



FAN

Fachleute Naturgefahren
Spécialistes des dangers naturels
Specialisti in pericoli naturali

1/2022

AGENDA



Interview zum Briener Rutsch mit Daniel Albertin, Gemeindepräsident von Albulu-Alvra, 11. 11. 2020, Foto: © garimann.biz

Inhalt

| | |
|---|----|
| Rückblick FAN-Forum 2022 – Kommunikation im Naturgefahrenmanagement..... | 4 |
| Unsicherheiten in der Gefahrenbeurteilung von Hangmuren..... | 10 |
| Empfehlung zur Beurteilung der Gefährdung an Hangkanten..... | 16 |
| Verjüngungsentwicklung in einem Gerinneinhang-Schutzwald: limitierende und fördernde Faktoren..... | 21 |
| Outil de gestion intégré des risques: Evaluation de l'exposition du portefeuille bâtiments aux dangers naturels..... | 26 |
| Ein Aufruf an unsere Mitglieder / Un appel à nos membres / Un appello ai nostri membri..... | 31 |

Herausgeber / Editeur

FAN Fachleute Naturgefahren Schweiz

Offizielle Adresse / Adresse officielle

Christoph Graf, WSL
 Zürcherstrasse 111
 8903 Birmensdorf
 Tel. 044 739 24 54, E-Mail: christoph.graf@wsl.ch

Sekretariat, Administration, Kurswesen /**Secrétariat, administration, cours**

FAN Sekretariat c/o geo7 AG
 Neufeldstrasse 5-9, 3012 Bern
 Tel. 031 300 44 33
 E-Mail: kontakt@fan-info.ch
 Internet: <http://www.FAN-Info.ch>

Redaktion FAN-Agenda /**Rédaction Agenda FAN**

Jean-Jacques Thormann, HAFL, Zollikofen
 Alexandre Badoux, WSL, Birmensdorf
 Martin Frei, MFrei Infra GmbH, Amriswil
 Bernard Loup, BAFU, Ittigen

Zielsetzung der FAN

Die Tätigkeit der FAN steht im Dienste der Walderhaltung und dem Schutz vor Naturgefahren. Sie widmet sich insbesondere dem Thema Weiterbildung bezüglich Lawinen-, Erosions-, Wildbach-, Hangrutsch- und Steinschlaggefahren. Die ganzheitliche, interdisziplinäre Beurteilung und Erfassung von gefährlichen Prozessen sowie die Möglichkeiten raumplanerischer und baulicher Massnahmen stehen im Zentrum.

Mitgliedschaft bei der FAN

Die Mitglieder der FAN sind Fachleute, welche sich mit Naturgefahren gemäss Zielsetzung der Arbeitsgruppe befassen. Total umfasst die FAN über 500 Mitglieder aus der ganzen Schweiz. Mitgliedschaftsanträge sind an den Präsidenten oder Sekretär zu richten. Die Mitgliedschaft in der FAN kostet Fr. 100.- / Jahr und steht allen Fachleuten aus dem Bereich Naturgefahren offen.

Objektiv de la FAN

La FAN est au service de la conservation des forêts et de la protection contre les dangers naturels. Elle se consacre en particulier au thème du perfectionnement dans le domaine des dangers que représentent les avalanches, l'érosion, les torrents, les glissements de terrain et les chutes de pierres. Elle met aussi l'accent sur deux aspects importants: des évaluations et des relevés globaux et interdisciplinaires des processus dangereux, et les mesures possibles en matière d'aménagement du territoire et de génie forestier.

Adhésion à la FAN

Les membres de la FAN sont des spécialistes qui s'occupent de dangers naturels conformément aux objectifs du groupe de travail. La FAN comprend au total plus de 500 membres, répartis dans toute la Suisse. Les demandes d'adhésion doivent être adressées au président ou au secrétaire. L'adhésion à la FAN coûte fr. 100.- / an. Elle est ouverte à tous les spécialistes des dangers naturels.

Avant-propos

Chères lectrices, chers lecteurs

Chers membres de la FAN

La FAN n'a cessé de croître ces dernières années. Pour cette édition de l'Agenda, nous avons manqué de peu le chiffre rond des 600 membres - il sera envoyé à 588 personnes. L'un de nos principaux objectifs est de promouvoir l'échange et le transfert de connaissances entre les spécialistes du domaine des dangers naturels. Il s'agit d'une forme de communication, et l'affluence réjouissante de nouveaux membres vers la FAN montre clairement qu'il existe un grand intérêt pour cela. Outre l'échange entre spécialistes, la communication dans le domaine des dangers naturels a encore bien d'autres facettes. Comme les processus de danger sont complexes et variés et concernent de nombreuses personnes, parties prenantes et biens dans des constellations très différentes, la circulation de l'information est nécessaire dans des situations totalement différentes, entre divers acteurs et par des différents canaux. Cela fait de la communication un élément important de la gestion des dangers naturels et, en même temps, un grand défi. Pour cette raison, la communication a été choisie comme thème principal du Forum FAN cette année. Nous ouvrons ce numéro avec un article collectif résumant ce forum qui s'est déroulé avec beaucoup de succès.

Quatre articles issus de la pratique et de la recherche sur une palette de thèmes variés vous attendent dans la deuxième partie de l'Agenda FAN. Nous commençons par un article sur un atelier réunissant plusieurs bureaux spécialisés dans l'évaluation des dangers liés aux coulées de boue, qui a permis d'identifier des incertitudes méthodologiques et de montrer de quelle façon les méthodes doivent être améliorées. L'article suivant donne une vue d'ensemble des processus de danger sur les bordures de falaise. En tant que synthèse d'un travail de master, le troisième article met en lumière les facteurs favorisant et entravant le rajeunissement dans une forêt de protection sur une pente bordant un cours d'eau. L'article final présente un outil qui aide un établissement cantonal d'assurance à évaluer l'exposition de son portefeuille immobilier aux dangers naturels.

Nous espérons que vous apprécierez la lecture et nous vous souhaitons une bonne fin d'été !

Rédaction Agenda FAN

Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Liebe Mitglieder der FAN

Die FAN ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Für diese Ausgabe der Agenda haben wir den Meilenstein von 600 Mitgliedern nur knapp verpasst – sie wird an 588 Personen verschickt. Eines unserer Hauptziele ist die Förderung des Austausches und Transfers von Wissen unter den Fachleuten im Naturgefahrenbereich. Das ist eine Form von Kommunikation, und der erfreuliche Mitgliederzulauf der FAN zeigt deutlich, dass ein grosses Interesse dafür besteht. Nebst dem Austausch innerhalb der Fachwelt hat die Kommunikation im Naturgefahrenbereich aber noch viele weitere Facetten. Da Gefahrenprozesse komplex und vielfältig sind und viele Menschen, Stakeholder und Sachwerte in ganz unterschiedlichen Konstellationen betreffen, sind Informationsflüsse in völlig unterschiedlichen Situationen, zwischen diversen Akteuren und über verschiedene Kanäle nötig. Das macht die Kommunikation zu einem wichtigen Bestandteil des Naturgefahrenmanagements und gleichzeitig zu einer grossen Herausforderung. Das FAN-Forum stand dieses Jahr deshalb ganz im Zeichen der Kommunikation. Wir eröffnen diese Ausgabe mit einem Sammelbeitrag, welcher dieses erfolgreiche Forum Revue passieren lässt.

Vier Artikel aus Praxis und Forschung zu einer bunten Themenpalette erwarten Sie im zweiten Teil der Agenda. Den Einstieg macht ein Beitrag zu einem Workshop mit verschiedenen Fachbüros zur Gefahrenbeurteilung von Hangmuren, bei dem methodische Unsicherheiten identifiziert und Weiterentwicklungsbedarf aufgezeigt wurde. Der darauffolgende Artikel gibt einen Überblick über die Gefahrenprozesse an Hangkanten. Als Synthese einer Master-Arbeit beleuchtet der dritte Beitrag verjüngungsbegünstigende und -hemmende Faktoren in einem Gerinneeinhang-Schutzwald. Der abschliessende Artikel stellt ein Tool vor, das eine kantonale Gebäudeversicherungsanstalt bei der Gefahrenbeurteilung ihres Immobilienportfolios unterstützt.

Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre und einen schönen Ausklang des Sommers!

Redaktion FAN-Agenda

FAN-Forum 2022 – Kommunikation im Naturgefahrenmanagement

La communication en théorie et en pratique

*Daniel Tobler, pour l'équipe de préparation du forum (Veronika Röthlisberger, Federico Ferrario, Daniel Tobler, Christian Wilhelm)
Traduit par Christophe Dénervaud*

Pour la première fois depuis la pandémie, le Forum FAN 2022 au « Stadttheater Olten » a eu lieu en format présentiel. Outre le nouveau lieu, un nouveau format a été mis en place, composé d'exposés et de tables rondes en petits groupes. Grâce à cette forme interactive, le thème de la communication n'était pas seulement au centre des exposés, mais pouvait également être intégré dans la pratique, c'est-à-dire dans le déroulement de la journée.

La communication dans la gestion des dangers naturels a toujours revêtu une importance centrale. Avec la complexité croissante des processus (enchaînements de processus) et les événements de plus en plus fréquents et intenses, la communication et l'interaction avec les personnes concernées et impliquées deviennent plus importantes et plus coûteuses. En outre, les aspects juridiques jouent également un rôle de plus en plus considérable et devraient être intégrés dans la communication. Le Forum FAN 2022 a été consacré à la communication dans trois domaines différents – lors de processus complexes, dans des situations de risque persistantes et dans des constellations conflictuelles. Une exposition de posters pendant la pause de midi a complété l'offre du forum.

Le Forum FAN 2022 a été introduit par un exposé de Marco Cortesi (www.cortesi-kommunikation.ch) intitulé "La communication est tout – tout est communication". Avec ses explications sur les principes généraux de la communication, étayées par de nombreux extraits audiovisuels ainsi que par une grande variété d'exemples, Monsieur Cortesi a créé une base commune pour les discussions et les travaux de groupe qui ont suivi. Sur la base de trois exposés sur des thèmes principaux prédéfinis (voir les résumés des exposés), des discussions intenses ont été menées en petits groupes hétéroclites sur les différents aspects de la communication dans différentes situations. Les questions ouvertes formulées par les intervenants ont ainsi pu être traitées et retenues de manière efficace, focalisée et sous les angles les plus divers dans 15 petits groupes. Les propositions de solutions, les procédures, les principes et les idées élaborés ont ensuite constitué à leur tour la base de la présentation synthétique et interactive de M. Cortesi en deuxième partie d'après-midi.

En rétrospective, les principaux messages suivants peuvent être dégagés des exposés, des discussions et des travaux de groupe :

- La communication dans la gestion des dangers naturels revêt une importance capitale. Plus les faits sont complexes, émotionnels ou politiques, plus l'importance de la communication est grande et coûteuse.
- La communication doit être adaptée à la situation, authentique et réaliste.
- La communication doit se faire en temps réel et à l'échelon approprié.
- La traçabilité du contenu de la communication doit toujours être garantie.
- Les canaux de communication disponibles aujourd'hui sont multiples et diversifiés ; ils s'adressent à différents groupes d'intérêts. L'utilisation optimale des différents canaux doit être décidée en fonction de la situation.
- L'innovation et la numérisation n'épargnent pas la communication. Une utilisation habile des nouvelles technologies crée parfois des effets de surprise et favorise ainsi l'attention des groupes d'intérêt.

Les exposés, les résumés ainsi que certaines illustrations des flipcharts des discussions de groupe sont disponibles sur le site Internet de la FAN (www.fan-info.ch).

Kommunikation in Theorie und Praxis

Daniel Tobler, für das Vorbereitungsforum (Veronika Röthlisberger, Federico Ferrario, Daniel Tobler, Christian Wilhelm)

Das Forum 2022 im Stadttheater Olten fand erstmals nach der Pandemie wieder im Präsenzformat statt. Nebst der neuen Lokalität wurde dabei auch auf ein neues Format, bestehend aus Powerreferaten und Diskussionsrunden in Kleingruppen, gesetzt. Mit dieser

interaktiven Form stand das Thema «Kommunikation» nicht nur in den Vorträgen im Fokus, sondern konnte auch in der Praxis, d.h. in den Tagesablauf integriert werden.

Der Kommunikation im Naturgefahrenmanagement kommt seit jeher eine zentrale

Bedeutung zu. Mit der zunehmenden Komplexität der Prozesse (Prozessketten) und den immer häufiger und intensiver auftretenden Ereignissen wird die Kommunikation und die Interaktion mit den Betroffenen und Beteiligten wichtiger und aufwändiger. Zudem spielen

auch rechtliche Aspekte zunehmend eine wesentliche Rolle, welche in die Kommunikation einfließen sollten. Das FAN-Forum 2022 widmete sich der Kommunikation in drei unterschiedlichen Themenkreisen - bei komplexen Prozessen, in anhaltenden Risikosituationen und bei konfliktbehafteten Konstellationen. Eine Posterausstellung während der Mittagspause rundete das Angebot am Forum ab.

Eingeleitet wurde das Forum 2022 mit einer Keynote von Marco Cortesi (www.cortesi-kommunikation.ch) mit dem Titel «Kommunikation ist alles – Alles ist Kommunikation». Mit seinen Ausführungen zu allgemeinen Grundsätzen der Kommunikation untermauert mit viel Bild- und Tonmaterial sowie einer grossen Vielfalt von Beispielen schaffte Herr Cortesi eine gemeinsame Grundlage für die folgenden Diskussionen und Gruppenarbeiten. Basierend auf drei Powerreferaten zu vorgegebenen Hauptthemenfeldern (siehe Zusammenfassungen der Referate) wurden in intensive Diskussionsrunden in kleinen, bunt

zusammengewürfelten Gruppen über die verschiedenen Aspekte der Kommunikation in unterschiedlichen Situationen debattiert. Die von den Referenten formulierten offenen Fragen konnten so in 15 Kleingruppen effizient, fokussiert und aus unterschiedlichsten Optiken bearbeitet und festgehalten werden. Die erarbeiteten Lösungsvorschläge, Vorgehensweisen, Grundsätze und Ideen bildeten dann wiederum die Grundlage für die zusammenfassende, interaktive Präsentation von Herrn Cortesi in der zweiten Nachmittagshälfte.

In der Retrospektive können die folgenden Hauptaussagen aus den Referaten, Diskussionen und Gruppenarbeiten herauskristallisiert werden:

- Der Kommunikation im Naturgefahrenmanagement kommt eine zentrale Bedeutung zu. Je komplexer, emotionaler oder politischer der Sachverhalt, desto aufwändiger und grösser ist der Stellenwert der Kommunikation.
- Die Kommunikation soll situativ, authentisch und realistisch sein.

- Die Kommunikation soll zeitnah und stufengerecht erfolgen.
- Die Nachvollziehbarkeit des Kommunikationsinhaltes soll immer gewährleistet sein.
- Die heute verfügbaren Kommunikationskanäle sind vielseitig und vielschichtig; sie sprechen unterschiedliche Anspruchsgruppen an. Der optimale Einsatz der verschiedenen Kanäle soll situativ entschieden werden.
- Innovation und Digitalisierung machen auch vor der Kommunikation nicht halt. Eine geschickte Nutzung der neuen Technologien sorgt bisweilen für Überraschungseffekte und fördert so die Aufmerksamkeit der Anspruchsgruppen.

Die Referate, Zusammenfassungen sowie einzelne Abbildungen der Flipcharts der Gruppendiskussionen sind auf der Homepage der FAN (www.fan-info.ch) aufgeschaltet.

Referat "Kommunikation bei komplexen Prozessen – Spitze Stei Kandersteg"

*Urs Weibel, Alt Gemeindepräsident Kandersteg
Zusammenfassung von Daniel Tobler*

Die instabile Flanke des Spitze Stei oberhalb des Oeschinensees in Kandersteg zeigt seit einigen Jahren eine stark erhöhte Aktivität. In vielen Bereichen werden Bewegungen von mehreren Metern pro Jahr verzeichnet. Häufige Steinschlagereignisse und Felsstürze sind ein klares Zeichen für die hohe Aktivität am Berg. Als Folge der starken und teilweise tiefgründigen Bewegungen drohen zukünftig grosse Felsabbrüche mit Volumen von 100'000 bis einigen Millionen Kubikmetern, mit entsprechend weiträumiger Gefährdung unterhalb des Spitze Steis. Die bisherigen Abbrüche waren verhältnismässig klein. Das abgelagerte Sturzmaterial wird durch Murgang-

prozesse bis hinunter in den Siedlungsraum in Kandersteg verfrachtet. Je nach Ablauf und Intensität der Prozesse ist sogar ein Aufstau / Rückstau der Kander denkbar. Entsprechend umfangreich sind die laufenden Prozessanalysen, -prognosen und die umgesetzten Massnahmen.

Die komplexen Prozesse respektive die Prozesskette bedingen eine enge Zusammenarbeit verschiedener Spezialisten, Fachstellen, Gemeinde- und Führungsorgane. Die Arbeiten und Massnahmen innerhalb der Prozesskette unterliegen zudem unterschiedlichen Gesetzesgrundlagen (Waldgesetz und Wasserbaugesetz). In einem Projekthandbuch sind die

Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten und Aufgaben der verschiedenen Parteien beschrieben und definiert.

Der Kommunikation und Information kommt gerade bei komplexen Prozessen mit derart vielen involvierten Parteien und Anspruchsgruppen eine entscheidende Bedeutung zu. Der Informationsablauf ist klar geregelt. Während die Fachspezialisten lediglich Empfehlungen abgeben, obliegt die Entscheidungskompetenz bei Behörden und Führungsorganen. Die Bereitstellung der Kommunikationsinhalte erfolgt auf unterschiedlichsten Kanälen (u.a. Internet, Informationsbulletins, Anlässen, Medien, Broschüren) und

mit differenzierten Inhalten (unterschiedlicher Tiefgang), sodass die breit aufgestellten Empfänger auch erreicht werden. Dabei ist nicht in erster Linie das Gesagte entscheidend, sondern wie das Gesagte beim Empfänger

ankommt. Die Kommunikation im Umgang mit den grossen, wenig bekannten Gefahrenprozessen ist im vorliegenden Fall eine Herkulesaufgabe für eine kleine Gemeinde wie Kandersteg.

Quellen und weiterführende Informationen: www.gemeindekandersteg.ch/spitze-stei

Referat "Kommunikation bei konfliktbehafteten Konstellationen – Lebensraum Dünnern SO: Überleben im Dichtestress"

Roger Dürrenmatt, Amt für Umwelt Kanton Solothurn, Projektleiter Lebensraum Dünnern
Gabi Wyser, Weissgrund AG, Unterstützung Kommunikation Lebensraum Dünnern
Zusammenfassung von Veronika Röthlisberger

Was

Sicherstellung des Hochwasserschutzes inkl. Aufwertung des Gewässers. Planungstiefe aktuell: Stufe Vorprojekt. Zwei Varianten «Ausbauen und Aufwerten» und «Rückhalten und Aufwerten» stehen zu Debatte. Ende 2022 Variantenentscheid. Ab 2023 Richtplanverfahren für Bestvariante.

Wo

19 km Dünnern von der Gemeindegrenze Balsthal/Oensingen bis Olten. Massnahmen (Aufweitung Gerinneprofil) vorwiegend im minimalen Gewässerraum.

Umfeld

11 Gemeinden mit Dünneranstoss. 13 Gemeinden mit Projektnutzen. Projektumfeld primär landwirtschaftlich geprägt (frühere Kornkammer Gäu). Fruchtfolgeflächen betroffen. Landwirtschaft im Gäu unter Druck (u. a. 6-Spurausbau N1, Nitratprojekt, Regionale Arbeitsplatzzonen).

Kommunikative Herausforderungen

Vielfältige und divergierende Interessen der Anspruchsgruppen; hohe Anzahl von Betroffenen (v.a. Landwirtschaft); seit der Melioration in den 1930/40er Jahren keine grossen Hochwasserereignisse (Frage der Notwendigkeit); hohe Projektkomplexität (v.a. Variante Rückhalt); zunehmende politische Aufmerksamkeit



Abbildung 1: Anspruchsgruppen und Spannungsfeld (aus der Präsentation von Roger Dürrenmatt und Gaby Wyser).

Gewählte Lösungsansätze

Breite Auslegeordnung an möglichen Varianten auf Stufe Vorstudie

- In hohem Mass partizipativer Planungsansatz (Betroffene zu Beteiligten machen)
- Integration/Vertretungen von Gemeinden, Landwirten und Umweltverbänden in Projektteam und damit in operative Projektentwicklung
- Schaffung einer breit abgestützten Begleitgruppe im Sinne einer Echogruppe (Anhörung bei Meilensteinen, wichtigen Weichenstellungen, Variantenempfehlungen)

- Grundsätze: Früh, transparent, proaktiv informieren (u.a. Sprechstunden mit voraussichtlich betroffenen Bewirtschaftern auf Stufe Vorstudie)
- Möglichst nutzenorientierte Kommunikation
- Wo sinnvoll zielgruppenspezifische Kommunikation
- Verwendete Instrumente: Schlüsselbild (Visualisierung der möglichen Lösungsansätze), Projektflyer (mit Fortschreibung), Web, Sitzungen/Infos, Medieninformation

Abstracts der am Forum präsentierten Poster

Reiseleiter zum akzeptierten Risiko

Aller Dörte, Kleinn Jan, Wullschleger Fabrice als Vertretung der Projektgruppe C.06 Gemeinsame Risikobetrachtung von Naturgefahren, National Centre for Climate Services NCCS

Der «Reiseleiter zum akzeptierten Risiko» wurde am FAN-Forum 2018 vorgestellt. In der Zwischenzeit wurde die Herangehensweise im Rahmen des Pilotprogramms zur Anpassung an den Klimawandel weiterentwickelt. Die Herangehensweise wird geschult und immer häufiger in der Praxis angewendet. Das Poster informiert über die Herangehensweise und lädt zum Erfahrungsaustausch ein.

Schneemessstation Engstligenalp - Standortevaluation, Montage provisorischer Stationen und Auswertung der Messwerte

Bearth Tanja, Amt für Wald und Naturgefahren AWN Bern

Das Poster veranschaulicht die Planung und Umsetzung von drei provisorischen Schneemessstationen auf der Engstligenalp, wobei die einzelnen Arbeitsschritte aufgezeigt und mit Hilfe von Fotos und Graphiken verdeutlicht werden. Es wird zuerst dargelegt, worauf bei der Standortwahl geachtet wurde und anschliessend wie die Montage der drei Messstationen erfolgte. Ausserdem wird eine Zwischenbilanz zu den Messwerten des Winters 2021/22 gezogen. Diese werden später dabei helfen, den am besten geeigneten Standort für die definitive Schneemessstation festzulegen.

Notmassnahmen Spitze Stei Kandersteg

Bichsel Sebastian und Brunner Beat, Emch+Berger AG Bern

Am Spitze Stei oberhalb von Kandersteg werden in den kommenden Jahren grosse Bergstürze erwartet. Aus diesen Ablagerungen können Murgänge und gchiebeführende Hochwasser auftreten, die bis ins Dorf fliesen. Zum Schutz von Kandersteg wurden als

Notmassnahmen ein System von Dämmen, ein Geschiebeablagerungsplatz, sowie ein Murgangnetz erstellt und dabei ca. 100'000 m³ Geschiebe und 25'000 t Steinblöcke verbaut. Die Emch+Berger AG Bern (Niederlassung Spiez) hat die Gesamtprojektleitung, die Planung und Ausführung der Bauwerke inne. Die Schutzmassnahmen werden 2022 mit einem Abflusskorridor ergänzt.

Naturgefahren: Risikoanalyse und -management mit Hilfe einer WebGIS-Plattform

Buser Christian, de Paoli Reto, Ponzio Maria und Schindler Salome, AFRY Schweiz AG und Thöni Vincent, SBB Energie

Zusammen mit SBB Energie entwickelte AFRY Schweiz AG eine teilweise automatisierte Methode, um eine grosse Anzahl an Infrastrukturobjekten von Übertragungsleitungen (v.a. Masten und Unterwerke) einer Risikoidentifikation bezüglich Naturgefahren zu unterziehen. Anhand dieser Gefahreinstufung können nun gezielt Risikoanalysen und -bewertungen durchgeführt werden. Die relevanten Informationen der Risikoanalysen wurden in einer interaktiven Web-App zusammengestellt und dienen als operatives Planungstool wie auch zur firmeninternen Kommunikation, etwa im Rahmen von Mittelbeschaffung, Projekt-Priorisierung sowie Intervention / Ereignisdienst.

Einsatz von Warn- und Alarmsysteme zur Überwachung von gravitativen Naturgefahren

Carrel Maxence, Stähly Severin und Wahlen Susanne, GEOPRAEVENT AG Zürich

Die Kommunikation ist eine der zentralen Komponenten in der technischen Überwachung von Naturgefahren; einerseits für die Übermittlung von Mess- und Analysedaten, andererseits für die automatische Alarmierung im Ereignisfall. Dazu gehören das Online-Datenportal als Schnittstelle zu den

verschiedenen Akteuren sowie verschiedene (redundante) Kommunikationskanäle für die automatisierte Benachrichtigung von Naturgefahrenexperten, Behörden, Einsatzkräften oder der Bevölkerung via SMS, priorisierte SMS, E-Mails, automatisierte Telefonanrufe u.a. sowie die lokale Alarmierung von gefährdeten Personen via Alarmhorn, Ampeln oder Alarmfunk. Wir zeigen mehrere Beispiele und gehen auf wichtige Themen wie Fehlalarme ein.

Neue Praxistools aus der Forschungsinitiative Hochwasserrisiko

Fehlmann Anna, Kauzlaric Martina, Mosimann Markus, Reichenbach Delia, Sturny Rouven, Thomi Luzius und Zischg Andreas, Mobiliar Lab für Naturrisiken, Oeschger Centre for Climate Change Research, Universität Bern

Mit der «Forschungsinitiative Hochwasserrisiko» ergänzt das Mobiliar Lab für Naturrisiken die traditionelle Hochwasserforschung um den Aspekt der Schäden. In diversen Forschungsprojekten, die 2018 gestartet wurden, werden insbesondere Entscheidungshilfen für das Hochwasserrisikomanagement erarbeitet. Seit Ende 2021 stehen die Lernmodule zum Thema Hochwasserrisiken und ab Sommer 2022 das Webtool «Hochwasserdynamik» zur Verfügung. Diese beiden neuen Praxistools sollen in der Postersession vorgestellt werden.

WAC.3® Cockpit für den operationellen Lawinendienst – Software zur Kommunikation und Dokumentation von Gefahrenbeurteilung und Massnahmenplanung

Demmel Sophia, Meier Benjamin, Steinkogler Walter und Wyssen Christian, Wyssen Avalanche Control AG

Lokale Dienste beurteilen kontinuierlich die Naturgefahr Lawine. Gerade bei akuter Lawinengefahr ist es für sie essenziell, alle relevanten Informationen zur aktuellen Lage schnell einzusehen, den Entscheid korrekt zu kommunizieren und Massnahmen effizient umzusetzen.

Mit der Software WAC.3® wurde eine digitale Informationsplattform entwickelt, welche die operationellen Teams in diesen Prozessen mit massgeschneiderten Werkzeugen unterstützt. Module wie Journal, Beurteilungstool, Sprengingabe und Kartierung vereinfachen die täglichen Arbeitsabläufe. Die Dokumentation aller Aktionen garantiert zudem die rechtliche Absicherung des Betriebs.

Auswirkungen des Klimawandels und pragmatischer Lösungsansatz am Beispiel des Griess-Seelis

Eggimann Lukas, Amt für Forst und Jagd UR

Durch den massiven Rückgang des Gletschers «Im Griess» südlich des Klausenpasses kann sich im Frühjahr infolge der Schneeschmelze ein See ausbilden. Liegt im Abflussbereich noch Schnee, kann sich das Seewasser entsprechend aufstauen und es kann zu einem plötzlichen Ausbruch mit Flutwelle und Überschwemmung im Gebiet Urnerboden kommen. Ein solches Ereignis ist im Juni 2019 eingetreten. Um solche Ereignisse zukünftig zu verhindern, hat der Kanton Uri ein Monitoring installiert. Zeigt sich, dass ein Überlaufen des Sees eintreten kann, wird ein Kanal in den Schnee gefräst.

Social Learning Videos vermitteln Handlungswissen

Fry Patricia und Schmid Franziska, RisikoWissen Bern

Mit einfachen Vorkehrungen am Gebäude oder durch Nutzungsanpassungen könnten die Eigentümerinnen und Eigentümer sich selber und Sachwerte vor Überschwemmungen schützen. Dennoch sind Naturgefahren bei ihnen bislang kaum ein Thema. Viele Informationen zum Objektschutz sind technischer Natur und in einer für Fachpersonen gewohnten, technischen Sprache verfasst. In den drei Sensibilisierungsfilmen erzählen Protagonistinnen und Protagonisten über ihre Aha-Erlebnisse und Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung

von Schutzmassnahmen. Damit sollen andere Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zum Handeln motiviert werden.

Probabilistisches Pauschalgefälle

Hählen Nils, Amt für Wald und Naturgefahren AWN Bern

Die Bestimmung der Reichweite von Gefahrenprozessen mit numerischen Modellen hat den Nachteil, dass die Parametrisierung u.U. mit grossen Unsicherheiten behaftet ist. Empirische Methoden wie das Pauschalgefälle sind geeignet, um Reichweiten auf regionaler Skala oder für eine Erstbeurteilung zu bestimmen oder Ergebnisse aus numerischen Modellierungen zu plausibilisieren. Pauschalgefälle ergeben eigentlich deterministische Aussagen. Der auf dem Poster präsentierten Ansatz erlaubt es, probabilistische Aussagen mit Hilfe eines Grunddatensatzes an bekannten Ereignissen zu machen.

Vergleich der Aufforstungen Tanngrindel & Wilerhorn in der Region Brienz – eine Wachstumsanalyse & Schutzwirkungsprognose

Häner René, Ryter Ueli und Thormann Jean-Jacques, Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFZ Zollikofen und Amt für Wald und Naturgefahren AWN Bern

Die mit dem Poster präsentierte Bachelorarbeit befasst sich mit den Hochlagenaufforstungen der Lawinverbauungen Tanngrindel und Wilerhorn. Die Aufforstungen befinden sich oberhalb der Gemeinden Brienz und Brienzwiler im Berner Oberland auf einer Höhe von 1'600 bis 1'900 m ü. M. Seit 1950 werden dort technische Verbauungsmassnahmen und Aufforstungen realisiert. Mit Hilfe von Luftbildern, zweier Lidar-Datensätze und Feldaufnahmen wurde eine Wachstumskurve hergeleitet und die aktuelle und zukünftige Schutzwirkbarkeit daraus hergeleitet. Die Aufforstung und Pflanzungskonzepte sind erfolgreich. Es benötigt aber viel Zeit und Ressourcen, bis man am Ziel ist.

Vollständige Poster online ansehen:

Die vollständigen Poster sind auf der Webseite der FAN verfügbar:

www.fan-info.ch/veranstaltungen/fan-forum-2022-kommunikation-im-naturgefahrenmanagement/



Besucherinnen und Besucher im Sondierungsstollen Brienz. Foto: © gartmann.biz.



Bevölkerungsinformation zum Brienzler Rutsch. Foto: © gartmann.biz.

Unsicherheiten in der Gefahren- beurteilung von Hangmuren

Ergebnisse eines im Kanton Bern durchgeführten Workshops

Cornelia Brönnimann¹ (cornelia.broennimann@be.ch)
 Rachel Riner² (rachel.riner@geotest.ch)
 Andy Kipfer³ (andy.kipfer@geo7.ch)

¹ Amt für Wald und Naturgefahren Kanton Bern, Abteilung Naturgefahren, Interlaken

² Geotest AG, Zollikofen

³ geo7 AG, Bern

Résumé

Malgré de récentes études (AGN 2016) et manifestations (FAN 2019) sur la problématique de l'évaluation des coulées de boue, les spécialistes restent confrontés dans la pratique à des questions non résolues. Comment, par exemple, former des scénarios et déterminer des portées lorsque les événements passés sont insuffisamment documentés ou inconnus? Contrairement à d'autres processus, il n'existe à ce jour aucun programme de simulation courant pour les coulées de boue. L'évaluation par expertise des coulées de boue laisse une marge de manœuvre considérable malgré la méthode AGN ou OFEV appliquée de manière standard depuis 2004 ou 2016 (AGN 2004, BAFU 2016). Il n'est donc pas étonnant que les analyses des dangers dans des secteurs comparables puissent aboutir à des résultats différents. Cela n'est pas satisfaisant. Afin de progresser dans ce domaine, un atelier a été organisé par la division Dangers naturels du canton de Berne en collaboration avec des bureaux spécialisés. Les participants ont évalué indépendamment les uns des autres les dangers dans deux périmètres tests. Les résultats soulignent les connaissances ou les champs d'action identifiés du cours d'automne FAN 2019 à l'aide d'un exemple très bien documenté.

Zusammenfassung

Trotz jüngst durchgeführten Studien (AGN 2016) und Veranstaltungen (FAN 2019) zur Problematik der Hangmurenbeurteilung sind

Fachleute in der Praxis weiterhin mit ungeklärten Fragen konfrontiert. Wie werden zum Beispiel Szenarien gebildet und Reichweiten bestimmt, wenn vergangene Ereignisse ungenügend dokumentiert oder nicht bekannt sind? Im Gegensatz zu anderen Prozessen gibt es für Hangmuren bis anhin kein gängiges Simulationsprogramm. Die gutachterliche Beurteilung von Hangmuren lässt trotz der seit 2004 bzw. 2016 standardmässig angewandten Methode AGN bzw. BAFU einen erheblichen Spielraum zu (AGN 2004, BAFU 2016). So verwundert es nicht, dass Gefahrenanalysen in vergleichbaren Gebieten zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen können. Das ist unbefriedigend. Um diesbezüglich weiterzukommen, wurde von der Abteilung Naturgefahren des Kantons Bern zusammen mit Fachbüros ein Workshop durchgeführt. Dabei wurde von den Teilnehmenden unabhängig voneinander für zwei Testperimeter eine Gefahrenbeurteilung gemacht. Die Ergebnisse unterstreichen die Erkenntnisse bzw. die erkannten Handlungsfelder des FAN Herbstkurses 2019 anhand eines sehr gut dokumentierten Beispiels.

Einleitung

In der Praxis zeigt sich immer wieder, dass die Gefahrenbeurteilung von Hangmuren mit beträchtlichen Unsicherheiten verbunden ist. Dies führt dazu, dass die Ergebnisse von Beurteilungen in vergleichbaren Fällen unterschiedlich ausfallen können. Aus diesem Grund hat die Abteilung Naturgefahren des Kantons Bern zusammen mit interessierten

Fachbüros einen Workshop zu diesem Thema durchgeführt. Ziel des Workshops war es, anhand eines Fallbeispiels Gründe für die abweichenden Beurteilungen einzelner Aspekte, für die Streuung der Ergebnisse sowie für die Unschärfen und Unsicherheiten zu identifizieren. Weiter sollten Vorschläge für den Umgang mit Unschärfen und Unsicherheiten gesammelt werden.

Von den angeschriebenen Fachbüros haben 10 eine Eingabe gemacht und 9 waren am Workshop vertreten. Die Mitarbeitenden der Abteilung Naturgefahren haben ebenfalls eine Testkartierung durchgeführt, sodass am Workshop insgesamt 10 Beurteilungen der Anwesenden verglichen und analysiert werden konnten.

Im vorliegenden Artikel werden einerseits die Ergebnisse des Workshops präsentiert. Andererseits werden durch die Teilnehmenden identifizierte Schwierigkeiten in der Methodik und der Praxis aufgezeigt. Der Artikel hat nicht den Anspruch, abschliessend ein praktikables Vorgehen vorzuschlagen, sondern soll vielmehr aufzeigen, wo Handlungsbedarf für Anpassungen und Präzisierungen der heutigen Methodik besteht.

Aufgabenstellung & Vorgehen

Im Gebiet Diemtigen wurden zwei kleine Testperimeter ausgeschieden, für welche die Teilnehmenden vorgängig eine Beurteilung bezüglich Hangmuren (Vorgabe: 300-jährliches Szenario) vorzunehmen hatten. Diese Testkartierung erfolgte eigenständig und mit

der "üblichen" Methodik. Es wurden keine weiteren Vorgaben zum Vorgehen gemacht. So wurden beispielsweise nicht alle Beurteilungen im Feld durchgeführt. Über die Hälfte der Teilnehmenden machten eine Modellierung mit RAMMS (WSL 2022) oder mit SOSlope (Cohen, Schwarz 2017) oder Berechnung nach Perla (Perla et al. 1980). Der Aufwand pro Bearbeitungsteam betrug zwei bis fünf Tage. Als Ergebnisse wurden folgende Daten zum beurteilten 300-jährlichen Szenario erwartet:

- Anrissgebiete
- Datenblatt pro Gefahrenquelle mit Angaben zur Abmessung und zu den Förderfaktoren etc.
- Reichweite
- Fließgeschwindigkeiten
- Intensitätskarten

Die eingereichten Daten wurden anonymisiert aufbereitet und ohne Rückverfolgungsmöglichkeit auf die Autorenschaft den Teilnehmenden am Kurstag präsentiert. Die Teilnehmenden analysierten und verglichen die Ergebnisse der Beurteilungen. Es wurden Gründe für die abweichende Beurteilung einzelner Aspekte sowie entscheidende Faktoren bei der Gefahrenbeurteilung von Hangmuren identifiziert. Die Gründe für Unschärfen und Unsicherheiten wurden diskutiert und Vorschläge für den Umgang damit gesammelt.

Ergebnisse

Anrissgebiete

Zur Ausscheidung der Anrissgebiete verwendeten 9 Fachbüros die BAFU-Methode 2016 (BAFU 2016), eine Gruppe setzte die SOSlope-Methode (Cohen, Schwarz 2017), basierend auf Laboranalysen von drei Bodenproben ein. Die durch die Fachbüros ausgeschiedenen Anrissgebiete unterschieden sich teils stark (Abb. 1). Die grössten Unterschiede bestanden dabei in einer flächigen vs. eher punktuellen Ausscheidung der Anrissgebiete und in der

Berücksichtigung des Waldes. Es zeigte sich, dass die Unterschiede primär auf folgende Punkte zurückzuführen waren:

- Referenzraum: Die Beurteilung eines Einzelhangs erfolgt in der Regel differenzierter als die Beurteilung eines Gemeindegebiets.
- Kritische Hangneigung: Die Ermittlung der kritischen Hangneigung nach der BAFU-Methode 2016 (BAFU 2016) erfolgte mit unterschiedlichen Datengrundlagen und Vorgehensweisen. So wurde diese anhand der bestehenden Gefahrenkarte, gutachterlich aufgrund der geologischen Situation, aus Ereignissen im Gemeindegebiet, aus Ereignissen innerhalb derselben geologischen Disposition oder aus den Anrissnischen innerhalb des Bearbeitungsgebietes abgeleitet. Die resultierenden kritischen Hangneigungen streuten im Testperimeter Trogmatte zwischen 21° und 28°.
- Grunddisposition: Es bestehen unterschiedliche Ansätze zur Berücksichtigung von Faktoren (z.B. Wald) bereits bei der Ausscheidung der Anrissgebiete.

Erkannter Handlungsbedarf bezüglich den Anrissgebieten – gewünscht werden:

- klarere Angaben zur Gewichtung von Faktoren für die Ausscheidung von Anrissgebieten (und auch zur Bestimmung der Eintretenswahrscheinlichkeit, s. Abschnitt Förderfaktoren). Dies betrifft insbesondere den Faktor Wald und den Umgang mit der zeitlichen Variation des Waldzustandes.
- eine bessere Datengrundlage zu kritischen Hangneigungen für verschiedene geologische Dispositionen (als Grundlage für die Plausibilisierung).
- eine Empfehlung zur Ausscheidung von Auslösegebieten in Zonen, wo keine Ereignisse in vergleichbarer geologischer Disposition dokumentiert sind.

Abmessungen

Für die Bestimmung der Intensitäten gem. BAFU Kriterien wird eine Abschätzung der Anrissmächtigkeit bzw. der Ablagerungshöhe verlangt (BAFU 2016). Die Anrissmächtigkeiten wurden für die beiden Testgebiete von den meisten Fachbüros gutachterlich und z.T. mit Bohrstock abgeschätzt. Die Resultate streuten von 0.5 bis 2 m. Neben Unsicherheiten bei der gutachterlichen Einschätzung sind die Abweichungen auch auf die unterschiedliche Art der Messung (lotrecht vs. senkrecht zum Hang) zurückzuführen. Eine Ableitung der Abmessungen anhand von dokumentierten Ereignissen z.B. aus dem Ereigniskataster StorMe (BAFU 2020) wurde am Workshop kritisch beurteilt. Eine Verifizierung der Katastereinträge zeigte, dass die Angaben zur mittleren Anrissmächtigkeit, zum Volumen oder zur Anrissbreite oftmals überschätzt wurden. Bodenkarten wurden von den Teilnehmenden nicht verwendet, da diese aktuell nur sehr generalisiert vorliegen.

Erkannter Handlungsbedarf bezüglich den Abmessungen – gewünscht werden:

- Verbesserung der Datengrundlage zu Anrissmächtigkeiten, Volumen, Breite und Länge (insbesondere bei künftig erfassten Ereignissen). Z.B. ist die mittlere Anrissmächtigkeit einheitlich zu messen (senkrecht zum Gleithorizont).
- Meldungen erkannter Diskrepanzen zwischen Feldbeobachtungen und Katastereinträge an die zuständigen Stellen. Fehlerhafte Angaben sind entsprechend zu korrigieren.
- eine bessere Datengrundlage zu charakteristischen Werten der Abmessungsgrößen für verschiedene geologische Dispositionen.

Förderfaktoren

Die Förderfaktoren in den Testgebieten wurden von den Bearbeitungsteams sehr unterschied-

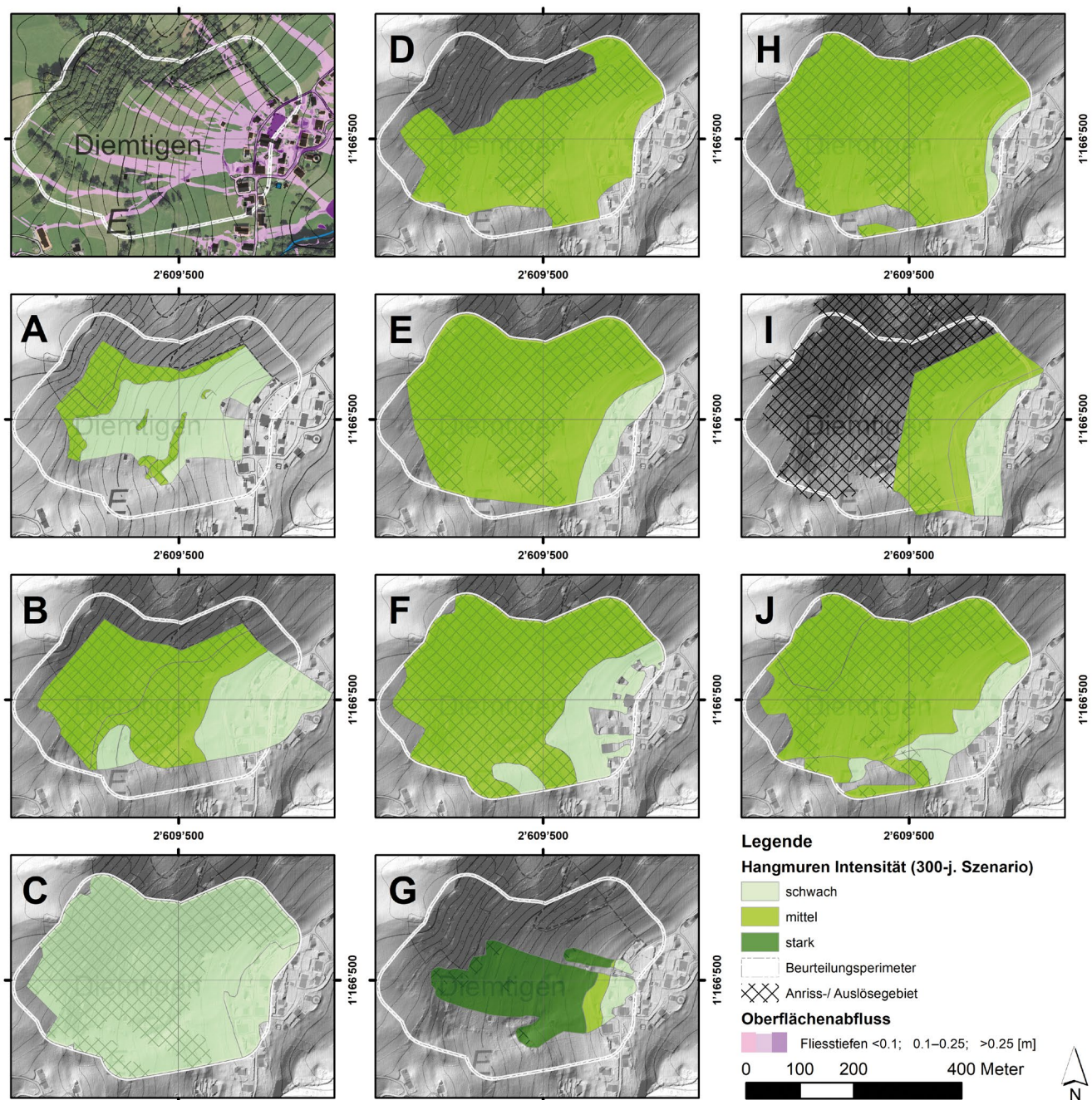


Abbildung 1: Oben links: Übersicht Testgebiet Trogmatte mit UP5, Orthofoto und Gefährdungskarte Oberflächenabfluss. A - G: Eingereichte und am Workshop diskutierte Ergebnisse für das Gebiet Trogmatte (Hintergrund: Hillshade und UP5). Abgebildet ist die Intensitätskarte für das 300-jährliche Szenario sowie das jeweils ausgeschiedene Anriss-/ Auslösegebiet. In den Beispielen A, C, E, H, und J wurden die Intensitätsflächen auf den Bearbeitungsperimeter begrenzt (© Daten: swisstopo, BAFU, AGI/AWN Kt. Bern).

lich bewertet und gewichtet. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, dass einige Faktoren (z.B. stumme Zeugen, Ereignisse, Wald, Geologie und hydrogeologisches Einzugsgebiet) sowohl bei der Bewertung der Grunddisposition als auch bei der Bestimmung der Wahrscheinlichkeit berücksichtigt wurden und die jeweilige Gewichtung viel Spielraum zulässt. Der Was-

sereintrag, stumme Zeugen und vergangene Ereignisse wurden als wichtigste Förderfaktoren genannt. Über eine mögliche Berücksichtigung des Niederschlags als Förderfaktor oder als Trigger herrschte unter den Teilnehmenden keine Einigkeit. Unerlässlich bei der Bewertung und Gewichtung der einzelnen Förderfaktoren ist eine gute Dokumentation der getroffenen

Annahmen für die Nachvollziehbarkeit und die Plausibilisierung. Im Zusammenhang mit den Förderfaktoren wurde auch die grundsätzliche Frage diskutiert, ob pro Hang lediglich ein Hangmurenszenario (d.h. eine Wahrscheinlichkeit, hergeleitet aus der Gewichtung der Förderfaktoren) oder mehrere Szenarien (30-, 100- und 300-jährlich) bestimmt werden

sollten, die sich hinsichtlich Anrissmächtigkeit und Ereignisgrösse unterscheiden.

Erkannter Handlungsbedarf bezüglich den Förderfaktoren – gewünscht werden:

- Angaben, ob gewisse Faktoren (insbesondere der Faktor Wald) sowohl bei der Ausscheidung der Auslösegebiete wie auch als Förderfaktoren zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit zu berücksichtigen sind.
- Kriterien für eine einheitliche Gewichtung der Förderfaktoren vergleichbar mit der Methodik zu Schneegleiten (Margreth 2016) oder der Reduktionsmethode in der Lawinenbeurteilung.
- Überprüfung, ob eine differenzierte Beurteilung der Förderfaktoren pro Szenario möglich ist. Dabei gilt es abzuklären, inwiefern Niederschlagsszenarien verwendet werden können bzw. sollen.
- Überprüfung, ob die aktuelle Methode grundsätzlich erneuert werden muss, falls für die Hangmuren-Gefahrenbeurteilung drei Szenarien (30-, 100-, 300-jährlich) anzugeben sind, weil bei der Anwendung der aktuellen Methode anhand der Förderfaktoren jeweils nur eine Eintretenswahrscheinlichkeit resultiert.
- Überprüfungen, ob einige Förderfaktoren auch für die Bestimmung der Intensität verwendet werden sollten.

Reichweiten

Die Abschätzung der Reichweiten wurde in den Fallbeispielen gutachterlich mit und ohne Begehung im Feld, sowie anhand von Simulationen mit der Software RAMMS (WSL 2022) und SlideForce (Albaba et al. 2020) bzw. anhand von Berechnungen nach Perla (Perla 1980) vorgenommen. Zur Plausibilisierung wurden teilweise die SilvaProtect Hangmurentrajektorien (BAFU 2016) oder Ereignisdoku-

mentationen (BAFU 2020) verwendet. Im Untersuchungsgebiet ohne bekannte Ereignisse wurde das Pauschalgefälle oder die maximale Reichweite (z.B. 100 m, Rickli et al. 2005) herangezogen. Unklarheit besteht vor allem bei der Prozessabgrenzung zwischen Hangmurenaustritt und Oberflächenabfluss. Ebenso fehlt eine Regelung, inwiefern Gebäude und Bauten in die Abschätzung der Reichweite miteinbezogen werden können bzw. müssen.

Erkannter Handlungsbedarf bezüglich den Reichweiten – gewünscht werden:

- Kriterien für die Abgrenzung des Prozessraumes im Auslaufbereich, z.B. über einen minimalen zu erwartenden Staudruck.
- Klärung der Frage, ob und wie Gebäude im Anriss-, Transit- und Ablagerungsgebiet berücksichtigt werden sollen bzw. müssen.
- statistische Auswertungen der Reichweite bzw. des Pauschalgefälles und daraus abgeleitete Referenzwerte (z.B. in Korrelation mit dem Volumen; für verschiedene geologische Dispositionen). Als Datengrundlage könnte die WSL Hangmurendatenbank (WSL 2018) sowie der Naturereigniskataster StorMe (BAFU 2020) und zusätzliche Luftbildauswertungen dienen.
- praxistaugliche Modelle und Ansätze zu deren Kalibrierung (wenn nicht auf dokumentierte Ereignisse zurückgegriffen werden kann), unter Berücksichtigung des Kosten-Nutzen Aspektes.

Fliessgeschwindigkeiten

Zur Bestimmung der Fliessgeschwindigkeiten (Abb. 2) wurden neben dem gutachterlichen Vorgehen auch Berechnungen entlang von Profilen nach Perla und flächige Modellierungen mit RAMMS bzw. SlideForce angewandt. Die Teilnehmenden äusserten grosse Unsi-

cherheiten bei der Einschätzung der Fliessgeschwindigkeit. Die in der Schweiz häufig verwendete Geschwindigkeiten von 4 bis 7 m/s wurden von einem Teilnehmer als eher tief betrachtet. Experimentelle Werte zeigen, dass bei geringer Bodenrauigkeit und fehlenden Bermen Fliessgeschwindigkeiten > 10 m/s auftreten (Bugnion et al. 2012).

Erkannter Handlungsbedarf bzgl. Fliessgeschwindigkeiten – gewünscht werden:

- bessere Grundlagen (Referenzwerte bzw. statistische Auswertungen) zur Fliessgeschwindigkeit (und auch zu Druck, Reichweite, Wassergehalt usw.) insbesondere dort, wo keine Ereignisse dokumentiert sind.

Intensitäten nach Bundesstufen

Die Einteilung der Prozessflächen in die Intensitäten nach Bundesstufen (BAFU 2016) erfolgte bei den meisten Fachbüros gutachterlich und teils in Kombination mit Modellierungen. Der vorgegebene Bereich der Intensitäten nach Bundesstufen für Anriss- und Ablagerungsbereiche von Hangmuren ist sehr breit definiert¹. Das führt dazu, dass mehrheitlich von einer mittleren Intensität ausgegangen wird, und nur in begründeten Fällen eine Abweichung in die schwache oder starke Intensität vorgenommen wird. Für das Transitgebiet bestehen keine Kriterien zur Intensitätsklassierung nach Bundesstufen, was die Beurteilung erschwert. Unklar ist weiter, ob und wie eine Abgrenzung zwischen eher trockenen, spontanen Rutschungen und sehr flüssigen Hangmuren vorgenommen werden kann. Die aktuell gültigen Kriterien für die Intensitätsklassen nach Bundesstufen für Hangmuren (BAFU 2016) werden von den Fachbüros generell als bedingt repräsentativ für die Festlegung der Einwirkung des Prozesses angesehen.

¹ Kriterien: Mächtigkeit der mobilisierbaren Schicht < 0.5 m: schwache Intensität; 0.5 - 2 m: mittlere Intensität; > 2 m: starke Intensität. bzw. Ablagerungsmächtigkeit < 1 m: mittlere Intensität; > 1 m: starke Intensität.

Ein geeigneterer Ansatz könnten druckabhängige Intensitätskriterien darstellen. Werden die Druckkriterien der Intensitätsklassen der Fliesslawinen (BFF, SLF 1984) am Beispiel der Testgebiete auf die Hangmuren übertragen, ergeben sich daraus allerdings verbreitete Bereiche starker Intensität. Es ist daher zu untersuchen, ob Hangmuren bei gleichem Druck denselben Schaden an Gebäuden erzeugen wie Fliesslawinen und ob die Druckkriterien gegenüber den Fliesslawinen für Hangmuren entsprechend angepasst werden müssten. Mit den zur Verfügung stehenden Methoden wird eine Gefahrenbeurteilung für Hangmuren in Abhängigkeit der Fliessgeschwindigkeiten bzw. der Druckkräfte als deutlich aufwändiger gesehen. Problematisch erscheint weiter, dass die Differenzen in den Ergebnissen bei einer geschwindigkeits- bzw. druckabhängigen Intensitätsklassifikation für Hangmuren noch deutlich zunehmen könnten.

Erkannter Handlungsbedarf bezüglich den Intensitäten – gewünscht werden:

- Intensitätskriterien für den Transitbereich.
- Überprüfung der Praxistauglichkeit der aktuellen Kriterien zur Bestimmung der Intensität und Prüfen von geeigneteren Kriterien (z.B. Staudruck).
- Konkretisierung der Einteilung in Intensitätsklassen. Damit könnten die Unterschiede in den Beurteilungen reduziert werden.
- Präzisierungen der Abgrenzung zwischen spontanen Rutschungen und Hangmuren.

Fazit

Bei der Beurteilung von Hangmuren bestehen grosse methodische Unsicherheiten. Die Anwendung lässt viel Interpretationsspielraum zu, so dass bisweilen auch die klar definierten Grössen und Parameter sehr unterschiedlich ausgelegt werden. Dies führt generell zu stark

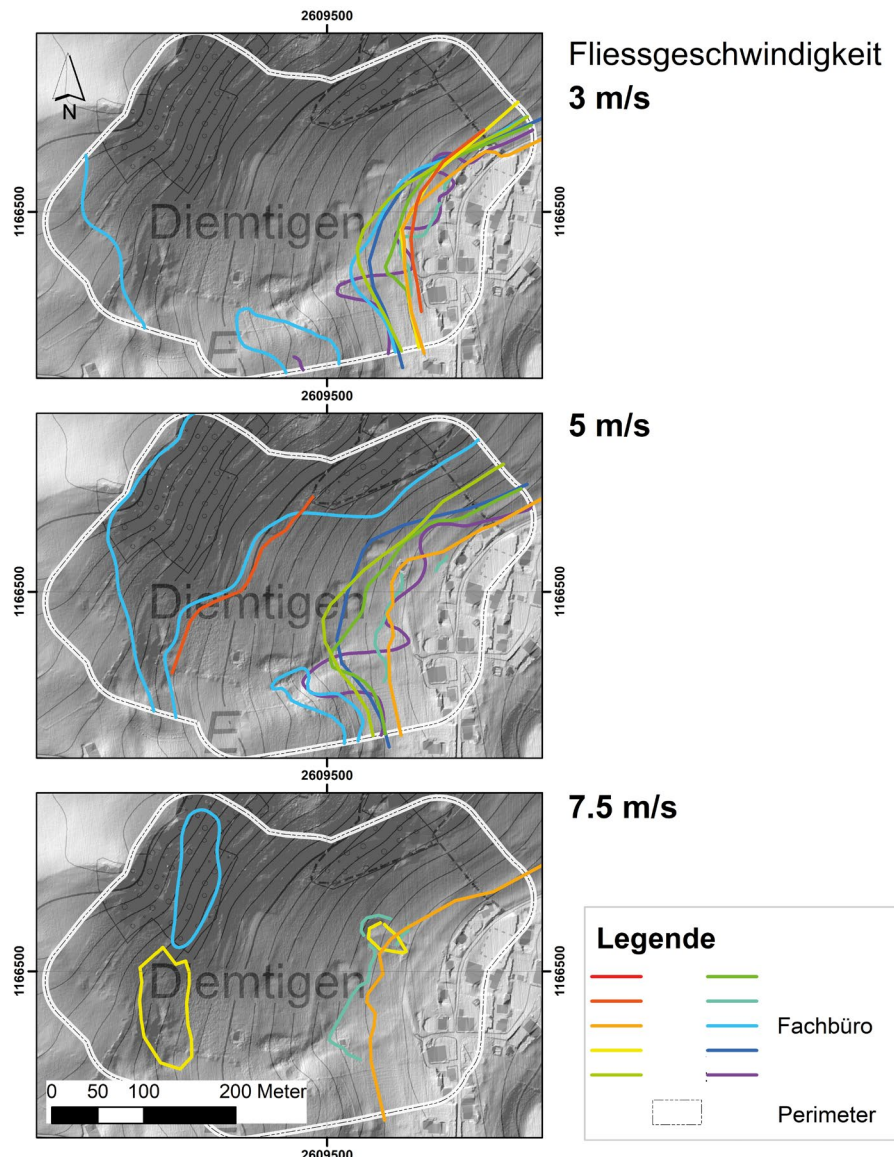


Abbildung 2: Streuberich der Ergebnisse für die Fliessgeschwindigkeit im Testgebiet Trogmatte für das 300-jährliche Szenario; dargestellt sind jeweils die Isolinien 3 m/s (oben), 5 m/s (Mitte) und 7.5 m/s (unten).

divergierenden Gefahrenbeurteilungen. Eine Präzisierung in der Methodik würde diese Differenzen verringern. Präzisierungen werden insbesondere bei der Bestimmung und Gewichtung der Grunddisposition sowie der variablen Disposition bzw. der Förderfaktoren verlangt; aber auch bei der Beurteilung der Intensität und Wahrscheinlichkeit sowie der daraus folgenden Szenarienburgung. In Abhängigkeit von der Geologie werden Referenzwerte für kritische Hangneigungen im Anrissgebiet, Reichweiten, Drücke und Fliessgeschwindigkeiten gewünscht. Die Berücksichtigung

des Niederschlags für die Szenarienburgung wäre fachlich korrekt, ist allerdings erst realisierbar, wenn verlässliche Korrelationen zwischen Niederschlag (inkl. Vorfeuchte) und Hangmurenauslösung für alle Regionen der Schweiz vorliegen. Die Datengrundlage lokaler Auswertungen wie z.B. die Ereignisanalyse 2005 (Rickli et al. 2005) ist hierfür nicht ausreichend.

Die jeweils unter Handlungsbedarf formulierten Punkte sind z.T. als Wünsche zu verstehen, im Wissen, dass nicht alle realisierbar sind. Die Variabilität im Prozessablauf sowie in

der Entstehung von Hangmuren ist sehr gross und die (hydro)geologisch-geotechnischen Untergrundverhältnisse bringen immer grosse Unsicherheiten mit sich. Referenzwerte werden hier kaum abschliessende Klarheit bringen. Auch bei einer weiteren Präzisierung der Methodik werden bei der Hangmurenbeurteilung künftig weiterhin sowohl ein fundiertes Prozessverständnis als auch die gutachterliche Expertise und Feldbegehungen unerlässlich sein.

Ausblick

Die Ergebnisse des Workshops bestätigen die erkannten Handlungsfelder des FAN-Herbstkurses 2019, bzw. unterstreichen diese mit einem sehr gut dokumentierten Beispiel. Es besteht Handlungsbedarf, die Methodik der Hangmurenbeurteilung zu präzisieren. Initiiert durch das BAFU, die FAN und die AGN hat am 7. Juni 2022 das FAN-Kleinforum «Gefahrenbeurteilung von Hangmuren» stattgefunden. Fachleute aus der Praxis, der Forschung und der Verwaltung evaluierten Handlungsfelder und diskutierten Prioritäten. In einem nächsten Schritt werden konkrete Aufträge formuliert und Arbeitsgruppen gebildet. Ziel ist, so bald wie möglich eine Praxisanleitung herauszugeben, welche das bereits vorhandene (aber verstreute) Wissen und die Erkenntnisse der laufenden Studien bündelt.

Dank

An dieser Stelle sei allen Teilnehmenden für die konstruktive Mitarbeit beim Workshop gedankt. Ohne ihr freiwilliges Engagement würden solche wertvollen Vergleiche nicht zustande kommen.

Literatur

Albaba, A., Günter, M., Hollard, N., May, D., Schaller, Ch., Schwarz, M., Stampfli, A., van Zadelhoff, F., Dorren, L. (2020): Analyse et modélisation de l'arrachement et

de la propagation des coulées de boue de versant. Rapport final du projet SlideForce.

Abt. Naturgefahren des Kt. Bern (2021): Aktennotiz Workshop Hangmuren vom 25. Oktober 2021. Unveröffentlichtes Dokument.

Abt. Naturgefahren des Kt. Bern (2021): Präsentation Workshop Hangmuren vom 25. Oktober 2021. Version 4. Unveröffentlichtes Dokument.

Abt. Strukturverbesserungen und Produktion des Kt. Bern (2018): Bodenkarte © Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern.

AGN (2016): Verbesserung der Hangmurenbeurteilung. Arbeitsbericht Phase 1., 91 S.

AGN (2004): Gefahreinstufung Rutschungen i. w. S. Arbeitsgruppe für Naturgefahren AGN. Arbeitsbericht zu Händen des BWG, Bern.

BAFU (2020): Naturgefahrenereigniskataster StorMe. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahregrundlagen/naturereigniskataster-storme.html

BAFU (2016): SilvaProtect-CH. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahregrundlagen/silvaprotect-ch.html

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, SLF (1984): Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. Eidg. Inst. f. Schnee- und Lawinenforschung, Bundesamt für Forstwesen, EDMZ, Bern. 42 S.

Bugnion, L., McArdell, B. W., Bartelt, P., Wenderler, C. (2012): Measurements of hillslope debris flow impact pressure on obstacles. *Landslides* 9:179-187.

Cohen, D., Schwarz, M. (2017): Tree-root control of shallow landslides. *Earth Surf. Dynam.*, 5, 451-477.

FAN (2019): Umgang mit spontanen Rutschungen und Hangmuren. Herbstkurs 2019. Kursunterlagen. 59 S.

Margreth, S. (2016): Ausscheiden von Schneegleiten und Schneedruck in Gefahrenkarten. *WSL Ber.* 47. 16 S.

Perla, R., Cheng, T., McClung, D. (1980): A Two-Parameter Model of Snow-Avalanche Motion. *Journal of Glaciology*, Bd. 26 (94), S. 197-207.

Rickli, Ch., Kamm, S., Bucher, H. (2005): Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Projektbericht Flachgründige Rutschungen.

WSL (2022): RAMMS – Rapid mass Movement Simulation. www.wsl.ch/de/services-und-produkte/software-websites-und-apps/ramms-rapid-mass-movement-simulation.html

WSL (2018): Datenbank flachgründige Rutschungen und Hangmuren www.wsl.ch/de/projekte/hangmurendatenbank.html

Empfehlung zur Beurteilung der Gefährdung an Hangkanten

Sara Montani (sara.montani@emchberger.ch)
Arbeitsgruppe Hangkante

Résumé

Un groupe de travail FAN dirigé par S. Montani et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) ont travaillé à partir de 2015 sur de nouveaux principes d'évaluation de la dangerosité sur les bordures de falaise. En 2020, l'OFEV, sous la direction de H. Raetzo, a soumis le projet du groupe de travail à une large consultation. La divergence des réactions couplée à la faible répartition spatiale du processus ont conduit la FAN à décider de ne pas formuler de recommandation. De son côté, l'OFEV a décidé de ne pas faire de publication d'exécution en raison de l'absence de consensus national sur le contenu.

Le présent article, en tant que documentation des travaux effectués, résume le contenu sur le thème des bordures de falaise. Il présente l'état des réflexions.

Zusammenfassung

Eine FAN-Arbeitsgruppe unter der Leitung von S. Montani und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) haben ab 2015 an neuen Grundsätzen zur Beurteilung der Gefährdung an Hangkanten gearbeitet. Mitglied der Arbeitsgruppen waren:

- Sara Montani (Leitung der Arbeitsgruppe, Vertreterin im FAN Ausschuss, ehemals Geotechnisches Institut AG)
- Kaspar Graf (Geotest AG)
- Ueli Gruner (Kellerhals + Haefeli AG)
- Klaus Louis (Louis Ingenieurgeologie GmbH)
- Benoît Mazotti (Amt für Wald, Wild und Fischerei, Kanton Freiburg)
- Hugo Raetzo (BAFU)

Im Jahr 2020 hat das BAFU unter der Leitung von H. Raetzo den Entwurf der Arbeitsgruppe in eine breite Vernehmlassung geschickt.

Die Divergenz der Rückmeldungen gekoppelt mit der geringen Verbreitung des Prozesses führten bei der FAN zum Entscheid, keine Empfehlung zu formulieren. Das BAFU hat seinerseits entschieden, keine Vollzugspublikation zu machen, da inhaltlich keine nationale Einigkeit vorliegt.

Der vorliegende Artikel fasst als Dokumentation der getätigten Arbeiten die Inhalte zum Thema Hangkanten zusammen. Er stellt den Stand der Überlegungen dar.

Einleitung

Felsstürze, Steinschläge und Rutschungen sind häufige Naturgefahren. Zu diesen geologischen Massenbewegungen gehören spezifische Prozesse, die eine Gefährdung an Hangkanten beeinflussen. Solche Gefahrenprozesse kommen in allen Landesteilen vor: im Alpenraum, an steilen Felswänden im Jura und sogar im Schweizer Mittelland. Betroffene Siedlungsgebiete im Mittelland liegen oft an Flüssen oder in Tälern mit steilen Flanken.

Die Beurteilung der Gefahren von Instabilitäten, bzw. von Abbrüchen von Fest- oder Lockergestein, an Hangkanten und der Einbezug dieser Prozesse in raumplanerische Tätigkeiten (z.B. bei der Erstellung von Gefahrenkarten) sind als neue Herausforderungen erkannt worden. Es gibt bis anhin wenig Erfahrungen, es fehlen konkrete Regeln und es liegen aufgrund der Seltenheit kaum Referenzen vor.

Es bestehen Analogien mit der durch Absenkung und Einsturz entstehenden Gefahr, mit Gefährdungsbildern, welche sich im Lockermaterial durch Ufererosion ergeben können oder auch mit spontanen Rutschungen, welche zum Wegfall von früher nutzbarem Grund führen. Gemeinsam ist diesen Prozessen, dass durch Einsturz oder durch den

Verlust der Scherfestigkeiten bei Fest- und/oder Lockergestein Infrastrukturanlagen oder Gebäude oberhalb der Hangkante beschädigt oder zerstört werden können.

Der Prozess Absturz an Hangkanten soll im Hinblick auf die spezielle Gefährdung der Oberlieger genauer beschrieben werden. Der unterliegende Transit- und Ablagerungsraum wird nicht in die Überlegung einbezogen, weil hier die bestehenden Beurteilungskriterien von Sturz- und Rutschprozessen gemäss der Vollzugshilfe des Bundes (BAFU, 2016) zur Anwendung kommen.

Gefahrenprozesse an Hangkanten

Die kontinuierliche Verwitterung, die Erosion oder der spontane Abbruch von Teilen einer Felswand können zu einer Destabilisierung der obliegenden Bereiche und zu Abstürzen oder Abgleiten von bislang als stabil betrachteten Bereichen führen. Erosionen und Verwitterungen treten gehäuft und intensiver in löslichen Felsformationen (wie Kalke, Gipse, Rauwacken) oder schlecht zementierten Formationen (z.B. Sandsteine) auf. Spontane Abbrüche von Felswänden können hingegen in jeder geologischen Formation auftreten. Für die Gefahrenbeurteilung an Hangkanten sind Erosion, Rutsch- und Sturzprozesse ausschlaggebend.

Sturzprozesse

Das Ablösen von Fest- und Lockergestein in steilem Gelände wird als Sturzprozess bezeichnet. Das Material stürzt mehrheitlich frei fallend oder springend in die Tiefe (s. Abb. 1). Grösse und Form der abstürzenden Blöcke werden vor allem durch die Struktur des Muttergesteins (Klüftung, Bankung, usw.) bestimmt. Klüfte und Bruchflächen nahe der

Felsoberfläche führen zu einer höheren Wahrscheinlichkeit von Sturzereignissen. Es handelt sich klar um spontane und schnelle Prozesse.

Gleitprozesse (Rutschungen)

Unter Gleitprozessen versteht man Bewegungen von Fest- und/oder Lockergestein (sowie Bodenmaterial) auf einer oder mehreren Gleitflächen (s. Abb. 2). Die Gleitprozesse an Hangkanten können spontan und mit hoher Geschwindigkeit abgehen.

Die hydrogeologischen Bedingungen respektive die Wasserverhältnisse im Untergrund und an der Oberfläche sind entscheidend im Hinblick auf den Mechanismus und die Rutschaktivität. Wichtig für das Prozessverständnis ist zudem die Unterscheidung von Rotationsrutschungen (mit konkaver oder kreisförmiger Bruchfläche) und Translationsrutschungen (Gleiten von Schichtpaketen entlang einer hangparallelen Schwächezone). In der Praxis sind häufig auch Mischformen anzutreffen.

Verwitterung / Erosion: Prozessdefinition und -abgrenzung

Verwitterung und Erosion von Fels und Lockermaterial (geologischer Untergrund), sind in exponierten Hanglagen besonders ausgeprägt (s. Abb. 3). Entsprechend ist die Gefährdung entlang der Hangkante durch das Fortschreiten dieser Prozesse zu berücksichtigen. Allerdings ist eine Unterscheidung von spontanen, schnellen und langsamen Prozessen nötig.

Verwitterung beschreibt die Alteration des geologischen Untergrundes unter dem Einfluss von Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre. Die Zersetzung bzw. Entfestigung von Gestein und Lockermaterial erfolgt durch physikalische, chemische und biologische Prozesse.

Bei der physikalischen Verwitterung ist insbesondere die Frostverwitterung zu nennen. An der Felsoberfläche spielt zudem die thermische Verwitterung eine Rolle. Die unterschiedliche Wärmeausdehnung bei täglichen

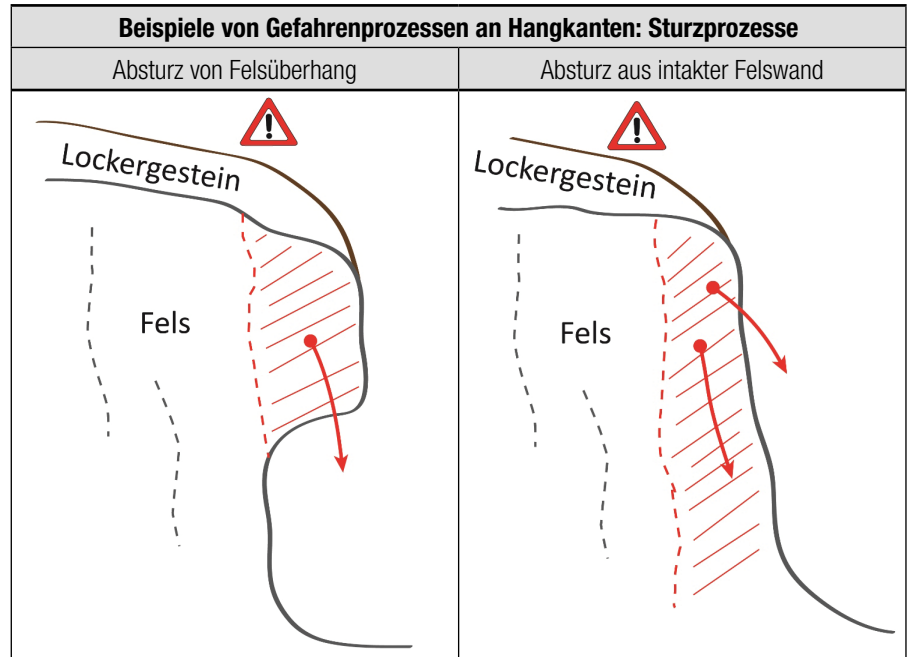


Abbildung 1: Sturzprozesse an der Hangkante mit potenziellen Bruchflächen (spontane Sturzprozesse).

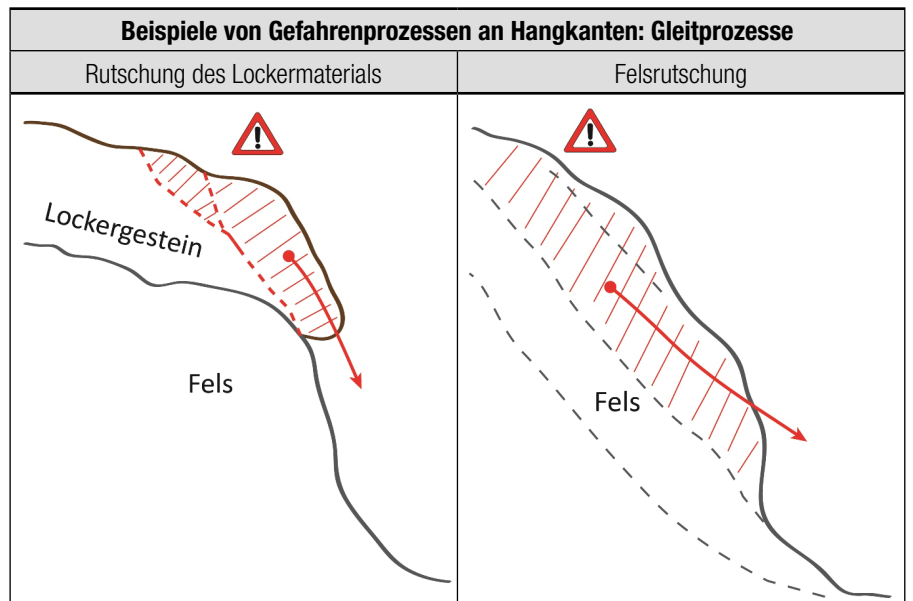


Abbildung 2: Gleitprozesse entlang von Gleitflächen an der Hangkante (spontane oder permanente Prozesse, mit oder ohne Beschleunigungen).

und saisonalen Temperaturschwankungen erzeugt Spannungen im mikroskopischen Gesteins- und makroskopischen Gebirgsgefüge, welche zu Deformationen und zum Bruch führen können. Bei der chemischen Verwitterung sind Lösungsprozesse spezifischer Minerale (Salze, Karbonate etc.) bedeutsam (z.B. Lösung der karbonatischen Matrix im Molasse-sandstein, Gipskarstbildungen). Dazu gehö-

ren auch Huminsäuren. Hangkanten sind der physikalischen und chemischen Verwitterung besonders ausgesetzt. Die Temperaturgradienten sind ausgeprägt, das Gestein ist stärker geklüftet und durchlässiger. Wurzeldruck und Eisbildung im Bereich von Hangwasseraustritten begünstigen die Verwitterung. Auch die Kristallisation von Mineralen beeinflusst die Verwitterung.

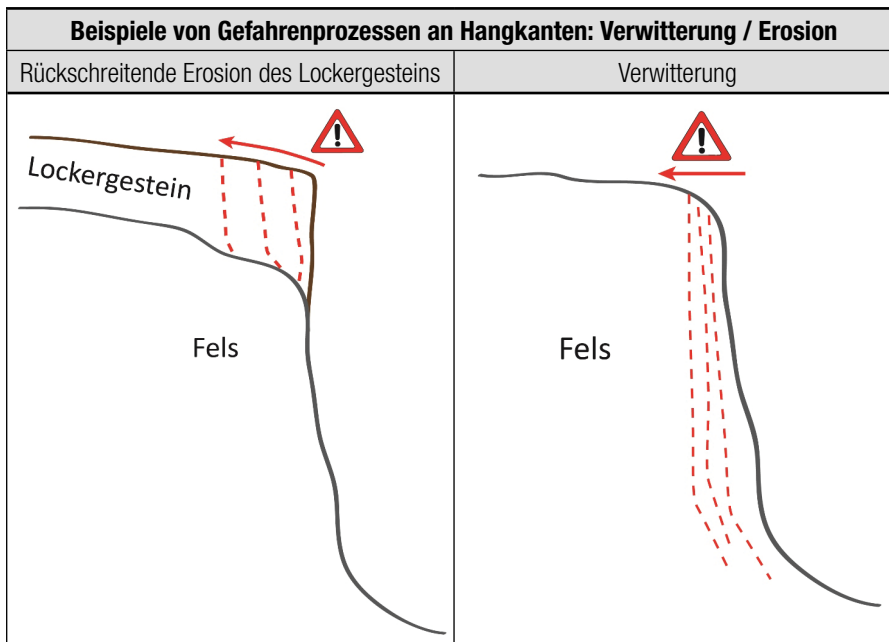


Abbildung 3: Verwitterungs-, Erosionsprozesse an der Hangkante (permanente Prozesse, mit oder ohne Bruch- und Trennflächen möglich).

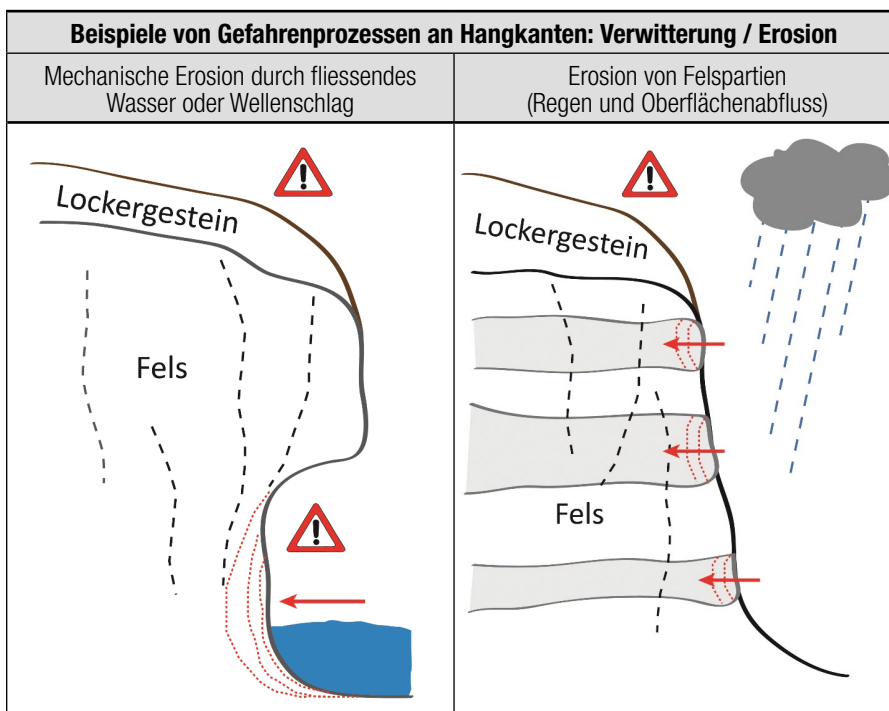


Abbildung 4: Verwitterungs-, Erosionsprozesse an der Hangkante (permanente Erosionen oder spontaner Abbruch als Folgeprozess möglich). Die mechanische Erosion durch fließendes Wasser (Bild links) steht auch im Zusammenhang mit der Gewässererosion, wenn sie lateral wirkt: Deshalb sind in diesen Fällen die Grundsätze der seitlichen Ufererosion an Fließgewässern zu beachten (FAN & KOHS, 2015).

Erosion beschreibt die Abtragung von Gestein oder Lockermaterial durch Wasser, Eis oder Wind. Über Hangkanten fließendes Wasser kann entlang bestehender Schwächezonen bevorzugt angreifen und Hangbereiche aus

dem Gebirgsverband herauspräparieren. Ein Beispiel hierfür sind etwa die Erosionsformen im Elbsandsteingebirge der sächsischen Schweiz in Deutschland.

Erosion am Hangfuß führt zu einem mo-

mentanen Ungleichgewicht und entsprechenden Nachrutschen von Lockergestein (z.B. auch bei einer Kolkbildung), bis sich ein für das Lockergestein natürlicher Böschungswinkel einstellt (Abb. 3). Im Fels erfolgen Ablösungen (Abbruch, Kippen) entlang von unterschrittenen steilstehenden Klüften und auch infolge Unterkolkung (Abb. 4).

Bei grossräumigeren und tiefgründigen Hanginstabilitäten kann die erosive Wirkung am Hangfuss auch tiefgründig vorhandene, versteckte Gleithorizonte aktivieren und/oder periodisch den bestehenden Wasserdruck ungünstig beeinflussen.

Bei Bauwerken im hochalpinen Gipfel- oder Gratbereich lassen sich zunehmend Foundations- bzw. Stabilitätsprobleme im Zusammenhang mit auftauendem Permafrost beobachten. Eisgefüllte Klüfte können beim Auftauen zu spontanen Abbrüchen führen.

Aktuelle Praxis der Kantone

Die durchgeführte Vernehmlassung hat bestätigt, dass der Prozess nur untergeordnet auftritt. Für die aktuelle Gefahrenbeurteilung wird in der Regel die Vollzugshilfe zur Berücksichtigung von Massenbewegungsgefahren (BAFU, 2016) verwendet. Dabei werden die definierten Prozesse, Rutschung, Sturz und Einsturz beurteilt. Eine Erhebung in den Kantonen hat gezeigt, dass für diese Beurteilungen erhebliche methodische Unterschiede bestehen. Für den Prozess kommen verschiedene Vorgehen zur Anwendung:

- Analogie mit anderen Prozessen wie Rutschung und Steinschlag und Ausscheidung als Anriss- resp. Liefergebiet
- Qualitative Beurteilung und Ausscheidung einer 5 m breiten Zone mit hoher Gefährdung (rot) an der Hangkante (Oberlieger).
- Quantitative Beurteilung gemäss Methodik im Kanton Freiburg (Mazotti & Eyer, 2012)

Tabelle 1 Kriterien und Auswirkungen für verschiedene Intensitäten

| Intensität | Prozess | Mögliche Auswirkungen |
|------------|--|--|
| stark | <ul style="list-style-type: none"> – Absturz oder Abgleiten von Gesteinsmassen für die massgebenden Szenarien – Massgebende Terrainbewegungen und differenzielle Verschiebungen vorhanden – Ungenügende Stabilitätsreserven | Substanzielle Beeinträchtigung von Gebäuden und Infrastrukturanlagen; Absenkung, Kippung, partieller oder totaler Einsturz von Gebäuden → Gefährdung von Personen |
| mittel | <ul style="list-style-type: none"> – Terrainbewegungen vorhanden – Geringe Stabilitätsreserven | Kleine Risse in Gebäuden und Leitungen; Tragstruktur funktionsfähig, Gebäudestabilität generell gewährleistet → Keine unmittelbare Lebensgefahr |
| schwach | <ul style="list-style-type: none"> – Terrainbewegungen möglich – Ausreichende Stabilitätsreserven | Leichte Gebäudeschäden (sehr kleine Risse), Gebäudestabilität in keiner Weise beeinträchtigt → Personen sind nicht gefährdet |

Einstufung der Gefahr

Die Einstufung (Eintretenswahrscheinlichkeit / Intensität) am Oberlieger erweist sich wegen folgenden Aspekten als schwierig:

- Beurteilung der Intensität: Meistens ist der fragliche Bereich von aussen nicht einsehbar. Die Oberfläche ist überwachsen und Klüfte sowie wasserführende Schichten sind nicht bis kaum zu kartieren. Bei der Verwitterung/Erosion fehlen Angaben wie Messungen, welche die Erosionsraten bestimmen lassen. Geologische Angaben oder Erkenntnisse zum Untergrund liegen meist nicht vor.
- Beurteilung der Eintretenswahrscheinlichkeit: Bei den Abbrüchen (Sturz oder Gleiten) handelt es sich um einen spontanen Vorgang. Eine Prognose der Wahrscheinlichkeit kann höchstens nach genaueren Abklärungen zum Innenleben des Standortes gemacht werden. Bei der Verwitterung wäre nach Kenntnis der Geschwindigkeit der rückschreitenden Erosion eine Einstufung denkbar.

Gefahrenkarte und Detailstudie (Bauprojektstufe)

In der Arbeitsgruppe wurde über den Sinn der Gefahrenbeurteilung nach den herkömmlichen Verfahren Gefahrenhinweiskarte (M1),

Gefahrenkarte (M2) und Detailstudie (M3) diskutiert. Für die Gefahrenhinweiskarte herrschte Einigkeit, dass sich die Gebiete mit Hangkanten bei diesem Massstab mit Rutsch- und/oder Steinschlaggebieten decken. Auch für die Gefahrenkarte (M2) können im Grundsatz die bekannten Prozesse gemäss Vollzugshilfe (BAFU, 2016) verwendet werden.

Tabelle 1 zeigt wie die Prozessintensitäten bestimmt werden können. Die Tabelle enthält Angaben über die Prozessintensitäten, die geologische Disposition und die Auswirkungen auf Gebäude sowie Infrastrukturen. Bei spontanen und permanenten Massenbewegungsprozessen sind unter Berücksichtigung der zeitlichen Variabilität der Prozessintensitäten die Szenarien festzulegen (Ab- oder Zunahme von Terrainbewegungen, Differentialbewegungen). Gemäss Vollzugshilfe des Bundes (BAFU, 2016) werden die Intensitäten für die Grundscenarien mit den 30-, 100- und 300-jährlichen Wiederkehrperioden definiert. Zudem soll ein Extremszenario abgeleitet werden.

Schwieriger gestaltete sich die Abgrenzung des zu betreibenden Aufwandes für die Bestimmung der Intensitäten. Er darf durch Risikoaspekte und die Verhältnismässigkeit beeinflusst sein und der Detaillierungsgrad der Studie ist abhängig vom Schadenpotential (z.B. Häuser, Strasse, Bahn).

Umgang mit Unsicherheiten

Die grössten Unsicherheiten in der Beurteilung eines Abbruches an der Hangkante liegen in der genauen Prognose des Zeitpunktes eines Ereignisses. Die Bestimmung ist umso schwieriger, wenn keine regelmässigen oder zu wenig aussagekräftigen Bewegungsmessungen vorliegen. Für eine Berechnung oder Abschätzung der vorhandenen Sicherheiten bezüglich Stabilität (felsmechanische Überlegungen) fehlen oftmals zuverlässige Grundlagen. Es braucht im Normalfall umfangreiche Sondierungen und Messungen, deren Erhebung bei der generell reduzierten Zugänglichkeit erschwert ist. Die Kosten eines solchen Untersuchungsprogramms können verhältnismässig gross sein. Sie sind abhängig von den geologischen Gegebenheiten und von den betroffenen Objekten. Eine phasengerechte und mit den Eigentümern bzw. mit den zuständigen Behörden abgesprochene Vorgehensweise ist notwendig.

Darstellung

Die Gefahrenkarten werden in einem Massstab 1:5'000 und 1:10'000 dargestellt. Beim Prozess Hangkanten sind die auszuscheidenden Flächen klein und in diesem Massstab nicht sichtbar. Es wird eine Darstellung im Massstab 1:1'000 oder 1:2'000 empfohlen.

Weiteres Vorgehen

Eine Weiterbearbeitung der Thematik ist vorläufig nicht geplant. Bei den Hangkanten handelt es sich um ein untergeordnetes Problem. Die Kantone und die Privatbüros können mit der Vollzugshilfe des Bundes (BAFU, 2016) die Beurteilungen vornehmen.

Literatur

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.

FAN, KOHS (2015): Beurteilung der Gefahr der Ufererosion an Fließgewässern. Verfügbar unter: <https://fan-info.ch/publikationen/weitere-publikationen/>

Köpfli, P., Louis, K. & Bart, R. (2012): Methodenentwurf Gefahrenbeurteilung an Geländekanten FAN-Agenda 2/2012.

Mazotti, B. & Eyer W. (2012): Méthode d'évaluation des surfaces exposées au danger d'effondrement en tête de falaise. FAN-Agenda 2/2012.



Hangkanten im Rutsch- und Erosionsgebiet Hexenrübi, Dallenwil NW. (Foto: Ch. Rickli, WSL)

Verjüngungsentwicklung in einem Gerinneeinhang-Schutzwald: limitierende und fördernde Faktoren

Alina Wittwer^{1,2} (alew@hispeed.ch)
 Monika Frehner¹ (monika.frehner@env.ethz.ch)
 Christian Rickli² (christian.rickli@wsl.ch)
 Frank Graf³ (graf@slf.ch)

¹ ETH Institut für Terrestrische Ökosysteme, Zürich

² Eidg. Forschungsanstalt für Wald-Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf

³ WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos

Résumé

La végétation au sol et la forêt protectrice réduisent les mouvements de terrain dans les pentes bordant les cours d'eau. Toutefois, les mouvements du sol s'opposent à l'apparition de la végétation et la mise en place d'un rajeunissement constitue un défi. Des modèles statistiques linéaires ont été utilisés pour déterminer quelles conditions topographiques et écologiques favorisent ou freinent le rajeunissement dans une surface étudiée du canton d'Obwald. Les résultats suggèrent qu'une humidité trop élevée du sol et des températures trop basses en juin sont des facteurs limitants. En outre, un degré de recouvrement élevé de la végétation au sol favorise l'apparition de ligneux. De même, les mesures d'aménagement telles que les seuils en bois et les trépiéds améliorent les conditions de rajeunissement.

Zusammenfassung

Die Bodenvegetation und der Schutzwald reduzieren Massenbewegungen in Gerinneeinhängen. Allerdings wirken die Bodenbewegungen dem Aufkommen der Vegetation entgegen und das Aufbringen von Verjüngung ist eine Herausforderung. Mit linearen statistischen Modellen wurde geprüft, welche topographischen und ökologischen Gegebenheiten in einer Untersuchungsfläche im Kanton Obwalden die Verjüngung begünstigen bzw. hemmen. Die Resultate legen nahe, dass zu hohe Bodenfeuchte und zu tiefe Junitemperaturen limitierend sind. Zudem fördert ein hoher Deckungsgrad der Bodenvegetation das Aufkom-

men von Gehölzen. Ebenso verbessern Verbaunungsmassnahmen wie Holzschwellen und Dreibeinböcke die Verjüngungsbedingungen.

Hintergrund

Im Kanton Obwalden dient der grösste Teil der Schutzwälder der Dämpfung von Hochwasserspitzen und der Verhinderung von flachgründigen Rutschungen (Kanton Obwalden 2017). Seit 2021 gilt gemäss «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald (NaiS)» (Frehner et al. 2005) das neue Anforderungsprofil «Gerinneprozesse», welches das bisherige Anforderungsprofil «Wildbach, Hochwasser» ersetzt. Der Gerinneeinhang umfasst den Schutzwald im Einzugsgebiet von Wildbächen ohne den Abflussbereich von Murgang und Hochwasser. Das minimale NaiS-Anforderungsprofil verlangt einen Deckungsgrad von mindestens 50 %, eine Lückengrösse von maximal 12 a und eine maximale Lückenlänge in Falllinie von 30 m (Frehner et al. 2005).

Rutschungen und Oberflächenerosion können die Ausgangslage für das verlangte Anforderungsprofil stetig verschlechtern. Diese Prozesse selbst verhindern also einen besseren Schutz vor weiteren Massenbewegungen, da sich kein entsprechender Schutzwald entwickeln kann. Die Kraut- und Gehölzvegetation kann in verschiedener Hinsicht Rutschungen und Oberflächenerosion vorbeugen. Sie reduziert durch Aggregatstabilisierung die Oberflächenerosion, verringert durch Wurzelverstärkung das Vorkommen von flachgründigen Rutschungen und beeinflusst

den Wasserhaushalt durch Evapotranspiration im Einzugsgebiet von mittel- bis tiefgründigen Rutschungen (Krättli und Schwarz 2015). Gemäss Untersuchungen von Mosimann (1984) sollten mindestens 70 % einer Erosionsfläche mit Bodenvegetation bewachsen sein, damit sich eine nachhaltige und schützende Pflanzendecke einstellen kann. Mit baulichen Massnahmen kann die Erosions- und Rutschungsanfälligkeit verringert und die Etablierung einer Vegetationsdecke gefördert werden. Technische Massnahmen betreffen den Wasserhaushalt sowie Hangstabilisierungen, zum Beispiel: Drainagen, Fassung von Hangwasser; Einbringen von Scherwiderständen durch Nägel, Anker oder Pfähle sowie Stützkonstruktionen wie Holzkasten oder Schwellen (BAFU 2016). Auch die Vegetation kann gezielt durch Ansaat oder Bepflanzung eingebracht werden.

Die Weiserfläche «Schildribi Rutsch» in Lungern (OW) wurde im Jahre 2020 zur genaueren Untersuchung und Dokumentierung ebendieser Kombination von Prozessen eingerichtet. Zwischen 1860 und 1912 lösten starke Unwetter Murgänge im betreffenden Einzugsgebiet aus (Hunziker et al. 2020). Die Fläche ist seither nur spärlich bewaldet. Nach ersten Aufforstungs- und Verbaumassnahmen anfangs 20. Jahrhundert wurden in den Jahren 1994-95 erneut Teilflächen verbaut. Dabei wurden auch Fichten, Lärchen, Bergföhren und Weidenstecklinge gepflanzt und eine Saatmischung ausgebracht. Trotzdem sind Verjüngung und Waldentwicklung



Abbildung 1: Die untersuchte Weiserfläche besteht aus verschiedenen Teilflächen, die im Einzugsgebiet des Dorfbachs oberhalb von Lungern OW liegen. Gelb sind die im Rahmen der Arbeit untersuchten Teilflächen (TF). Foto: Stefan Odermatt.

bis heute mangelhaft: die meisten Pflanzen und Stecklinge sind abgestorben oder weisen sehr geringe Zuwächse auf (wenige Zentimeter in 10 Jahren). Vergleichbare Problemstellungen treten in verschiedenen Regionen der Schweiz auf (Lateltin et al. 1997) und werden sich mit vermehrten Starkniederschlägen in Zukunft verschärfen. Anhand der Weiserfläche «Schildribi Rutsch» ging Wittwer (2021) deshalb folgenden Fragestellungen nach:

1. Bei welchen topographischen und ökologischen Gegebenheiten kommt Verjüngung auf?
2. Welche Faktorenkombinationen sind verjüngungsgünstig, welche nicht?
3. Ist ein Einfluss der getroffenen Verbauungsmassnahmen zu erkennen?
4. Welche weiteren Massnahmen sind aufgrund der Analyse zu empfehlen?

Untersuchungsgebiet und Methoden

Die Fläche «Schildribi Rutsch» befindet sich zwischen 1505 und 1565 Meter über Meer

(hochmontan) an einem NW-exponierten Hang. Von der bestehenden Weiserfläche wurden vier Teilflächen (TF) untersucht: TF 3, TF 4, TF 5 und TF 6, je ca. 0.3 ha gross (Abb. 1). Die Verjüngungsentwicklung wurde anhand von vier Zielvariablen charakterisiert: Präsenz einer Verjüngungspflanze, Höhe und Alter der Verjüngung, Deckungsgrad der Bodenvegetation. Um die relevanten Faktoren für die Verjüngungsentwicklung zu ermitteln, wurden insgesamt 16 erklärende Variablen erhoben. Diese betreffen die Topographie, die Geologie, das Licht, die Bodenvegetation, die Temperatur und weitere Faktoren (Abb. 2). Als Datengrundlage diente das digitale Terrainmodell (DTM) „swissALTI3D“ von swisstopo (2019) mit einer Auflösung von 0.5×0.5 m. Ebenfalls stand ein Vegetationshöhenmodell (VHM) aus dem Landesforstinventar zur Verfügung (LFI 2021). Zudem wurde eigens ein Orthofoto erstellt. Die Datenbeschaffung erfolgte einerseits in Feld- und Laborarbeit sowie andererseits mithilfe von GIS-Berechnungen.

Durch jede der vier Teilflächen führte ein

Begriffserläuterungen

NaiS und Weiserflächen

Die vom BAFU lancierte Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald (NaiS)» (Frehner et al. 2005) definiert die Qualitätsanforderungen an die Schutzwaldbewirtschaftung in der Schweiz. Teil davon ist auch die Einrichtung von Weiserflächen: eine saubere Dokumentation der Ausgangssituation eines Bestandes von ca. 1 ha Grösse. Jede Behandlung auf der Fläche wird dokumentiert und das Ziel ist, die gewonnenen Erkenntnisse (Hinweise) sinngemäss auf weitere Bestände mit ähnlichen Ausgangslagen anwenden zu können. Dank der Vernetzung über suissenais.ch können auch andere Forstbetriebe von den Erfahrungen profitieren.

Vegetationstyp und Zeigerpflanzen

Die Vegetation gibt Auskunft über die Standortverhältnisse, da gewisse Pflanzen besser oder ausschliesslich unter bestimmten ökologischen Gegebenheiten gedeihen und konkurrenzfähig sind (Ott et al. 1997). In Landolt et al. (2010) findet sich eine Zusammenstellung sogenannter „Zeigerwerte“ für einzelne Pflanzenarten. Auf einer Skala von 1 bis 5 wird angegeben, ob eine Art häufig bei trockenen bzw. feuchten, sauren bzw. basischen, nährstoffarmen bzw. -reichen oder schattigen bzw. sonnigen Bedingungen gedeiht. Ein Vegetationstyp wird als Gemeinschaft von Pflanzen definiert, unter Berücksichtigung ihrer Arten und Häufigkeit/Dominanz. Somit kann je eine durchschnittliche Feuchte-, Reaktions-, Nährstoff- und Lichtzahl pro Vegetationstyp berechnet werden.

Transekt. Entlang diesem wurde im Feld jede Verjüngungspflanze (total 674) aufgenommen und kartiert. Der Vegetationstyp und der

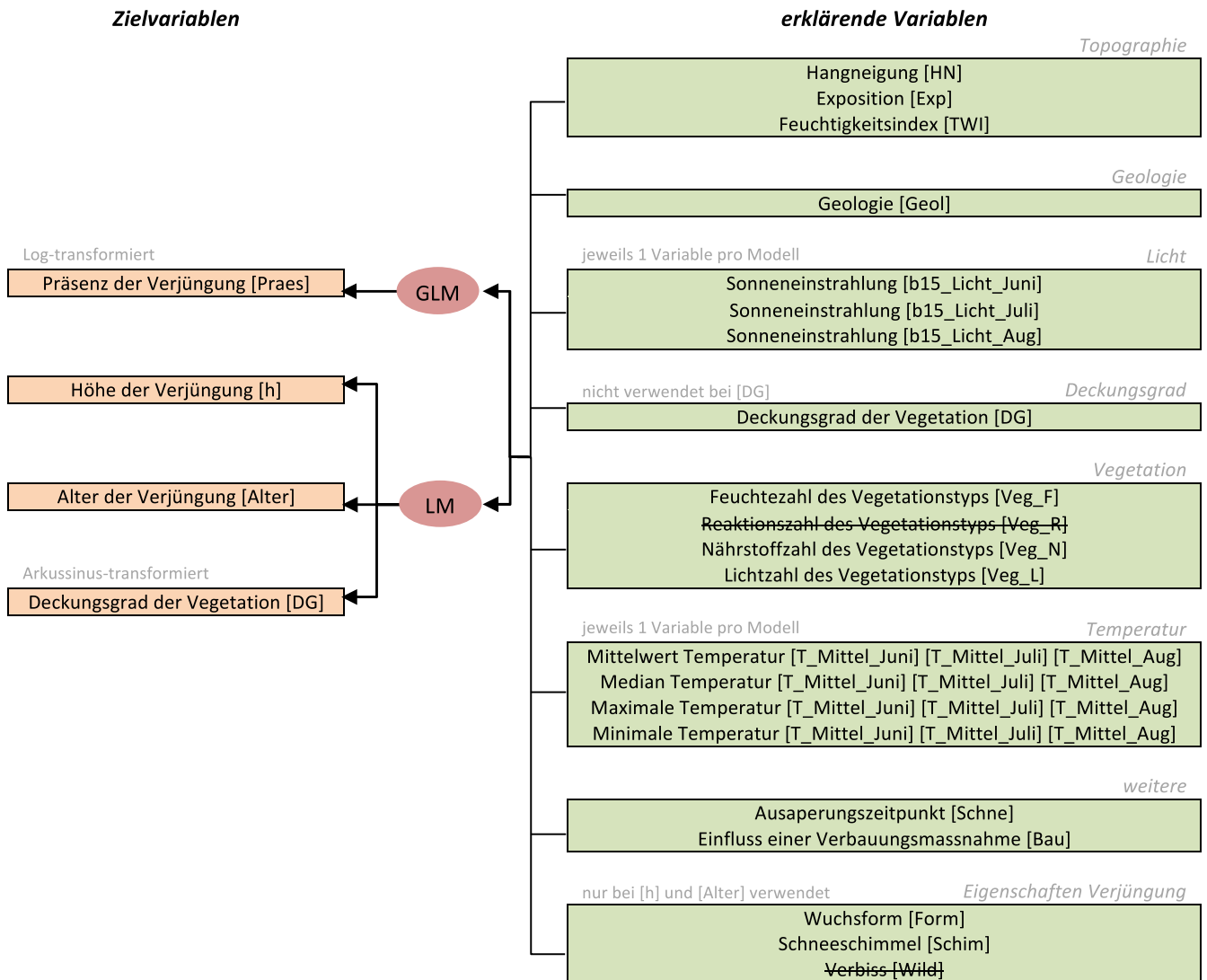


Abbildung 2: Um die Verjüngung zu beurteilen, wurden vier Zielvariablen anhand von (verallgemeinerten) linearen Modellen (GLM, LM) analysiert. Datengrundlage waren 16 erklärende Variablen. Die Variablen Veg_R und Wild wurden aufgrund von Korrelation bzw. tiefer Varianz aus den Modellen ausgeschlossen.

Deckungsgrad wurden ebenfalls im Feld bestimmt. Die Kartierung diente anschliessend der Zuordnung von topographischen Variablen, die aus dem DTM in GIS berechnet wurden: Hangneigung, Exposition und der Feuchtigkeitsindex TWI (Abb. 2). Auf Grundlage des DTM und VHM wurde auch die Sonnenscheindauer in GIS berechnet. Die Temperatur wurde mit Datenloggern während der Sommermonate Juni, Juli und August 2021 gemessen. Entlang jedes Transekts wurden die Datenlogger im Abstand von vier bis fünf Metern in einer Tiefe von 4 cm im Boden vergraben.

Die Auswertung erfolgte mit der Statistik Software R (R Development Core Team 2021)

mithilfe von verallgemeinerten linearen Modellen (GLMs). Für jede Zielvariable wurde das Modell mit dem besten Erklärungswert kombiniert mit dem kleinstmöglichen Variablen-Set gesucht, basierend auf dem AIC-Kriterium (tiefster Wert). Neben der statistischen Analyse wurden auch qualitative Analysen durchgeführt: Auf allen vier Teilflächen erfolgten je eine Bodenprofilansprache und eine Siebanalyse des Oberbodens (bis 5 cm Tiefe).

Resultate und Diskussion

Aufgrund der Beurteilung der Bodenprofile und der Siebanalyse handelt es sich bei den **Böden** in den Teilflächen um tonige Kiese mit

wenig Sand, was gemäss der Bodenklassifikation nach SN 670 010 (VSS 2011) einem GC-Boden entspricht. Trotz des hohen Kiesanteils von 30-50 % sind dies eher schlecht durchlässige Böden. Gemäss den **Vegetationstypen** ist der Standort im Allgemeinen mässig feucht, neutral bis basisch, mässig nährstoffarm und halbschattig. Die **Hangneigung** zeigt in den Modellen keine unterschiedlichen Einflüsse auf die Verjüngung, da die meisten Datenpunkte eine Hangneigung von > 30° aufweisen und somit in einem Bereich liegen, in welchem verstärkt mit Bodenbewegungen und -erosion zu rechnen ist. Die **Exposition** zeigt keinen Effekt.



Abbildung 3: Teilfläche 3 (links) mit geringem Vegetationsdeckungsgrad und Holzschwellen und Teilfläche 4 (rechts) mit entwicklungsfähiger Verjüngung. Aufnahme datum: 20.07.2020.

Kürzere **Sonnenscheindauer** begünstigt die Ansammlung von Verjüngung und Bodenvegetation, was im Zusammenhang mit dem oberflächennahen Feuchtigkeits-/Wasserhaushalt (verminderte Austrocknungsgefahr) stehen könnte. Die minimale Juni-**Temperatur** liegt überall unter der Grenze für gutes Wachstums (ab 14°C; Ott et al. 1997) und ist limitierend für das Höhenwachstum und Alter. Für die **Feuchtemessung** sind die Vegetationszeigerwerte geeigneter als der im GIS berechnete Feuchtigkeitsindex TWI. Dieser basiert einzig auf der oberflächlichen Topographie (DTM) und berücksichtigt die Wasserverteilung im Boden sowie Entwässerungsmassnahmen nicht. Zu hohe Feuchte hindert das Höhenwachstum und Alter ebenfalls. Zudem ist in diesem Zusammenhang auch der Deckungsgrad der Bodenvegetation geringer. Stellenweise verstärken Hangwasseraustritte die Bodenerosion.

In Abhängigkeit von Wurzelmorphologie und -architektur sowie der Mykorrhizierung kann geringe **Nährstoff**verfügbarkeit das Wurzelwachstum erhöhen und somit das Anwachsen von Keimlingen und Sämlingen begünstigen (Eissenstat et al. 2015). Hingegen war in den Modellen für den Deckungsgrad eine höhere Nährstoffverfügbarkeit förderlich, was der allgemeinen Annahme

entspricht, dass Nährstoffe hauptsächliche limitierende Wachstumsfaktoren sind. Ein höherer **Deckungsgrad** der Bodenvegetation ist anzustreben, da dieser positiv mit der Präsenz und der Höhe der Verjüngung korreliert. **Verformungen** (Schiefstellung, Biegung) und **Schneeschemmelschäden** treten vermehrt bei höheren und älteren Pflanzen auf, da kleinere Bäumchen flexibler oder zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits abgestorben sind. Der **Vergleich von Laubholz und Fichte** zeigt nur kleine Unterschiede. Es gibt Anzeichen dafür, dass die untersuchten Laubhölzer (Weiden, Grünerlen und Bergahorn) Bodenbewegungen besser ertragen als die Fichte.

Die **Verbauungen** wirken flächig. Da explizit an verjüngungsungünstigen Stellen verbaut wurde, ist es erfreulich, dass in der Umgebung von Holzschwellen nicht (mehr) signifikant schlechtere Verjüngungsbedingungen herrschen. In der unmittelbaren Nähe von Dreibeinböcken konnten sogar günstigere Bedingungen für das Höhenwachstum nachgewiesen werden.

Handlungsempfehlungen

Die Handlungsempfehlungen unterscheiden sich je nach Teilfläche. Die **TF 3** weist einen geringen Vegetationsdeckungsgrad auf (häufig < 40 %, vgl. Abb. 3). Dementsprechend

sind Bodenbewegungen zu vermeiden und die Vegetationsentwicklung möglichst nicht zu stören. Die Holzschwellen sind in dieser Hinsicht eine wirksame Massnahme. Die Ansammlung ist kein Problem. Der kritische Übergang liegt innerhalb des Anwuchses (bis 40 cm Höhe) bei der erfolgreichen Weiterentwicklung zum Aufwuchs. Dies spricht dafür, dass in der TF 3 gepflanzt werden sollte. Basierend auf den Modellrechnungen sind die wichtigen Bedingungen für Höhenwachstum und Altersentwicklung: nicht zu feucht, genügend Wärme (hohe minimale Junitemperatur) und hoher Deckungsgrad der Vegetation. Da dies den Standorten am Rand der TF 3 entspricht, könnte die Fläche vom Rand her mit Pflanzungen wieder bestockt werden. Zudem sollte die Fläche erneut angesät werden, beispielsweise mit der UFA-Saatgutmischung «Rüfe Sachseln» (Fenaco 2000) unter zusätzlicher Berücksichtigung von Arten mit hohem Transpirationspotential. Wichtig ist eine möglichst hohe funktionale Diversität der Pflanzen (Pohl et al. 2009).

In **TF 4** besteht kein Handlungsbedarf. Hier hat sich eine befriedigend dichte Verjüngung an Fichten und Bergföhren etabliert. Der Vegetationsdeckungsgrad beträgt fast überall 100 %.

In **TF 5** ist die Bodenvegetation gut de-

ckend und Bodenbewegungen sind weniger ein Problem. Eher sind es hier der Schnee, die tiefen Temperaturen sowie möglicherweise die Konkurrenz mit der Bodenvegetation, welche das Aufkommen von Naturverjüngung limitieren. Im Frühsommer 2021 wurden Tannen direkt vor der unteren Stütze der Dreibeinböcke gepflanzt. Tannen bilden im Vergleich zu Fichten tiefere Wurzeln (Kutschera und Lichtenegger 2013) und sind besser verankert. Zudem sind sie im Zuge des Klimawandels gegenüber Fichten zu bevorzugen (TreeApp 2021). Aufgrund der Lichtverhältnisse sind Pionierbaumarten hier weniger geeignet.

Die **TF 6** ist grösstenteils von Geröll bedeckt und nicht bestockbar. Am Rande ist der Deckungsgrad der Bodenvegetation hoch und auch die Lichtverhältnisse sind günstig. Eine fortschreitende Bestockung von der Rippe her scheint möglich. Pflanzungen sind hier im Gegensatz zur TF 3 nicht dringend. Hier werden keine Massnahmen getroffen, um die natürliche Entwicklung zu beobachten.

Im Rahmen der Beobachtung der Weiserfläche «Schildribi Rutsch» bietet es sich an, die Transekte weiterhin zu verwenden, um die Verjüngung aufzunehmen. Eine Kartierung der Bäumchen ist nicht mehr notwendig. Die (relative) Anzahl Bäumchen je Baumart, Höhe und Alter gibt für jede Teilfläche ausreichend Aufschluss über den Verjüngungszustand. Eine Zeitreihe und damit der Vergleich mit früheren Aufnahmen ermöglichen die fortwährende Analyse der Entwicklung des Verjüngungszustandes.

Fazit

Der Wald spielt eine zentrale Rolle in der Vorbeugung und Gefahrenreduktion bei Massenbewegungen. Hinsichtlich des neuen Anforderungsprofils für «Gerinneprozesse» ist es wichtig, die involvierten Prozesse wie Oberflächenerosion und Rutschungen sowie deren Zusammenhang mit der Verjüngungsentwick-

lung besser zu verstehen. In der Weiserfläche «Schildribi Rutsch» wird das waldbauliche Vorgehen längerfristig dokumentiert. Neben den bereits bestehenden Holzschwellen und Dreibeinböcken umfassen die Massnahmen eine Ansaat mit Bodenvegetation sowie die Pflanzung von geeigneten Baumarten. Zur Erfolgskontrolle im 10-Jahresabstand dient eine Aufnahme der Verjüngung entlang von Transekten.

Literatur

- BAFU (Hrsg.) (2016). Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinerschlag und Hangmuren. Umwelt-Vollzug, 1608, 98 S.
- Eissenstat D.M., Kucharski J.M., Zadworny M., Adams T.S., & Koide R.T. (2015). Linking root traits to nutrient foraging in arbuscular mycorrhizal trees in a temperate forest. *New Phytologist*, 208, 114-124.
- Fenaco. (2000). SPEZIALMISCHUNG Berwert Glaubenberg 2000. UFA-Samen PROFIL GRÜN, Leopoldstrasse 6, 6210 Sursee.
- Frehner M., Wasser B. & Schwitler R. (2005a). Nachhaltigkeit und Erfolgskontrollen im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU. 564 S. Neuauflage Anhang 1, Kapitel 5 unter www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/schutz-massnahmen/naturgefahren--biologische-massnahmen.html, Zugriff am 26. Oktober 2021.
- Hunziker U., Stalder S. & Schüpbach S. (2020). Weiserflächen-Netz Obwalden. Lungern Schildribi-Rutsch. Einrichtung 2020. <https://suissenais.ch/Detail.aspx?P=926>.
- Kanton Obwalden, Bau- und Raumentwicklungsdepartement (2017). Waldentwicklungsplan. Sarnen: Amt für Wald und Landschaft AWL. 76 S.
- Krättli W. & Schwarz M. (2015). Stabilisierung rutschender Hänge. Tagungsunterlagen. Plaffeien, 11.06.15 / Schüpfheim, 18.6.15 / Fideris, 25.6.15. Maienfeld: Fachstelle für forstliche Bautechnik Fobatec. 54 S.
- Kutschera L. & Lichtenegger E. (2013). Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher. 2. Auflage. Band 6. Graz und Stuttgart: Leopold Stocker. 604 S.
- Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmli W., Nobis M. et al. (2010). Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. 2. Auflage. Bern, Stuttgart und Wien: Haupt. 376 S.
- Lateltin O., Beer C., Raetzo H. & Caron C. (1997). Landslides in Flysch terranes of Switzerland: Causal factors and climate change. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 90, 401-406.
- LFI (2021). Vegetationshöhenmodell (VHM). Zugriff am 25.05.2021, www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/zustand/karten/gedoatenmodelle.html.
- Mosimann T. (1984). Das Stabilitätspotential alpiner Geoökosysteme gegenüber Bodenzerstörung durch Skipistenbau. Bd. XII, 167-176.
- Ott E., Frehner M., Frey H.-U. & Lüscher P. (1997). Gebirgsnadelwälder: praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Bern, Stuttgart und Wien: Haupt. 287 S.
- Pohl M., Alig D., Körner C. & Rixen C. (2009). Higher plant diversity enhances soil stability in disturbed alpine ecosystems. *Plant Soil*, 324, 91-102.
- R Development Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna and Austria. <https://www.R-project.org>.
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2011). Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Geotechnische Kenngrössen. 91. Normenlieferung, Zürich, 19 S.
- swisstopo (2019). Swisstopo. Zugriff am 25.05.2021, www.swisstopo.admin.ch/de/geodata/height/alti3d.html.
- TreeApp (2021). TreeApp. Zugriff am 11.11.2021, www.tree-app.ch
- Wittwer A. (2021). Verjüngungsentwicklung in einem Gerinneeinhang-Schutzwald: limitierende und fördernde Faktoren. Masterarbeit. ETH Zürich, WSL Birmensdorf, 43 S.

Outil de gestion intégré des risques: Evaluation de l'exposition du portefeuille bâtiments aux dangers naturels

Iacopo Aiolfi¹ (iacopo.aiolfi@ecoeng.ch)
Federico Ferrario¹ (federico.ferrario@ecoeng.ch)
Carmen Delia Vega Orozco² (Carmendelia.Vegaorozco@eca-vaud.ch)
Marc Choffet²

¹ EcoEng SA, 1816 Chailly-sur-Montreux, www.ecoeng.ch; info@ecoeng.ch

² Etablissement d'assurance contre l'incendie et les éléments naturels (VD), Division prévention, Pully

Zusammenfassung

Eine genaue Kenntnis des Immobilienportfolios ist von entscheidender Bedeutung, um die Präventionsmassnahmen der Kantonalen Gebäudeversicherungen gezielter auszurichten. Die ECA VD hat im Rahmen ihrer Strategie des integrierten Risikomanagements in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro EcoEng SA ein Instrument zur Analyse von Risiken im Zusammenhang mit Naturgefahren entwickelt. Dieses Tool ermöglicht es, das Ausmass und die Verteilung potenzieller Schäden über das gesamte Gebäudeportfolio zu beurteilen und eine Planung der Präventions- und Interventionsmittel durchzuführen. Dabei werden sowohl die gravitativen Naturgefahren als auch der Abfluss betrachtet.

Die aus dieser Analyse gewonnenen Ergebnisse haben sich in konkreten Fällen als nützlich erwiesen und ermöglichen es der Präventionsabteilung der ECA VD, Risikohotspots auf dem Gebiet zu lokalisieren und so ihre Aktionen gezielt auszurichten. Es wird jedoch beobachtet, dass nach den ersten Validierungen die berechneten Schadensbeträge nun weitgehend konservativ sind, insbesondere aufgrund des Oberflächenabflusses. Die Ergebnisse der Risikoanalyse sollten daher als Indikatoren für die Verteilung der Risikohotspots verwendet werden. Derzeit laufen weitere Entwicklungen des Tools mit dem Ziel, die Ergebnisse zu verfeinern und zusätzliche Gefahrentypologien (Feuer, Wind und Hagel) einzubeziehen.

Résumé

Une connaissance approfondie du portefeuille immobilier est essentielle pour mieux cibler les actions de prévention des établissements cantonaux d'assurance (ECA). L'ECA VD, dans le cadre de sa stratégie de gestion intégrée des risques, a développé un outil d'analyse des risques liés aux dangers naturels en collaboration avec le bureau d'ingénieurs EcoEng SA. Cet outil permet d'apprécier l'ampleur et la distribution des dommages potentiels sur la totalité du portefeuille bâtiments et d'effectuer une planification des moyens de prévention et d'intervention. Les dangers naturels gravitaires ainsi que le ruissellement sont considérés.

Les résultats obtenus par cette analyse ont démontré leur utilité dans des cas concrets, permettant au service de prévention de l'ECA VD de localiser les hotspots de risque sur le territoire et ainsi cibler leurs actions. Il est cependant observé, selon les premières validations, que les montants de dommages calculés sont à présent largement conservateurs, en particulier à cause de l'aléa du ruissellement. Les résultats de l'analyse de risque doivent donc être utilisés comme indicateurs de la distribution des hotspots de risque. Des développements supplémentaires de l'outil sont actuellement en cours dans le but de perfectionner les résultats et d'inclure des typologies de dangers supplémentaires (incendie, vent et grêle).

Introduction

Face à la montée en intensité des phénomènes naturels et aux ressources limitées pour y faire face, une priorisation des actions de prévention et d'intervention est indispensable. Cet article présente un outil d'analyse SIG mis en place par l'ECA VD afin d'estimer les dommages potentiels issus des dangers naturels auxquels le portefeuille immobilier est exposé.

Cet outil informatique/SIG permet en l'état actuel d'apprécier le risque lié aux dangers gravitaires (inondations, laves torrentielles, éboulements, effondrements, chutes de pierre, glissements de terrain spontanés/permanents, avalanches) ainsi que le risque lié à l'aléa du ruissellement.

Cette analyse répond à la volonté de l'ECA VD de jouer un rôle proactif dans la prévention des dangers naturels, matérialisé notamment par la récente création d'un fond financier d'incitation visant à stimuler la mise en place de mesures de protection par les propriétaires. L'évaluation de la vulnérabilité ainsi que le calcul et l'analyse du risque permettent d'identifier et de localiser les bâtiments prioritaires sur lesquels intervenir. Cet instrument est donc un support essentiel pour cibler les campagnes de prévention. Les résultats de l'analyse démontrent aussi son utilité en tant qu'aide à la décision pour les services d'intervention. Les épisodes de l'été 2021 en sont un exemple. Lors du débordement du lac de Neuchâtel, le service de prévention de l'ECA

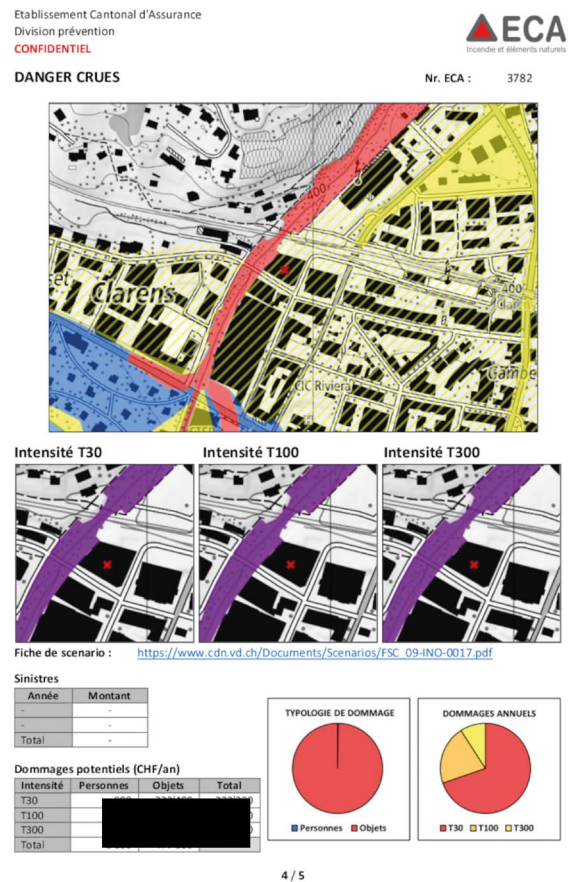
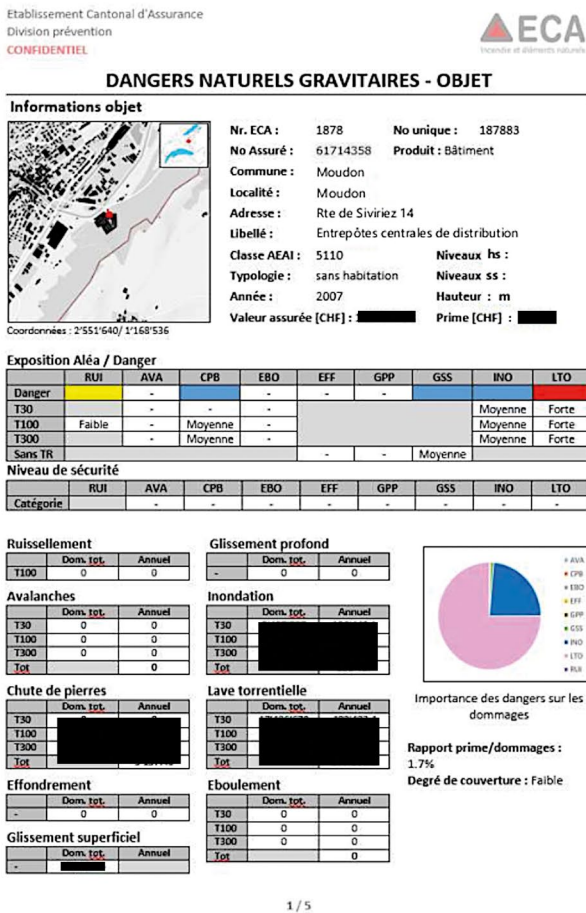


Figure 1: Exemple des tableaux de bord présentant des résultats de l'outil d'analyse de risque.

VD a pu fournir des données cartographiques et des informations concernant les objets sensibles potentiellement exposés dans le secteur.

L'outil a été conçu avec une structure modulaire et flexible, lui permettant d'évoluer selon les nécessités. L'intégration des risques d'incendies et météorologiques (grêle et vents) actuellement en cours en est un exemple. La méthodologie illustrée par la suite représente une implémentation développée d'un outil d'analyse similaire qui a fait l'objet d'une publication dans l'Agenda FAN en 2020 (EcoEng SA, 2020).

Méthodologie

Afin d'apprécier l'exposition des bâtiments aux dangers naturels, la définition classique du risque est utilisée (Risque = Aléa x Vulnérabilité). Les formules établies dans la plate-

forme de la Confédération EconoMe ont été utilisées comme base de travail.

L'analyse spatiale par le biais des SIG permet le croisement des données nécessaires à l'évaluation des risques. Ainsi, la surface au sol des bâtiments est croisée avec les cartes des intensités afin de définir l'exposition. Sur la base de l'intensité à laquelle un bâtiment est exposée et les caractéristiques de ce dernier, des coefficients de vulnérabilité et de létalité sont attribués. Ceux-ci sont ensuite appliqués à la valeur assurée du bâtiment et à la population qui l'exploite. Les données de l'OFS permettent d'estimer avec précision l'occupation de bâtiments, tant en termes de personnes y résidant qu'en nombre de travailleurs pour les bâtiments commerciaux, industriels et administratifs. La connaissance exhaustive de ces informations sont notamment cruciales pour la prévention et l'intervention. Il est donc pos-

sible de monétariser les dommages potentiels pour chaque typologie de danger.

Les informations nécessaires à l'analyse sont collectées auprès de plusieurs acteurs qui viennent compléter les données de l'ECA contenant des informations multiples (localisation, affectation, volume, valeur totale, année de construction, etc.). Les données utilisées proviennent de l'ECA VD (portefeuille), l'OFS (statistique de la population et RegBL) et le Canton de Vaud (cartes des dangers naturels et polygones de bâtiments de la mensuration officielle)

Les processus de géotraitement sont automatisés à l'aide d'un script Python intégré dans le logiciel ArcGIS PRO. Cette solution permet une grande flexibilité et agilité d'évolution en fonction des stratégies développées par l'ECA VD. L'automatisation et l'implémentation directe sur les serveurs de l'ECA rend

possible une mise à jour fréquente de l'analyse qui permet donc d'apprécier l'évolution temporelle du risque.

Résultats

Les résultats se présentent sous forme de points géoréférencés (bâtiments) contenant des informations concernant l'exposition et les dommages potentiels issus de chaque typologie de danger. Ces données peuvent ainsi être interrogées à l'aide de requêtes spatiales, ainsi qu'être affichées sur une carte ou résumées à l'aide de tableaux de bord, illustrés à la Figure 1.

Le calcul est appliqué à la totalité du portefeuille de bâtiments assurés et permet d'en ressortir des analyses spécifiques tel qu'illustré dans le Tableau 1. On peut observer que le risque lié au ruissellement est le plus important en termes de dommages potentiels, tant pour les coûts des dommages matériels que la perte de vies humaines. Cela est dû au grand nombre de bâtiments touchés par cet aléa, à savoir plus de la moitié du portefeuille assuré. Si l'on exclut l'aléa ruissellement, le risque le plus important est celui lié aux crues (14% du portefeuille touché), avec des dommages potentiels estimés de l'ordre de 94 millions de francs par an.

L'importance des inondations et du ruissellement mise en évidence par l'analyse est cohérente avec l'historique des sinistres enregistrés auprès de l'ECA VD (Tableau 2). Si l'on considère les données de la période 2010-2021, les coûts des dommages issus des inondations, crue et ruissellements confondus, s'élèvent au 24% des coûts totaux. Ce chiffre s'élève à 83% si on exclut les dommages liés aux orages et la grêle. Les montants estimés par l'outil, s'avèrent par contre largement surestimés.

Un cas d'étude a été analysé afin d'apprécier la validité de l'outil. L'épisode du débordement du ruisseau des Tollettes (à Blonay, VD) du 27 avril 2015 a été considéré.

Tableau 1: Aperçu des résultats de l'analyse à l'échelle du canton de Vaud. Nombre de bâtiments total du portefeuille 217'025. Valeurs arrondies. Les objets exposés à un danger résiduel ne sont pas considérés dans l'analyse.

| Danger | Nb. objets touchés ¹ | Pourcentage portefeuille | Montant annualisé des dommages [mio CHF] | | |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|--|-------------|----------------|
| | | | Biens | Personnes | Total |
| RUI | 116'190 | 53.5 % | 3'366.8 | 8.9 | 3'375.7 |
| INO ² | 30'940 | 14.3 % | 84.0 | 9.8 | 93.8 |
| EFF | 14'270 | 6.6 % | 17.2 | 0.0 | 17.2 |
| GPP | 14'720 | 6.8 % | 7.9 | 0.0 | 7.9 |
| AVA | 1'070 | 0.5 % | 2.4 | 4.7 | 7.1 |
| EBO | 210 | 0.1 % | 0.7 | 5.7 | 6.4 |
| GSS | 10'110 | 4.7 % | 3.7 | 0.8 | 4.5 |
| LTO | 1'170 | 0.5 % | 2.0 | 1.7 | 3.7 |
| CPB | 2'490 | 1.1 % | 0.2 | 0.5 | 0.7 |
| Total | | | 3'484.9 | 32.1 | 3'517.0 |

¹ Selon les cartes de danger et aléa ruissellement.

² Inondation par cours d'eau, le débordement des lacs n'est pas inclus, en raison de l'absence de cartes de danger officielles.

Tableau 2: Montant des sinistres du portefeuille immobilier remboursés par l'ECA VD, période 2010-2021. Les catégories ont été regroupées, en raison des imprécisions avérées dans la définition de la typologie de phénomène.

| Danger | Montant sinistres [mio. CHF] | Pourcentage sur le total |
|---|------------------------------|--------------------------|
| Grêle | 112.7 | 47 % |
| Inondation (par cours d'eau et par de l'eau stagnante) et ruissellement | 57.8 | 24 % |
| Ouragan | 55.3 | 23 % |
| Avalanches, poids excessif et glissement de neige | 9.5 | 4 % |
| Glissement de terrain, coulée de boue de versant | 2.0 | 1 % |
| Eboulement de rochers et chutes de pierres | 0.4 | 0 % |
| Autre | 0.2 | 0 % |
| Total | 237.8 | 100 % |

L'étendue de l'inondation illustrée à la Figure 3 a été estimée sur la base de l'emplacement des bâtiments sinistrés et sur l'analyse post événement effectuée par l'Unité des dangers naturels Canton de Vaud (2015). Ce périmètre se rapproche à celui prévu par la carte des intensités, pour un temps de retour de 30 ans. Effectivement la carte des intensités a été corrigée suite à cet événement. L'intensité prévue par la carte est essentiellement faible.

Les sinistres annoncés sont comparés avec les dommages calculés par l'outil (Tableaux 3 & 4). Seuls les dommages aux bâtiments sont analysés. Effectivement dans cet

épisode aucun mort n'est déploré, l'outil ne considère pas les personnes potentiellement blessées. Vue l'impossibilité de déterminer l'intensité effective qui a touché chaque objet, l'intensité définie par la carte des dangers est retenue (HQ30).

Si uniquement les bâtiments effectivement sinistrés sont considérés, on obtient des montants de dommages estimés de 3'811'000 CHF, avec un montant moyen de dommages de 158'800 CHF.

Le nombre de bâtiment sinistrés ainsi que la vulnérabilité sont largement surestimés par l'outil d'analyse. Les vulnérabilités moyennes,



Figure 2: Inondation Rte du Village, Blonay, source : site web commune de Blonay.

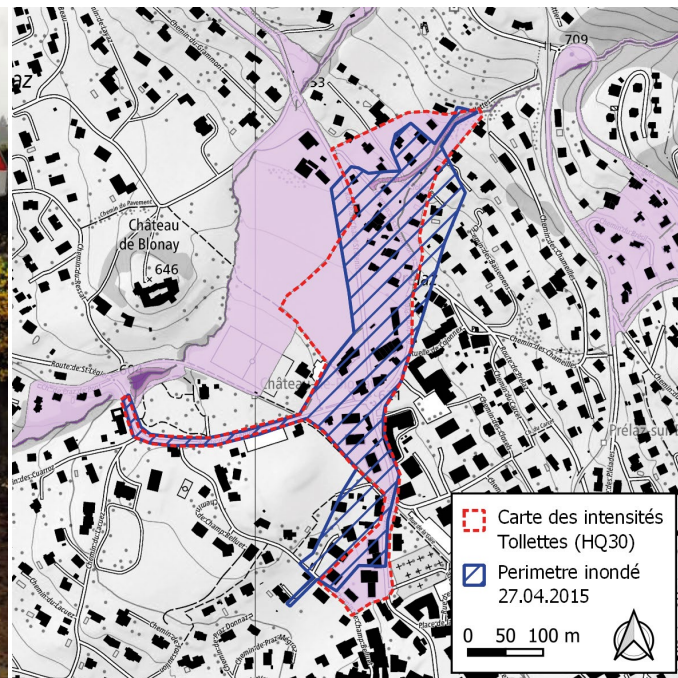


Figure 3: Périmètre d'étude et périmètre inondé le 27.04.2015, Blonay, ruisseau des Tollettes.

Tableau 3: Résumé des sinistres annoncés.

| Intensité selon la carte | Nb. objets réellement sinistrés | Montant total effectif [CHF] | Montant moyen [CHF] | Vulnérabilité moyenne réelle ¹ [%] |
|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------|---|
| Faible | 24 | 315'350 | 13'140 | 0.85 |
| Nulle ² | 10 | 144'950 | 14'500 | 1.84 |
| Total | 34 | 460'300 | 13'540 | 1.14 |

¹ Rapport entre montant du sinistre et valeur assurée.

² Objets sinistrés se trouvant en dehors du périmètre d'inondation défini par la carte des intensités HQ30.

Tableau 4: Résumé des sinistres prévus par l'outil pour une inondation HQ30.

| Intensité selon la carte | Nb. objets potentiellement sinistrés | Montant total estimé [CHF] | Montant moyen [CHF] | Vulnérabilité moyenne estimée ¹ [%] |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------|--|
| Faible | 74 | 8'077'700 | 109'400 | 10.00 |
| Forte | 1 | 57'400 | 57'380 | 50.00 |
| Total | 75 | 8'135'000 | 108'700 | 10.53 |

¹ Selon les valeurs de vulnérabilité EconoMe.

définies sur la base des dommages effectifs, ne dépassent pas 1.2% de la valeur assurée, contre 10.5% estimé par l'outil d'analyse de risque. Cela n'est pas étonnant, considérant qu'actuellement dans l'outil aucune protection à l'objet n'est considérée. L'influence des spécificités du bâtiment (rehaussement des ouvertures, présence d'un sous-sol, valeur

immobilière par étage, etc.) ne sont à l'heure actuelle pas considérées non plus. La précision des cartes d'intensités a aussi un impact important sur les résultats de l'analyse, définissant la vulnérabilité et les bâtiments potentiellement touchés.

Conclusion

L'outil d'analyse représente un instrument de planification utile aux politiques publiques de prévention. Les résultats sont à considérer comme des montants indicatifs, permettant d'observer les tendances et d'identifier les hotspots sur le territoire. On remarque, sans surprise, que les caractéristiques propres de chaque bâtiment sont extrêmement importantes pour la définition de la vulnérabilité. L'étude de cas a effectivement mis en évidence que les montants des dommages estimés par l'outil, sont largement influencés par les coefficients de vulnérabilité retenus et la précision des cartes d'intensité. Il est donc essentiel de profiter des visites dans le terrain des inspecteurs de l'ECA VD ou des informations issues du processus CAMAC (Centrale des autorisations en matière de construction) afin d'affiner l'analyse et d'intervenir sur le coefficient de protection, qui est une variable de la formule du risque permettant d'atténuer la vulnérabilité. Un perfectionnement de l'outil est ainsi actuellement en cours. D'autres typologies de sinistres (grêle et vent), sont aussi en cours d'intégration.

Cet outil présente l'avantage de s'appuyer sur des concepts (formules) acceptés à l'échelle nationale et sur des données disponibles sur l'ensemble du territoire. Il permettrait donc d'effectuer des comparaisons entre cantons. La construction de l'outil sous forme de script Python permet de disposer d'un outil transparent et facilement adaptable aux particularités cantonales et précisions des données.

Contact

EcoEng SA

Iacopo Aiolfi
Rue de la Combe 2, 1816 Chailly sur Montreux
info@ecoeng.ch

ECA VD

Carmen Delia Vega Orozco
Avenue Général-Guisan 56, 1009 Pully
Carmendelia.Vegaorozco@eca-vaud.ch

Bibliographie

EcoEng SA (2020): Analyse de risque pour les services de secours : Une aide pour la priorisation des interventions. Agenda FAN 1/2020.

Unité des dangers naturels Canton de Vaud (2015): Rapport de terrain après les inondations du 27 avril 2015.



Hochwasser im Berner Marziliquartier, Juli 2021. Foto: Martin Rickenbacher.

Ein Aufruf an unsere Mitglieder

Un appel à nos membres

Un appello ai nostri membri

Benutzerdaten kontrollieren und wenn nötig überarbeiten

Vermehrt konnten FAN-Agenden oder Rechnungen von der Post nicht zugestellt werden. Du bist als FAN-Mitglied selber für die Aktualität deiner Daten verantwortlich. Bitte logge dich auf der FAN-Homepage ein und überprüfe deine Benutzerdaten, ergänze auch die Angaben zur Aus- und Weiterbildung sowie die Tätigkeiten. Ziehst du um oder ändert sich dein Arbeitgeber, vergiss bitte nicht diese Informationen in deinem Profil anzupassen. Zudem hast du die Möglichkeit für die Rechnungsstellung eine separate Adresse zu hinterlegen (z.B. die Adresse deines Arbeitgebers).

Hier findest du eine Anleitung mit den wichtigsten Funktionen: Logge dich unter <https://fan-info.ch/login/> ein und scanne anschliessend den QR-Code. Falls du Fragen hast, melde dich bitte beim Sekretariat.

Contrôler les données des utilisateurs et les modifier si nécessaire

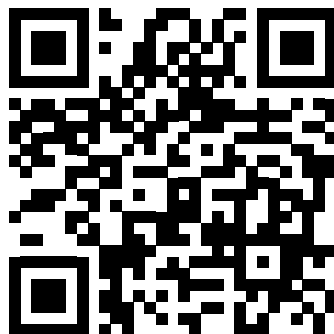
De plus en plus souvent, des FAN-Agenda ou des factures n'ont pas pu être envoyés par la poste. En tant que membre de la FAN, tu es responsable de l'actualisation de tes données. Connecte-toi sur la page d'accueil de la FAN et vérifie tes données d'utilisateur, complète également les informations relatives à ta formation et à tes activités. Si tu déménages ou si ton employeur change, n'oublie pas de modifier ces informations dans ton profil. Tu as également la possibilité d'indiquer une adresse séparée pour la facturation (par ex. l'adresse de ton employeur).

Tu trouveras ici des instructions sur les principales fonctions : connecte-toi sur <https://fan-info.ch/login/> et scanne ensuite le code QR. Si tu as des questions, n'hésite pas à contacter le secrétariat.

Controllare i dati utente e correggerli se necessario

La FAN-Agenda o le fatture della FAN spesso non vengono consegnati dalla posta. In qualità di membro della FAN, sei responsabile dell'aggiornamento dei tuoi dati. Collegati alla homepage della FAN e controlla i tuoi dati utente, completando anche le informazioni sull'istruzione, la formazione e sulle attività. Se ti trasferisci o se il tuo datore di lavoro cambia, non dimenticare di modificare queste informazioni nel profilo. È inoltre possibile inserire un indirizzo separato per la fatturazione (ad esempio, l'indirizzo del proprio datore di lavoro).

Qui troverai le istruzioni per le funzioni più importanti: collegati a <https://fan-info.ch/login/> e poi scansiona il codice QR. Per qualsiasi domanda, si prega di contattare la segreteria.





Interview zum Cengalo-Bergsturz 2017 mit Christian Garmann, Kommunikationsbeauftragter im Gemeindeführungsrat von Bregaglia. Foto: © Gian Ehrenzeller.