christof Seymann  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Sektion Kärnten  
Meister-Friedrich-Straße 2; 9500 Villach  
christof.seymann@die-wildbach.at

DI<sup>in</sup> Claudia Sauermoser  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Gebietsbauleitung Kärnten Nordost  
Meister-Friedrich-Straße 2; 9500 Villach  
claudia.sauermoser@die-wildbach.at

ALEXANDER PLONER, THOMAS SÖNSNER, PETER SÖNSNER

## Gefahrenzonenpläne in Österreich: Fluch oder Segen? < > Fluch und Segen!

### *Hazard zone mapping in Austria: A curse or a blessing? < > A curse and a blessing!*

#### Zusammenfassung:

Die Gefahrenzonenplanung stellt ein dynamisches Planungsinstrument dar und dient der Visualisierung realistischer Auswirkungsbereiche von Naturgefahrenprozessen als wertvolle Grundlage für die Raumordnung und Planung von prozessorientierten Schutzmaßnahmen für Bemessungsereignisse. Der damit verbundene Eingriff in private Rechte erfordert einen sorgsamsten Planungs- und Genehmigungsablauf. Am Beispiel Tiroler Inn wird die derzeitige Praxis in der Gefahrenzonenplanung der Bundeswasserbauverwaltung kritisch beleuchtet. Aus Sicht der rechtlichen Grundlagen ist, bei der Ausweisung von Gefahrenzonen und Funktionsbereichen für die Zulässigkeit aller nachfolgenden Verwaltungsakte, auf die dargestellte Vorgehensweise besonderes Augenmerk zu legen, damit diese segensreiche Entwicklung der Gefahrenzonenplanung auf Basis von realistischen Ereignissen sorgsam in der Praxis umgesetzt wird.

#### Stichwörter:

Gefahrenzonen, Eigentumsrechte, prozessorientierte Einzugsgebietsbearbeitung, Hochwasserretention, Inn

#### Abstract:

*Hazard zone mapping is a dynamic planning instrument which visualisation of realistic impact areas serve as a useful tool for land use planning and planning of process-orientated mitigation measures. The associated interference with private rights requires a careful planning- and approval process. The current practice of flood hazard zone mapping lead by the Federal Water Management Authority is critically reflected using the example of the Tyrolean Inn River. From*

*a legislative perspective, special attention must be given to the designation of hazard zones and functional areas to guarantee the legitimacy of the following administrative procedures. Finally, hazard mapping is a beneficial procedure, if it is based on realistic natural hazard events.*

#### Keywords:

*hazard zones, property rights, process-orientated watershed assessment, flood water retention, Inn*

#### Einleitung

Die Bedeutung der Gefahrenzonenplanung als Grundlage für die Raumordnung und in der Folge für die Erstellung von Schutzprojekten steht in Österreich seit langem außer Streit. Aufgrund der unterschiedlichen Zuständigkeiten in der Verwaltung treten allerdings insbesondere im Bereich der Beurteilung von Fließgewässern fundamentale Diskrepanzen auf. Der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV) und die Bundeswasserbauverwaltung (BWV) unterscheiden sich in der prozess- und risikoorientierten Bewertung von Einzugsgebieten grundlegend. Diese unterschiedlichen Herangehensweisen lassen sich auch nicht einfach über Verordnungen und Durchführungsbestimmungen harmonisieren. Unterschiedliche Rechtsmaterien – auf der einen Seite das Forstgesetz und auf der anderen das Wasserrecht – sowie jahrzehntelange Erfahrung der WLV (FG VO 1976) und die ersten Anfänge der BWV in der Gefahrenzonenplanung (WRG-GZPV 2014) erschweren zudem die Erfüllung des Spagats. Dabei prallen aus inhaltlicher Sicht Naturraumanalyse und -bewertung auf rein statistische Auswertungen inhomogener Datenreihen in sich ständig verändernden Systemen aufeinander. Auch die Ausbildung der jeweiligen Experten folgt anderen Grundsätzen. Auf der

einen Seite flächenorientierte und fachübergreifende Systembewertung (WLV) und auf der anderen Seite rechenmodell- und technikorientierte hydraulische Linearbetrachtung (BWV). Und beide Organisationen ermitteln Hochwasserkennwerte bzw. Bemessungsereignisse – mit unterschiedlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit – als Grundlage für die Ausweisung von Gefahrenzonen und Funktionsbereichen, welche zur Umsetzung von Partikularinteressen nicht selten auch als politisches Werkzeug genutzt werden – teils auch untermauert durch wissenschaftliche Auftragsgutachten.

#### **Systemisch-rechtliche Grundlagen für die Erstellung von Gefahrenzonenplänen der BWV**

Gefahrenzonenplanungen sind Fachgutachten, denen zwar keine unmittelbare rechtliche Verbindlichkeit zukommt, die aber für die Planung auf dem Gebiet des Hochwasserschutzes von großer Bedeutung sind.

Gefahrenzonenplanungen bilden die planerische Grundlage für raumordnerische Maßnahmen im eigenen Wirkungsbereich der Gemeinden ebenso wie für die Erlassung von wasserwirtschaftlichen Regionalprogrammen gemäß § 55g oder Hochwasserrisikomanagementplänen gemäß § 55l WRG 1959 idGF (vgl. ua auch § 2 Abs 2 WRG-GZPV).

Jedenfalls stehen dies planerischen Vorgehensweisen unbestritten im Mittelpunkt eines Ermittlungsverfahrens, um nachfolgend im Rahmen von Interessensabwägungen evaluierte Sachverhaltsgrundlagen für die Erlassung von Verordnungen auf Bundes- und Landesebene sowie im eigenen Wirkungsbereich der Gemeinde ihre unterschiedlichen Wirkungen zu entfalten.

Auf dieser Grundlage sind auch auf der Ebene der Gefahrenzonenpläne als Fachgutachten und der Zusammenfassung von Ermittlungsergebnissen die verfassungsrechtlichen Rahmenbedingungen für Ermittlungsverfahren und Interessensabwägungen sowie daraus resultierende Maßnahmen (bis hin zu erheblichen Einschränkungen von Nutzungen) im Rahmen von Verordnungserlassungsprozessen zu beachten.

So gehen die österreichischen Höchstgerichte in ständiger Rechtsprechung davon aus, dass eine Behörde vor Erlassung einer Verordnung die im Einzelnen umschriebenen Interessen abzuwägen und zu berücksichtigen hat. Dabei geht es sowohl um öffentliche Interessen als auch um unterschiedliche Einzelinteressen.

Ganz konkret erfordert diese Interessenabwägung – insbesondere, wenn es wie hier um Eingriffsmaßnahmen geht – sowohl in materiell-rechtlicher Hinsicht die sachverhaltsmäßige Klärung der Gefahren oder Belästigungen für Bevölkerung und Umwelt sowie ein verfahrensrechtlich garantiertes Anhörungs- und Ermittlungsverfahren vor Erlassung einer Verordnung. Ziel dieser verfassungsrechtlichen Garantien ist es: Vor der Entscheidung des Ordnungsgebers soll ein möglichst vollständiges Sachverhaltsbild samt den unterschiedlichen Interessenslagen vorliegen (vgl. in diesem Zusammenhang die umfangreiche Rechtsprechung des Verfassungsgerichtshofs zum Raumplanungsrecht).

Damit wird klar, dass die verfahrens-

rechtlichen Garantien bedingen, dass den inhaltlichen Vorgaben an die Erhebung der Verhältnisse und Sachverhalte vor Ort wie auch der Verfahrensabwicklung im Zusammenhang mit der Interessensabwägung sowie Öffentlichkeitsbeteiligung (§ 42a Abs 3 WRG 1959 idGF) höchste Bedeutung für das rechtmäßige Zustandekommen der Gefahrenzonenplanung zukommt. Damit erfordert die ordnungsgemäße Ermittlung der Entscheidungsgrundlage auch eine sachliche Erwägung und Rechtfertigung für jede einzelne planerische Maßnahme.

#### **Grundlagen für Eigentumsbeschränkungen**

Mit jeder Art der Ausweisung von Gefahrenzonen, insbesondere auch von Funktionsbereichen auf Basis des Gefahrenzonenplanes als Fachgutachten, jedenfalls jedoch der darauf nachfolgend basierenden Verordnungen mit welchen ein Eingriff in das verfassungsrechtlich geschützte Recht auf Eigentum erfolgt, sind die oben geschilderten Anforderungen an den Erlassungsprozess unabdingbare Voraussetzung, um derartige Eingriffe überhaupt zu rechtfertigen. Dies bedeutet konkret, je weitreichender derartige Eingriffe sind, umso höher sind die Anforderungen an die Grundlagen. Keinesfalls darf das verfassungsrechtlich geschützte Grundrecht auf Unversehrtheit des Eigentums in seinem Wesensgehalt beeinträchtigt werden. Diese Schranke darf durch den Ordnungsgeber auch über den sogenannten Gesetzesvorbehalt nicht überschritten werden. Zu beachten ist dieser Verfassungsgrundsatz vor allem dann, wenn öffentliche Interessen für die Eigentumseinschränkung geltend gemacht werden. Darüber hinaus gelten die Grundsätze der Verhältnismäßigkeit sowie über die gleichheitsrechtlichen Rahmenbedingungen im Hinblick auf die sachliche Rechtfertigung von Eingriffen.

In diesem Zusammenhang kommen der verbindlichen Alternativenprüfung sowie der Frage der Zumutbarkeit entscheidende Bedeutung zu. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich die verursachten Nachteile für die betroffenen Liegenschaftseigentümer mangels ausreichender sachlicher Rechtfertigung bereits ausschließlich aus der Ausweisung selbst ergeben und nicht eindeutig und unzweifelhaft auf die konkreten Gefährdungsnachweise durch naturräumliche Ereignisse zurückgeführt werden können. Gerade eine derartige Sachlage verlangt eine verstärkte Pflicht zur Interessensabwägung und Alternativenprüfung, um derartige Eingriff in das Eigentum und seine Nutzbarkeit – wenn überhaupt – zu rechtfertigen. Damit ist bei der Ausweisung von Funktionsbereichen nach verbindlicher Alternativenprüfung ausdrücklich und abschließend auf die Verpflichtung zur angemessenen Entschädigung hinzuweisen und hier zum Beispiel auf nicht versicherbare Risiken, Kontaminationen, Schäden bei bestehenden umfangreichen Be- und Entwässerungsanlagen drohen, welche großräumige vermögensrechtliche Ansprüche entstehen lassen können.

#### **Hydrologischer Längenschnitt in der Bundeswasserbauverwaltung**

Die Bundeswasserbauverwaltung erstellt als Grundlage für die Abflussuntersuchung in einem Fließgewässerregime jeweils einen hydrologischen Längenschnitt. Dieser basiert traditionell auf der statistischen Auswertung von Pegelraten, welche per se als „blackbox“ unabhängig von den Auslöseereignissen keine Informationen über den systemorientierten Zusammenhang der Abflussbildung ermöglichen. Hochwasserbildende Prozesse werden nicht erfasst. Änderungen im Nutzungsraum, wie etwa großflächige Versiegelungen im Einzugsgebiet, Umsetzung von Schutzmaßnah-

men, Errichtung von Kraftwerken, etc. werden nur indirekt berücksichtigt, d.h. über die Pegelkollektive. Dabei wird im Leitfaden zur Abschätzung von Hochwasserkennwerten (2011) davon ausgegangen, dass die Datensätze nicht durch Veränderungen im Gebiet oder am Gewässer beeinflusst sind (Homogenität) und das langfristige Abflussverhalten widerspiegeln (Repräsentativität). Für die erfolgreiche statistische Auswertung sind lange Zeitreihen erforderlich, in denen sich nichts verändert. Bei näherer Betrachtung unserer alpinen Talschaften stellt sich sehr bald heraus, dass die anthropogenen Veränderungen, wie etwa durch wasserbautechnische Regulierungsmaßnahmen, Auto- und Eisenbahnbahnbauten, Siedlungsentwicklungen, Kraftwerksbauten, etc. das Abflussregime entscheidend beeinflussen und eine statistische Auswertung dieser inhomogenen Datengrundlagen einem „fliegenden Polygonzug“ gleichkommt, deren Endpunkt – in unserem Fall die Hochwasserkennwerte als Grundlage für die Bemessungswerte – einem zufälligen Ergebnis ohne weitere Rückkoppelung mit den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Daher ist es auch wenig verwunderlich, dass die laufende Einordnung von Hochwasserabflüssen die Grenzen der traditionell statistischen Betrachtung überschreitet. Ohne Systemkenntnis der Einzugsgebiete ist dadurch eine laufende Anhebung von Hochwasserkennwerten vorprogrammiert und die Bemessungswerte müssen über entsprechende Sicherheitsfaktoren dieses grundlegende Defizit zu Lasten der Raumordnung kompensieren.

Am Beispiel des Inn und seiner Zubringer wird diese Problematik verdeutlicht. Die Basis für den aktuellen hydrologischen Längenschnitt stammt aus 2009, also aus einem Zeitraum in dem es keinen Leitfaden zur Abschätzung von Hochwasserkennwerten (2011) und auch keine WRG-GZPV (2014) gab.

Der hydrologische Längenschnitt 2009 wurde aufbauend auf den Ergebnissen des Projektes HORA unter Auswertung von Pegel­daten mit einer Regionalisierung vorgenommen, bei welcher lediglich generelle Informationen aus den Einzugsgebieten im Sinne der Abflussbildung berücksichtigt wurden.

Eine Analyse des Projektes HORA und der darin angewandten Vorgangsweise zeigt, dass auch die Verfasser davon ausgehen, dass in der weiteren Bearbeitung im Sinne der Gefahrenzonenplanung eine Vertiefung der Eingangsgrößen erforderlich ist und explizit von der unmittelbaren Anwendung der Ergebnisse der HORA-Studie auf Detailfragen abgeraten wird.

Die Analyse der vorliegenden Abflussuntersuchungen im Inntal verdeutlicht, dass seitens des Amtes der Tiroler Landesregierung lediglich

versucht wird, der geforderten Vertiefung im Zuge der Gefahrenzonenplanung der Bundeswasserbauverwaltung über eine detaillierte hydraulische Modellierung nachzukommen. Die Qualität der Eingangsgrößen im Sinne der Hydrologie der Einzugsgebiete wird nicht verbessert.

Bei genauerer Betrachtung des hydrologischen Längenschnittes 2009 wird erkennbar, dass eine kontinuierliche Anhebung im Abschnitt zwischen Innsbruck und Kirchbichl mit einer Steigung von ca.  $0,26 \text{ m}^3/\text{s km}^2$  vorgenommen wird, obwohl sich die tatsächlichen einzugsgebiets- und ereignisbezogenen Zunahmen entsprechend den differenzierten Niederschlagsereignissen verhalten (vgl. Abb. 1, oranger Bereich – Beiträge 2005 von Brandenberger Ache:  $281 \text{ m}^3/\text{s}$ ; Brixentaler Ache  $210 \text{ m}^3/\text{s}$  – beim Hydrologischen Längenschnitt 2009 wurden Sill und Ziller

stark angehoben, obwohl seit der Erstellung des Längenschnitts 2001 in diesem Bereich keine Ereignisse aufgetreten sind).

System- und ereignisbezogene Bewertungen der tatsächlichen Abläufe der Hochwasserwellen unterstreichen, dass durch die Retentionen der Kraftwerkspeicher im Zillertal der Abfluss gesteuert und damit wesentlich gepuffert wird (vgl. Abb. 3) und der Anstieg erst durch die Brandenberger und Brixentaler Ache erfolgt. Das bedeutet, dass diese Vorgangsweise der synthetischen statistischen Festlegung im Abschnitt zwischen Innsbruck und Kirchbichl zu weit erhöhten Hochwasserkennwerten führt und sich diese wiederum in überdimensionalen Gefahrenzonen und Funktionsbereichen abbilden.

Die folgende Abbildung 2 verdeutlicht die Wirkung der Einzugsgebiete als Systeme im

Gegensatz zur linearen Flusskilometerbetrachtung (Abb. 1) der BWV. Einmal mehr zeigt sich dabei, dass durch die synthetische Anhebung im Hydrologischen Längenschnitt 2009 nicht im Einklang mit den tatsächlichen Abflussverhältnissen steht.

Zudem fällt bei dieser Darstellungsform auf, dass im Grenzbereich von der Schweiz nach Österreich der  $HQ_{100}$ -Wert um ca.  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  angehoben wird und annähernd mit gleichem Betrag beim Übertritt nach Bayern wiederum abgesenkt wird. Dieser aus Sicht einer Systembetrachtung nicht nachvollziehbare Vorgang wirkt sich zudem massiv auf die Abflussuntersuchung und damit auf die Ausweisung der Gefahrenzonen und Funktionsbereiche aus.

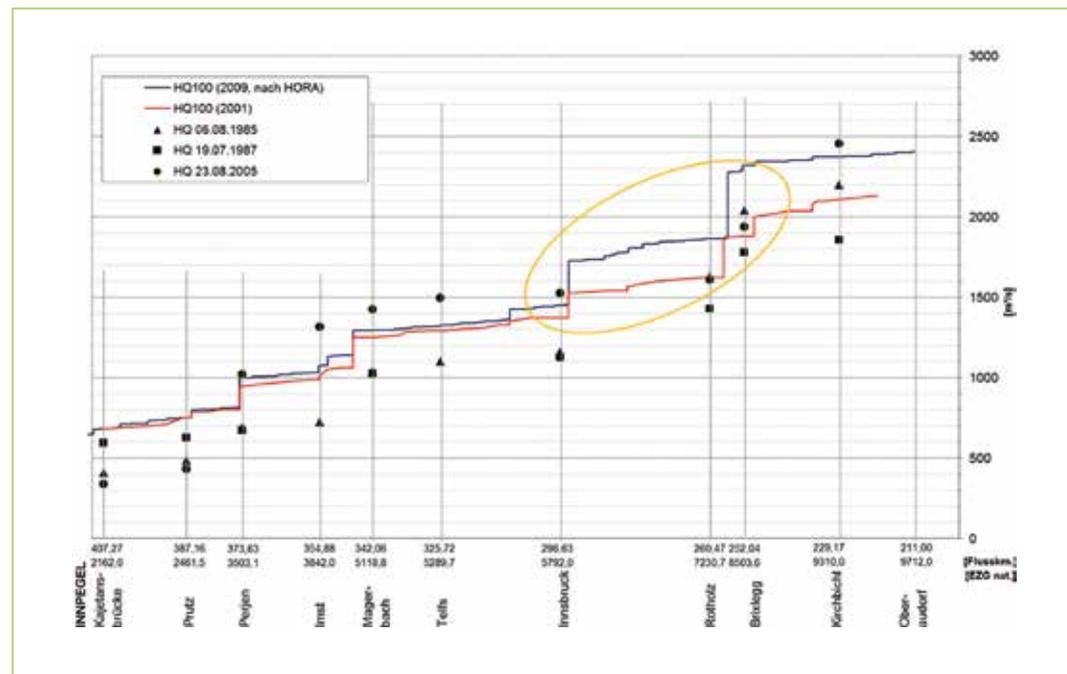


Abb. 1: Synthetische hydrologische Längenschnitte 2001 und 2009 im Vergleich mit den größten Abflussereignissen seit 1985 aus BLÖSCHL 2014 – Schwerpunkt Bereich zwischen Innsbruck und Kirchbichl (oranges Oval).

Fig. 1: Synthetic hydrological longitudinal profiles 2001 and 2009 compared with the three largest flood events since 1985 (Blöschl 2014). Focus area between Innsbruck and Kirchbichl (orange oval)

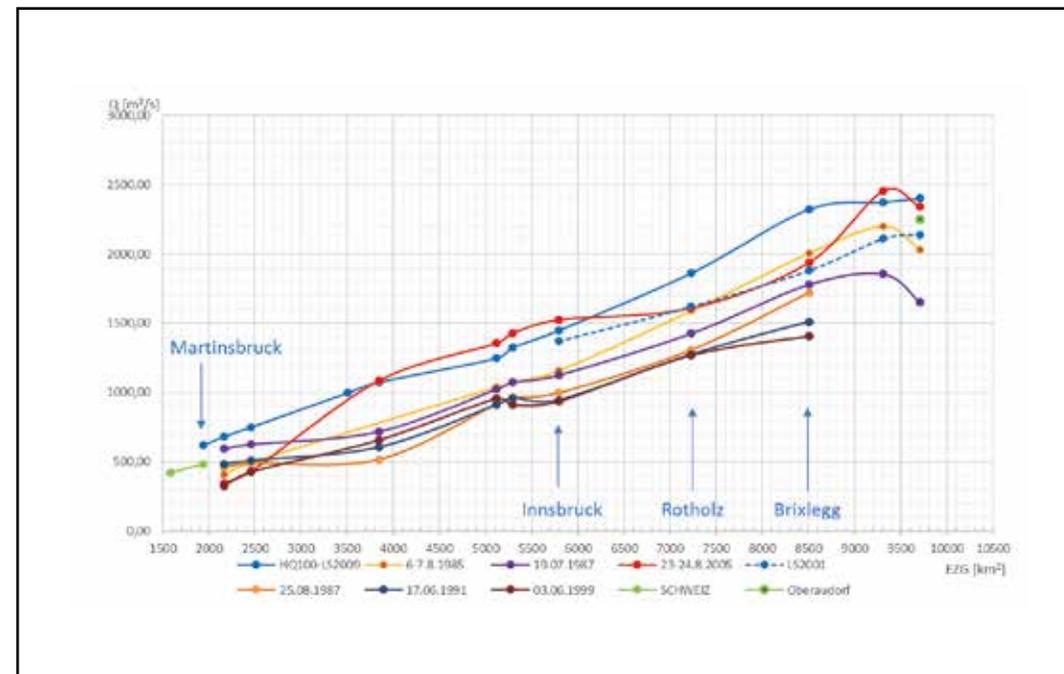


Abb. 2: Einzugsgebietsbezogene Darstellung von hydrologischen Längenschnitten und den größten relevanten Abflussereignissen im Tiroler Inntal

Fig. 2: Presentation of hydrological longitudinal profiles and the largest flood events in the Tyrolean Inn valley related to catchment size

Die Wirkung der Zillertaler Kraftwerksspeicher für den Hochwasserabfluss wurde bereits 1988 von GANAHL (vgl. Abb. 4) beleuchtet und hat sich seither mehrfach bestätigt. Durch die Kraftwerksspeicher wird das abflusswirksame Einzugsgebiet

(vgl. Abb. 3) wesentlich reduziert und zusätzlich durch Beileitungen und Pumpbetrieb gesteuert die Abflussspitze verringert. Dieser Umstand bildet sich in den Hochwasserkennwerten von Ziller und Inn nicht ab, obwohl auch beim für den

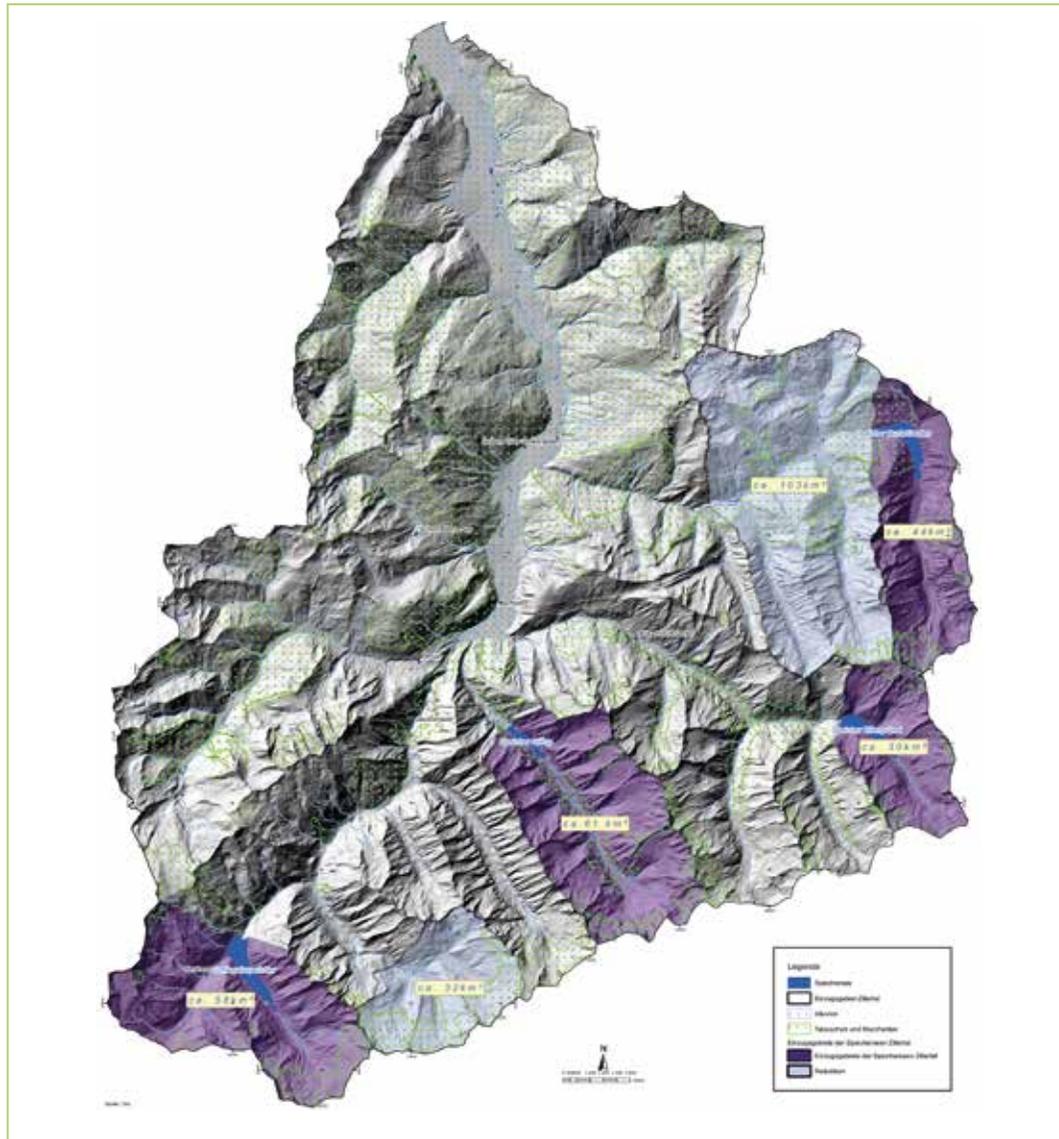


Abb. 3: Abflussbildung Zillertal: ca. 1.100 km<sup>2</sup>; Reduktion durch Kraftwerksspeicher/Hochwasserlamelle (violett): 185 km<sup>2</sup>; Beileitungen: 135 km<sup>2</sup> (hellblau)

Fig. 3: Run-off area Zillertal: ca 1.100 km<sup>2</sup>, reduction due to hydropower plant reservoirs (purple) 185 km<sup>2</sup>

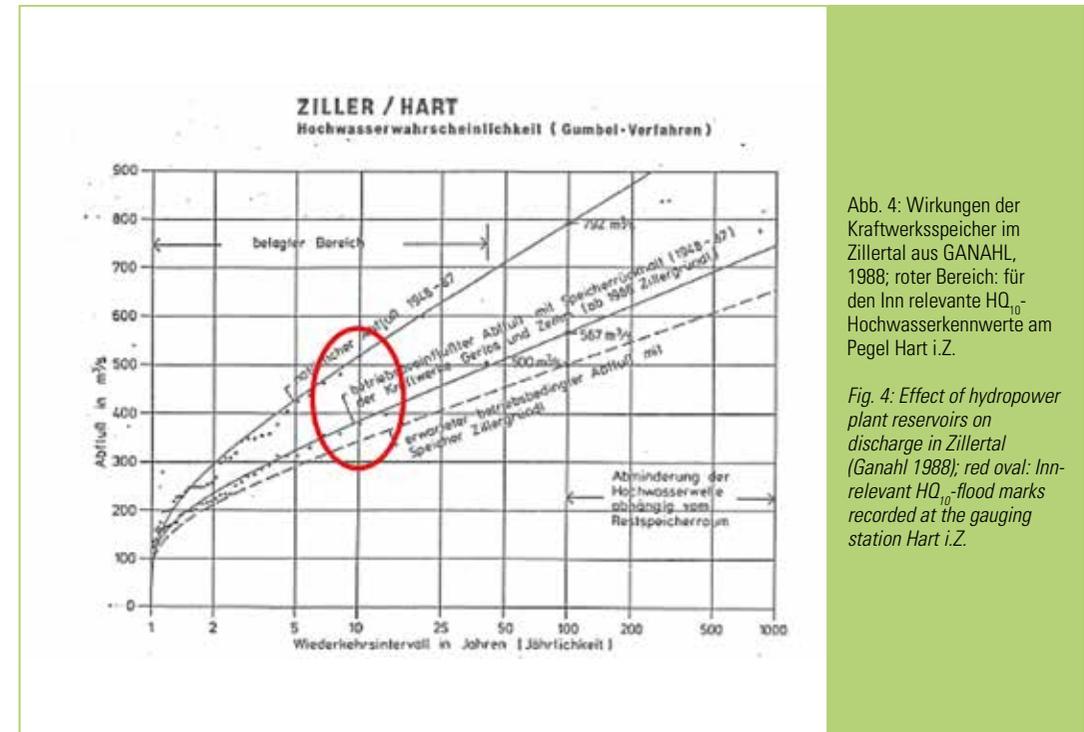


Abb. 4: Wirkungen der Kraftwerksspeicher im Zillertal aus GANAHL, 1988; roter Bereich: für den Inn relevante HQ<sub>10</sub>-Hochwasserkennwerte am Pegel Hart i.Z.

Fig. 4: Effect of hydropower plant reservoirs on discharge in Zillertal (Ganahl 1988); red oval: Inn-relevant HQ<sub>10</sub>-flood marks recorded at the gauging station Hart i.Z.

Hochwasserkennwert vom Inn maßgeblichen HQ<sub>10</sub> der Hochwasserscheitel um ca. 100 m<sup>3</sup>/s reduziert wird (vgl. Abb. 4). Weder bei den Gefahrenzonenplänen im Zillertal noch am Inn wurde diese bereits bei der Abflussentstehung wirksame Retention berücksichtigt.

Die auf der Gefahrenzonenplanung basierenden und bisher geplanten Schutzmaßnahmen der Bundeswasserbauverwaltung stellen Hochwasserretentionen im unteren Inntal dar, welche ausschließlich als Kompensation von Linearmaßnahmen zum Schutz der gefährdeten Gebiete erforderlich sind. Diese Gefährdung resultiert – wie bereits aufgezeigt - ausschließlich aus dem synthetisch generierten hydrologischen Längenschnitt 2009. Zudem zeigt das Schmelzhochwasser von Juni 2019, dass die geplanten Maßnahmen in keiner Weise die relevanten Abflussbildungsvorgänge (z.B. auch Grundwasserbildung) berücksichtigt.

### Zusammenfassung – Schlussfolgerungen

Die Gefahrenzonenplanung stellt ein dynamisches Planungsinstrument dar und dient der Visualisierung realistischer Auswirkungsbereiche von Naturgefahrenprozessen als wertvolle Grundlage für die Raumordnung und Planung von prozessorientierten Schutzmaßnahmen für Bemessungsereignisse. Der damit verbunden Eingriff in private Rechte erfordert daher einen sorgsam und dem Stand der Technik entsprechenden Planungs- und Genehmigungsablauf.

Die in Tirol von der Bundeswasserbauverwaltung gewählte Vorgehensweise berücksichtigt derzeit noch nicht die von der WRG-GZPV 2014 geforderte systemorientierte Betrachtung der Einzugsgebiete. Erst durch eine integrative Bearbeitung der Einzugsgebiete können die Hochwasserstatistik modifiziert und realistische Hoch-

wasserkenn- und Bemessungswerte abgeleitet werden, welche die Grundlage für die Entwicklung von prozessorientierten Schutzmaßnahmen darstellen.

Es ist daher aus Sicht der rechtlichen – insbesondere der verfassungs- und verwaltungsrechtlichen Grundlagen – bei der Erstellung bzw. Erlassung von Gefahrenzonenplänen (Gefahrenzonen und Funktionsbereiche) – für die Zulässigkeit aller nachfolgenden Verwaltungsakte auf die oben dargestellte Vorgehensweise besonderes Augenmerk gelegt werden, damit diese an sich segensreiche Entwicklung der Gefahrenzonenplanung in Österreich auf der Grundlage von realistischen Ereignissen schlussendlich sorgsam in der Praxis umgesetzt wird.

#### **Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:**

DI Alexander Ploner  
i.n.n. ingenieurgesellschaft  
für naturraum-management  
Maria-Theresien-Straße 42a  
6020 Innsbruck  
a.ploner@inn.co.at

Mag. Thomas Sönsner  
i.n.n. ingenieurgesellschaft  
für naturraum-management  
Maria-Theresien-Straße 42a  
6020 Innsbruck  
t.soensner@inn.co.at

Mag. Peter Sönsner  
Risk management recht  
Hydnstraße 62  
4600 Wels  
peter.soensner@liwest.at

#### **Literatur / References:**

BLÖSCHL G., SALINAS J., (2014).  
Plausibilitätsprüfung der Methodik Hydrologischer Längenschnitt Inn. –  
Stellungnahme i. A. des Amtes der Tiroler Landesregierung, Abt. Wasser-  
wirtschaft

BMLFUW (2011).  
Leitfaden zur Abschätzung von Hochwasserkennwerten.

Bundes-Verfassungsgesetz (B-VG)  
Forstgesetz 1975 idgF

GANAHL P. (1988).  
Rückhalt eines hundertjährigen Ereignisses durch die Speicher im Zillertal. –  
Interpraevent 1988, Tagungsband 4, S 43ff, Graz

OBERLEITNER F., BERGER W. (2018).  
WRG Wasserrechtsgesetz, MANZ Verlag Wien, 4. Auflage

STAATSGRUNDGESETZ vom 21. December 1867, über die allgemeinen  
Rechte der Staatsbürger für die im Reichsrathe vertretenen Königreiche und  
Länder iVm Art. 149 Abs. 1 B-VG

VERORDNUNG des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft über die Gefahrenzonenplanungen nach  
dem Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG-Gefahrenzonenplanungsverordnung  
–WRG-GZPV), StF: BGBl. II Nr. 145/2014

WASSERRECHTSGESETZ 1959 – WRG. 1959 idgF



**Ingenieurkonsulent • Ingenieurbüro**

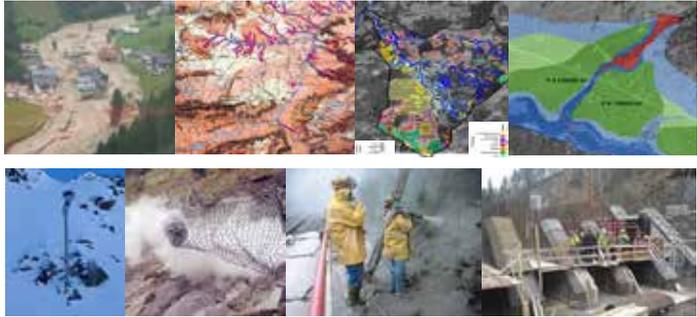
Forst- und Holzwirtschaft  
Wildbach- und Lawinenschutz  
Kulturtechnik und Wasserwirtschaft  
www.perzplan.at

2630 Ternitz  
3100 St. Pölten  
8600 Bruck/Mur  
office@perzplan.at



**ingenieurgesellschaft  
für naturraum - management  
GmbH & Co KG**

- **Unsere Leistungen im Naturgefahren – Management:**  
Regional- u. Gefahrenzonenplanungen, Schutzkonzepte, Gutachten, Einreichplanungen, Ausschreibungen, Umsetzungsbegleitung /-kontrolle
- **Weitere Bereiche:**  
Umwelttechnik, Rohstoff- u. Deponieprojekte, Freizeitinfrastruktur- u. Sportstättenplanungen



Maria-Theresien-Straße 42a, A - 6020 Innsbruck  
Tel.: ++43(0)512/342725-0 Mail: office@inn.co.at Web: www.inn.co.at

PATRICK SIEGELE, CHRISTIAN TOLLINGER, MATTHIAS GRANIG, FELIX OESTERLE

## Lawinenergebnisse Jänner 2019 in Tirol

### *Avalanches January 2019 in Tyrol*

#### Zusammenfassung:

Der schneereiche Jänner 2019, sowie die durch starke Windverfrachtung auftretenden Schneeverwehungen im Hochgebirge, führten zu einer angespannten Lawinensituation in Tirol. In vielen Lawineneinzugsgebieten wurde hohe Lawinenaktivität dokumentiert. Einzelne Fließ- und Staublavinenergebnisse erreichten teils außergewöhnliche Auslauflängen bis in den Talboden. Wie bereits im vergangenen Winter 2017/18 lagen die Hotspots im Tiroler Oberland, im Außerfern, sowie im Bereich entlang des Alpenhauptkamms bis nach Osttirol. Vielerorts sorgten die Prozesse „Schneerutschen und Schneegleiten“ für eine erhebliche Gefährdung von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen. Erste Erkundungsflüge der betroffenen Regionen zeigten, dass die bestehenden Schutzmaßnahmen ihre volle Funktion erfüllten. Trotz der großen Schneemengen bzw. Schneeverfrachtungen durch Verwehungen, verfügten die Anbruchverbauungen noch über ausreichend Reserven. Auch die Auffangbereiche und Dämme waren wenig verfüllt und verfügten deshalb noch über ausreichend Kapazität.

#### Stichwörter:

Ereignisdokumentation, Lawine, Schneerutsch, Schneegleiten, Lawinenschutz

#### Abstract:

*In January 2019, high amounts of snow and strong winds lead to an avalanche prone period in Tyrol. Lots of avalanche incidents are documented with some dense flow and powder snow avalanches reaching as far as the valley floors. As in the previous winter 2017/2018, the main focus of avalanche activities were on the 'Tiroler Oberland', Außerfern, along the main alpine ridge and Osttirol. In many areas snow gliding caused endangerment of buildings and*

*infrastructure. Reconnaissance flights showed mitigation measures working as intended, and despite the high amount of snow and wind drift, still having some leeway for further snow fall. Catchment dams and areas were hardly filled, leaving sufficient capacity for the remaining winter.*

#### Keywords:

*Event documentation, avalanche, snow slide, snow gliding, avalanche protection*

#### Einleitung

Aufgrund der zahlreichen Lawinenergebnisse zwischen Jänner und März 2019 wurde der Fachbereich Lawinen (FBL) beauftragt, eine bundesweite Dokumentation der relevanten Lawinenergebnisse zu erstellen. In Zusammenarbeit mit den Sektionen der WLV und den zugehörigen Gebietsbauleitungen, der Zentralanstalt für Meteorologie und

Geodynamik (ZAMG), dem Lawinenwarndienst Tirol (LWD), sowie Lawinenkommissionen und Gemeinden wurde eine Ereignisdokumentation für Österreich ausgearbeitet. Nachfolgend wird eine Zusammenschau der dokumentierten Lawinen für das Bundesland Tirol abgebildet. Insgesamt wurden in Tirol rund 185 Lawinenergebnisse beobachtet, wobei manche Lawinen binnen weniger Tage auch zwei- oder dreimal hintereinander abgegangen sind (Abbildung 1).

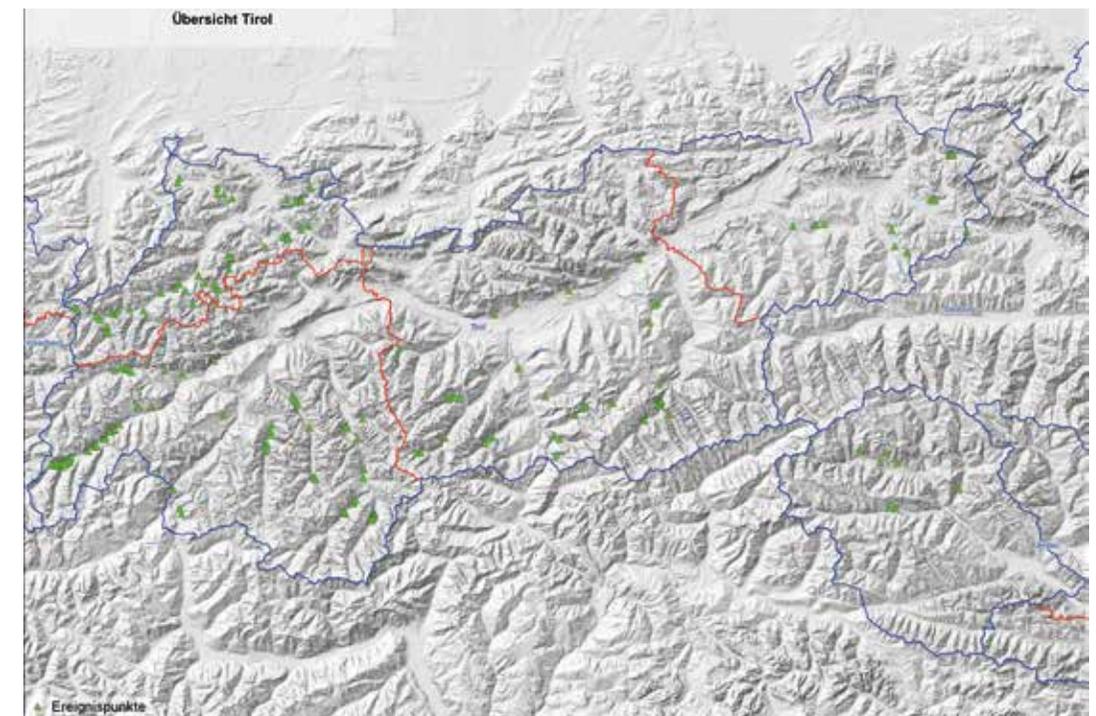


Abb. 1: Übersicht der erfassten Lawinenergebnisse in Tirol (Quelle: WLV)

Fig. 1: Recorded avalanche events in Tyrol (Source: WLV)

## Überblick der Wetter- und Lawinensituation im Januar 2019

Ein mächtiges Hochdruckgebiet über den Britischen Inseln und ein Tiefdruckgebiet über Nordosteuropa bewirkten zu Jahresbeginn 2019 eine nördliche Anströmung im Alpenraum. Die an der Alpennordseite angestauten Luftmassen verursachten in weiterer Folge ergiebige Schneefälle.

Den ersten Höhepunkt erreichte die Lawinensituation am 7. Januar 2019. In den Tagen davor fielen in Nordtirol verbreitet rund 100 cm Neuschnee. In manchen Gebieten, wie etwa in den Waidringer und Kitzbüheler Alpen, den Hohen Tauern oder im Karwendel, auch deutlich mehr. Der Niederschlag wurde von stürmischem Wind aus nordwestlichen Richtungen begleitet, welcher oberhalb der Waldgrenze zu massiven Verfrachtungen des lockeren Neuschnees führte. An zahlreichen Stationen, zum Beispiel in Boden im Lechtal oder auf der Nordkette bei Innsbruck wurden Schneehöhen weit

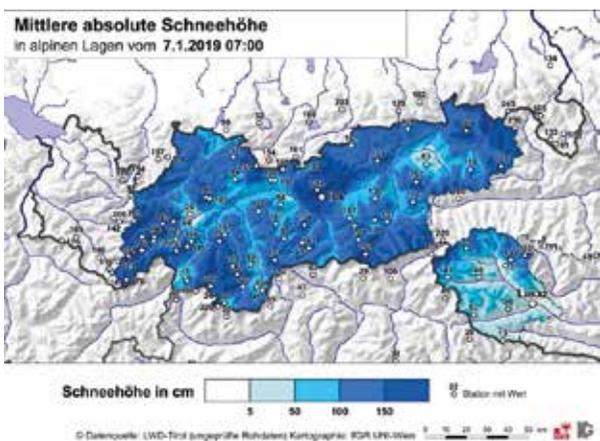


Abb. 2: Mittlere absolute Schneehöhe in Tirol am 7.1.2019 (Quelle: LWD Tirol)

Fig. 2: Average absolute snow height in Tyrol on January 7th 2019 (Source: LWD Tyrol)

über die langjährigen Mittelwerte gemessen. Von den Ybbstaler Alpen in Niederösterreich bis zum Bregenzerwald in Vorarlberg herrschte deshalb oberhalb der Waldgrenze verbreitet große Lawinengefahr (Stufe 4).

Da die Schneedecke bis in die Tallagen für diese Jahreszeit meist überdurchschnittlich mächtig war (Abbildung 2), sind an steilen Grashängen beachtenswert große Gleitschneelawinen aufgetreten. Vielfach wurden dadurch Verkehrswege beeinträchtigt und Infrastruktureinrichtungen oder Gebäude beschädigt. Zugleich haben mehrere Sport-Unfälle gezeigt, dass es bei einem Sturz im metertiefen, ungebundenen Neuschnee schwierig sein kann, sich selbst aus der misslichen Lage zu befreien.

Zwischen dem 13. und 15. Januar folgte ein weiterer Höhepunkt der Lawinenaktivität. Begleitet von starkem bis stürmischem Wind aus nordwestlicher Richtung schneite es in ganz Tirol teils kräftig. Zum Beispiel kamen auf der Seegrube oberhalb von Innsbruck von Sonntag (13.1. morgens) bis Dienstag (15.1. morgens) circa 2,15 m Schnee dazu. Folglich stieg in einigen Regionen des Landes die Lawinengefahr auf Stufe 5 (sehr groß) an.

Viele große und teils sehr große spontane Schneebrettlawinen sind in diesem Zeitraum bis in die Tallagen vorgedrungen. Einige davon richteten Schäden an Wäldern, Infrastruktur oder gar Gebäuden an. Ein weiteres großes Thema während und kurz nach dieser intensiven Niederschlagsperiode waren nach wie vor die zahlreichen Gleitschneelawinen. Begünstigt wurde dies durch den Regeneinfluss bis auf etwa 1.500 m Seehöhe. Drohende Gleitschneelawinen stellten die Sicherheitsverantwortlichen häufig vor große Herausforderungen, da deren Abgang nur schwer vorhersagbar ist (Abbildung 3).



Abb. 3: Schneerutsch und Gleitschneeeaktivität im siedlungsnahen Bereich in der Wildschönau (Quelle: Sigfried Kistl)

Fig. 3: Snow glide activity in planning relevant area (Wildschönau; Source: Sigfried Kistl)

Die Niederschlagsereignisse waren begleitet von starken bis stürmischen Windverhältnissen. Dementsprechend schaute die Schneeverteilung in höheren Lagen differenziert aus. Eingewehte Mulden und abgeblasene Rücken, oftmals räumlich

sehr eng beisammen, waren zu beobachten. Ein eindrucksvolles Beispiel für die Wirkung solcher hangparalleler Winde zeigt die Abbildung 4 mit der Anbruchverbauung der Hirschbichl-Lawine in der Gemeinde St. Sigmund.

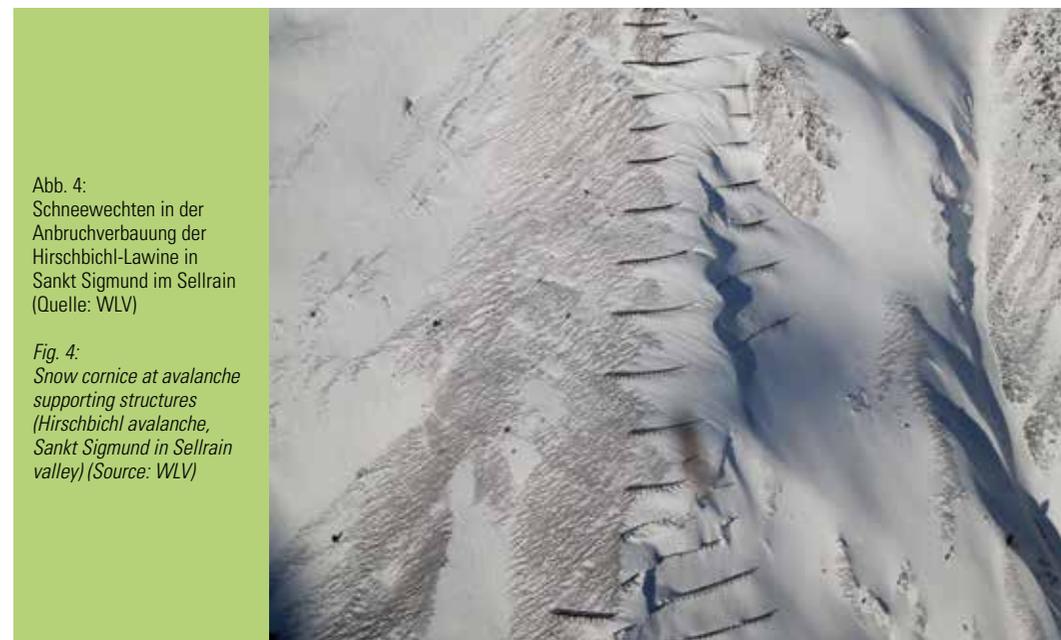


Abb. 4: Schneeweichten in der Anbruchverbauung der Hirschbichl-Lawine in Sankt Sigmund im Sellrain (Quelle: WLV)

Fig. 4: Snow cornice at avalanche supporting structures (Hirschbichl avalanche, Sankt Sigmund in Sellrain valley) (Source: WLV)

In der Nacht vom 13. auf den 14.1.2019 fielen verbreitet zwischen 60 und 100 cm Neuschnee, begleitet von starkem Wind. Dies führte zu zahlreichen Lawinenabgängen bis an den Rand oder sogar bis in den raumrelevanten Bereich im Talboden. Beispiele dafür sind die Großtal-Lawine (Restanbruchgebiet) und die Tomastal-Lawine in Galtür. Bei der Großtal-Lawine reichten die Ablagerungen des Staubanteils bis über die Trisanna hinweg. Die Ablagerungen bei der Tomastal-Lawine wurden als Fließlawine bis zum Schwemmkegelhals und als Staublawine bis in den Siedlungsnahbereich dokumentiert (Abbildung 5). Die nach den Lawinenereignissen folgende Niederschlagsperiode, vor allem aber die stürmischen Winde, erschwerten jedoch eine



Abb. 5: Staublawinenwirkungen im Siedlungsnahbereich in Galtür (Quelle: WLV)

Fig. 5: Powder-snow-avalanche effects near settlement area in Galtür (Source: WLV)

detaillierte Kartierung der Lawinenablagerungen im Auslaufbereich.

In einigen Lawineneinzugsgebieten waren während dieser Periode mehrere Lawinenabgänge in Folge zu verzeichnen. Eine dieser Lawinen ist die Hollernach-Lawine in Elbigenalp im Lechtal. In der Nacht vom 14. auf den 15.1.2019 wurde eine trockene Fließlawine mit Staubanteil dokumentiert. Der maximale Lawinenauslauf reichte dabei in Form von zwei Lawinenarmen bis zur Gemeindestraße. Am 22.1.2019 folgte schließlich eine Nassschneelawine bzw. Grundlawine. Fingerförmige Ausläufer mit 6-7 m Höhe sind dabei bis in den Nahbereich eines Wohngebäudes vorgedrungen (Abbildung 6).



Abb. 6: Hollernach-Lawine als Nassschnee-ereignis vom 22.1.2019 (Quelle: WLV)

Fig. 6: Hollernach avalanche as wet-snow-event from January 22nd 2019 (Source: WLV)

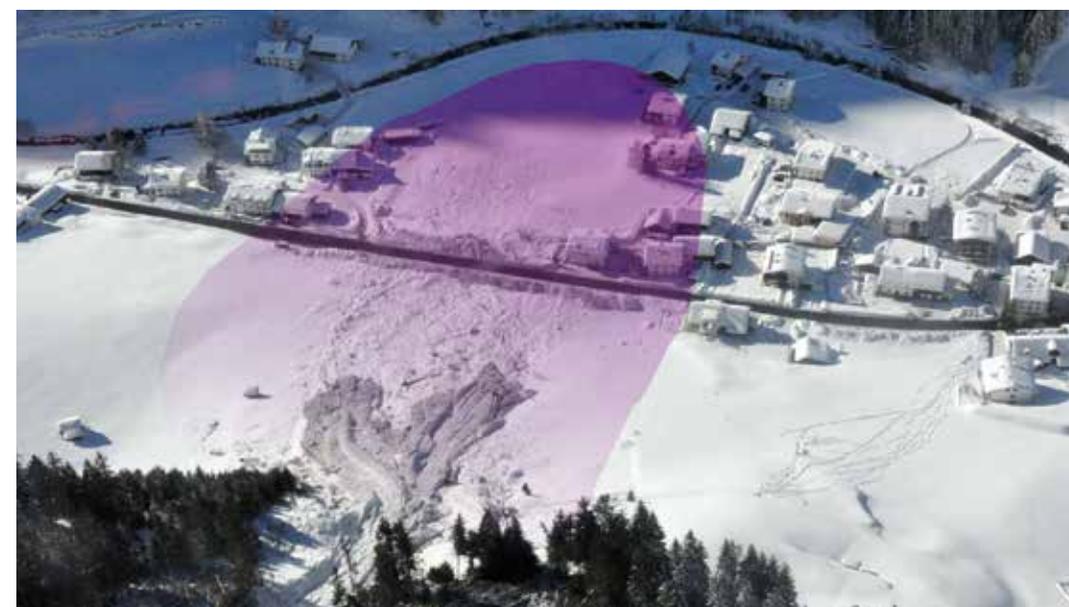


Abb. 7: Übersicht Ereignis Innere Tonnesrinne-Lawine als Mischlawine vom 14.01.2019 mit der max. Staubwirkung (Quelle: WLV)

Fig. 7: Overview Innere Tonnesrinne dense and powder-snow-avalanche event from January 14th 2019 with max. powder impact (Source: WLV)

Bei der Tonnesrinner-Lawine in Sankt Leonhard im Pitztal wurde am 14.01.2019 um etwa 19:20 ein Mischlawinen-Ereignis dokumentiert. Nach den starken Schneefällen mit großen Windverfrachtungen brach die Innere Tonnesrinner-Lawine unterhalb des Grieskogels im Bereich des Höhenweges als Schneebrett an. Entlang der Sturzbahn – besonders im Bereich der Steilstufe – wurden signifikante Schneemengen als Entrainment mitgenommen. Die Lawinengeschwindigkeit muss in der Sturzbahn beachtlich gewesen sein, da diese in den benachbarten Graben übersprungen ist. In der Sturzbahn wurden circa 200 Jahre alte Bäume geworfen (Abbildung 8). Die Mischlawine

beaufschlagte das erste Haus oro.re. (Nr. 248) welches dabei ca. 2,5 m hoch eingestaut wurde. Aufgrund der Auflagen im Bauverfahren (Lawinenfenster und Stahlbetonbauweise) entstanden keine nennenswerten Schäden am Gebäude. Ein Baumstamm blieb ca. 10 m vom Haus entfernt liegen. Bei weiteren acht Gebäuden konnte die Staubwirkung bis zum Dachgiebel hinauf beobachtet werden. Die Reichweite der Staubwirkungen erstreckte sich vom 10° Punkt ca. 300 m. Die Lawinenwirkungen reichten über die L16– Pitztaler Landesstraße hinweg bis ca. 140 m in die Felder am Talboden knapp vor die Pitze.



Abb. 8: Von der Staublawine getroffenes Wohnhaus in Pioesmes im Pitztal zwei Tage nach dem Ereignis der Inneren Tonnesrinne-Lawine; die Reste der Staublawinenwirkungen sind noch gut erkennbar, auch an den Nachbarhäusern (Quelle: WLV)

Fig. 8: The residential house in Pioesmes in the Pitztal 2 days after the event; the rest of the powder snow avalanche impact is still visible also on the neighboring houses (Source: WLV)

Der Winter 2018/19 hat in höheren Lagen zu einigen zerstörten oder zumindest stark beschädigten Hütten und Almgebäuden geführt. Entsprechende Ereignisse sind entlang des Alpenhauptkamms von Vorarlberg bis in die Steiermark bekannt. Im Osttiroler Niltal, einem hochgelegenen Seitental des Virgentials, wurden die Schmidlalm und die Talstation der Materialeilbahn der Bonn-Matreier Hütte zerstört. Das Gebäude der Schmidlalm wurde als Ganzes um etwa 20 m verschoben. Aufgrund der Beschädigungen sind ein Abtrag und der Wiederaufbau unumgänglich (Abbildungen 9).

### Resumee

Der Winter 2018/19 in Tirol hat gezeigt, dass die Vielzahl der Schutzmaßnahmen wirken. Somit konnten größere Schäden vermieden werden. Es kann aber auch erkannt werden, dass die Verbauungen bei größeren Schneehöhen, im Besonderen durch die massiven Einwehungen, an ihre Gren-

zen kommen können. Daher ist es umso wichtiger dieses Restrisiko für den Siedlungsraum im Rahmen der Gefahrenzonenplanung ersichtlich zu machen.

### Anschrift der Verfasser / Authors' addresses:

DI Patrick Siegele  
Mag. Christian Tollinger  
Mag. Felix Oesterle  
DI Matthias Granig  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Fachzentrum Geologie und Lawinen  
Wilhelm-Greil-Straße 9, 6020 Innsbruck  
schneelawine@die-wildbach.at

### Literatur / References:

LWD Tirol (2019):  
Blog des Lawinenwarndienstes Tirol, <https://avalanche.report/albina-web/blog/>, Eduard-Wallnöfer-Platz 3 (Landhaus 1), A-6020 Innsbruck



Abb. 9: Zerstörte Hütte der Schmidleralm im Niltal in Virgen in Osttirol (Quelle: WLV und Franz Martin Lang)

Fig. 9: Destroyed cabin of the Schmidler alp (Nil valley, Virgen in East Tyrol; Source: WLV and Franz Martin Lang)



ANNA MARIA DREXEL, ROSEMARIE STANGL

## Historische Lawinenschutzmauern – ein technisches und kulturelles Erbe.

### *Historical Avalanche Protection Barriers as Technical and Cultural Heritage.*

#### Zusammenfassung:

Das Projekt untersuchte mehr als 100 Jahre alte Schutzbauwerke im Kleinwalsertal in Österreich und ist Teil des umfassenden ‚Inventares historischer Mauern Vorarlberg‘. Es galt ein Entscheidungsinstrument für die zuständige Behörde (WLV Sektion Vorarlberg) zur Strategiefindung für den Umgang mit den wertvollsten unter den Bauwerken zu entwickeln. Die Mauerterrassen sind für den Lawinenschutz nur mehr eingeschränkt wirksam, haben jedoch weitere wichtige Funktionen und Bedeutungen erhalten. Sie sind Zeugen der Pionierarbeit im Lawinenschutz und schufen ökologisch wertvolle Habitats. Sie prägen ganz wesentlich die Landschaft und bewahren die volatile Lawinengeschichte im Gedächtnis der Menschen. Eine Kernaufgabe war es daher, ein Bewertungssystem zu entwickeln, welches sowohl die Faktoren des kulturellen Wertes wie jene, die für das Bauwerksmanagement relevant sind, berücksichtigt. Das Ergebnis ist eine Auswahl von 14 Mauerterrassen, die basierend auf ihrer Wertigkeit, ihrem Zustand und den Umsetzungsmöglichkeiten für Sanierungen empfohlen wurden.

#### Stichwörter:

Historische Lawinenschutzbauwerke, technisches Kulturerbe, Trockenmauer, Bewertungsmethode, Erhaltung

#### Abstract:

*Historical avalanche protection barriers aged 100 years and more were subject of a stocktake in Kleinwalsertal, Vorarlberg Austria. The results were included in the comprehensive ‘Inventory of Historical Walls Vorarlberg’ and should support the competent authority (WLV Vorarlberg)*

*as a decision-and management instrument for the rehabilitation of the most valuable structures. The masonry terraces are of only limited effectiveness for avalanche protection, but have retained additional important functions and meanings. They are witnesses to the pioneering work in avalanche protection and created ecologically valuable habitats. They significantly shape the landscape and preserve the volatile avalanche history in the memory of the people. A core task was therefore to develop a rating system taking into account both the factors of cultural value and those relevant to the historic object management. The result is a selection of 14 historical avalanche protection structures, which are recommended for renovation.*

#### Keywords:

*Historical avalanche protection works, technical cultural heritage, dry masonry, rating system, maintenance*

#### Einleitung

In den letzten 10 Jahren wurden auf Initiative des Landes Vorarlberg und des IBLB Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau der Universität für Bodenkultur Wien historische Trockensteinmauern in unterschiedlichsten Teilen des Bundeslandes erforscht. Inhaltlich galt es zum einen die Bautechniken und Erhaltungszustände und zum anderen die Bedeutung der Mauerensembles für die Kulturlandschaft zu erfassen. Es sollte der Schatz ans Licht gehoben werden, der in ihnen als Bauten und Zeugen ehemaliger regionaler Lebens- und Wirtschaftsgeschichten steckt. Für viele Orte waren sie wichtig zur Sicherstellung der Bewirtschaftung von Hanglagen, ganze Regionen profitierten durch den Ausbau der Wege mit Stützmauern vom verbesserten Gütertransport. Sie gewährleisteten Schutz vor Naturgefahren und waren damit essentiell für das nackte Überleben. Diese Forschungen der letzten Jahre mündeten in das ‚Inventar historischer Mauern Vorarlberg‘, welches kontinuierlich weitergeführt wird (Land Vorarlberg 2009-2018). Sie haben Eingang gefunden im Vorarlberg Atlas und in einer anschauli-

chen Publikation für die Praxis (Drexel, Locher, Macher (2017): Natursteinmauern in Vorarlberg).

Seit 2009 beteiligten sich 20 Gemeinden in unterschiedlichen Regionen Vorarlbergs am Projekt. Auch die Landesabteilung für Straßenbau ließ ihren Bauwerksbestand untersuchen. Diese ist für zahlreiche Trockenmauern entlang der Landesstraßen zuständig und will sie wo möglich auch erhalten. Die WLV Sektion Vorarlberg folgte im Jahr 2017 mit einem Auftrag zu ihrem sehr umfangreichen Bestand an Lawinenanbruchverbauungen aus Mauer- und Erdterrassen im Kleinwalsertal. Die Bauwerke befinden sich unterhalb des Walmendinger Hornes, am Höhenzug des Heuberges in einer Seehöhe von 1600 bis 1900 m. Die Hänge sind südostexponiert mit einer Geländeneigung von 30° bis 60° und teilweise senkrecht Fels.

Am Heuberge wurden die ersten Mauerterrassen zwischen 1907-1920 errichtet. Zum Vergleich, die erste Verbauung in Österreich aus trockengemauerten Terrassenstützmauern entstand auf der Rax in den Jahren 1898/99 (vgl. Rudolf-Miklau, Sauermoser, 2011, S. 17 f). Etwas früher begann die Schweiz mit dieser Form von



Abb. 1: Heuberg, Kleinwalsertal mit neu errichteten Lawinenschutzbarrieren im Jahr 1956 (WLV Sektion Vorarlberg).

Fig. 1: Heuberg, Kleinwalsertal with newly built avalanche barriers in 1956 (WLV Vorarlberg).

Schutzmaßnahmen. Zwischen 1876 und 1938 wurden ungefähr 100 km Mauerwerk mit bis zu 9 Metern Mauerhöhe gebaut. Mehr als 110 Jahre alt und mehrere hundert an der Zahl – damit zählen die Lawinenschutzanlagen am Heuberg im Kleinwalsertal aus Trockenmauern, Gabionen und Erdterrassen zu den ältesten und beeindruckendsten.

Sie bezeugen die volatile Lawinengeschichte des Tales. Da sie von den Ortschaften und von der Bahn auf das Walmendinger Horn aus gut zu sehen sind, bleibt diese Pionierleistung im Gedächtnis der Ortsbürger, ja selbst der immer wiederkehrenden Touristen sehr verankert.



Abb. 2: Älteste historische Lawinenschutzmauern nahe der Walmendinger Horn-Bahn (IBLB BOKU Wien 2018).

Fig. 2: Oldest historic avalanche protection walls near the cable car Walmendinger Horn (IBLB BOKU Wien 2018).

Bisher gibt es nur wenige Studien zu Mauer-, Stein- und Erdterrassen in Österreich. Eine Masterarbeit am IAN Institut für Alpine Naturgefahren (Siegele, 2016) untersuchte die noch vorhandenen Schutzfunktionen der Mauerterrassen auf dem Schwager Gonde im Paznauntal aus den Jahren 1954-61. In der Schweiz wurde man bereits früher auf das Thema aufmerksam<sup>1</sup>. Basierend auf der Masterarbeit von Martin Blum (2009) veröffentlichte das Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2011 eine wertvolle Anleitung für die Praxis (vgl. Margreth, Blum, 2011). Es ist ein sehr hilfreiches Instrument zur Maßnahmenevaluation mit Nutzwertanalyse für Verbauungen mit Steinmauern und Mauerterrassen. Der Fokus dieser Studie lag auf der Wirkungsbeurteilung für den Lawinenschutz und der technischen Machbarkeit nebst Kostenschätzung von Erhaltungsvarianten als Basis für weiterführende Strategien. Die Bewertung des kulturellen Wertes war nicht Ziel der genannten Studie.

### Eingrenzung und Ziele des Auftrages

Bei den zu untersuchenden Bauwerken am Heuberg im Kleinwalsertal war schon bald nach ihrer Errichtung klar, dass sie für einen effektiven Lawinenschutz nicht ausreichen. Sie wurden bereits in den 50er Jahren erhöht und im Rahmen mehrerer Projektetappen seit 1973 durch den Bau von Stahlschneebrücken ergänzt. Ihre Lawinenschutzfunktion war daher nicht Thema der Forschung. Die Erhebungen im Gelände zeigten, dass sie jedenfalls in weiten Bereichen ihre Aufgabe für das Waldaufkommen gut erfüllt haben. Ziel der Studie war es ein Verfahren zur Bewertung der bau- und kulturhistorischen Bedeutung der Bauwerke zu

<sup>1</sup> Die Expertenkommission Lawinen und Steinschlag (EKLS) führte ihre Jahrestagung 2008 mit dem Schwerpunktthema „Steinmauern im Lawinenverbau“ durch. Bei einer Veranstaltung in jüngster Zeit, dem 7. Naturgefahrenstag der ASTRA 2018, war u.a. die Sanierung von Trockenmauern ein Thema.

entwickeln. Dieses sollte, verknüpft mit weiteren wichtigen Kriterien wie Schadensausmaß, örtlich verfügbares Material, Gefahren durch Verfall u.a., Basis für die Entwicklung einer Strategie zu ihrem Umgang sein.

Da die WLV nicht über eine Dokumentation der historischen Bauten am Heuberg verfügte, auch keine Kenntnisse über ihren Zustand vorlagen, waren damit weitere Aufgabenstellungen für das Projekt gegeben. Mittels Kartierung im Gelände wurden die verschiedenen Bautypen definiert, die Objekte vermessen, ihre Bauweisen und ihre Schäden erhoben. Weiters wurde untersucht, welche Rolle sie für das Waldaufkommen spielen, welche Gefahrenpotenziale (Steinschlag durch Mauerfall) sie aufweisen, aber auch welche ökologischen Bedeutungen (Habitate, besondere Vegetationsentwicklungen) sie haben.

Ihre kulturhistorische Rolle wurde durch die Aufarbeitung der Lawinengeschichte des Tales mittels Archiv- und Literaturquellen eindrücklich belegt. Immer wieder erforderten neue Lawinereignisse mit schweren Folgen für die Siedlungen ein Nachrüsten und Erweitern der Schutzbauten.

Im Rahmen der Studie wurde eine detaillierte Dokumentation aus Kartenwerken (Orthofoto, GIS-Daten) und Inventarblättern nebst weiterführenden Maßnahmenempfehlungen erstellt. Sie dienen als Entscheidungsgrundlagen, welche Objekte erhalten werden sollen und als Tool für die Planung von Mauersanierungen. Der Auftrag umfasste nicht den gesamten Höhenzug, sondern den westlichen Teilbereich vor dem Walmendinger Horn, die Gebiete Stutzalpe, Schreckenmäher und Sigunt (s. Abb. 3). Eine Dokumentation der Bauten der restlichen Hangflanken steht bis auf eine besonders lange, sehr bedeutende Mauer in Zafera noch aus. Für eine gezielte Gesamtbetrachtung ist eine vollständige Erfassung anzustreben.

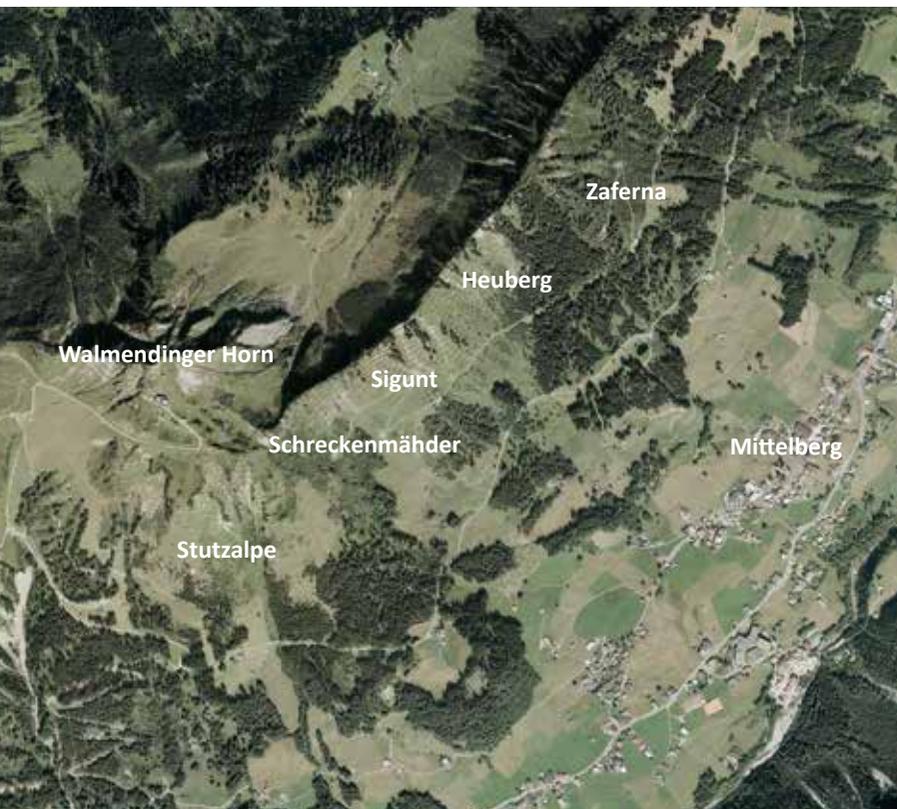


Abb. 3: Übersicht Projektgebiet (IBLB BOKU Wien 2018).

Fig. 3: Overview project area (IBLB BOKU Wien 2018).

terrassen' und ‚Erdterrassen' gehen auf die Pionierphase der Schutzprojekte zurück (1907 bis 1920). Trotz ihres Alters und des anspruchsvollen Geländes – sie liegen überwiegend in den steilsten Flanken des Heubergs auf teils felsigem Untergrund (s. Abb. 4, hellblaue Signatur) – sind sie im Vergleich zu den jüngeren Bauten wie, Trockenmauerterrassen in Kombination mit Gabionen' und ‚Gabionen' (errichtet 1954 bis 1973) in einem besseren Zustand. Dies ist zurückzuführen darauf, dass die ältesten Trockenmauern fachgerecht gebaut wurden.

### Bewertungsverfahren

Wie erwähnt waren im Projekt die Bauwerke zu erheben und ihre bauliche sowie soziokulturelle Bedeutung zu analysieren. Eine zentrale Aufgabe bestand darin, eine Bewertungsmethode auszuarbeiten, die eine Entscheidungsgrundlage für effiziente Sanierungsmaßnahmen in der Zukunft sein kann und die Wertigkeiten wie örtlichen und ökonomischen Gegebenheiten berücksichtigt.

Nach ihrer Funktion, Form und Konstruktion können am Heuberg drei Haupt- und neun Untertypen an Schutzbauwerken unterschieden werden (s. Tab. 1). Die Typen ‚Trockenmauer-

BAUWERKSTYPEN	Anzahl im Projektgebiet
Trockenmauerterrassen	95
Trockenmauerterrassen	81
Trockenmauerterrassen kombiniert mit Gabione	13
Trockenmauer ohne Rückhaltebereich	1
Gabione	25
Gabione	14
Gabione mit Steinschichtung	11

Erdterrassen	170
Erdterrassen	80
Erdterrassen mit Decksteinen	66
Erdterrassen mit Steinschichtung	22
Erdterrassen mit Steinschichtung in Trockenmauerbauweise	2

Tab. 1: Bauwerkstypen und Objektanzahl im Untersuchungsgebiet.

Tab. 1: Building types and number of objects in the investigated area.

LEGENDE:  
Bauwerkstypen

- Typ M1: Trockenmauerterrasse
- Typ M2: Trockenmauerterrasse kombiniert mit Gabione
- Typ G1: Gabione
- Typ G2: Gabione mit Steinschichtung
- Typ E1: Erdterrasse
- Typ E2: Erdterrasse mit vereinzelt Steinen
- Typ E3: Erdterrasse mit Steinschichtung
- Typ E4: Erdterrasse mit Steinschichtung in Trockenmauerbauweise
- Stützmauer

Planungsregion Osttirol, Geodatenbank Land Vorarlberg 2015  
Eigene Erhebungen vor Ort 2017

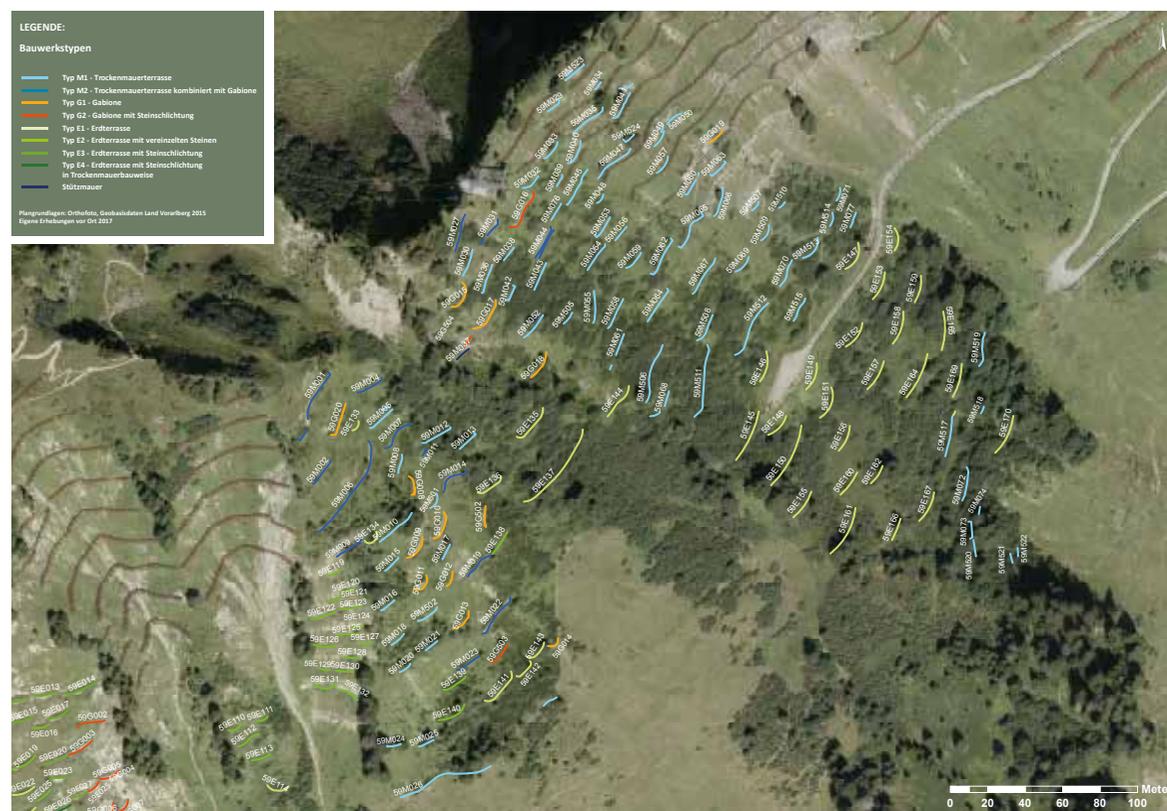


Abb. 4: Bauwerkstypen und ihre Lage in den Bearbeitungsgebieten Schreckenmähder und Sigunt, Heuberg (IBLB BOKU Wien 2018, Kartengrundlage: Geodatabase Vorarlberg, 2015).

Fig. 4: Types of structures in the areas of Schreckenmähder and Sigunt, Heuberg (IBLB BOKU Wien 2018, Geodatabase Vorarlberg, 2015).

### Bewertungskriterien und Bewertungsablauf

Die Bewertung der Bauwerke erfolgte in Hinblick auf ihren Wert als kulturelles Erbe<sup>2</sup>, auf ihren aktuellen Zustand und ihre Wirksamkeit als Lawenschutzsystem. Das breite Spektrum an Parametern und Bauwerksformen erfordert eine Zusammenschau mit Gewichtungen. Erst dieser Bewertungsprozess (s. Abb. 5) ermöglicht die Ermittlung einer Prioritätenliste an Bauwerken, die erhalten werden sollen. Es wurden 6 Kriterien festgelegt, eines davon mit 4 Teilkriterien (s. Tab. 2).

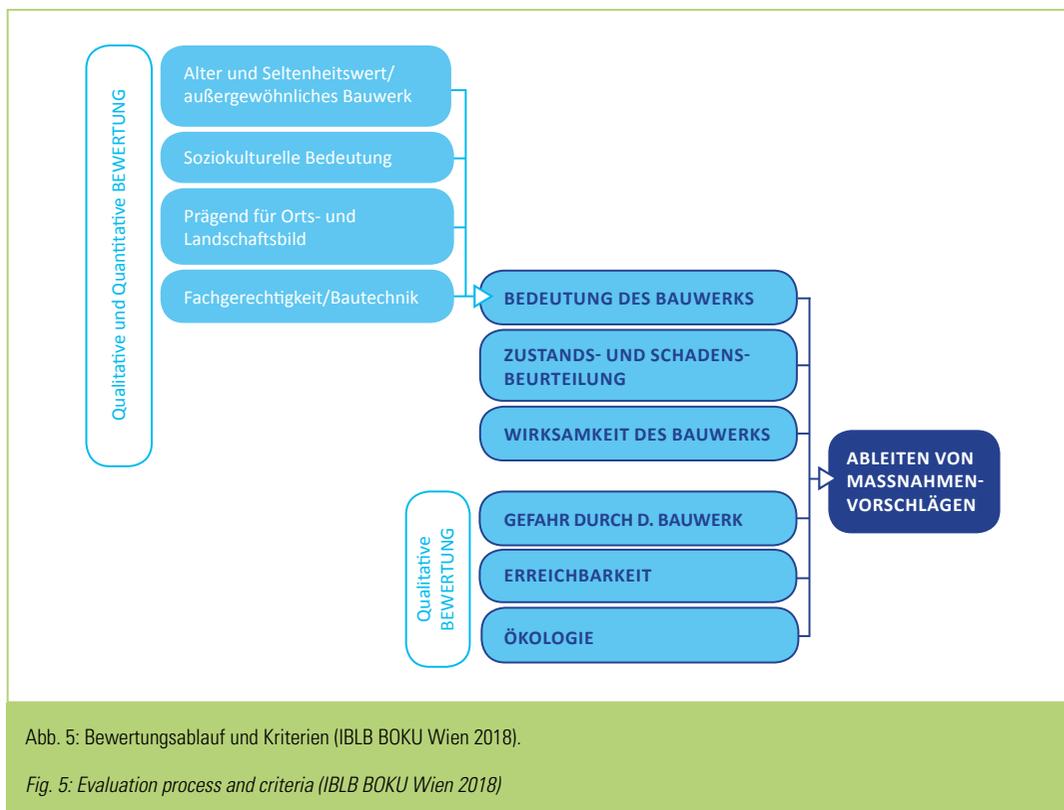


Abb. 5: Bewertungsablauf und Kriterien (IBLB BOKU Wien 2018).

Fig. 5: Evaluation process and criteria (IBLB BOKU Wien 2018)

Hauptkriterien sind die ‚Bedeutung‘ eines Objekts, sein ‚Zustand‘ und seine ‚Wirksamkeit‘ als Schutzbauwerk heute, gefolgt vom Aspekt der ‚Gefährdungen‘, die durch die Konstruktion aufgrund von Schäden verursacht werden können, der ‚Zugänglichkeit‘ (in Hinblick auf eine Sanierung) und der ‚ökologischen Wirkungen‘.

Die Bewertung des wichtigen Kriteriums Bedeutung („Signifikanz“) basiert auf vier relevanten Teilkriterien: ‚Alter und Seltenheit‘, soziokulturelle Bedeutung, Gestaltungswirkung auf die Landschaft, Fachgerechtigkeit (bestimmt wesentlich die ‚Dauerhaftigkeit‘). ‚Alter und Seltenheit‘

geht mit 28 Prozent Gewichtung am stärksten in den Endwert ein. Dies liegt darin begründet, dass für den Wert als baukulturelles Erbe ein in der Geschichte weit zurückliegender Errichtungszeitpunkt und herausragende Bauweisen mit besonderen Bauelementen ausschlaggebend sind. Die drei folgenden Teilkriterien werden jeweils mit 24 Prozent gewichtet. Alle 4 Teilkriterien gehen mit der jeweiligen Gewichtung in das Punktesystem ein. Zusammen definieren sie den Grad der Bedeutung („Signifikanz“) als historische Lawinenschutzbauwerke aufgrund ihrer Geschichte, ihres Einflusses auf die Kulturlandschaft und ihrer besonderen Bautechnik.

Die Bewertung der ersten sieben Parameter erfolgte nach einem Punktesystem. Die Parameter ‚Alter und Seltenheit‘, ‚Soziokulturelle Bedeutung‘, ‚Landschaftsgestaltung‘, ‚Bautechnik‘ und ‚Wirksamkeit‘ wurden in 3 Stufen (1–3)

<sup>2</sup> Im Forschungsprojekt wurden verschiedene Methoden der historischen Bauforschung eingesetzt. Die Erfassung im Gelände, eine Analyse historischer Karten-, Bild- und Textdokumente sowie die Diskussionen mit Experten bildeten die Basis für die Bewertung des Alters und der Bedeutung der Bauwerke. Besondere Berücksichtigung fanden ihr regionaler Kontext und ihre Rolle als Pionierbauten von Lawinenschutzsystemen in Österreich.

HAUPTKRITERIEN	TEILKRITERIEN	Beschreibung	Punktesystem / qualitativ beschreibend (q.b.)
Bedeutung	Alter und Seltenheitswert Gew. 28 %	Das Bauwerk ist von Bedeutung aus historischer Sicht und, weil es Zeuge einer besonderen technischen Leistung in der Entstehungszeit ist oder aufgrund des Bauwerksausmaßes bzw. besonderer Konstruktionsdetails außergewöhnlich ist.	1–3
	Soziokulturelle Bedeutung Gew. 24 %	Das Objekt ist mit wichtigen sozialen, kulturellen und historischen Entwicklungen in der Region verbunden. Die Bewohner der Region haben eine enge lebensgeschichtliche Verbindung zu den Schutzbauwerken bestimmter Lawenstriche über den Ortschaften.	1–3
	Prägend für die Kulturlandschaft Gew. 24 %	Das Bauwerk oder das Bauwerkensemble ist ein prägendes Element der Landschaft.	1–3
	Fachgerechtigkeit / Bautechnik Gew. 24 %	Das Objekt ist fachgerecht errichtet und die Materialien weisen die erforderlichen technischen Eigenschaften auf.	1–3
Zustand	In Abhängigkeit von Schadensart und -umfang erfolgt eine Einstufung nach einer Skala von intakt bis vollständig zerstört.		1–5
Wirksamkeit des Bauwerks	Das Bauwerk ist in Hinblick auf die Waldentwicklung, aufgrund seiner Funktion zur Böschungsstabilisierung bzw. zum Rückhalt von Schnee und Steinen auf den Terrassen wirksam bis nicht wirksam.		q.b.
Vom Objekt verursachte Gefahren	Das Objekt kann aufgrund von ausbrechenden Steinen Gefahren für Menschen, Tiere, Kulturflächen, Wege und andere Lawinenschutzbauwerke im Transit- und Ausgangsbereich hervorrufen.		q.b.
Erreichbarkeit	Bewertung der Erreichbarkeit eines Bauwerks in abhängig von seiner Nähe zu einer Zufahrt bzw. einem Zustieg, der Qualität des Zustiegs (Geröll, anstehender Fels), dem Aufwuchs an Gehölzen und dem Steilheitsgrad der Hangneigung.		q.b.
Ökologie	Das Objekt ist ökologisch bedeutend, bietet wertvolle Lebensräume für Flora und Fauna oder wirkt unterstützend für Lebensräume und Artenerhalt in seiner Umgebung (Umfeldwirkung).		q.b.

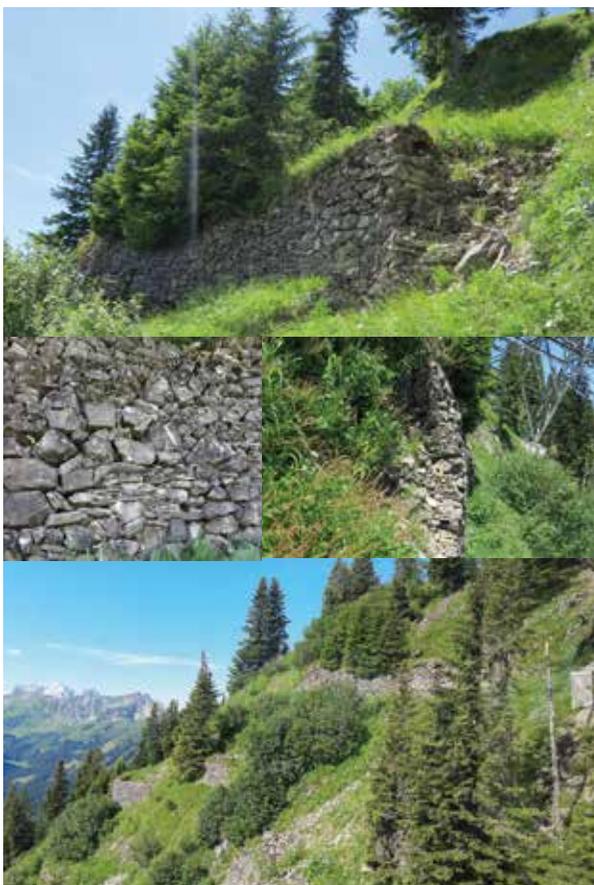
Tab. 2: Bewertungskriterien und Art ihres Einganges in den Bewertungsschlüssel (IBLB BOKU Wien 2018).

Tab. 2: Evaluation criteria and how they are entered in the rating key (IBLB BOKU Wien 2018).

bewertet. Der Wert 1 repräsentiert den höchsten Grad. Für den Parameter ‚Zustand‘ wurde eine fünfstufige Skala (1-5) angewandt. Daraus leitet sich die Gesamtbewertung und Prioritätenreihung der wichtigsten Lawinenschutzbauwerke des Untersuchungsgebietes ab. Ergänzt durch die qualitativen Informationen zu ‚Gefährdung durch das Objekt‘, ‚Zugänglichkeit‘ und ‚Ökologische Relevanz‘ stellen sie die Grundlage für vorgeschlagene Maßnahmen und deren Dringlichkeit dar. Anhand einer ausgewählten Trockenmauer wird der Bewertungsablauf und die Reihung nachfolgend veranschaulicht (s. Abb. 6).

### Bewertungsverfahren am Beispiel einer Schutzmauer

Anhand einer ausgewählten Schutzmauer mit Gabionen (59M027) soll der Bewertungsprozess und die vorgeschlagenen Maßnahmen veranschaulicht werden. Es handelt sich um eines der bedeutendsten Bauwerke des Untersuchungsgebietes (s. Tab. 3). Die Lawinenschutzmauer befindet sich am höchsten Punkt des Teilgebietes Schreckenmähder und Sigunt, direkt unter dem Bergkamm (s. Abb. 6). Die Mauer liegt unmittelbar unter der Walmendinger Horn-Bahn. Diese



Gewichtung [%]	Aufnahmenummer	59M027
28	Alter & Seltenheitswert / aussergewöhnliches Bauwerk	1
24	Soziokulturelle Bedeutung	1
24	Prägend für Landschafts- und Ortsbild	1
24	Fachgerechtigkeit / Bautechnik	2
100	Bauwerksbedeutung	1,24
	Zustand	3
	Wirksamkeit des Bauwerks	2
	Gefahr durch das Bauwerk	Gefahr für Bauwerke unterhalb und Waldaufkommen
	Erreichbarkeit	Lage im Teilgebiet Schreckenmähder/Sigunt; unmittelbar unterhalb des Bergkammes, eines der steilsten Stücke des gesamten Hanges (45 - 55°); nahe der Liftstütze; erreichbar über Wanderweg und Steig von der Bergstation Walmendinger Horn; aufgrund Gefälle schwer zugänglich; Zustieg 605 m über Weg und 55 m im Gelände.
	Maßnahmen	W + Zusatz / S (G) / V
	Dringlichkeit kurzfristig: sofort 1 Jahr mittelfristig: 2 - 5 Jahre langfristig	kurzfristig
	Umfang	umfangreich
	Umfang in m <sup>2</sup>	mind. 26 m <sup>2</sup> + punktuell

Abb. 6: Bewertung und vorgeschlagene Maßnahmen, Schutzmauer Schreckenmähder, Sigunt / Bauwerk 59M027 (IBLB BOKU Wien 2018).

Fig. 6: Assessment and proposed measures, the protective wall Schreckenmähder, Sigunt / protection structure 59M027 (IBLB BOKU Wien 2018).

wird von zahlreichen Touristen rege genutzt, die Mauer ist von ihr aus sehr gut zu sehen. Erreichbar ist das Bauwerk nur über einen Steig von oben, dies ist durch anstehende Felsen und Steilheit zusätzlich erschwert.

Das Objekt wurde zwischen 1907 und 1920 als Trockenmauer errichtet. 1955 wurden einige Teile der Mauer entfernt und durch Gabionen ersetzt, was heute noch sichtbar ist (s. Abb. 6). Das Bewertungskriterium ‚Alter und Seltenheit‘ wird aufgrund der außergewöhnlichen Höhe von 3,5 Metern und einer Länge von 23,7 Metern mit 1 bewertet. Das Objekt spiegelt die Lawinengeschichte des Tales in beeindruckender Weise wider. Da es vom Talboden und von der Seilbahn zum Walmendinger Horn aus gut zu sehen ist, wird diese historische Lawinenschutzmaßnahme auch zukünftig im Gedächtnis der Bevölkerung erhalten bleiben. Daher ist die ‚Soziokulturelle Bedeutung‘ ebenfalls mit 1 zu bewerten.

Aufgrund einiger Mängel in der Konstruktion, z.B. Stoßfugen und fehlende Verzahnung zwischen der Trockenmauer und den Gabionen, erhielt das Kriterium ‚Bautechnik‘ die Bewertung 2. Dies ergibt einen Endwert im Punktesystem von 1,24 für die Bedeutung („Signifikanz“), was das beste Ergebnis aller Objekte ist.

Der heutige Zustand des Objektes ist 3. Dies bedeutet, dass Schäden das Bauwerk nicht gefährden, einige Teile gingen jedoch bereits verloren. Das Ausmaß der beschädigten Teile beträgt mindestens 26 m<sup>2</sup>, was nicht unbeträchtlich ist. Die Mauer stabilisiert den Hang nach wie vor, während der Lawinenschutz eingeschränkt wirksam ist. Dies ergibt eine Bewertung von 2. Ohne Sanierung stellt das Bauwerk eine Gefahr für die Waldentwicklung und andere Lawinenschutzbauten im Transit- und Ausgangsbereich dar. Stark frequentierte Wege und Nutzflächen sind jedoch nicht gefährdet.

In Abb. 6 ist weiters ersichtlich, dass für

jede Mauerterrasse, basierend auf ihrer Bedeutung und Wirksamkeit, ihren Schäden und örtlichen Gegebenheiten, Maßnahmen vorgeschlagen und deren Dringlichkeit sowie Umfang angeführt sind. Die Art der Maßnahmen sollen beispielhaft anhand dieser Mauerterrasse vorgestellt werden: Es wird empfohlen, die Mauer innerhalb eines Jahres zu sanieren. Die verlorenen Teile sind wieder aufzubauen und die Gabionen durch Trockenmauern zu ersetzen (dafür steht der Maßnahmentyp W + Zusatz). Zum Entfernen von Bäumen und Wurzeln müssen Wandteile entfernt werden (Maßnahmentyp S (G)). Die fachgerechte Wiederherstellung hat mit Orientierung am Bestand zu erfolgen. Die Stabilität und Verbandswirkung der gut erhaltenen Mauerabschnitte muss sichergestellt werden (Maßnahmentyp V). Die Maßnahmen zur Sanierung und Erhaltung von Trockenmauern werden hier nur angerissen, da sie einen eigenen Beitrag füllen würden. Im ‚Inventar historische Mauern Vorarlberg‘ wurden die genannten Maßnahmentypen entwickelt. Sie sind ausführlich in den Publikationen und Projektberichten erläutert (Land Vorarlberg (2009–2018)).

### Reihung der Bauwerke

Die Analyseergebnisse ergeben eine Gruppe von 14 hochrangigen Bauwerken in den Aufnahmegebieten am Heuberg (siehe Tab. 3 und Abb. 7). Alle sind ‚Trockenmauerterrassen‘ oder ‚Trockenmauerterrassen in Kombination mit Gabionen‘ und befinden sich im Bereich der Teilgebiete Schreckenmähder, Sigunt und Zaferna. Sie wurden zwischen 1907 und 1920 errichtet. Einige von ihnen erfuhren in den 1950er Jahren Sanierungen, bei manchen erfolgte eine Aufhöhung durch Hinzufügen von Gabionen. Unter den 14 am besten bewerteten Bauwerken ist der Anteil an ältesten Trockenmauern und Terrassen besonders hoch. Sie sind bis heute zudem am besten

Gewichtung [%]	Aufnahmenummer	59M027	59M031	59M075	59M035
28	Alter & Seltenheitswert / aussergewöhnliches Bauwerk	1	2	1	2
24	Soziokulturelle Bedeutung	1	1	1	1
24	Prägend für Landschafts- und Ortsbild	1	1	3	1
24	Fachgerechtigkeit / Bautechnik	2	3	2	2
100	Bauwerksbedeutung	1,24	1,76	1,72	1,52
	Zustand	3	4	3	3
	Wirksamkeit des Bauwerks	2	2	2	2
	Gefahr durch das Bauwerk	Gefahr für Bauwerke unterhalb und Waldaufkommen	Gefahr für Bauwerke unterhalb und Waldaufkommen	Gefahr für Steig auf Mauerterrasse und Stahlschneebrücken sowie Forstweg unterhalb	Gefahr für Stahlschneebrücken und Bauwerke unterhalb sowie Waldaufkommen
	Erreichbarkeit	Lage im Teilgebiet Schreckenmähder/Sigunt; unmittelbar unterhalb des Bergkammes, eines der steilsten Stücke des gesamten Hanges (45 - 55°); nahe der Liftstütze; erreichbar über Wanderweg und Steig von der Bergstation Walmeldinger Horn; aufgrund Gefälle schwer zugänglich; Zustieg 605 m über Weg und 55 m im Gelände.	Lage im Teilgebiet Schreckenmähder/Sigunt; unter dem Bergkamm, eines der steilsten Stücke des gesamten Hanges (45 - 60°); nahe der Liftstütze; erreichbar über Wanderweg und Steig von der Bergstation Walmeldinger Horn; aufgrund Gefälle schwer zugänglich; Zustieg 605 m über Weg und 40 m im Gelände.	Lage im Gebiet Zaferna; Gefälle 45 - 70°; erreichbar über Forstweg und Steig ab der Baracke der WLW; gut zugänglich; Zustieg 90 m über Weg.	Lage im Teilgebiet Schreckenmähder/Sigunt; im oberen, östlichen Teil des Hanges, zwischen Stahlschneebrücken; Gefälle 45 - 50°; erreichbar über Forstweg und Steig; gut zugänglich, jedoch weiter Anstieg; Zustieg 395 m über Weg.
	Maßnahmen	W + Zusatz / S (G) / V	W + Zusatz / S (G) / V	W / S (G) / V	S / V / P
	Dringlichkeit	kurzfristig: sofort 1 Jahr mittelfristig: 2 - 5 Jahre langfristig	kurzfristig	kurzfristig	kurzfristig
	Umfang	umfangreich	umfangreich	umfangreich	gering
	Umfang in m <sup>2</sup>	mind. 26 m <sup>2</sup> + punktuell	etwa 32 m <sup>2</sup> + punktuell	etwa 20 m <sup>2</sup> + Gehölze + punktuell	etwa 5 m <sup>2</sup> + punktuell

Tab. 3: Bewertung der Bauwerke und Reihung nach ihrer Gesamtwertigkeit (Ausschnitt) (IBLB BOKU Wien 2018).

Tab. 3: Evaluation of the buildings and their ranking according to their total value (section) (IBLB BOKU Wien 2018).



Abb. 7: Lage der 14 Bauwerke mit der höchsten Gesamtbewertung, Schreckenmähder, Sigunt und Zaferna (IBLB BOKU Wien 2018).

Fig. 7: Location of the 14 buildings with the highest overall rating, Schreckenmähder, Sigunt und Zaferna (IBLB BOKU Wien 2018).

Quelle: Land Vorarlberg 2015; eigene Erhebungen vor Ort 2017



Abb. 8: Ensemble von Lawinenschutz-Trockensteinmauern mit aufkommendem Wald prägen die Kulturlandschaft des Heuberges (IBLB BOKU Wien 2018).

Fig. 8: Ensemble of avalanche dry stone walls with emerging forest characterize the cultural landscape of the Heuberg (IBLB BOKU Wien 2018).

erhalten. Dies unterstreicht die lange Haltbarkeit professionell konstruierter Trockenmauern. Darüberhinaus weisen sie auch einen sehr positiven ökologischen Effekt auf.

### Diskussion

Bei einer Entscheidung zur Erhaltung historischer Lawinenschutzbauten spielen viele Faktoren eine Rolle. Neben den Leistungen, die sie noch für die Schutzwirkung und das Aufkommen des Waldes übernehmen können, sind ihre Bedeutung als baukulturelles Erbe und natürlich die Kosten wichtige zu berücksichtigende Aspekte. Kann der entwickelte Bewertungsansatz dazu eine Hilfestellung bieten? Die erarbeiteten Kartenwerke geben Informationen über Lage, Umfang, Bautyp, Errichtungszeit und Sanierungsphasen, über örtlich vorhandene Steinvorkommen und die Erreichbarkeit durch Wege. Die Inventarblätter liefern die Informationen zu den Dimensionen

der Bauten, beschreiben Baumaterial, Bauweisen, Schadensbilder und erforderliche Maßnahmen. All dies sind wertvolle Grundlagen für die Planung und Kostenabschätzung von Sanierungsmaßnahmen. Damit ist ein wesentliches Instrument zur Entscheidungsfindung und Planung von Sanierungsprojekten vorhanden.

In der Ausführungsplanung und bei der Durchführung muss ein erfahrener Trockenmauerbauer beigezogen werden. Heute fehlt das notwendige Handwerkswissen zumeist bei den Bautrupps, da seit vielen Jahrzehnten diese Bauweisen nicht mehr eingesetzt wurden. Die Gebietsbauleitung Bregenz, Kleinwalsertal hat in den letzten Jahren vorbereitend die Kenntnisse durch Teilnahmen an Trockenmauerkursen wieder aufgebaut. In nächster Zeit sind erste Sanierungen geplant. Damit können wichtige den Bestand erhaltende Ausbesserungen zeitgerecht und Reparaturen etappenweise erfolgen.

Wie bereits erwähnt, übernehmen die

historischen Trockenmauern und Mauerterrassen noch heute gewisse Schutzfunktionen. Sie haben einen stabilen Wald etabliert, der heute auf ihnen stockt und Lawinenschutz gewährleistet. Die intakten Terrassenflächen verhindern Gleitschneebildung und sind Auffangflächen für Steinschlag.

Betrachtet man die Bauten unter dem Aspekt der ökologischen Bilanz, sind sie deutlich positiver zu bewerten wie Stahlschneebrücken. Vergleichsstudie dazu ist etwa die Untersuchung von Von der Thannen et al (2018) zu Holz- und Betonquerbauwerken. Die Faktoren, die bei den Trockenmauern die positive Bilanz bewirken sind zum einen der geringe Energieaufwand durch die Verwendung lokaler Gesteine. Damit gehen eine geringe Transportenergie und kaum Energieaufwand bei der Herstellung des Materials einher. Zum anderen steht bei der Errichtung menschliche Arbeitskraft und nicht der Maschineneinsatz im Vordergrund. In Hinblick auf die Energie- und Treibhausbilanz schneiden arbeits- und lohnintensive Baustellen deutlich besser ab als maschinenintensive (vgl. Von der Thannen et al, 2018, S. 301). Trockenmauern sind der Inbegriff 'althergebrachter' nachhaltiger Systeme mit großer Ressourceneffizienz und Berücksichtigung der spezifischen lokalen Gegebenheiten, heute als Nature Based Solutions verstanden.

Sollen historische Trockenmauern für den Lawinenschutz erhalten werden? Die Schweiz befasst sich seit mehreren Jahrzehnten mit dem Thema der Schutzwürdigkeit von historischen Strukturen in der Kulturlandschaft. Zahlreiche Initiativen und ein staatlicher Fond (Fonds Landschaft Schweiz) sind hier aktiv bei der Erforschung, Sanierung und Adaptierung für heutige Anforderungen.

Eine über 25 Jahre angelegte Erfassung der historischen Wege der Schweiz mündete in das Bundesinventar historische Verkehrswege Schweiz IVS (Schweizerische Eidgenossenschaft

s.a.), in eine Vollzugshilfe (Bundesamt für Strassen (ASTRA), 2008) und eine gesetzliche Verankerung des Schutzes der bedeutendsten Wege des Landes mit Finanzhilfen (Verordnung des Schweizerischen Bundesrates über das Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (VIVS), 2010). Unter ihnen sind sehr imposante Verbindungswege wie die alten Säumerouten über die Alpen (z.B. Splügen / Via Spluga), die ersten für den Straßenverkehr ausgebauten Hochalpenstraßen oder die Rhätische Bahn. Letztere wurde zum UNESCO-Weltkulturerbe erklärt. Über ihre gut erhaltenen Wegkörper mit zahlreichen stützenden Trockenmauern rollen heute täglich tausende Touristen, angezogen und fasziniert vom Wagemut und der Meisterlichkeit ihrer Erbauer. Warum nicht Mauerterrassen als Zeugen der Pionierarbeit des Lawinenschutzes, dort wo möglich und sinnvoll, erhalten und präsentieren?

**Anschrift der Verfasserinnen / Authors' addresses:**

Assoc. Prof. DI. Dr. Anna Maria Drexel  
 Univ. Prof. DI. Dr. Rosemarie Stangl  
 Universität für Bodenkultur Wien  
 Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau  
 Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien  
 am.drexel@boku.ac.at

**Literatur / References:**

BLUM, M. (2009): Erhaltungsstrategien und Umgang mit Steinmauern im Lawinenverbau. Masterarbeit an der Professur für Forstliches Ingenieurwesen, UWIS, ETH Zürich.

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT (s.a.): Das Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS), online: <https://www.ivs.admin.ch/bundesinventar>.

DREXEL, A., MACHER, M. (2018): Inventar historischer Mauern. Lawinenschutzbauten Walmendinger Horn, Heuberg Kleinwalsertal, im Auftrag des Landes Vorarlberg und der Wildbach und Lawinenverbauung, Sektion Vorarlberg, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau BOKU Wien.

DREXEL, A., LOCHER, S., MACHER, M. (2017): Natursteinmauern in Vorarlberg. Ein Kulturgut. Erforschen. Erhalten. Weiterentwickeln, Amt der Vorarlberger Landesregierung (Hg.), Schriften der Abteilung Raumplanung und Baurecht Nr. 30, Bregenz.

BUNDESAMT FÜR STRASSEN (ASTRA), Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege (EKD), Natur- und Heimatschutzkommission (ENHK) (Hg.) (2008): Vollzugshilfe Langsamverkehr Nr. 8, Bern.

LAND VORARLBERG (2009-2018): Inventar Historische Mauern Vorarlberg, online: [https://vorarlberg.at/web/land-vorarlberg/contentdetailseite/-/asset\\_publisher/qA6AJ38txu0k/content/mauerinventar?article\\_id=115083](https://vorarlberg.at/web/land-vorarlberg/contentdetailseite/-/asset_publisher/qA6AJ38txu0k/content/mauerinventar?article_id=115083)

MARGRETH, S., BLUM, M. (2011): Umgang mit Lawinenverbauung aus Steinmauern und Mauerterrassen. Anleitung für die Praxis, Bundesamt für Umwelt (BAFU) (Hg.), Bern.

MEDL, A., STANGL R. (2018): 'Green Walls' – Ingenieurbiologische Maßnahmen im Rahmen des Konzepts 'Nature Based Solutions'. In: Wildbach- und Lawinenverbau, (Hg.) Verein der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung, Bregenz, Heft, Nr. 182, S. 64-71.

RUDOLF-MIKLAU, F., SAUERMOSE, S. (2011): Handbuch Technischer Lawinenschutz; Verlag Ernst und Sohn; Berlin.

SIEGELE, P. (2016): Bewertung der Schutzfunktion der Lawinenverbauungen aus Stein- und Materialer-rassen auf der Schwager Gonde, Masterarbeit am Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur Wien.

VERORDNUNG des Schweizer Bundesrates vom 14. April 2010 über das Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (VIVS).

VON DER THANNEN, M., PARATSCHA, R., SMUTNY, R., STRAUSS, A., HUFNAGL, H., LAMPALZER, T., RAUCH, H.P. (2018): Zur Ökobilanz von Schutzbauwerken. In: Wildbach- und Lawinenverbau, (Hg.) Verein der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung, Bregenz, Heft, Nr. 182, S. 282-303.

PAUL KRENN, STEFANIE PESSENTEINER, NICOLE KAMP

## Das Wildbachereignis von 2017 im Einzugsgebiet des Schöttlbaches (Oberwölz) – eine geomorphologische Bestandsaufnahme mittels UAV-borne Laserscanning (ULS)

### *The 2017 flood event in the Schöttlbach catchment (Oberwölz) – evaluating geomorphic impacts using UAV-borne laser scanning (ULS)*

#### Zusammenfassung:

Um die Auswirkungen des Wildbachereignisses vom 4. und 5. August 2017 im Schöttlbachtal (Oberwölz) abschätzen zu können, wurde im Herbst 2018 eine ULS-Befliegung des Mittel- und Unterlaufes des Schöttl- und des Krumegger Baches durchgeführt. Aufgrund der geringeren Flughöhe, des unterschiedlichen Aufnahmewinkels und der hohen Punktdichte (150 pt/0,5 m<sup>2</sup>) eignet sich diese Art der Befliegung besonders für steile Hänge und tief eingeschnittene Wildbachsysteme. Im Zuge einer Geomorphic Change Detection (GCD) wurde ein ALS Datensatz (2012) mit dem ULS-Datensatz verglichen und DEMs of Difference (DoD) generiert. Erste Berechnungen zeigen, dass das Geschiebepotential dieses Ereignisses jene vom Juli 2011 (ca. 90.000 m<sup>3</sup>) noch übertrifft.

Stichwörter: UAV, Laserscanning, Digitale Geländemodelle, Geomorphic Change Detection, Kubaturberechnung

#### Abstract:

*In the fall of 2018 a UAV-borne laser scanning survey (ULS) of the middle and the lower course of the Schöttlbach and Krumegger Bach was carried out to evaluate the geomorphic impacts of the extreme torrential events in August 2017. Due to the low flight altitude, the different viewing angle and the high point density, ULS is suitable for the monitoring of steep slopes and deeply incised torrential systems. Using the Geomorphic Change Detection (GCD) tool, we compared the ULS dataset with an ALS dataset from 2012 and generated DEMs of Difference (DoD). First results indicate that the 2017 event transported more material out of the catchment than the extreme event from July 2011 (approx. 90.000 m<sup>3</sup>).*

Keywords: UAV, Laser Scanning, Digital Terrain Models, Geomorphic Change Detection, Volume Calculation

#### Einleitung

Beobachtungsdaten und Szenarienrechnungen mit Klimamodellen deuten darauf hin, dass in Folge des Klimawandels die Intensität von Starkniederschlagsereignissen weiter zunehmen wird (Coumou and Rahmstorf, 2012; O’Gorman, 2015). Es ist wahrscheinlich, dass durch die Zunahme extremer Niederschläge zukünftig auch mit einer höheren Anzahl geomorphologischer Störungen zu rechnen ist (Phillips und Van Dyke, 2016). Wildbacheinzugsgebiete sind besonders aktive geomorphologische Systeme, die äußerst empfindlich auf externe Störungen, wie z.B. Starkniederschlag und Hochwasser, reagieren können. Sie sind im Stande geomorphologische Systeme aus dem Gleichgewicht zu bringen, ihre Resilienz zu verändern, Prozessraten um Zehnerpotenzen zu steigern (Korup, 2012) und binnen kurzer Zeit außerordentlich große Sedimentmengen zu mobilisieren. Bis ein System wieder seinen dynamischen Gleichgewichtszustand erreicht, ist mit einer erhöhte Sedimentzufuhr von den Hängen und folglich eine höhere Sedimentverfügbarkeit im Gerinne zu rechnen (Phillips, 2009; Abbot et al., 2018).

Einzugsgebiete, wie das Schöttlbachtal, verfügen über nahezu unlimitierte Sedimentressourcen und sind folglich besonders anfällig für Murgänge. Neben Starkregen und steilen Hängen ist für das Auftreten von hydro-geomorphologischen Naturgefahren vor allem die Konnektivität der Sedimentspeicher und die Verfügbarkeit von mobilisierbaren Sedimenten entscheidend (Hunger et al., 2005). Wie sich höhere Niederschlagsmengen und -intensitäten auf die Resilienz und die Reaktion von Wildbacheinzugsgebieten auswirken, bleibt weiterhin Gegenstand der Forschung. Um rasch flächendeckend Erkenntnisse über Hang-Gerinne-Prozesse-Interaktion und Sedi-

mentverfügbarkeit in komplexen Einzugsgebieten nach Starkniederschlags- und Hochwasserereignissen zu gewinnen, eignet sich UAV-borne Laserscanning (ULS), da es die Feststellung von Oberflächenveränderungen über mehrere Quadratkilometer ermöglicht (Bremer et al., 2019). Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit von ULS-Daten mit vorhergegangenen, älteren Airborne Laserscanning (ALS) Modellen müssen diverse Faktoren beim Post-Processing der unterschiedlichen Punktwolken berücksichtigt werden. Die beiden digitalen Geländemodelle (DGM) sollen im nächsten Schritt mit einer Geomorphic Change Detection (GCD) nach Wheaton (2015) analysiert und volumetrisch quantifiziert werden.

#### Hintergrund

Das Einzugsgebiet

Das Schöttlbachtal liegt in den Wölzer Tauern (Niedere Tauern), knapp 15 Kilometer nordöstlich von Murau. Geologisch zeichnet sich das Einzugsgebiet vor allem durch Glimmerschiefer und Gneis aus, an mehreren Stellen sind auch Kalk, Dolomit und Amphiboliteinschüsse zu finden. Die höhergelegenen Bereiche des Schöttlbachtals (> 1.600 m) sind von sanften Almwiesen und steilen felsdurchsetzten Hängen geprägt. Die größten Sedimentdepots befinden sich jedoch im tiefergelegenen Talabschnitt, wo sich der Schöttlbach in einen hoch erodierbaren quartären Sedimentkörper einschneidet. Die wichtigsten geographischen Eigenschaften des Schöttlbachtals sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Im Juli 2011 wurde im Zuge eines 100-jährlichen Starkregenereignisses ein Sedimentpuls von 90.000 m<sup>3</sup> ausgelöst (Hübl et al., 2012), der das Rückhaltebecken nördlich von Oberwölz verfüllt und im Unterlauf sowie in

der Stadt schwere Schäden verursacht hat. In den Talabschnitten, wo sich Schöttl- und Krumegger Bach ins Lockermaterial einschneiden, wurde die gesamte Erosionstrecke aufgerissen. Vereinzelt kam es zu Rutschungen und es bildeten sich neue Uferanbrüche sowie Terrassenanbrüche (Sass et al., 2015). Die Störung des geomorphologischen Systems führte zwischenzeitlich zu größeren Erosionsraten und einer höheren Verfügbarkeit von mobilisierbaren Sedimenten (Sass et al., 2019). Als Folge des Extremereignisses von 2011 wird vom Institut für Geographie und Raumforschung der Uni Graz seit dem Sommer 2012 punktuell kontinuierlich Sediment-Monitoring im Schöttlbachtal betrieben.

Tab. 1: Geographische Eckdaten – Schöttlbach-Einzugsgebiet.

Tab. 1: Basic geographic information – Schöttlbach catchment.

Schöttlbach-Einzugsgebiet	
Einzugsgebietsgröße [km <sup>2</sup> ]	70,54
Höhe am Outlet [m a.s.l.]	822
Höchste Erhebung (Hochweberspitze) [m a.s.l.]	2375
Mittlere Neigung [%]	54,4
Länge des Hauptgerinnes [km]	16,7
Mittlere Gerinnebettneigung [%]	5,8
Mittlere Jahrestemperatur (Outlet) [°C]	6,4
Mittlerer Jahresniederschlag (Outlet) [mm]	737
Gebäude in roter und gelber Gefahrenzone	156

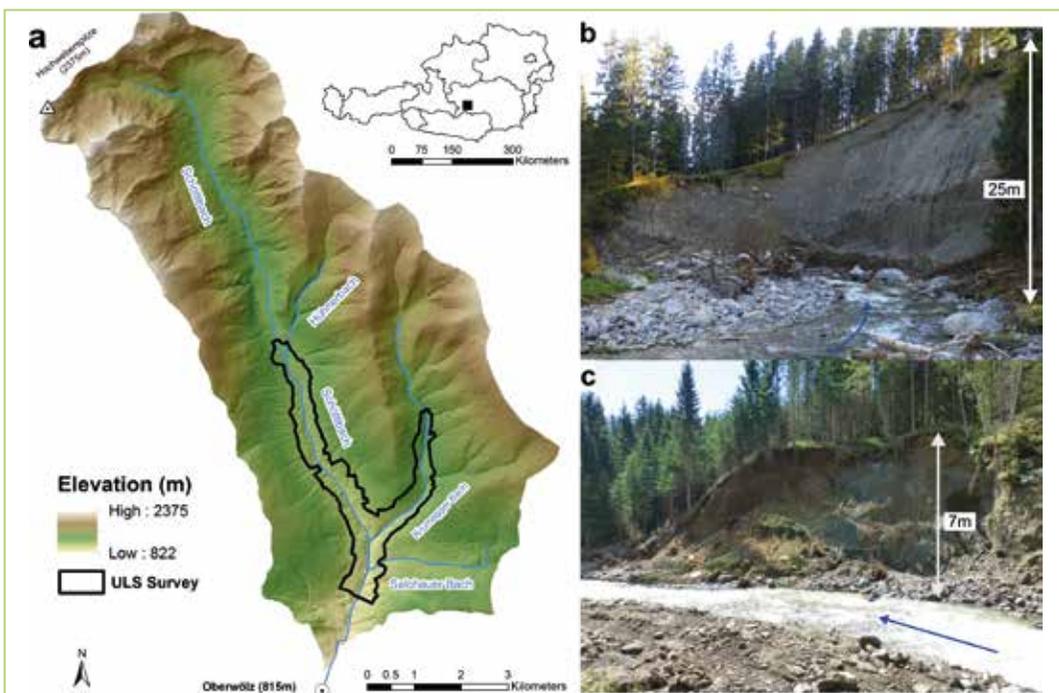


Abb. 1: (a) Untersuchungsgebiet (Datengrundlage GIS Steiermark); ULS-Befliegung (schwarz); (b)

Fig. 1: (a) Study Area (data basis GIS Steiermark); ULS survey (black)

Das Hochwasser von 2017

Das Hochwasserereignis vom 4. bis 6. August 2017 verdeutlicht abermals die Aktualität und Dringlichkeit der Frage nach den durch den Klimawandel zu erwartenden Veränderungen im Abflussregime sowie in geomorphologischen Systemen (Peßenteiner et al., in prep.).

Mehrfach über das Einzugsgebiet hinwegziehende Gewitterzellen führten zwischen dem 4. und 6. August zu 5 Hochwasserwellen. Während des ersten Ereignisses wurde die Geschiebesperre verfüllt, sodass der starke Geschiebetrieb nicht mehr weiter zurückgehalten werden konnte. Im Zuge der zweiten Hochwasserwelle führten die Geschiebeanlandungen im Unterlauf zu Überflutungen des Ortbereichs von Oberwölz.

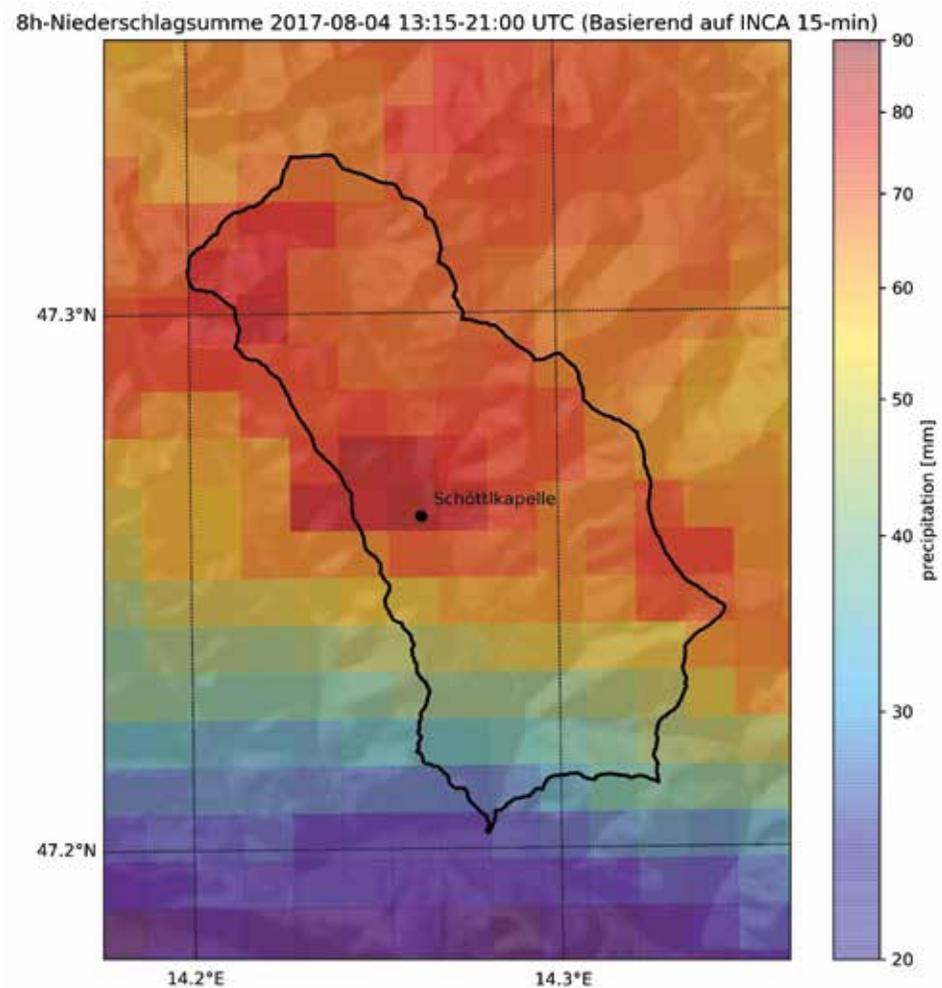


Abb. 2: INCA Niederschlag (8h-Summe, basierend auf INCA 15-min) vom 4. August 2017 im Schöttlbach Einzugsgebiet (Quelle: Peßenteiner et al., in prep.).

Fig. 2: INCA precipitation (8h sum, based on INCA 15-min) from August 4th, 2017 in the Schöttlbach catchment area (source: Peßenteiner et al., in prep.).

Die Gewitterzellen konnten mit Hilfe der INCA-Daten (Haiden et al., 2011) lokalisiert werden. Am 4. August 2017 traten lokale Niederschlagsmaxima von bis zu 85 mm in 8 Stunden (siehe Abbildung 2) auf mit maximalen Intensitäten im Ereigniszeitraum von 34 mm/15 min. Die Werte der INCA Analyse dürften dabei in einigen Gebieteilen übertroffen worden sein. Die 6-Stündige Niederschlagssumme von 85,4 mm lag an der Station Schöttlkapelle (seit 2012 von der Universität Graz betrieben) im Bereich eines 25-jährlichen Bemessungsniederschlags.

Abbildung 3 zeigt das bereits zwischen dem 20. und dem 24. Juli 2017 teils starke Niederschläge fielen. Der Gesamtniederschlag für den 18-tägigen Zeitraum von 20.7. bis 6.8.2017

betrug an der Station Schöttlkapelle rund 406 mm. Die bis dahin höchste 10-minütige Niederschlagssumme von 24 mm wurde am 22.7. an dieser Station verzeichnet (siehe Abbildung 3). Mit Abflussspitzen von rund 18 m<sup>3</sup>/s war somit bereits die Woche vor dem katastrophalen Ereignis durch ein kleines Hochwasser (HQ<sub>1</sub>–HQ<sub>2</sub>) geprägt. Die Wassermassen mit Spitzenabflüssen von 80–90 m<sup>3</sup>/s beim Ereignis selbst, fanden vor allem im tiefergelegenen Bereich des Einzugsgebiets (<1.300 m) ein geomorphologisches System vor, das nach dem letzten Extremereignis von 2011 nicht genügend Zeit hatte sich zu stabilisieren und somit große Mengen an Sediment bereitstellen konnte (Krenn et al., in prep.).

Als Reaktion auf das Wildbachereig-

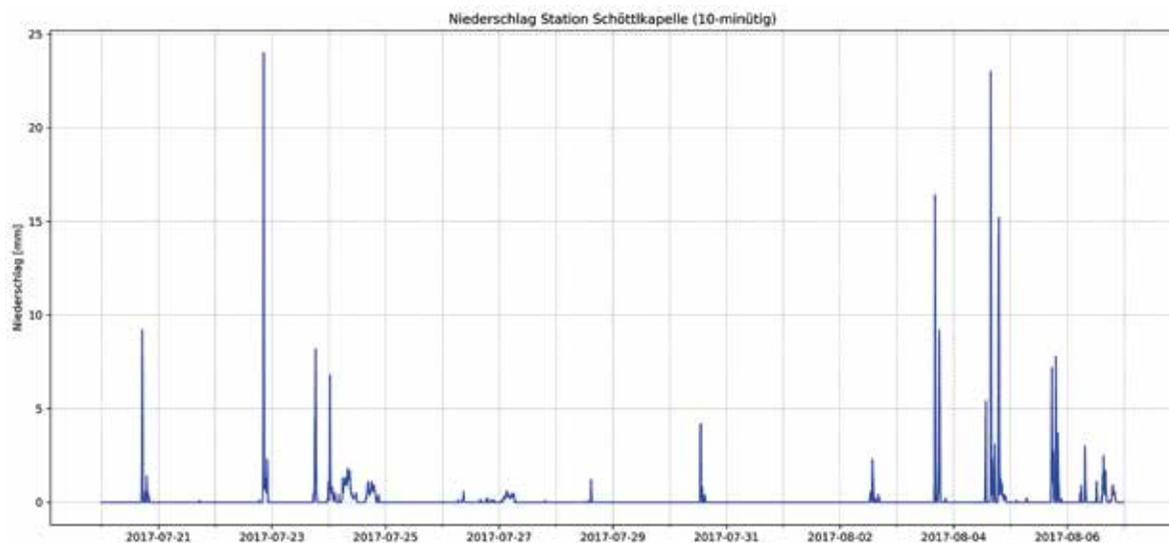


Abb. 3: 10-minütiger Niederschlag an der Station Schöttlkapelle im Zeitraum 20.07.2017-06.08.2017 (Quelle: Peßenteiner et al., in prep.).

Fig. 3: 10-minute precipitation at the Schöttlkapelle station during the period 20.07.2017-06.08.2017 (source: Peßenteiner et al., in prep.).

nis von 2017 wurde Anfang November 2018 in Kooperation mit der WLV und dem Institut für Geographie der Universität Innsbruck der Abschnitt mit der höchsten geomorphologischen Aktivität und hoher Konnektivität mittels ULS befliegen (siehe Abbildung 7b). Als Basis- und Vergleichsdatensatz dient dabei ein DGM aus dem Jahr 2012, das im Zuge der ALS Kampagne des Landes Steiermark aufgenommen wurde.

### Methoden

#### Digitale Geländemodelle

Laserscanning-Systeme (auch LiDAR – Light Detection and Ranging), sei es flugzeuggetragen (airborne) oder terrestrisch, sind mittlerweile aufgrund ihrer Fähigkeit Vegetation zu durchdringen aus der Geomorphologie nicht mehr wegzudenken. Aus den klassifizierten Bodenpunkten einer ALS-Punktwolke lassen sich mittels unterschiedlicher Interpolationsmethoden hochauflösende DGMs erzeugen. Diese Modelle gelten als unverzichtbare Eingangsparameter für geomorphometrische Analysen. Doch nicht nur für die Geomorphologie haben diese Daten einen großen Wert, sondern sie gehören mittlerweile neben Luftbildern zum Basis-Geodatenbestand eines jeden Landes und kommen in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen (Naturgefahren, Forstwirtschaft, Verkehr, Energie, etc.) zum Einsatz.

Durch die ständige Weiterentwicklung von LiDAR-Systemen ist es nun auch möglich diese Technik im UAV- (Unmanned Aerial Vehicle – unbemanntes Luftfahrzeug) beziehungsweise Drohnen-Bereich einzusetzen. Das Grundprinzip sowohl der luftgestützten als auch der UAV-basierten Laserscanning-Technik ist nahezu identisch. Ein Laserscanner ist an einem Flugzeug/

einem UAV montiert und sammelt dreidimensionale Punktinformationen indem Laufzeitmessungen der Lichtimpulse vom Scanner zur Oberfläche und zurück vorgenommen werden. Ein globales Positionierungssystem (GPS) zum Bestimmen der genauen Position des Flugzeugs/des UAVs und ein Inertial Measurement Unit (IMU) zur Berechnung der Rotationswinkel der Sensorplattform werden verwendet, um die exakte Position der Punkte im Raum zu berechnen (Fuji and Fukuchi, 2005; Shan and Toth, 2008; Vosselman and Mass, 2010).

Um einen guten Einblick in die mobilisierten Sedimentmassen des 2017er Ereignisses des Schöttlbach-Wildbacheinzugsgebiets zu erhalten, wurden zwei verschiedene Datensätze verwendet und analysiert – eine ALS- und eine ULS-Punktwolke. Die ALS-Punktwolke des Untersuchungsgebiets wurde während der ALS-Kampagne 2008–2012 des Landes Steiermark erhoben. Die Punktwolke dieses Einzugsgebiets stammt aus den Monaten August und September 2012. Die zweite Punktwolke ist eine ULS-Punktwolke. Diese Daten wurden im November 2018, ein Jahr nach dem Ereignis, von der Universität Innsbruck mit einem RiCopter, auf dem ein leichter Riegl VUX-1LR Scanner montiert war, erfasst. Die wichtigsten Parameter der zwei unterschiedlichen Datensätze wurden in Tabelle 2 zusammengefasst.

Auch wenn die technische Basis im Wesentlichen dieselbe ist, sind einige Unterschiede nicht unerheblich. Folglich werden Analysen und Ergebnisse durch die unterschiedliche Flughöhe, den Aufnahmewinkel und der Punktdichte beeinflusst. Die Flughöhe war bei der Befliegung von 2012 um ein Vielfaches höher, als bei der UAV-Befliegung von 2018. Mit mittleren Flughöhen zwischen 130 m im Bereich der Gebirgskämme und 1.300 m über der Talsohle ergeben sich für den ALS-Datensatz ein mittlerer

	Airborne Laserscanning (ALS)	UAV-borne Laserscanning (ULS)
Laserscanning System	Riegl LMS-Q560	Riegl VUX-1LR
Luftfahrzeug	Helikopter	UAV - RiCopte
Wellenlänge [nm]	1500	1500
Flugdatum	August / September 2012	November 2018
Höhengenauigkeit [cm]	15	2
Lagegenauigkeit [cm]	40	2
Punktdichte [pts/0.5 m <sup>2</sup> ]	9	150
Flughöhe [m a.s.l.]	ca. 130 - 1300	ca. 90
Footprint [cm]	30	4

Tab. 2: Charakteristische Eigenschaften der beiden verwendeten Punktwolken (Quelle: GIS Steiermark, 2012 & Universität Innsbruck, 2019).

Tab. 2: Most important characteristics of the two pointclouds used (source: GIS Steiermark, 2012 & University of Innsbruck, 2019).

Footprint von 30 cm und eine mittlere Punktdichte von 9 pt/0,5 m<sup>2</sup>. Vergleichsweise zeichnet sich die neuere ULS-Punktwolke durch eine wesentlich höhere mittlere Punktdichte (150 pt/0,5 m<sup>2</sup>) und einen erheblich geringeren mittleren Footprint (4 cm) aus. In diesem Fall betrug die Flughöhe nur 90 m über Grund. In weiterer Folge beeinflussen diese Unterschiede den Detaillierungsgrad von Geländestrukturen, Objekten und Kanten, die wiederum die Genauigkeit des berechneten

Geschiebepotentials beeinflussen (siehe Abbildungen 4 und 5).

Hier ist zu erwähnen, dass die höhere Genauigkeit der ULS-Punktwolke nicht die Genauigkeit der Ergebnisse verbessert, da sämtliche Auswertungen durch die Qualität der ALS-Punktwolke begrenzt sind. Das bedeutet beispielsweise, dass Objekte, die kleiner als der Footprint der ALS-Punktwolke (30 cm) sind, nicht erfasst werden können.

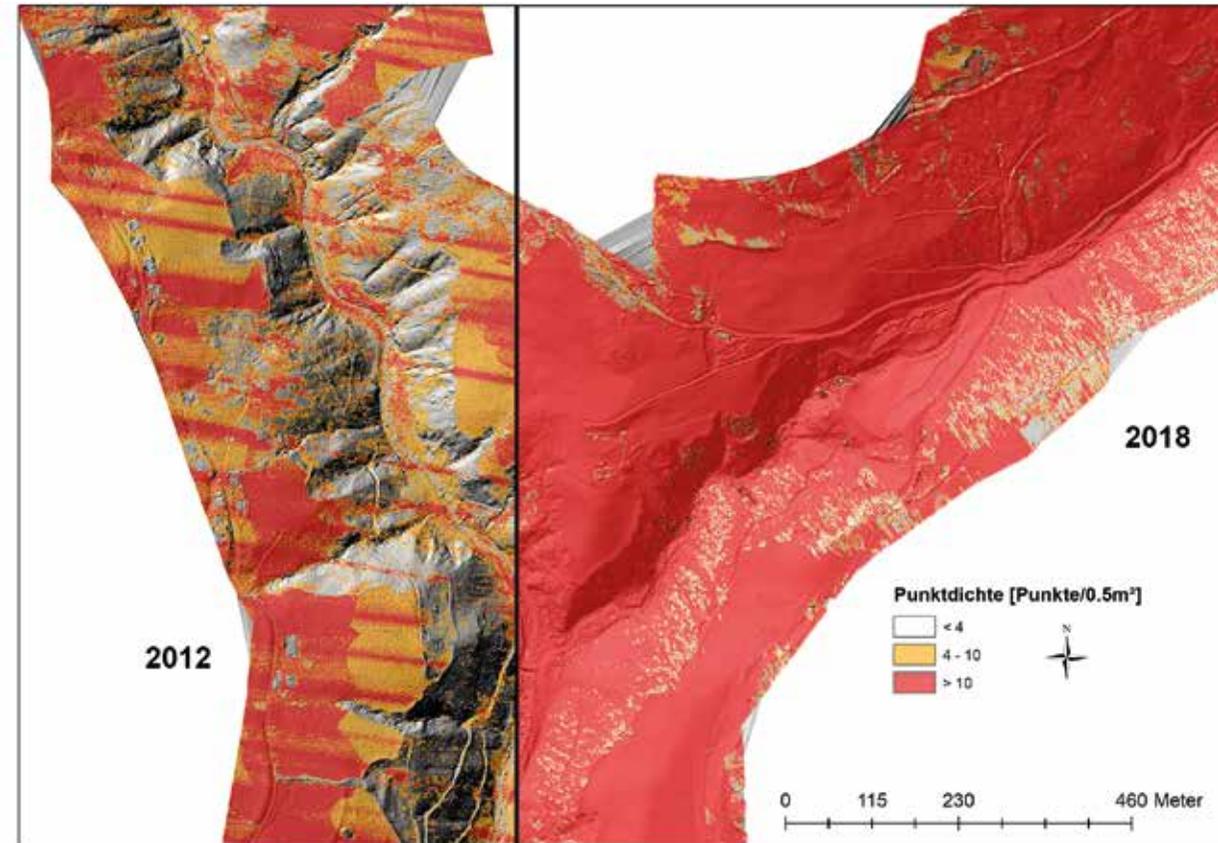


Abb. 4: Unterschiede in der Punktdichte [links: ALS; rechts: ULS] (Quelle: Kamp, 2019).

Fig. 4: Differences in point density [left: ALS; right: ULS] (source: Kamp, 2019).

Die unterschiedliche Flughöhe und der daraus resultierende Aufnahmewinkel sowie die unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte (ALS – Spätsommer; ULS – Spätherbst), beeinflussen die Penetration des Laserstrahls durch die Vegetation. Insbesondere in baumbedeckten Bereichen des ALS-Datensatzes wurde eine geringere Punktdichte erreicht. Die stark interpolierten Flächen in diesen Bereichen reduzieren ebenfalls die Genauigkeit der Ergebnisse. Des Weiteren kann die hohe Punktdichte bei der ULS-Befliegung auch zu Problemen bei der Auswertung führen. Ein DGM mit einer sehr hohen Auflösung (Zellengröße < 1

m), welches aus einer Punktwolke mit einer sehr hohen Punktdichte interpoliert worden ist, führt zu kleinräumigen Strukturen, die in weiterer Folge jegliche geomorphometrische Analyse beeinflussen kann (siehe Abbildung 5). Durch die Verwendung einer größeren Auflösung verschwinden diese Strukturen und Objekte, was Rasteranalysen vereinfacht, ohne die Qualität der Ergebnisse zu verringern. Fragen nach dem genauen Ziel des Projekts, der endgültigen Anwendung des DGMs oder der Genauigkeit der Ergebnisse sollten deshalb immer zu Beginn einer jeden Befliegungskampagne gestellt werden.

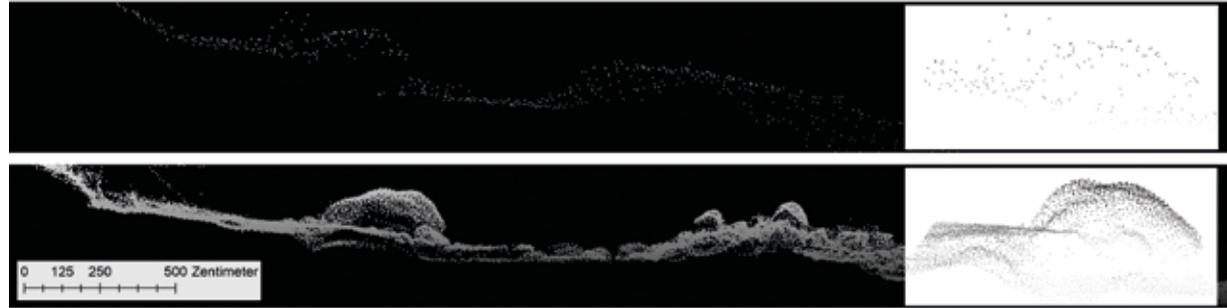


Abb. 5: Detaillierungsgrad der ALS- [oben] und der ULS-Punktwolke [unten] (Quelle: Kamp, 2019).

Fig. 5: Level of detail of the ALS [top] and ULS pointcloud [bottom] (source: Kamp, 2019).

#### Quantifizierung von Unsicherheiten in DGMs

Um die unterschiedlichen Punktwolken vergleichbar zu machen, wurde das Softwareprodukt LAS-tools der rapidlasso GmbH zur Klassifizierung, Höhenanpassung und Berechnung von DGMs aus den 3D-Bodenpunkten mit Auflösungen zwischen 20 cm und 1 m unter Verwendung eines TIN-Algorithmus eingesetzt. Eine Klassifizierung bzw. Filterung der ursprünglichen Punktwolke in Boden- und Nicht-Bodenpunkte ist für die geomorphologische Kartierung unerlässlich. Es ist wichtig zu erwähnen, dass LAS-tools für ALS-Daten entwickelt wurde, weshalb die Verarbeitung einer ULS-Punktwolke einige weitere Arbeitsschritte sowie eine manuelle Nachbearbeitung erfordert, um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen.

Im Rahmen dieses Projekts werden drei verschiedene Rasterauflösungen verwendet: eine 1 m Rasterauflösung für die großflächige Modellierung, eine 50 cm Rasterauflösung für die Detektion geomorphologischer Veränderungen zwischen 2012 und 2018 und eine 20 cm Rasterauflösung (nur ULS) für eine detaillierte Kartierung zum Beispiel des Gerinnes und größerer Felsbrocken im Gerinne.

Je nach Rasterinterpolationsmethode und der vorhin beschriebenen Unterschiede in den Punktwolken entstehen diverse Unsicherheiten in den Geländemodellen. Es muss daher zwischen Rauschen und durch Datenfehler entstandene künstliche Veränderungen (Artefakte) in den Modellen und den tatsächlichen, topographischen Veränderungen, die auf fluviale und gravitative Prozesse zurückzuführen sind, differenziert werden (Rascher et al., 2018).

Geomorphic Change Detection – DEMs of Difference (DoDs) und Berechnung von Kubaturen

Mit dem Geomorphic Change Detection (GCD) – Tool können durch wiederholte topografische Untersuchungen, wie mehrere Laserscanning-Befliegungen aus unterschiedlichen Zeiträumen, Änderungen von geomorphologischen Prozessen (Erosion und Deposition) erfasst werden. In diesem Projekt wurde zur Detektion von Veränderungen und zur Berechnung von Kubaturen die Geomorphic Change Detection (GCD) Software des Riverscapes Consortium verwendet. Diese Software, die sowohl als Tool für ArcGIS for Desktop von ESRI, als auch als eigenständiges Programm implementiert werden kann, wurde vor allem für

den Nachweis von topographischen Veränderungen in fluvialen Systemen entwickelt. Hier werden Differenzenmodelle (DoDs) vor allem zur Ableitung von Geschieberaten, der Interpretation von Prozessen, wie z.B. Sohlenveränderungen, Flussverlagerungen, Hang-Gerinne-Interaktionen oder zur Validierung von morphologischen Modellen herangezogen (Williams, 2012). Sie ist aber auch in der Lage zwei beliebige Rasterdatensätze miteinander zu vergleichen. Des Weiteren bietet das GCD-Tool eine Reihe von Werkzeugen Unsicherheiten in Digitalen Geländemodellen zu quantifizieren und diese in die DoD-Berechnung miteinzubeziehen (Wheaton et. al., 2010).

#### Ergebnisse

Geomorphologische Kartierung – Lokalisierung der Sedimentspeicher

Unterschiedliche Faktoren, wie z.B. die ehemalige Vergletscherung, Almen- bzw. Land- und Forstwirtschaft sowie der Einfluss der Wildbäche prägen das Landschaftsbild im Schöttlbachtal. In den höhergelegenen Bereichen sind Spuren von verschwemmten Grund- und Seitenmoränen zu beobachten. Weite Teile dieser glazialen Sedimentspeicher sind nicht oder nur schwach an die lokale Sedimentkaskade gekoppelt und

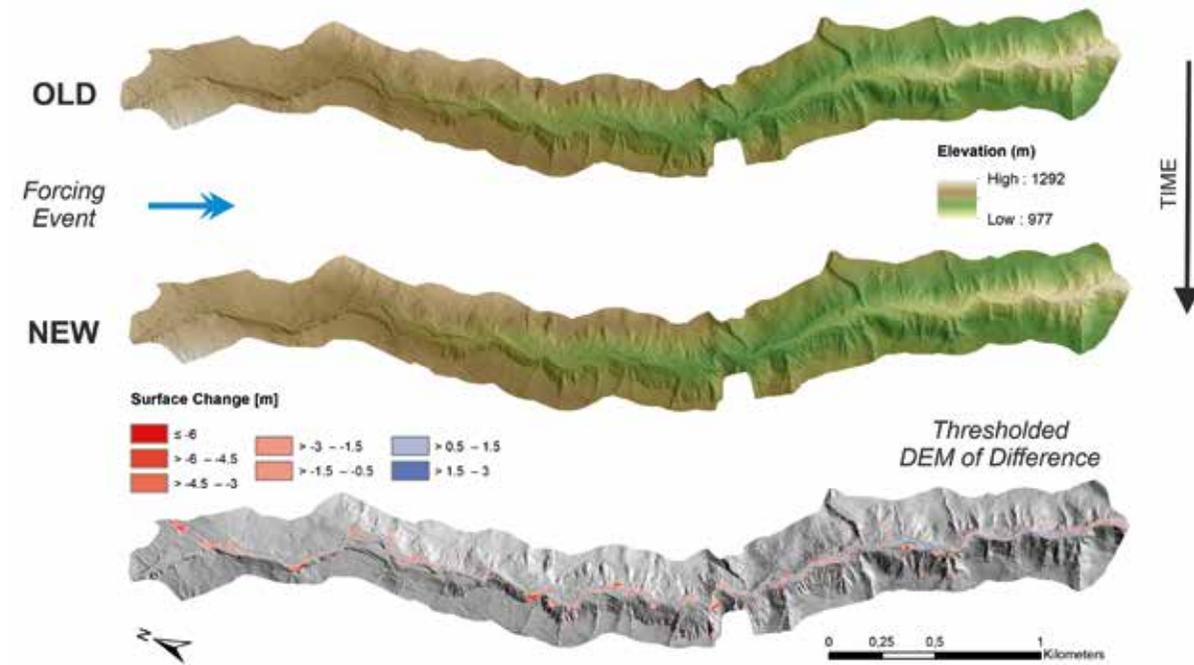


Abb. 6: Anwendung der GCD-Software am Mittellauf des Schöttlbaches. Das Differenzenmodell resultiert aus der Gegenüberstellung des ALS-Datensatzes aus 2012 (OLD) und ULS-Datensatzes aus 2018 (NEW).

Fig. 6: Application of the GCD software at the middle course of the Schöttlbach. The DEM of Difference results from comparing the 2012 ALS dataset (OLD) with the 2018 ULS dataset (NEW).

tragen kaum zum lokalen Sedimentbudget bei, siehe Abbildung 7. Im Vergleich zu den tiefergelegenen Bereichen weist das Untersuchungsgebiet hier einen ausgeprägten Trogtalcharakter auf. D.h. der Sedimentoutput aus kleinen Hang-Gully-Systemen erreicht in nur wenigen Fällen den Schöttlbach, woraufhin sich aufgrund der geringen Konnektivität zum Gerinne mehrere kleine Murkegel ausbilden konnten. Die Talsohle zeichnet sich, wie auch in der geologischen Karte nach Metz (1980) verzeichnet, vorwiegend durch Hang- und Wildbachschutt aus, der jedoch aufgrund der

geringen Erosionskraft des Gerinnes und der dichten Vegetationsbedeckung kaum mobilisierbar ist. Ab der Mündung des Hühnerbaches nördlich der Schöttlkapelle ändert sich der Charakter des Einzugsgebiets. Der Schöttlbach schneidet sich fortan tief in einen quartären Sedimentkörper mit hoher Kopplung zum Gerinne, der in manchen Bereichen Mächtigkeiten von bis zu 30 m aufweist (Schneider et al., 2016). Speziell in diesem Teil des Einzugsgebiets konnten infolge des Wildbachereignisses von 2011 Unmengen an Material vom hangialen System bereitgestellt werden, da

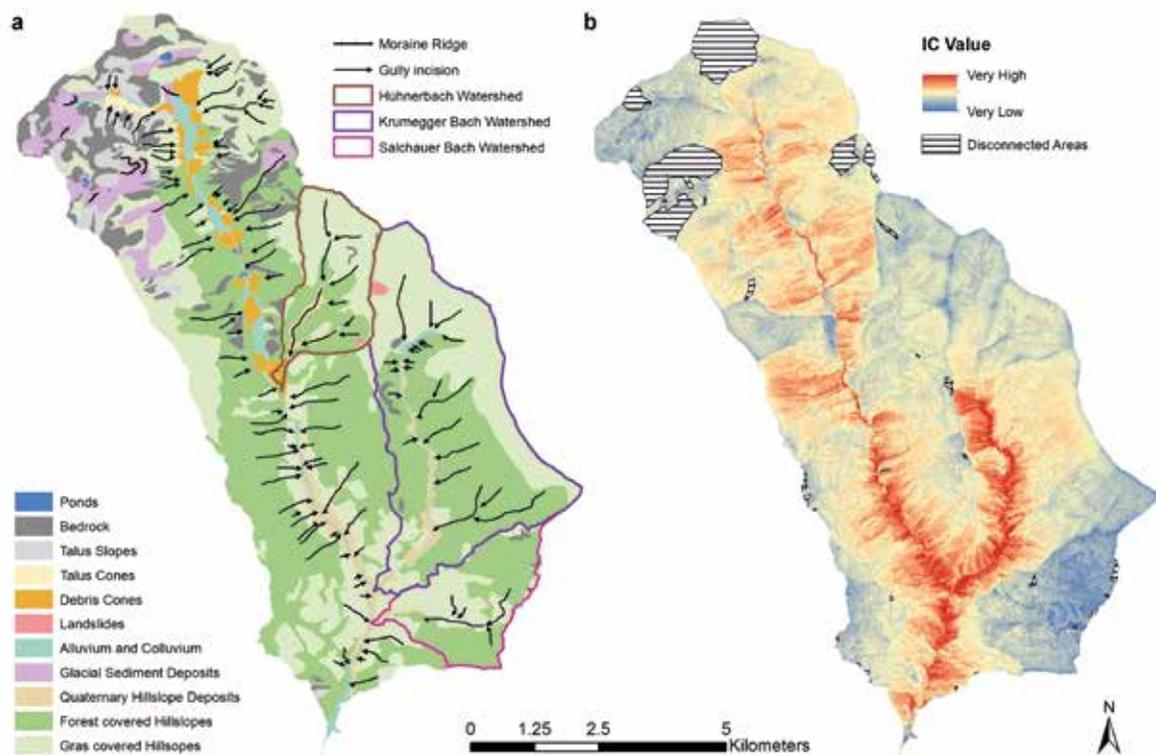


Abb. 7: (a) Geomorphologische Karte des Schöttlbach-Einzugsgebiets mit Fokus auf die lokalen Sedimentspeicher (Quelle: Krenn, 2019). (b) Connectivity Karte nach Cavalli et al. (2013) modifiziert nach Stangl et al. (2016) (Quelle: Krenn, 2019).

Fig. 7: (a) Geomorphic map of the Schöttlbach catchment focusing on local sediment storages (source: Krenn, 2019). (b) Connectivity using the Cavalli et al. (2013) approach. Modified from Stangl et al. (2016) (source: Krenn, 2019).

geomorphologische Systeme nach massiven Störungen Jahre bis Jahrzehnte brauchen sich zu stabilisieren und in den Zustand eines dynamischen Equilibriums zurückzukehren. Zusätzlich kamen zu den bereits zuvor aktiven Anrissen, Anbrüchen, Gully-Systemen und Rutschungen weitere Neue hinzu, die die Sedimentverfügbarkeit vor dem Ereignis im August 2017 weiter erhöhten.

Die Sedimentbereitstellung der drei größeren Sub-Einzugsgebiete des Hühnerbaches, Salchauer Baches und vor allem des Krumegger Baches, der 2011 große Sedimentmengen in das fluviale System des Schöttlbaches spülte, darf nicht vernachlässigt werden. Jene wesentlich steileren Gerinne reagieren äußerst sensitiv auf Starkniederschlag und können aufgrund zahlreicher Gleit- bzw. Prallhangsituationen und Uferanbrüchen rasch Unmengen an Lockermaterial mobilisieren. Wie auch Mittel- und Unterlauf des Schöttlbaches sind die Sedimentdepots im Krumegger Bach Einzugsgebiet äußerst gut an das Gerinne gekoppelt. Somit steht dem System, das rein transport- und nicht verwitterungslimitiert ist, in den tiefergelegenen Bereichen eine quasi unerschöpfliche Sedimentquelle zur Verfügung (Sass et al., 2019).

Geomorphic Change Detection – DEM of Difference und Berechnung von Kubaturen

Obwohl aufgrund der Punktdichte des ULS-Datensatzes ein noch höher-aufgelöstes Geländemodell generiert hätte werden können, wurden im Zuge der GCD-Analyse zwei Rasterdatensätze mit einer 50 cm Auflösung gegenübergestellt. Wie in Abbildung 8 deutlich zu erkennen, hat das Ereignis von 2017 entlang des gesamten Mittel- und Unterlaufes des Schöttlbaches erodiert. Im Zuge einer Feldkartierung wurden nur in diesem Bereich ca. 150 aktive Uferanbrüche, Terrassen-

enanbrüche, Rutschungen und Erosionshänge dokumentiert. Dieses Ergebnis spiegelt sich auch im DoD wieder, wo bei einzelnen Uferanbrüchen und Prallhängen Oberflächenveränderungen von über –5 m in Z-Richtung und Massenverlagerungen von bis zu 3.000 m<sup>3</sup> zu beobachten waren (siehe Abbildung 8, Detailausschnitte). Das vorläufige Geschiebepotential, das dem Hochwasserereignis von 2017 zuzuordnen ist, beläuft sich auf ca. 100.000–110.000 m<sup>3</sup>, und ergibt sich aus der Gesamt-Netto-Erosion zwischen 2012 und 2018 und dem am Rückhaltebecken beobachteten Sedimentaustrag von 30.000–35.000 m<sup>3</sup> zwischen 2011 und 2017. Der Wert für das Geschiebepotential muss vermutlich noch nach oben korrigiert werden, da der Sedimenteintrag aus dem Hühnerbach-, Salchauer Bach- sowie dem oberen Bereich des Schöttlbach Einzugsgebiets noch abgeschätzt werden muss.

Fazit

Im Vergleich zu ALS-Aufnahmen bringen ULS-Befliegungen speziell für kleinräumige topographische Untersuchungen (ca. 5 km<sup>2</sup>) einige Vorteile mit sich. Die geringere Flughöhe und der damit unterschiedliche Aufnahmewinkel sind ideal um steile Hänge, Hang-Gerinne-Interaktionen, und Verklausungen in tief eingeschnittenen Wildbachsystemen zu monitoren. Zusätzlich ermöglichen die hohe Punktdichte und der große Detailgrad von ULS-Datensätzen den Transport von großen Felsbrocken zu untersuchen und somit Rückschlüsse auf das Fließverhalten (z.B. Murgang oder hyperkonzentrierter Abfluss) zu ziehen. Mit dem Einsatz des GCD-Tools können bereits innerhalb kurzer Zeit DoDs erstellt, morphologische Veränderungen detektiert und einfache Volumenberechnungen durchgeführt werden.

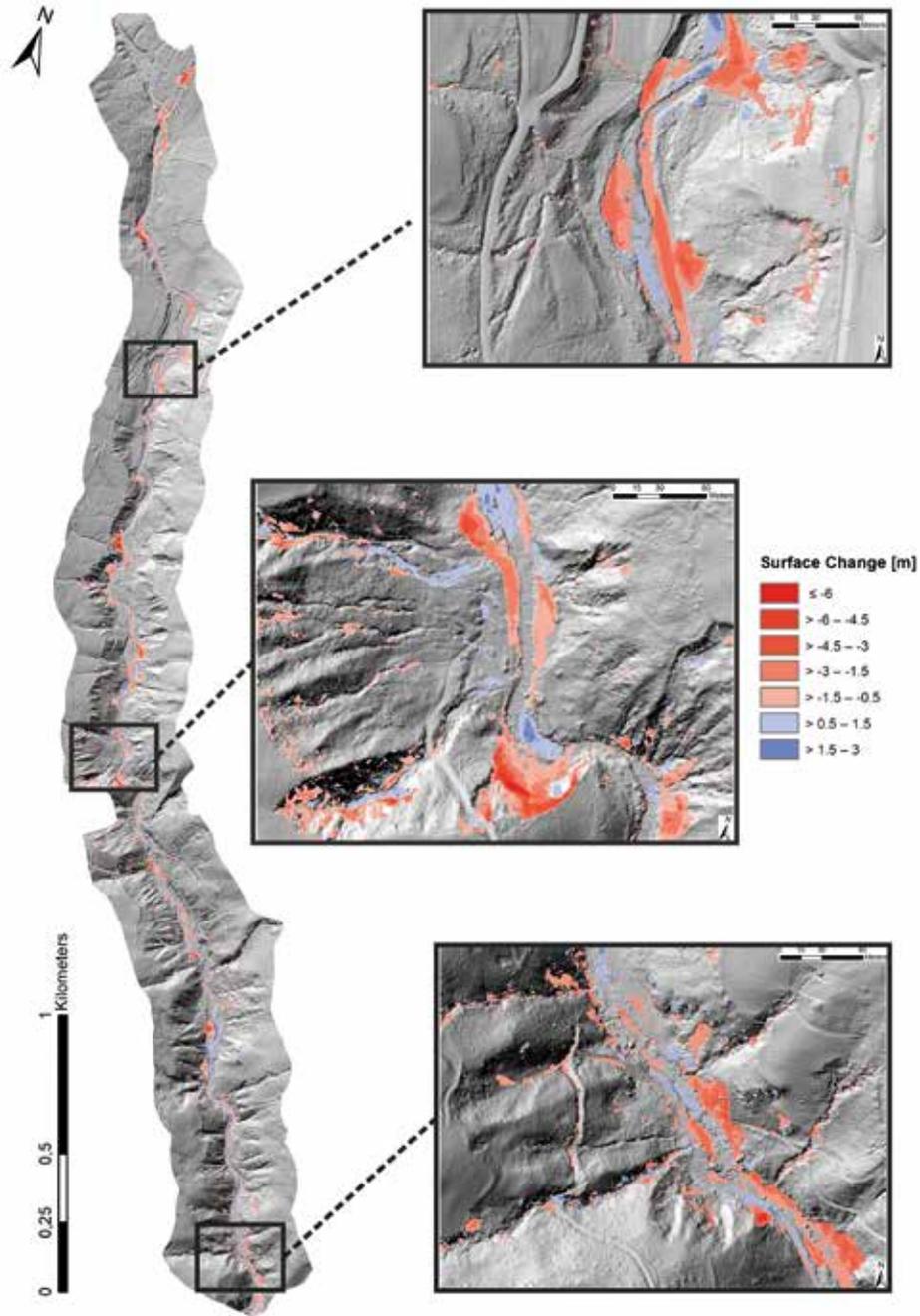


Abb. 8: DEM of Difference am Beispiel des Mittel- und Unterlaufes des Schöttlbaches mit drei Detailausschnitten zur Veranschaulichung der geomorphologischen Impacts des Ereignisses von 2017 (Quelle: Krenn, 2019).

Fig. 8: DEM of Difference applied at the middle and lower course of the Schöttlbach and three areas of interest showing the geomorphic impacts of the 2017 extreme event (Source: Krenn, 2019).

**Anschrift der VerfasserInnen / Authors' addresses:**

Paul Krenn  
 Universität Graz – FWF Doktoratskolleg  
 Klimawandel und Institut für Geographie  
 und Raumforschung  
 Heinrichstraße 36, 8010 Graz  
 paul.krenn@uni-graz.at

Stefanie Peßenteiner  
 Universität Graz – Institut für Geographie  
 und Raumforschung  
 Heinrichstraße 36, 8010 Graz  
 stefanie.pessenteiner@uni-graz.at

Nicole Kamp  
 Universität Graz – Institut für Geographie  
 und Raumforschung  
 Heinrichstraße 36, 8010 Graz  
 niki.kamp@gmail.com

**Literatur / References:**

ABBOTT S., JULIAN J. P., KAMARINAS I., MEITZEN K. M., FULLER I. C., MCCOLL S. T., DYMOND J. R. (2018). State-shifting at the edge of resilience: River suspended sediment responses to land use change and extreme storms. *Geomorphology* 305: 49-60.

BREMER M., WICHMANN V., RUTZINGER M., ZIEHER T., PFEIFFER J. (2019). Simulating Unmanned-Aerial Based Laser Scanning Data for Efficient Mission Planning in Complex Terrain. *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2/W13*, 943-950.

COUMOU D., RAHMSTORF S. (2012). A decade of weather extremes. *Nature climate change* 2: 491-496.

FUJII T., FUKUCHI T. (Hrsg., 2005). *Laser Remote Sensing*. Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York und Singapur: 888 Seiten.

HAIKEN T., KANN A., WITTMANN C., PISTOTNIK G., BICA B., GRUBER C. (2011). The Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis (INCA) System and Its Validation over the Eastern Alpine Region. *Weather and Forecasting* 26: 166-183.

HUNGR O., MCDUGALL S., BOVIS M. (2005). Entrainment of material by debris flows. in: Jakob M., Hungr O. (Hrsg.). *Debris-flow hazards and related phenomena*. Springer Praxis Books. Springer, Berlin, Heidelberg: 135-158.

HÜBL J., EISEL J., HOHL D., KOGLINIG B., MÜHLBÖCK F. (2011). Ereignisdokumentation und Ereignisanalyse Wölzerbach. Band 1: Ereignisdokumentation. in: IAN Report 143. Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur Wien: 73 Seiten.

KRENN P., KAMP N., PESSENTEINER S., SASS O. (in prep.). Analysing geomorphic impacts of extreme torrential – a case study from Upper Stryia (Austria).

KORUP O. (2012). Earth's portfolio of extreme sediment transport events. *Earth-Science Reviews* 112(3-4): 115-125.

METZ K. (1980). Geologische Karte der Republik Österreich 1: 50 000: Erläuterungen zu Blatt 129 Donnersbach. Geologische Bundesanstalt.

PESSENTEINER et al., (in prep.). Using coupled hydrological-hydrodynamic sediment models to simulate extreme torrential floods.

PHILLIPS J. D. (2009). Changes, perturbations, and responses in geomorphic systems. *Progress in Physical Geography* 33(1): 17-30.

PHILLIPS J. D., VAN DYKE C. (2016). Principles of geomorphic disturbance and recovery in response to storms. *Earth Surface Processes and Landforms* 41(7): 971-979.

O'GORMAN P. A. (2015). Precipitation extremes under climate change. *Current climate change reports* 1(2): 49-59.

RASCHER E., RINDLER R., HABERSACK H., SASS O. (2018). Impacts of gravel mining and renaturation measures on the sediment flux and budget in an alpine catchment (Johnsbach Valley, Austria). *Geomorphology* 318: 404-420.

SASS O., HARB G., TRUHETZ H., STANGL J., SCHNEIDER J. (2015). Abschlussbericht Projekt Climatch. Klima und Energiefonds Projekt B175084.

SASS O., KRENN P., LUTZMANN S., RASCHER E. (2019). Auswirkungen des Klimawandels auf Hang- und Gerinneprozesse in alpinen Wildbächen in der Steiermark. *FSR-Fachtagung Rutschungen*, 19: 24-28. [www.forschungsstellerutschungen.de/wp-content/uploads/2019/06/FSR\\_Tagungsband\\_2019\\_final-web.pdf](http://www.forschungsstellerutschungen.de/wp-content/uploads/2019/06/FSR_Tagungsband_2019_final-web.pdf)

SCHNEIDER J., STANGL J., TRUHETZ H., FIEGER S., HARB G., SASS O. (2016). Erosionsbeobachtung und Geschiebemonitoring am Schöttlbach (Steiermark) in Hinsicht auf den Klimawandel. in: Verein der Diplomingenieur der Wildbach- und Lawinenverbauung (Hrsg.). *Feststofftransport und Sedimentmanagement*. Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz 177: 60-72.

SHAN J., TOTH C.K. (Hrsg., 2008). *Topographic Laser Ranging and Scanning Principles and Processing*. CRC Press, Taylor & Francis, London: 590 Seiten.

STANGL J., RASCHER E., SASS O. (2016). Comparative analysis of sediment routing in two different alpine catchments. in: Beylich A.A., Dixon J.C., Zwolinski Z. (Hrsg.). *Source-to-sink fluxes in Undisturbed Cold Environments*. Cambridge: University Press: 362-375.

VOSSelman G., MAAS H.-G. (Hrsg., 2010). *Airborne and Terrestrial Laser Scanning*. Whittles Publishing, Boca Raton, FL: 336 Seiten.

WHEATON J. M., BRASINGTON J., DARBY S. E., SEAR D. A. (2010). Accounting for uncertainty in DEMs from repeat topographic surveys: improved sediment budgets. *Earth surface processes and landforms* 35(2): 136-156.

WHEATON J. M. (2015). *Geomorphic Change Detection Software*. Utah State University.

WILLIAMS R. (2012). DEMs of difference. *Geomorphological Techniques* 2(3.2).

SIEGFRIED SAUERMOSER

## „Wald der aufgehenden Sonne“ in Galtür „Wood of the rising sun“ in Galtür

Am 21. Juli 2019 besuchte eine japanische Delegation die Gemeinde Galtür. Die Delegation bestand aus japanischen Forststudenten und Mitgliedern der Österreichischen Japanischen Gesellschaft. Ziel des Besuchs war unter anderem die Enthüllung einer Schautafel in der Egata- und Vergaltschlawine, die dortige Aufforstung wurde in den Jahren 2003 und 2013 von japanischen Kollegen unterstützt. An dieses Ereignis und an die japanisch-österreichische Freundschaft sollte die von der Gemeinde Galtür errichtete Tafel erinnern.

Auslöser für diese Initiative war der Besuch des Bürgermeisters Toni Mattle in Japan im Kreise einer österreichischen Delegation. Im Rahmen des Besuchs der Österreichisch Japanischen Gesellschaft in Nagano wurden seitens der japanischen Kollegen viele Bilder von Galtür gezeigt, sodass sich der Bürgermeister dazu entschloss, auch in Galtür ein Symbol der gegenseitigen Verständigung zu errichten. Dieses Symbol wurde nun am

21.7.2019 in Form einer Gedenktafel enthüllt. Der Wald, der mit Hilfe der japanischen Kollegen aufgeforstet wurde, wurde „Wald der aufgehenden Sonne“ getauft.

Geführt wurde die Exkursion vom ehemaligen Gebietsbauleiter DI Jörg Heumader, der während seiner beruflichen Tätigkeit die langjährigen Kontakte zu den japanischen Kollegen aufgebaut hat und immer noch pflegt. Ebenso dabei waren Univ. Prof. Herbert Hager von der BOKU, DI Christian Weber von der Gebietsbauleitung Oberes Inntal, Prof. Dr. Hideaki Marui von der Niigata University sowie die ehemaligen Sektionsleiter der Sektion Tirol, Josef Neuner und Siegfried Sauermoser. Die Gemeinde Galtür war durch den Bürgermeister Toni Mattle vertreten.

Die Verbauungsarbeiten auf der Egata-Vergaltsch Lawine begannen im Jahre 1990, es wurden 5,8 km Stahlschneebrücken errichtet. Eine Fläche von 43 ha wurde aufgeforstet, ab nun der „Wald der aufgehenden Sonne“



Abb. 1: Symbol der gegenseitigen Verständigung - Schautafel zur Aufforstung Sonnberg



Abb. 2: Die japanische Delegation in Galtür

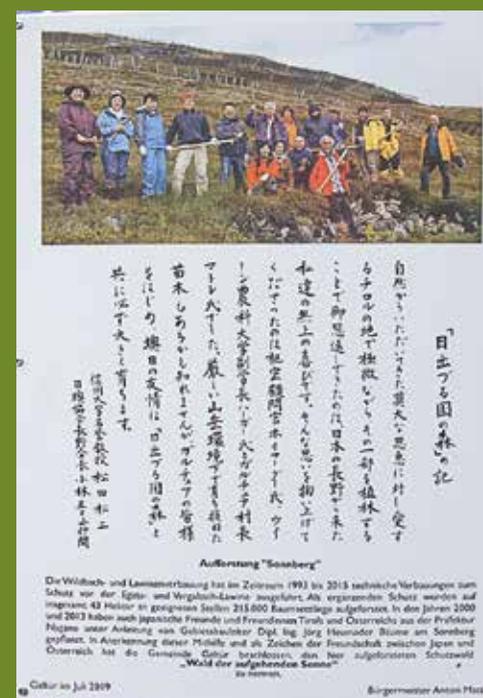


Abb. 3: Gedenktafel für den „Wald der aufgehenden Sonne“

### Anschrift des Verfassers

DI Siegfried Sauermoser

Ehem. Wildbach- und Lawinenverbauung  
Sektion Tirol

Wilhelm-Greilstrasse 9. 6020 Innsbruck  
schriftleitung@die-wildbach.at

ANDRAS PICHLER, ANSGAR FELLENDORF, ALEXANDER STARSICH

## „Aktionsprogramm Schutzwald: Neue Herausforderungen – Starke Antworten!“

Am 25. September 2019 fand in Innsbruck ein Waldforum mit dem Schwerpunkt „Aktionsprogramm Schutzwald“ im Rahmen des Österreichischen Walddialogs statt. Die hohe Teilnehmerzahl und das rege Interesse am gemeinsamen Dialog haben die Bedeutung des Schutzwalds und gezielter Naturgefahrenprävention in unserem Land gezeigt.

Das am 22. Mai 2019 im Ministerrat beschlossene „Aktionsprogramm Schutzwald“ soll in Zukunft den Weg für einen stabilen, zukunftsfiten und anerkannten Schutzwald in Österreich ebnen. Bei diesem Waldforum wurden das Aktionsprogramm breit vorgestellt, sowie Maßnahmen zur Umsetzung der einzelnen Aktionsfelder und Meilensteine diskutiert. Die Ergebnisse des Waldforums fließen in das Arbeitsprogramm zur Umsetzung der Österreichischen Waldstrategie 2020+ ein.

Laut Waldentwicklungsplan haben in Österreich 1.2 Mio. Hektar (ha) Wald eine primäre Schutzfunktion. Damit sind rund 30 Prozent der insgesamt 4 Mio. ha Waldfläche in Österreich Schutzwald. Fast jede vierte Österreicherin und jeder vierte Österreicher profitiert vom Schutzwald und seinen Leistungen wie etwa dem Schutz vor Lawinen, Steinschlag, Erosion und Hochwasser.

Der Erhalt und die Verbesserung der Schutzfunktion der Wälder ist seit Jahrzehnten eine zentrale Aufgabe der österreichischen Forstpolitik und ein entscheidender Beitrag für die Wohnbarkeit und Entwicklung der österreichischen Berggebiete. Als „grüne“, kostengünstig und nachhaltig wirkende Schutzinfrastruktur wird hier das breite Wirkungsspektrum des Waldes – wie Objektschutz, Retentionsraum, Standortschutz, Wasserspeicher und Luftfilter – besonders deutlich sichtbar.

### Neue Herausforderungen

Der Schutzwald in Österreich ist mit vielen Herausforderungen konfrontiert. Aufgrund von struktureller Überalterung befinden sich rund 35% der Schutzwaldflächen in der Terminal- oder Zerfallsphase. Auf rund 300.000 ha Fläche besteht akuter Handlungsbedarf. Erhöhte gesellschaftliche Nutzungsansprüche erfordern ein respektvolles Miteinander und teilweise hohe und beunruhigende Wildtierbestände

schädigen den Nachwuchs junger Bäume. Der Klimawandel und damit vermehrt auftretende Extremwetterereignisse wie Starkregen, Trockenheit und Stürme belasten den Schutzwald in seiner Funktionalität. Zudem stagniert der Holzpreis, das Wirtschaften und die Pflege im Schutzwald müssen sich für Waldeigentümerinnen und Waldeigentümer wieder lohnen.

### Ziele des „Aktionsprogramm Schutzwald“

Mit dem Aktionsprogramm der Bundesregierung soll Orientierung und Planbarkeit von Maßnahmen zur Erhaltung und dem Ausbau der Schutzfunktionalität der „grünen Infrastruktur Wald“ verbessert werden. Im konkreten sind folgende Zielsetzungen wichtig:

- Rasche Wiederherstellung und Ausbau der Schutzfunktionalität der Wälder in Österreich erreichen
- Verstärktes Bewusstsein für die Leistungen des Waldes zum Schutz des eigenen Eigentums und Lebensraums entwickeln, und damit Begünstigte zu Beteiligten machen
- Schutzwälder werden klimafit und resilienter gegen biotische und abiotische Gefahren und deren Folgewirkungen
- Nachhaltige und ausgewogene Raumnutzungsansprüche an den Schutzwald erreichen
- Betriebswirtschaftlich attraktive und gesellschaftlich anerkannte Maßnahmen im Schutzwald ermöglichen

### Neue Herausforderungen – Starke Antworten

Zwischen November 2018 und Mai 2019 haben sich ein interdisziplinäres Redaktionsteam und regionale Stakeholder, unter Koordinierung des BMNT – Abteilung III/5 Wildbach- und Lawinerverbauung und Schutzwaldpolitik – mit den Herausforderungen und dem raschen Ausbau der Schutzfunktionalität der Wälder beschäftigt und das „Aktionsprogramm Schutzwald“ entwickelt. Am 22. Mai 2019 genehmigte der Ministerrat das Dokument. Die erste Präsentation durch Bundesministerin Köstinger fand am 23. Mai 2019 bei der Forstvereinstagung in Seckau statt.

### Wald schützt uns

Für den Schutz vor Naturgefahren ist ein gesunder Wald um ein vielfaches günstiger als teure technische Verbauungen. Daher investiert der Bund in den nächsten 10 Jahren 100 Mio. Euro in den Schutzwald und jährlich 1 Mio. Euro für die Forschung zu schutzwaldbezogenen Aspekten. Das Aktionsprogramm legt dazu eine österreichweit einheitliche Darstellung der Schutzwaldflächen in Österreich fest, um eine effiziente Unterstützung der Forstbehörden und Waldeigentümerinnen und Waldeigentümer zu gewährleisten. Der Schutzwald soll in Kooperation mit regionalen Partnern stärker vor Ort positioniert werden und in größeren Planungseinheiten wie einer Talschaft oder Gemeinde in einer Integralplanung behandelt werden. Dabei spielt auch die Verschränkung von der lebensraumorientierten und wildökologischen Raumplanung eine wichtige Rolle.

### Waldforum

Die Podiumsdiskussion mit renommierten Fachleuten aus der Forstwirtschaft, Jagd, Gemeinden, Naturschutz und Tourismus hat gemeinsame Dialogthemen im Schutzwald widerspiegelt. So wurden unter anderem die Bedeutung des Schutzwaldes in nachhaltigen Tourismus- und Freizeitkonzepten fachlich durchleuchtet, über die betriebswirtschaftliche Attraktivität der Schutzwaldbewirtschaftung nachgedacht und erfolgreiche wildökologische Modelle diskutiert. Unter Einbeziehung des Plenums konnten viele Aspekte und Herausforderungen



des Schutzwaldes praxisorientiert abgehandelt und beantwortet werden. Alle Akteure waren sich einig, dass ein gesunder, gepflegter und stabiler Schutzwald den kostengünstigsten Schutz gegen Naturgefahren darstellt.

Ein weiteres wesentliches Veranstaltungsziel war, in Kleingruppen die Umsetzungsschwerpunkte des Aktionsprogrammes (für die Jahre 2020 und 2021) zu diskutieren. Dabei hat sich herauskristallisiert, worauf aufgebaut werden kann, welches Portfolio es benötigt um das Aktionsprogramm erfolgreich umzusetzen und welche Institutionen und Organisationen unterstützend mitwirken. Sämtliche Ergebnisse und Anregungen werden im Umsetzungsprozess berücksichtigt und eingebaut.

Der Weg zur Verwirklichung der Visionen – ist als detaillierter Umsetzungsplan (bis 2023) in der Broschüre „Aktionsprogramm Schutzwald“ enthalten.

Mehr Informationen, der Download der Publikation und ein kurzes Video finden Sie unter [www.schutzwald.at](http://www.schutzwald.at).

### Anschrift der Verfasser:

DI Andreas Pichler  
Ansgar Fellendorf, MSc  
Ing. Alexander Starsich  
BMNT - Wildbach- und  
Lawinerverbauung, Schutzwaldpolitik  
Marxergasse2, 1030 Wien  
[andreas.pichler@bmnt.gv.at](mailto:andreas.pichler@bmnt.gv.at)



Abb. 1: Impressionen der Veranstaltung und Podiumsdiskussion mit renommierten Fachleuten aus der Forstwirtschaft, Jagd, Gemeinden, Naturschutz und Tourismus

WALTER KNEIDINGER

## Sichtbetonflächen in der Natur Exposed concrete surfaces in a natural environment

### Zusammenfassung

Dieser Beitrag behandelt eine bereits über Jahre bewährte Methode zur besseren Einbindung von Sichtbetonobjekten in die umgebende Natur, deren Anwendung im Bereich der Wildbach- und Lawinenverbauungen aber kaum bekannt ist.

### Stichwörter

Sichtbeton, Landschaftsschutz, Wildbachverbauung

### Abstract

The following describes a well established treatment for exposed concrete surface to match it into its surrounding natural landscape. The treatments application in connection with torrent controls is still barely known.

### Keywords

concrete, nature, torrent control

### Einleitung

Wir sind in Österreich stolz auf die Schönheiten unserer unberührten Natur, soweit sie noch gegeben sind und doch unterliegen auch diese Landschaftsbilder immer wieder „störenden“ Eingriffen.

Dies hat im Wesentlichen wirtschaftliche Gründe etwa beim Bau von Wasserkraftwerken, Stützmauern für Zufahrtsstraßen, Seilbahnstationen, Pumpstationen für die Beschneigung von Skipisten, zur Flächensicherungen durch Spritzbeton etc. diese sind überwiegend notwendig, sind sie doch für die Einheimischen ein Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung der Region und bieten dem erwünschten touristischen Gast Freizeitwert.

Wichtiger als wirtschaftliche Gründe sind allerdings die Sicherheitsbedürfnisse der Bewohner gegen Naturgewalten, diesen zu begegnen ist die Aufgabe der Mitarbeiter in der Wildbach- und Lawinenverbauung. Diese Arbeit mit Naturbezug wie kaum anderswo stellt sicherlich auch die Frage nach naturnahen Gestaltungsmöglichkeiten ihrer Bauwerke, finanzielle Zwänge und die Entwicklung der Technik (Naturstein – Sichtbeton) lassen aber auch Überlegungen nach einer einfühlsamen optischen Gesamterscheinung dieser Bauwerke entstehen.

Es ist zu verstehen, wenn ein Ingenieur gelegentlich – zu Recht stolz auf Planung und Ausführung

– seine Arbeit nicht „verstecken“ möchte und durchaus Gefallen daran finden kann, wenn die Natur in erster Linie den Rahmen gibt für sein Bauwerk, dem Argument, dass dies doch nicht so sehr den Vorstellungen des Natur- und Landschaftsschutzes entspricht, mit einem Zweifel an der Sinnhaftigkeit so mancher Naturschutzvorstellungen und Auflagen begegnet. Vor allem aber Budgetnöte stecken anspruchsvolleren Gestaltungswünschen einen engen Rahmen, etwa wenn Natursteinoptik gewünscht wäre oder eine sanfte Lösung durch kaskadenbildenden Kleinverbau.

Die statischen Möglichkeiten bewehrten Betons erlaubten ja überhaupt erst an größere Aufgaben mit dazu notwendigen größeren Bauwerken heranzugehen. Eine Folge davon ist, dass sich auch der „Störfaktor“ im natürlichen Landschaftsbild entsprechend vergrößert

Was soll diese philosophische angehauchte Einführung? Einen Hinweis geben auf Möglichkeiten einer besseren Einbindung von Sichtbetonobjekten in die natürliche Umgebung durch ein spezifisches dem Sichtbeton angemessenes Verfahren.

Sichtbeton Behandlung

Die Fa. ALCHEM GmbH in A 4121 Altenfelden bietet dazu in einer Eigenentwicklung ein System farb-

licher Anpassung für Sichtbetonobjekte an: AMI- Alchem Mineralische Imprägnierung Wenn hier von Farbe gesprochen wird, heißt das ja nicht, dass es sich um irgendwelche Buntfärbungen mit konventionellen Anstrichen handelt, welche die Umgebung farblich nachempfinden soll, sondern zuvorderst um die Erkenntnis, dass helle Objekte größer und vordergründiger wirken als dunklere, diese erscheinen hintergründig und kleiner. Eine direkte Anpassung wäre meist gar nicht machbar, da die Natur das Jahr über ständig ihre Farbe ändert, was wiederum nicht heißt, dass die Farbwahl nicht prinzipiell etwa Wald oder Wiese oder eine rein felsige Umgebung unberücksichtigt lässt.

Natürlich fällt dazu hin und wieder auch das Argument, dass Sichtbeton von sich aus „altere“ und dabei seine herausstechende Farbe verliert. Das stimmt wohl,

allerdings entwickelt er dabei nicht wie etwa oberflächlich strukturierte Natursteinmauern eine optisch ansprechende Patina, er „verschmutzt“ nur, die glatte unstrukturierte Oberfläche lässt vor allem Schmutzfahnen dem direkten Wasserablauf folgend zu und macht zunehmend den Eindruck eines in die Jahre gekommenen Industrieobjektes. Wesentlich am Verfahren ist, dass es sich um keine pigmentierte oberflächenversiegelnde Kunststoffhaut handelt, welche sich über kurz oder lang vom Beton wieder löst, eine derartige wäre auch nicht mit unserer Produktphilosophie vereinbar, sondern um eine chemische Reaktion unseres Materials mit dem Beton, welcher den Farbkörper ohne eine derartige Bindemittelhaut in den Kapillaren entstehen lässt und damit nicht ausgewaschen werden kann. Das Material wird farblos aufgesprüht



Abb. 1: Eine Geschiebesperre unbehandelt, etwa 2 Jahre alt  
Fig. 1: Debris retention dam without treatment after 2 years



Abb. 2: Dieselbe einige Jahre nach der Behandlung  
Fig. 2: The very same several years after the treatment

und entwickelt erst über Wochen den erwarteten Farbeffekt. Da die Menge des Auftrags den Farbeffekt wesentlich mitbestimmt, zum Zeitpunkt des Auftrages aber noch keine Farbe sichtbar ist, bieten wir unsere Möglichkeiten nur mit der Erfahrung eigener Verarbeitung an. Ein Vorteil dieser Sprühbehandlung ist auch, dass mit der ständigen Überschneidung des Sprühkegels und damit zwangsweise lokal wechselnder Auftragsmenge sich ein Bild „unnatürlicher“ lackierter Gleichmäßigkeit vermeiden lässt, sondern mit einem merkbaren Maß daraus folgender Schattierungen einem Tarneffekt entgegen kommt.

Natürlich interessieren dazu vorneweg die Kosten, wir verrechnen derzeit für eine AMI-Behandlung je nach Auftragsumfang etwa EUR 10,00/m<sup>2</sup>, dazu kommen die Kosten der An- und Abreise. Daraus errechnet sich

eine Kostenbelastung, welche sich im Interesse des Natur- und Landschaftsschutzes sicherlich rechtfertigen lässt.

Weiters soll noch angefügt werden, dass diese Behandlung, da sie ja keine Haut bildet und unter gegebenen Verunreinigungen erst am Beton selbst reagiert, ohne Vorreinigung auch auf älteren Objekten einsetzbar ist und entsprechende Wirkung zeigt. Dies mag dort und da auch von lokalen und regionalen Institutionen erwünscht sein und so allenfalls auch finanziert werden.

Es ist nicht möglich Farbeffekte mit den Mitteln der Sprache zu kommunizieren und zu bewerten. Dies geht nur mit Beispielbildern, wie sie hier dargestellt sind. Weiters wird auf unseren Internetauftritt unter <http://www.alchem.at> verweisen, wo Sie neben vielen aussagekräftigen Bildern detailliertere Informationen erhalten.



Abb. 3: Beispiel einer unbehandelten Geschiebesperre einige Jahre nach Errichtung  
Fig. 3: Example for a debris retention dam without treatment several years after construction

**Anschrift des Verfassers/Author's address:**

Mag. Walter Kneidinger  
Alchem GesmbH  
Tannberg 6  
4132 Lembach  
[walter.kneidinger@alchem.at](mailto:walter.kneidinger@alchem.at)

MARKUS MOSER

## Dämpfung der Hochwasserwelle durch Filterbauwerke – Rückrechnung am Beispiel Schwarzachergraben

Filterbauwerke werden grundsätzlich zur Ausfilterung von Feststoffen (Geschiebe und Wildholz) errichtet. In Folge größerer Ereignisse erfolgt meistens ein hydraulischer Rückstau aufgrund hoher Wasserführungen bzw. Verlegung des Filters durch die Feststoffe.

Filterbauwerke mit großen Stauraumvolumina führen zu einer wirksamen Reduktion des Wasserabflusses

für die unterliegende Bachstrecke. In welcher Größenordnung diese Retentionswirkung liegt kann aufgrund des Abflussprozesses mit einer Mischung aus Wasser und Feststoffen nur gutachterlich bestimmt werden, eine Berechnung wie die Retentionswirkung eines Rückhaltebeckens ist nicht möglich.

In der Praxis zeigen die dokumentierten

Anschlagmarken und rückgerechneten Spitzenabflüsse oftmals die Retentionswirkung von Filterbauwerken – zumindest hinsichtlich Spitzenabfluss – auf. Das Ereignis vom 01. Juli 2019 im hinteren Einzugsgebiet des Schwarzachergrabens/Gemeinde Saalbach-Hinterglemm zeigte die Filterwirkung deutlich auf, die Grobgeschiebefiltersperre im hm 21,84 mit einem Stauraumvolumen von 46.000 m<sup>3</sup> wurde im Zuge des Ereignisses zur Gänze gefüllt. Im Rahmen der ERDOK erfolgte eine Aufnahme von Anschlaglinien und eine Rückrechnung der Spitzenabflüsse inklusive Geschiebetransport für zahlreiche Querprofile an verschiedenen Standorten (oberhalb und unterhalb der Bauwerke sowie an maßgebenden Zubringern).

Die Rückrechnung des Spitzenabflusses zum oben genannten Filterbauwerk im hm 21,84 liegt bei 49 m<sup>3</sup>/s. Dabei wurden ca. 11 m<sup>3</sup>/s aus dem rechtsufrigen Zubringer Stiegergraben und 38 m<sup>3</sup>/s aus dem Hauptbach in den Stauraum eingetragen. Das Profil im Hauptbach konnte in einem sohlgesicherten Bereich im hm 25,6 (Brücke) rückgerechnet werden, jenes vom Zubringer Stiegergraben wurde ebenfalls im Bereich einer Brücke aufgenommen. In diesem Fall erfolgte auch eine gutachterliche Anschlagung der im Vorland abgeflossener Wassermengen. Unterhalb der Sperre im hm 21,84 erfolgte

die Aufnahme von 2 weiteren Referenzprofilen. Die Abflusssektion der Konsolidierungssperre im hm 20,43 zeigte klare Anschlagmarken mit einem Spitzenabfluss von 35 m<sup>3</sup>/s. Dieser Werte wurde durch die Berechnung des Spitzenabflusses oberhalb der Brücke im hm 18,72 bestätigt. Die Differenz von Zufluss zur Sperre und Ausfluss liegt in diesem Fall bei 14 m<sup>3</sup>/s. Unterhalb der Filtersperre im hm 15,55 (auf Höhe der Wasserfassung des KW Schwabl) liegt der rückgerechnete Spitzenabfluss bei 33 m<sup>3</sup>/s mit einer weiteren Reduktion der Abflussspitze um ca. 2 m<sup>3</sup>/s.

Mit der gewählten einfachen Methode der profilweisen Rückrechnung der Spitzenabflüsse konnte die Wirkung der Filterbauwerke hinsichtlich Dämpfung der Hochwasserwelle gut dokumentiert werden

### Anschriß des Verfassers:

DI Markus Moser  
Wildbach- und Lawinerverbauung  
Fachzentrum Wildbachprozesse  
GBL Lungau  
Johann Löcker Str. 3, 5580 Tamsweg  
markus.moser@die-wildbach.at

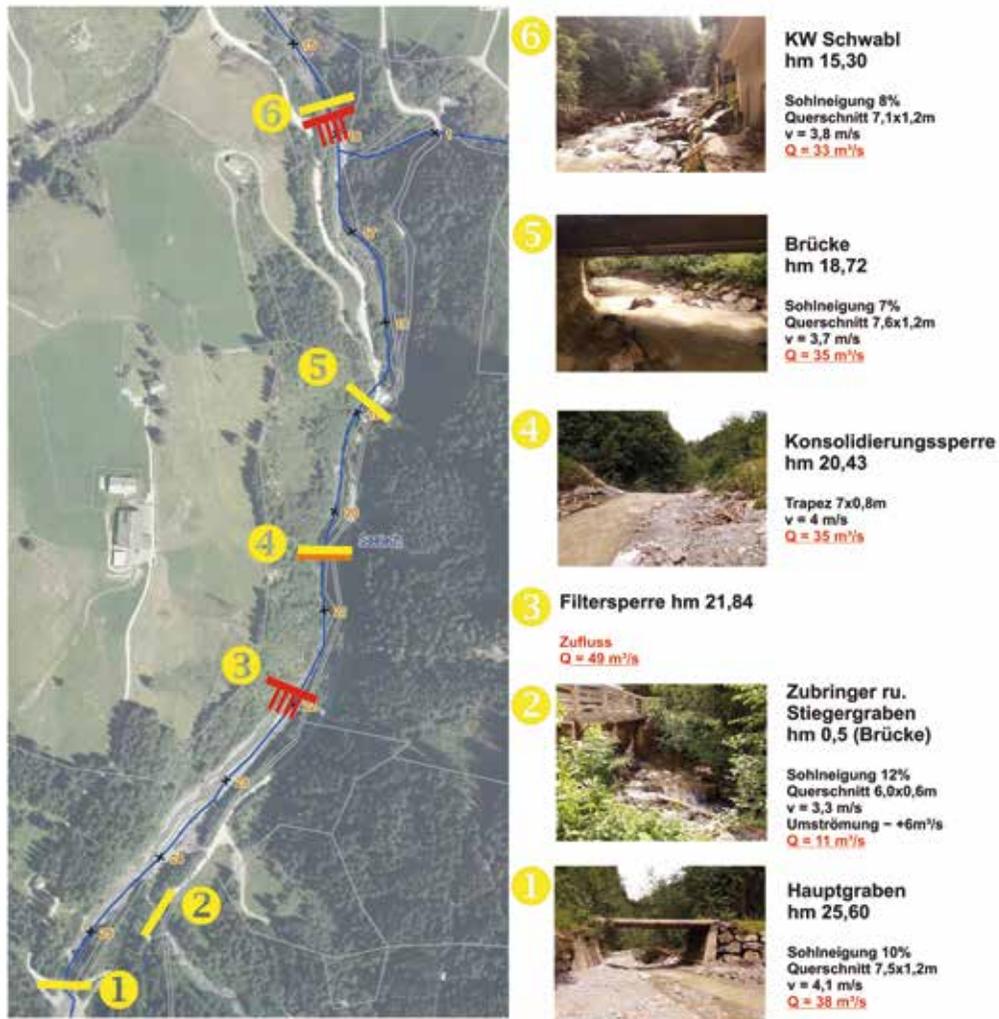


Abb. 1: Lage der aufgenommenen Querprofile und rückgerechnete Spitzenabflüsse entlang des Schwarzachergrabens

FLORIAN RUDOLF-MIKLAU, SUSANNE MEHLHORN

## ÖWAV RB 305 – „Sedimentmanagement in alpinen Einzugsgebieten“

Die Räumung von Sedimenten sowie die Behandlung des Räumgutes stellt ein wesentliches Element des Erhaltungsmanagements der Wildbachverbauung dar. Insbesondere nach Katastropheneignissen fallen große Mengen an überwiegend grobkörnigen Wildbachsedimenten (einschließlich Wildholz) an, die verwendet, verwertet oder deponiert werden müssen. Auch sind der Umfang der Aufgaben, die Komplexität der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die finanziellen Aufwendungen für Räumungs- und Lagerungskosten, überproportional stark gestiegen.

Die Erfüllung dieser Aufgabe durch den Instandhaltungsverpflichteten (meist Gemeinde, Wasserverband oder Wassergenossenschaft) findet unter zunehmend komplexen Rahmenbedingungen statt: es sind u.a. die rechtlichen Voraussetzungen nach Wasser-, Abfall- und Naturschutzrecht zu klären, die Charakterisierung des Materials nach sedimentologischen und umwelttechnischen Kriterien vorzunehmen und die planmäßige Vorsorge für die Verwertung oder Deponierung (einschließlich der Bereitstellung der erforderlichen Flächen) zu treffen. Der Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) hat zur „Verwendung und Verwertung von Sedimenten und Räumgut aus Wildbächen“ das Regelblatt 305 erstellt, welches nun erschienen ist und über den ÖWAV bezogen werden kann.

### **Anschrift der Verfasser:**

Priv.-Doz. Dr. Florian Rudolf-Miklau  
Dipl. Geogr. Susanne Mehlhorn  
BMNT, Abteilung III/5, Wildbach- und  
Lawinerverbauung und Schutzwaldpolitik  
Marxergasse 2, 1030 Wien  
florian-rudolf-miklau@bmnt.gv.at



Abb. 1: ÖWAV- Regelblatt 305:  
<https://www.oewav.at/Page.aspx?target=196960>

# Inserentenverzeichnis

Firma	Inserat Seite
MEVA Schalungs-Systeme GmbH/ Alzner Baumaschinen GmbH	6
ALP-infra Consulting + Engineering GmbH	149
Aartsys AG	10
Geobru gg AG	79
Geolith Consult	161
Gunz ZT GmbH	161
Halbeisen und Prast	185
Heli Austria GmbH	4
Inauen-Schätti AG	93
i.n.n.	201

Firma	Inserat Seite
Klenkhardt & Partner Consulting ZT GmbH	61
J. Krismer HandelsgmbH	171
Mair Wilfried GmbH	103
Moser-Jaritz & Partner Ziviltechniker GmbH	161
PERZPLAN Ingenieurbüro	201
Gebrüder RUF Bau und Transport GmbH & Co KG	8
Skolaut NATURRAUM	171
Konrad Stadelmann Bau GmbH & Co KG	11
DI Werner Tiwald ZT-GmbH	185
Trumer Schutzbauten GmbH	U4
Wyssen Austria GmbH	121



**TRUMER**  
Schutzbauten

# Naturgefahrenschutz

**Sicherheit ohne Kompromisse**



Trumer Schutzbauten GmbH • Weissenbach 106 • 5431 Kuchl • Austria  
Tel.: +43 6244 20325 • Fax: +43 6244 20325-11 • [www.trumer.cc](http://www.trumer.cc)