

Herausforderungen für Forschung, Praxis und Gesellschaft im Umgang mit klimabedingten Naturrisiken – Fallbeispiel Haslital (Kanton Bern)

Die geomorphologischen Prozesse im Spreitgraben in der Gemeinde Guttannen BE veranschaulichen auf eindrückliche Weise die Auswirkungen der Klimaänderung, die seit etwa 30 Jahren immer wieder und in den letzten 10 bis 15 Jahren verstärkt in der alpinen Kryosphäre zu beobachten sind. Die zahlreichen Murgänge, die zwischen 2009 und 2011 im Spreitgraben aufgetreten sind, wurden durch Veränderungen der Permafrostverhältnisse am Ritzlihorn ausgelöst. Seit 2012 ist die Zahl der Murgänge zwar zurückgegangen, eine erneute Intensivierung der Murgänge – möglicherweise in kleinerem Ausmass – wird aber erwartet. Die enormen Geschiebeablagerungen in der Aare sowie die sich ständig ändernde Gefährdung von Siedlungen und Infrastrukturanlagen stellen hohe Ansprüche an das Gefahren- und Risikomanagement. Das im Jahre 2009 installierte Überwachungs- und Frühwarnsystem konnte durch die hohe Ereignisdichte bereits mehrmals auf seine Funktionalität geprüft und verbessert werden. Für den raumplanerischen Umgang mit diesen Risiken fehlten allerdings entsprechende Instrumente. Entscheidungsträger auf den Stufen Kanton und Gemeinde sind gefordert, zielführende Lösungskonzepte zu entwickeln, die den vorhandenen Unsicherheiten Rechnung tragen und zu einer Akzeptanz der notwendigen Anpassungsmassnahmen an der Basis führen.

Isabelle Kull (GEOTEST AG), Markus Zimmermann (NDR Consulting GmbH und Universität Bern)

Die Gemeinde Guttannen im östlichen Berner Oberland liegt auf rund 1050 Metern über Meer und ist umgeben von hohen Bergen. Naturgefahren sind ein wichtiger Bestandteil der Dorfgeschichte. Der grosse, nach der letzten Eiszeit entstandene Schuttkegel, an dessen Fuss sich Guttannen befindet, zeugt von wiederkehrenden Murgang-, Lawinen- und Sturzablagerungen vergangener Zeiten.

In den Jahren 2009 und 2010 ereigneten sich am Ritzlihorn (3263 m ü. M.), das sich westlich des Dorfes Guttannen befindet, grosse Felsstürze. Diese lösten im Murgangsystem Spreitgraben wesentliche Veränderungen in der Entwicklung der Prozesse aus und führten kurzfristig zu einem Systemwechsel: Während Murgänge bisher selten waren, ereigneten sich seit diesen Felsstürzen jährlich wiederkehrende Murgänge bisher ungekannten Ausmasses. Zwischen 2009 und 2011 wurden dadurch insgesamt rund 650 000 Kubikmeter Schutt – darunter riesige Felsblöcke – in der Aare abgelagert (GEOTEST 2012). Massive Erosionen auf dem Kegel und enorme Auflandungen im Talboden gefährdeten Infrastruktur und Siedlungsgebiet. Seit 2012 ist die Murgangaktivität wieder auf normalem Niveau.

Auslösende Prozesse und Prozessketten am Ritzlihorn

Die markante Nordflanke des Ritzlihorns, die aus stark verschieferten und verwitterungsanfälligen Gneisen besteht, befindet sich im Permafrost, wie die Hinweiskarte der potenziellen Permafrostverbreitung in der Schweiz zeigt

(BAFU 2005; Gruber 2012). Dies haben Feldbeobachtungen und Messungen der Basistemperatur der Schneedecke bestätigt. Mit grosser Wahrscheinlichkeit lag das Auslösegebiet der Felsstürze im degradierenden Permafrost (Hasler et al. 2011). Die ersten Murgänge entstanden in den frischen Felssturzablagerungen und verursachten auf dem Kegel des Spreitgrabens eine starke Tiefenerosion. Durch die Murgänge haben sich unter den Firnfeldern am Kegelhals Abflusskanäle ausgebildet, in denen es zu Verklausungen kam. Durchbrüche solcher Verklausungen verstärkten die Erosion, die durch die Murschübe ausgelöst wurde. Durch die mechanische Zertrümmerung und Unterspülung des Firns wurde dieser über weite Strecken aufgerissen, bis er schliesslich ganz kollabierte und auf diese Weise neue erosionsanfällige Geschiebeherde freilegte.

Das bis anhin schneebedeckte und stellenweise gefrorene Lockergestein war nun der direkten Witterung und Wärmeeinträgen ausgesetzt, was die Geschiebeverfügbarkeit zusätzlich erhöhte. Ein schneearmer Winter (2010/2011) sowie hohe Lufttemperaturen und Starkniederschläge im Sommerhalbjahr 2011 haben zum weiteren Zerfall und damit zur Freilegung der Gräben beigetragen, die teilweise seit Jahrzehnten (allenfalls seit Jahrhunderten) firnbedeckt waren.

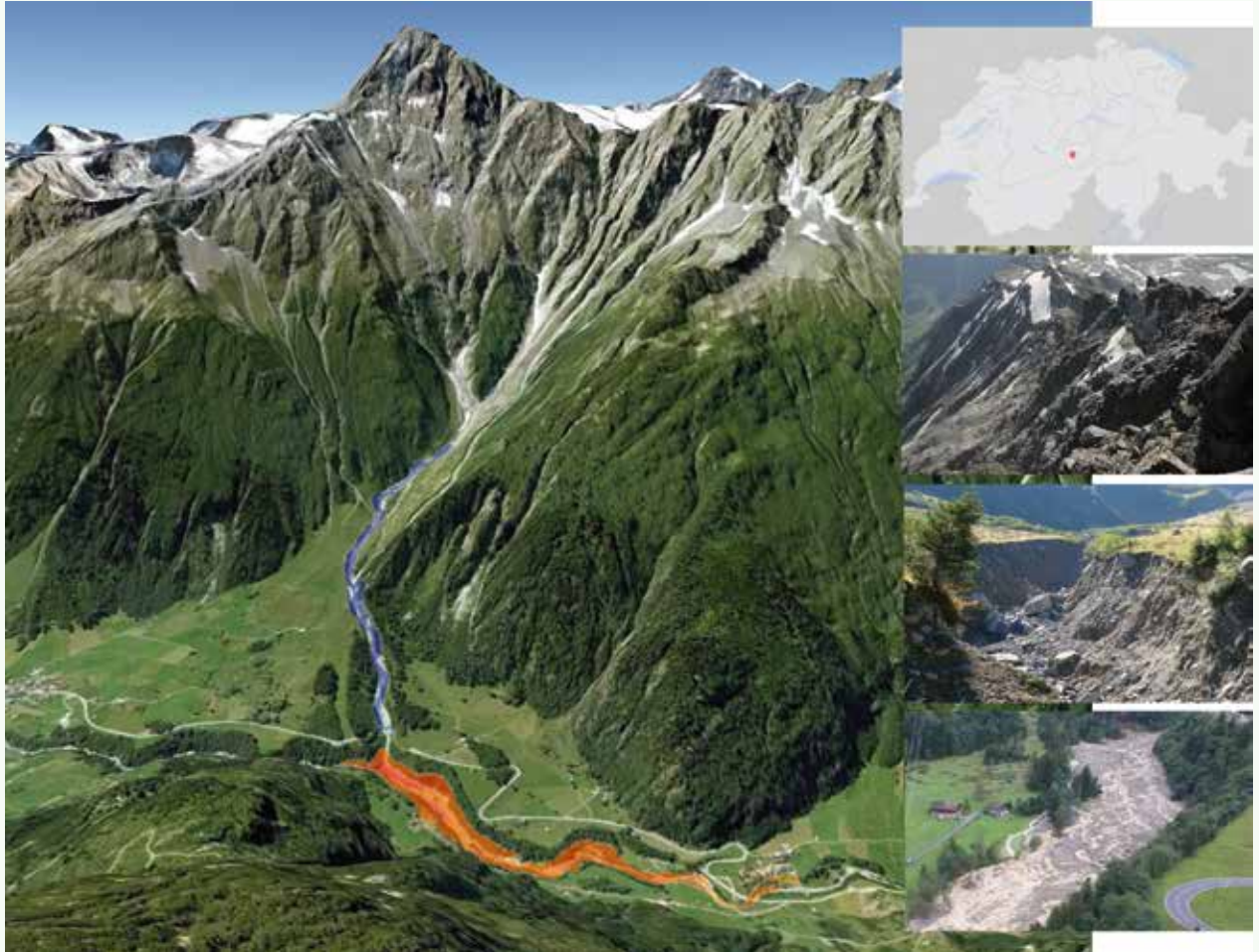


Abbildung 2.1: Ritzlihorn mit Spreitgraben und den bisherigen Erosions- (blau) und Ablagerungsgebieten (orange). Rechts: Illustrationen entlang des Grabens. (Quelle: GEOTEST 2012)

Meteorologische Faktoren, die Murgänge auslösten

Zu den wichtigsten meteorologischen Einflussfaktoren, welche die Murgänge ausgelöst hatten, gehörten neben den unmittelbaren Niederschlägen insbesondere die Schneemenge, die Lufttemperatur und die Wassersättigung des Substrats. Diese Faktoren hatten einen hohen Einfluss auf die Permafrost- und Firnschmelze im Einzugsgebiet und damit auf die Verfügbarkeit von leicht mobilisierbarem Geschiebe.

Neuartige Prozesskette – vermutlich durch Klimaänderung ausgelöst

Bei dieser Prozesskette handelt es sich um ein aussergewöhnliches, vermutlich klimabedingtes Phänomen, für das man im Spreitgraben bisher keine historische Parallele kennt. Das periglazial geprägte Murgangssystem scheint

nicht nur auf klimatische Veränderungen im Sinne von Extremereignissen zu reagieren, sondern insbesondere auch auf schleichende Temperaturveränderungen, die durch den Klimawandel bedingt sind und zu einer Degradation von Permafrost und Firn führen.

Der Spreitgraben ist kein Einzelfall: Im gegenüberliegenden Einzugsgebiet der Rotlouwi haben meteorologische Extremereignisse 2005 und 2011 zu grossen Murgängen geführt. Auch im zentralen Alpenraum konnte während der bekannten Unwetterereignisse 1987 eine Intensivierung der Murgänge durch Permafrostdegradation festgestellt werden (Zimmermann & Haeberli 1992).

Sowohl die Murgänge des Spreitgrabens als auch jene der Rotlouwi zeigen auf, dass Murgangssysteme je nach Charakter des Einzugsgebietes ausgesprochen sensitiv auf klimabedingte Prozessveränderungen reagieren. Dies konnte auch im zentralen Alpenraum während der Unwetter-

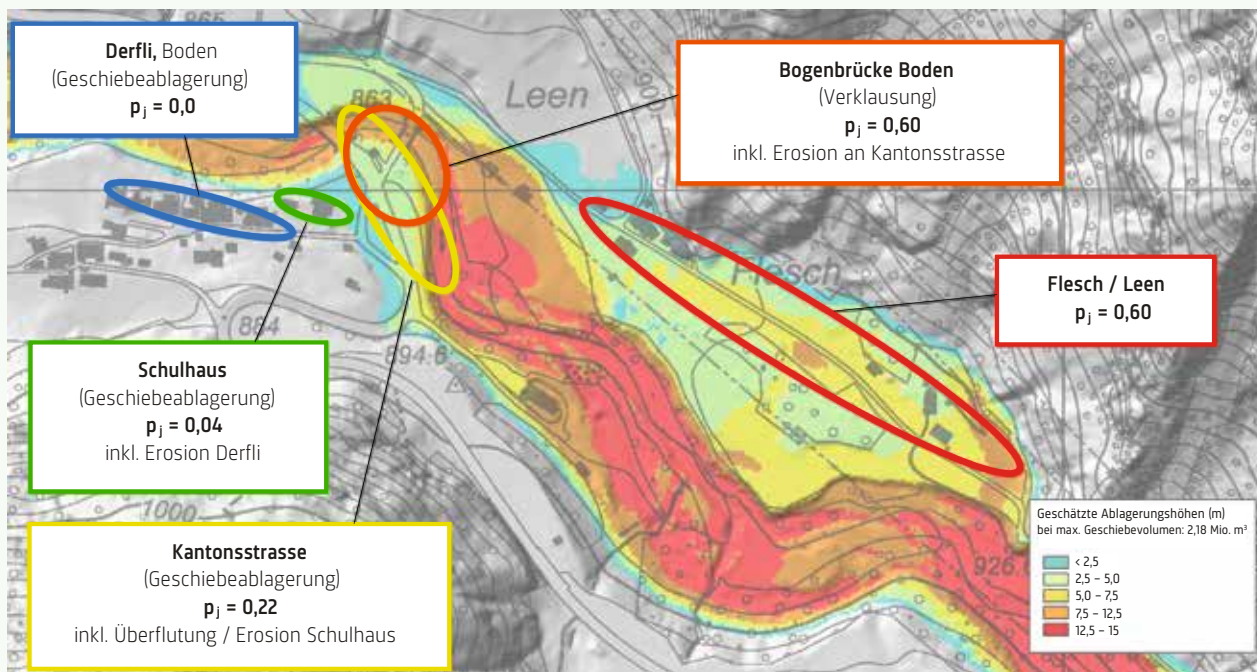


Abbildung 2.2: Prognostizierte Prozess- und Schadenswahrscheinlichkeit p_j für verschiedene Objekte innerhalb eines Zeithorizonts von 25 Jahren. (Quelle: GEOTEST 2012)

ereignisse 1987 festgestellt werden (Zimmermann & Haeberli 1992).

Auswirkungen und Anpassungen

Während der drei Ereignisjahre von 2009 bis 2011 waren im Bereich der Kantonsstrasse von Guttannen sowohl die Lawinengalerie als auch die internationale Gasleitung wiederholt durch Kolkbildung und Blockdurchschläge bedroht. Ein Wohnhaus und ein Stall, die sich unmittelbar gegenüber der Einmündung des Spreitgrabens in die Aare befanden, wurden akut durch Murgänge bedroht; das Wohnhaus stammte aus dem 18. Jahrhundert und lag bisher rund 20 Meter über dem Flussbett der Aare. Weiter talauswärts legten Murgänge und Hochwasser die Gasleitung frei und gefährdeten diese. Die Murgangablagerungen in der Aare kamen im letzten Ereignisjahr bedrohlich nahe an die ARA Guttannen und an einen Mast der Hochspannungsleitung. Überdies führten Auflandungen in der Aare im Abschnitt der Häusergruppen von Flesch, Leen und Boden – die sich rund einen Kilometer unterhalb der Mündung des Spreitgrabens in die Aare befinden – zu erhöhten Hochwasserrisiken.

Umfangreiche Schutzmassnahmen umgesetzt

Um die Gefährdung in den Griff zu bekommen, wurden für die oben erwähnten Schadenpotenziale umfangreiche Schutzmassnahmen umgesetzt: Als erste Massnahme wurde ein hochtechnologisiertes Frühwarn- und Alarmsystem für den Strassenbetrieb, die Baustellen im Unterlauf und für betroffene Anwohner aufgebaut. Auch im Bereich des Kolkes unterhalb der Lawinengalerie und Transitgasleitung konnte die Bachsohle nach mehreren Stabilisierungsversuchen im Winterhalbjahr 2010/2011 aufgefüllt und mittels eines Färrichs, einer Struktur aus Stahlträgern und grossen Blöcken, stabilisiert werden. Im Jahr 2011 mussten die akut bedrohten Gebäude gegenüber der Einmündung aufgegeben werden. Die Personen wurden umgesiedelt, die Gebäude abgebrochen. Als weitere Schutzmassnahme wurde die Gasleitung im Bereich der Einmündung des Spreitgrabens in die Aare mit viel Aufwand auf die gegenüberliegende Talseite verlegt. Es wurden Dämme aufgeschüttet, um die ARA vor den immer weiter vordringenden Murgangablagerungen und vor lokaler Erosion zu schützen.

Die Anpassungen an die bisherigen Prozessveränderungen haben Kosten von rund 50 Millionen Franken verursacht, davon alleine 34 Millionen für die Sicherheit der Gasleitung. Sollten erneut Ereignisse in der Grössenordnung der Ereignisse von 2010/2011 stattfinden, könnten weitere Siedlungsteile von Guttannen (Flesch, Leen und

Boden) wie auch die Kantonsstrasse im Ablagerungs- und Erosionsbereich der Murgänge zu liegen kommen; dies würde weitere Anpassungsmassnahmen bedingen und grosse Kosten für Private und die öffentliche Hand verursachen.

Handlungsstrategien im Umgang mit klimabedingten Prozessveränderungen

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel ist zu erwarten, dass sowohl die Häufigkeit als auch die Intensität und die räumliche Ausdehnung von Prozessen, wie sie im Spreitgraben stattgefunden haben, weiter zunehmen werden.

Auch in anderen Gebieten können ähnlich wie im Haslital neue Prozessabläufe und Gefährdungsbilder entstehen. Deren mögliche Auswirkungen sind aus heutiger Sicht schwierig abzuschätzen, da sie oftmals ausserhalb der historischen Erfahrung liegen. Die grossen Schwierigkeiten liegen bei der Definition von Szenarien, Ereigniskaskaden, Gefährdungsbildern und letztlich von Gefahren und Risiken. Die Komplexität der Wechselwirkungen, die fehlenden historischen Parallelen und der landschaftsverändernde Charakter von klimabedingten Prozessveränderungen machen es schwierig, deren künftige Eintrittswahrscheinlichkeiten zu bestimmen. Aufgrund dieser Unsicherheiten war es bisher nicht möglich, für die potenziellen Prozessräume im Gebiet von Guttannen/Boden eine Gefahrenbeurteilung im Sinne einer Gefahrenkarte vorzunehmen. Es wurde stattdessen primär mit Worst-Case-Szenarien operiert. Ohne Gefahrenkarte war es für die Gemeinde jedoch schwierig, den baurechtlichen Umgang mit Bauten im Gefahrengebiet zu regeln oder grundsätzliche Entscheide zur zukünftigen Nutzung dieses Gebiets zu treffen.

Lösungsansatz

Im Sinne eines neuen Umgangs mit solchen klimabedingten Unsicherheiten und Risiken wurde für Guttannen ein Lösungsansatz ausgearbeitet, der auf unterschiedlichen Eintrittswahrscheinlichkeiten von Prozessen, Prozessentwicklungen (Kaskaden) und daraus resultierenden Schäden basiert (GEOTEST & NDR 2014). Die Prozesswahrscheinlichkeiten basieren dabei auf möglichen Kombinationen von Prozessabläufen.

Dieses Vorgehen soll ermöglichen, für potenziell gefährdete Objekte die Schadenswahrscheinlichkeit innerhalb eines festgelegten Zeitraums abzuschätzen. Im Falle von Guttannen umfasst der Zeitraum ungefähr 25 Jahre, basierend auf der Amortisationsdauer von Umbauten an Gebäuden.

Ziel dieser Betrachtung ist, lokalen und kantonalen Behörden wie auch Versicherungen Grundlagen zur Verfügung zu stellen, die für Planungsentscheide (z. B. für Raumplanung und Infrastrukturentwicklung) und für die Versicherung von Gebäuden und Anlagen notwendig sind.

Je nach prognostizierter Prozess- und Schadenswahrscheinlichkeit im Siedlungsgebiet gibt es verschiedene Möglichkeiten des raumplanerischen Umgangs mit der Gefährdung: Aussiedlung bei sehr grosser Gefährdung (bereits angewandt bei der Häusergruppe gegenüber der Einmündung des Spreitgrabens), eine eingeschränkte Siedlungsentwicklung bei einer mittleren Gefährdung oder eine uneingeschränkte Siedlungsentwicklung bei sehr geringer Gefährdung.

In Guttannen wurde die wahrscheinlichkeitsbasierte Analyse für drei verschiedene Häusergruppen und einen Zeithorizont von 25 Jahren vorgenommen. Die Resultate der Analyse ergaben, dass

- bei zwei Häusergruppen (Flesch und Leen) mit einer erhöhten Schadenwahrscheinlichkeit von 60 Prozent zu rechnen ist. Das heisst aber auch, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 40 Prozent in den nächsten 25 Jahren keine Schäden auftreten.
- bei der Kantonsstrasse die Schadenwahrscheinlichkeit bei 22 Prozent liegt.
- bei zwei Objekten (Schulhaus) mit einer geringen Schadenwahrscheinlichkeit (0,04 Prozent) zu rechnen ist.
- im Derfli (Weiler Boden) im Moment mit keinen Schäden gerechnet werden muss.

Die Resultate der Analyse sind auf der Karte in Abbildung 2.2 räumlich dargestellt.

Referenzen

- BAFU (2005) *Hinweiskarte der potenziellen Permafrostverbreitung der Schweiz*. www.bafu.admin.ch/naturgefahren
- GEOTEST (2012) *Guttannen, Murgang Spreitloui – Analyse und Prognose*. Bericht Nr. 1409237.3.
- GEOTEST, NDR (2014) *Guttannen, Spreitgraben – Ereigniswahrscheinlichkeiten*. Grundlagen für eine Risikoevaluation. Bericht Nr. 1414046.1.
- Gruber S (2012) *Derivation and analysis of a high-resolution estimate of global permafrost zonation*. In: Bamber L, Gruber S, Gudmundsson GH, Van den Broeke M (eds.), *The Cryosphere* 6: 221–233.
- Hasler A, Gruber S, Haeberli W (2011) *Temperature variability and offset in steep alpine rock and ice faces*. In Bamber L, Gruber S, Gudmundsson GH, Van den Broeke M (eds.), *The Cryosphere* 5: 977–988.
- Zimmermann M, Haeberli W (1992) *Climatic change and debris flow activity in high-mountain areas*. A case study in the Swiss Alps. *Catena Supplement* 22: 59–72.