

Extremwettersituationen in alpinen Gebieten: Management kritischer Situationen in Echtzeit bei extremen und komplexen Daten

JENS POTTEBAUM¹, CHRISTINA RECHBERGER², MICHAEL HIEB¹, IRIS GRÄBLER¹, CHRISTIAN RESCH²

¹ Universität Paderborn, Heinz-Nixdorf-Institut, Lehrstuhl für Produktentstehung

² Disaster Competence Network Austria (DCNA)

✉ jens.pottebaum@hni.upb.de, christina.rechberger@dcna.at

Abstract

Extremwettersituationen sind durch die Kombination von globalen und lokalen Wirkzusammenhängen gekennzeichnet. In der Gefahrenanalyse und -reaktion ist deshalb der Umgang mit extremen Daten erforderlich, die von heterogenen Datenquellen bezogen und mittels unterschiedlicher Verfahren bis hin zum maschinellen Lernen ausgewertet werden. Die Visualisierung dieser zwangsläufig unsicherheitsbehafteten Daten stellt eine Herausforderung dar. Diese wirkt umso bedeutsamer, je weniger Fachexpertise in Bereichen wie Meteorologie, Geologie oder Sensortechnik in einer Führungs- oder Leitstelle eingebunden werden kann. Das Management kritischer Situationen in Echtzeit bei extremen und komplexen Daten muss daher auf einer Bewertung der Informationsqualität von extremen Daten beruhen. Diese Bewertung ist abhängig vom Anwendungskontext in unterschiedlichen Führungs- und Assistenzstellen sowie der verfügbaren Infrastruktur mit Geräten zur Visualisierung, Schnittstellen von Wetterdiensten, Sensorsysteme und Rettungsrobotik. Im Beitrag wird der Ansatz des EU-Projekts CREXDATA in Bezug auf mögliche pluviale Hochwassersituationen in Innsbruck vorgestellt. Grundlage bildet die Kategorisierung von extremen Daten, die Schnittstellen zu Datenquellen mit globalem und lokalem Bezug sowie Anwendungsfälle für die Visualisierung von Informationen. Es werden somit Grundlagen präsentiert, die in allen Formen von geobasierten Lage- und Führungsinformationssystemen zum Einsatz kommen können.

Einleitung

Der Klimawandel beeinflusst die Gesundheit und das Wohlergehen der Menschen auf vielfältige Weise direkt und indirekt (APCC 2019; IPCC 2022). Weltweit steigt die Anzahl an Wetterextremen – vor allem zunehmende Extremwettersituationen treten auf, wie sie u. a. 2021 in Westeuropa großen Schaden hervorgerufen haben (vgl. BMI/BMF 2021). Die Auslegung des Begriffs „Extremwetter“ sollte dabei relativ statt absolut sein: Wetter mit potenziell extremer Auswirkung. Diese Extremwetterereignisse kennzeichnen sich meistens durch ein gegenseitiges Verstärken von mehreren schadenbringenden Prozessen ab. Es ergeben sich Kaskadeneffekt von Single-Hazards zu Multi-Hazards (Pöpl und Sass 2020; Schauwecker et al. 2019). In alpinen Regionen sind Starkniederschläge ein allgegenwärtiges Phänomen und stellen eine Herausforderung für die Einsatzorganisationen dar. Neben Überschwemmungen (fluvial und pluvial) können diese

Wetterextreme auch von Hagelstürmen begleitet werden oder lösen Massenbewegungen (im engeren Sinne Muren, Gleitungen und Stein Schlag) aus (Pöpl und Sass 2020). Es ist somit einerseits der Bedarf einer langfristigen Vorbereitung und Vorbeugung gegeben (vgl. z. B. Deutscher Wetterdienst et al. 2020). Andererseits besteht die Herausforderung, akut eine Situation vorherzusagen, die als Gefahrenlage behandelt werden muss, und auf diese dann zielgerichtet zu reagieren. Entsprechend sind Extremwettersituationen auch durch „extreme“ Anforderungen an Entscheidungsfindung und Kommunikation (Terti et al. 2019) sowie den Selbstschutz der Bevölkerung (Gräßler et al. 2020) geprägt. Wettervorhersagen und vor allem ständig aktualisierte Auswirkungsprognosen sind erforderlich, um sich auf eine solche Gefahrenlage und deren Entwicklung über der Zeit vorzubereiten (z. B. Sutanto et al. 2019).

Extreme Daten in Krisen

Akteur:innen und insbesondere Entscheidungsträger:innen stehen in einer solchen Situation zunehmend „extreme“ Daten zur Verfügung. Je nach Wetterphänomen (Starkregen, Hitzewellen, Dürre, Stürme etc.) bietet z. B. die EU über das

Copernicus Emergency Management System (EMS) satellitenbasierte Daten, auf denen aktuelle Zustandsdaten und Vorhersagen berechnet werden. Die Informationslage wird in Führungsstellen und Leitstellen der Gefahrenabwehr durch stationäre und mobile Sensorsysteme erweitert, um vor Ort auf einen lokalen Bereich begrenzte Daten sammeln und anschließend zu visualisieren (siehe Abbildung 1).

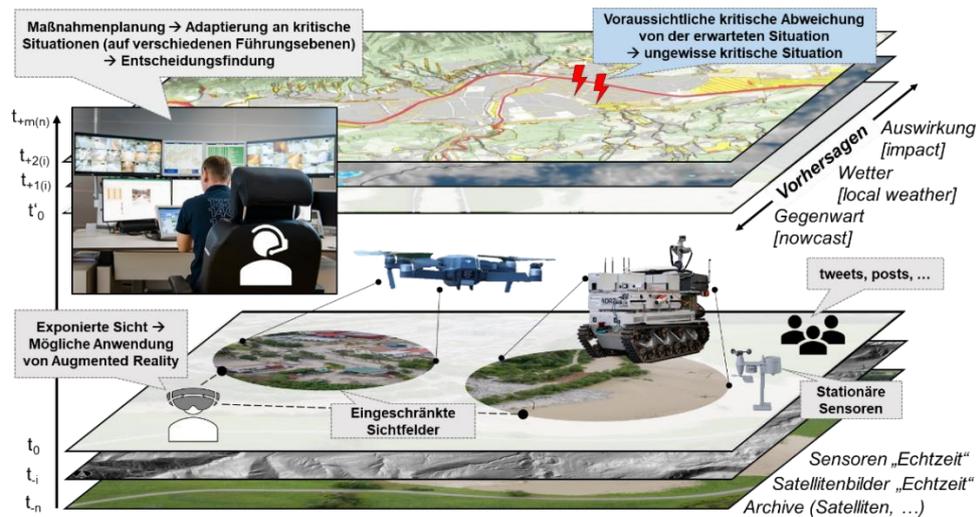


Abbildung 4: Kategorisierung von extremen Daten anhand von Raum und Zeit (Bildquellen: [www-1] bis [www-4])

Beispiele sind Wetterstationen und Lawinensensorik, aber auch Robotersysteme (UAV/UGV). Hohes Volumen und hohe Bereitstellungsfrequenz ermöglichen effektive Entscheidungsunterstützung. Gleichzeitig stellen sie eine Herausforderung für kognitive Prozesse dar. Zur Verfügung stehende Daten sind sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Dimension aufgelöst. Unterschiedliche Sichtbereiche und Abtastfrequenzen der Sensorik, Latenzen in der Kommunikation, Lücken in der Datenerhebung, Unterschiede in Datenformate etc. kennzeichnen „extreme Daten“ – der Begriff „Big Data“ wird daher auf Grund des zu engen Bezugs zum Volumen vermieden. In der Entscheidungsfindung muss ein Bewusstsein geschaffen werden, dass hier Unsicherheit immer inhärent ist. Eine mögliche Annäherung bieten Indikatoren der Daten- und Informationsqualität (Eppler 2006).

Anwendungsfall

Abbildung 1 zeigt das schichtenbasierte Prinzip des Geoinformationssystems, das auf Grundlagen des EU-Projekts ANYWERE (Abily et al. 2020) fußt. Im Datenstrom erkannte Ereignisse werden geobasiert visualisiert: Deuten die erfassten Daten z. B. auf eine Veränderung der antizipierten Hochwassersituation hin, muss der Einsatz von Einsatzmitteln einschließlich der Sensorsysteme zur Datenerfassung – z. B. Roboter-Routen – neu geplant werden. Die Ereigniserkennung ist dabei ein Beispiel für Algorithmen, die Daten verarbeiten und daraus Entscheidungsunterstützung ableiten. Simulationsmodelle – also experimentell abgesicherte Modelle – werden dazu mit maschinell trainierten Modellen kombiniert. So können Schlüsse aus

vergangenen Ereignissen in die Vorbereitung und Reaktion eines Ereignisses einbezogen werden, obwohl die Datenlage nur Indikationen und keine sicheren Aussagen ermöglicht. Im Anwendungsfall Innsbruck des EU-Projekts CREXDATA erfolgt eine Kategorisierung von extremen Daten, die insbesondere die Differenzierung von globalen und lokalen Daten in der Lagerkundung aufgreift. Hier soll im Detail das Starkniederschlagsereignis vom Juli 2016 analysiert werden, welches im Stadtgebiet Ambras zu starken Überflutungen führte und die Einsatzkräfte vor enormen Herausforderungen stellte.

Zusammenfassung

Extremwettersituationen bedingen extreme Daten, die sowohl entscheidungsunterstützend als auch komplexitätssteigernd wirken. Mensch

Literaturverzeichnis

Abily M, Gourbesville P, Carvalho Filho E de, Llorca X, Rebora N, Sanchez A, Sempere-Torres D (2020) Anywhere: Enhancing Emergency Management and Response to Extreme Weather and Climate Events. In: Gourbesville P, Caignaert G (Hrsg) *Advances in Hydroinformatics*. Springer Singapore, Singapore, S 29–37

Austrian Panel on Climate Change (2019) Österreichischer Special Report Gesundheit, Demographie und Klimawandel; Austrian special report 2018 (ASR18).

Bundesministerium des Innern und für Heimat, Bundesministerium der Finanzen (2021) Bericht zur Hochwasserkatastrophe 2021: Katastrophenhilfe, Wiederaufbau und Evaluierungsprozesse. https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2022/abschlussbericht-hochwasserkatastrophe.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zugegriffen: 31. März 2023

Deutscher Wetterdienst, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Bundesanstalt für Wasserbau, Bundesanstalt für Straßenwesen, Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung/ Eisenbahn-Bundesamt (2020) Klimawirkungsanalyse des Bundesverkehrsnetzes im Kontext Hochwasser: Schlussbericht des Schwerpunktthemas Hochwassergefahren (SP-103) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertenetzwerks

wie Technik muss in einer derartigen Situation lernen. Unsicherheiten können durch Wirkzusammenhänge der Informationsqualität hergeleitet und in Anforderungen an die Lagevisualisierung überführt werden. Die Ergebnisse können in allen Formen von geobasierten Lage- und Führungsinformationssystemen zum Einsatz kommen. Im Projekt erfolgt eine Erprobung zunächst für pluviale Hochwassersituationen, eine Erweiterung z. B. auf Waldbrände ist geplant.

Acknowledgements

Die Forschung, die zu diesen Ergebnissen geführt hat, wurde durch das Programm Horizon Europe der EU im Rahmen des CREXDATA-Projekts, Finanzhilfvereinbarung Nr. 101092749, finanziert.

Eppler MJ (2006) *Managing Information Quality; Increasing the Value of Information in Knowledge-intensive Products and Processes*. Springer, Berlin, Heidelberg

Gräßler I, Pottebaum J, Scholle P, Thiele H (2020) Innovation management and strategic planning of innovative self-preparedness and self-protection services. In: *The International Society for Professional Innovation Management (Hrsg) ISPIIM Conference Proceedings, Manchester*, S 1–9

Pöpl RE, Sass O (2020) Multi-Hazards und Kaskadeneffekte. In: Glade T, Mergili M, Sattler K (Hrsg) *Extrema 2019*. V&R unipress, Göttingen, S 605–620

Pörtner H-O, Roberts DC, Tignor M, Poloczanska ES, Mintenbeck K, Alegría A, Craig M, Langsdorf S, Lösschke S, Möller V, Okem A, Rama B (Hrsg) (2022) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability; Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK / New York, NY, USA

Schauwecker S, Gascón E, Park S, Ruiz-Villanueva V, Schwarb M, Sempere-Torres D, Stoffel M, Vitolo C, Rohrer M (2019) Anticipating cascading effects of extreme precipitation with pathway schemes - Three case studies from Europe. *Environment international* 127:291–304. doi:10.1016/j.envint.2019.02.072

Sutanto SJ, van der Weert M, Wanders N, Blauhut V, van Lanen HAJ (2019) Moving from drought

hazard to impact forecasts. Nature communications 10:4945. doi:10.1038/s41467-019-12840-z

Terti G, Ruin I, Kalas M, Láng I, Cangròs i Alonso A, Sabbatini T, Lorini V (2019) ANYCaRE: a role-playing game to investigate crisis decision-making and communication challenges in weather-related hazards. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 19:507–533. doi:10.5194/nhess-19-507-2019

Bildquellen

[www-1] <https://www.alpen-guide.de/artikel/stubaital-muren-unwetter> [aufgerufen am 29.04.2023]

[www-2] https://www.kleinezeitung.at/oesterreich/6009570/Hochwasser-in-Oesterreich_Wetterberuhigung-soll-nun-Entspannung [aufgerufen am 29.04.2023]

[www-3] <https://www.leitstelle.tirol/unternehmen/organisation/> [aufgerufen am 29.04.2023]

[www-4] https://maps.tirol.gv.at/synserver?user=guest&project=tmap_master&client=core [aufgerufen am 29.04.2023]