

Newsletter – Dezember 2019

Neuer Ansatz für Starkniederschlagszenarien

Hochaufgelöste Niederschlagsdatensätze umfassen meistens eine allzu kurze Zeitspanne, um mehrere Starkniederschlagsereignisse mit unterschiedlicher räumlicher Ausprägung abzudecken. Dank einem neuen methodischen Ansatz ist das Mobilier Lab in der Lage, solche Ereignisdaten zu generieren.

Saisonale Wettervorhersagen werden inzwischen von mehreren Wetterzentren operationell gerechnet. Diese Vorhersagen reichen über den Prognosehorizont von klassischen Wettervorhersagen hinaus. Sie verfolgen das Ziel, saisonale Tendenzen abzuschätzen und Fragen zu beantworten wie: Wird der kommende Winter überdurchschnittlich kalt? Wird der nächste Sommer speziell trocken?

Für Mitteleuropa ist die Güte solcher Vorhersagen gegenwärtig klein. Nichtsdestotrotz sind die von den Modellen errechneten Simulationen realistisch. Sie stellen eine der möglichen Varianten dar – oder im Fachjargon: eine mögliche Realisation des Klimasystems. Saisonale Wettervorhersagen sind deshalb ein Archiv, in dem sich nach Starkniederschlagsereignissen oder anderen Wetterextremen suchen lässt. Daten aus diesem Archiv können Messreihen ergänzen und zusätzliche Informationen über extreme, und damit seltene, Ereignisse liefern.

Das Mobilier Lab hat diesen Ansatz mit Daten des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage für die Schweiz getestet. Insgesamt umfasst der Datensatz rund 9000 Jahre an Wettersimulationen. Die Gitterweite dieser Geodaten beträgt rund 35 Kilometer, die zeitliche Auflösung 6 Stunden. Für ein globales Wettermodell ist diese räumliche und zeitliche Auflösung sehr hoch, für hydrologische Anwendungen in der kleinräumigen Schweiz hingegen ist sie zu grob. Eine der Herausforderungen des Projekts war deshalb, die Auflösung des Modells zu erhöhen. Das Mobilier Lab hat dazu eine statistische Methode angewandt, die auch im Kontext von Klimawandelstudien verwendet wird.

Die im Rahmen der Studie gemachten Versuche haben gezeigt, dass dieser Ansatz für die Schweiz tatsächlich funktioniert. Dies aus drei Gründen: Erstens kann die räumliche und die zeitliche Auflösung mit der gewählten statistischen Methode erhöht werden. Zweitens reproduzieren die Simulationen des Wettermodells die statistischen Eigenschaften von beobachteten Starkniederschlagsereignissen. Und drittens enthält der Datensatz extreme Niederschlagsereignisse mit verschiedenen räumlichen Ausprägungen.

Für kleine Gebiete lässt sich der Ansatz allerdings nur beschränkt anwenden. Die künstliche Erhöhung der räumlichen und zeitlichen Auflösung scheitert, wenn es darum geht, hohe Niederschlagsintensitäten auf einer kleinen räumlichen Skala zu reproduzieren, wie sie etwa mit Wetterstationen gemessen werden. Wenn der Fokus aber auf Einzugsgebieten liegt, die grösser als 300 km² sind, was der Fläche des Kantons Schaffhausen entspricht, dann liefern die Niederschlagszenarien realistische Werte.

Das Mobilier Lab arbeitet momentan daran, die beschriebene Methode zu verfeinern und eine Modellkette aufzubauen. Sie soll ermöglichen, mit Niederschlagszenarien als Eingangsgrösse die resultierenden Überflutungen und Gebäudeschäden abzuschätzen. Wie eine solche Modellkette erfolgreich umgesetzt werden kann, zeigt exemplarisch der nachfolgende Artikel «Vom globalen Klimamodell zum Schaden auf Einzelgebäudeebene» anhand des Einzugsgebiets der Aare.

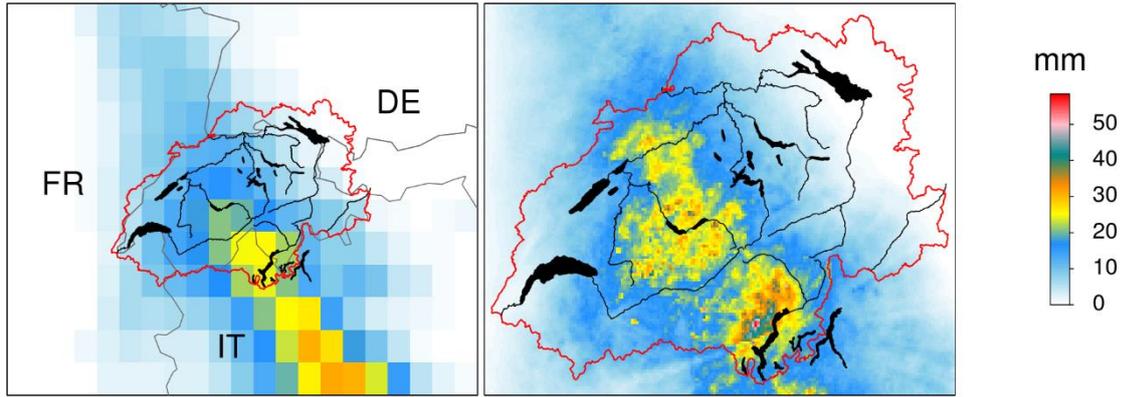


Abb. 1: Beispiel eines Zeitschritts aus dem Datenarchiv. Links: rohe Gitterdaten, rechts: prozessierte Gitterdaten. Gezeigt ist eine Niederschlagsakkumulation von 6 Stunden; das rote Polygon entspricht der hydrologischen Schweiz (Datenquelle: Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage).

Vom globalen Klimamodell zum Schaden auf Einzelgebäudeebene

Zur Berechnung von grösstmöglichen Schadenszenarien hat das Mobilier Lab ein globales Klimamodell mit einem regionalen Klima- und Wettervorhersagemodell verknüpft. Die resultierenden Wetterszenarien wurden in ein gekoppeltes hydrologisches und hydraulisches Modell eingespeist.

Für viele praktische Anwendungen ist es interessant, Ausmass und Folgen eines grösstmöglichen Hochwasserereignisses in einem Flusseinzugsgebiet zu kennen. Die grösste Herausforderung für Höchstschadenabschätzungen stellt die Herleitung eines physikalisch plausiblen Niederschlagsereignisses dar. Stochastische und statistische Verfahren bilden die physikalischen Vorgänge in der Atmosphäre nicht ab und sind deshalb nur bedingt für die Herleitung von extremen Niederschlagszenarien geeignet.

In einer Studie des Mobilier Labs wurde nun ein Verfahren entworfen, mit dem sich solche Szenarien entwickeln lassen. Um Wetterereignisse für eine lange Zeitperiode (400 Jahre) zu generieren, kam ein globales Klimamodell zum Einsatz. Wie im vorhergehenden Newsletter-Beitrag geschildert, wurde dabei angestrebt, die Variabilität in Niederschlagsereignissen möglichst gesamthaft und physikalisch plausibel abzubilden. Aus dieser Zeitreihe wurden anschliessend jene Tage und Niederschlagsereignisse ausgewählt, welche die grössten Gebietsniederschläge aufweisen. Danach wurden die entsprechenden Daten mit Hilfe eines regionalen Klimamodells herunterskaliert. Die hochaufgelösten Niederschlagsfelder wurden dann in ein hydrologisches und ein hydraulisches Modell eingespeist, das die Überflutungen simuliert. Die Überflutungskarten wiederum dienten als Eingangsdaten für ein Hochwasser-Schaden-Modell.

Neu und einzigartig an dieser Studie ist die Kopplung von Simulationsmodellen über mehrere räumliche und zeitliche Skalenebenen, d.h. von der räumlichen Auflösung von 100 x 100 km und täglichen Auflösung eines globalen Klimamodells, bis zur räumlichen Auflösung auf der Ebene von Einzelgebäuden und der zeitlichen Auflösung von Sekunden.

Das Verfahren wurde am Beispiel des Einzugsgebiets der Aare oberhalb von Bern entwickelt. Es hat sich gezeigt, dass damit physikalisch plausible Extremereignisse für Höchstschadenabschätzungen abgeleitet werden können.

Die Studie ist [hier](#) einsehbar.

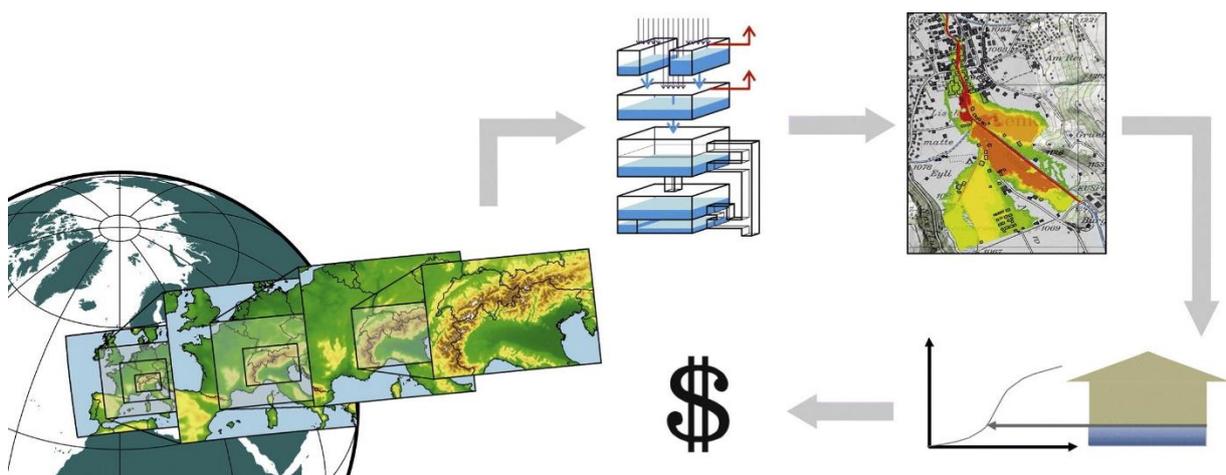


Abb. 2: Modellkette zur Berechnung von Schäden auf der Ebene von Einzelgebäuden ausgehend von einem globalen Klimamodell.

Klimawandel und Hochwasserschutz: «Kleine Ursache – grosse Wirkung»

Wie eine neue Studie des Mobilier Labs zeigt, verändern die prognostizierten höheren Jahresniederschläge das Hochwasserrisiko erheblich. Die Abschätzung des künftigen Risikos hängt aber auch stark von der Wahl der Verletzlichkeitsfunktion ab.

Hochwasserschutzbauten sind auf eine lange Lebensdauer ausgelegt. Deshalb ist für die Planung von Hochwasserschutzmassnahmen Wissen über die möglichen zukünftigen Änderungen im Hochwasserabfluss als Folge des Klimawandels unentbehrlich. Die Abschätzung der möglichen Änderungen im Hochwassergeschehen ist trotz der vielen Weiterentwicklungen bei Klima- und hydrologischen Modellen noch immer mit grossen Unsicherheiten behaftet. Dazu kommen zusätzlich Unsicherheiten in den Schadenberechnungen.

In einer neuen Studie des Mobilier Labs wurden die wichtigsten Unsicherheiten in den Modellen zur Klimafolgenabschätzung analysiert und miteinander verglichen. Am Beispiel der Emme zwischen Burgdorf und Gerlafingen wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Hochwasserschäden abgeschätzt. Dabei wurde getestet, welche Auswirkung eine Zunahme des Niederschlags auf die Zunahme der Schäden hat. Im Rahmen dieser Sensitivitätsstudie wurde die Niederschlagsmenge fortlaufend erhöht. Dabei zeigte sich: Eine Niederschlagszunahme um 20 % würde ein heutiges 100-jährliches Hochwasser derart verändern, dass bis zu sieben Mal grössere Schäden entstünden. Zu klären bleibt, ob diese Resultate auf andere Einzugsgebiete übertragen werden können.

Allerdings zeigt die Studie auch, dass die Wahl der Verletzlichkeitsfunktion zur Berechnung der Schäden an Gebäuden einen der grössten Unsicherheitsfaktoren darstellt. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass Massnahmen zur Verringerung der Vulnerabilität, wie flächendeckende Objektschutzmassnahmen, die Unsicherheiten der Risikomodellierung reduzieren. Dadurch wird diese robuster, was das Risikomanagement in einem sich wandelnden Klima einfacher macht, weil dessen Folgen besser abschätzbar werden.

Die Studie ist [hier](#) einsehbar.

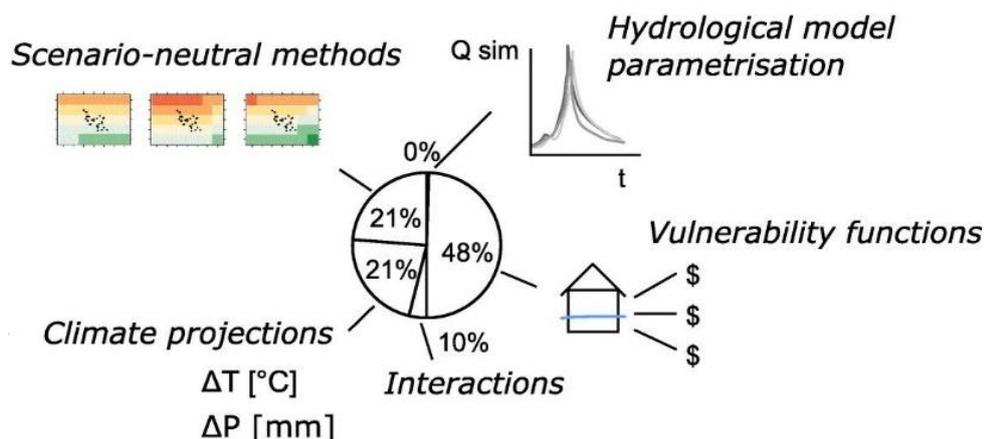


Abb. 3: In der Studie wurden die wichtigsten Unsicherheiten von Klimafolgenabschätzungen bezüglich Hochwasser analysiert: Wahl einer Szenario-neutralen Methode (Sensitivitätsstudie zu den Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Hochwasserabfluss, unabhängig von Emissionsszenarien), Klimaprojektionen, hydrologische Parameter, Vulnerabilitätsfunktion.

Neue Verletzlichkeitsfunktion für dynamische Hochwasserprozesse in Gebirgsräumen

Für die Schadenberechnung an Gebäuden fehlen robuste und regional übertragbare Verfahren weitgehend. Dank dem Zusammenführen verschiedenster Schadendaten aus dem Alpenraum konnte eine neue Verletzlichkeitsfunktion für dynamische Hochwasserprozesse in Gebirgsräumen hergeleitet werden.

Die Modellierung von Gefahrenprozessen, wie beispielsweise Hochwasserereignissen, ist heute sehr weit fortgeschritten. Schätzung und Berechnung der im Alpenraum durch Hochwasserprozesse verursachten Schäden an Gebäuden sind vor Ereignisauftritt hingegen immer noch schwierig. Sediment- und Schwemmholttransport, rasches Auftreten von Hochwasserereignissen sowie häufig grosse Fließgeschwindigkeiten erhöhen die Unsicherheiten von Folgenabschätzungen.

Für Prozesse in Wildbächen steht neu ein Modell für die Analyse der Schadensempfindlichkeit von Gebäuden zur Verfügung. Dieses Modell basiert auf Daten von Schadenereignissen in verschiedenen Regionen des Alpenraums und kann ebenso szenarienbasierte Vorhersagen über die Höhe der zu erwartenden Schäden abbilden wie Unsicherheiten. Zudem lässt sich berechnen, wie wahrscheinlich ein Totalschaden ist, und wie wahrscheinlich es ist, dass bei einem Ereignis gar kein Schaden auftritt. Es hat sich gezeigt, dass das Modell gute Ergebnisse bringt und auf andere Alpenregionen übertragen werden kann.

Die Studie ist [hier](#) einsehbar.

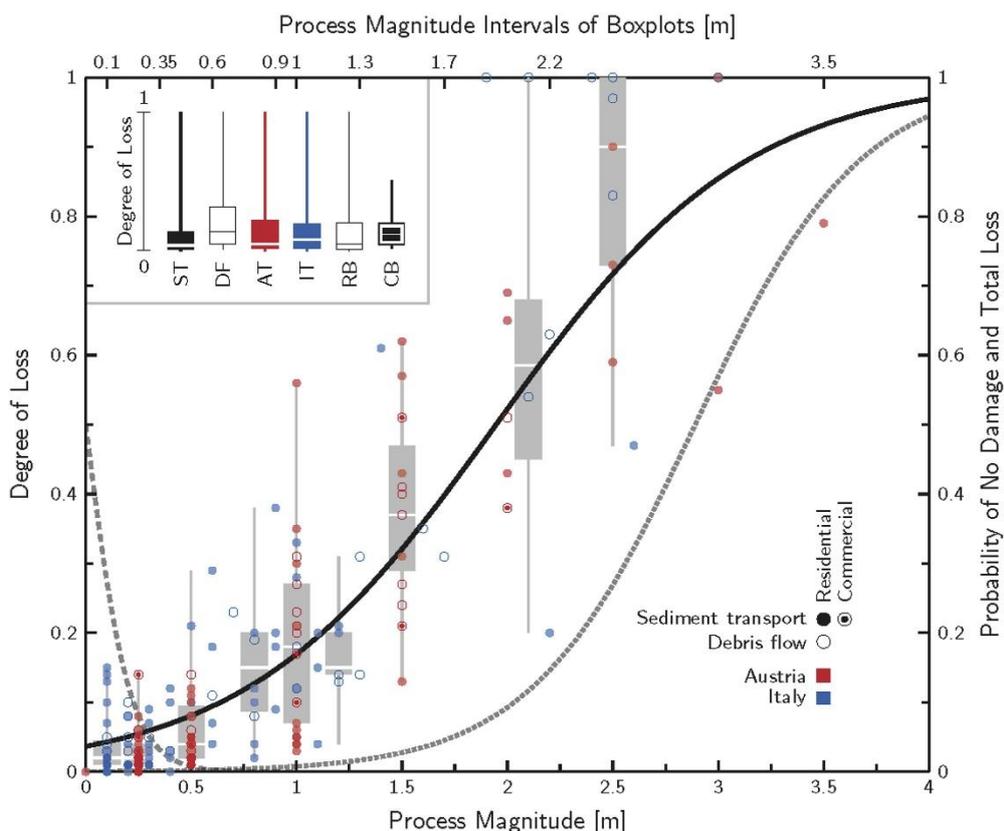


Abb. 4: Gebäudeverletzlichkeit bezüglich Wildbachprozessen in den Alpen. Durchgezogene Linie: mittlerer Schadengrad; gestrichelt: Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmtes Gebäude unbeschädigt bleibt; gepunktet: Wahrscheinlichkeit für Totalschäden.

Impressum:

Das Mobilier Lab für Naturrisiken ist eine gemeinsame Forschungsinitiative des Oeschger-Zentrums für Klimaforschung der Universität Bern und der Schweizerischen Mobiliar Versicherung. Die Forschungsschwerpunkte des Mobilier Labs sind Hochwasser, Sturm und Hagel sowie deren Schadenpotenzial.

Universität Bern, Oeschger-Zentrum, Mobilier Lab für Naturrisiken
Hallerstrasse 12
CH-3012 Bern