



*Wenn Risiken kumulieren - Analyse
und Umgang mit Wildcard Risiken*

BAFU 18.0115.PJ/S053-1575

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

März 2019 - Juni 2022

30. Juni 2022

Université de Fribourg, Département des Géosciences

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Neben den in den Factsheets aufgezeichneten inhaltlichen Schlussfolgerungen werden hier noch die wichtigsten übergeordneten Erfahrungen des Projekts diskutiert.

Das Projekt hat gezeigt, dass es trotz mangelnder Methoden und Modelle möglich ist, einzelne Systeme in Bezug auf Auswirkungen komplexer Klimarisiken zu charakterisieren und mögliche Schwachstellen aufzuzeigen. Sehr wichtig für den Erfolg sind dabei die Auswahl geeigneter Methoden und der Miteinbezug von Fachpersonen.

Es ist oftmals herausfordernd, von Fachpersonen **Auskunft über extrem seltene, unwahrscheinliche oder nie dagewesene Ereignisse in Bezug auf ihr Fachgebiet zu bekommen**. Dies weil einerseits naturgemäss die Unsicherheiten gross sind und sich die gemachten Aussagen deshalb im Falle des Eintretens des Ereignisses als ungenau herausstellen könnten. Verständlicherweise möchte man als Fachperson nur zuverlässige Aussagen machen, auf die man sich aufgrund seiner Erfahrung stützen kann. Andererseits werden bei solchen Analysen naturgemäss vor allem die Schwächen eines Systems analysiert, selbst bei grundsätzlich resilienten Systemen wie dem Schutzwald oder der Wasserversorgung. Dies ruft oft das Bedürfnis hervor, die Resilienz des Systems miteinzubeziehen und mögliche extreme Beeinträchtigungen eher abgeschwächt darzustellen und als wenig plausibel einzustufen. Um dem entgegenzuwirken, ist es hilfreich, stets zu betonen, dass der Worst-Case, auch wenn er möglichst genau charakterisiert werden soll, grundsätzlich sehr unwahrscheinlich ist. Dies sollte wenn möglich auch quantifiziert werden, z.B. durch Angabe der Wiederholungsperioden des Trigger-Ereignisses in Klimaszenarien, wie das im vorliegenden Projekt mithilfe der Klimaszenarien CH2018 und HydroCH2018 gemacht wurde. Eine solche quantitative Grundlage ist sehr wertvoll für den Einstieg in die Zusammenarbeit mit den Experten, da sie zeigt, dass die verwendeten Trigger-Ereignisse nicht aus der Luft gegriffen sind.

Die Corona-Pandemie war insofern förderlich für das Projekt, als sie aufgezeigt hat, dass Ereignisse, die als sehr unwahrscheinlich eingestuft werden, durchaus eintreten können und auch auf vermeintlich sehr resiliente Systeme sehr schnell unerwartete Einflüsse haben können und für starke Wechselwirkungen und Kettenreaktionen zwischen den Systemen sorgen können. Dies hat die Bereitschaft von Fachpersonen, Worst-Case Szenarien anzudenken und mögliche Wechselwirkungen mit anderen Systemen zu evaluieren, merklich erhöht.

Noch herausfordernder als die Auswirkungen kombinierter Extremereignisse auf einzelne Systeme wie den Schutzwald, sind **Wechselwirkungen verschiedener Systeme untereinander**. In diesem Bereich zeigte sich auch der Austausch mit den Fachpersonen als sehr herausfordernd, da sich diese naturgemäss ungern über solche Auswirkungen über die Systemgrenzen hinaus äussern. Für solche Analysen wären Workshops mit Fachpersonen für alle zu analysierenden Systeme sehr empfehlenswert. Dies war für dieses Projekt angedacht, jedoch aufgrund der Corona-Pandemie nicht durchführbar.

Die Gespräche, Interviews und Umfragen haben gezeigt, dass sich **sehr viele Fachpersonen Gedanken machen** zu möglichen Worst-Case Szenarien und Einflüssen von Extremereignissen und sich Präventions- und Anpassungsmassnahmen überlegen. Oft wird dies jedoch nicht auf Papier gebracht und systematisch angeschaut. Allein schon das Zusammentragen dieser Gedanken und Erfahrungen verschiedener ExpertInnen ist für die Charakterisierung der Einflüsse kombinierter Extremereignisse meist sehr hilfreich. Das vorliegende Projekt zeigt, dass dies mit relativ geringem Aufwand, aber sorgfältiger Planung gemacht werden kann.

Gemäss Diskussion der Fallstudienresultate mit den beteiligten Fachpersonen sind die Resultate und Erkenntnisse grundsätzlich skalierbar und auch **auf andere Regionen der Schweiz potenziell anwendbar**. Natürlich müssen dabei die jeweiligen regionalen Charakteristika in Betracht gezogen werden. Vor allem aber müssen die verwendeten Methoden für andere Systeme und Regionen gut anwendbar sein. Die Wahl der Methode (z.B. die Basis auf Umfragen vs. Experteninterviews) hängt dabei insbesondere von der Komplexität der zu untersuchenden Systeme und der Anzahl verfügbarer Fachpersonen ab.

Es ist kaum möglich, für alle menschlichen und natürlichen Systeme der Schweiz, die möglichen Auswirkungen aller bekannten kombinierten klimatischen Extremereignisses zu analysieren. Auf Basis der global beobachteten Ereignisse der letzten Jahrzehnte liessen sich jedoch in **weiterführenden Analysen** die wichtigsten möglichen Ereigniskombinationen identifizieren. Für die Grossregionen Alpennordseite, Alpensüdseite, Voralpen & Jura und Alpen, sowie für wichtige menschliche und natürliche Systeme (z.B. (Schutz-)Wälder, Landwirtschaftsflächen, urbane Räume, Agglomerationen), sowie die wichtigsten Systeme der Grundversorgung (Wasser, Energie, Transport, Gesundheit, etc.), wären Analysen, wie sie in diesem Projekt durchgeführt wurden, sinnvoll, um die wichtigsten blinden Flecken zu identifizieren und um Anpassungsmassnahmen zu erarbeiten und priorisieren.

Es war in diesem Projekt nicht möglich, die Auswirkungen kombinierter Extremereignisse rein quantitativ zu berechnen und mit formalen Unsicherheiten zu versehen. Dies ist jedoch grundsätzlich noch kaum möglich, da die nötigen Modelle dazu noch fehlen, oder zu unsicher sind. Insbesondere nicht-lineare Zusammenhänge und regionale bis globale Abhängigkeiten sozio-ökonomischer Systeme können heute, wenn überhaupt, nur sehr mangelhaft modelliert werden. Auch dies hat sich während der Corona-Pandemie exemplarisch gezeigt. Umso hilfreicher ist es deshalb, Schwachstellen einzelner Systeme und mögliche Wechselwirkungen mithilfe des vorhandenen Wissens **qualitativ zu beschreiben**. Dieser Ansatz folgt grundsätzlich den Überlegungen von Belastungstests (stress-test). Das vorliegende Projekt hat gezeigt, dass dabei durchaus auch quantitative Abschätzungen gemacht werden können, sofern genügend Fachpersonen miteinbezogen werden.

Methodisch baute das vorliegende Projekt auf Konzepten des Bundesamts für Bevölkerungsschutz auf, welches verschiedene Gefahren aufgrund von Expertenwissen vergleicht. Ein ähnliches Vorgehen wäre für die Analyse kombinierter klimabedingter Extremereignisse und ihrer Auswirkungen auf die oben genannten wichtigsten Systeme der Schweiz denkbar. Vor allem für die Analyse der Wechselwirkungen verschiedener Systeme ist auf jeden Fall die **Vernetzung von Fachpersonen der einzelnen Systeme** ein Schlüssel zum Erfolg.

In den letzten Jahren sind weltweit Extremereignisse eingetreten, die vorherige Rekorde sehr deutlich gebrochen haben. Dabei ist es auch zu kombinierten Ereignissen gekommen, welche das Gefahrenpotenzial vergrössert haben. Ein Beispiel ist das Hitze- und Trockenheitsereignis im westlichen Nordamerika 2021, das bei den nachfolgenden Starkniederschlägen in einzelnen Gebieten sogar zu einem dreifachen kombinierten Extremereignis wurde. Gleiches gilt für die Überflutungen im Osten Australiens im Februar/März 2022, welche die noch von den aussergewöhnlichen Waldbränden von 2019 schwer geschädigten Ökosysteme und Infrastrukturen mit voller Wucht getroffen haben. Die Beispiele zeigen, dass Ereignisse, wie sie von Klimamodellen erst gegen das Ende des Jahrhunderts mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erwartet werden, sehr wohl bereits heute eintreffen können. Da Erfahrungen für solche extremen Ereignisse und ihre Folgen fehlen, ist es oft schwierig, im Vorhinein robuste Abschätzungen zu machen und insbesondere die Wechselwirkungen der betroffenen und zusammenhängenden Systeme zu analysieren. Dies ist aber extrem wichtig angesichts der enormen Schäden und Verluste solcher Ereignisse. Insofern ist es sinnvoll, die in diesem Projekt identifizierten Worst-Cases trotz geringer Eintretenswahrscheinlichkeit als realistisch zu einzuschätzen, entsprechende Anpassungsmassnahmen in Betracht zu ziehen und noch weitere wichtige Systeme zu untersuchen.

Empfehlungen

Auf Basis der Erfahrungen in diesem Projekt und auch der in den letzten Jahren vermehrt auftretenden zusammenhängenden Extremereignisse und Krisen empfehlen wir stark, das Thema dieses Projektes weiter zu analysieren und zu vertiefen. Die Zusammenarbeit von verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und Experten und Expertinnen aus der Wissenschaft, Verwaltung und Praxis scheint uns dabei essenziell und zielführend. In diesem Projekt konnten einerseits methodisch wichtige Erfahrungen und Fortschritte gemacht werden, und andererseits konkrete Ergebnisse erzielt werden zu Fallbeispielen, die für die Schweiz durchaus exemplarischen Charakter haben, nämlich einen alpinen Fall im Bereich Schutzwald/Naturgefahren, und einen urbanen Fall im Bereich Wasser und Energie. Die qualitative Analyse von Impact-Kaskaden erlaubte die Identifikation von kritischen Bedingungen und Abhängigkeiten in einem System und über verschiedene Systeme hinweg. Auf dieser Basis konnten dann geeignete und wirksame Anpassungsmassnahmen formuliert werden. Dies ist ein entscheidender Schritt hin zu resilienteren Systemen.

Für mögliche Folgearbeiten sehen wir nun wichtige Fortschritte in mindestens den folgenden Bereichen: Methodisch sollte nun angestrebt werden von den qualitativen Analysen mehr auch zu quantitativen Analysen überzugehen – zumindest wo das möglich ist (auch unter der Prämisse der verfügbaren Mittel). Dies sollte zu genaueren und auch monetären Abschätzungen führen, und zu einem besseren Verständnis, wie die einzelnen Systeme zusammenhängen und wo genau (auch quantitativ) die Schwellenwerte der Belastungsgrenze sind. Für die qualitativen und monetären Abschätzungen konnte dieses Projekt bereits wichtige Fortschritte erzielen, indem weltweit kombinierte Hitze/Dürre Ereignisse der letzten Jahre analysiert wurden (s. Anhang 6, Niggli et al., PLOS under review). Zu den Belastungsgrenzen gilt es auch, sich vermehrt in die Diskussionen zu den Grenzen der Anpassung einzubringen. Schliesslich erachten wir für mögliche Folgearbeiten auch die Umsetzung von Erkenntnissen in konkreten Fällen als wichtig. Dies scheint uns effektiv mit mehr Dringlichkeit behaftet, als oft angenommen, insbesondere auch angesichts der Verschärfung von klimatischen und nicht-klimatischen Krisen in den letzten Jahren. Die Dringlichkeit der Anpassungsmassnahmen wird auch stark betont vom IPCC Bericht, der dieses Jahr (2022) publiziert wurde.