

Oberflächenabfluss – von der Gefährdung zum Risiko

Anna Fehlmann, Rouven Sturny, Govert Verhoeven, Rolf Weingartner, Andreas Paul Zischg

Zusammenfassung

Die Gefährdung durch Oberflächenabfluss hat sich zu einem landesweiten Problem entwickelt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Gefährdung in Zukunft eher zunehmen wird. Das Mobiliar Lab für Naturrisiken der Universität Bern hat eine Übersicht zum Schadenpotenzial durch Oberflächenabfluss in der Schweiz erstellt. Sie basiert auf der nationalen «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss» und bezieht sich auf Gebäude, Personen und Beschäftigte, die potenziell vom Oberflächenabfluss betroffen sind. Die Ergebnisse helfen den Gemeinden, ihre generelle Gefährdungssituation einzuschätzen und dienen als Ausgangspunkt für weiterführende Untersuchungen. Die Ergebnisse der Analysen verdeutlichen die dringende Notwendigkeit, den Oberflächenabfluss in die Risikobewertung von Überschwemmungen einzubeziehen.

Résumé

Le risque de ruissellement est devenu un problème national. On peut présumer que ce risque va plutôt augmenter à l'avenir. Le Laboratoire Mobilière sur les risques naturels de l'Université de Berne a établi une vue d'ensemble du potentiel de dommages dus au ruissellement en Suisse. Elle se base sur la carte nationale « Carte de l'aléa ruissellement » et se réfère aux bâtiments, aux habitants et aux employés qui sont potentiellement touchés par le ruissellement. Les résultats aident les communes à évaluer leur situation générale en matière de danger et servent de point de départ à des études plus approfondies. Les résultats des analyses mettent en évidence le besoin urgent d'inclure le ruissellement dans l'évaluation des risques d'inondation.

weiter in den Vordergrund. Diese Karte zeigt die Flächen in der Schweiz, die bei sehr seltenen Niederschlagsereignissen mit Wiederkehrperioden von 100 und mehr Jahren potenziell von Oberflächenabfluss betroffen sein könnten und visualisiert die zu erwartenden Fließwege und Fließstiefen (Bild 1).

Basierend auf der «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss» hat das Mobiliar Lab für Naturrisiken der Universität Bern eine Analyse des Schadenpotenzials erstellt (oberflaechenabfluss.hochwasserrisiko.ch). Dabei werden – in Analogie zum Tool «Schadenpotenzial Hochwasser» (Mobiliar Lab, 2018) – Gebäude, Personen und Beschäftigte betrachtet. Konkret wird für jede Schweizer Gemeinde die Anzahl der durch Oberflächenabfluss potenziell betroffenen Gebäude bestimmt und diese in Relation zur Gesamtzahl aller Gebäude in einer Gemeinde gesetzt. Zusätzlich werden die Gebäude, die sowohl von Oberflächenabfluss als auch durch Hochwasser gefährdet sind, besonders betrachtet. Darüber hinaus wurden die Bauzonenreserven jeder Gemeinde hinsichtlich des Risikos durch Oberflächenabfluss bewertet.

Die Ergebnisse besitzen einen hohen Praxisbezug. Sie unterstützen beispielsweise Gemeinden, das Schadenpotenzial des Oberflächenabflusses, also mögliche Schäden sowohl in der Gegenwart als auch in

1. Einleitung

Oberflächenabfluss entsteht durch Regenwasser, das bei intensiven Niederschlägen nicht in den Boden eindringt, sondern über die Oberfläche abfließt. Er stellt ein in der Schweiz bisher unterschätztes Risiko dar. Obwohl auf Oberflächenabfluss mehr Fälle von Überschwemmungsschäden als auf Hochwasser in Fließgewässern und an Seen zurückzuführen sind (Bernet et al., 2017), schreiben nur wenige Kantone Schutzmassnahmen vor, um die Schäden durch Oberflächenabfluss zu minimieren. Es muss davon ausgegangen werden, dass die vom Oberflächenabfluss ausgehende Gefahr durch den Klimawandel und die zunehmende Versiegelung des Bodens weiter zunimmt.

Der Oberflächenabfluss hat seit der Jahrtausendwende verstärkt Beachtung gefunden (Bernet et al., 2017). Verschiedene, teil-

weise verheerende Ereignisse wie jenes in Zofingen im Jahr 2017, trugen zur Sensibilisierung für den Oberflächenabfluss bei. Die Veröffentlichung der «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss» (BAFU, 2018) im Jahr 2018 rückte den Oberflächenabfluss



Bild 1: Ausschnitt aus der «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss», Orvin im Kanton Bern (BAFU, 2018).

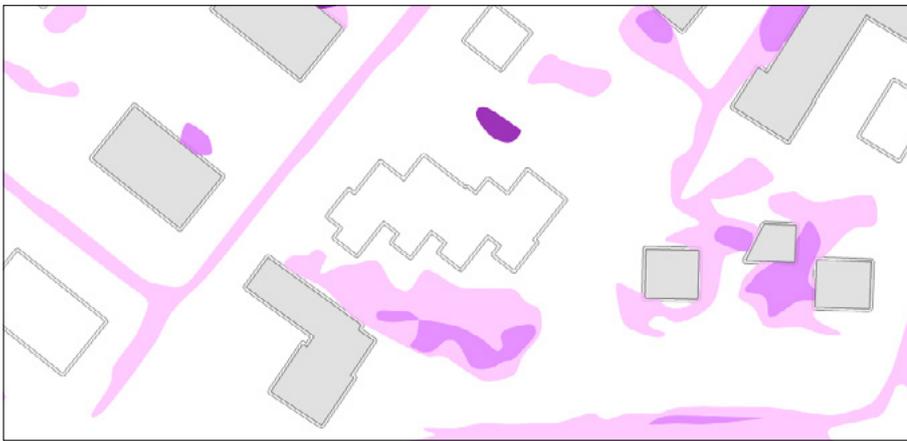


Bild 2: Beispiel einer Überlagerung der Gebäudegrundrisse inklusive Puffer mit der «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss». Gebäude im Grauton: durch Oberflächenabfluss gefährdet; restliche Gebäude nicht gefährdet.

der Zukunft, besser einzuschätzen. Diese Kenntnisse bilden den Ausgangspunkt zur Entwicklung von Strategien, um das Risiko durch Oberflächenabfluss sowie das Gesamtrisiko durch Überschwemmungen wirksam zu reduzieren.

2. Methodik

2.1 Aufbereitung der Gebäudeinformationen

Zur Herleitung des Schadenpotenzials sind Informationen zu den Gebäuden, welche im Gefahrenbereich des Oberflächenabflusses liegen, essentiell. Sie lassen sich aus dem «Topografischen Landschaftsmodell der Schweiz» (swissTLM3D) herleiten. Die Gebäudewerte werden nach der Methodik «Basis Kanton» von Röthlisberger et al. (2018) ermittelt. Für die Berechnung der gefährdeten Personen wird jedem Gebäude die Anzahl wohnhafter Personen aus der «Gebäude- und Wohnungsstatistik» (GWS) zugeordnet. Die Berechnung der gefährdeten Beschäftigten basiert auf der «Statistik der Unternehmensstruktur» (STATENT).

Die Gebäudegrundrisse werden anschliessend mit einem Puffer von 0,5 Meter erweitert und mit der «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss» verschnitten. Die Verwendung eines Puffers berücksichtigt Modellierungsunsicherheiten, da die in der Gefährdungskarte modellierten Fliesswege oft um die Gebäude herumführen und dadurch die Gebäudegrundrisse knapp verfehlen. Durch den Einsatz eines Puffers können auch Öffnungen wie Treppenabgänge und Lichtschächte erfasst werden, die ausserhalb der Gebäudegrundrisse liegen. Ein Gebäude gilt als gefährdet, wenn der erweiterte Gebäudegrundriss eine Überlappung mit den Fliesswegen der «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss» aufweist (Bild 2).

2.2 Beurteilung der Gefährdung durch Oberflächenabfluss auf Gemeindebasis

Die Analysen ergeben für jede Gemeinde einerseits die Anzahl der Gebäude, Einwohner und Beschäftigten, die durch Oberflächenabfluss gefährdet sind, und andererseits den monetären Wert der Gebäude, also das Schadenpotenzial. Diese Angaben lassen sich in Bezug zur Gesamtbevölkerung und den Gesamtwert der Gebäude einer Gemeinde setzen und führen zu einer Beurteilung der Exposition einer Gemeinde gegenüber dem Oberflächenabfluss. Basierend auf den Anteils- und Anzahlwerten der von Oberflächenabfluss betroffenen Gebäude wurden die Gemeinden in drei Klassen eingeteilt. In der höchsten Gefährdungsklasse liegen die prozentualen und absoluten Werte der von Oberflächenabfluss betroffenen Gebäude im obersten Terzil der Werte, in der niedrigsten Gefährdungsklassen im untersten Terzil. Die übrigen Gemeinden werden der mittleren Gefährdungsklasse zugewiesen.

2.3 Beurteilung der Gefährdung der Bauzonenreserven durch Oberflächenabfluss

Jede Gemeinde verfügt über Baulandreserven (Mobiliar Lab für Naturrisiken, 2023a). Um die Gefährdung von Gebäuden, die dort einmal gebaut werden, zu evaluieren, wird der Perimeter der Baulandreserven mit der «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss» überlagert und dann die Fläche bzw. der Flächenanteil innerhalb der Bauzonenreserven berechnet, welche durch den Oberflächenabfluss betroffen ist. Analog zur Klassierung der betroffenen Gebäude in Kapitel 2.2 werden die Gemeinden in drei Klassen eingeteilt. Es handelt sich um eine grobe Abschätzung, da im Rahmen von Bauvorhaben die Fliesswege von Oberflächenabfluss durch Geländeanpassungen beeinflusst werden könnten.

2.4 Aufbereitung gefährdeter Gebäude in den Gefahrenzonen

Durch die Überlagerung der Hochwassergefahrenkarten mit den durch Oberflächenabfluss gefährdeten Gebäudegrundrissen können jene Gebäude identifiziert werden, die von beiden Prozessen – Oberflächenabfluss und Hochwasser – gefährdet sind. Dabei erfolgte eine weitere Differenzierung nach den Gefahrenstufen rot, blau und gelb. Die abschliessende Beurteilung der Gemeinden wurde erneut anhand der in Kapitel 2.2 beschriebenen Klassen vorgenommen.

3. Resultate

3.1 Anzahl gefährdeter Gebäude und Personen

In der Schweiz sind 1,3 Millionen Gebäude – rund 60 Prozent aller Gebäude – potenziell

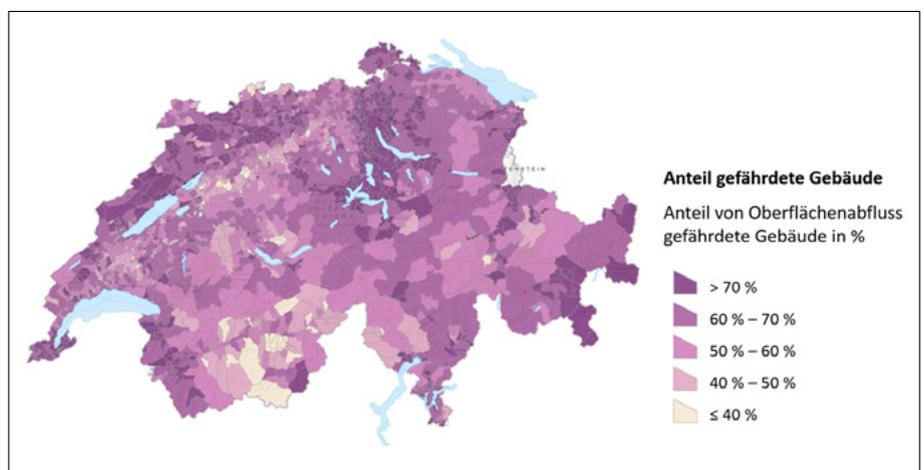


Bild 3: Anteil der Gebäude, die in den Schweizer Gemeinden durch Oberflächenabfluss gefährdet sind.

vom Oberflächenabfluss betroffen. Ihr Gebäudewert beträgt insgesamt CHF 2300 Milliarden. Rund drei Viertel der Schweizer Bevölkerung, also 6,7 Millionen Menschen, wohnt in Gebäuden, die von Oberflächenabfluss bedroht sind. Und sogar rund 90 Prozent bzw. 4,7 Millionen der Erwerbstätigen arbeiten in solchen Gebäuden.

Die Karte in Bild 3 zeigt den Anteil der gefährdeten Gebäude pro Gemeinde. Im feinen Mosaik von Gemeinden mit unterschiedlichen Anteilen sind (Gross-)Regionen erkennbar, in denen der Anteil sehr hoch ist: Nord-Süd-Transept von Zürich über Zug an den Vierwaldstättersee, Jura in den Kantonen Basel-Landschaft, Solothurn und Aargau sowie im westlichen Jura, Oberengadin und Puschlav sowie Chablais und Genf.

3.2 Gefährdete Bauzonenreserven

Von den etwa 234 300 ha Bauzonen in der Schweiz – dies entspricht in etwa der Fläche der Kantone St. Gallen und der beiden Appenzell – sind 10 bis 16 Prozent noch unverbaut (ARE, 2022). Davon sind rund ein Viertel oder 6000 ha durch Oberflächenabfluss gefährdet.

Die Karte Bild 4 beschreibt die Exposition der unverbauten Bauzonen gegenüber dem Oberflächenabfluss. Auffallend ist, dass Gemeinden in der niedrigsten Gefährdungskategorie in der Unterzahl sind. Es dominieren Gemeinden in der mittleren Gefährdungskategorie. Bei Gemeinden, deren Bauzonen sehr stark exponiert sind, besteht kein klares räumliches Muster. Bemerkenswert ist aber, dass diese Kategorie im Mittelland weniger auftritt als in den benachbarten, stärker reliefierten Regionen des Juras und der Voralpen.

3.3 Gefährdete Gebäude in den Hochwassergefahrenzonen

In der Schweiz sind fast 10 Prozent der Gebäude gleichzeitig durch Oberflächenab-

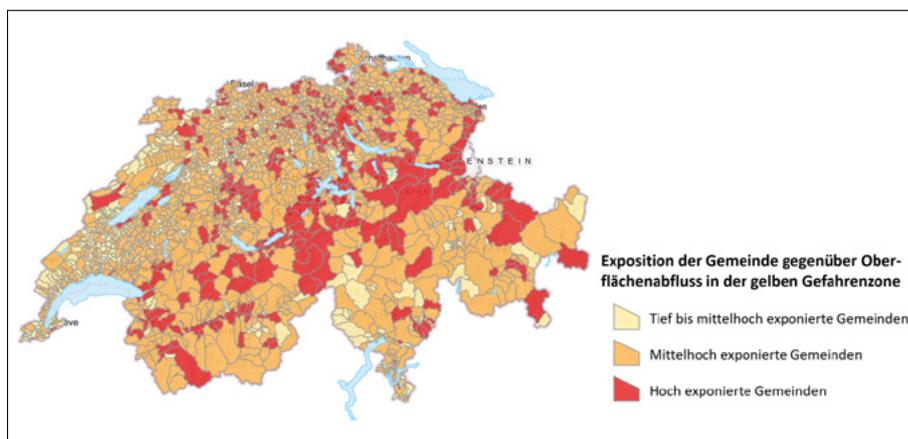


Bild 5: Exposition der Gemeinden gegenüber Oberflächenabfluss in der gelben Gefahrenzone für Hochwasser.

fluss und Hochwasser gefährdet. 57 Prozent dieser Gebäude liegen in der gelben Gefahrenzone.

Offensichtlich überlagern sich doch in einer erstaunlich hohen Zahl an Gemeinden die beiden Gefährdungen durch Oberflächenabfluss und Hochwasser. Ein «Hotspot» der doppelten Gefährdung sind Gemeinden in den Alpentälern entlang grosser Gewässer, wo der Anteil an Gebäuden in der gelben Zone relativ hoch ist. Aber auch ausseralpin ist die gelbe Zone in Gemeinden entlang von Flüssen wie Emme, Töss und Thur vielfach durch beide Prozesse betroffen.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Gefährdung durch Oberflächenabfluss hat sich zu einem landesweiten Problem entwickelt, wie der hohe Anteil der potenziell gefährdeten Gebäude belegt. Diese weitreichende Gefährdung ist ein vergleichsweise neues Phänomen und im Wesentlichen auf die rasante Siedlungsentwicklung der letzten Jahrzehnte zurückzuführen.

«Die neuesten Zahlen der Arealstatistik zeigen, dass die Siedlungsflächen seit der ersten Hälfte der 1980er Jahre innerhalb von 24 Jahren um fast 24 Prozent gewach-

sen sind. In absoluten Zahlen bedeutet dies, dass in diesem Zeitraum 584 km² neue Siedlungsflächen hinzugekommen sind, was der Fläche des Genfersees entspricht» (Quelle: www.are.admin.ch).

Wenn wir von einer konstanten Gefährdungssituation ausgehen, steigt allein aufgrund des starken Siedlungswachstums die Wahrscheinlichkeit von Schäden. Aber auch die Gefährdung selbst hat zugenommen. Dazu haben folgende Faktoren beigetragen:

- die statistisch nachweisbare Zunahme der Starkniederschläge,
- die Zunahme der Versiegelung durch das starke Siedlungswachstum und
- die eingeschränkte Versickerungsleistung vieler Böden wegen der Intensivierung der Landwirtschaft.

Insgesamt ist das Risiko durch Oberflächenabfluss gestiegen, da sowohl die Gefahr (G) als auch die Anzahl der exponierten Gebäude (E) zugenommen haben. Das Risiko kann wie folgt definiert werden:

$$R = G \cdot E \cdot V \quad (4.1)$$

mit:

- R: Risiko
- G: Gefahr
- E: Exposition
- V: Vulnerabilität

Was die Zukunft betrifft, ist aufgrund des Klimawandels mit noch heftigeren Starkniederschlägen zu rechnen, was zu einem weiteren Anstieg des Oberflächenabflusses und der Gefahr (G) führen wird (NCCS, 2018). Dieser Prozess wird durch die zunehmende Trockenheit verstärkt, da bei trockenen Böden weniger Wasser versickern kann, was die Bildung von Oberflächenabfluss begünstigt. Interventionen sind hier vor allem bei der Abflussbildung durch Massnahmen des Wasserrückhalts in Siedlungsgebieten möglich, die im Konzept der Schwammstadt

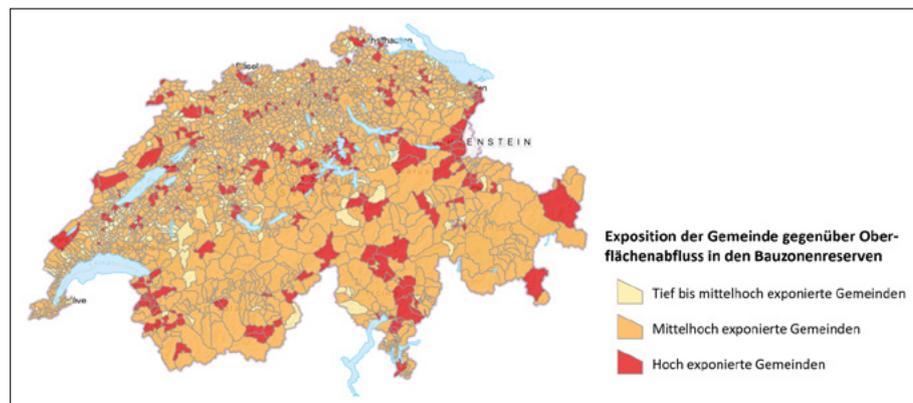


Bild 4: Exposition von Bauzonen in den Gemeinden gegenüber Oberflächenabfluss.

enthalten sind. Zusätzlich kann eine Verbesserung der Infiltrationskapazität von Böden durch nachhaltige Bewirtschaftungsformen dazu beitragen, das Risiko zu reduzieren.

Die Analysen zeigen, dass der Faktor Exposition (E) und damit das Risiko voraussichtlich weiter zunehmen werden, insbesondere in den noch unverbauten Bauzonen. Die innere Verdichtung der Siedlungsgebiete wird ebenfalls zu einer Zunahme von E führen. Raumplanerische Korrekturen können jedoch die Entwicklung von E beeinflussen, insbesondere in den noch unverbauten Bauzonen.

Der Faktor Vulnerabilität (V) schliesslich besitzt ein Potenzial zur Reduzierung des Risikos. Erfahrungen zeigen, dass durch Objektschutzmassnahmen die Vulnerabilität und somit das Risiko sowie die Schäden reduziert werden können. Diese Massnahmen sind oft kosteneffizient umsetzbar. Es

sollte erwogen werden, bei Neubauten in Gefahrenbereichen des Oberflächenabflusses ähnlich wie beim klassischen Hochwasserschutz Objektschutzmassnahmen als verpflichtend einzuführen, um sie mittelfristig auf den gesamten gefährdeten Gebäudebestand auszuweiten.

Die Analysen des Mobiliar Lab für Naturrisiken helfen den Gemeinden, ihre generelle Gefährdungssituation einzuschätzen und dienen als Ausgangspunkt für weiterführende Untersuchungen auf Gemeindeebene.

Die Situation in Gebieten, die sowohl von Hochwasser als auch von Oberflächenabfluss gefährdet sind, ist besonders komplex. In den roten und blauen Hochwassergefahrenzonen sind Objektschutzmassnahmen bei Baugenehmigungen vorgeschrieben, die sich auch auf den Oberflächenabfluss auswirken können. Dies trifft jedoch nicht auf die gelbe Gefahrenzone zu, in der

in den meisten Kantonen keine Massnahmen zum Schutz vor Hochwasser erforderlich sind. Hier sind landesweit rund 60 Prozent der Gebäude auch durch Oberflächenabfluss gefährdet. Daher sollten Objektschutzmassnahmen gegen Oberflächenabfluss in vielen Fällen auch in der gelben Hochwassergefahrenzone erwogen werden. Analysen mit dem Schadensimulator des Mobiliar Lab für Naturrisiken (schadensimulator.hochwasserrisiko.ch) zeigen zudem, dass Objektschutzmassnahmen die Schäden durch Hochwasser signifikant reduzieren können.

Alles in allem verdeutlicht diese Analyse einmal mehr, dass der Hochwasserschutz eine integrale Aufgabe ist, die sich an der Risikominderung orientiert und damit die Gefahr, die Exposition und die Vulnerabilität gemeinsam betrachtet.

Datenquellen:

Die Daten und die präsentierten Bewertungen der Gefährdung durch Oberflächenabfluss können unter <https://oberflaechenabfluss.hochwasserrisiko.ch> eingesehen werden.

Bundesamt für Umwelt BAFU (2018). Gefährdungskarte Oberflächenabfluss. <https://www.bafu.admin.ch> (Stichwort Oberflächenabfluss)

Mobiliar Lab für Naturrisiken (2023). Daten «Schadenpotenzial Hochwasser». www.hochwasserrisiko.ch/user/pages/text_schadpot/data/Daten_OFA_de.pdf

Quellen:

ARE (2022); Bauzonenstatistik Schweiz 2022 – Statistik und Analysen Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.

Bernet, D.B., Prasuhn, V., Weingartner, R. (2017). Surface water floods in Switzerland: what insurance claim records tell us about the damage in space and time. In: Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 17(9), 1659-1682. doi.org/10.5194/nhess-17-1659-2017.

Kipfer, A., Berger, C., Mani, P., Hülliger, R., Caduff, U., Dobmann, J., Gsteiger, P., Pauli, M., Schneider, M. (2018). Gefährdungskarte Oberflächenabfluss Schweiz, Technischer Bericht. Mobiliar Lab für Naturrisiken (2023a). Auswertung «Schadenpotenzial Oberflächenabfluss». oberflaechenabfluss.hochwasserrisiko.ch (Stand 18.09.2023)

Mobiliar Lab für Naturrisiken (2023b). Schadensimulator – Konzept Überbauung der Bauzonenreserven. hochwasserrisiko.ch/text_schadsim/menuitem/controlandscenarios/Konzept_UeberbauungBauzonenreserven_de.pdf (Stand 07.08.2023)

National Centre for Climate Services NCCS (2018). Schweizer Klimaszenarien CH2018.

Röthlisberger, V., Zischg, A.P., Keiler, M. (2018). A comparison of building value models for flood risk analysis. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 18, 2431-2453. doi.org/10.5194/nhess-18-2431-2018.

Autoren:

Anna Fehlmann, Mobiliar Lab für Naturrisiken der Universität Bern

Rouven Sturny, Mobiliar Lab für Naturrisiken der Universität Bern

Govert Verhoeven, Mobiliar Lab für Naturrisiken der Universität Bern

Rolf Weingartner, Mobiliar Lab für Naturrisiken der Universität Bern, rolf.weingartner@unibe.ch

Andreas Paul Zischg, Mobiliar Lab für Naturrisiken der Universität Bern