

# FACHTAGUNG KATASTROPHEN- FORSCHUNG

---

11.-12. September 2023  
Montanuniversität Leoben

# Tagungsband

31.10.2023

## Inhaltsverzeichnis

<b>Grußworte</b> .....	<b>3</b>
<b>Katastrophenrisiko besser verstehen und verständlich machen</b> .....	<b>9</b>
Infrastrukturen und historisches Wissen: Eine interdisziplinäre Analyse der Resilienz von Schienen- und Kabelnetzen .....	10
INEGMA-E <sup>2</sup> - Crucial Aspects to enable State-of-the-Art Civil Protection Exercise Evaluation.....	13
Entscheidungsfindung bei Skitourenunfällen und polizeilichen Ad-hoc-Einsätzen im Vergleich - Einflussfaktoren aus sozialpsychol. Perspektive und die Frage nach technischen Hilfestellungen .....	16
<b>Evidenzbasis als Grundlage für Entscheidungen erweitern</b> .....	<b>19</b>
Hydrodynamische, numerische 2D-Simulation pluvialer Hochwässer in urbanen Gebieten – Möglichkeiten und Grenzen .....	20
Pluviale Überflutungen: Quantifizierungsmöglichkeit des Rückhaltevermögens von Flächenretentionsmaßnahmen .....	23
Extremwettersituationen in alpinen Gebieten: Management kritischer Situationen in Echtzeit bei extremen und komplexen Daten .....	26
Helfen kommt nach der Flut – über die Ambivalenz situativ-nichtalltäglicher Dynamiken im Kontext der Flutkatastrophe im Ahrtal.....	30
<b>Grundlagen und Strategien für die Prävention verbessern</b> .....	<b>33</b>
Lernen aus der Pandemie: Kompetenzen für organisationale Resilienz im Gesundheitswesen.....	34
Spontanhelfende willkommen – Angebote für unterstützendes Engagement im DRK.....	37
Resilienz beginnt im Alltäglichen – Der Umgang mit Wind und Sturm auf den Friesischen Inseln .....	40
Community Resilience – Soziale Anpassung in Krisen und Katastrophen .....	43
<b>Vorbereitung auf Katastrophenereignisse unterstützen</b> .....	<b>48</b>
Elemente einer Digital-Strategie für das Katastrophenmanagement .....	49
Evidenzbasierte Evaluierung von Einsatzübungen: Ein modellgestützter Ansatz .....	52
Untersuchung von faseroptischen Sensoren zur Erfassung von Geschiebetransport.....	55
Ausarbeitung und Anpassung einer automatisierten Lawinengelände Klassifikation .....	58
<b>Bewältigung von Krisen und Katastrophenabwehr stärken</b> .....	<b>60</b>
Multisensorale Sichtweitenmessung bei einem Heißrauchversuch im Tunnel.....	61
Einfluss der frühzeitigen Branderkennung in Straßentunnel: Eine numerische Studie zum Brand von Elektrofahrzeugen .....	64
Fallbeispiele und Ableitungen für Krisen- und Katastrophenmanagement der Zukunft.....	67
ROADS to Health – Von der strategischen Planung bis zur Bekämpfung von Pandemien .....	68
AIFER - Künstliche Intelligenz im Katastrophenmanagement von der Forschung in die Einsatzpraxis .	73
Ursache und Auswirkungen des Erdbebens in der Osttürkei 2023 .....	76
<b>Poster</b> .....	<b>79</b>

# Grußworte

Sehr geehrte Teilnehmerinnen und Teilnehmer,

es war uns eine Freude, Sie zur Fachtagung Katastrophenforschung 2023 an der Montanuniversität Leoben begrüßen zu können. Im Zuge dieser bedeutenden Veranstaltung wurde mit großem medialem Echo auch das mobile Forschungslabor des Disaster Competence Network Austria vorgestellt, was einen entscheidenden Schritt in unserer fortwährenden Bemühung zur Verbesserung des Katastrophenrisikomanagements in Österreich und darüber hinaus darstellt.

Dies ist jedoch nur ein weiterer kleiner Schritt unserer Arbeit, denn die Herausforderungen für EntscheidungsträgerInnen im Bereich Katastrophenrisikomanagement, sei es durch Naturgefahren oder menschliche Einflüsse, sind komplex und anspruchsvoll. Eine der Hauptaufgaben besteht darin, das breite Spektrum des verfügbaren Wissens auf allen Ebenen - sei es lokal, national, europäisch oder global - optimal zu nutzen.

Der Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis sowie der interdisziplinäre Diskurs mit ExpertenvertreterInnen aus Behörden, Einsatzorganisationen und der Wirtschaft sind von entscheidender Bedeutung, um für die Bewältigung von Katastrophen und die Vorsorge bestmöglich gerüstet zu sein.

Die Fachtagung Katastrophenforschung 2023, die vom 11. bis 12. September 2023 an der Montanuniversität Leoben stattfand, unterstützte aktiv diesen wichtigen Dialog. Die Konferenz bot nicht nur spannende Paneldiskussionen zu „Bildung, Wissenschaft und Forschung als Instrument der Katastrophenprävention“ und „Herausforderungen im Katastrophenmanagement“, sondern auch sieben thematische Sessions mit Präsentationen aus Wissenschaft und Praxis.

Wir möchten an dieser Stelle einen besonderen Dank aussprechen, und zwar an die engagierten AutorInnen und Vortragenden, die Mitglieder des wissenschaftlichen Komitees, die Montanuniversität Leoben, das gesamte Organisationsteam sowie all jene, die die Fachtagung Katastrophenforschung 2023 unterstützt haben. Ihre wertvollen Beiträge und Bemühungen sind von unschätzbarem Wert für die Weiterentwicklung der Katastrophenforschung und des Risikomanagements.

Wir freuen uns bereits jetzt auf unsere nächste Tagung, die im Herbst 2025 stattfinden wird!



**Christian Resch**

Geschäftsführer DCNA

© Foto Freisinger

# Grußworte

Sehr geehrte Damen und Herren!

Seit mittlerweile sechs Jahren verfolgt das Disaster Competence Network Austria (DCNA) das Ziel, Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung nachhaltig für das Katastrophen- und Krisenmanagement zu nutzen. Die jährliche Fachtagung für Katastrophenforschung an der Montanuniversität Leoben belegt die gewichtige Bedeutung der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Forschung – also unseren Hochschulen und Forschungseinrichtungen – mit den Blaulicht- und Freiwilligenorganisationen für Krisenbewältigung und Krisenprävention. Das DCNA bildet eine wichtige Brücke zwischen diesen beiden Seiten und ermöglicht so die Begegnung und den Austausch zwischen Forschenden und Krisenhelferinnen und -helfern. Die daraus entstandenen Forschungsprojekte und Erkenntnisse kommen letzten Endes allen Teilen unserer Gesellschaft zugute. Sei es beispielsweise durch das frühzeitige Erkennen drohender Felsstürze, Murenabgänge und Hangrutschungen oder durch die Vermittlung technischer Infrastruktur für Einsätze und zu Forschungszwecken.

Insbesondere der Klimawandel und die damit einhergehenden Wetterextreme stellen unsere Gesellschaft vor ganz neue Herausforderungen und führen dazu, dass die Forschung zur Krisenprävention und zum Umgang mit Krisen an Bedeutung gewinnt. Eine verstärkte institutionenübergreifende Zusammenarbeit in der Krisenforschung und ein Schulterschluss zwischen Universitäten, staatlichen Stellen, der Wirtschaft und den zahlreichen Organisationen der Zivilgesellschaft ist essenziell, um diesen Herausforderungen und drohenden Krisen adäquat begegnen zu können. Dazu trägt das DCNA maßgeblich bei.

Ich bedanke mich bei allen sehr herzlich, die ihre Forschung und ihren Einsatz in den Dienst der Katastrophenprävention und -bewältigung stellen. Die Teilnahme an der Fachtagung zur Katastrophenforschung bietet eine hervorragende Gelegenheit, Wissen zu teilen, neue Erkenntnisse zu gewinnen und Erfahrungen auszutauschen. Dadurch kann Österreich seine Vorbereitung auf zukünftige Krisen erheblich verbessern.

Ao. Univ.-Prof. Dr. Martin Polaschek  
Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung



**Martin Polaschek**

Bundesministerium für Bildung,  
Wissenschaft und Forschung

© BKA / Andy Wenzel

# Grußworte

Sehr geehrte Damen und Herren!

Die immer häufiger werdenden schweren Unwetterereignisse verursachen enorme Schäden und viel Betroffenheit. Gerade die Überflutungen der vergangenen Woche: Griechenland, Spanien, Hongkong – um nur die zu nennen, die bei uns eine mediale Wahrnehmung erfahren haben – zeigen deutlich, dass Ereignisse in dieser Dimension immer häufiger werden. Sie stellen auch unser Bundesland – die Einsatzorganisationen und den Katastrophenschutz insgesamt – vor komplexe Herausforderungen.

Umso wichtiger ist es, dass der Katastrophenschutz auch in der Wissenschaft verstärkt in den Fokus rückt und wir uns gemeinsam auf die veränderten Anforderungen vorbereiten. Gerade weil die Steiermark als Innovations- und Forschungsland Nummer 1 der beste Boden dafür ist, freut es mich, dass diese

hochkarätige Tagung hier bei uns in Leoben stattfindet. Einen wesentlichen Anteil daran, dass der Forschung und Wissenschaft in der Steiermark ein so großer Stellenwert beigemessen wird, haben unsere steirischen Fachhochschulen und Universitäten.

Einer, der maßgeblich zur prägenden Rolle der Katastrophenforschung in der Steiermark beigetragen hat und sich intensiv für diesen Bereich eingesetzt hat, ist der scheidende Rektor der Technischen Universität Graz, Harald Kainz. Der Katastrophenschutz stand und steht für ihn dabei nicht nur in seiner Funktion als Rektor im Mittelpunkt, sondern war ihm auch abseits davon immer ein großes Anliegen. Ich möchte daher diese Gelegenheit nutzen, mich bei ihm für seine Arbeit und seinen Einsatz für das Katastrophenmanagement in den vergangenen Jahren recht herzlich zu bedanken.

Der Fachtagung für Katastrophenforschung wünsche ich außerdem gutes Gelingen und in weiterer Folge viele wertvolle Erkenntnisse. Herzlichen Dank, ein „steirisches“ Glück auf!

Christopher Drexler  
Landeshauptmann Steiermark



**Christopher Drexler**

Landeshauptmann Steiermark

© Marija Kanizaj

# Grußworte

Sehr geehrte Damen und Herren!

Ich darf Sie zur Fachtagung Katastrophenforschung hier in der Montanstadt Leoben auf das Herzlichste begrüßen! Es freut mich, dass Leoben einmal mehr Gastgeberstadt einer Tagung ist, deren Inhalt und Fragestellungen für die Bevölkerung im Allgemeinen von großer Bedeutung ist.

Gerade dieser Sommer hat wieder gezeigt, wie schnell sich beispielsweise Wetterkapriolen zu sehr massiven Naturkatastrophen und hohen Bedrohungen für den Einzelnen auswachsen können. Wir sind leider in der Klimakrise voll angekommen und müssen nun alles daransetzen, um die Bevölkerung bestmöglich vor den Folgen zu schützen bzw. im Vorfeld bereits warnen zu können. Die Vernetzung von Forscherinnen und Forschern, die ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse präsentieren, mit Einsatzorganisationen und Entscheidungsträgern ist dabei bereits ein wesentlicher Schritt.

Glücklicherweise sind in Österreich der Katastrophenschutz und der Zivilschutz durch das große Engagement und die professionelle Zusammenarbeit vieler Einsatzorganisationen auf einem sehr hohen Level. Aber wie bereits die Corona-Pandemie gezeigt hat, gibt es immer wieder neue Herausforderungen und Fragestellungen, wo es kaum oder nur wenig Erfahrungswerte davor gab.

Auch in Leoben konnten wir in diesem Bereich durch die Abhaltung vieler Krisenstäbe in den letzten Jahren neue und wichtige Erkenntnisse ziehen. So brachte der Austausch mit dem Österreichischen Bundesheer wichtige Einblicke ins Krisen- und Katastrophenmanagement.

Dennoch ist es immer noch besser, wenn eine Katastrophe erst gar nicht eintritt. Strategien, wie die Bevölkerung resilienter auf die neuen Umweltbedingungen reagieren kann, werden auch in Leoben verantwortungsvoll verfolgt.

Wir entwickeln die Projekte „Klimawandel-Anpassungs-Modellregion (KLAR) Murraum Leoben“ und „Klima- und Energiemodellregion (KEM) Murraum“ professionell mit, bei denen Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Region erarbeitet werden.

Ein KLAR-Manager und eine KEM-Managerin sind dabei das Bindeglied zur Bevölkerung, die die Möglichkeit hat, an den unterschiedlichsten Veranstaltungen teilzunehmen.

Der bestmögliche Schutz der Bevölkerung als oberstes Ziel kennzeichnet auch Ihre Fachtagung, zu der ich einen guten Verlauf wünsche. Ich hoffe, Sie finden auch Zeit und können unsere Stadt ein bisschen näher kennenlernen. Es lohnt sich sicherlich.

Glück Auf!

Kurt Wallner  
Bürgermeister der Stadt Leoben



**Kurt Wallner**  
Bürgermeister Leoben  
© Foto Freisinger

# Grußworte

Sehr geehrte Damen und Herren!

In Vertretung des Rektors darf ich Sie recht herzlich an der Montanuniversität zur Fachtagung Katastrophenforschung begrüßen.

Krisen und Katastrophen scheinen momentan allgegenwärtig, wie der dominierende Klimawandel oder Erdbeben, Waldbrände, Überschwemmungen, Pandemien, Versorgungskrisen usw. Wir Menschen müssen diese enormen Herausforderungen, welche zum Teil immer öfter in unterschiedlicher Form gleichzeitig auftreten, bewältigen. Die Wissenschaft und damit die Universitäten spielen hierbei eine zentrale Rolle, da sie durch Forschung und Ausbildung wesentliche Beiträge liefern können. Diese beziehen sich einerseits auf die technischen Entwicklungen, beispielsweise Sensortechnik, Simulationen, mobile Einrichtungen, wie die angeschaffte mobile Forschungseinrichtung usw., mit denen bei Katastrophen rasch geholfen werden kann, und andererseits die Schulung von

Menschen, um diesen Katastrophen besser zu begegnen. Denn auch das Verhalten jedes einzelnen kann dazu beitragen, um sowohl Katastrophen zu vermeiden als auch diese gezielt und koordiniert zu meistern. Diese Fachtagung in Leoben unterstützt hierbei maßgeblich, denn es werden genau diese Themenbereiche adressiert und durch Erfahrungsberichte kann für zukünftige Ereignisse gelernt werden. Die Forschungen und Ausbildungen auf diesem Gebiet unterstützen uns alle, insbesondere auch die Politik, welche entsprechende Maßnahmen beim Bewältigen von Katastrophen aber auch beim zukünftigen Verhindern setzen muss. Dabei ist selbstverständlich die Gesellschaft mitzunehmen. Aber auch die Kosten werden deutlich ansteigen, sodass jeder Erfahrungsaustausch und jede technische und wissenschaftliche Hilfe enorm wichtig sein werden. In diesem Sinne wünsche ich allen eine erfolgreiche Tagung, interessante Präsentationen und Diskussionen sowie viel Erfolg für alle weiteren Vorhaben und Aktivitäten.

Helmut Antrekowitsch

Vizekanzler für Forschung und Nachhaltigkeit, Montanuniversität Leoben



**Helmut Antrekowitsch**

Vizekanzler Montanuniversität  
Leoben

# Grußworte

Sehr geehrte Damen und Herren!

Die Katastrophenforschung erfährt aktuell große Aufmerksamkeit – wohl auch bedingt durch eine Vielzahl akuter Katastrophenfälle in der jüngsten Vergangenheit. Das Disaster Competence Network Austria (DCNA) hilft dabei, wissenschaftliche Erkenntnisse praktisch umzusetzen, sodass Katastrophen bzw. verheerende Folgen abgeschwächt und resiliente Systeme aufgebaut werden können. Wie wichtig das ist, haben u.a. die Hochwasser-Katastrophen Anfang August 2023 in Kärnten und in der Steiermark gezeigt.

In den fünf Jahren seines Bestehens ist das DCNA rasch gewachsen und umfasst derzeit 21 ordentliche und acht assoziierte Mitglieder mit etwa 150 Expertinnen und Experten in 6 Arbeitsgruppen sowie strategische Partnerschaften mit Ministerien, Gebietskörperschaften und internationalen Institutionen.

Dadurch ergeben sich fruchtbare interdisziplinäre Zugänge aus Wissenschaft und Praxis. Das DCNA ist/war solcherart als Forschungspartner im Bereich Katastrophenprävention bzw. -bewältigung an bislang 17 nationalen und internationalen wissenschaftlichen Projekten beteiligt.

Neueste Erkenntnisse werden im Rahmen der jährlichen Fachtagung Katastrophenforschung vorgestellt und diskutiert. Die Tagung erfreut sich großer Beliebtheit und einer außerordentlich hohen Teilnehmerzahl. Ein Highlight der heurigen Fachtagung bildet das mobile Forschungslabor des DCNA. Dabei handelt es sich um eine mobile Forschungs-Infrastruktur in Form eines Mess- und Analyselabors, das nicht an einen festen Standort gebunden ist. Dieses wurde im Rahmen eines Projekts aus Hochschulraum-Strukturmitteln des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung angeschafft.

Das DCNA unterstützt darüber hinaus die Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs. Durch das Programm Young Scientists werden junge Forscher\*innen gefördert, die im Bereich Katastrophenprävention und Katastrophenbewältigung tätig sind. So hat sich mittlerweile länderübergreifend ein Netzwerk von über 30 Dissertant\*innen aus verschiedensten Bereichen wie Softwaretechnologie, Ingenieurwesen, Medizin, Psychologie oder Sozialwissenschaften gebildet. Die jungen Wissenschaftler\*innen tauschen sich disziplinenübergreifend bei Summer Schools und ähnlichen Aktivitäten intensiv aus.

Ich danke allen Mitarbeiter\*innen des Disaster Competence Network Austria sowie den engagierten Mitglieder- und Partnerinstitutionen des Netzwerkes. Ihre wertvollen Beiträge zu dieser Tagung und zur Katastrophenforschung insgesamt sind von großer Bedeutung für unsere Gesellschaft.

Harald Kainz  
ehemaliger Rektor der TU Graz



**Harald Kainz**

ehem. Rektor der TU Graz

© Lunghammer - TU Graz

# Katastrophenrisiko besser verstehen und verständlich machen

## Infrastrukturen und historisches Wissen: Eine interdisziplinäre Analyse der Resilienz von Schienen- und Kabelnetzen

MARCO ZIVKOVIC<sup>1</sup>, JONAS FRANKEN<sup>2</sup>, NADJA THIESSEN<sup>1</sup>, JENS IVO ENGELS<sup>1</sup>, CHRISTIAN REUTER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Neuere und Neueste Geschichte & <sup>2</sup>Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit (PEASEC), Technische Universität Darmstadt

✉ zivkovic@pg.tu-darmstadt.de, franken@peasec.tu-darmstadt.de

### Abstract

Im Forschungsprojekt „Das Netz hat Geschichte: Netzwerk- und Vulnerabilitätsanalyse Kritischer Infrastrukturen am Beispiel IKT und Verkehr in Rhein/Main“ wird das historische Wachstum von IKT- und Schieneninfrastrukturnetzen, sowie daraus erwachsene Konsequenzen für deren Vulnerabilitäten am Beispiel der Rhein-Main-Region interdisziplinär untersucht. Beide Infrastrukturnetze entstanden über Jahrzehnte hinweg und sind das Ergebnis verschiedener Interessen und technischer Entwicklungen aus unterschiedlichen Zeitschichten. Dies beeinflusst die Widerstandsfähigkeit der Netze und birgt potenzielle Risiken. Anhand von ca. 20 Expert:inneninterviews soll das Wissen von Praktiker:innen über das Alter, die Ausbreitung, technische Neuerungen und deren Auswirkungen analysiert werden. Die Forschung basiert auf dem Zeitschichtenmodell von Koselleck, das es ermöglicht, die verschiedenen zeitlichen Ebenen der Infrastrukturentwicklung zu analysieren. Die Ergebnisse der semi-strukturierten Interviewstudie zum impliziten Wissen der Befragten werden genutzt, um Hypothesen zu generieren, die später mittels Archivstudien und Netzwerkanalysen überprüft werden. Die gewonnenen Erkenntnisse können zur Stärkung der Resilienz von Infrastrukturen, insbesondere bei Katastrophenszenarien regionalen Ausmaßes, und zukünftigen Investitionsentscheidungen beitragen.

Heutzutage nehmen wir Infrastrukturen trotz ihrer alltäglichen Nutzung kaum noch bewusst wahr, dies gilt insbesondere für unsichtbare oder unscheinbare Infrastrukturkomponenten wie unterirdische Kabel (Starosielski 2012). Ihre Kritikalität dringt erst beim Ausfall ins Bewusstsein. Im Alltag können kurzzeitige Störungen, beispielsweise im Kommunikationsnetz, unangenehm sein, in Katastrophensituationen kann eine solche Störung hingegen um ein Vielfaches verheerender wirken. Um diese Auswirkungen zu minimieren, ist es entscheidend, essenzielle Infrastrukturnetze in ihrer Gänze zu analysieren. Eine Herausforderung besteht dabei in der Historizität der Netze und dem unterschiedlichen Alter der Komponenten (Edwards 2002). So entstehen technische Risiken durch fehlerhafte Konfiguration und komplexere Kompatibilitätsansprüche. Die räumliche Ausdehnung der Netzwerke aufgrund historischer Entscheidungsprozesse reproduziert zudem potenziell ungleiche Vulnerabilitätsniveaus, welche bei Ausfällen, die auch durch bewusste Angriffe

entstehen können, zutage treten (Engels 2018; Franken et al. 2022; Kuntke et al. 2022).

In unserem interdisziplinären Forschungsprojekt NetzGeschichte, bei dem Lehrstühle der Informatik und Geschichte kollaborieren, untersuchen wir anhand von ca. 20 Expert:inneninterviews (Bogner/Menz 2009), was Praktiker:innen aus den Bereichen der IKT- und Schieneninfrastruktur in der Rhein-Main-Region über das historische Wachstum der Netze wissen. Anhand der semi-strukturierten Leitfadeninterviews wollen wir erforschen, welches Wissen bei Personen auf unterschiedlichen administrativen Ebenen über das Alter und die Ausbreitung der Netze, einschneidende technische Neuerungen, sowie deren Ursprung und Folgen, wie auch über das Zusammenspiel von Technik aus verschiedenen Zeiträumen vorhanden und entstanden ist.

Beide Infrastrukturnetze bildeten sich nicht über Nacht, sondern wurden über Jahrzehnte immer weiter ausgebaut und adaptiert. Sie sind keineswegs Ergebnisse einer

zusammenhängenden Planung, sondern ein Geflecht unterschiedlicher und sogar widersprüchlicher Interessen (Laak 2018). Hierbei flossen und fließen Praktiken und Techniken aus diversen Zeitschichten ein, so können beispielsweise technisch besser abgestimmte Weichensysteme die Störanfälligkeit und den Instandhaltungsbedarf der Gesamtanlage verringern (Lay/Rensing 2019). Diese Prozesse haben wiederum Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit der Infrastrukturen oder bergen gar neue Risiken. Weiterhin können sie von den zunächst eingeschlagenen Pfaden abhängig sein, da bestimmte technische Innovationen nicht mit den bereits vorhandenen Systemen kompatibel sind oder ihre Integration aus wirtschaftlichen Gründen abgelehnt wird. Somit können historische Entscheidungen und Prozesse bis heute nachwirken, wodurch historische Strukturen auch die Gegenwart prägen (Engels 2020).

Das meist implizite Wissen der befragten Personen soll hypothesengenerierend für spätere Projektschritte ermittelt werden. Wir nehmen an, dass die Praktiker:innen in der Regel viel über die zeitgeschichtliche Entwicklung der Infrastrukturen, an denen sie arbeiten, Bescheid wissen. Außerdem vermuten wir, dass sie häufig die Motivationen der Entwicklungen und ihre Auswirkungen kennen. Darüber hinaus interessieren wir uns dafür, welche (institutionellen) Formen der Sicherung, Vermittlung und Visualisierung dieses Wissens bei Praktiker:innen bestehen. Um das Katastrophenrisiko besser verstehen zu können, steht im Fokus, inwiefern die Resilienz der Netze gestärkt und bei vulnerablen Punkten nachgerüstet wurden. Dazu wird der Blick auf die Folge von Infrastrukturausfällen gelegt, da diese in ihrer Bewältigung zu Reparaturen oder Neukonfigurationen führen können und sich somit in unterschiedlichem Maße auf die Resilienz der Systeme auswirken. Somit sind Widerstandsfähigkeit und Verwundbarkeit nicht nur in ihrer technischen Dimension zu verstehen, denn es flossen auch politische, ökonomische und soziale Faktoren mit ein. Diese Erkenntnisse können in

Überlegungen zu künftigen Investitionen in die Erhöhung der Resilienz von Infrastrukturen aufgenommen werden.

Die theoretische Grundlage bildet das Zeitschichtenmodell von Koselleck (Koselleck 2003; Weber 2019). Er verwendet den aus der Geologie entlehnten Begriff der Zeitschichten als eine Metapher, mit deren Hilfe man die verschiedenen zeitlichen Ebenen, auf denen sich Ereignisse abspielten und Personen bewegten, analytisch trennen kann. Mit diesem Modell können wir betrachten, wie sich im Verlauf der Jahre neue Komponenten in den Infrastrukturen sedimentierten. Hierdurch entsteht in der Folge ein Bild der Infrastrukturen, in dem aus Komponenten unterschiedlichen Alters ein integriertes System entstand. Die Interviews sollen in Verbindung mit Archivstudien nachbereitet werden, um so das persönliche Wissen der Befragten zu ergänzen. Zudem können sie Hypothesen für einen spätere quantitative Prüfung beider Netze mittels räumlich-zeitlicher Modellierung und Netzwerkanalyse generieren.

### **Danksagung**

Diese Arbeit wurde teilweise durch die LOEWE Initiative des Landes Hessen im Rahmen des LOEWE-Zentrums emergenCITY gefördert. Das Forschungsprojekt „Das Netz hat Geschichte“ wird durch die IANUS-Förderlinie des Forums interdisziplinäre Forschung (FiF) an der TU Darmstadt gefördert.

### **Literaturverzeichnis**

- Bogner, A./Menz, W. (2009): The Theory-Generating Expert Interview: Epistemological interest, forms of knowledge, interaction, in: Bogner, A. u.a. (Hg.): Interviewing Experts, London, S. 43–80.
- Edwards, P. N. (2003): Infrastructure and Modernity: Force, time, and social organization in the history of sociotechnical systems, in: Brey, P. u.a. (Hg.): Technology and Modernity: The empirical turn, Cambridge, S. 185–226.
- Engels, J. I. (2020): Infrastrukturen als Produkte und Produzenten von Zeit, in: NTM. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin 28 (1) S. 69–90.

Engels, J. I. (Hg.) (2018): Key Concepts for Critical Infrastructure Research, Wiesbaden.

Franken, J./Reinhold, T./Reichert, L./Reuter, C. (2022): The Digital Divide in State Vulnerability to Submarine Communications Cable Failure, in: International Journal of Critical Infrastructure Protection 38 (100522), S. 1–15. doi:10.1016/j.ijcip.2022.100522

Koselleck, R. (2003): Zeitschichten. Studien zur Historik, Frankfurt a.M.

Kuntke, F./Linsner, S./Steinbrink, E./ Franken, J./Reuter, C. (2022): Resilience in Agriculture: Communication and energy infrastructure dependencies of german farmers, in: International Journal of Disaster Risk Science (IJDRS) 13 (2), S. 214–229. doi:10.1007/s13753-022-00404-7

Lay, E./Rensing, R. (2019): Weichen, in: Fendrich, L./Fengler, W. (Hg.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Heidelberg, S. 249–326.

Starosielski, N. (2012): ‚Warning: Do not dig‘: Negotiating the visibility of critical infrastructures. Journal of Visual Culture 11(1), S. 38–57. doi:10.1177/1470412911430465

van Laak, D. (2018): Alles im Fluss. Die Lebensadern unserer Gesellschaft – Geschichte und Zukunft der Infrastruktur, Frankfurt a. M.

Weber, H. (2012): Zeitschichten des Technischen: Zum Momentum, Alter(n) und Verschwinden von Technik, in: Heßler, M./Weber, H. (Hg.): Provokationen der Technikgeschichte. Zum Reflexionszwang historischer Forschung, Paderborn, S. 107–150

## INEGMA-E<sup>2</sup> - Crucial Aspects to enable State-of-the-Art Civil Protection Exercise Evaluation on EU-level

GEORG NEUBAUER<sup>1</sup>, RENÉ KASTNER<sup>2</sup>, SANDRA PFISTER<sup>2</sup>, JULIA HROMADA<sup>1</sup>, BERNHARD BÜRGER<sup>1</sup>

<sup>2</sup>AIT, <sup>2</sup>DCNA

✉ georg.neubauer@ait.ac.at, rene.kastner@dcna.at, sandra.pfister@dcna.at, julia.hromada@ait.ac.at, bernhard.buerger@ait.ac.at

### Abstract

Evaluation of civil protection exercises has received minor consideration in previous years and therefore showed big differences in quality between various exercises. The international consortium of the EU-funded project INEGMA-E<sup>2</sup> aims to reach a new level of civil protection exercise evaluation by providing a basic toolkit for all those concerned with evaluation conduct. Next to addressing adequate methodology and state-of-the-art (digital) supporting tools, the selection and training of appropriate evaluators is a special focus of the project. To facilitate future evaluations a webservice has been created to enable setting up a pool of specialized experts for different exercise demands.

In the context of civil protection exercises, well-considered and extensive evaluation plays a crucial role in documenting best practices and shortcomings recognized during exercise conduct. By identifying lessons learnt evaluation is essential for a constant improvement in training efforts, thus promoting the capacities of response units in the European Union and its neighboring countries for dealing with real disaster scenarios. The EU-funded project INEGMA-E<sup>2</sup> aims for a new level of exercise evaluation in the context of civil protection, meeting high standards concerning documentation, replicability, and goal orientation.

### Skillset for Exercise Evaluators

Despite their central importance, useful methodology and tools for evaluation, which have also been extensively addressed within INEGMA-E<sup>2</sup>, are not sufficient for high quality of exercise evaluation. It further requires evaluators, who are capable in terms of the requirements and challenges associated with exercise evaluation. While issues related to professionalization and professionalism of evaluators have been broadly discussed in generic evaluation research, research in the context of civil protection has barely focused on requirements for evaluators. To contribute to this gap, INEGMA-E<sup>2</sup> has shifted the attention to the skills and competencies required for evaluators in order

to conduct proper exercise evaluation in the context of European civil protection. A two-wave delphi survey was conducted, where experts rated the relevance of 106 items referring to basic requirements, expertise, methodological, social and personal competencies for exercise evaluators. Considering average rating scores and dispersion as an indicator for consent and dissent, INEGMA-E<sup>2</sup> not just identified crucial competencies for evaluators but also differentiated between standard requirements and controversial or ambiguous attributes of individual evaluators.

### Evaluation Training

As civil protection exercise evaluation is highly complex and requires numerous skills of all involved players to be successful, adequate and comprehensive training for civil protection experts is highly needed to get prepared for this challenging task. Despite its relevance a standardized training approach has not been realized by now on EU-level. By referring to different sources dealing with the very specific topic of civil protection exercise evaluation, INEGMA-E<sup>2</sup> summarized existing approaches and ideas to define a basic training concept for evaluators, which could be instantly followed by those responsible for upcoming evaluations. Additionally, previous results created within the project, concerned with evaluation methods and

supporting tools, and the combined expertise of the project consortium set a solid basis for this task. Finally, the main aspects to consider for the right preparation of evaluators turned out to be “Integration into overall Exercise”, “Organization and Logistics”, “Evaluation methods”, “Code of Conduct”, “Supporting Tools” and “After-Action and Reporting”. Addressing those effectively during the exercise preparation phase helps to ensure high quality evaluation conduct.

### **End User Requirements**

To build a versatile evaluation methodology for exercises it is imperative to know the requirements of experienced exercise evaluators. To achieve this objective two parallel approaches were chosen. Firstly, online workshops were organized with invited experts experienced in evaluating TTX, CPX, FSX, both on EU/international level as well as on a national level. Secondly, INEGMA-E<sup>2</sup> partners were participating in exercises to get in touch with evaluators in order to interview them on requirements related to exercise evaluation. So far 41 end user requirements were identified that are also available in the Gaps Explorer. These requirements were used as support for the development of the evaluation methodology of INEGMA-E<sup>2</sup>. The majority of identified requirements is related to exercise planning and conduct. Another category that was often addressed encompasses information and data management aspects such as language barriers. Another body of information relevant for optimized exercise evaluation methods were existing standard operating procedures (SOPs) and evaluation tools. We identified 12 solutions, encompassing both supportive software tools as well as SOPs such as handbooks. All identified solutions were described in the knowledge management system Portfolio of Solutions. The analysis of the potential of solutions to fulfill the identified end-user requirements was a central requirement within INEGMA-E<sup>2</sup>. The knowledge management systems Gaps Explorer and the Portfolio of

Solutions offer the possibility of a matching functionality based on the taxonomy of Crisis Management Functions. Since the available functions turned out not to be suitable for the very specific requirements of exercise evaluation a new taxonomy of exercise evaluation functions was developed. This taxonomy consists of the five main categories Simulation Control, Findings Processing, Organisation, Evaluation Criteria and Context. Like the end user requirements, this taxonomy is dynamic and can be extended in case of need. The taxonomy is the logic link between Gaps Explorer and Portfolio of Solutions (PoS) and allows a semi-automatic validation of which the solutions described in the PoS can be used to meet the end-user requirements described in the Gaps Explorer. This is done by applying a relevance score that is calculated based on the overlap of taxonomy terms used for describing solutions and requirements and is a numerical value for the matching. Matching of 31 requirements with all solutions showed rather modest values of matching. Only 1 solution turned out to have a high score for one end user requirement, in 8 cases a medium ranked matching of solutions and end user requirements was found, in all other cases the matching was low or no matching at all was indicated. One must be aware that this matching is an automated approach and provides only an indicator if a solution may fulfill a specific end user requirement.

The rather low matching score of end user requirements with existing solutions is an indicator justifying the development of optimized evaluation methodologies, bearing in mind that profound evaluation of available solutions and SOPs might lead to better insight on their suitability.

### **Webservice for a Pool of Evaluators**

Apart from the development of a versatile evaluation methodology considering end user requirements it is imperative to develop an international pool of evaluators to guarantee a selection of adequate experts when needed. Within INEGMA-E<sup>2</sup> such a pool was set up,

which will be managed via a webservice. A possible role concept of such a service was described as follows:

- Quality Manager (short QM)
- Evaluator
- Event Organizer

Once potential evaluators have completed their profiles in the webservice, they can submit it for a quality assurance review by the QM. The QMs may approve Evaluator profiles based on their country. After such an approval the Evaluator profile will be visible on the website to other registered users and can be contacted

by different players concerned with organizing exercise evaluations (e.g. lead evaluators). Event Organizers, on the other hand, can register on the webservice and again, after being reviewed and accepted by the QM, create new events. All three user roles can search for events and evaluators. Website visitors without an account are not able to view or search for evaluators nor events. Overall, these three distinct user roles cater to different requirements and needs, making such a website user-friendly and efficient, and thus a sustainable tool for evaluation planners.

# Entscheidungsfindung bei Skitourenunfällen und polizeilichen Ad-hoc-Einsätzen im Vergleich - Einflussfaktoren aus sozialpsychologischer Perspektive und die Frage nach technischen Hilfestellungen

RENATE RENNER<sup>1</sup>, HARALD RAUPENSTRAUCH<sup>1</sup>, NICOLA LIEFTENEGGER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik, SDS und <sup>2</sup>Landespolizeidirektion Kärnten

✉ [renate.renner@unileoben.ac.at](mailto:renate.renner@unileoben.ac.at), [harald.raupenstrauch@unileoben.ac.at](mailto:harald.raupenstrauch@unileoben.ac.at), [nliectenegger@gmx.at](mailto:nliectenegger@gmx.at)

## Abstract

Sowohl Skitouren als auch polizeiliche Ad-hoc-Einsätze werden meist in Gruppen durchgeführt und können für die Beteiligten zu lebensbedrohlichen Situationen führen. Während wir bei Skitouren mit Spaß und Genuss rechnen und grundsätzlich eine Tour im Vorfeld planen, wissen polizeiliche Spezialteams bei solchen Ad-hoc-Einsätzen nicht was sie erwartet. Ihre Ausbildung ist jedoch hoch standardisiert und Abstimmungen müssen in wenigen Sekunden möglich sein. Beiden Ereignissen ist die Möglichkeit einer lebensbedrohlichen Situation gemeinsam, weshalb der Optimierung von Abläufen bzw. von Sicherheitschecks besondere Bedeutung zukommt. In dieser Arbeit werden erste Ergebnisse aus den Analysen von Skitourenunfällen und polizeilichen Spezialeinsätzen aus subjektiver Sicht der Beteiligten miteinander verglichen. Dabei werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede, Wahrnehmungsfehler, Gruppendynamische Aspekte und die subjektive Wahrnehmung des Risikos in den Blick genommen. Ebenfalls werden Möglichkeiten aus der technischen Prozesssicherheit dahingehend diskutiert, ob und wie sie zu einem verbesserten Risikomanagement beitragen können.

## Skitouren und polizeiliche Ad-hoc-Einsätze

Menschen suchen ihre Erholung immer mehr beim Skitourengehen in Gruppen. Seit Jahren boomt dieser Sektor und damit steigt sowohl das Angebot für Sicherheitsausrüstung als auch für Fortbildungen in den Bereichen der Schnee- und Lawinenkunde sowie des Risikomanagements am Berg. Einerseits haben sich Standards zur Tourenplanung, zur Einschätzung der Lawinengefährlichkeit eines Hanges, zur Anwendung von Sicherheitsabständen entwickelt, andererseits aber auch Methoden um zu entscheiden, ob eine Tour fortgesetzt, verändert oder abgebrochen wird.

Standardisierte Abläufe liegen auch polizeilichen Ad-hoc-Einsätzen zugrunde. Spezialeinheiten der Polizei werden plötzlich zu Einsätzen gerufen bei denen eine hohe Unsicherheit über die zu erwartende Situation vorliegt (Weibler und Petersen 2017: 375). Sie müssen in der Situation spontan entscheiden und sich innerhalb von Sekunden miteinander abstimmen. Ad Hoc - Einsätze werden in der Erstphase von

jeder Streifendienstbesetzung einer normalen Polizeistreife übernommen und in weiterer Folge den Spezialeinheiten wie der Schnellen Interventionsgruppe „SIG“, der Bereitschaftseinheit „BE“, der Einsatzeinheit „EE“, der Wiener Einsatzgruppe Alarmabteilung „WEGA“ oder ähnlichen übergeben. Dabei handelt es sich um zeitkritische oder in ihrer Ausbreitung weitreichende Einsatzlagen oder Ereignisse sogenannte TAG-Lagen (Terror, Amok, Geisellagen), die Spezialeinheiten erfordern. TAG-Lagen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie mit herkömmlichen Ressourcen (Beamten und Ausrüstung) nicht mehr bewältigbar sind und der Ausbildungsstand der Beamten ein speziellerer ist bzw. sein muss um der Gefahrensituation adäquat entgegenzutreten. Charakteristisch für Sondereinheiten sind ihre speziellen Kenntnisse über Einsatzlagen in Verbindung mit der Anwendung ihrer Sonderausrüstung, der Auftritt in einer größeren Personenstärke und Kenntnisse über das eigene Verhalten und Handeln welches ständig reflektiert wird.

Jede Entscheidung – sowohl im Skitourenbereich als auch bei Ad-hoc-Einsätzen – kann die Situation zu einer lebensbedrohlichen Situation für die beteiligten Gruppenmitglieder umgestalten. Wissen und die fachliche Kompetenz sind in beiden Fällen von großer Bedeutung und durch Ausbildungs- und Trainingsangebote gut gestützt. Die subjektive Einschätzung des Risikos kann während des Ereignisses jedoch von Wahrnehmungsfehlern geprägt und gruppendynamisch nachteilig beeinflusst werden. Diesem Blickwinkel wurde in vergangenen Analysen und Konzepten zur Standardisierung der Abläufe wenig Augenmerk geschenkt. Oftmals bleiben sozialpsychologische Aspekte im Sinne einer Black-Box unberücksichtigt. Wir fragen uns welche Aspekte der Risikowahrnehmung und Gruppendynamik bei den Fallanalysen die Entscheidungen beeinflussen und wie diese in standardisierten Abläufen berücksichtigt werden können. Übergeordnetes Ziel ist die Verbesserung des Risikomanagements in herausfordernden Entscheidungssituationen, durch die Berücksichtigung sozialpsychologischer Einflussfaktoren. Um hier durch die Hinzunahme eines weiteren Blickwinkels voneinander lernen zu können werden in einem nächsten Analyseschritt die Erfahrungen aus dem technischen Risikomanagement anhand der HAZOP-Analyse übertragen und mit den Ereignisabläufen verglichen (Anm.: HAZOP – HAZard and OPerability).

### Methodik

Durch die Fallkontrastierung versuchen wir die Vielfalt möglicher sozialpsychologischer Einflussfaktoren auf die Entscheidungsfindung unter unsicheren Bedingungen sowie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Fallbeispielen zu erfassen. Wir stellen fest, dass die Themen Skitourenunfall und polizeilicher Ad-hoc-Einsatz aus unterschiedlichen Erfahrungswelten stammen. Während Skitouren beruflich und privat erfolgen können, finden polizeiliche Einsätze immer im beruflichen Kontext statt. Letztere müssen sich im Gegensatz zu Skitourengehern immer auf eine

herausfordernde und kritische Situation einstellen und innerhalb von Sekunden reagieren.

Gemeinsam haben die Untersuchungsbeispiele, dass Entscheidungen in Gruppen getroffen werden und auf Gruppen wirken. Die ausgewählten Fälle weisen hohe fachliche Kompetenz auf, sei dies als sogenannte Profis oder Fortgeschrittene im Skitourenbereich oder als Mitglieder einer polizeilichen Spezialeinheit, deren Basis eine spezifische Fachausbildung ist. Zudem muss in beiden Fällen eine kontinuierliche Anpassung an die Situation vor Ort erfolgen, d.h. die Entscheidungen müssen unter Unsicherheit getroffen werden. In beiden Fällen kann sich das Ereignis zu einer für die Gruppe oder einzelne Gruppenmitglieder lebensbedrohlichen Situation entwickeln.

Tabelle 1: Gemeinsamkeiten

Kriterien	Ski-touren	Ad-hoc-Einsätze
<b>Gruppengröße</b>	Zwei und/oder mehr Personen	Zwei und/oder mehrere Personen
<b>Fachkompetenz</b>	Profis, Fortgeschritten	Spezialeinheit
<b>Situative Anpassungen</b>	kontinuierlich	kontinuierlich
<b>Lebensgefährliche Situation</b>	möglich	möglich

Mittels problemzentrierter Interviews (Lamnek und Krell 2016: 344f), welche durch leitende Fragen auf das Problem fokussieren aber auch ausreichend Platz für Narration erlauben, werden die Prozesse der Entscheidungsfindung analysiert und die Einflussfaktoren erhoben. Die Analyse erfolgt durch eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2010).

### Ausblick

Der Vortrag erlaubt erste Einblicke in die vergleichende Analyse und eine kritische

Auseinandersetzung darüber, welche Besonderheiten, Gemeinsamkeiten und Unterschiede unter Eingrenzung sozialpsychologischer Einflussfaktoren sichtbar werden.

### **Literaturverzeichnis**

Lamnek, S. und Krell, C. (2016): Qualitative Sozialforschung, 6. überarbeitete Auflage, Beltz: Weinheim.

Mayring, P. (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Beltz: Weinheim, Basel.

Weibler, J. und Petersen, M. (2017): Management von Unsicherheit bei Entscheidungen im polizeilichen Kontext. Springer Verlag: Wiesbaden.

## Evidenzbasis als Grundlage für Entscheidungen erweitern

## Hydrodynamische, numerische 2D-Simulation pluvialer Hochwässer in urbanen Gebieten – Möglichkeiten und Grenzen

RAIMUND HEIDRICH-RESSNIK, JÜRGEN WASER

RIOCOM, VRVis

✉ [raimund.heidrich@riocom.at](mailto:raimund.heidrich@riocom.at), [jwaser@vrvis.at](mailto:jwaser@vrvis.at)

### Abstract

Dank neuester numerischer Simulationssoftware lassen sich Oberflächenabflüsse infolge Starkregeneignissen heute auch im urbanen Raum sehr gut simulieren und visualisieren. Die notwendige Genauigkeit der Ergebnisse leitet sich dabei von der zu beantwortenden Fragestellung ab. Ergebnisse mit gewisser Unschärfe sind dabei oftmals besser als gar keine Ergebnisse zu haben. Die numerische Simulation pluvialer Ereignisse ist herausfordernd. Die Abflussbildung an der Geländeoberfläche infolge eines Starkregens wird durch zahlreiche physikalische Parameter beeinflusst. Diese gilt es in der numerischen Modellierung bestmöglich zu berücksichtigen. Variationen dieser Parameter können durch Ensemble-Simulationen einer Sensitivitätsanalyse unterzogen werden. Im städtischen Gebiet kommt zu den genannten Unsicherheiten die Herausforderung hinzu, abflusslenkende Objekte wie (Garten-)Mauern und Gehsteigkanten bestmöglich im 2D-Modell zu implementieren, um ein möglichst realitätsnahes Überflutungsbild zu erhalten. Dies bedarf mitunter eines großen Nacherhebungsaufwandes, steigert die Qualität des Endergebnisses jedoch signifikant. Die Simulationsergebnisse tragen, unabhängig vom Detailgrad jedenfalls dazu bei, ein besseres Verständnis des Katastrophenrisikos aus pluvialen Überflutungen zu erzeugen. Die 3D-Ansichten und Animationen können von den Behörden zur Gefahrenanalyse herangezogen werden. Sie dienen somit als Grundlage für die Entwicklung präventiver Maßnahmen, aber auch als Entscheidungsgrundlage im Ereignisfall, wodurch eine bessere Bewältigung von Katastrophenereignissen möglich wird. Weiter profitiert auch die potentiell betroffene Bevölkerung von den Analysen und Ergebnissen. Die Plandarstellungen und Visualisierungen können der Bewusstseinsbildung dienen, die die Grundlage zur Eigenvorsorge darstellt.

### Ausgangslage

Pluviale Hochwässer und daraus resultierende Schäden haben in den letzten Jahrzehnten massiv zugenommen. In Hinblick auf das von ihnen ausgehende (Katastrophen)Risiko weisen pluviale Hochwässer eine sehr unangenehme Eigenschaft auf. Sie entstehen durchwegs rasch, oftmals aus konvektiven Niederschlagsereignissen, benötigen kein Gewässer um sich auszubreiten und können somit an jedem Ort und mit geringer bzw. ohne Vorwarnung auftreten. Das schränkt die Möglichkeiten der Gefahrenabwehr während des Ereignisses massiv ein. Umso mehr Bedeutung kommt daher der Prävention zu.

Fundierte Prognosen über die Auswirkungen pluvialer Hochwässer in dicht bebauten Gebieten – die für die Umsetzung eines vorausschauenden Hochwasserschutzes jedoch unerlässlich

sind - sind mit den bisher standardmäßig eingesetzten Modellierungs- und Visualisierungsmethoden nur eingeschränkt möglich. Im Auftrag der Stadt Wien wurde daher im Gebiet Schreiberbach/Nußberg eine Pilotstudie durchgeführt, um das Gefahrenpotential von lokalen Starkniederschlägen mit neuester numerischer Simulationssoftware zu evaluieren und den Mehrwert der erstellten Visualisierungen auf unterschiedlichen Ebenen zu bewerten.

### Abflussbildung – Berücksichtigung im Modell

Die Bildung von Oberflächenabfluss infolge Starkniederschlägen ist sowohl von fixen / statischen als auch von variablen / dynamischen (physikalischen) Parametern abhängig.

Die statischen Parameter umfassen mitunter

- die Geländeform
- die Hangneigung

- die Oberflächenbeschaffenheit

Diese finden direkt Eingang in das numerische Abflussmodell. Sie stellen die Basisparameter des digitalen Zwillings dar. Um möglichst belastbare Ergebnisse aus numerischen Abflussmodellierungen zu erhalten ist es wesentlich, Sensitivitätsanalysen durch Varianz der dynamischen Eingangsparameter durchzuführen, um ein realistisches Parameter-Setting zu entwickeln. Die primären dynamischen Parameter, die großen Einfluss auf die Abflussbildung in Folge Starkniederschlägen haben sind

- die Interzeption
- die Infiltration
- die Vorbefechtung
- die Kanalkopplung; Zuflüsse und Rückstau

Je mehr dieser Parameter in einem numerischen 2D-Abflussmodell abbildbar sind, je detaillierter sie selbst und je besser deren Varianz berücksichtigt werden kann, desto belastbarer sind die Ergebnisse der numerischen Simulation.

### Möglichkeiten und Grenzen

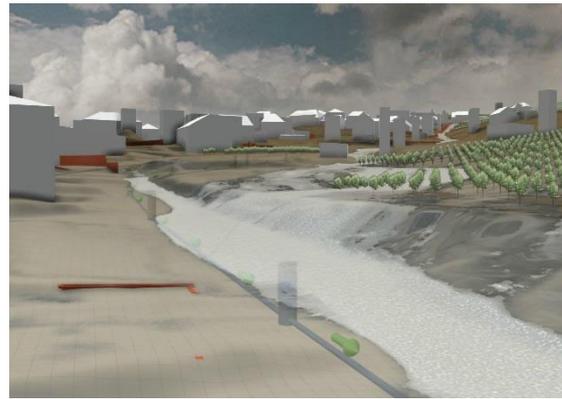
Ein wesentlicher Faktor für die Güte jedes numerischen Abflussmodells ist die Qualität der Eingangsdaten. Je detaillierter die Datengrundlagen, desto eher entspricht der erstellte digitale Zwilling den natürlichen Gegebenheiten.

Heute ist es Stand der Technik, das Gelände über Airborne Laserscanning-Daten zu erfassen. Standardmäßig werden Daten in einer Auflösung von 1x1m zur Verfügung gestellt. Mancherorts liegen die Rasterdaten auch in einer Auflösung von 50x50cm, seltener 25x25cm und sehr selten gar mit 10x10cm Rasterweite vor. Je feiner die Rasterweite, desto genauer werden hydraulisch relevante Kleinstrukturen bereits durch den Laserscan-Datensatz erfasst. Simuliert man Oberflächenabflüsse in ländlicher Gegend bzw. in Einzugsgebieten mit großem Anteil an Wäldern und Grünflächen, so reicht oftmals gar ein Raster mit 2x2m-Auflösung aus, um den Verlauf des Oberflächenabflusses ausreichend genau abzubilden. In

Siedlungsbereichen bzw. im urbanen Raum finden sich auf engem Raum zahlreiche abflussrelevante Strukturen wie Gebäude, Gehsteige, Sockelmauern oder Durchlässe. Diese weiteren statischen Parameter haben großen Einfluss auf die Ausbreitung des Oberflächenabflusses. Ihre bestmögliche Berücksichtigung im numerischen Modell hat erfahrungsgemäß signifikante Auswirkungen auf das Simulationsergebnis. Manche dieser Strukturen können selbst durch hochgenaue Airborne Laserscanning-Daten nicht (ausreichend genau) erfasst werden. Dies trifft auf viele schmale, hohe Elemente wie beispielsweise Sockelmauern zu. In kleinen Projektgebieten können diese manuell nacherhoben und in das Geländemodell implementiert werden. Bei größeren Projektgebieten ist das nur mehr semi-automatisiert möglich. Dazu bedarf es jedoch entsprechender Grundlagendaten.

Durch den Einsatz moderner numerischer Simulationssoftware – beispielhaft erwähnt sei hier Visdom (<https://www.vrvis.at/visdom>) - bestehen umfangreiche Simulations- und Visualisierungsmöglichkeiten. Der Einsatzzweck bzw. die Verfügbarkeit hochgenauer Eingangsdaten bestimmen dabei den möglichen Detaillierungsgrad. Je nach Fragestellung können anschauliche 2D-Plandarstellungen, 3D-Ansichten und 3D-Animationen für unterschiedliche Zielgruppen produziert werden. Die Ergebnisse können einerseits zum Zweck der Information und Bewusstseinsbildung bzw. als Grundlage zur Eigenvorsorge betroffener Personen dienen, andererseits auch von Behörden als Planungsgrundlage herangezogen werden. In beiden Fällen sind die immanenten Unsicherheiten in der numerischen Abflusssimulation von Starkniederschlägen klar zu benennen und entsprechend zu berücksichtigen. Ähnliche Unsicherheiten sind auch in der Simulation fluvialer Prozesse zu beobachten. Trotzdem werden deren Ergebnisse als Grundlage für viele Planungs- und Entscheidungsprozesse herangezogen.

Trotz aller Unschärfe sollte daher auch für die numerische Simulation pluvialer Ereignisse gelten: es ist besser einen groben Überblick über die Gefahrenprozesse und Risikosituation zu haben, als keinerlei Kenntnis darüber zu besitzen.



**Abbildung 1:** Ausschnitt aus der numerischen 2d-Modellierung eines Starkregens mit Visdom unter Berücksichtigung des Kanalnetzes, Gebäuden und Mauern (orange)

## Pluviale Überflutungen: Quantifizierungsmöglichkeit des Rückhaltevermögens von Flächenretentionsmaßnahmen

MIRIAM MONSCEIN, GERALD KREBS, JOSEF SCHNEIDER

*Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz*

✉ [miriam.monschein@tugraz.at](mailto:miriam.monschein@tugraz.at), [gerald.krebs@gmail.com](mailto:gerald.krebs@gmail.com), [schneider@tugraz.at](mailto:schneider@tugraz.at)

### Abstract

In Österreich hat sich die jährliche Evapotranspiration und Niederschlagsmenge in den letzten 30 Jahren um 80 mm erhöht. Pluviale Überflutungen, die durch Niederschlagsereignisse fernab von Gewässern auftreten, können Schäden an Gebäuden und Infrastruktur verursachen und durch Flächenerosion die Bodenqualität landwirtschaftlicher Flächen beeinträchtigen. Um das Schadenspotential von zukünftigen Starkregenereignisse zu minimieren, können Oberflächenbefestigungen und landwirtschaftliche Bearbeitungspraktiken zur Erhöhung der Infiltrationsleistung gewählt werden. Die Stärkung des natürlichen Wasserrückhalts in der Fläche kann einen integralen Baustein der Klimaanpassungsstrategie darstellen, jedoch ist die Quantifizierung der Leistungsfähigkeit solcher Maßnahmen aktuell eine Herausforderung.

Ein neues Konzept der physikalischen Regensimulation ermöglicht durch die Kombination von zwei Phasen (Wasser und Luft) eine nahezu unabhängige Steuerung der Niederschlagsintensität und der Tropfengröße, um eine Vielzahl von Niederschlagszenarien zu modellieren. Dies ermöglicht die Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Geländeoberflächen bei unterschiedlichen Niederschlagsereignissen auf das Ausmaß pluvialer Überflutungen. Diese Untersuchungen können zukünftig einen wesentlichen Beitrag zur Auswahl der Parameterwerte bei der numerischen Modellierung von Oberflächenabflüssen leisten.

### Einleitung

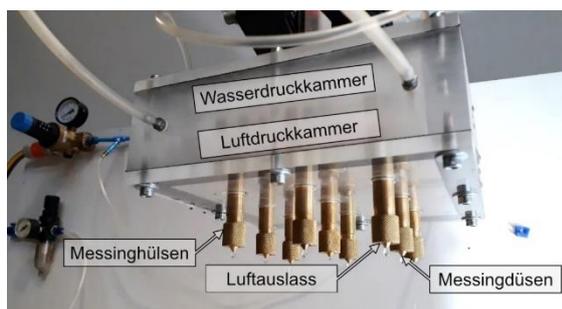
Österreich verzeichnete in den letzten 30 Jahren eine durchschnittliche Zunahme von 80 mm bei jährlicher Evapotranspiration und Niederschlag (Blöschl et al. 2018). Der Klimawandel bedingt eine Zunahme der Intensität und Häufigkeit von schweren Regenfällen, die pluviale Überschwemmungen auslösen können (Ban et al. 2015). Menschliche Einflüsse, wie nicht risikobasierte Landnutzungsplanung, können das Katastrophenpotential von Starkregenereignissen wesentlich erhöhen (Raju et al. 2022, Pearce 2022). Historisch wurden technische Maßnahmen wie Hochwasserrückhaltebecken eingesetzt, die jedoch nur lokalen Schutz bieten und negative Auswirkungen auf benachbarte Gebiete haben können. Um Schäden durch pluviale Überflutungen zu verringern, können auch passive Schutzmaßnahmen wie die Erhöhung der flächigen Retention von Niederschlagswasser durch Steigerung der Infiltrationsleistung des Bodens und des Muldenrückhalts eingesetzt werden.

Flächenretentionsmaßnahmen können auch die Grundwasseranreicherung, die Qualität des oberflächlich abfließenden Wassers und den Wasserhaushalt für Nutzpflanzen verbessern. Letzteres sollte ein explizites Ziel des Wasserressourcenmanagements sein, um den durch den Klimawandel verursachten Trockenstress der Pflanzen zu mildern (BMK 2021). Um die potenzielle Verbesserung des Rückhaltevermögens durch Flächenretentionsmaßnahmen zu quantifizieren und damit eine Evidenzbasis als Grundlage für Entscheidungen zu schaffen, sind Untersuchungen unter einheitlichen Randbedingungen erforderlich. Mit den derzeit verwendeten Untersuchungsmethoden (Stechzylinderproben, Infiltrometerversuche, Beregnungsversuche im Feld) ist eine Bewertung geplanter Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Leistungsfähigkeit nicht unter Berücksichtigung aller relevanten Einflüsse (z.B. Niederschlagsintensität, Vegetationsschicht, Ober- und Unterboden, Hangneigung, Vorbefeuchtung, Art der Abflussmessung und der Messung der Infiltration) möglich. Es wurde

daher ein Konzept entwickelt, Bodenproben mit einer Größe von 1 x1 m und einer Tiefe von 0,7 m im Labor unter einheitlichen Randbedingungen mittels eines Regensimulators zu untersuchen. Die Qualität der Bewässerungsmethode, also der physikalischen Regensimulation ist dabei ein entscheidender Faktor für die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Untersuchungen. Es ist nicht nur erforderlich die Niederschlagsintensität, sondern auch die Tropfengrößenverteilung und die Fallgeschwindigkeit exakt modellieren zu können (Serio et al. 2019). Hierfür wurde ein neuartiges Konzept zur Regensimulation entwickelt und mit einem kleinmaßstäblichen Prototyp getestet.

### Methodik

Das neuartige Konzept zur Regensimulation wurde als Zweiphasensystem (Wasser und Luft) entwickelt (Abb. 1). Über die Steuerung von Wasser- und Luftdruck können die gewünschten Tropfengrößenverteilungen und Niederschlagsintensitäten präzise eingestellt werden. Um die Endgeschwindigkeit und damit die kinetische Energie zu erzielen, die dem natürlichen Regen ähnelt, ist es erforderlich, eine Mindestdistanz von 8 m zwischen dem Regensimulator und der zu untersuchenden Oberfläche einzuhalten.



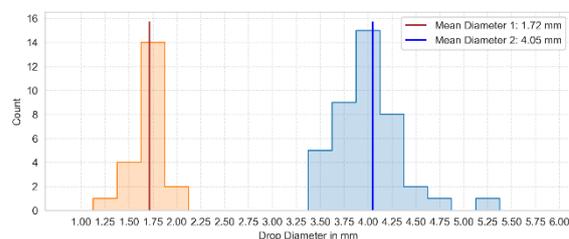
**Abbildung 2:** Kleinmaßstäblicher Prototyp des Regensimulators mit Wasser- und Luftdruckkammer, Messinghülsen sowie Messingdüsen

Von den erzeugten Tropfen wurden zur Kalibrierung des Systems Videos mit einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgezeichnet, die anschließend über optisches Tracking mittels eines auf Basis der Programmbibliothek OpenCV

entwickelten Bildverarbeitungsprogramms analysiert wurden.

### Ergebnisse

Durch unterschiedliche Druckeinstellungen kann die durchschnittlich erzeugte Tropfengröße ohne Austausch der Düsendröße mehr als verdoppelt werden. Abb. 2 zeigt beispielhaft die Tropfengrößenverteilungen bei zwei unterschiedlichen Einstellungen des Wasser- und Luftdrucks in den Kammern des neu entwickelten Regensimulator Prototyps.



**Abbildung 3:** Exemplarische Tropfengrößenverteilungen bei zwei unterschiedlichen Wasser- und Luftdruckeinstellungen

### Diskussion und Ausblick

Die ermittelten Tropfengrößenverteilungen und Niederschlagsintensitäten des Prototyps des Regensimulators zeigen, dass mit dem neu entwickelten Zweiphasensystems die Niederschlagsintensität nahezu unabhängig von der Tropfengrößenverteilung verändert werden kann. Durch die neue Untersuchungsmethode können die Auswirkungen unterschiedlicher Landnutzungen auf das Ausmaß von pluvialen Überflutungen analysiert werden und damit eine Evidenzbasis für Entscheidungen in Richtung risikobasierter Landnutzungsplanung geschaffen werden.

### Literaturverzeichnis

Ban, Nikolina; Schmidli, Juerg; Schär, Christoph (2015): Heavy precipitation in a changing climate: Does short-term summer precipitation increase faster? In: Geophys. Res. Lett. 42 (4), S. 1165–1172. DOI: 10.1002/2014GL062588.

Blöschl, Günter; Blaschke, Alfred Paul; Haslinger, Klaus; Hofstätter, Michael; Parajka, Juraj; Salinas, José; Schöner, Wolfgang (2018): Auswirkungen der Klimaänderung auf Österreichs Wasserwirtschaft – ein aktualisierter

Statusbericht. In: Österr Wasser- und Abfallw 70 (9-10), S. 462–473. DOI: 10.1007/s00506-018-0498-0.

BMK Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Hg.) (2021): Zweiter Fortschrittsbericht - Österr. Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Wien.

Pearce, Fred (2022): It's Not Just Climate: Are We Ignoring Other Causes of Disasters? In: Yale Environment 360.

Raju, Emmanuel; Boyd, Emily; Otto, Friederike (2022): Stop blaming the climate for disasters. In: Commun Earth Environ 3 (1). DOI: 10.1038/s43247-021-00332-2.

Serio, Maria A.; Carollo, Francesco G.; Ferro, Vito (2019): Raindrop size distribution and terminal velocity for rainfall erosivity studies. A review. In: Journal of Hydrology 576, S. 210–228. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2019.06.040

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

JENS POTTEBAUM<sup>1</sup>, CHRISTINA RECHBERGER<sup>2</sup>, MICHAEL HIEB<sup>1</sup>, IRIS GRÄBLER<sup>1</sup>, CHRISTIAN RESCH<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universität Paderborn, Heinz-Nixdorf-Institut, Lehrstuhl für Produktentstehung

<sup>2</sup> 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).

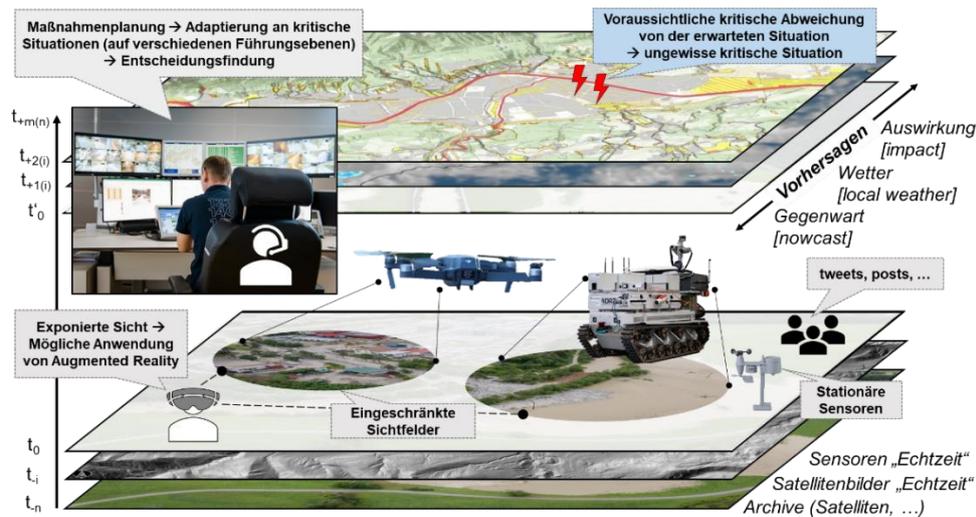


Abbildung 4: Kategorisierung von extremen Daten anhand von Raum und Zeit (Bildquellen: [www-1] bis [www-4])

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, Llorc 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](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 Bundesverkehrssystems 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) ISPIM 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](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](https://maps.tirol.gv.at/synserver?user=guest&project=tmap_master&client=core) [aufgerufen am 29.04.2023]

## Helfen kommt nach der Flut – über die Ambivalenz situativ-nichtalltäglicher Dynamiken im Kontext der Flutkatastrophe im Ahrtal

CHRISTIN ROBRECHT

Universität Koblenz-Landau

✉ christinrobrecht@web.de

### Abstract

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag dazu, die sozialen Dynamiken innerhalb von Katastrophenfällen besser verstehen zu können. Dies geschieht unter Berücksichtigung folgender Forschungsfrage: Welche sozialen Prozesse hat die Flutkatastrophe im Ahrtal in der Nacht vom 14.07.2021 auf den 15.07.2021 angestoßen und wie hat sich die Situation seither verändert? Die Bearbeitung des vorgestellten Forschungsanliegens geschieht mit Hilfe eines qualitativ-rekonstruktiven Vorgehens. Den theoretischen Rahmen der Arbeit bildet die Konzeptualisierung situativer Nichtalltäglichkeit von Ernst-Heidenreich (2019a). Innerhalb der Arbeit wird deutlich, inwiefern die alltäglichen Relevanzen innerhalb situativer Nichtalltäglichkeit und somit in dem Fall der Flutkatastrophe im Ahrtal 2021 eingeklammert werden. Es kommt zu einer Intensivierung des Sozialen und somit werden auch Vergemeinschaftungsprozesse angestoßen. Doch wird ebenfalls deutlich, dass die Betroffenen und die Helfenden zwei verschiedenen Arten von Nichtalltäglichkeit unterliegen. Diese qualitative Differenz ist nicht immer unproblematisch und es kann zu Unverständnis kommen. Weitergehend zeichnet sich eine qualitative Transformation ab, in dem Sinne, dass die Betroffenen als auch die Helfenden einen Unterschied zu dem Zustand vor und nach der Katastrophe bekennen.

### Einleitung

Mitte Juli 2021 kam es in Teilen Deutschlands zu extremen Regenfällen. Am schlimmsten waren die Bundesländer Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen betroffen (vgl. Bundeszentrale für politische Bildung, 2021). In Rheinland-Pfalz war besonders das Ahrtal betroffen. Eine solche Katastrophe, wie die Flutkatastrophe im Ahrtal im Juli 2021, lässt sich als eine Extremsituation beschreiben. Innerhalb einer Nacht brach der bis dahin geltende Alltag der Betroffenen in sich zusammen und mit ihm auch die bis dato geltende Sozialordnung. An ihre Stelle tritt ein Zustand situativer Nichtalltäglichkeit, welcher sich durch seine „qualitative Differenz zum alltäglichen Leben“ (Ernst-Heidenreich, 2019a, S. 3) auszeichnet. Die Flutkatastrophe „hat eine beispiellose Hilfsbereitschaft ausgelöst. Allein im Ahrtal waren bisher nach aktuellen Schätzungen bis zu 100.000 freiwillige Hilfskräfte tätig“ (BMI und BMF, 2021, S. 22). Es zeigt sich, dass durch die Katastrophe und die damit einhergehende Welle an Hilfsbereitschaft verschiedenste soziale Prozesse und Dynamiken ausgelöst wurden. In diesem

Zusammenhang untersucht diese Forschungsarbeit, welche sozialen Dynamiken durch die Katastrophe ausgelöst wurden und wie sich diese im Laufe der Zeit verändert haben. Somit lautet die konkrete Forschungsfrage: *Welche sozialen Prozesse hat die Flutkatastrophe im Ahrtal in der Nacht vom 14.07.2021 auf den 15.07.2021 angestoßen und wie hat sich die Situation seither verändert?*

### Methodisches Vorgehen

Die Bearbeitung des vorgestellten Forschungsanliegens geschieht mit Hilfe eines qualitativ-rekonstruktiven Vorgehens. Somit wurden qualitative Interviews, sowohl mit Betroffenen als auch den Helfenden, geführt. Dieses wurde durch die Kombination eines narrativen mit einem Leitfaden-Interview umgesetzt. Des Weiteren wurde sich an der Grounded Theory Methodology (GTM) als Forschungsstil orientiert. Insgesamt konnten acht Interviews realisiert werden, davon jeweils vier mit Helfenden und vier mit Betroffenen.

## Ergebnisse

Mit der Katastrophe kommt es zu einer zeitlichen, räumlichen und sozialen Verdichtung. Dies wird durch die große Hilfsbereitschaft und die unzähligen freiwilligen HelferInnen deutlich. Alle gemeinsam hatten ein Ziel, die Bewältigung der Katastrophe. Und dieses Ziel führte dazu, dass sich Unterschiede, wie soziale Klassen, alters- oder geschlechtsspezifische Unterschiede relativierten und irrelevant wurden. Die Schaffung von Kollektiven und die Veränderung der sozialen Morphologie zeigt sich. In Bezug auf den hier untersuchten Forschungsbereich, die Flutkatastrophe im Ahrtal, kann gezeigt werden, dass innerhalb dieses Kontextes nicht nur eine Form situativer Nichtalltäglichkeit vorherrschend ist, sondern zwei verschiedene. Ernst-Heidenreich beschreibt die Form, welche u. a. innerhalb eines Katastrophenfalles eintritt, als situativen Zwang (vgl. Ernst-Heidenreich, 2019a). Sie lässt sich als ein Extremfall deuten, welcher mit einer massiven Art von Autonomieverlust einhergeht (vgl. ebd.). Diese Form zeigt sich gegenüber den Betroffenen. Sie können sich der Autokratie dieser auferlegten Nichtalltäglichkeit nicht einfach entziehen. Den Helfenden gegenüber zeigt sich Nichtalltäglichkeit als die Form des situativen Willens. Sie tritt hervor, wenn die Individuen die alltägliche Ordnung absichtsvoll in eine nichtalltägliche Sozialordnung tauschen (vgl. Ernst-Heidenreich, 2019b). Mit Hilfe von Schütz und Luckmann (2017) kann aufgezeigt werden, dass die geschlossenen Sinnprovinzen der jeweiligen Formen von Nichtalltäglichkeit je bestimmte Erlebnis- und Erkenntnisstile mit sich bringen (vgl. ebd.). Des Weiteren basiert die Geschlossenheit der einzelnen Sinnprovinzen auf qualitativen Differenzen (vgl. Ernst-Heidenreich, 2019a). Diese werden innerhalb des Ausstieges aus der Nichtalltäglichkeit besonders deutlich. Denn dieser ist in dem hier untersuchten Forschungsbereich nicht klar definiert. Es gibt keine offizielle Verkündung eines Endes, genauso wenig findet ein Verlassen des Raumes statt, in welchem sich situative Nichtalltäglichkeit eröffnet. Anhand der Ergebnisse lassen sich

drei Möglichkeiten des Austritts beschreiben. Die erste beschreibt die Rückkehr in die Alltäglichkeit auf Seiten der Betroffenen, welche sich je individuell zu unterschiedlichen Zeitpunkten vollzogen haben kann. Es wird deutlich, dass dieser Zeitpunkt durch die je verschiedenen räumlichen Situationen beeinflusst wird. Zum zweiten werden HelferInnen beschrieben, welche für sich einen Zeitpunkt gefunden haben, um sich zurückzuziehen. Die dritte Möglichkeit bezieht sich auf das von einem interviewten Helfer beschriebene „Anhaften, Hängenbleiben, Nicht-loslassen-wollen“. Es geht um HelferInnen, welche den Zeitpunkt, um sich zurückzuziehen bzw. um zum Alltäglichen zurückzukehren, überschritten haben. Sie versuchen die Nichtalltäglichkeit aufrecht zu erhalten, vielleicht weil sie durch die Katastrophe einen neuen Lebenssinn, Anerkennung und Wertschätzung gefunden haben, wie einige InterviewpartnerInnen vermuten. Hier wird die Veränderung der sozialen Prozesse besonders deutlich. Weitergehend kann anhand des beschriebenen „Hängen-bleibens“ ein Handlungsbedarf hinsichtlich psychologischer und psychosozialer Begleitung von HelferInnen, v. a. im Hinblick auf die Zeit nach der unmittelbaren Schadensbeseitigung, ausgemacht werden. In Bezug auf diese qualitativen Differenzen sind nicht nur die Differenzen zwischen den verschiedenen Sinnprovinzen zu nennen, sondern auch die, welche den Zustand vor dem qualitativen Sprung zu dem danach unterscheiden. Denn diese beiden Zustände sind qualitativ verschieden (vgl. Kierkegaard, 1965). Innerhalb der Interviews mit den Betroffenen kann dies deutlich gesehen werden, wenn sie davon erzählen, dass sie nun in einer Art neuen Normalität leben. Dies wird gestützt durch Aussagen wie: „wir sind nicht mehr die Alten“. Auch innerhalb der Interviews mit HelferInnen wird eine qualitative Transformation deutlich. Das Erlebte prägt und regt sie dazu an, das Leben und das, was sie haben, mehr wertzuschätzen.

## Literaturverzeichnis

Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI);  
Bundesministerium der Finanzen (BMF) (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](https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2022/abschlussbericht-hochwasserkatastrophe.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

Bundeszentrale für politische Bildung (Bpb) (2021): Jahr-  
hunderthochwasser 2021 in Deutschland, <https://www.bpb.de/kurz-knapp/hintergrund-aktuell/337277/jahrhunderthochwasser-2021-in-deutschland/>

Ernst-Heidenreich, M. (2019a): Irritation des Selbstverständlichen. Eine theoretisch-empirische Annäherung an eine Soziologie situativer Nichtalltäglichkeit, Springer VS

Ernst-Heidenreich, M. (2019b): Die qualitative Differenz ausgesetzter Ordnung: Zu einer Soziologie situativer Nichtalltäglichkeit. In komplexe Dynamiken globaler und lokaler Entwicklungen, Verhandlungen des 39. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Göttingen 2018, 39, (Okt. 2019)

Kierkegaard, S. (1965): Der Begriff Angst. Vorworte. 6. Aufl., Diederichs

Schütz, A., Luckmann, T. (2017): Strukturen der Lebenswelt. 2.Aufl., UVK-Verlagsgesellschaft mgH

# Grundlagen und Strategien für die Prävention verbessern

## Lernen aus der Pandemie: Kompetenzen für organisationale Resilienz im Gesundheitswesen

NINA LORENZONI, DANIELA WIMMER

UMIT TIROL, Private Universität für Gesundheitswissenschaften und -technologie

✉ [nina.lorenzoni@umit-tirol.at](mailto:nina.lorenzoni@umit-tirol.at), [daniela.wimmer@umit-tirol.at](mailto:daniela.wimmer@umit-tirol.at)

### Abstract

Die COVID-19-Pandemie hat das Gesundheitswesen weltweit vor noch nie dagewesene Herausforderungen gestellt. Damit Organisationen mit solchen Krisen angemessen umgehen können, müssen sie widerstandsfähig und anpassungsfähig sein. Ziel dieser Studie, die im Rahmen des Erasmus+ Projekts "empowerment4pandemias" durchgeführt wurde, war es zu untersuchen, welche Kompetenzen für eine umfassende Resilienzstrategie im Pandemiekontext notwendig sind.

Um einen möglichst breitgefächerten Einblick zu bekommen, führten wir 40 semi-strukturierte Interviews mit Personen aus verschiedenen Berufsgruppen und Bereichen des Gesundheitswesens in Österreich, Deutschland, Italien, Portugal und Großbritannien durch. Als größte Herausforderung nannten die Befragten die lange anhaltende Unsicherheit. Weitere Schwierigkeiten bereiteten die Ungeeignetheit der Pandemiepläne zur Bewältigung der Herausforderungen der COVID-19-Pandemie sowie bis heute anhaltender Mangel an Zeit und Ruhe für Reflexion und Lernprozesse. Es zeigte sich auch eine Diskrepanz zwischen dem Engagement der Führungskräfte und den Unterstützungswünschen, die von den Mitarbeitern geäußert wurden. Aus den Ergebnissen der Interviews leiteten wir acht Kernkompetenzen für organisationale Resilienz im Pandemiekontext ab: (1) Risiko- und Bedrohungsverständnis, (2) strategisches und operatives Denken, (3) Führung für Widerstandsfähigkeit und Integrität, (4) Informationsaustausch, (5) Anpassungsfähigkeit und Flexibilität, (6) Fokus auf Menschen/Organisationskultur, (7) Training, Testen und Validierung sowie (8) Reflexions- und Lernfähigkeit. Die (Weiter-)Entwicklung dieser Kompetenzen kann Organisationen des Gesundheitswesens helfen, künftige Krisen besser zu bewältigen.

### Einleitung

Die COVID-19-Pandemie hat das Gesundheitswesen weltweit vor noch nie dagewesene Herausforderungen gestellt. Um solche Krisen in Zukunft adäquat bewältigen zu können, müssen Organisationen im Gesundheitswesen widerstandsfähig und anpassungsfähig sein. Im Rahmen des Erasmus+-Projekts "empowerment4pandemias" haben wir eine Interviewstudie durchgeführt, um die Kompetenzen zu ermitteln, die für organisatorische Resilienz im Gesundheitswesen in Pandemie-Situationen erforderlich sind.

### Methode

Wir führten 40 semi-strukturierte Interviews mit Fachkräften, die in Krankenhäusern, Pflegeheimen oder im Rettungsdienst in Österreich, Deutschland, Italien, Portugal und Großbritannien arbeiten. Es wurden sowohl Führungskräfte (Heimleitung, Pflegedirektion und

ärztliche Direktion in Krankenhäusern, Personen aus der Gesundheitsverwaltung und dem Rettungswesen) als auch verschiedene Berufsgruppen mit direktem Patientenkontakt (Ärzt:innen, Pflegepersonen, Therapeut:innen, Sanitäter:innen) befragt. Die Fragen bezogen sich auf Herausforderungen während der Pandemie, Bewältigungsstrategien, begünstigenden Faktoren und den Bedarf an interner und externer Unterstützung.

### Ergebnisse

Als größte Herausforderung wurde in allen Interviews die lange anhaltende Unsicherheit genannt, was die Notwendigkeit für Gesundheitsorganisationen unterstreicht, Strategien zu entwickeln, um mit Mehrdeutigkeit und Unvorhersehbarkeit umzugehen. Die meisten Organisationen verfügten über Pandemiepläne, da diese in vielen Ländern gesetzlich vorgeschrieben sind. Aus den Interviews ging jedoch hervor, dass diese Pläne nur

bedingt für die Bewältigung der Herausforderungen der COVID-19-Pandemie geeignet waren. Dies macht deutlich, dass die Organisationen ihre Pandemiepläne neu bewerten und anpassen müssen, um besser auf künftige Krisen reagieren zu können.

Als weitere Herausforderung wurden die mangelnde Zeit und Ruhe für die Reflexion und Umsetzung von Lernprozessen genannt, einige der befragten Führungskräfte gaben sogar an, sich im Gesundheitswesen ständig im Krisenmodus zu fühlen.

Die am häufigsten genannte Sorge war, sich am Arbeitsplatz mit COVID-19 zu infizieren und die Infektion dann auf Familienmitglieder oder Freunde zu übertragen. Aus diesem Grund haben einige Arbeitgeber ihren Angestellten Unterstützung angeboten und eine eigene Unterkunft zur Verfügung gestellt, um das Risiko einer Übertragung zu minimieren.

Einige Führungskräfte berichteten, vor allem während den ersten Wochen der Pandemie vermehrt Zeit vor Ort verbracht zu haben, um für ihre Mitarbeiter:innen da zu sein und sie zu unterstützen. Allerdings haben einige Mitarbeiter auch ein Bedürfnis nach verstärkter psychologischer Unterstützung geäußert, welches möglicherweise nicht vollständig erfüllt werden konnte. Zusätzlich fühlten sich viele Angestellte aufgrund des zusätzlichen organisatorischen Aufwands durch persönliche Schutzausrüstung und Abstandsregelungen allein gelassen. Die ohnehin schon stark ausgeprägte Personalknappheit im Gesundheitswesen wurde während der Pandemie noch verschärft, da einerseits Personal aufgrund von Erkrankung oder Quarantäne ausfiel und andererseits aufgrund der vorgegebenen Schutzmaßnahmen zusätzliches Personal benötigt wurde.

Insgesamt ergab sich in den Antworten eine Diskrepanz zwischen dem Engagement der Führungskräfte und deren Einschätzung bezüglich notwendiger Unterstützungsmaßnahmen und den Unterstützungswünschen, die die Mitarbeiter:innen in den Interviews äußerten.

## Entwicklung Kompetenzmodell

Aus den Ergebnissen der Interviews leiteten wir Kompetenzen ab, die für die organisationale Resilienz in Pandemie-Situationen notwendig sind:

(1) Risiko- und Bedrohungsverständnis, (2) strategisches und operatives Denken, (3) Führung für Widerstandsfähigkeit und Integrität, (4) Informationsaustausch, (5) Anpassungsfähigkeit und Flexibilität, (6) Fokus auf Menschen/ Organisationskultur, (7) Training, Testen und Validierung sowie (8) Reflexions- und Lernfähigkeit.

Durch die (Weiter-)Entwicklung dieser Kompetenzen können Organisationen des Gesundheitswesens ihre Fähigkeit stärken, künftige Krisen zu bewältigen. Die identifizierten Kompetenzen können als Grundlage für Resilienzbeurteilung und -training im Gesundheitswesen dienen und Organisationen dabei helfen, verbesserungsbedürftige Bereiche zu ermitteln und die erforderlichen Fähigkeiten zu entwickeln, um sich auf künftige Pandemien vorzubereiten und auf sie zu reagieren.

## Schlussfolgerung, Limitationen und Ausblick

Auch wenn Resilienz auf Organisationsebene von entscheidender Bedeutung ist, muss man sich darüber im Klaren sein, dass eine Organisation nur so stark ist wie die Menschen, die in ihr arbeiten. Daher muss Kompetenzentwicklung sowohl im Bereich der organisationalen als auch der individuellen Resilienz gefördert werden (Riess, 2021). Auf diese Weise können Organisationen im Gesundheitswesen ihre Mitarbeiter:innen und Patient:innen besser schützen und sicherstellen, dass selbst unter schwierigsten Bedingungen weiterhin lebenswichtige Gesundheitsdienstleistungen erbracht werden können. Die hier dargestellten organisationalen Kompetenzen stellen daher lediglich einen Teil eines Gesamtmodells für Pandemie-Resilienz dar, das im Rahmen des Projekts entwickelt wird. Dieses Modell beinhaltet auch Kompetenzen für die individuelle Resilienz und ist als ganzheitlicher Ansatz konzipiert, um eine

umfassende Resilienzstrategie zu schaffen, die sowohl auf organisatorischer als auch auf individueller Ebene wirksam ist.

### **Literaturverzeichnis**

Rangachari, P., & L. Woods, J. (2020). Preserving organizational resilience, patient safety, and staff retention

during COVID-19 requires a holistic consideration of the psychological safety of healthcare workers. *International journal of environmental research and public health*, 17(12), 4267.

Riess, H. (2021). Institutional resilience: the foundation for individual resilience, especially during COVID-19. *Global Advances in Health and Medicine*, 10, 21649561211006728.

## Spontanhelfende willkommen – Angebote für unterstützendes Engagement im Deutschen Roten Kreuz

EVA KOCH, GEORG KOCH

DRK Kreisverband Schöneberg Wilmersdorf e.V. und DRK Dienste für Menschen [...] gGmbH

✉ koch@drk-wilmersdorf.de, g.koch@drk-wilmersdorf.de

### Abstract

Um Krisen und Katastrophen zu bewältigen, sollen im Deutschen Roten Kreuz (DRK) Strukturen geschaffen werden, die es Menschen aus der Zivilgesellschaft unkompliziert ermöglichen, ihr unterstützendes Engagement in die Bewältigung der Not einzubringen. Idealtypisch hierfür stehen online-Plattformen, die eine Vorregistrierung Hilfwilliger ermöglichen. Im Einsatzfall können die registrierten Personen kontaktiert und für überwiegend einfache Hilfstätigkeiten angefragt werden. Die bessere Einbindung von Spontanhelfenden ist Inhalt von zwei Projekten, die im Rahmen des Beitrages erste Zwischenergebnisse vorstellen werden. Die Projekte KOProS und KatHelferPRO zeigen, dass es mit einer online-Registrierung allein nicht getan ist. Umfangreiche qualitative Datenerhebungen verdeutlichen, dass die Einbindung von Spontanhelfenden in die Strukturen des DRK zum Teil einem Kulturwandel gleichkommt, welcher in Form von sechs Thesen ausgearbeitet wird.

### Einleitung

Die Inspiration kam aus Österreich. Eine Plattform auf der sich Menschen eintragen können, um im Notfall zu helfen. Eine Lösung für das Problem der Registrierung vieler ungebundener Helfer\*innen wurde auch jenseits Österreichs gesucht. Und so kam es, dass im Jahr 2013 die Anwendung „Team Österreich“ vom Bayerischen Roten Kreuz übernommen wurde. Inzwischen gibt es im Deutschen Roten Kreuz zahlreiche Initiativen, die den „Team“-Gedanken aufgegriffen und auf die eigenen Bedarfe angepasst haben. Hierzu gibt unser Beitrag einen Überblick. Diese Rechercheergebnisse sind Teil des Projektes KOProS zur besseren Einbindung von Spontanhelfenden im DRK, welches von einem Berliner Kreisverband durchgeführt wird. Derselbe Kreisverband ist zudem Verbundpartner im Projekt KatHelferPRO. Zwischenergebnisse aus diesen Projekten möchten wir bei der Fachtagung Katastrophenforschung des DCNA vorstellen.

### KOProS

KOProS steht für **K**ommunikations- und **O**rganisationsentwicklungs**p**rojekt **S**pontanhelfende im DRK. Es werden eine Reihe von Fragestellungen bearbeitet: Welche Erfahrungen gibt es bereits im DRK, welche Konzepte in der

Zusammenarbeit mit Spontanhelfenden werden praktiziert und wie erleben die Spontanhelfenden ihr Engagement und insbesondere das DRK? Ziel ist es herauszufinden, wie das Zusammenwirken von DRK Haupt- und Ehrenamtlichen mit Spontanhelfenden für beide Seiten gewinnbringend gestaltet werden kann.

Seit November 2022 erheben wir Daten und Informationen, arbeiten an Ideen und Konzepten. Wir analysieren den IST-Zustand zur Einbindung von Spontanhelfenden sowie die Sichtweisen der Rotkreuzlerinnen und Rotkreuzler auf spontane Hilfe. Uns interessiert auch, welche Erfahrungen in anderen Organisationen mit spontaner Hilfe gemacht werden und die Sichtweisen von Spontanhelfer\*innen auf ihr Engagement und das DRK. Hierfür sprachen wir mit vielen verschiedenen Interviewpartner\*innen.

### KatHelferPRO

Damit Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) unterstützendes Engagement aus der Zivilgesellschaft zielgerichtet einbinden und koordinieren können, fehlt es bislang an geeigneten Werkzeugen. Das vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Leuchtturmprojekt KatHelfer-PRO will diese Situation ändern. Die sieben Verbundpartner – darunter der DRK-

KV Berlin Schöneberg-Wilmersdorf – haben sich zum Ziel gesetzt, die Zusammenarbeit von professionellen Rettungskräften und freiwilligen Helfenden im Katastrophenfall zu verbessern. Dazu sollen nicht nur intelligente Algorithmen entwickelt werden, sondern auch das gemeinsame Bewusstsein, die Katastrophe im Team zu bewältigen. Neben der Verwendung modernster Technologien sollen die Erfahrungen und Forschungserkenntnisse der vergangenen Jahre gebündelt und zur schnellen Anwendung in der Praxis weiterentwickelt werden.

Bei der Entwicklung aller Lösungen und Maßnahmen steht die Praxistauglichkeit im Vordergrund. Hierauf richtet das DRK ein Hauptaugenmerk. Wir erheben und bündeln praxisrelevante Anforderungen in enger Zusammenarbeit mit den Software-Entwicklern. Darüber hinaus stellen wir unsere Expertise und unser weitreichendes Netzwerk für die fortlaufende Evaluation der Prototypen bereits in der Entwicklungsphase zur Verfügung. Schließlich entwickeln wir Einsatzszenarien, an denen die Lösungen sich beweisen müssen, konzipieren Materialien und Richtlinien für den MindChange-Prozess innerhalb der BOS und sind für die Planung und Durchführung von Einsatzübungen verantwortlich.

### Die Zwischenergebnisse

Im Projekt KatHelferPRO wird zurzeit ein umfangreicher Anforderungskatalog für die IT-Lösung erarbeitet. Hierfür erweist sich die enge Zusammenarbeit mit dem Projekt KOProS als ideal. In zahlreichen Interviews mit Angehörigen von BOS zu deren Erfahrungen mit spontaner Hilfe konnten wichtige Anforderungen identifiziert werden. Besonders präzise können jene ihre Bedarfe formulieren, die mithilfe des „Team“-Konzeptes konkrete Erfahrungen mit der Einbindung von Spontanhelfenden sammeln.

In den insgesamt 19 Landesverbänden des DRK konnten 11 Landesverbände identifiziert werden, die sich aktiv mit der Einbindung von unterstützendem Engagement in Form von

„Team“-Strukturen auseinandersetzen. Dabei erweist sich die „Team“-Landschaft im DRK als sehr vielfältig. Die „Teams“ unterscheiden sich in ihrem Erfahrungsstatus stark. Die „AG Team Rheinland“ steht am Anfang der Planungsphase, „Team Bayern“ feiert dieses Jahr sein 10jähriges Bestehen. In Hessen wurde das „Team“ ruhend gestellt, hier konzentriert man sich auf die Ausbildung von Einsatzkräften im Rahmen des Fachdienst Freiwilligenkoordination. Es gibt keine einheitliche digitale Umsetzung der „Teams“. Die größten Herausforderungen bestehen darin, Spontanhelfende in Einsätze zu vermitteln und innerhalb der Rotkreuzstrukturen über die Potentiale einer Zusammenarbeit mit Spontanhelfenden aufzuklären.

Die bisherigen Erkenntnisse aus den erfassten Daten münden in sechs vorläufige Thesen, welche im Rahmen von Workshops mit Rotkreuzler\*innen geschärft und weiterentwickelt werden. Die Thesen berühren die haupt- und ehrenamtliche Arbeit des DRK in ganzheitlicher Weise und lassen sich mit folgenden Schlagworten zusammenfassen:

- Innovationskultur schaffen
- Erfahrungen ermöglichen
- Vernetzung stärken
- Zuständigkeiten definieren
- Ausbildung fördern
- Vertrauen gewinnen

Die formulierten Thesen machen deutlich, dass die Einbindung von Spontanhelfenden weit über die Bereitstellung einer Registrierungsplattform hinaus geht. Es bedarf der Bereitschaft, neue Wege auszuprobieren, Experiment zuzulassen und aus dem Scheitern zu lernen. Der Austausch hierüber sollte auf allen Verbandsebenen gefördert werden. Strukturgebende Element, etwa in Form regelmäßiger Treffen, müssen eingeführt werden. Es braucht Ansprechpersonen, die den Austausch stetig vorantreiben und auch dafür sorgen, dass Wissen zirkuliert. Ausbildungsmaterialien sollten in vielfältiger Weise verfügbar gemacht werden und offen sein für Weiterentwicklung. Es geht auch darum mit verschiedensten Aktivitäten in

der Öffentlichkeit sichtbar zu sein, um als vertrauenswürdige und offen Organisation wahrgenommen zu werden. Es gilt eine Haltung zu fördern, dass sich die Einbindung von Spontanhelfenden nicht auf Krisen und Katastrophen beschränkt, sondern dort nur dann

funktionieren kann, wenn auch im Alltag eine offene und unkomplizierte Kultur des Mitmachens für Außenstehende angeboten wird. Eine unserer Interviewpartnerinnen nannte es eine Generationenaufgabe bezogen auf die Dauer und die Kontroversen, die sie mit sich bringt.

## Resilienz beginnt im Alltäglichen – Der Umgang mit Wind und Sturm auf den Friesischen Inseln

LOUISA SCHNEIDER, YA-QING ZHAN, CORINNA DE GUTTRY, MARTIN DÖRING, BEATE RATTER

Universität Hamburg

✉ [Louisa.schneider@uni-hamburg.de](mailto:Louisa.schneider@uni-hamburg.de); [Corinna.de.guttry@uni-hamburg.de](mailto:Corinna.de.guttry@uni-hamburg.de)

### Abstract

Resilienz ist ein schillernder Begriff, der sowohl in der Katastrophenforschung als auch in der Katastrophenrisikominderung immer weitere Verbreitung findet. Dabei gibt es unterschiedliche Vorstellungen davon, was genau unter Resilienz zu verstehen ist, woher sie kommt und ob sich Resilienz in einer Gemeinschaft gezielt steigern lässt. Im Rahmen des DFG-Forschungsprojekts CUORE – „Cultures of Response“ gehen wir diesen Fragen nach. Es wird untersucht, welche kulturellen, ortsspezifischen Kontexte die Resilienz einer Gemeinschaft beeinflussen und wie sich Resilienz aus dem individuellen Alltagshandeln zu einer erfolgreichen Strategie gegenüber externen Stressoren entwickelt. Am Beispiel der Bevölkerung auf den Ostfriesischen Inseln Norderney und Baltrum wird der alltägliche Umgang mit Wind und Sturm im Vergleich zum Umgang mit den entsprechenden Wetterextremen von Starkstürmen untersucht. Als methodische Grundlage dienen qualitative Interviews, die im März 2022 auf Baltrum und Norderney mit VertreterInnen der dortigen Bevölkerung geführt wurden. Wind und Sturm sind – explizit und implizit – tief im Leben und in kollektiven Praktiken der InsulanerInnen verankert. Die identifizierten Individualpraktiken lassen sich fünf Kategorien zuordnen, die sowohl für den alltäglichen Umgang mit Wind als auch für den Umgang mit Extremstürmen auf den Inseln bedeutsam sind: *Alltägliches Handeln, Wissen, Erinnerung, sensorische Wahrnehmung, Gefühle und Assoziationen*. Jeder dieser Bereiche ist entscheidend dafür, dass die InselbewohnerInnen angesichts permanenter Winde und Stürme auch bei hohen Windgeschwindigkeiten handlungsfähig bleiben. Wir stellen die These zur Diskussion, dass Alltagshandeln die Grundlage für Gemeinschafts-Resilienz ist. Resilienz entsteht nicht erst in Extremsituationen, sondern ist bereits im Umgang mit dem Alltäglichen angelegt. Dementsprechend lässt sich Resilienzsteigerung am besten am ortsspezifischen Alltagshandeln anknüpfen.

### Wind und Sturm auf den Ostfriesischen Inseln

Wind und Sturm sind auf den Ostfriesischen Inseln allgegenwärtig. Sie waren nicht nur ausschlaggebend für die Entstehung der sogenannten Barriere-inseln (Pott 2003) – sie prägen auch das tägliche Leben der InselbewohnerInnen. Die Auswertung der Winddaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zeigt: 75% der gemessenen Windgeschwindigkeiten (stündl. Mittelwerte) auf Norderney von 2000 bis 2021 liegen über 39 km/h (Windstärke 6, bezeichnet als „starker Wind“). In Köln-Bonn und München-Flughafen liegen lediglich 25% aller mittleren stündlichen Windgeschwindigkeiten über 42 km/h bzw. 40 km/h (siehe Abbildung 1). Wind ist ortsspezifisch und allgegenwärtig auf den Inseln; Windstille ist die Ausnahme. Insbesondere in den Winterhalbjahren kommt es auf den Ostfriesischen Inseln

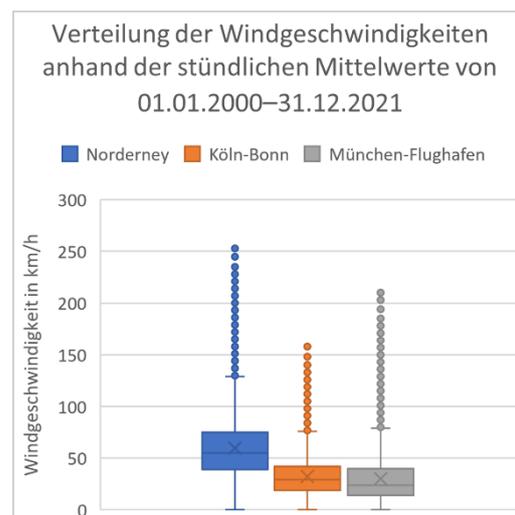


Abbildung 5: Boxplot-Darstellung der stündlichen mittleren Windgeschwindigkeit mit Lage- und Streuungsmaßen der DWD-Wetterstationen Norderney, Köln-Bonn und München-Flughafen im Vergleich (Quelle: DWD).

regelmäßig zu orkanartigen Stürmen (103-117 km/h) und Orkanen ( $\geq 118$  km/h). Auch mehrere solcher Stürme in Folge sind keine

Seltenheit (Feser 2022). Die Inselbevölkerung hat sich im Laufe der Zeit in ihrem Alltag sehr gut an das Leben mit ständigem Wind und Sturm angepasst.

Mit diesem Beitrag wollen wir zeigen, was Handlungsfähigkeit der InselbewohnerInnen trotz ständiger Winde und Stürme mit z.T. hohen Windgeschwindigkeiten auszeichnet, wie sich ortsspezifische Resilienz verstehen und für Extremsituationen steigern lässt.

### Methodik

Im März 2022 wurden jeweils 14 semi-strukturierte, problemzentrierte Interviews mit jeweils 16 InterviewpartnerInnen (je zwei Doppelinterviews) auf Baltrum und Norderney durchgeführt und aufgezeichnet. Die Auswahl erfolgte nach der Stichprobenstrategie des Schneeballsystems. Als Voraussetzung zur Teilnahme diente ein permanenter Wohnsitz auf der Insel. Die Transkripte der Interviews wurden mittels MAXQDA emergent kodiert und induktive Kategorien gebildet. Die Inhalte werden hinsichtlich ihres Beitrags zur Individual- und Gemeinschafts-Resilienz der Inselbevölkerung gegenüber extremen Stürmen analysiert.

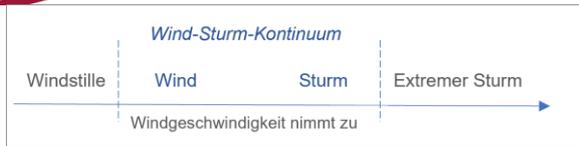
### Ergebnisse

Der individuelle Umgang der Inselbevölkerung auf den ostfriesischen Inseln zeichnet sich durch typische Alltagspraktiken aus, die sich in Norderney (kleinstädtisch, 5.787 Einw.) und Baltrum (dörflich, 546 Einw., LSN 2011) nicht maßgeblich unterscheiden. Die Alltagspraktiken sind individuell in einem *Wind-Sturm-Kontinuum* verankert, in dem sich ein fließender Übergang von Handlungen und Verhalten mit Wind und mit Sturm identifizieren lässt (siehe Abbildung 2). Fünf verschiedene Kategorien zeigen sich als wichtige Determinanten, die den Umgang mit Wind und Sturm bestimmen: *Alltägliche Handlungen, Wissen, Gedächtnis, sensorische Wahrnehmung, Gefühle und Assoziationen*.

Die Analysen zeigen, wie detailreich das Leben der InselbewohnerInnen mit Wind und Sturm

verwoben ist. Dabei beeinflussen individuelle Schwellenwerte über Windstärke und -form im Wind-Sturm-Kontinuum die Entscheidungen, die es den InselbewohnerInnen ermöglichen, unter verschiedenen Wind- und Sturmbedingungen sicher zu handeln. Individuelle Risikomarker führen zu Anpassungen im Umgang mit Wind. Nimmt die Windstärke zu, werden z. B. zunächst die Fahrradrouten geändert, bevor das Fahrrad geschoben oder bei weiter zunehmender Windgeschwindigkeit ganz aufs Rad verzichtet wird. In diesem Wind-Sturm-Kontinuum reichen die individuellen Schwellenwerte von beobachteten Wellen- und Gischtformen beim Segeln und Surfen über das windabhängige Aufhängen von Wäsche bis hin zur Anpassung der Kleidung bei kaltem Ostwind u.v.m. Ist ein Sturm angekündigt, folgen die häuslichen Sturm Vorbereitungen der InsulanerInnen denselben Mustern: Lose Gegenstände werden festgebunden und gesichert, Türen und Fenster abgedichtet. Erfahrungen mit vergangenen Extremstürmen münden in sturmangepassten Baumaßnahmen (z.B. werden Dachpfannen mit Klammern zusätzlich gesichert). Um den Sturm zu spüren, zu beobachten und zu „erleben“ gehen manche InselbewohnerInnen ganz gezielt an die Strandpromenade. Alle Umgangskategorien zusammen ergeben eine erfolgreiche Anpassungsstrategie bei Wind und Sturm. Diese wird im Alltagshandeln sichtbar und ist Teil der Alltagskultur.

Bei extremen Stürmen ändern die InselbewohnerInnen diese Strategie: Das Haus gilt als sicherer Ort und wird erst verlassen, wenn der Sturm vorüber ist. Zitat: *„Was soll man machen? [...] wenn der Sturm da ist, kann man nichts mehr machen“ (A02\_Baltrum\_2022: 128)*. Nach dem Sturm beginnen Aufräumarbeiten und Reparaturen so schnell wie möglich. Dabei kommt noch eine sechste gesellschaftliche Determinante hinzu: ein engmaschiges *soziales Netzwerk* spielt eine bedeutende Rolle, das den InsulanerInnen, wenn benötigt, niederschwellige gegenseitige Unterstützung ermöglicht.



**Abbildung 6:** Schematische Darstellung des Wind-Sturm-Kontinuums, in dem sich das alltägliche Leben der Inselbevölkerung abspielt.

### Diskussion & Ausblick

Wind und Sturm sind Gegenstand des Alltagsgeschehens – Windstille ist die Ausnahme. Der adaptive Umgang der InsulanerInnen mit Wind und Sturm zeigt, dass Resilienz Geschichte hat und nicht erst in einer Extremsituation entsteht, sondern bereits lange vorher in der Alltagskultur einer Gemeinschaft angelegt ist. Alltagshandeln ist die Grundlage für

Gemeinschaft-Resilienz. Dementsprechend lässt sich Resilienzsteigerung am besten an ortsspezifisches Alltagshandeln anknüpfen.

### Literaturverzeichnis

Feser, F. (19. Februar 2022). Unwetter in Deutschland: „Es gibt nicht mehr Stürme als früher“. In: National Geographic, URL: <https://www.nationalgeographic.de/umwelt/2022/02/stuerme-deutschland-orkan-interview-unwetter>

Landesamt für Statistik Niedersachsen, LSN (2011): Zensus 2011 Baltrum & Norderney.

Pott, R. (2003). Die Nordsee: Eine Natur- und Kulturgeschichte. C. H. Beck. München

## Community Resilience – Soziale Anpassung in Krisen und Katastrophen

BO TACKENBERG, TIM LUKAS

Bergische Universität Wuppertal, Fachgebiet Bevölkerungsschutz, Katastrophenhilfe und Objektsicherheit

✉ tackenberg@uni-wuppertal.de, lukas@uni-wuppertal.de

### Abstract

Verschiedene Krisen- und Katastrophenlagen der vergangenen Jahre, wie etwa die Flüchtlingssituation 2015/16, die COVID-19-Pandemie, das Hochwasser in Teilen Deutschlands oder auch die gegenwärtige Energiemangellage offenbaren eine enorme Anpassungsfähigkeit der Bevölkerung. Konzepte wie das des Sozialkapitals gewinnen deshalb im wissenschaftlichen Diskurs über die Resilienz von Gemeinschaften in Krisen und Katastrophen zunehmend an Bedeutung. Dass lokales Sozialkapital bei der Bewältigung von Krisen und Katastrophen von hohem Stellenwert ist, zeigen auch erste Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Entwicklung eines Sozialkapital-Radars für den sozialraumorientierten Bevölkerungsschutz (Sokapi-R)“. Die Basis für prosoziales Unterstützungsverhalten wird in alltäglichen sozialen Prozessen und Strukturen gebildet. Der Grad gesellschaftlicher Resilienz hängt wesentlich von der Intaktheit alltäglicher Prozesse der Vergemeinschaftung ab. Um die Resilienz lokaler Gemeinschaften zu fördern, müssen daher zunächst ihre sozialen und sozialstrukturellen Bedingungen in den Blick genommen und nachhaltig gestärkt werden. Auch wenn strukturelle Veränderungen in einzelnen Stadtquartieren weit über den Rahmen eines kommunalen Katastrophenschutzplans oder einer lokalen Resilienzstrategie hinausgehen, können wir zeigen, dass sich Nachbarschaften auf eine bessere Bewältigung von Krisen und Katastrophen vorbereiten können, indem Prozesse der Vergemeinschaftung bereits im Alltag gestärkt werden. Zwar sind spezifische Maßnahmen der individuellen Notfallvorsorge wichtig, aber es erweist sich als ebenfalls bedeutend, dass die Erhöhung der Bereitschaft von Bewohner:innen, sich bei der Bewältigung von lokalen Problemlagen auf breiter Basis zu engagieren, auch im Kontext von Krisen und Katastrophen nützlich sein kann. Das heißt, dass lokale Programme und Strategien nicht unbedingt katastrophenspezifisch sein müssen, damit die Bewohner:innen eines Stadtviertels davon profitieren. Im Forschungsprojekt Sokapi-R wird daher ein interaktives Dashboard entwickelt, mit dem u. a. Akteur:innen des Bevölkerungsschutzes soziale Anpassungsprozesse im Ereignisfall vor dem Hintergrund unterschiedlicher sozialräumlicher Bedingungen besser beurteilen können. Bevölkerungsschutzakteur:innen sollen befähigt werden, ihre limitierten Ressourcen im Ereignisfall besser zu priorisieren sowie ereignisunabhängig am Auf- und Ausbau sozialer Infrastrukturen im Sozialraum mitzuwirken, um resiliente Strukturen zu festigen.

### Einleitung<sup>1</sup>

Lange schon dominiert im operativen Bevölkerungsschutz eine grundlegende Skepsis gegenüber anderen Akteur:innen und der Einbindung von zivilen ungebundenen Spontanhelfer:innen (Hälterlein & Kaufmann 2022). Mit Blick auf das Forschungsprogramm des deutschen Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe zum „Lagebild

Bevölkerungsverhalten“ (Schopp et al. 2022), deutet sich derzeit jedoch ein Paradigmenwechsel an, bei dem die Einbindung der Bevölkerung in Prozesse der Krisen- und Katastrophenbewältigung allmählich vom Konjunktiv in den Imperativ zu wechseln scheint. In den einschlägigen Fachkreisen wird für eine stärkere Einbindung der Bevölkerung als einer aktiven Partnerin im (operativen) Bewältigungsprozess von Krisen und Katastrophen geworben

<sup>1</sup> Der vorliegende Beitrag ist eine Kurzfassung eines bereits veröffentlichten Artikels (Lukas & Tackenberg 2023).

(Knauer & Beerlage 2020; Lamers 2016; Mähler et al. 2022; Tiesler 2022). Begründen lässt sich diese programmatische Forderung durch zahlreiche Krisen- und Katastrophenerfahrungen, in denen das zivilgesellschaftliche Unterstützungshandeln eine wesentliche Säule der Bewältigung darstellte. Doch weder sind Krisen und Katastrophen als Entstehungsanlass gesellschaftlicher Solidarität zu werten, noch zeigen sich im Ereignisfall ausschließlich Formen prosozialen Verhaltens. Krisen einen nicht per se, vielmehr wirken sie wie eine Art Lackmустest zur Messung des Grads gesellschaftlichen Zusammenhalts. Die in diesem Kurzbeitrag vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass die Basis für prosoziales Unterstützungsverhalten in alltäglichen sozialen Prozessen und Strukturen gebildet wird. Wie gut Krisen und Katastrophen bewältigt werden können, hängt wesentlich von der Verfasstheit sozialer Strukturen bzw. der Intaktheit von alltäglichen Prozessen der Verge-meinschaftung ab.

### **Soziale Anpassung in verschiedenen Krisen- und Katastrophenlagen**

Konzepte wie das des Sozialkapitals gewinnen deshalb im wissenschaftlichen Diskurs über die Resilienz von Gemeinschaften in Krisen und Katastrophen zunehmend an Bedeutung (Aldrich & Meyer 2015; LaLone 2012, Lukas et al. 2021). Als kollektive Ressource betrachtet, bezieht sich soziales Kapital allgemein auf die Fähigkeit und Bereitschaft von Individuen innerhalb einer Gruppe oder einer Gemeinschaft zusammenzuarbeiten und sich für die Erreichung gemeinsamer Ziele einzusetzen. Soziales Kapital weist auf den Grad des sozialen

Zusammenhalts hin, der in einer Gemeinschaft vorzufinden ist. Gemeinschaften mit einem hohen Maß an sozialem Zusammenhalt zeichnen sich durch ein starkes Gemeinschafts- und Zugehörigkeitsgefühl aus, das sich im Verhalten ihrer Mitglieder manifestiert, insbesondere in einem hohen Maß wechselseitiger sozialer Unterstützung und Partizipation (Tackenberg & Lukas 2019, S. 329). Ein zentraler Indikator des sozialen Kapitals ist die persönliche Ortsverbundenheit, die als place attachment eine bedeutende Rolle für die emotionale Bindung an einen bestimmten geografischen Ort und die dort verankerten sozialen Beziehungen spielt (Haney 2018). Empirische Studien weisen zu einem überwiegenden Teil darauf hin, dass eine ausgeprägte Ortsverbundenheit die Resilienz sozialer Gemeinschaften gegenüber widrigen Umständen erhöht und indirekt besser vorbereitet (DeYoung & Peters 2016, S. 259). Dass lokales Sozialkapital und die persönliche Ortsverbundenheit bei der Bewältigung von Krisen und Katastrophen von hohem Stellenwert sind, zeigen auch erste Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Entwicklung eines Sozialkapital-Radars für den sozialraumorientierten Bevölkerungsschutz (Sokapi-R)“ (Tackenberg & Lukas 2022).<sup>2</sup> Im Spätsommer 2022 nahmen rund 1.580<sup>3</sup> zufällig ausgewählte Bewohner:innen Wuppertals an einer schriftlich-postalisch und online umgesetzten mehrsprachigen Bevölkerungsbefragung zum Thema „Unterstützungsbereitschaft im Wohngebiet“ teil. Die erhobenen Daten sind Grundlage des in Abbildung 1 abgebildeten Strukturgleichungsmodells, welches das statistische Verhältnis von sozialem Kapital und der persönlichen Ortsverbundenheit gegenüber

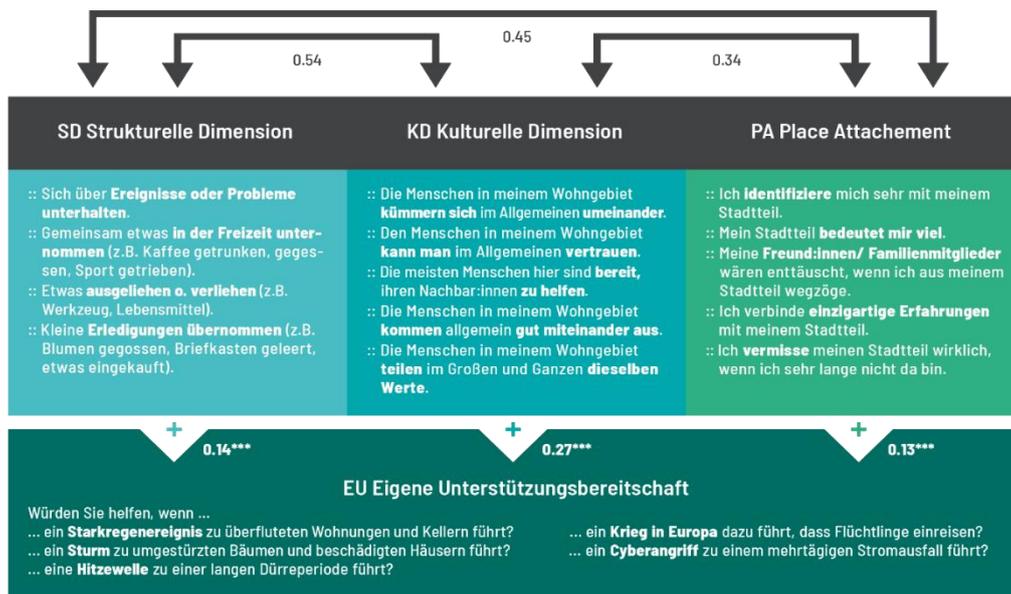
<sup>2</sup> Das Projekt Sokapi-R wird seit 01.08.2021 vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) im Rahmen der Bekanntmachung „Kurz- und mittelfristige soziale Anpassungsprozesse der Bevölkerung in unterschiedlichen Zivil- und Katastrophenschutzlagen“ (02/2020) gefördert und begleitet (FKZ: BBK III.1 – 41201/0009).

<sup>3</sup> Bei ca. 7.000 angeschriebenen Bewohner:innen entspricht das einem Rücklauf von 22,5 Prozent. Die Stichprobe beruht auf einem zweistufigen

Zufallsverfahren. Auf Stufe eins wurden zunächst alle 69 Quartiere Wuppertals in die Stichprobe aufgenommen. Zwei Quartiere wurden aufgrund ihrer geringen Bevölkerungszahl anschließend ausgeschlossen. Auf der zweiten Stufe wurde für jedes der 67 Quartiere die Anzahl zu versendender Fragebögen anhand bekannter Rücklaufquoten aus einer Vorläuferstudie berechnet. Vor diesem Hintergrund wurde eine Designgewichtung mit den inversen Auswahlwahrscheinlichkeiten vorgenommen.

der eigenen Unterstützungsbereitschaft in Krisen und Katastrophen modelliert. Hierfür wurden die Teilnehmer:innen u. a. um ihre Selbsteinschätzung gebeten, inwieweit sie anderen im Rahmen von fünf verschiedenen Krisen- und Katastrophenszenarien Hilfe leisten würden (EU). Das soziale Kapital wird, der einschlägigen Fachliteratur entsprechend, über zwei konzeptionelle Subdimensionen operationalisiert. Als strukturelle Dimension (SD) wird die Eingebundenheit in formelle und informelle soziale Netzwerke bezeichnet. Die kulturelle Dimension (KD) umfasst persönliches und soziales Vertrauen ebenso wie geteilte Werte und Normen der Reziprozität und Toleranz. In das Konstrukt der Ortsverbundenheit (Place Attachment, PA) spielen raumabhängige Erfahrungen (place memory), die soziale (social bonding) und emotionale Bindung (affective attachment) sowie die Ortsidentifikation (place identity) und -

abhängigkeit (place dependency) (Chen et al. 2014). Die Ergebnisse des abgebildeten Strukturgleichungsmodells zeigen: Je optimistischer der soziale Zusammenhalt im Wohngebiet eingeschätzt wird, je häufiger Kontakte mit direkten Nachbar:innen stattfinden und je stärker die persönliche Ortsverbundenheit von Individuen ausfällt, desto höher ist die Bereitschaft, anderen in Krisen und Katastrophen zu helfen. Wir argumentieren, dass die selbsteingeschätzte Bereitschaft anderen zu helfen, zum wichtigen motivationalen Ausgangspunkt für tatsächliches prosoziales Verhalten werden kann. Alle drei Konstrukte sind somit als soziale Phänomene zu verstehen, die sich im alltäglichen Miteinander der Menschen formieren, zugleich aber die Basis für prosoziales kollektives Handeln auch in außerordentlichen Momenten der Krise und Katastrophe bilden.



Alle Item-Faktorladungen sind  $\geq 0.5$ ; Zugelassene Messfehlerkorrelationen zwischen PA1 und PA2 sowie EU4 und EU5; Modellgüte: SRMR=0.046, CD=0.997  
 Cronbach's Alpha: EU=0.84, SD=0.85, KD=0.88, PA=0.86; Raykov Comp. Reliability: EU=0.83, SD=0.85, KD=0.89, PA=0.83

Abbildung 1: Vereinfachtes Strukturgleichungsmodell (N=1.486) zum Verhältnis von sozialem Kapital und persönlicher Ortsverbundenheit gegenüber der Bereitschaft anderen in Krisen und Katastrophen zu helfen (eigene Grafik).

### Fazit

Um die Resilienz lokaler Gemeinschaften zu fördern, müssen daher zunächst ihre sozialen und sozialstrukturellen Bedingungen in den Blick

genommen und nachhaltig gestärkt werden. Auch wenn strukturelle Veränderungen in einzelnen Stadtquartieren weit über den Rahmen eines kommunalen Katastrophenschutzplans oder einer lokalen Resilienzstrategie

hinausgehen, können wir zeigen, dass sich Nachbarschaften auf eine bessere Bewältigung von Krisen und Katastrophen vorbereiten können, indem Prozesse der Vergemeinschaftung bereits im Alltag gestärkt werden. Maßnahmen, die eine aktive soziale Beteiligung bereits im alltäglichen Miteinander fördern, können Teil der örtlichen Katastrophenvorbereitung sein. Die Voraussetzung für eine wirksame Katastrophenvorsorge ist jedoch ein gründliches Verständnis der Merkmale von Nachbarschaften, die eine schnelle Bewältigung entweder verzögern oder unterstützen können. Durch die Identifizierung von Stadtteilen, die im Kontext von Krisen und Katastrophen als besonders vulnerabel gelten, können wir besser verstehen, wo Ressourcen für die Katastrophenvorsorge und -bewältigung konzentriert werden müssen, und evidenzbasierte Präventionsprogramme entwickeln, die auf diejenigen Merkmale ausgerichtet sind, welche die Menschen in den entsprechenden Stadtteilen am anfälligsten machen. Im Forschungsprojekt Sokapi-R wird daher ein sogenanntes Sozialkapital-Radar für die Modellkommune Wuppertal entwickelt, mit dem u. a. Akteur:innen des Bevölkerungsschutzes soziale Anpassungsprozesse in Krisen- und Katastrophenlagen vor dem Hintergrund unterschiedlicher sozialräumlicher Bedingungen besser beurteilen können. Ein interaktives Dashboard soll professionelle Bevölkerungsschutzakteur:innen befähigen, ihre limitierten Ressourcen und Kapazitäten im Ereignisfall besser zu organisieren und priorisieren. Mehr noch steht hinter dem Sozialkapital-Radar die Idee eines Bevölkerungsschutzes, der ereignisunabhängig am Auf- und Ausbau der sozialen Infrastruktur im Sozialraum mitwirkt, um gleichwertigere Lebensverhältnisse zu schaffen und resiliente Strukturen zu festigen. Denn eine starke soziale Infrastruktur ist die Basis für anpassungsfähigere Resilienzstrukturen.

## Literaturverzeichnis

- Aldrich, D. P. & Meyer, M. A. (2015): Social capital and community resilience. *American Behavioral Scientist*, 59 (2), S. 254-269
- Chen, N. C., Dwyer, L. & Firth, T. (2014): Conceptualization and measurement of dimensionality of place attachment. *Tourism Analysis*, 19, S. 323–338
- DeYoung, S. & Peters, M. (2016): My community, my preparedness: The role of sense of place, community, and confidence in government in disaster readiness. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 34 (2), S. 250-282
- Haney, T. J. (2018): Paradise found? The emergence of social capital, place attachment, and civic engagement after disaster. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 36 (2), S. 97-119
- Hälterlein, J. & Kaufmann, S. (2022): Resilienz durch Integration freiwilliger Helfer\*innen in den Katastrophenschutz: organisationale und (forschungs-)politische Perspektiven. In M. Endreß & B. Rampp (Hrsg.), *Resilienz als Prozess Beiträge zu einer Soziologie von Resilienz* (S. 289-310), Springer VS.
- Knauer, G. & Beerlage, I. (2020): Stärkung der Psychosozialen Notfallkompetenz. Gemeinsame Aufgabe für PSNV und Notfallvorsorge. In Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (Hrsg.), *Bevölkerungsschutz. Resilienz*, 1, S. 24–29.
- LaLone, M. B. (2012): Neighbors helping neighbors: An examination of the social capital mobilization process for community resilience to environmental disasters. *Journal of Applied Social Science*, 6 (2), S. 209-237
- Lukas, T. & Tackenberg, B. (2023): Sozialraumorientierung im Bevölkerungsschutz. *Community Resilience und soziale Anpassung in Krisen und Katastrophen*. In: Wollinger, Gina Rosa (Hrsg.), *Krisen und Prävention. Expertisen zum 28. Deutschen Präventionstag* (S. 203-219), Hannover.
- Lukas, T., Tackenberg, B. & Kretschmer, S. (2021): Resilienz im Stadtquartier. Welchen Beitrag leistet der wahrgenommene soziale Zusammenhalt zur nachbarschaftlichen Unterstützungsbereitschaft in Krisen? In H.-J. Lange, C. Kromberg & A. Rau (Hrsg.), *Urbane Sicherheit. Migration und der Wandel kommunaler Sicherheitspolitik* (S. 35-57). Springer VS.
- Mähler, M., Hofinger, G., Becker, C. & Künzer, L. (2022): Forschungsprojekt „Das Lagebild Bevölkerungsverhalten in Stäben (LaBS)“ – wissenschaftlicher Abschlussbericht. Friedrich-Schiller-Universität Jena (unveröffentlichtes Manuskript).
- Schopp, N., Schüller, L., Schüler, C., Richwin, R., Tondorf, V. & Hahn, T. (2022): Effektive Entscheidungen im Krisenmanagement durch Einbezug von Bevölkerungsverhalten. *Notfallvorsorge*, 4, S. 30-35

Tackenberg, B. & Lukas, T. (2019): Resilience through social cohesion – A case study on the role of organizations. In M. Endreß, B. Rampp & M. Naumann (Hrsg.), Resilience in Social, Political and Cultural Spheres (S. 323-344), Springer VS.

Tackenberg, B. & Lukas, T. (2022): Community Resilience in Krisen und Katastrophen. Entwicklung eines Sozialkapital-Radars für den sozialraumorientierten Bevölkerungsschutz. Transforming Cities, 2, S. 56-61

Tiesler, R. (2022): Bevölkerungsschutz. Bevölkerungsschutz, 2 (2), S. 2

# Vorbereitung auf Katastrophenereignisse unterstützen

## Elemente einer Digital-Strategie für das Katastrophenmanagement

**HORST KREMERS**

CODATA-Germany & RIMMA CoE

✉ office@Horst-Kremers.de

### Abstract

Die massive Komplexität organisationsübergreifender Informationsflüsse für operatives Management bei Einsatzkräften, öffentlicher Verwaltung, Privatwirtschaft und zivilgesellschaftlichen Institutionen erfordert umfassende Interoperabilität für Informationen in allen Phasen des Katastrophenmanagements.

Es werden Aufgaben aus der Sichtweise des organisationsübergreifenden Informationsmanagements vorgestellt und Elemente einer Digital-Strategie auf nationaler und europäischer Ebene aufgezeigt.

### Zusammenfassung

Die massive Komplexität organisationsübergreifender Informationsflüsse zur Entscheidungsunterstützung und für operatives Management bei Einsatzkräften, öffentlicher Verwaltung, Privatwirtschaft und zivilgesellschaftlichen Betroffenenvertretungen erfordert umfassende Interoperabilität für Informationen in allen Phasen des Katastrophenmanagements (Prävention, Resilienzmanagement, lang- und kurzfristige Vorbereitung, Ersthilfe/Bewältigung, Nachsorge und Wiederaufbau).

Methodische und technische Kompetenzen der Kartographie und Geoinformation beim Aufbau und bei Anwendungen von Geodateninfrastrukturen (GDI) sind bereits anerkannte Partner der Organisationen mit Schutz- und Sicherheitsaufgaben.

Basierend auf den aktuellen Empfehlungen zur Vorgehensweise und mit deutlichen Forderungen nach adäquatem Informationsmanagement auf globaler, europäischer und nationaler Ebene (UN Sendai Rahmenwerk Midterm-Review, G7, European Union Disaster Resilience Goals 2030 und Nationale Resilienz-Strategie (DE)) besteht die Aufgabe darin, die geforderte Homogenität, Kohärenz und Synergie für organisationsübergreifende, kooperative und grenzüberschreitende Nutzung sicherzustellen.

Die Erfassung, Verarbeitung und Nutzung von organisationsübergreifenden

Informationsbedarfen birgt enorme Potentiale für neue Möglichkeiten der Vorausschau, des Situationsmanagements und der Ex-post-Bewertung im gesamtgesellschaftlichen Kontext.

In diesem Beitrag werden exemplarisch Aufgaben- und Anwendungsbereiche, Vorgehensweisen, Zielsetzungen und Roadmaps aus der gesamtheitlichen Sicht organisations- und grenzübergreifenden Katastrophenmanagements vorgestellt und Vorschläge für Elemente einer Digital-Strategie für Innere Sicherheit und das Katastrophenmanagement auf nationaler und europäischer Ebene aufgezeigt.



Abbildung 1: Infografik Informationsmanagement

### Ausgewählte Literaturhinweise

Brockhoff, T. (2021): Process Prediction with Digital Twins. Int. Conf. on Model Driven Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C) 182-187, ACM/IEEE, <https://www.se-rwth.de/publications/Process-Prediction-with-Digital-Twins.pdf>

Buck, C.: Four Patterns of Digital Innovation in Times of Crisis. *Communications of the Association for Information Systems* 33 p <https://www.fim-rc.de/Paperbibliothek/Veroeffentlicht/1241/wi-1241.pdf>

Dallo, I.; Stauffacher, M.; Marti, M. (2022): Actionable and understandable? Evidence-based recommendations for the design of (multi-)hazard warning messages. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 74 102917, Elsevier, ISSN 2212-4209 <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212420922001364>

Etkin, D. (2016): Ethics and Disaster. *Disaster Theory* 273-309, Elsevier, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800227-8.00009-0>

European Commission (2022): A New European Innovation Agenda. COM(2022) 332 final 22 p, Brussels, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0332&from=EN>

Fahland, D.; Woith, H. (2009): Towards Process Models for Disaster Response. In: Ardagna, D., Mecella, M., Yang, J. (eds) *Business Process Management Workshops. BPM 2008. Lecture Notes in Business Information Processing* 17 254-265, Springer, ISBN 978-3-642-00327-1 [https://doi.org/10.1007/978-3-642-00328-8\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-642-00328-8_25)

GIZ / GIDRM (2020): Information Governance for Disaster Risk Reduction. 21 p, Global Initiative on Disaster Risk Management, [https://www.gidrm.net/user/pages/get-started/resources/files/GIDRM\\_InformationGovernance\\_4DRR.pdf](https://www.gidrm.net/user/pages/get-started/resources/files/GIDRM_InformationGovernance_4DRR.pdf)

Hoffmann, M; Betke, H; Sackmann, S. (2015): Process-Oriented Disaster Response Management: A Structured Literature Review. *Business Process Management Journal* 21 966-987

Idol, T.; Thomas, R. (2018): OGC Development of Disaster Spatial Data Infrastructures for Disaster Resilience. 90 p, OGC, <https://portal.opengespatial.org/files/18-087r5/> <https://www.ogc.org/projects/initiatives/disasterscds/>

Karatzetou, A. et al. (2022): Unified hazard models for risk assessment of transportation networks in a multi-hazard environment. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 75 102960, Elsevier, ISSN 2212-4209 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420922001790>

Kechagioglou, X.; Lemmens, R.; Retsios, V. (2019): Sharing Geoprocessing Workflows with Business Process Model and Notation (BPMN). Proc., ICGDA 2019: 2019 2nd International Conference on Geoinformatics and Data Analysis & 2019 2nd International Conference on Software and Services Engineering Prague Czech Republic March 15 - 17, 2019 56-60, ACM, ISBN 978-1-4503-6245-0 <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3318236.3318239>

Kremers, H. (2020): Global Programs and Conventions: Coherence and Mutual Synergies from Holistic Information Management. *LNIS Lecture Notes in Information*

Sciences. *Selected Papers. Geoinformation and Sustainable Development* 9 90-100, CODATA-Germany, ISBN 978-3-00-062981-5 <https://tinyurl.com/GlobalProgramsCoherence2020>

Kremers, H. (2021): Informationssysteme für das Krisen- und Notfallmanagement. *Umweltinformationssysteme - Grundlagen einer angewandten Geoinformatik/Geo-IT* (Hrsg. Peter Fischer-Stabel) 3. Auflage 446-453, VDE Verlag Berlin, ISBN 978-3-87907-700-7 [https://Horst-Kremers.de/docs/2021\\_Horst\\_KREMERS\\_\\_Informationssysteme\\_für\\_das\\_Krisen-und\\_Notfallmanagement.pdf](https://Horst-Kremers.de/docs/2021_Horst_KREMERS__Informationssysteme_für_das_Krisen-und_Notfallmanagement.pdf) <https://www.vde-verlag.de/buecher/537700/umweltinformationssysteme.html>

Kremers, H. (2022): Business Processes in Disaster Risk Information Management (extended abstract). Leopold, Henrik and Proper, Henderik A. (eds.) *EMISA2022. Proceedings 12th International Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures*, University of Luxembourg & LIST, Belval, Luxembourg . 10 p, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/40213>

Lienert, C.; Kremers, H. (2022): International Cartographic Conference 2021 Florence (Italy); Pre-Conference Workshop Disaster Risk Reduction Progress for Cartography in the Big Data Era and Sessions on Cartography for Early Warning and Crisis Management, Report. *Journal of Cartography* 72 (3) A35 - A39, Springer, [https://static-content.springer.com/esm/art%3A10.1007%2Fs42489-022-00119-1/MediaObjects/42489\\_2022\\_119\\_MOESM1\\_ESM.pdf#page=17](https://static-content.springer.com/esm/art%3A10.1007%2Fs42489-022-00119-1/MediaObjects/42489_2022_119_MOESM1_ESM.pdf#page=17)

Kommunalagentur NRW (2015): Hochwasser- und Überflutungsschutz – Ansätze für eine fachübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der Kommunalverwaltung. 96 S <https://kommunalagentur.nrw/wp-content/uploads/2019/04/Leitfaden-Hochwasser-und-%C3%9Cberflutungsschutz.pdf>

Physiopedia: Ethics in Disasters and Conflicts. [https://www.physio-pedia.com/Ethics\\_in\\_Disasters\\_and\\_Conflicts](https://www.physio-pedia.com/Ethics_in_Disasters_and_Conflicts)

Rudolph-Cleff, A. et al. (2022): Crisis communication in a blackout scenario - An assessment considering socio-spatial parameters and the vulnerabilities of the population. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 72 102856, Elsevier, ISSN 2212-4209 <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102856>

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2023): Wie Kommunen besser mit Krisen umgehen und proaktiv eine nachhaltige Zukunft gestalten können. 56 p, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Bonn, ISBN 978-3-98655-027-1 <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/resilienz-smart-city-dl.pdf>

Sattler, M.; Alexander, J. (2022): There's a wide gap between aid's promise and reality, Haitians say. *The New*

Humanitarian <https://www.thenewhumanitarian.org/analysis/2022/04/04/haiti-wide-gap-between-aid-promise-and-reality>

Song, J. et al. (2022): Application of web hazard maps to high school education for disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 72 102866, Elsevier, ISSN 2212-4209

<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102866>

United Nations - Economic and Social Council (2022): UN ESC Statistical Commission - Integration of Statistical and Geospatial Information. UN Document E/CN.3/2023/19 11 p [https://unstats.un.org/UNSDWebsite/statcom/session\\_54/documents/2023-19-GeoInfo-E.pdf](https://unstats.un.org/UNSDWebsite/statcom/session_54/documents/2023-19-GeoInfo-E.pdf)

United Nations - Economic and Social Council (2022): UN ESC Statistical Commission - 54th session - 28 Feb-3 March 2023. UN Document E/CN.3/2023/1 14 p <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UN-DOC/GEN/N22/714/48/PDF/N2271448.pdf?OpenElement>

United Nations - Economic and Social Council (2022): Core group of the Inter-Agency and Expert Group on Disaster-Related Statistics, Note by the Secretary-General. UN Document E/CN.3/2023/28 6 p

Wagenknecht, A. (2010): Integrierte Ablauf- und Informationssteuerung in der Katastrophenabwehr - Eine prozessbasierte, dynamische Unterstützung von Katastrophenschutzstäben am Beispiel extremer Hochwasserereignisse. Dissertation, Berichte des Instituts für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen 194, Shaker Verlag, ISBN 978-3-8322-9542-4

WTW Willis Towers Watson (2023): WTW Research Network Annual Review 2023: Science for Resilience. 160 p <https://www.wtwco.com/-/media/WTW/Insights/2023/02/wtw-research-network-annual-review-2023-science-for-resilience.pdf>

Zack, Naomi (2009): *Ethics for Disaster. Studies in Social, Political, and Legal Philosophy* 180, Rowman & Littlefield, ISBN 9780742564947

## Evidenzbasierte Evaluierung von Einsatzübungen: Ein modellgestützter Ansatz

BERNHARD BÜRGER, ANNA SUMEREDER, ASTRID AL-AKRAWI, JULIA HROMADA

*Austrian Institute of Technology, BOC Group*

✉ [Bernhard.Buerger@ait.ac.at](mailto:Bernhard.Buerger@ait.ac.at), [Anna.Sumereder@boc-group.com](mailto:Anna.Sumereder@boc-group.com), [Astrid.Al-Akrawi@ait.ac.at](mailto:Astrid.Al-Akrawi@ait.ac.at),  
[Julia.Hromada@ait.ac.at](mailto:Julia.Hromada@ait.ac.at)

### Abstract

Das FFG KIRAS Projekt „MEASURE - Monitoring Exercises using Ai-SUpport for Reliable Evaluation“ strebt die Optimierung der Evaluierung von Einsatzübungen und deren Anpassung an den Stand der Technik an. Im Fokus steht die Entwicklung eines modellbasierten Werkzeuges, welches sowohl in der Planung als auch der Evaluierung technische Unterstützung bietet. MEASURE nutzt diverse Sensor- und Datenmodellierungstechnologien sowie künstliche Intelligenz zur objektiveren Bewertung der Leistungsfähigkeit von Einsatzkräften. Der technologiebasierte Monitoring-Ansatz von Übungen entlastet einerseits die Übungsevaluator:innen und dient andererseits als Grundlage für eine möglichst rasche, transparente und objektive Evaluierung der Übungserkenntnisse.

### Einleitung

Einsatzübungen stellen für Einsatzkräfte ein essenzielles Werkzeug zur Vorbereitung auf Notfälle dar (Beerens et al. 2020). Die Evaluierung erfolgt zumeist durch designierte Personen, die eine beobachtende Rolle einnehmen und ihre größtenteils subjektiven Wahrnehmungen dokumentieren (Europäische Kommission 2012, Grunnan und Fridheim 2017). Dies birgt das Risiko, dass erlangte Erkenntnisse schwer vergleichbar oder nachvollziehbar sind. Zudem erweist sich die manuelle Datenauswertung als arbeitsintensiv und zeitaufwendig. Auch ein menschlicher Bias, der bestimmte Personengruppen bevorzugt oder benachteiligt, kann nicht ausgeschlossen werden. Das FFG-KIRAS Projekt MEASURE setzt hier an: Auf Basis erarbeiteter Erfolgsindikatoren sowie innovativer Mess- & Modellierungsverfahren soll MEASURE Einsatzkräfte bei der Planung, Dokumentation und Auswertung von Übungen unterstützen. Durch diese objektive Datenerhebung und das unmittelbare Feedback können neue Einsichten in Prozesse der Einsatzkräfte gewonnen werden.

### Methodik & Konzept

Zentraler Bestandteil von MEASURE sind definierte Ziele und Key Performance Indicators (KPI), die eine möglichst objektive Bewertung

der in der Übung getroffenen Entscheidungen und Maßnahmen ermöglichen. Die KPIs werden durch diverse Sensoren (Zeitmessung, Georeferenz, KI-basierte Sprachanalyse, etc.) überwacht. Eine modellbasierte Softwarelösung unterstützt die Beurteilung der Messwerte und bereitet die Ergebnisse auf einem Dashboard für die Übungsnachbesprechung auf. Zur Dokumentation wird ein Bericht mit den Ergebnissen erstellt. MEASURE setzt auf einen interdisziplinären Ansatz, der die Anforderungen der Einsatzkräfte systematisch in die Entwicklung integriert: Vor der Konzeptionierung des Systems werden mit Expert:innen des Rettungsdienstes und der Feuerwehr in iterativen Workshops Übungsziele identifiziert (Abb. 1 – Beschreibung der Ausgangssituation). Die Ergebnisse fließen maßgeblich in die Entwicklung der Systemarchitektur, die auf den konkreten KPIs aufbaut, ein.

### Kennzahlen-orientierter Evaluierungsansatz

Der kennzahlorientierte Evaluierungsansatz verfolgt verschiedene Phasen (Abb. 1) und wird mittels diverser Modelle unterstützt. Diese reichen von Zielmodellen über Ursache-/Wirkungsmodelle und Kennzahlmodelle zu Datenmodellen. Der Erfolg einer Übung kann an der Erfüllung der Übungsziele und KPIs gemessen werden. Jedem Ziel wird dabei ein Faktor

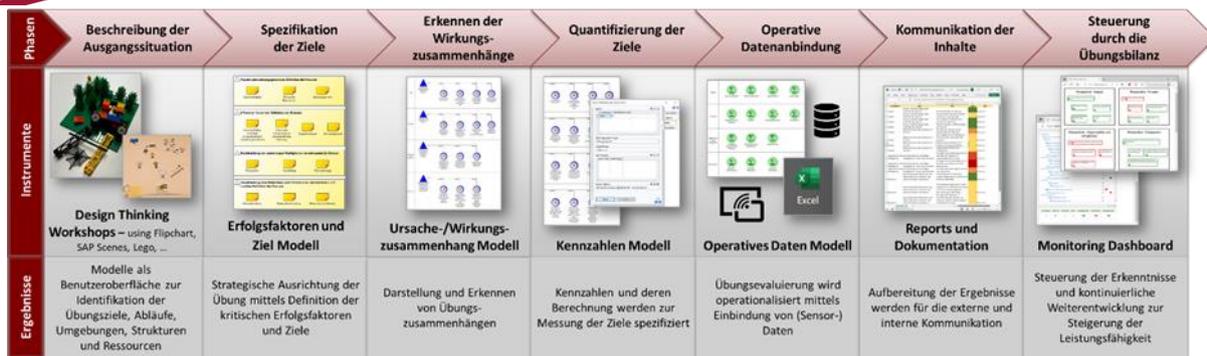


Abbildung 7: Phasen des Evaluierungsansatzes (Göllner et al. 2010, S. 40, eigene Darstellung)

(0...100) zugewiesen, der beschreibt, zu welchem Grad ein Ziel erfüllt wurde. Jede Übung adressiert sowohl strategische Ziele, die sich an breiteren Maßnahmenfeldern (Koordination, Brandbekämpfung, med. Versorgung, etc.) orientieren, als auch operative Ziele, die sich auf die Bearbeitung konkreter Objekte in der Übung (Patient:innen, Brände, Unfallwracks, etc.) beziehen. Die Erfüllung operativer Ziele unterstützt die Erfüllung strategischer Ziele. Eine Übung gilt als absolviert, wenn alle Objekte entsprechend ihrer Ziele abgearbeitet wurden (Straßen befreit, Unfallfahrzeuge abgesichert, Brände gelöscht, Patient:innen abtransportiert, etc.). Basierend auf den Zielen können Zusammenhänge sowie konkrete Kennzahlen (bspw. Anzahl der abtransportierten verletzten Personen) und deren Berechnungsalgorithmen definiert werden. Die Einführung von realen Daten stellt die Grundlage für die Evaluierung und weiters für die Aufbereitung, Kommunikation und Weiterentwicklung gewonnener Erkenntnisse dar.

### Prototyp

Der erste Prototyp besteht aus diversen Komponenten, welche im Laufe des Projektes zu einem Werkzeug für die Übungsevaluierung kombiniert werden. Die physische Komponente wird verwendet, um haptische Übungsszenen mit relevanten Szenenelementen (Figuren/Abbildungen von Einsatzkräften, etc.) als Table-Top durchzuspielen. Die Szenenelemente werden mit Digitalisierungstechnologien (QR-Codes, etc.) ausgestattet, sodass sie mittels Webcam und der Softwarelösung

Scene2Model (OMiLAB 2023) in die digitale Modellierungskomponente überführt sowie für weitere Analysen aufbereitet werden können. Aufeinanderfolgende Szenen (physisch und digitalisiert) stellen einen Übungsüberblick in Bezug auf Ablauf, Schwerpunkte und erwartete Übungsergebnisse dar. Darauf basierend werden Übungsziele sowie messbare KPIs und deren Daten ausgearbeitet und in die digitalen Modelle eingebunden. Die Servicekomponente deckt die Datenanbindung, Aufbereitung und Visualisierung ab – komplexe Vorgänge werden als Microservices ausgelagert. Zusammenfassend, die physischen Szenen werden mit den digitalen Modellen verknüpft, mit Zielen und KPIs konkretisiert, sowie zur Auswertung der Übung mit gesammelten Sensordaten ergänzt und mit Monitoring-Dashboards zur Evaluierungsunterstützung zusammengeführt.

### Conclusio und Ausblick

MEASURE untersucht Konzepte von Einsatzübungen und erarbeitet eine technologische Grundlage für die digitale, modell- und sensorbasierte Dokumentation von Einsatzvorgängen. Mit den gewonnenen Erkenntnissen können Einsatzstrategien objektiv verglichen und ggf. verbessert werden. Derzeit stehen die Identifikation der Ziele auf Basis der Workshopergebnisse sowie die Ableitung von konkreten KPIs im Fokus, deren Erfüllung messtechnisch verfolgt werden kann. In naher Zukunft werden Messtechniken und (Sensor-)Daten integriert, sowie die gesammelten Erkenntnisse für die Dashboards aufbereitet. Das System wird anschließend iterativ getestet und optimiert.

## Literaturverzeichnis

Beerens, R. J. J., Tehler, H., Pelzer, B. (2020): How Can We Make Disaster Management Evaluations More Useful? An Empirical Study of Dutch Exercise Evaluations. In: Int J Disaster Risk Sci 11 (5), S. 578–591.

Europäische Kommission (2021): Union Civil Protection Mechanism (UCPM): Technical Guide for UCPM Full-scale exercises. Brüssel: Europäische Kommission.

Grunnan, T., Fridheim, H. (2017): Planning and conducting crisis management exercises for decision-making: the do's and don'ts. In: EURO Journal on Decision Processes 5 (1-4), S. 79–95.

Göllner, J., Mak, K., Woitsch, R. (2010): Grundlagen zum Wissensmanagement im ÖBH. Online verfügbar unter <https://www.bundesheer.at/wissen-forschung/publikationen/bei-trag.php?id=2639>, zuletzt geprüft am 28.4.2023.

OMiLAB (2023): Scene2Model. Online verfügbar unter <https://austria.omilab.org/psm/content/scene2model/info>, zuletzt geprüft am 28.4.2023.

## Untersuchung von faseroptischen Sensoren zur Erfassung von Geschiebetransport

MANUEL PIRKER, REINHARD KLAMBAUER, JOSEF SCHNEIDER

Technische Universität Graz

✉ [manuel.pirker@tugraz.at](mailto:manuel.pirker@tugraz.at)

### Abstract

Der Transport von sohlnahem Geschiebe in Flüssen und Wildbächen ist ein wichtiger Faktor in der Ausbildung der Gerinneform und der Sohlmorphologie. Er hat daher weitreichende Auswirkungen auf das Abflussverhalten und somit auf die Hochwassersicherheit. Messsysteme für die kontinuierliche Überwachung des Geschiebetransports werden seit über 20 Jahren weltweit entwickelt und erforscht. Nicht nur erwartet man sich von einer solchen Überwachung an Flüssen und Wildbächen ein genaueres Verständnis für die dort herrschenden Prozesse, solche Systeme könnten auch zur Frühwarnung dienen, wodurch die zuständigen Betreiber\*innen der Bauwerke rechtzeitig informiert werden könnten um geeignete Maßnahmen zu ergreifen um mögliche Schäden zu verhindern oder zu minimieren.

Wir arbeiten derzeit an einer innovativen Methode zur präzisen Erfassung des Geschiebetransports in Gewässern. Hierbei nutzen wir faseroptische Sensoren, die in Querbauwerken verbaut werden um deren Interaktionen mit dem transportierten Material in Echtzeit aufzuzeichnen. Im Vergleich zu herkömmlichen indirekten Messmethoden wie Geophonen oder Sediment Impact Sensoren bietet die faseroptische Methode den Vorteil, dass das Messsystem nicht direkt im Flusslauf platziert werden muss. Lediglich die Glasfasern müssen über das Bauwerk geführt werden, das Auslesemodul kann jedoch an sicherer Stelle entfernt vom Flusslauf platziert werden. Dadurch minimiert sich das Risiko eines Verlustes des teuren Messequipments.

Insgesamt ist die neue Messmethodik ein vielversprechendes Instrument zur Verbesserung der Überwachung von bestehenden Schutzbauwerken entlang von Gewässern und kann dazu beitragen, Schäden und Gefahren zu minimieren.

### Einleitung

Die kontinuierlichen Messungen von Geschiebetransport ist eine anspruchsvolle Aufgabe, an der seit über 20 Jahren entwickelt und geforscht wird (Antoniazza et al., 2020). Da direkte Messmethoden wie physische Probenentnahmen sowie Fallen sich nicht für eine kontinuierliche Überwachung eignen, werden indirekte Messverfahren wie akustische Überwachungsgeräte wie Beschleunigungsplatten, Geophone und Rohrmikrofone sowie seismische Sensoren eingesetzt. Diese versuchen entweder über die Detektion von direkten Aufschlägen von Einzelsteinen oder über das durch den Geschiebetransport verursachte seismische Signal (Roth, 2016) diesen zu erfassen. Im Gegensatz dazu können mit Hilfe der faseroptischen Sensoren nicht nur die direkten Aufschläge detektiert, sondern auch die lokalen Dehnungen gemessen werden. Dadurch ist es

möglich, Rückschlüsse auf die auf den Sensor wirkende Auflast zu ziehen und somit das Volumen des darauf liegenden Materials nach dem Prinzip einer Geschiebewaage (Raemy, 1997) zu bestimmen. Allerdings bedarf es noch ausführlicher Laborversuche, um diese Annahme zu bestätigen. Des Weiteren hat dieses Messsystem den Vorteil, dass es nicht direkt im Flusslauf platziert werden muss. Lediglich die Glasfasern müssen über das Bauwerk geführt werden, das Auslesemodul kann jedoch an sicherer Stelle entfernt vom Flusslauf platziert werden. Dadurch minimiert sich das Risiko eines Verlustes des teuren Messequipments.

### Methodik

Derzeit untersuchen wir im Wasserbaulabor der TU Graz mit verschiedenen indirekten Messsystemen den Geschiebetransport über einen Wehrrücken. Dazu wurde ein 12 m langes Versuchsgerinne mit einer Betonsohle

ausgekleidet, deren Oberflächenrauheit bestimmt und an die Naturverhältnisse angepasst. Der Zulauf des Versuchserinnes wurde umgebaut um Fließgeschwindigkeiten von bis zu 5 m/s zu ermöglichen. Am Auslauf des Gerinnes wurden 2 Sediment Impact Sensoren (SIS) installiert, welche als Referenzmessung dienen. Das eigentliche faseroptische Messsystem besteht aus mehreren Fasern welche durch ein Elastomer geführt werden (siehe Abbildung 1). Es werden zwei unterschiedlichen Prinzipien untersucht: Faser-Bragg-Gitter (FBG) und ein kostengünstiger Michelson Interferometer (MI) Aufbau welche den Aufschlag eines Sedimentpartikels erfassen. FBGs sind in der Lage punktuelle Dehnungen im Bereich weniger Mikrometer pro Meter (Lee, 2003) zu erfassen. Das Auslesen der FBG Sensoren wird mit einem Interrogator der Firma Luna Solutions mit einer Abtastrate von 1 kHz übernommen. Mit dem MI werden Dehnungen entlang des gesamten Messarmes erfasst. Das Auslesen kann dabei mit einem Spannungseingang eines Datenloggers übernommen werden.

Für den Versuchsablauf wurden Proben aus Einheitskörnung mittels photometrischer Siebung erstellt. Die medianen Korndurchmesser der Proben liegen zwischen 6 und 50 mm und die Anzahl an hinzugefügten Sedimentpartikel pro Versuchsdurchgang bleibt konstant. Aufgrund der stochastischen Natur des Sedimenttransports wird jeder Versuch mehrere Male wiederholt. Es werden verschiedene Fließgeschwindigkeiten, Wassertiefen und Gerinneigungen untersucht. Ein ähnlicher Versuchsablauf findet sich bei Auel et al. (2017).

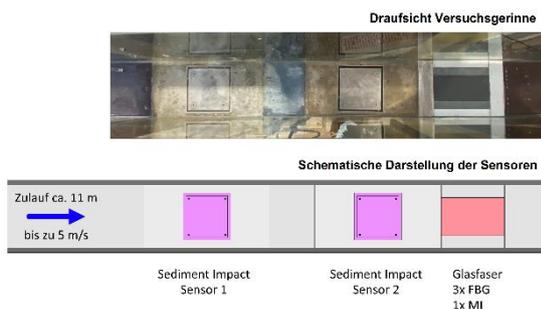


Abbildung 1: Versuchsanordnung im Wasserbaulabor

## Zusammenfassung

Die bisher durchgeführten Versuche lassen das Potenzial der faserbasierten Messmethode erkennen. In Abbildung 2 lassen sich schon aus dem unverarbeiteten Rohsignal eines FBGs einzelne Einschläge sowie die Dauer des Sedimenttransports erkennen. Weitere Laborversuche sind jedoch notwendig, um genauere Aussagen treffen zu können. Herausfordernd bleibt auch der Umgang mit dem temperaturempfindlichen System, die Kompensation von anderen Störquellen die ebenfalls Dehnungen in den Fasern hervorrufen, sowie die Bestimmung der optimalen Montage.

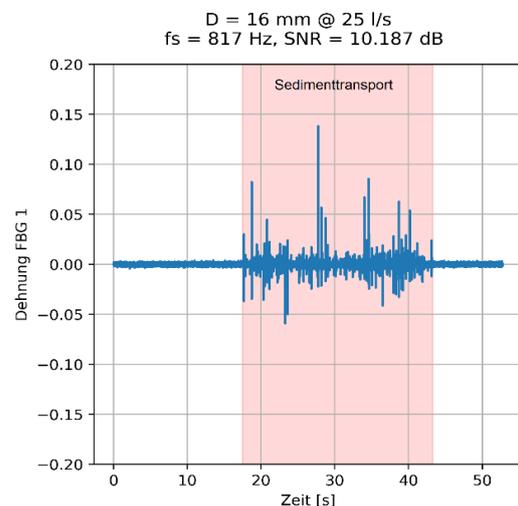


Abbildung 2: Signal eines FBG Messpunkts bei Einschlägen von Sedimentpartikel mit Durchmesser 16 mm bei konstantem Durchfluss von 25 l/s

## Literaturverzeichnis

Antoniazza G., Nicollier T., Wyss C.R., Boss S. und Rickenmann D. (2020). Bedload Transport Monitoring in Alpine Rivers: Variability in Swiss Plate Geophone Response. *Sensors*, 20, 4089.

Auel C., Albayrak I., Sumi T. und Boes R.M. (2017). Laboratory flume experiments with the Swiss plate geophone bed load monitoring system: 1. Impulse counts and particle size identification. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, 1365–1383.

Lee B. (2003). Review of the present status of optical fiber sensors. *Opt. Fiber Technol.* 9(2), 57–79.

Raemy F. (1992) Kontinuierliche Messung des Sedimenttransportes in Steilgerinnen mittels einer Geschiebewaage. *VAW Mitteilungen* 115

Roth D. L., Brodsky E. E., Finnegan N. J., Rickenmann D.,  
Turowski J. M. und Badoux A. (2016). Bed load sediment

transport inferred from seismic signals near a river, J. Ge-  
ophys. Res. Earth Surf.,121

## Ausarbeitung und Anpassung einer automatisierten Lawinengelände Klassifikation

CHRISTOPH HESSELBACH<sup>1,2</sup>, ANDREAS HUBER<sup>1</sup>, FELIX OESTERLE<sup>1,3</sup>, LAURA STEPHAN<sup>4</sup>, CHRISTOPH MITTERER<sup>4</sup>,  
JAN-THOMAS FISCHER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Naturgefahren, Bundesforschungszentrum für Wald, Innsbruck

<sup>2</sup> Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien

<sup>3</sup> Fachzentrum Geologie und Lawinen, Forsttechnischerdienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Innsbruck

<sup>4</sup> Lawinenwarndienst Tirol, Innsbruck

✉ christoph.hesselbach@bfw.gv.at

### Abstract

Die Avalanche Terrain Exposure Scale (ATES) ist ein Klassifizierungsschema, das die Exposition und Komplexität des Geländes hinsichtlich potentieller Lawinengefahren in vier Klassen einteilt. Diese Klassen reichen von einfachem bis zu extremem Gelände. ATES-Karten dienen Einzelpersonen oder Organisationen als Unterstützung bei der Kommunikation, Planung und Durchführung von Freizeit- oder professionellen Aktivitäten, wie z.B. Katastropheneinsätze im winterlichen, alpinen Gelände. Seit Mitte der 2000er Jahre gewinnt Lawinengeländeklassifizierung, wie das ATES-Schema zunehmend in Nordamerika und auch in europäischen Bergregionen an Bedeutung, bisher jedoch nicht in den österreichischen Alpen.

Durch die Verwendung von hochauflösenden digitalen Geländedaten und kürzlich entwickelten Open-Source-Tools von verschiedenen Forschungsgruppen konnte der ursprünglich sehr aufwändige, manuelle Workflow durch automatisierte Prozesse ergänzt bzw. ersetzt werden. In diesem Beitrag stellen wir eine Machbarkeitsstudie zur Anwendung und Plausibilität einer automatisierten ATES-Klassifizierungsmethode für eine 700 km<sup>2</sup> große Politregion in Tirol, Österreich, vor.

Die Methode baut auf frei verfügbaren Geländedaten auf und umfasst drei Submodelle: (i) Die automatisierte Identifizierung potenzieller Lawinenauslösegebiete (PRA), (ii) die Abgrenzung potenzieller Reichweiten von kleinen, mittleren und großen Lawinen (Größe 1 bis 3 gemäß der EAWS-Skala) mit einem geometrisch motivierten Simulationstool für gravitative Massenbewegungen (Flow-Py) und (iii) einen Klassifizierungs- und Kartierungsschritt. Im diesem letzten Klassifizierungs- und Kartierungsschritt werden die Informationen der vorherigen Submodelle mit der lokalen Hangneigung und dem Grad der Waldbedeckung kombiniert und zu diskreten ATES-Klassen interpretiert.

Es werden verschiedene Ansätze zur Parametrisierung der Submodelle untersucht. Die automatisch erstellten Lawinengefahrenhinweiskarten werden von ortskundigen Experten auf Plausibilität validiert. Vorläufige Ergebnisse zeigen die Anwendbarkeit des vorgestellten Workflows in der Politregion, aber auch aktuelle Einschränkungen und das Potenzial zur weiteren Methodenverbesserung. Dieser Ansatz ermöglicht durch seine Adaptionsfähigkeiten für die Zukunft auch eine potentiell umfassende Geländebeurteilung für sehr große bis extrem große Lawinen von katastrophalem Ausmaß (> EAWS Größe 3) als auch für dynamische Kartierungen in Bezug auf das vorherrschende Lawinenproblem oder die Lawinengefahrenstufe.

### Einführung

Die vorliegende Arbeit untersucht die Anwendbarkeit und Machbarkeit einer automatisierten Klassifikation von lawinengefährdetem Gelände in Österreich in Anlehnung an das Avalanche Terrain Exposure Scale (ATES) Klassifizierungsschema. Basierend auf frei verfügbaren digitalen Geländedaten und Open-Source-Tools (Veitinger et al. 2016, D'Amboise et al. 2022, Larsen et al. 2020) wird dies durch eine

automatisierte Modellkette umgesetzt. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel der Lawinengeländeklassifikation, wobei die drei Submodellergebnisse (potenzielle Lawinenauslösegebiete, potenzielle Reichweiten, Lawinengeländeklassifikation) für das gewählte Pilotgebiet (Sellrain, Tirol) dargestellt werden.

### Methoden

Der methodische Teil der Arbeit konzentriert sich auf die Parametrisierung und Validierung

der einzelnen Submodelle um Lawinen Größen 1-3 (gemäß der EAWS-Skala) plausibel erfassen und kartieren zu können. Dazu werden die Eingangsparameter der Submodelle zum einen mit Referenzdaten von kartierten Auslösegebieten sowie die von Lawinen betroffenen Gebieten optimiert und anhand der EAWS-Größen Skala abgeglichen. Wichtige Vergleichsparameter sind hier: Die Gegenüberstellung von berechneten Reichweiten, Höhendifferenz von Auslösegebiet zu max. Reichweite, betroffenes Gebiet und aus der Energiehöhe abgeschätzte Größen wie Geschwindigkeit und Aufpralldruck.

In einem abschließenden Validierungsprozess werden die Resultate von ortskundigen Experten auf praktische Anwendbarkeit und Plausibilität geprüft.

### Ergebnisse und Diskussion

Die vorläufigen Ergebnisse belegen die Machbarkeit und Anwendbarkeit der Modellkette in der österreichischen Pilotregion. Wie zu erwarten war, zeigt sich die Sensitivität und Bedeutsamkeit der einzelnen Eingangsparameter auf die Lawinengelände-klassifizierung, beispielsweise die Integration von digitalen Wald-Daten sowie die Rahmenparametern zur finalen Klassifizierung.

### Ausblick

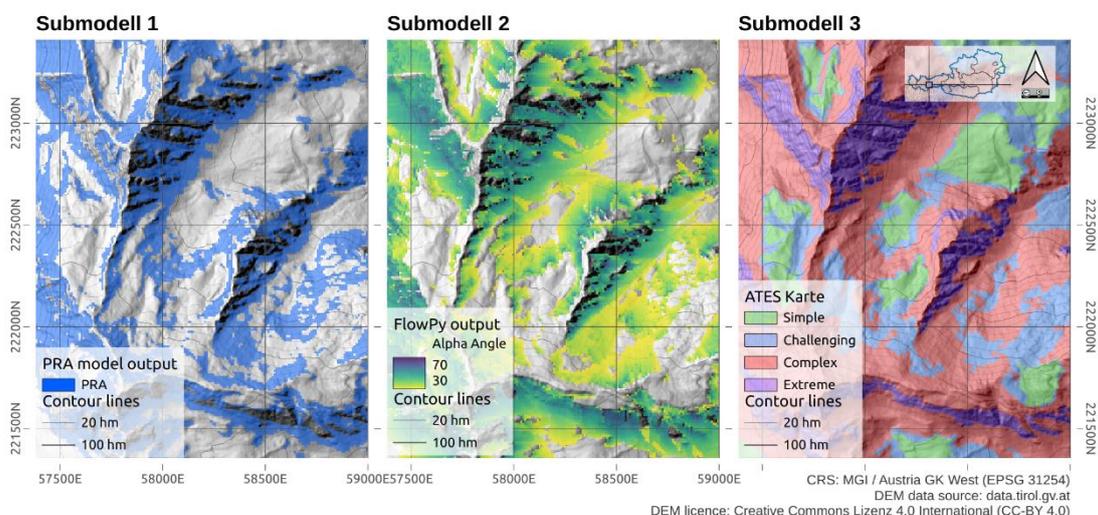
Um die beschriebene Methode zu erweitern, deutet unsere Untersuchung auf die Nützlichkeit einer zusätzlichen Segmentierung der potenziellen, einzelnen Lawinengebiete hin, welcher eine explizitere Berücksichtigung der Interaktionen zwischen bewaldeten Gebieten und Lawinen unterschiedlicher Größe erlauben würde.

### Literaturverzeichnis

D'Amboise, C. J. L., Neuhauser, M., Teich, M., Huber, A., Kofler, A., Perzl, F., Fromm, R., Kleemayr, K., & Fischer, J.-T. (2022). Flow-Py v1.0: A customizable, open-source simulation tool to estimate runout and intensity of gravitational mass flows. *Geoscientific Model Development*, 15(6), 2423–2439.

Larsen, H. T., Hendrikx, J., Slåtten, M. S., & Engset, R. V. (2020). Developing nationwide avalanche terrain maps for Norway. *Natural Hazards*, 103(3), 2829–2847.

Veitinger, J., Purves, R. S., & Sovilla, B. (2016). Potential slab avalanche release area identification from estimated winter terrain: A multi-scale, fuzzy logic approach. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(10), 2211–2225.



**Abbildung 8:** Ergebnisse der finalen Lawinengeländeklassifizierung (Submodell 3), der dazu notwendigen Identifizierung potenzieller Lawinenauslösegebiete (Submodell 1), sowie der Abgrenzung potenzieller Reichweiten (Submodell 2) der ATES-Modellkette im Pilotgebiet: Sellrain, Tirol.

# Bewältigung von Krisen und Katastrophenabwehr stärken

# Multisensorale Sichtweitenmessung bei einem Heißrauchversuch im Tunnel

STEPHAN SCHRAML<sup>1</sup>, RICHARD LADSTÄDTER<sup>2</sup>, NIKOLAUS STUDNICKA<sup>3</sup>, ANA GREGORAC<sup>2</sup>, MICHAEL HOFSTÄTTER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> AIT Austrian Institute of Technology GmbH

<sup>2</sup> JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, DIGITAL – Institut für Digitale Technologien

<sup>3</sup> RIEGL Laser Measurement Systems GmbH

✉ <sup>1</sup>stephan.schraml@ait.ac.at, <sup>2</sup>richard.ladstaedter@joanneum.at, <sup>3</sup>nstudnicka@riegl.com, <sup>2</sup>ana.gregorac@joanneum.at, <sup>1</sup>michael.hofstaetter.ait.ac.at

## Abstract

Diese Arbeit beschreibt den Versuchsaufbau, die Reichweite in einem verrauchten Tunnel mit verschiedenen Sensoren zu messen. Als Brandquelle diente ein brennender Autoreifen in einem für die Sicherheitsforschung ausgebauten Straßentunnel im Zentrum am Berg (ZAB). Als Sensoren wurden eine RGB-Kamera, ein Laserscanner, eine Thermal Kamera und ein Radarsensor verwendet. Die Ergebnisse der Auswertungen zeigen nicht nur den direkten Vergleich der erzielten Sichtweiten, sondern auch die speziellen Vor- und Nachteile der einzelnen Sensoren unter realen Bedingungen.

## Einleitung

Unfälle in Tunnels mit Sichtbehinderung sind besonders gefährlich, da diese auch oft zu Personenschäden führen können. Meist stehen diese Sichtbehinderungen mit einer starken Rauchentwicklung bei Bränden im Zusammenhang.

Ziel dieser Arbeit ist daher die vergleichende Untersuchung des Einflusses von Heißrauch in einem Straßentunnel auf die Reichweite unterschiedlicher Sensorik: RGB-Videokamera, Thermalkamera, Laserscanner (LiDAR, Light Detection And Ranging) und RADAR (Radio Detection And Ranging). Im Versuchstunnel „Zentrum am Berg“ ZAB (2022) im österreichischen Erzberg wurde dazu unter realitätsnahen kontrollierten Bedingungen ein geeigneter Versuch unternommen.

## Frühere Arbeiten

Ein gutes Verständnis für die komplexe Problematik der messtechnischen Erfassung der Sichtverhältnisse in Tunnels, bietet das Whitepaper (Kuhn, 2018) der SICK AG, die ein entsprechendes Messgerät entwickelt hat. Die Schadstoffbelastung in der Luft wird damit durch die Messung der Transmission bzw. der Streuung von

Licht an den Partikeln (Absorptionskoeffizient  $k$ ) ermittelt. In (Pfennigbauer 2014) und (Wallace 2020) wird die Online-Wellenformverarbeitung eines vergleichbaren Laserscanners in trüben Medien untersucht und durch Analyse experimenteller Ergebnisse bei Messung in einer Nebelkammer ergänzt. Wichtig ist zu beachten, dass ein (feuchter) Nebel und ein (trockener und heißer) Rauch für einen mit infrarotem Licht arbeitenden Laserscanner, Medien mit stark unterschiedlichen Eigenschaften darstellen.

## Durchführung der Rauchversuche

Folgende passive bzw. aktive Sensoren wurden beim Rauchversuch eingesetzt (gelistet mit zunehmender Wellenlänge): i) RGB-Videokamera (sichtbares Licht, 780-380nm, passiv): VIVOTEK IB9381-Hat, ii) Terrestrischer Laserscanner (1,5  $\mu$ m infrarot, aktiv): RIEGL VZ-400i, iii) Thermalkamera (LWIR, 8-14 $\mu$ m, passiv): Optris P 640i, iv) FMCW (Frequency-modulated continuous-wave) Radarsensor (77GHz, W-Band, 4mm, aktiv): INRAS RadarLog.

Aufgrund der verschiedenen Arbeitsweisen, Frequenzbereiche und Messprinzipien wurden unterschiedliche Ziele zur Beurteilung der Sichtweite entworfen: zehn große Zieltafeln

(Laserscanner, RADAR), schwarz-weiße Ziele (RGB-Kamera) und fünf elektrisch beheizte Thermalziele. Die Zieltafeln wurden mit jeweils ca. 5m Abstand in einer Entfernung von 15-65m von der Sensorik im Tunnel in Stellung gebracht. Als Rauchquelle diente ein Autoreifen der gemeinsam mit einem Benzin/Diesel Gemisch verbrannt wurde (Abbildung 1).



Abbildung 9: Links: Brandtasse während dem Rauchversuch. Rechts: Zieltafeln mit schwarz/weiß Zielen (rotes Quadrat) und Thermal-Ziel (oranger Kreis).

Ab zwei Minuten nach anzünden der Brandtasse, fand eine, für den Sensorvergleich von besonderem Interesse, annähernd „lineare“ Abnahme der Sicht aufgrund der zunehmenden Verqualmung statt. Nach Erreichen des Maximums wurde der Rauch durch eine gesteigerte Entlüftung etwas geringer. Aufgrund hoher Flammen und durchziehenden schwarzen Qualms kam es immer wieder kurzzeitig zu Verschlechterung der Sicht.

### Ergebnisse

Zur Gegenüberstellung der Sichtweite der einzelnen Sensoren wurden die Anzahl der sichtbaren Ziele ermittelt. Für die RGB- und Thermal Kameras wurden der RMS-Kontrast herangezogen. Im Gegensatz dazu sind die Laserscans als 3D Punktwolke repräsentiert. Für diese wurden daher Punktdaten (ohne Boden und Decke) auf die XY-Ebene projiziert. Ein Ziel wurde abhängig von der Anzahl der aktivierten Pixel im Bereich des jeweiligen Ziels als sichtbar deklariert. Für die RADAR-Rohdaten (nur die ersten fünf Ziele) wurden im Postprocessing sogenannte Range/Doppler (R/D) Maps mit einer Frame-rate von 10Hz berechnet. Die beobachteten Zieltafeln sind als statische Ziele durchgehend sichtbar.

Abbildung 2 zeigt das Ergebnis der Sichtreichweitenbestimmung für RGB-Kamera (blau), LiDAR Scanner (grün) und Thermal-Kamera (orange) über den Zeitverlauf im Rauchversuch. Die Sichtreichweite gibt an, wie viele Zieltafeln zu jedem Zeitpunkt sichtbar sind. Der Wert 0 bedeutet, dass zu diesem Zeitpunkt keine Zieltafel sichtbar war. Das letzte Thermal-Ziel befand sich auf der Zieltafel Nummer 9 (der Wert 10 kann also von der Thermalkamera nicht erreicht werden).

### Schlussfolgerungen

Allgemein kann man feststellen, dass der Heißrauch die Messreichweite teilweise wesentlich beeinflusst. Die Reduktion der Sichtweite bei unterschiedlichen Rauchdichten ist bei der RGB-Kamera am größten. Diese Auswertung zeigt, dass der Laserscanner um ca. eine Zieltafel (also ca. 5 Meter) weiter den Rauch durchdringen konnte als die RGB-Kamera. Die Thermalkamera konnte hingegen unabhängig von der Rauchentwicklung fast immer alle Thermalziele detektieren und wird nur bei sehr heißem Rauch oder Stichflammen in der direkten Visur wesentlich gestört bzw. geblendet. Der RADAR Sensor scheint am geringsten beeinflusst zu werden (wobei hier nur eine rein qualitative Untersuchung durchgeführt wurde). Für umfangreichere Ergebnisse sei auf Ladstädter (2023) verwiesen.

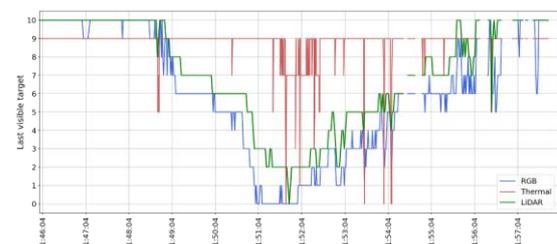


Abbildung 2: Sichtweite auf Zieltafeln aller (drei) Sensoren im Rauchversuch.

### Danksagung

Diese Forschungsarbeit wurde finanziert im Sicherheitsforschungs-Förderprogramm KIRAS des Bundesministeriums für Finanzen. Project Nummer: 879693 (ROBO-MOLE).

## Literaturverzeichnis

Kuhn C. (2018): Sichttrübungsmessung im Tunnel – Anpassung der Sichtweitenmesswerte, Whitepaper, SICK AG, Waldkirch, Deutschland.

Ladstädter R., Schraml S., Studnicka N. (2023). Multisensor visibility measurement during a hot smoke experiment in a tunnel. Submitted to Urban Operations Expert Talks 2023, Eisenerz, Austria.

Pfennigbauer M., Wolf C., Weinkopf J., Ullrich A. (2014): Online waveform processing for demanding target situations, in Proc. SPIE 9080-18, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers

Wallace A. M., Halimi A., Buller G. S. (2020): Full Waveform LiDAR for Adverse Weather Conditions, IEEE transactions on vehicular technology, Vol. 69, No. 7, July 2020

Zentrum am Berg Versuchstunnel, Webseiten, letzter Zugriff: (11/2022): <https://www.tunnellinghub.at/>; <https://www.zab.at/>

## Einfluss der frühzeitigen Branderkennung in Straßentunnel: Eine numerische Studie zum Brand von Elektrofahrzeugen

ALIAKSEI PATSEKHA, ROBERT GALLER

Montanuniversität Leoben

✉ [aliaksei.patsekha@unileoben.ac.at](mailto:aliaksei.patsekha@unileoben.ac.at), [robert.galler@unileoben.ac.at](mailto:robert.galler@unileoben.ac.at)

### Abstract

Die zunehmende Anzahl von Elektrofahrzeugen (Electric vehicles – EV) auf den Straßen hat zu Bedenken hinsichtlich der Brandsicherheit in Straßentunneln geführt. Aufgrund der höheren Energiedichte von EV-Batterien im Vergleich zu herkömmlichen Verbrennungsmotoren können Brände in Tunneln ein größeres Risiko für Fahrzeugnutzer darstellen und zu schwereren Schäden führen. In dieser Studie wird ein 5,2 MW-Brand in einem 700 Meter langen Tunnelabschnitt mittels Fire Dynamic Simulator simuliert und der Einfluss unterschiedlicher Branderkennungszeitpunkte auf die Rauchverteilung untersucht. Dabei werden Erkenntnisse über die Wirksamkeit einer frühzeitigen Branderkennung und deren potenzielle Auswirkungen auf die Verringerung der Risiken von EV-Bränden in Tunneln gewonnen. Die Ergebnisse betonen den Einfluss der Notlüftung, welche das Risiko der Brandausbreitung im Voraus verringert und die sichere Evakuierung von Personen in potenziell lebensbedrohlichen Situationen ermöglicht. Die Studie verdeutlicht die Bedeutung des Notlüftungsbetriebs in modernen Straßentunneln und unterstreicht die Notwendigkeit verbesserter Brandmeldesysteme, um die Sicherheit von Fahrzeugnutzern im Notfall zu gewährleisten.

### Einleitung

Die Brandsicherheit in Straßentunneln gewinnt durch die zunehmende Anzahl von Elektrofahrzeugen (EV) auf den Straßen an Bedeutung. Im Vergleich zu herkömmlichen Verbrennungsmotoren ist das Löschen von E-Fahrzeugbränden in Tunneln aufgrund der höheren Energiedichte der Batterien und der Gefahr eines thermischen Durchgehens eine größere Herausforderung. Zusätzlich liegt die maximale Wärmefreisetzungsrate (HRR) von EV um 1,0-1,5 MW höher als bei benzinbetriebenen Fahrzeugen, was zu einer schnelleren Eskalation des Brandes und damit zu größeren Risiken für Fahrer und Passagiere führen kann (Sturm et al. 2022). Die derzeitigen Tunnelautomatisierungssysteme erkennen jedoch nur etwa 25% aller Notfälle wie Brände, Verletzungen und Unfälle. Daher ist für den Erhalt der Sicherheit von Straßentunnelnutzern eine Verbesserung der Branderkennungssysteme notwendig.

Ziel dieser Studie ist die Auswirkung verschiedener Branderkennungszeiten, als Auslöser für die Aktivierung der Notlüftung, auf die Rauchverteilung mit einem simulierten EV-Brand in einem Straßentunnel zu bewerten. Dies soll

Einblick in die Effektivität der Brandfrüherkennung und ihre potenzielle Minderung der verbundenen Risiken von EV-Bränden in Tunneln geben.

### Methodik

In dieser Studie wird der Fire Dynamic Simulator (v. 6.7.9) als numerisches Modellierungswerkzeug verwendet. Die Simulationen wurden an einem maßstäblichen Modell eines geraden Tunnelabschnitts mit einer Länge von 700 m und einem hufeisenförmigen Querschnitt, mit einer Breite von 8,8 m und einer Höhe von 7,6 m (0,5 m breite Betonwände), durchgeführt (Abbildung 1).

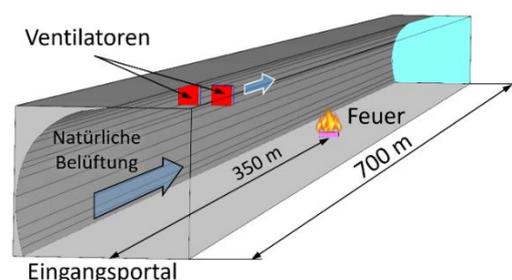


Abbildung 10: Gesamtansicht des modellierten Tunnels

Die Umgebungsbedingungen wurden auf Standardwerte eingestellt, unter normalen

Betriebsbedingungen unterliegt der Tunnel demnach einer natürlichen Belüftung mit einer Geschwindigkeit von 0,6 m/s. Um diesen Luftstrom zu simulieren, wurde am Tunnelportal ein "SUPPLY"-Lüftungsschlitz eingeführt, während das gegenüberliegende Portal als "OPEN" eingestellt wurde. Zur Simulation der Notbelüftung im Brandfall wurden zwei Strahlventilatoren 120 m vom Tunneleingang positioniert, welche eine longitudinale Belüftungsgeschwindigkeit von 1,6 m/s erzeugen. Das implementierte HVAC-Modell hat einen Kreisdurchmesser von 1,12 m und einen Volumenstrom von 18 m<sup>3</sup>/s.

Die Brandquelle wurde mittig im Tunnelabschnitt platziert und durch eine "VENT"-Oberfläche mit den Abmessungen von 1,6 m x 1 m (0,4 m über dem Boden) dargestellt. Zur Brandsimulation wurde ein vordefiniertes chemisches Modell mit einer Wärmefreisetzungsrate pro Flächeneinheit (HRRPUA) von 4,3 MW/m<sup>2</sup> verwendet. Die zeitabhängige Brandkurve wurde gemäß den Empfehlungen von Ingason (2015) entworfen, welche ein quadratisches Wachstum und einen exponentiellen Zerfall aufweist. Der HRR-Spitzenwert (pHRR) von 5,2 MW wurde 720 Sekunden nach Ausbruch des Feuers erreicht. Der Aktivierungszeitpunkt der Notlüftung wurde Abhängig von der Brandentwicklung bei Schwellenwerten von 10%, 25%, 50%, 75% und 100% des Höchstwerts (pHRR) eingestellt.

Um die Ergebnisse zu verifizieren wurde eine Sensitivitätsanalyse mit variierender Gitterzellengröße durchgeführt, welche den anerkannten Empfehlungen für das Verhältnis von charakteristischem Branddurchmesser zu Gitterzellengröße entsprachen. Zur Bewertung der Gitterempfindlichkeit wurden die Temperatur-Zeit-Kurve für einen 50 m vom Feuer stromaufwärts entfernten Punkt sowie die HRR-Kurve verwendet. Die Analyse ergab ein Optimum zwischen Rechenaufwand und Gitterqualität bei einer Zellgröße von 0,5 x 0,4 x 0,4 m.

## Ergebnisse und Diskussion

Für jedes Szenario haben wir vier Backlayering-Längen, zum Zeitpunkt der Lüfteraktivierung sowie 60, 120 und 180 Sekunden danach (Abbildung 2), definiert. Unsere Ergebnisse zeigen, dass eine frühzeitige Branderkennung die stromaufwärtsgerichtete Rauchausbreitung signifikant reduzieren kann, womit ausreichend Zeit für eine sichere Evakuierung zur Verfügung steht.

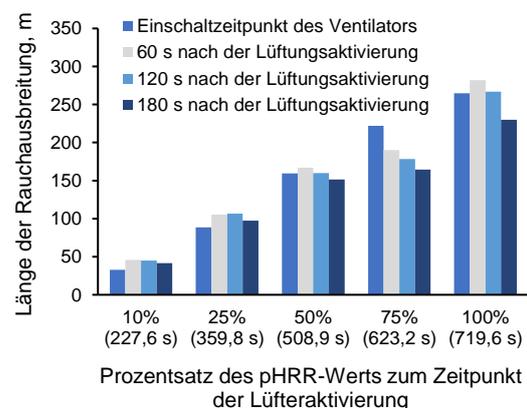


Abbildung 11: Auswirkung der Lüfteraktivierungszeit auf die aufwärtsgerichtete Rauchausbreitung

Eine verzögerte Lüfteraktivierung kann die Evakuierungssituation sogar erschweren, wie die Simulation mit maximaler Verzögerung zeigt, bei welcher der Rauch die Ventilatoren erreicht und der erzeugte Luftstrom die Rauchsichtung stört. Diese Rauchverteilung stellt für Personen im Bereich zwischen dem Brandherd und den Strahlventilatoren eine zusätzliche Gefahr dar. Je nach Rauchintensität können Evakuierungswege blockiert werden. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der optimierten Notlüftungsansteuerung in modernen Straßentunneln.

## Schlussfolgerung

Die durchgeführte numerische Modellierung eines Elektrofahrzeugbrandes in einem Straßentunnel zeigt den wesentlichen Einfluss der zeitnahen Branderkennung und Aktivierung der Notbelüftung, um Brandgefahren zu mindern und eine sichere Evakuierung von Personen in Hochrisiko- und Stresssituationen zu gewährleisten. Die effektive Steuerung der

Belüftungsbedingungen während eines Brandes in Straßentunneln bleibt jedoch ein komplexes Problem, welches weitere Untersuchungen erfordert.

#### **Literaturverzeichnis**

Ingason, H., Li, Y. Z., & Lönnemark, A. (2015): Tunnel Fire Dynamics, Springer

Sturm, P., Fößleitner, P., Fruhwirt, D., Galler, R., Wenighofer, R., Heindl, S. F., Krausbar, S., Heger, O. (2022): Fire tests with lithium-ion battery electric vehicles in road tunnels. Fire Safety Journal, 134, 103695.

# Fallbeispiele und Ableitungen für ein Krisen- und Katastrophenmanagement der Zukunft

## ROADS to Health – Von der strategischen Planung bis zur Bekämpfung von Pandemien

KARIN RAINER<sup>1</sup>, COSMAS GROSSER<sup>1</sup>, MELISSA HAGENDORN<sup>1</sup>, ANTONIA HAFNER<sup>1</sup>, ALOIS LEIDWEIN<sup>1</sup>, GEORG NEUBAUER<sup>2</sup>, NADINE STURM<sup>3</sup>, CONSTANZE GEYER<sup>3</sup>, GABRIELE SALOMON<sup>3</sup>, FLORIAN SCHÖGGL<sup>4</sup>, RAINER PRÜLLER<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES), <sup>2</sup> Austrian Institute of Technology GmbH (AIT), <sup>3</sup> Johanniter Österreich Ausbildung und Forschung GmbH (JOAFG), <sup>4</sup> pentamap GmbH

✉ karin.rainer@ages.at, georg.neubauer@ait.ac.at, georg.aumayr@johanniter.at, florian.schoeggel@pentamap.com

### Abstract

Die COVID-19-Pandemie ist die weltweit größte virusinduzierten Krise seit mehr als 100 Jahren. Wie viele andere Länder, war auch Österreich in einigen Bereichen nur unzureichend auf eine Pandemie vorbereitet. Das Pandemiemanagement war daher in den meisten Punkten reaktiv statt proaktiv und viele Maßnahmen für die Bevölkerung teilweise nur schwer nachvollziehbar. Die Notwendigkeit eines klaren Pandemie-Managementplans, der umsetzbare Empfehlungen für Entscheidungsträger:innen enthält, wurde bereits in frühen Phasen der Pandemie deutlich. ROADS to Health zielt darauf ab, ein ganzheitliches, technologisch unterstütztes System zur Entscheidungsfindung zu erarbeiten, das auf die Lehren aus der COVID-19-Pandemie zurückgreift, um zukünftige Epidemien und Pandemien zu bewältigen.

Die Zielsetzung von ROADS to Health konzentriert sich darauf, die Grundlagen für ein situationsbezogenes Maßnahmen-Matching im Falle eines Epidemie- oder Pandemie-Ausbruchs zu schaffen. Zu den verschiedenen Aspekten des Projekts gehören Projektmanagement, Anforderungen und Szenarien, Maßnahmen, Toolkonzeption, Test und Validierung. In der ersten Projektphase liegt der Fokus von ROADS darauf, bestimmte Wirkungen der in den letzten Jahren gesetzten Maßnahmenbündel herauszuarbeiten und mit strategischen Zielen im Pandemiemanagement in Einklang zu bringen. Die Anforderungen und Szenarien, die für das Projekt von größter Bedeutung sind, basieren auf Hintergrundanalysen von Pandemieparametern, Basisstudien, sowie der Katalogisierung und Bewertung der aktuellen Praxis. Es stellte sich als schwierig heraus, breite strategische Ziele mit konkreten Maßnahmen abzugleichen, da erstere von Entscheidungsträger:innen nicht öffentlich kommuniziert werden. Außerdem stehen möglicherweise unterschiedliche (zugrunde liegende) strategische Pläne hinter den jeweiligen Handlungsbegründungen. Daher erarbeitet unser multidisziplinäres Team derzeit Kategorisierungen von Maßnahmen und Parametern innerhalb des Pandemiemanagements, die sich letztlich auf strategische Ziele zurückführen lassen, die die übergeordnete Richtung vorgeben, in die Entscheidungsträger:innen bei der Bewältigung eines Pandemieausbruchs gehen wollen.

### Hintergrund und Motivation

Das Projekt ROADS to Health zielt darauf ab, die Wirkungen von Maßnahmen des Pandemiemanagements zu identifizieren und analysieren. Psychologische, sozioökonomische, ethische und rechtliche Auswirkungen werden dabei ebenfalls berücksichtigt, um Entscheidungsträger:innen dabei zu unterstützen, geeignete Maßnahmen zum richtigen Zeitpunkt zu setzen. ROADS wurde Anfang 2023 von den Projektpartnern Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES), Austrian Institute of Technology GmbH (AIT),

Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK), Gesundheit Österreich GmbH (GÖG), Johanniter Österreich Ausbildung und Forschung GmbH (JOAFG), Medizinische Universität Wien (MUW) und Pentamap GmbH gestartet (Projektwebsite: <https://www.ages.at/forschung/projekte/roads-to-health>). Ergänzend wir im Projekt auf die Erfahrung und das Wissen von Interessengruppen u.a. aus den Bereichen öffentliche Gesundheit, Gesundheitsmanagement, Technologieentwicklung sowie Sozial- und Präventivmedizin zurückgegriffen. In einem bereichsübergreifenden,

interdisziplinären Ansatz zur Optimierung des zukünftigen Pandemiemanagements bearbeitet das Projekt die Identifizierung nationaler und internationaler strategischer, taktischer und operativer Ziele durch Grounded Theory: Literaturrecherche, Interviews und Befragungen. Eine funktionale Zielanalyse für die verschiedenen Phasen der Pandemie bildet die Grundlage für Anforderungen an ein technologisches Entscheidungsunterstützungstool. Darüber hinaus können die Auswirkungen der gewonnenen Maßnahmen und Parameter auf die Pandemie und die damit verbundenen gesamtgesellschaftlichen Implikationen u.a. nach Kosten und Nutzen klassifiziert werden. Abschließend werden im Rahmen einer SWOT-Analyse (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) die bisherigen Erkenntnisse zu Managementstärken und -schwächen im Pandemiemanagement mit Fokus auf Österreich in eine Matrix eingearbeitet.

### Herausforderungen bei der Analyse strategischer Ziele im Pandemiemanagement

Die Abstimmung allgemeiner strategischer Ziele mit konkreten taktischen und operativen Mitteln und Maßnahmen gestaltete sich schwierig, da erstere von Entscheidungsträger:innen nicht öffentlich kommuniziert werden und möglicherweise unterschiedliche strategische Pläne hinter den jeweiligen Handlungsbegründungen stehen. Aufgrund dieser Schwierigkeiten entschied sich das ROADS-Forschungsteam, eine Dokumentenanalyse aus der Managementebene auf Basis von Regierungserklärungen durchzuführen, welche einerseits die strategischen Zielsetzungen repräsentieren, aber auch zumindest Hinweise auf zu treffende Maßnahmen beinhalten. Es ist auch wichtig, sich der Struktur des Pandemiemanagements im Gegensatz zum traditionellen Krisen- oder Katastrophenmanagement bewusst zu sein. Die in Österreich sehr häufig angewandte Darstellung des in sich geschlossenen Zyklus des Katastrophenmanagements setzt sich aus den aufeinander folgenden Phasen Bewältigung, Wiederherstellung,

Vermeidung und Vorsorge zusammen, wobei Vermeidung und Vorsorge dem vorbeugenden Katastrophenschutz, Bewältigung und Wiederherstellung der Katastrophenhilfe zugeordnet werden (ÖNORM s2304, 2018). Im Gegensatz dazu zeigt der spiralförmige Übergang von der Pandemie-Reaktion zur Erholung, wie in Abbildung 12 dargestellt, die Dynamik des aktuellen Systems an: Jede neue Welle verschiebt den Zyklus der Risikominderung von der Erholung zurück in die Reaktionsphase, solange kein Impfstoff oder keine Immunisierung zur Hand sind.

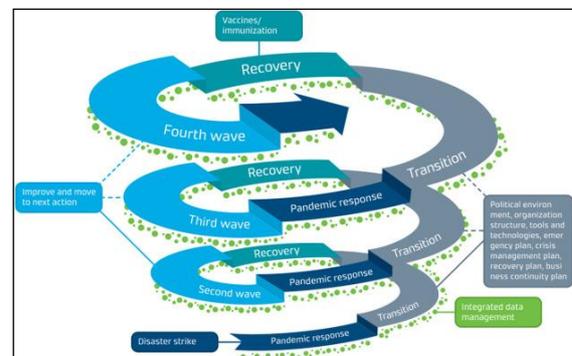


Abbildung 12: Pandemie-Management-Zyklus (Fakhrudin et al. 2020)

Pandemien sind multifaktoriell, was zu teilweise hochspezifischen und anspruchsvollen Herausforderungen an ein technologiegestütztes System zur Verbesserung von Maßnahmen des Pandemiemanagements führt:

- Hohe Dynamik, schwierige Vorhersage von Entwicklungen.
- Keine räumliche Begrenzung, Potenzial einer schnellen unbemerkten Ausbreitung.
- Öffentliche Akzeptanz und Glaubwürdigkeit der Entscheidungsträger:innen von entscheidender Bedeutung.
- Großes Risiko vulnerable Gruppen im Voraus zu bestimmen.
- Integration rechtlicher Rahmenbedingungen in technologische Lösungen war nicht primärer Fokus.
- Große Herausforderung, die Entscheidungsfindung von Pandemiemanagern zu unterstützen.

Das innovative ROADS-Konzept nimmt sich dieser Problemstellungen an und bietet ein

umfassendes Indikatorenset für die multifaktorielle und unverzichtbare Unterstützung. Da verschiedene Krisensituationen in ihren Maßnahmen klar voneinander getrennt werden müssen, bedarf es weiterer Forschung zu pandemiespezifischen Problemen, um Schwachstellen aufzudecken und Resilienzstrategien zu entwickeln, die zur Identifizierung von Maßnahmen innerhalb eines evidenzbasierten Managementstrategiesystems verwendet werden können.

### **Forschungslücken, Methodik und Grundlage für die Anforderungsanalyse**

In der Erstanalyse wurde vom ROADS-Projektteam eine Matrix erstellt, um die zugrunde liegenden strategischen Ziele in Übereinstimmung mit den von Entscheidungsträger:innen festgelegten Maßnahmen zu analysieren und unterschiedliche Ansätze in bestimmten Zeiten einer Pandemie zu verstehen. Die Matrix unterstützt eine Dokumentenanalyse (Love, 2003), um Vorschriften, Berichte, Stellungnahmen etc. zu untersuchen, die damals von Entscheidungsträger:innen umgesetzt wurden. In dieser Analyse haben sich verschiedene Faktoren und Komponenten von Maßnahmen als wichtig herausgestellt:

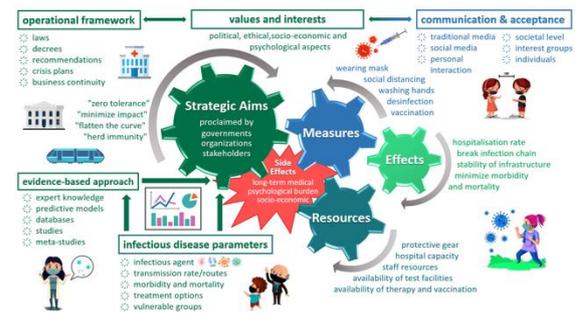
- Art der Maßnahme: Wer hat sie in welchem Kontext und Zeitrahmen geschaffen? Wie wurde sie bereitgestellt (z.B. über Website oder die Medien)?
- Strategische Ziele: Explizite Ziele, zugrunde liegender Nebenziele, unerwarteter Ergebnisse und Visionen? Wo haben diese Ziele gewirkt und sind sie mittels SMART-Ziele-Ansatzes (Specific, Measureable, Achievable, Relevant, Time-Bound – University of California, 2016) messbar und überprüfbar?
- Maßnahmen zur Erfüllung strategischer Ziele? Rahmen für die Umsetzung und betroffene Sektoren?
- Wie wirksam waren Maßnahmen in ihren Umsetzungsbereichen?
- Gesellschaftliche Akzeptanz und epidemiologische Vertretbarkeit in Bezug auf Parameter für Pandemien im Allgemeinen und COVID-19 im Besonderen?

Strategische Ziele waren die Konstruktion eines Rahmens, der Maßnahmen mit bestimmten Aktivitäten umgibt, die erreicht werden müssen, um diese Ziele erfolgreich zu erreichen. Letztendlich zielt unsere Analyse darauf ab, diese strategischen Ziele herauszuarbeiten und zu verstehen, welche Maßnahmen zu ihrer Erreichung nützlich waren, aber auch, welche aufgrund von sozialem Druck oder zu geringer epidemiologischer Rechtfertigung keine Auswirkungen hatten oder sogar zurückgenommen wurden. In der Erstanalyse der Grundlagen des ROADS-Ansatzes entstand eine hochkomplexe und miteinander verwobenen Matrix von Determinanten und Faktoren. Es wurde deutlich, dass trotz mehreren durchgeführten Metaanalysen (OECD, 2022) immer noch ein gründlicher und benutzerfreundlicher Ansatz fehlt, der die Interessengruppen mit relevanter Entscheidungshilfe unterstützt.

### **Herausforderungen und Ansätze zur Analyse des Pandemiemanagements**

Eine frühe Schlüsselfrage in den ersten analytischen Arbeiten war, ob die Wirksamkeit strategischer Ziele auf erleichterte Maßnahmen oder Bündel von Interaktionen zurückgeführt werden kann. Darüber hinaus stellte sich die Herausforderung des ROADS-Projekts und jeder Analyse des Managements der COVID-19-Pandemie dar, wenn es möglich ist, eine Messung dieser Faktoren und mehr oder weniger klare, wissenschaftlich fundierte Ursache-Wirkungs-Abhängigkeiten zu bestimmen. Aufgrund der Unschärfe vieler der zunächst definierten Kategorien von Pandemieparametern und weiteren Einflussfaktoren ist es schwierig, deren ganzheitliches Wesen eindeutig zu fassen, da das Verständnis von Begriffen wie Wirksamkeit, Akzeptanz und Umsetzung von Maßnahmenbündeln unterschiedlich ist. Daher ist die Festlegung einer stabilen und zuverlässigen Grundlage der Terminologie und Konnotation der Schlüssel zur Festlegung der Kategorien für die sich entwickelnde Analyse. Regierungserklärungen, die von den österreichischen Behörden öffentlich kommuniziert wurden, erwiesen sich

als die vielversprechendsten Dokumente, um strategische Ziele im Pandemiemanagement zu identifizieren. Diese Erklärungen enthalten Informationen über die allgemeine Richtung, die auf der Grundlage von Expert:innenmeinungen und Modellrechnungen sowie politischen und gesellschaftlichen Einflüssen festgelegt wurde. (Bündel von) Maßnahmen wurden dabei begründet, aber auch von Journalisten hinterfragt. Regierungserklärungen bieten auch Einblick in die Entwicklung von Strategien im Laufe der Zeit. Ein Rahmen zur Analyse dieser Dokumente ist daher eine Schlüsselkomponente für eine fruchtbare Aufschlüsselung des Regierungshandelns zu den jeweiligen Zeiten. Nach Fertigstellung des Rahmenwerks wird es möglich sein, strategische Ziele transparent auf (Bündel von) Maßnahmen zurückzuführen und so einen kompakten Überblick über die Definition von Schritten zu geben, die zur Bewältigung einer Pandemie erforderlich sind. Sobald diese erste Rahmensetzung erfolgt ist, besteht der nächste Schritt von ROADS darin, den Rahmen zu finalisieren, um strategische Ziele transparent auf (Bündel von) Maßnahmen zurückzuführen. Daher wird es im Mittelpunkt stehen, ausgehend von den Erfahrungen mit COVID-19, einen prägnanten Überblick über Wege zu geben und dabei modulare und anpassbare Schritte zu definieren, die zur Bewältigung zukünftiger Pandemieereignisse notwendig sind. Eine Priorisierung der Schlüsselparameter eines Pandemieereignisses wird der nächste Schritt sein, um abzuleiten, welche verbundenen Maßnahmen am effektivsten und daher am wichtigsten sind, um von Governance- und Organisationsleitern rechtzeitig umgesetzt zu werden. Auf der anderen Seite wird diese Analyse der Voraussetzungen, Determinanten und notwendigen Wissensbasis für ein solides, evidenzbasiertes Interventions-Matching die Anforderungen, aber auch die Grenzen und die dynamischen Bedürfnisse von Entscheidungen zum Pandemiemanagement aufzeigen, wie die folgenden Grafiken skizzieren:



**Abbildung 13: Zusammenspiel von Eigenschaften und Parametern des Pandemiemanagements**

Das hochkomplexe Zusammenspiel von Pandemie-Klassifizierungsparametern, Determinanten und anderen Einflussaspekten und -bereichen, wie die obige Abbildung exemplarisch darstellt, zeigt, welche Schlüsselfaktoren beim Pandemiemanagement zu berücksichtigen sind. Dieses sich entwickelnde Beispiel einiger Kategorien der Matrix, die die Vielzahl der interagierenden Faktoren in einem Pandemieereignis katalogisiert, zeigt, wie eng diese Schlüsselaspekte miteinander verflochten sind und sich gegenseitig beeinflussen. Dies ist auch einer der Gründe, warum vereinfachende Ursache-Wirkungs-Ableitungen nicht ohne weiteres gezogen werden können.

### Zusammenfassung und Diskussion

Pandemieausbrüche sind eine fortwährende Herausforderung, die hinsichtlich der vielfältigen Aspekte noch nicht systematisch erforscht sind. Schlussfolgerungen zwischen Ursache und Wirkung zu ziehen, erweist sich als schwierig, um realisierbare, akzeptable und zielgerichtete Maßnahmen und zugrunde liegende strategische Ziele im Pandemiemanagement festzulegen. Die Entwicklung eines strategischen, evidenzbasierten und flexiblen ROADS to Health-Modells zur Entscheidungsunterstützung wird danach streben, diese Herausforderungen ganzheitlich zu beantworten, um Entscheidungsträger für zukünftige Ausbrüche zu unterstützen.

### Literaturverzeichnis

Fakhruddin, B., Blanchard, K., Ragupathy, D. (2020): Are we there yet? The transition from response to recovery for the COVID-19 pandemic.

<https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100102> retrieved 14.04.2023

Love, P. (2003), "Document analysis", in Stage, F.K. and Manning, K.K. (Eds), Research in the College Context: Approaches and Methods, Brunner-Routledge, New York, NY, pp. 83-97.

OECD Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/first-lessons-from-government-evaluations-of-covid-19-responses-a-synthesis-483507d6/#component-d1e6394> retrieved 18.042023

ÖNORM S2304, Integriertes Katastrophenmanagement, Benennungen und Definitionen, Austrian Standards Institute, 2018

ROADS to Health project website (no date). Von <https://www.ages.at/forschung/projekte/roads-to-health>

University of California (2016): „SMART Goals – A How to Guide“, [https://www.ucop.edu/local-human-resources/\\_files/performance-appraisal/How%20to%20write%20SMART%20Goals%20v2.pdf](https://www.ucop.edu/local-human-resources/_files/performance-appraisal/How%20to%20write%20SMART%20Goals%20v2.pdf)

## AIFER - Künstliche Intelligenz im Katastrophenmanagement von der Forschung in die Einsatzpraxis

BERND RESCH<sup>1,2</sup>, MARC WIELAND<sup>3</sup>, ANTON HOLZER<sup>4</sup>, UWE KIPPNICH<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universität Salzburg, <sup>2</sup> Harvard University, <sup>3</sup> Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,

<sup>4</sup> Rotes Kreuz, Landesverband Salzburg, <sup>5</sup> Bayerisches Rotes Kreuz

✉ [bernd.resch@plus.ac.at](mailto:bernd.resch@plus.ac.at), [marc.wieland@dlr.de](mailto:marc.wieland@dlr.de), [anton.holzer@s.rotekreuz.at](mailto:anton.holzer@s.rotekreuz.at), [kippnich@lgst.brk.de](mailto:kippnich@lgst.brk.de)

### Abstract

Die Herausforderungen, vor denen Einsatzkräfte in der Katastrophenbewältigung stehen, werden zunehmend komplexer. Deshalb ist auch eine Erweiterung von Methoden und digitalen Informationsbeständen für die Lagebeurteilung und Einsatzplanung von entscheidender Wichtigkeit.

Dieser Beitrag präsentiert einen Ansatz für die Analyse von digitalen Daten wie Posts in geo-sozialen Medien sowie Satelliten- und Drohnenbildern mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI), was zur Gewährleistung von Schutz und Rettung von Menschen und kritischer Infrastruktur beiträgt. Der vorgestellte Ansatz zielt auf die KI-gestützte und automatisierte Analyse dieser Daten ab, sodass Endanwendern gesamtheitliche, raumzeitliche Lageinformation zur Verfügung steht. Neben wissenschaftlich-technischen Entwicklungen werden auch ethische, soziologische und rechtliche Aspekte der Datenanalyse und -bereitstellung beleuchtet.

Der Beitrag zeigt das Potenzial der digitalen Datenanalyse für die Einsatzpraxis auf: Die Forschungsergebnisse wurden im Zuge einer großflächigen Katastrophenübung mit etwa 900 Einsatzkräften in einem realitätsnahen Anwendungsfall erprobt. Die Großübung war rund um ein Jahrhunderthochwasserereignis konzipiert und umfasste vier Einsatzabschnitte, nämlich einen Gebäudeeinsturz, überflutete Gebäude, die Entgleisung eines Gefahrentzugs, sowie treibende Personen in einem Fließgewässer. Die Koordination der Übung erfolgte durch einen professionellen Einsatzstab, der digitale Echtzeitinformation für die Lagebewältigung nutzte. Die Ergebnisse der Übung zeigen, dass digitale Datenquellen für die Lagebeurteilung und Stabsarbeit einen entscheidenden Mehrwert liefern können, sowohl in Bezug auf rasche Situationseinschätzung als auch auf effiziente Ressourcen- und Einsatzplanung.

### Einleitung

Katastrophenereignisse und Großschadenslagen wie beispielsweise Hochwasser, Waldbrände, extreme Schneelagen oder Stürme stellen den Katastrophenschutz zunehmend vor große Herausforderungen in Bezug auf (1) Verfügbarkeit und Verwendung von echtzeitnaher und großflächiger Information zur Lageerfassung und -einschätzung, (2) Auswertung der Daten in naher Echtzeit und (3) Fusion von abgeleiteten Informationsebenen für intuitive, transparente und fokussierte Entscheidungsunterstützung.

Der gegenständliche Beitrag zeigt auf, wie Informationen aus innovativen Datenquellen (Posts aus geo-sozialen Medien sowie Satelliten- und Drohnenbilder) mit Hilfe von KI-Forschung analysiert und fusioniert werden können. Die generierte Information trägt zur rascheren und genaueren Lageeinschätzung bei,

was folglich die Gewährleistung von Schutz und Rettung von Menschen und kritischer Infrastruktur unterstützt.

Die Forschungsergebnisse wurden in einem realitätsnahen Anwendungsfall in der Praxis erprobt: Die großflächige Katastrophenübung beschäftigte etwa 900 Einsatzkräfte. Sie war rund um ein Jahrhunderthochwasserereignis konzipiert und adressierte vier Einsatzabschnitte, nämlich einen Gebäudeeinsturz, überflutete Gebäude, die Entgleisung eines Gefahrentzugs, sowie treibende Personen in einem Fließgewässer. Die Koordination der Übung erfolgte durch einen professionellen Einsatzstab, der digitale Echtzeitinformation für die Lagebewältigung nutzte. Die Ergebnisse der Übung zeigen, dass digitale Datenquellen für die Lagebeurteilung und Stabsarbeit einen entscheidenden Mehrwert liefern können, sowohl in Bezug auf rasche

Situationseinschätzung als auch auf effiziente Ressourcen- und Einsatzplanung.

### Digitale Information im Einsatz

Die Verfügbarkeit von digitalen Datenbeständen hat im vergangenen Jahrzehnt drastisch zugenommen. Posts in geo-sozialen Medien sowie Fernerkundungsdaten von Satelliten und Drohnen können einen entscheidenden Mehrwert in der schnellen Lagebeurteilung und -bewältigung liefern. Für die Analyse dieser digitalen Datenbestände kommen durchwegs KI-Methoden zum Einsatz, bspw. in der semantischen Analyse von Social Media Text, der Relevanzklassifizierung von Posts, der Gebäude- und Fahrzeugdetektion in Bilddaten, sowie der Abgrenzung von Überflutungsflächen.

Abbildung 14 zeigt die aus Twitter und Facebook extrahierten Posts mit Geolokation sowie die dazugehörige Hotspot-Karte, die aktuelle räumliche Häufungen von Social Media Posts offenbart. Über die Hotspots hinaus werden auch Einzelposts inkl. Text, Bildern und Videos dargestellt.

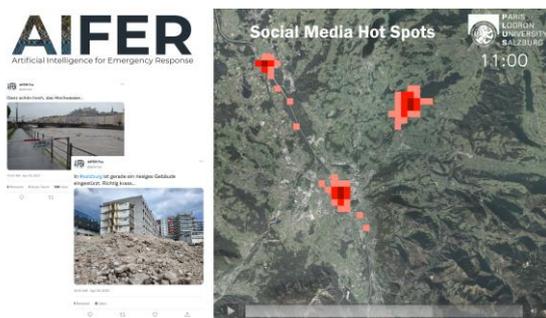


Abbildung 14: Social Media Posts und Hotspots

Abbildung 15 stellt die ausgewerteten Satelliten- und Drohnenbilder dar. Die Abbildung zeigt detektierte Gebäude und Fahrzeuge, was zusätzlich mit identifizierten Überflutungsflächen kombiniert wurde.



Abbildung 15: Satelliten- und Drohnenbilder

Abbildung 16 zeigt schließlich die Nutzung der KI-generierten Information in der Stabsarbeit (oben) sowie im Lagezentrum (unten), wo die Information für die Lagebeurteilung und -bewältigung im Stab aufbereitet wurde.



Abbildung 16: Digitale Information in der Stabsarbeit (oben) und im Lagezentrum (unten)

### Schlussfolgerungen

Abschließend kann festgestellt werden, dass der Einsatz digitaler Datenbestände wie Social Media Posts und Fernerkundungsbilddaten sowie KI-Analysen eine wichtige Erweiterung für Lagebeurteilung und Einsatzunterstützung bieten.

Neben der Bereitstellung der Information sowie deren Nutzung in der Stabsarbeit wurde auch deren Nützlichkeit evaluiert. Die



Rückmeldung der StabsmitarbeiterInnen war durchwegs sehr positiv, wobei die Nutzung von neuartiger, digitaler Information proaktiv in den Katastrophenmanagementprozess eingebunden werden muss, um auch im Ernstfall darauf zurückgreifen zu können. Dies bedarf einerseits einer Schulung der StabsmitarbeiterInnen und andererseits einer

Weiterentwicklung der Informationsebenen in Bezug auf Relevanz, Genauigkeit und Verlässlichkeit.

Ein Nachbericht der Übung kann auf der Website des Salzburger Landesmedienzentrums nachgesehen werden: <https://service.salzburg.gv.at/lkorrij/detail?nachrid=68452>

## Ursache und Auswirkungen des Erdbebens in der Osttürkei 2023

**WOLFGANG A. LENHARDT**

*ehem. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)/GeoSphere Austria*

✉ [wolfgang.lenhardt@gmail.com](mailto:wolfgang.lenhardt@gmail.com)

### Abstract

Die Erdbeben am 6. Februar 2023 in der Osttürkei forderten bislang mindestens 60.000 Todesopfer und führten zu massiven Gebäudeschäden in einem Umfeld, das 50 % größer als Österreich ist. Die Erdbebensequenz fand an der Ostanatolischen Störungszone und kurz darauf an einer Querstörung statt. Die treibende Kraft war die Arabische Platte, die sich jährlich um ca. 1 cm nach Norden bewegt. Über Jahrhunderte hatte sich dort der Druck aufgebaut, um sich schließlich in zwei Erdbebensequenzen zu entladen. Die Nachbebenaktivität wird noch Jahre andauern. Der Schaden wird auf weit über 100 Milliarden US Dollar geschätzt. Hilfskräfte aus Österreich waren bereits kurz nach dem Beben vor Ort und halfen bei der Bergung von Opfern.

### Einleitung

Die beiden Erdbeben am Montag, den 6. Februar 2023 resultierten in einer der größten Naturkatastrophen der jüngsten Vergangenheit. Betroffen waren vor allem der ostanatolische Bereich der Türkei und Nordsyrien. Die weitreichenden Schäden und Zerstörungen von Gebäuden wären bei Einhaltung von Bauvorschriften wesentlich geringer gewesen. Dazu kam, dass das betroffene Gebiet politisch zu einer vulnerablen Region zählt, was die Hilfsmaßnahmen nicht erleichterte.

### Ursache

Das erste Erdbeben mit einer Magnitude 7,8 ereignete sich in den Morgenstunden um 4h17 (lokale Ortszeit) und betraf vor allem die Ostanatolische Bruchzone rund um Gaziantep, eine Großstadt mit über 2 Millionen Einwohnern. Das zweite Erdbeben der Magnitude 7,5 fand ca. 9 Stunden später und ca. 90 km NE von Gaziantep bei Kahramanmaraş statt

(s.a. Abb. 1).

Damit erweiterte sich der Schadensbereich vergleichsweise auf mindestens das 1,5-fache der Fläche von Österreich. Die Erschütterungen dauerten im jeweiligen Epizentrum zwischen

90 (erstes Beben) und über 30 Sekunden (zweites Beben) an. Im fernen Bereich dauerten naturgemäß die Erschütterungen viel länger, wenn auch die Bodenbewegungen dort bereits geringer waren.

Die betroffene Region ist bereits in der Vergangenheit erdbebenaktiv gewesen, wie dies historische Aufzeichnungen belegen.

Auch weist die türkische Norm für die Errichtung erdbebensicherer Gebäude dieses Gebiet als hochgefährdet aus – ähnlich wie Istanbul, wo ebenfalls ein starkes Erdbeben in den nächsten Jahrzehnten erwartet wird (SWR 2023) und viele Häuser als nicht erdbebensicher eingestuft werden.

Im vorliegenden Fall war die Ursache der jahrhundertlang aufgestaute Druck durch die Arabische Platte, die sich dort mit einer Geschwindigkeit von 1 cm/Jahr gegen Norden bewegt, aber bislang den aufgestauten Druck nicht abgeben konnte. Dieser Druck hat sich bei den beiden starken Beben sukzessive entladen, was zu horizontalen Verschiebungen von einigen Metern entlang beider Bruchzonen führte.

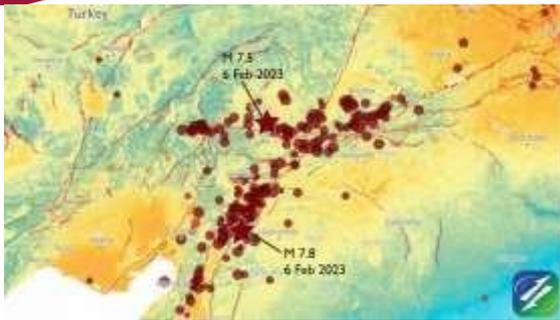


Abbildung 1: Die zwei starken Beben an der Ostanatolischen Störungszone (Temblor 2023)

### Auswirkungen

Weit mehr als 50.000 Todesopfer waren in der Osttürkei und in Nordsyrien zu beklagen. Die Dokumentation der Opferzahlen stagnierte massiv ca. zehn Tage nach dem Erdbeben – zu einem Zeitpunkt also, an dem die meisten Such- und Bergeteams ihre Tätigkeiten einstellten und abreisten (Abb. 2). Dazu zählte auch die Austrian Forces Disaster Relief Unit (AFDRU).

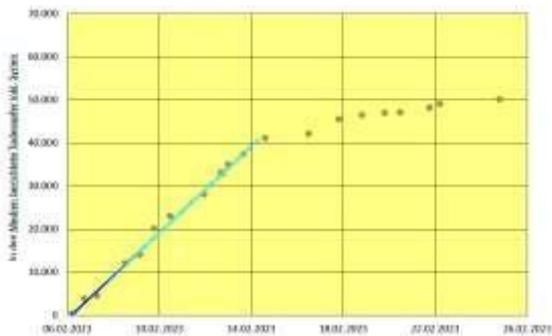


Abbildung 2: Offizielle Todeszahlen in den Medien

Die Bodenbeschleunigungen erreichten Werte weit über der türkischen Baunorm. Zudem ist die Bevölkerungsdichte, und damit das „Bauvolumen“ relativ hoch. Entgegen der Erfahrung, dass es dort zu sehr starken Erbeben kommen kann, wurden „Amnestien“ gestattet, die es erleichterten, Bauwerke zu errichten, die nicht der Baunorm entsprechen.

In Österreich dient zur erdbebensicheren Bauausführung die ÖNORM EN-1998 (2011). Vor 1955 gab es diesbezüglich überhaupt keine Bauvorschrift. Sollte an älteren Gebäuden Veränderungen durchgeführt werden, dann ist jedoch immer der Standsicherheitsnachweis nach der heutigen Norm zu erbringen.

Grundsätzlich erscheint der Ansatz „Einwirkung – Widerstand – Auswirkung“ schon anderweitig bekannt. Er ist eine Analogie zum Ohmschen Gesetz, denn je mehr Widerstand („R“ = für resistere, lat. für „Widerstand leisten“) man einer Belastung („U“ = für urgere, lat. für „drängen“, im übertragenen Sinn f. Einwirkung) entgegensetzt, desto weniger ist dessen Auswirkung („I“ = Intensität, lat. Heftigkeit, Wirkung). Also  $U = R \cdot I$ . Das ist auch das Prinzip der erdbebensicheren Gestaltung von Bauwerken. Je mehr Resistenz, desto weniger Schaden.

Die Conclusio ist also: Wenn man einer Gefahr nicht direkt begegnen kann, so muss man Alternativen treffen – nämlich Anpassung. Im Durchschnitt ereignet sich in Österreich ein Erdbeben mit leichter

Schadenswirkung (Risse im Verputz) alle 2 Jahre, stärkere Erdbeben alle 70 Jahre im Mittel) und wirklich stärkere Erdbeben (Magnitude 5,3) - für österreichische Verhältnisse, alle 70 – 100 Jahre. Das letzte Erdbeben, das dazu führte, fand 1972 statt. Stärkere Beben sind nur von 1590 (Ried am Riederberg am Rande des Tullner Feldes) bekannt, welche aber in keinsten Weise mit jenen in der Türkei hinsichtlich ihrer Auswirkungen und Ursache vergleichbar sind, wenngleich auch damals Gebäude in Wien vieler Orts Schaden erlitten (Hammerl & Lenhardt, 2013).

### Zusammenfassung und Konsequenzen

Die zwei Erdbeben am 6. Februar 2023 stellen eine Zäsur für die Türkei dar: Nicht nur menschlich und wirtschaftlich, sondern auch politisch. Diese Aspekte führen auch zu einer Komplizierung der Bewältigung der Auswirkung, die sich über Jahrzehnte erstrecken wird.

Es gilt zu befürchten, dass die Opferzahlen in der Osttürkei und in Nordsyrien bei weitem die heute bekannten Zahlen (Stand Mai 2023) übersteigen, aber vermutlich exakt nicht mehr bestimmt werden können.

Der Wiederaufbau wird viele Jahre in Anspruch nehmen und immense finanzielle Mittel

erfordern, die nur mit internationaler Hilfe zu bewältigen sind.

Was benötigt man für Österreich?

Für die Erstellung konkreter Szenarien wird ein Kataster mit einer Vielzahl von Parametern (Ort, Anzahl der Personen per Tagesstunde und von-bis, Bauwerksklassifizierung (Bauwerksalter, Veränderungen – relativ komplex) benötigt. Das mögliche Problem: Datenschutz – aber pro Gemeinde sollte sich das machen lassen.

### Literaturverzeichnis

Hammerl, Ch. & Lenhardt, W.A. 2013. Erdbeben in Niederösterreich von 1000 bis 2009 n. Chr. Abh. Geol. B.-A., 67, 297 S., Wien

ÖNORM B 1998-1 2011. Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben. Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten. 38 Seiten.

SWR (2023): <https://www.swr3.de/aktuell/nachrichten/istanbul-erdbeben-102.htm>; abgerufen 7.5.2023.

Temblor (2023): <https://temblor.net/temblor/insightsstress-changes-mysteries-turkey-earthquakes-202315070/>; abgerufen am 30.3.2023.

# Poster

# Untersuchung der Wellendynamik natürlicher Murgänge durch Puls-Doppler Radarmessungen

Tobias Schöffl<sup>1</sup>, Georg Nagl<sup>1</sup>, Richard Koschuch<sup>2</sup>, Helmut Schreiber<sup>3</sup>, Johannes Hübl<sup>1</sup> & Roland Kaitna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Natural Resources and Life Sciences, Institute of Mountain Risk Engineering, Vienna, Austria.

<sup>2</sup>IBTP Koschuch, Langegg 31, Leutschach an der Weinstraße 8463, Austria.

<sup>3</sup>Graz University of Technology, Institute of Microwave and Photonic Engineering, Inffeldgasse 12/I, Graz 8010, Austria.

## Einleitung & Motivation

Hoch aufgelöste Geschwindigkeitsdaten von natürlichen Murgängen [1] sind selten. In dieser Studie haben wir ein Puls-Doppler (PD) Radar [2] des IBTP Koschuch verwendet, um die Wellendynamik von zwei Murgängen zu untersuchen, die 2019 und 2020 am Gadría Bach auftraten. Wir haben Wellen identifiziert, die sich an der Murfront überlagern, aber auch später während des Murkörpers. Unsere Daten bestätigen eine spezielle Wellenform, die zuvor nur von [8] unter Laborbedingungen als Erosions-Ablagerungswellen beschrieben wurde. Dieses Phänomen ist durch vollständig stationäre Wellenabschnitte zwischen den Wellen gekennzeichnet. Die hier präsentierte Studie wurde vor Kurzem von [10] publiziert.

## Einsatzort

Der Gadría Bach befindet sich in der autonomen Provinz Bozen. Die steilen Hänge, die stark verwitterten metamorphen Gesteine und die Gletscherablagerungen, die in den Sommermonaten durch starke konvektive Regenfälle leicht erodiert werden können, bilden die Grundlage für dieses bemerkenswert murgangaktive Einzugsgebiet [3, 4].

2016 wurde ein Monitoringbauwerk (Abbildung 1 & 2b) installiert, das neben einer Vielzahl von Abflussparametern auch Messungen der Abflusshöhe liefert [5, 9] und 2017 wurde zusätzlich ein PD Radar auf dem Dammbes Rückhaltebeckens installiert (Abbildung 1).

## Resultate

Insbesondere das Entfernung-Zeit-Geschwindigkeit (RTV) Diagramm (Abbildung 3a) veranschaulicht die spezielle Wellendynamik des Murgangs von 2020. Aus den Entfernung-Zeit-Intensität-Geschwindigkeit (RTIV) Diagrammen (Abbildung 3b & c) lässt sich wiederum die Verschmelzung und Überlagerung der einzelnen Wellen erkennen. Um die Wellen im Detail zu klassifizieren, haben wir Wellenmetriken zu den Spitzenzeiten definiert, z. B. die Gesamtflusshöhe  $h$  m, die Ablagerungshöhe  $h_+$  m, den Abfluss  $Q$  m<sup>3</sup>/s, die Froude-Zahlen und das Zeitintervall zwischen den Wellenspitzen  $T_s$  (Abbildung 4). Wir stellen fest, dass die abgeleiteten Wellenmetriken - für beide Ereignisse - bemerkenswert konsistent sind.

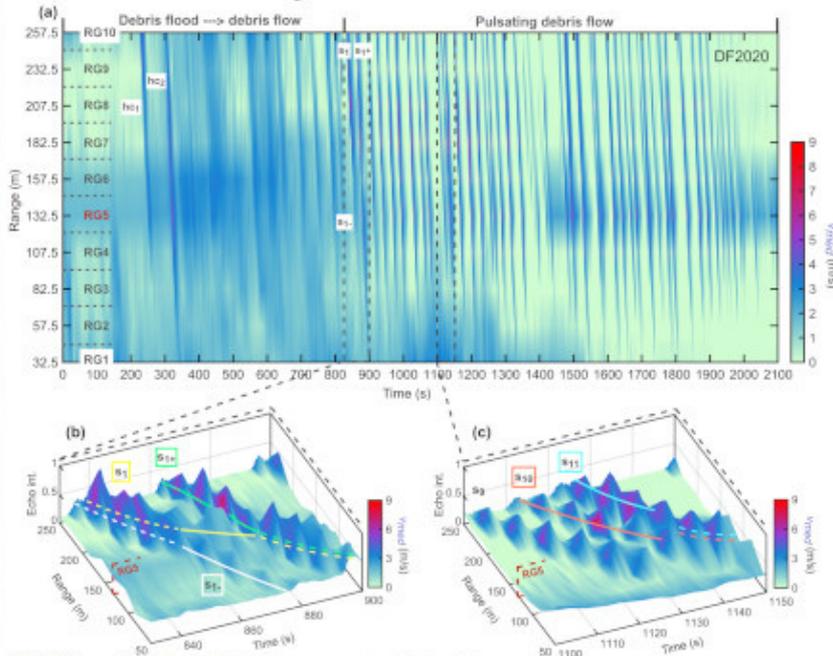


Abbildung 3. RTV & RTIV Diagramme des 2020er Murgangs.

Quellenverzeichnis: [1] M. Hürlimann, V. Coviello, C. Bel, X. Guo, M. Berti, C. Graf, J. Hübl, S. Miyata, J. B. Smith, H.-Y. Yin, Earth-Sci. Rev. 2019, 199, 102981. [2] R. Koschuch, P. Jocham, J. Hübl, in Eng. Geol. Soc. Territ. - Vol. 3 (Eds.: G. Lotino, M. Arattano, M. Rinaldi, D. Giustolisi, J.-C. Marechal, G. E. Grant), Springer International Publishing, Cham, 2015, pp. 69–72. [3] M. Cavalli, S. Trevisani, F. Comiti, L. Marchi, Geomorphology 2013, 188, 31. [4] F. Comiti, L. Marchi, P. Macconi, M. Arattano, G. Bertoldi, M. Borgia, F. Brardinoni, M. Cavalli, V. D'Agostino, D. Perrin, J. Theule, Nat. Hazards J. Int. Soc. Prev. Mitig. Nat. Hazards 2014, 73, 1175. [5] G. Nagl, J. Hübl, R. Kaitna, Earth Surf. Process. Landf. 2020, 45, 1764. [6] P. Gauer, M. Kern, K. Kristensen, K. Lied, L. Rammer, H. Schreiber, Cold Reg. Sci. Technol. 2007, 50, 55. [7] X. Meng, C. G. Johnson, J. M. N. T. Gray, J. Fluid Mech. 2022, 943, A19. [8] A. N. Edwards, J. M. N. T. Gray, J. Fluid Mech. 2015, 762, 35. [9] G. Nagl, J. Hübl, R. Kaitna, Landslides 2022, 19, 211. [10] Schöffl, T., Nagl, G., Koschuch, R., Schreiber, H., Hübl, J., & Kaitna, R. (2023). A perspective of surge dynamics in natural debris flows through pulse-Doppler radar observations. Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 128, e2023JF007171. <https://doi.org/10.1029/2023JF007171>

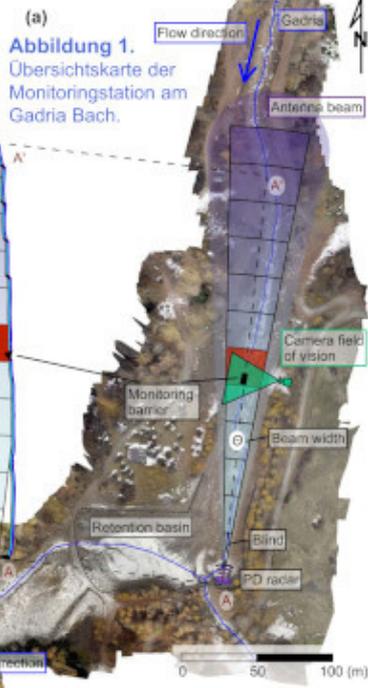


Abbildung 1. Übersichtskarte der Monitoringstation am Gadría Bach.



## Methodik

Das PD Radar ist in der Lage, sich bewegende Objekte bis zu einer Reichweite von 2500 m zu erfassen. Innerhalb dieser Reichweite ist eine räumliche Auflösung, die sogenannten Range Gates, gegeben (Abbildung 1a). Oberflächengeschwindigkeiten werden mit Hilfe des Dopplereffekts bestimmt [2]. Die reflektierte Leistung wird als Echointensität definiert (Abbildung 2c).

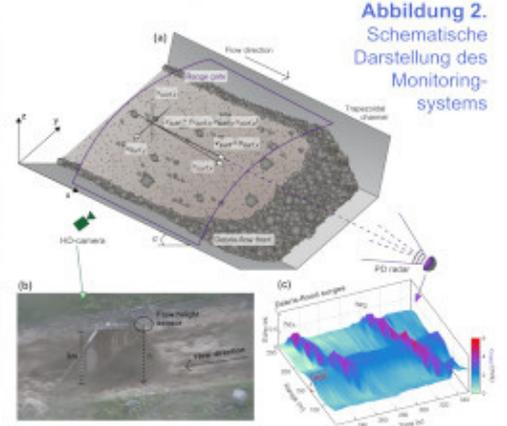


Abbildung 2. Schematische Darstellung des Monitoring-systems

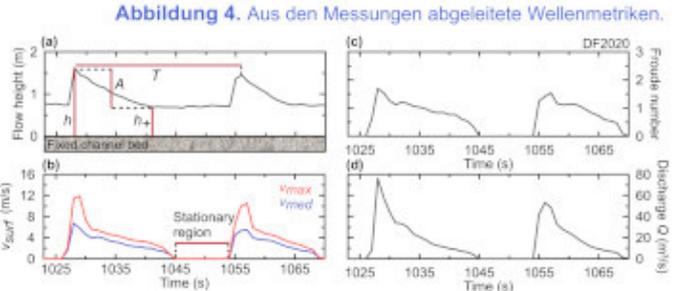


Abbildung 4. Aus den Messungen abgeleitete Wellenmetriken.

## Schlussfolgerungen

- Unsere Messungen belegen, dass Erosions- und Ablagerungswellen in Murgängen auftreten können.
- Größere Wellen holen auch kleinere Wellen ein und verschmelzen mit ihnen. Dies kann zu Wellen mit großer Amplitude führen, diese belasten wiederum Bauwerksstrukturen viel stärker als ein gleichmäßiger Fluss mit demselben Massenstrom.
- Unsere Ergebnisse zeigen daher, dass die nächste Generation von Modellen die Murgänge simuliert, diese Dynamik berücksichtigen und widerspiegeln muss.

# Optimierung des Energieverbrauchs und der Geschwindigkeit von Bodenrobotern für die Navigation im unwegsamem Gelände

## Abstract

Ground robots' outdoor navigation capabilities have improved, but obtaining cost-based representations for energy consumption and traversal time remains cumbersome<sup>[1]</sup>. This paper addresses this issue by developing a data-driven approach for various outdoor terrain types. A supervised machine learning model is trained using extracted environment data, predicting energy consumption and traversal time. The model performs and generalizes better than existing approaches on various terrain types.

## Contribution

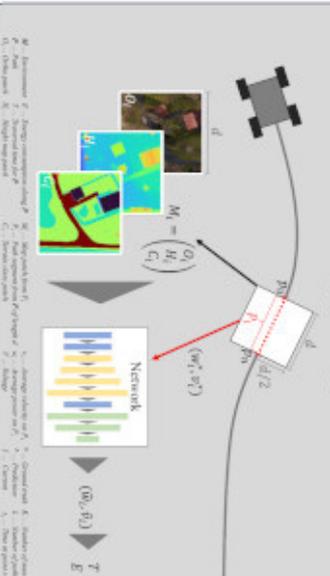
- Presentation of a machine learning-based method to predict the **energy consumption** and **traversal time** of a ground robot in outdoor terrains using environment information
- Incorporation of divers environmental knowledge to improve the prediction performance on **different types of outdoor terrain**
- Comparison of our method to a **baseline**<sup>[2]</sup> to show that our network outperforms the baseline method and also **eliminates the need to retrain** the model for different types of terrain

## Problem Statement

- Estimate  $(T, E) = F(M, P)$  with  $E \approx \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K V(t_i) / (t_i)$  and  $T = t_K - t_0$
- Achieve this by extracting patches  $M_i$  of fixed size to predict velocity  $\hat{v}_i$  and power  $\hat{w}_i$ :

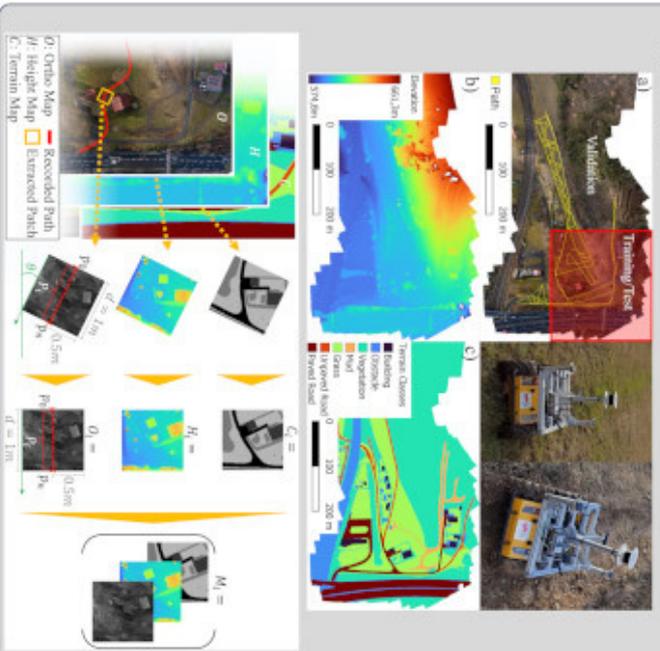
$$(\hat{w}_i, \hat{v}_i) = f(M_i)$$

$$(T, E) = \left( \sum_{i=1}^L d_i / \hat{v}_i, \sum_{i=1}^L \hat{w}_i * d_i / \hat{v}_i \right)$$



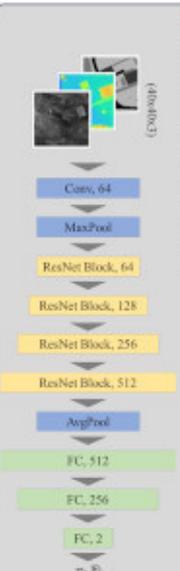
## Data Collection Process

- Generate environment information  $O, H, C$  using high-res UAV imagery
- Deploy mobile robot to record ground truth data  $(w_i^g, v_i^g)$
- Extract environment patches  $M_i$  along the recorded path
- Train ResNet Architecture on extracted patches and ground truth data  $(\hat{w}_i, \hat{v}_i) = f(M_i)$



## Network Architecture

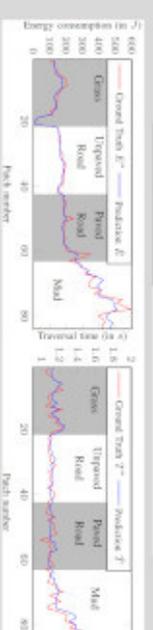
- ResNet18 architecture<sup>[3]</sup>
- Input: Environment patch (40x40x3)
- Output: velocity  $v$ , power  $w$



## Performance Evaluation

- Evaluation of the prediction performance on different terrain types in validation environment

Variable	Error	Type of Terrain					All
		Grass	Mud	Exposed	Rock	Wood	
$\hat{v}$	RMSE (1)	14.85	10.20	4.42	10.58	17.71	10.74
	MAPE (1)	13.20	8.42	3.07	10.88	10.74	10.56
$\hat{w}$	RMSE (2)	1.07	0.22	0.02	0.07	0.06	0.06
	MAPE (2)	5.60	5.32	2.80	5.70	5.14	5.16
$T$	RMSE (3)	0.09	0.09	0.06	0.09	0.06	0.06
	MAPE (3)	5.24	5.18	2.81	5.67	5.04	5.04
$E$	RMSE (4)	27.20	49.28	19.24	22.69	26.67	26.67
	MAPE (4)	13.04	22.46	10.12	13.60	12.80	12.80



- Comparison to baselines

Energy Consumption	Open		Grass		Mud		Mud+Network	
	Predicted Value	MAPE (%)						
$E$	21.41	10.27	11.29	27.25	24.42	14.64	24.42	14.64
$T$	26.63	12.80	58.58	23.27	12.92	14.06	12.92	14.06

## Conclusion & Insights

- Height information has the largest impact on energy consumption and traversal time prediction
  - Incorporating terrain type and orthophoto visual information enhances prediction performance
  - Method reduces energy consumption prediction error compared to baseline
  - Eliminates need for retraining model for different terrain types
- Future work**
- Incorporate rotational velocities for better prediction
  - Investigate Transfer Learning capabilities for new robot systems or changing conditions

## References

[1] M. Gunn, L. Ojeda, W. Smith, D. Rizzo, M. Conzatti, and K. Barton, "Off-road ground robot path energy cost estimation through probabilistic spatial mapping," *Journal of Field Robotics*, vol. 37, no. 3, pp. 421–439, 2020.

[2] M. Wu and V. Balafoutis, "Predicting energy consumption of ground robots on uneven terrain," *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 7, no. 1, pp. 264–267, 2022.

[3] K. He, X. Zhang, S. Sun, and A. Sun, "Deep residual learning for image recognition," in 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016, pp. 770–778.

# Hagelgewitter: Moderne Wetterradare ermöglichen neue Einblicke



Met

DCNAustria  
Disaster Competence Network Austria

Vinzent Klaus (vinzent.klaus@boku.ac.at), Harald Rieder  
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Meteorologie und Klimatologie (BOKU-MET)

EINFÜHRUNG

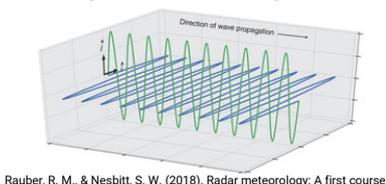
## Hagelgefahr in Österreich

- Das österreichische Alpenvorland zählt zu den aktivsten Hagelregionen Europas
- Versicherte Hagelschäden > 100 Mio. EUR pro Jahr
- Komplexe Topographie ist für die Vorhersage eine große Herausforderung
- Schwergewitterlagen wie Ende Juni 2021 an der Alpennordseite oder Juli 2023 an der Alpensüdseite zeigen Bedarf für rechtzeitige Hagelwarnungen

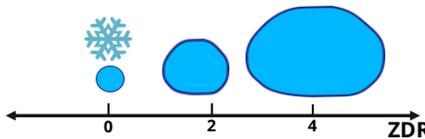
## Dual-Polarisation: Der Schlüssel, um Niederschlagsteilchen in der Atmosphäre zu unterscheiden

Polarimetrische Wetterradare senden ein dual-polarisiertes elektromagnetisches Signal mit einer horizontalen und einer vertikalen Schwingungsebene aus und messen die rückgestreute horizontale und vertikal polarisierte Leistung.

Die horizontale (ZH) und vertikale (ZV) Reflektivität unterscheiden sich je nach Form der rückstreuenden Niederschlagspartikel. Diese Unterschiede kann man nutzen, um auf die Art von Niederschlag zu schließen. Eine Maßzahl dafür ist die „Differenzielle Reflektivität“ oder kurz „ZDR“, die für große, flüssige Tropfen die höchsten Werte annimmt.



Rauber, R. M., & Nesbitt, S. W. (2018). Radar meteorology: A first course.

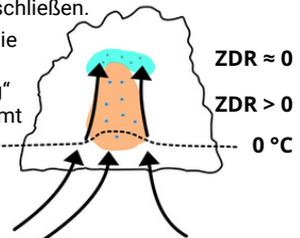


## Wetterradare im Steckbrief

- Einziges Messinstrument zur flächigen Echtzeitabschätzung von Niederschlag mit hoher räumlich-zeitlicher Auflösung
- Großflächige Einführung ab den 1950ern revolutionierte das Verständnis von Gewitter- und Hagelprozessen
- Moderne Wetterradare nutzen ein dual-polarisiertes Signal (siehe unten) zur Ableitung zusätzlicher Informationen

Hohe ZDR-Werte in Höhen oberhalb der 0°C-Grenze („ZDR-Säulen“) zeigen starke Aufwinde in Gewittern an. Anhand der Aufwindgröße und deren zeitlicher Veränderung lässt sich auf die weitere Gewitterentwicklung rückschließen.

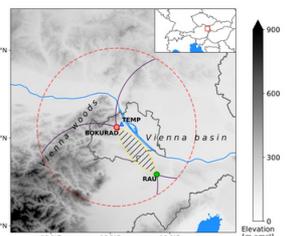
Eine weitere Maßzahl ist die Kreuzkorrelation  $\rho_{HV}$ . Sie beschreibt die „Unordnung“ im Messvolumen und nimmt ab, wenn verschiedene Arten von Niederschlagsteilchen gleichzeitig auftreten, wie z.B. beim Hagelwachstum.



ANALYSE VON HAGELGEWITTERN

## Forschungsradar in Wien

Für Fallstudien kommt ein hochauflösendes Wetterradar des DCNA zum Einsatz. Im Vergleich zu herkömmlichen Radaren misst es nicht nur deutlich schneller (ein Volumenscan pro Minute), sondern auch mit einer fünffach höheren radialen Auflösung. Der Nachteil: Die eingeschränkte Reichweite von nur 50 km rund um das Radar.

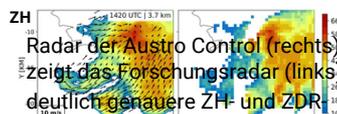


## Frühsignal: Ein starker Aufwind im Fokus des Radars

Ein Gewittersystem mit mehreren Zellen befindet sich am Übergang von Wienerwald auf Wiener Becken. An der Südflanke bildet sich innerhalb von Minuten eine ausgeprägte ZDR-Säule. Auch die anderen Zellen weisen ZDR-Säulen auf, allerdings deutlich weniger stark ausgeprägt und sich tendenziell abschwächend.

## Hagel wächst in der Gewitterzelle

Mit 20 Minuten Verzögerung zum erstmaligen Erscheinen der ZDR-Säule schlägt sich die Verstärkung am Südrand des Gewittersystems auch in der „klassischen“ Radarreflektivität nieder. In einem schmalen Streifen entlang der südlichen Wiener Stadtgrenze zeigt das Radar die Signatur von großen Hagelkernen an. Das Hagelwachstum vollzieht sich innerhalb weniger Minuten.

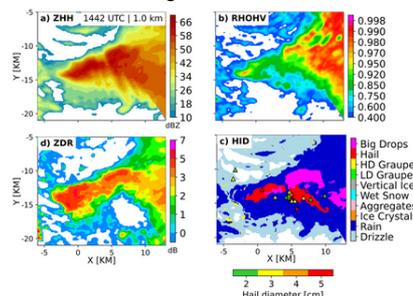


Im Vergleich mit dem operationellen

Radars zeigt das Forschungsradar (links) deutlich genauere ZH- und ZDR-

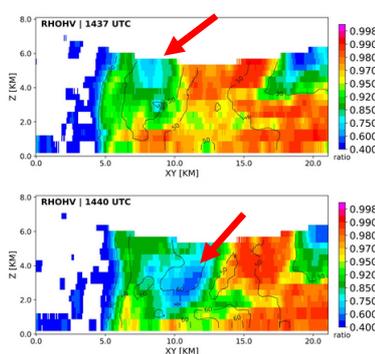
Strukturen, hier auf einer Fläche von 3,7 km Höhe. Mittels Dual-Doppler-Analyse kann auch das Windfeld abgeleitet werden, es zeigt die Übereinstimmung zwischen Aufwindbereich und ZDR-Säule.

Strukturen, hier auf einer Fläche von



## Großhagel fällt zu Boden

Aufgrund der hohen zeitlichen Auflösung des Forschungsradars lässt sich der Weg des Großhagels in Richtung Boden nachvollziehen - er bildet sich im Feld der Kreuzkorrelation ab. Innerhalb von 15 Minuten gehen vier „Pulse“ von Hagel nieder. Besonders anschaulich zeigt sich das in einem Radarquerschnitt durch die Gewitterzelle. Am Boden werden schließlich bis zu 5 cm große Hagelkörner gemeldet.



FAZIT

- Moderne Wetterradare bieten vielversprechende Ansätze zur ortsgenauen Kurzfristprognose und Analyse von schadensträchtigen Hagelereignissen
- ZDR-Säulen sind ein Indikator für besonders starke Aufwinde in Gewitterzellen
- Fallstudie mit hochauflösendem Radar in Wien zeigt Vorwarnzeiten von maximal 15-20 Minuten
- Mittels der Kreuzkorrelation lässt sich die Position von Hagelschlag bestimmen



unibw.de

**SHL**  
Smart Health Lab



# Dissertationsvorhaben: *Bedingungen, Mechanismen und Folgen von akutem Leistungseinbruch bei zivilen Einsatzkräften*

Andrea Schittenhelm

Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Humanwissenschaften, Institut für Sportwissenschaft, Lehrstuhl für Sportbiologie

## Hintergrund

Das Phänomen des **akuten Leistungseinbruchs** ist ein besonders in der Sportpsychologie beforschtes Phänomen, das auftritt, wenn Athletinnen und Athleten **einen drastischen Abfall der Leistung unter Druck erleben**, obwohl sie **die Fertigkeiten besitzen**, diese Situation zu meistern (u.a. Baumeister, 1984; Mesagno & Beckmann, 2017; Mesagno & Hill, 2013). **Rettungskräfte sind vergleichbarem Druck ausgesetzt** (Lawn et al., 2020), die Forschungslage bzgl. der physischen und psychischen Stressoren und deren möglichen Folgen im Rettungskontext ist in der Literatur jedoch derzeit unzureichend abgebildet. Das Thema hat hohe Relevanz, da ein akuter Leistungseinbruch in einer Versorgungssituation zu negativen Folgen für Einsatzkraft sowie Patientinnen und Patienten führen kann.

### Interviewstudie



**Was sind die subjektiv wahrgenommenen Bedingungen und Mechanismen eines akuten Leistungseinbruchs?**

Um dies besser verstehen zu können, sprechen wir in Einzelinterviews mit Einsatzkräften über ihre bereits erlebten Leistungseinbrüche während der Arbeit.

*Du hast das Gefühl auch schon einmal einen akuten Leistungseinbruch erfahren zu haben und möchtest davon erzählen?*

*Scan den QR-Code und schreib uns eine Mail:*



### Feldstudie (Simulation)

**Inwiefern beeinflusst psychischer Stress die nicht-technischen Fertigkeiten von medizinischen Rettungskräften in einem simulierten Einsatzzenario?**

Die nicht-technischen Fertigkeiten medizinischer Einsatzkräfte (u.a. Lagebewusstsein, Kommunikation und Entscheidungsfindung (Flin et al., 2008)), werden mithilfe eines Beobachtungsbogens erfasst. Zusätzlich werden subjektive (Fragebögen) und objektive Stressmessungen (Herzfrequenz und Speichelkortisol) angewandt. Die Studie wird in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Zentrum für Besondere Einsatzlagen (BayZBE) durchgeführt.



Mai 2023 – Nov 2023  
~ 80 med. Einsatzkräfte

### Laborstudie



**Inwiefern beeinflusst physischer Stress die Reanimationsfähigkeit von Ersthelfern?**

Eine erste Pilotstudie hat gezeigt, dass die Reanimation an einem Dummy nach einer hohen körperlichen Belastung (hier: 5-minütige Ausdauerbelastung bei 80% der maximalen Sauerstoffaufnahme) zu einer Verringerung der Gesamtreanimationsleistung von ~60% führt. Inwiefern sich auch niedrigere Belastungen auf die Reanimationsleistung auswirkt, soll mit einer zusätzlichen Interventionsstudie noch genauer untersucht werden.

### Feldstudie (Atemschutzübung)

**Inwiefern beeinflusst physischer und psychischer Stress die Reanimationsfähigkeit von Feuerwehrkräften?**

Mit dieser Feldstudie möchten wir die kombinierten Auswirkungen von physischen (z.B. Leitersteigen mit voller Ausrüstung) und psychischen (Atemrestriktion, Dunkelheit/Enge) Stressoren auf die kardiopulmonale Reanimation untersuchen.

Dabei erfassen wir ebenfalls das subjektive Stressempfinden vor und nach der Übung sowie die Herzfrequenz der Teilnehmenden Feuerwehrkräfte.



Okt 2023 – Jan 2024  
~ 30 Feuerwehrkräfte

Baumeister, R. F. (1984). Choking under pressure: Self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 46(3), 610–620. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.46.3.610>

Flin, R. H., O'Connor, P. & Crichton, M. (2008). *Safety at the sharp end: A Guide to Non-technical Skills*. Ashgate Publishing, Ltd.

Lawn, S., Roberts, L., Willis, E., Couzner, L., Mohammadi, L. & Goble, E. (2020). The effects of emergency medical service work on the psychological, physical, and social well-being of ambulance personnel: A Systematic review of Qualitative research. *BMC Psychiatry*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12888-020-02752-4>

Mesagno, C., & Beckmann, J. (2017). Choking under pressure: Theoretical models and interventions. *Current Opinion in Psychology*, 16, 170–175. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.05.015>

Mesagno, C., & Hill, D. M. (2013). Definition of choking in sport: Re-conceptualization and debate. *International Journal of Sport Psychology*, 44(4), 267–277.

Literatur

dtec.bw

Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung der Bundeswehr

gefördert durch



Finanziert von der Europäischen Union  
NextGenerationEU



dtec.bw.de

CONTACT: [andrea.schittenhelm@unibw.de](mailto:andrea.schittenhelm@unibw.de)

# Experimentelle Untersuchung von Murenanprallkräften auf Brückenüberbauten

## Miniaturisierte Laborversuche zum Einfluss von Brückenprofilen

Caroline Friedl<sup>1</sup>, Christian Scheidl<sup>1</sup>, Susanna Wernhart<sup>1</sup> und Dirk Proske<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien, Österreich

<sup>2</sup>Berner Fachhochschule – Architektur, Holz und Bau, Fachbereich Bauingenieurwesen, Burgdorf, Schweiz

Kontakt: caroline.friedl@boku.ac.at



IAN  
Institut für  
Alpine Natur-  
gefahren

Projekt gefördert von:

FWF

Der Wissenschaftsfonds.

## Einleitung

Murenanpralle führen jährlich zu Brückeneinstürzen im alpinen Raum (Abb. 1). Um Brücken für derartige Einwirkungen zu bemessen, sind Angaben zu den Anprallkräften erforderlich. Während zum Murenanprall an Brückenpfeilern eine Vielzahl an Studien vorliegt, sind für Brückenüberbauten bisher keine weiteren solchen Untersuchungen bekannt<sup>3</sup>.

Im Rahmen dieses Projekts wurde daher eine experimentelle Analyse von Murenanprallkräften auf Brückenüberbauten mit miniaturisierten Laborversuchen durchgeführt. Außerdem wurde ein schematisches Lastbild für den Untersuchungsgegenstand erstellt. Die ermittelten Kräfte am Brückenüberbau sollen auf eine Gesamtanprallkraft von Muren bezogen werden<sup>4</sup>.



Abbildung 1: zerstörte Brücke in Kärnten, Foto: Tazio C. Bernardi, 2022

## Lastbild

Ausgehend vom Anprallschema einer Mure auf einen Brückenüberbau wurde ein Lastbild für den Murenanprall auf einen Brückenüberbau erstellt (Abb. 2). Es wurde angenommen, dass die Mure eine gewisse Gesamtanprallkraft  $F_{Peak}$  mit einer angenommen Lastverteilung übertragen kann. Ein Teil davon wirkt beim Anprall in Form mehrerer möglicher Komponenten auf den Überbau:

- $F_z$ : frontale Anprallkraft mit einer horizontalen ( $F_x$ ) und einer vertikalen Komponente ( $F_y$ )
- $F_{Tap}$ : Auflast aus Materialablagerung
- $F_{Fric}$ : mögliche Reibungskraft an der Unterseite der Brücke
- $F_{Up}$ : mögliche Upliftkraft an der Unterseite der Brücke

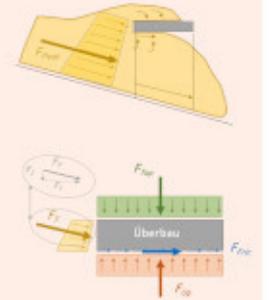


Abbildung 2: Anprallschema (oben) und Lastbild (unten)

## Methoden

Die Experimente haben einen Maßstab von 1:30 die Rinne hat eine Länge von 5 m und eine Neigung von 20°. Der Querschnitt der Rinne ist halbkreisförmig mit einem Durchmesser von 0,3 m (Abb. 3). Das aus Wasser und Natursteinen zusammengesetzte Murgangsmaterial wird aus dem metallenen Startbehälter abrupt freigesetzt, bewegt sich entlang der Rinne und bildet eine typische Murgangsarchitektur, bevor es auf das Miniatur-Brückenprofil trifft, welches auf einem Stahlrahmen am unteren Ende der Rinne fixiert ist.

Die Messung der Anprallkräfte in den drei Achsen X, Y und Z erfolgte mit jeweils einem dreiachsigen-Kraftsensor in beiden Brückenwiderlagern (Abb. 3 – 1). Die Fließhöhe und indirekt die Fließgeschwindigkeit wurden mit drei Lasersensoren gemessen. Zusätzlich wurden Porenwasserdrücke mit drei und Normalkräfte mit einem Sensor aufgezeichnet.

Jede Mure hatte eine Gesamtmasse von 50 kg, wobei das Material für jedes Experiment neu angemischt wurde, um die Reproduzierbarkeit der Versuche sicherzustellen. Alle Brückenprofile wurden in der gleichen Höhe über der Sohle eingebaut.

Unsere Untersuchung umfasste sechs unterschiedliche Brückenprofile – Vollplatte und Trogprofil (Abb. 3 – 2, 3) breiter Balken, Platte, Plattenbalken, sowie Hohlkasten – und für jedes davon wurden Versuche jeweils mit und ohne Brückenpfeiler (Abb. 3 – 4, 5) durchgeführt. Jedes Setup wurde fünfmal beprobt. Insgesamt wurden in dieser Projektphase 60 Experimente durchgeführt.



Abbildung 3: Versuchsaufbau gesamt (großes Bild), 1: Detailsicht der Miniaturbrücke am Stahlrahmen, 2 und 3: Beispiele für Brückenprofile, 4: Setup mit Pfeiler, 5: Setup ohne Pfeiler

## Ergebnisse

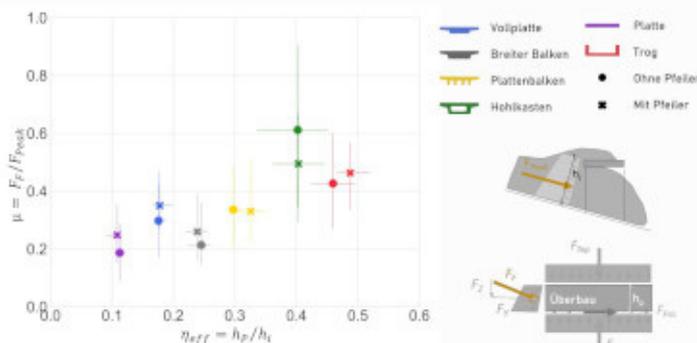


Abbildung 4: Verhältnis von resultierender frontaler Anprallkraft  $F_z$  zu Gesamtkraft der Mure  $F_{Peak}$  je Profil und Pfeilersetup – Mittelwerte je Setup

In dieser Projektphase wurde das Brückenprofil mit einer Blende gegen Materialablagerungen abgeschirmt, um die frontale Anprallkraft im Detail beobachten zu können. Aufgrund der Versuchsordnung wurden in dieser Phase keine Reibungskräfte und Upliftkräfte an der Unterseite des Überbaus gemessen. Die Auswertung konzentriert sich daher auf die frontale Anprallkraft  $F_z$  (Abb. 4). Die experimentell ermittelte resultierende frontale Anprallkraft  $F_z$  wurde in ein Verhältnis zur Gesamtanprallkraft der Mure  $F_{Peak}$  gesetzt.  $F_{Peak}$  wurde in Vorversuchen ermittelt<sup>5</sup>. Es zeigt sich, dass zwischen 20 und 60 % von  $F_{Peak}$  effektiv auf den Überbau wirken. Außerdem konnte festgestellt werden, dass es einen linearen Zusammenhang zwischen der Konstruktionshöhe des Brückenprofils und der Größe der Anprallkraft gibt – je höher das Profil, desto größer die Kraft.

Der Pfeiler beeinflusst die Anprallkräfte nicht signifikant, jedoch hat sein Vorhandensein einen Einfluss auf die Richtung der frontalen Anprallkraft. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die frontale Anprallkraft hauptsächlich in horizontaler Richtung wirkt, da der vertikale Anteil meist weniger als 10 % beträgt. Dennoch ist eine Schädigung von Brücken durch den vertikalen Anteil, vor allem eine mögliche nach oben gerichtete Komponente  $F_{Up}$ , nicht auszuschließen, da Brücken meist nicht auf diesen Lastfall bemessen sind.

## Conclusio

Unsere Erkenntnisse können in der Zukunft zu einer besseren Auslegung von Brückenüberbauten gegen Murenanpralle beitragen und Praktiker:innen einen Anhaltspunkt für die Kräfteverhältnisse geben, die bei Murenanprallen auf Brücken zu erwarten sind.

In der nächsten Projektphase wird die Wirkung von Wildholz bei Murenanprall an Brückenüberbauten untersucht.

## Referenzen

- <sup>1</sup> Friedl et al. (2023) Mureneinwirkungen auf Massivbrückenüberbauten. Beton- und Stahlbetonbau.
- <sup>2</sup> Friedl et al. (under review): Assessing granular debris-flow impact forces on bridge superstructures. Journal of Bridge Engineering.
- <sup>3</sup> Scheidl et al. (under review): Back-calculation of run-up heights from debris-flow impacts based on a small-scale physical model. Acta Geotechnica.

# Naturgefahren-Simulationsmodell „Wassererlebnis-Öblarn“

Das Wassererlebnis Öblarn verfolgt das Ziel, im Rahmen von **individuellen und lehrreichen Führungen** das **Bewusstsein zur Funktion des Waldes und den Schutzmöglichkeiten vor Naturgefahren** für alle Altersstufen zu fördern. Dazu wurden auf einer Fläche von rund 2700 m<sup>2</sup> der **Wildbach Walchenbach**, der **Ortskern von Öblarn** sowie der Mündungsbereich der Enns samt **Retentionsflächen** im **Maßstab 1:25** realitätsgetreu nachgebaut.



1. Platz  
Wasserbildung  
**neptun**  
staatspreis  
für wasser

## PROJEKTIDEE UND ZIELE

In Zeiten des Klimawandels sieht sich die Bevölkerung vermehrt mit den Folgen des Starkregens konfrontiert. Hochwasser, Muren, und Überschwemmungen sind dabei keine Seltenheit. So auch im Jahre 2017, als der gesamte Ortskern von Öblarn aufgrund von Verklausungen überschwemmt wurde. Im Rahmen der Modellregion der Klimawandelanpassung "KLAR! Zukunftsregion Ennstal" und in Anlehnung an das Biber Berti Programm der WLW wurde die Idee geboren, einen fixen Standort für Hochwasser- und Überflutungssimulationen zu etablieren. Ziele sind die anschauliche Geschiebe- und Hochwasser-Simulation von Naturgefahrenereignissen, Erhöhung des Bewusstseins für Naturgefahrenmanagement, Prävention und proaktive (Selbst-) Schutzmaßnahmen im Kontext des Klimawandels. Zur Zielgruppe zählen BürgerInnen in ganz Österreich, Bildungsinstitutionen wie Kindergärten, Schulen oder Universitäten, aber auch Vereine, Gemeindefeuerwehren und Einsatzorganisationen.

## PROJEKTUMSETZUNG



Das Wassererlebnis Öblarn wurde nach einer umfangreichen 3-jährigen Planung und 1-jähriger Bauzeit in einem hydrologischen, realitätsgetreu nachgebauten Modell im Maßstab 1:25 dargestellt. Der Ablauf einer 3-stündigen Führung gestaltet sich wie folgt: Um den Individualverkehr zum Modellstandort zu vermeiden, werden die BesucherInnen mit einem Traktor gezogenen Planwagen vorbei an den realen Schutzbauwerken durch das Walchental transportiert. Zwei Guides leiten die Gruppe durch ein abwechslungsreiches Programm beim Modell mit unterschiedlichen

Stationen, bei denen Muren, Hochwasser und Überschwemmungen nachsimuliert und aktiv mitgestaltet werden können. Die Etablierung eines Themenwanderwegs im Ortskern von Öblarn rundet zudem das Vorzeigeprojekt ab und liefert dabei auch wertvolle Informationen für Gemeindevertretungen oder Einsatzorganisationen. Das Maskottchen "Verklaunsnix Dachs" wird in den Führungen miteinbezogen, um die Inhalte auch für jüngere Zielgruppen einfach und verständlich zu vermitteln. Im März 2023 wurde das Wassererlebnis Öblarn von Bundesminister Norbert Totschnig mit dem **Neptun Staatspreis für WasserBILDUNG** ausgezeichnet. Das Angebot soll in Zukunft durch maßgeschneiderte Bewusstseinsbildung & Knowhow-Erweiterung im Katastrophenmanagement für AkteurInnen auf Gemeindeebene, insbesondere BürgermeisterInnen, erweitert werden.

## FAKTEN ZUM PROJEKT

- o **Projekträger:** Marktgemeinde Öblarn
- o **Inhaltliche Projektabwicklung & Planung:** MOOSMOAR Energies OG
- o **Techn. Planung:** Skolaut Naturraum, IWA BOKU Wien
- o **Modellgesamtkosten:** EUR 1 Mio.
- o **Wasserkreislauf:** 2 Pumpen á 7,5 kW
- o **Max. Leistung:** 90 l/s
- o **Hochbehälter** 4 m<sup>3</sup> - **Tiefbehälter** 40 m<sup>3</sup>
- o **4 WLW-Schutzbauwerke** samt Retentionsbecken



# Krisenkommunikation auf lokaler Ebene

Im Rahmen der ASDR Naturgefahren tagungen 2021 und 2022 – organisiert von der österreichischen Plattform des internationalen Programms für Katastrophenvorsorge der Vereinten Nationen (ASDR), die in Österreich von GeoSphere Austria koordiniert wird, sowie vom Klima- und Energiefonds, KLAR! Regionen, den austragenden Gemeinden (Öblarn, Zell am See) und dem Disaster Competence Network Austria – veranstaltete das DCNA einen Spezialworkshop zum Thema "Krisenkommunikation auf lokaler Ebene".

## Grundsätze der Krisenkommunikation allgemein:

- Schnelligkeit (aktiv und frühzeitig)
- Wahrhaftigkeit (sachlich, transparent und wahr)
- Verständlichkeit (kurz, einfach, unkompliziert, bildhaft)
- Konsistenz (einheitlich, koordiniert und kontinuierlich)

Ziel des Workshops war es, nach einer kurzen Einführung zu gelungener Krisenkommunikation, die damit verbundenen, besonderen Herausforderungen auf Gemeindeebene in einem interaktiven Format zu behandeln und gemeinsam mit den TeilnehmerInnen und Teilnehmern Lösungen zu erarbeiten. Eingeladen waren dabei sowohl Gemeindevertreter:innen, Einsatzkräfte, Vereinsvertreter:innen, sowie interessierte Bürger:innen. Der Workshopablauf: Zuerst gab es Input vom DCNA-Team zu den zentralen Fragestellungen, Stand der Forschung und praktischen Beispielen, danach wurden in einem World-Café-Format Themen gesammelt, Fragen diskutiert und mögliche Handlungsfelder identifiziert. Zum Abschluss des Workshops wurden die Ergebnisse der Diskussionen präsentiert.

Die zentralen Fragestellungen des Workshops:

1. Für welche Themen benötige ich mehr Informationen im Bereich Krisenkommunikation?
2. Wie kann ich mit Social Media Katastrophen kommunizieren?
3. Wie integriere ich Personen mit Sprachbarrieren und wenig Ortskenntnis?
4. Wer in meiner Gemeinde benötigt besondere Formen der Kommunikation im Krisenfall?
5. Mit welchen lokalen Besonderheiten bin ich in meiner Gemeinde konfrontiert?

## Krisenkommunikation ≠ Risikokommunikation

- Risikokommunikation erfolgt anlassunabhängig, kontinuierlich, proaktiv und vorbeugend
- Risikokommunikation kann im Idealfall Krisen verhindern oder Auswirkungen mindern
- Risikokommunikation stellt Weichen für Krisenkommunikation



In der nachfolgenden Grafik sind die Ergebnisse der Diskussionen zu den zentralen Fragestellungen des Workshops angeführt. Dabei unterscheiden wir zwischen Themen und Empfehlungen bzw. Handlungsfeldern, die sich aus der Diskussion ergeben haben.

### 3. Ortsfremde Gruppen

#### THEMEN

- Hauptaugenmerk auf Tourist:innen und Zugazogene
- Herausforderungen bei Zugazogenen: sie haben wenig konkretes Wissen über Region/Ort, unterschiedliche Perceptionsmöglichkeiten je nach kulturellem Hintergrund
- Orientierung an Sprachgruppen um möglichst viele Menschen zu erreichen
- Digitale Angebote (zB Info-Apps und -Websites) wertvoll und ressourcenoptimierend

#### EMPFEHLUNGEN

- Informationen sollen in mehreren (für Region relevanten) Sprachen aufbereitet werden
- Zusammenarbeit mit regionalem Tourismusverbänden
- Übersetzungssoftware/-apps nutzen
- Feingefühl für die adäquate Übermittlung von Botschaften an unterschiedliche Kulturkreise
- Websites mit entsprechender Info bereitstellen
- Info-Pakete für Zugazogene
- Nutzung von Info-Symbolen (vgl. inklusive Kommunikation)

### 4. Inklusive Kommunikation

Kommunikation für Menschen mit Einschränkungen ab der 65.-sten Lebensjahre

#### THEMEN

- Info darüber, wo jene Personen leben, die im Krisenfall besondere Unterstützung benötigen
- Unsichtbare Einschränkungen bedenken
- Gefährdete sollten ebenso Beachtung finden - zu bedenken sind deren Sprache, Kultur, Erfahrungen und mögliche Traumata (siehe auch erstfremde Gruppen)
- Anlaufstellen im Krisenfall
- Hilfriche Apps: "Beltung" (Pendarm zum Anruf bei 144, "DEC112" (Deaf Emergency Call)
- Vulnerable Gruppen bewusst in Übungen einbauen

#### EMPFEHLUNGEN

- Liste mit Dolmetscher:innen sollen in den Gemeinden aufliegen (Gebirgsprache)
- Stärkung der Nachbarschaft
- Bewusstseinsbildung
- Informationen in einfacher Sprache bereitstellen
- Videos in Gebärdensprache
- Zwei-Sprache-Prinzip

### 5. Lokale Besonderheiten

#### THEMEN

- Brücken, Pflegeheime, Tankstellen, Flugplatz als Beispiele lokaler Besonderheiten
- Risiko- und Gefahrenanalyse des betroffenen Gebiets, Notstromversorgung kommunizieren

#### EMPFEHLUNGEN

- Übersicht über besonders vulnerable Örtlichkeiten des Orts/der Region kommunizieren
- Kommunikation der Notrufnummern
- Infoblätter für Tourist:innen, Zugazogene
- Eigenverantwortliche Verstärker der Bevölkerung sowie Nachbarschaftshilfe fördern (Risikokommunikation)

### 2. Kommunikationskanäle und -werkzeuge, zB Social Media, GEMtoGO

#### THEMEN

- Sind Social-Media-Kanäle nur für die Krisenkommunikation da, werden sie womöglich schlecht wahrgenommen, da sie nicht bekannt sind (wenig Interaktion im Normalzustand) - Strategie?
- Krisenkommunikation als Spannungsfeld zwischen Emotionen und Sachlichkeit
- Textbausteine in verschiedenen Sprachen helfen, Informationen sachlich und schnell zu kommunizieren
- Abstimmung mit Einsatzorganisationen bezüglich Außenkommunikation

#### EMPFEHLUNGEN

- Frühzeitige Klärung von Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten
- Ziele der Krisenkommunikation und von Kommunikationskanälen definieren (wen erreicht man wann wo?)
- Erwartungen der Bevölkerung abstecken und Ressourcen realistisch betrachten
- Social Media in Struktur und Prozesse der Krisenkommunikation einbauen
- Grundlegendes zu Algorithmen von Online-Plattformen sollte bekannt sein

### 1. Informations-/Schulungsbedarf

#### THEMEN

- Gute Vernetzung und Pflege von Ressourcen (Credentia, Kontakte etc) im Normalzustand wichtig
- Blackout als heißes Thema
- Leitfäden zur Krisenkommunikation: wenig Rahmentexte zur Krisenkommunikation aus Österreich
- Aus- und Weiterbildungen: SKOM-Modul Krisenkommunikation
- Üben und Trainieren von Extremsituationen, aber auch Wissenstransfer und Continuity Management rund um "lokale" Wissen und persönliche Erfahrungen
- Verschriftlichung des Wissens, sodass es auch bei Stromausfall verfügbar ist
- Kommunikation während der Krise:
  - o One-Voice-Policy
  - o Eine Hauptkrisenkommunikation
  - o Abwärtensmöglichkeiten: es gibt sehr viel, das kann vorwiegend sein. Weniger, dafür gut ausgewählt, ist mehr - GEMtoGO als Good Practice
  - o Cellbroadcasting - sollte bereits in Vorfeld der Bevölkerung verständlich kommuniziert werden

#### EMPFEHLUNGEN

- Erarbeitung eines bundesweiten Leitfadens zur Krisenkommunikation auf Gemeindeebene
- Weitere Schulungsangebote/Praxisrunden für den Bereich Krisenkommunikation auf lokaler Ebene anbieten
- Weiterbildung in Richtung "Kommunikation mit der Bevölkerung"
- Übersicht mit weiterführender Literatur bzw. weiteren Ressourcen zum Thema wäre wertvoll - als Inspiration könnten detaillierte Leitfäden aus dem betrieblichen Bereich dienen

## Ausblick

Der Workshop hat eindrucksvoll gezeigt, dass es in den Gemeinden und bei den verschiedenen Einsatzorganisationen bereits viele engagierte Akteur:innen und Akteure mit guten Ideen gibt, gleichzeitig aber auch noch viele offene Fragen und Themen. Viele davon wird auch bereits erfolgreich in der Praxis umgesetzt und bearbeitet. Um bestmöglich von den Learnings anderer Gemeinden und Stakeholder zu profitieren, sind eine kontinuierlicher Austausch möglicher Herangehensweisen in der Krisenkommunikation sowie ständige Wissensaustausch wichtig, damit auch Personen, die erst in ihre Funktion starten, abgeholt werden und das richtige Szenario bereits auf hohem Qualitätsniveau bewältigen können. Darüber hinaus gibt es deutlichen Bedarf an Schulungen und Weiterbildungen. Passend dazu sollte auch ein Schwerpunkt auf die Evaluierung von Ereignissen gelegt werden, um Lessons Learned zu ermitteln und Good / Bad Practices aufzudecken, die anschließend an zukünftige Krisenkommunikator:innen weitergegeben werden können. Dazu ist es unbedingt nötig, eine Fehlerkultur zu etablieren, in der Gemeinden wertfrei voneinander lernen können und persönliche Erfahrungen und Erkenntnisse im Sinne einer fortwährenden Verbesserung der Krisenkommunikation vermittelt werden.





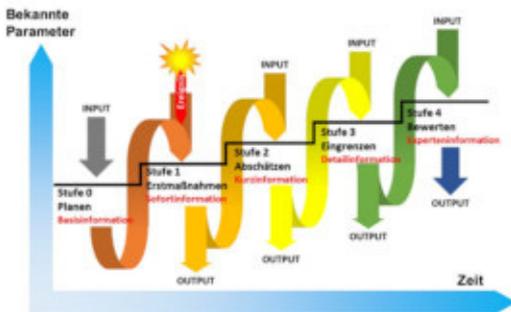
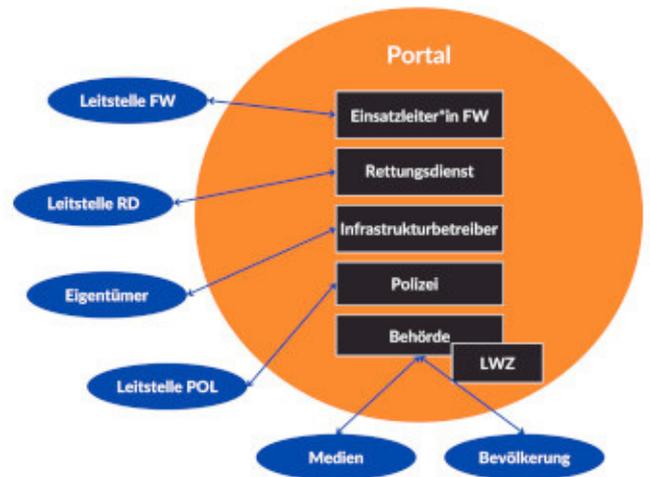
**Projektleitung:**  
JOANNEUM RESEARCH



**Projektdauer:**  
1.1.2022-31.12.2023

### Motivation

Das Bewältigen eines Unfalls mit CBRN-Gefahrstoffen bzw. toxischen Industriematerialien stellt auf Grund des immensen Schadenspotentials und der oft hohen Dynamik der Lage eine enorme Herausforderung für alle Beteiligten dar. Dazu zählen neben Einsatzkräften, die betroffenen Betriebe, Behörden als Entscheidungsträger\*innen sowie beigezogene Fachexpert\*innen. Ihr Zusammenwirken ist für die Bewältigung derartiger Schadensereignisse von entscheidender Bedeutung.



### Lösungsansatz

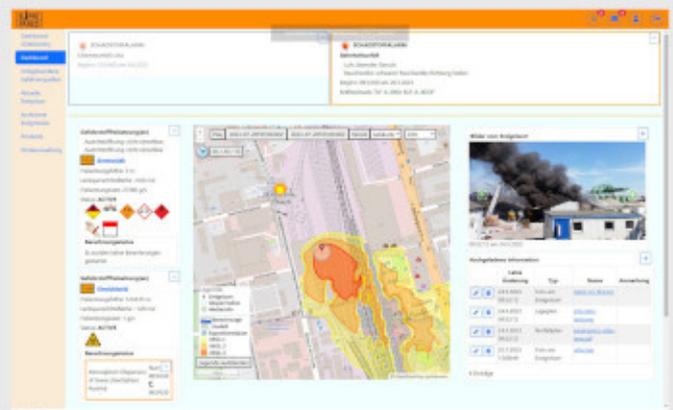
In B.PREPARED wurde ein Notfallplanungs- und Entscheidungshilfesystem für Unfälle mit Gefahrstoffen mit folgenden Grundelementen konzipiert:

- Vorbereitende Datenerhebung,
- laufende Aktualisierung des Bedrohungsbildes,
- geregelter Informationsaustausch,
- über Modellrechnungen erstellte Gefährdungsprognosen.

Damit macht B.PREPARED dem jeweils aktuellen Informationsstand entsprechende Entscheidungsgrundlagen verfügbar und unterstützt medienbruchfrei die Prozesse aller beteiligten Parteien.

### Ergebnisse

- Referenzszenarien basierend auf Notfallplänen, Unfalldaten, behördliche Informationen, Stakeholderworkshops
- Definition eines Prozesses für die Lagebeurteilung und Folgenabschätzung von Unfällen mit Gefahrstoffen
- Bearbeitung von Fragestellungen der Notfallkommunikation unter Berücksichtigung von Genderaspekten durch Interviews mit Landeswarnzentralen, Medien, Rundfunk, Betreiber von digitalen Anzeigen im öffentlichen Raum
- Remote abrufbare Services zur Simulation von lokalen oder regional relevanten Störfallereignissen mit Freisetzung gefährlicher Gase unter Verwendung moderner Ausbreitungsmodelle (Berücksichtigung von Gelände und Gebäude)
- Portallösung als Laborprototyp eines Notfallplanungs- und Entscheidungshilfesystems mit Integration in bestehende Prozesse und Strukturen
- Evaluierung mittels Tabletop Exercises anhand der Szenarien Transportunfall (Bahnhof Graz) und betrieblicher Störfall (Chemiepark Linz)



Fördergeber

 Bundesministerium  
Finanzen

 KIRAS  
Kommunikations- und Informations-  
Resourcen-Service

 FFG  
Forschungsförderung

Mehr zum Projekt auf [b-prepared.at](http://b-prepared.at)



Konsortialpartner

 JOANNEUM RESEARCH  
DIGITAL

 Geosphere  
Austria  
Innovative  
Geospatial  
Information  
Systems

 Bundesministerium  
Land- und Forstwirtschaft

 GRAZ  
Graz University of Applied Sciences

 FH JOANNEUM

 UMSG VERBAND

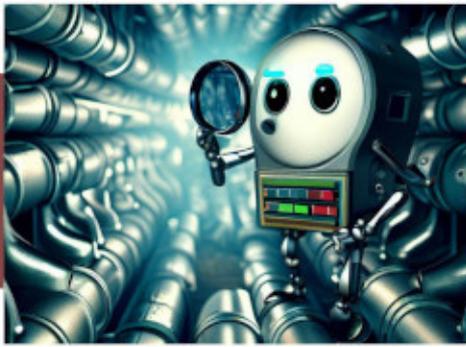
 DCNA



 IRS

 HEXAGON

 GRAZ



# INFRASPEC

## Automatische Inspektion von kritischer Infrastruktur

12/22-11/24

### Problemstellung:

- Kabelgänge sind regelmäßig zu inspizieren
- Hoher Zeit- und Arbeitsaufwand und potentiell gefährlich
- Vergleiche mit früheren Inspektionen zur Problemerkennung ermöglichen
- Nicht alle Bereiche sind leicht zugänglich, zB hinter Rohren
- Nachweis erfolgter Überprüfungen sowie (nicht) entdeckter Probleme
- Sichere Kommunikation aller Elemente (Geheimhaltung, Sabotageschutz) muss gewährleistet sein
- Verschleierung der Daten (Lokation, Verlauf, Inhalte etc)

### Erkennung von:

- Strukturellen Veränderungen (Rissen im Beton, Senkungen etc)
- Versinterungen oder sonstige Ablagerungen
- Leckagen; Abgrenzung von Regen-/Sickerwasser
- Gefahrstoffen, zB giftigen Gasen (CO<sub>2</sub>, Schutzgas el. Anlagen...)
- Einbringung zusätzlicher Gegenstände (zB USBV)
- Entfernung von Gegenständen (zB Feuerlöscher)

### Szenario 1: Bauwerksinspektion (Kollektorgang)

- Erstellung eines 3D-Modells und Darstellung in der Visualisierung
- Vorher vs Nachher: Objekte wurden entfernt bzw hinzugefügt
- Erkennung der Unterschiede und farbliche Hervorhebung in der Visualisierung; Live-Anzeige der Gasmesswerte

### Szenario 2: Detailinspektion USBV (Raum mit technischen Anlagen)

- Ähnlich wie Szenario 1 (hinzufügen/Entfernen von Objekten)
- Inspektion von "toten Winkeln" mittels des Roboterarms
- Untersuchung von Objekten mit CBRN-Sensoren am Roboterarm
- Kollisionsfreie Bewegung des Roboterarms zum vorgegebenen Zielpunkt



Die Inspektion erfolgt durch einen Roboter, welcher interaktiv gesteuert durch den Kabelgang fährt und 3D-Scans der Umgebung durchführt. Durch mehrfaches Scannen von verschiedenen Positionen aus können Scanshatten reduziert werden. Sollten hierbei Probleme entdeckt werden, kann ein beweglicher Roboterarm Detailuntersuchungen durchführen. Basierend auf den vorherigen Scans wird dieser automatisch so gesteuert, dass auf dem Weg zu manuell vorgegebenen Endposition und Ausrichtung keine Kollisionen auftreten. Damit sind auch Untersuchungen zB von Leckagen an der Unter- oder Rückseite von Leitungen möglich oder Detailaufnahmen von potentiellen Problemen.

Komplexere Auswertungen, wie die Rekonstruktion der Geometrie aus den Scans oder die Erkennung von Anomalien, werden in einer Basisstation am Ganganfang durchgeführt, wo sich der Bediener befindet. Die Visualisierung auf einem Tablet ermöglicht es dem Bediener, Unregelmäßigkeiten zu erkennen. Hier findet auch die beweisichere Archivierung statt (siehe [IDIMT]). Die Funk-Kommunikation zwischen den beiden Teilen wird durch TPMs kryptographisch abgesichert.



### Referenzen:

[IDIMT] Sonntag, M, Schraml, S.: An Evidence Collection System for Robot-Supported Inspection of Critical Infrastructure, IDIMT 2023, Linz: Trauner 2023, 51

Michael Sonntag, INS  
Johannes Kepler Universität Linz - Institut für Netzwerke und Sicherheit Altenberger Straße 69  
4040 Linz  
+43 732 2468 4120  
office@ins.jku.at

Stephan Schraml, AIT  
Austrian Institute of Technology  
Giefinggasse 4  
1210 Wien  
+43 50550-0  
office@ait.ac.at



<https://www.kiras.at/>

### Umsetzung:

- Mobiler Roboter; menschliche Steuerung
- Laserscanner (→ Geometrie) mit Kamera (→ Farbinformationen/Bilder)
- Beweglicher Arm mit Kamera und zusätzlichen Entfernungssensoren für die Inspektion von Detailbereichen/schwer zugänglichen Stellen
- Automatische Berechnung von Trajektorie, Position und Orientierung des Arms

### Partner:



Johannes Kepler Universität Linz  
- Datensicherheit, Obfuskation  
<https://www.jku.at/>



Austrian Institute of Technology  
- 3D Punktwolken, Kollisionsvermeidung, Bildauswertung  
<https://www.ait.ac.at/>



Rosenbauer International AG  
- Trägerplattform und Ansteuerung des Roboterarms  
<https://www.rosenbauer.com>



CBRN Protection  
- Gefahrstoffe  
<https://cbrn-protection.com/>



Bundesministerium für Inneres  
- Erkennung pot. gefährlicher Objekte  
<https://www.bmi.gv.at/>



Bundesministerium für Landesverteidigung  
- Erkennung pot. gefährlicher Objekte  
<https://www.bmlv.gv.at/>



Disaster Competence Network Austria  
- Benutzerakzeptanz, Risikoanalyse  
<https://dcna.at/index.php/de/>



VIE  
- Infrastruktur (Heizung/Kühlung)  
<https://www.viennaairport.com/>



Wiener Netze  
- Infrastruktur (Energieübertragung)  
<https://www.wienernetze.at/>



# ULTIMATE LiDAR TECHNOLOGIE

## RIEGL LASERSCANNER & SYSTEME

**Schnell. Präzise. Effizient.**

LUFTGESTÜTZTES  
LASERSCANNING



UAV-BASIERTES  
LASERSCANNING



MOBILES  
LASERSCANNING



TERRESTRISCHES  
LASERSCANNING



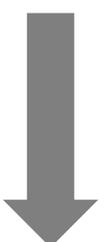
Das gesamte RIEGL Produkt-  
portfolio finden Sie unter  
[www.riegl.com](http://www.riegl.com)



# Forschungsnetzwerk deutscher Anwender



German Practitioner  
Network



EU-Funded Research





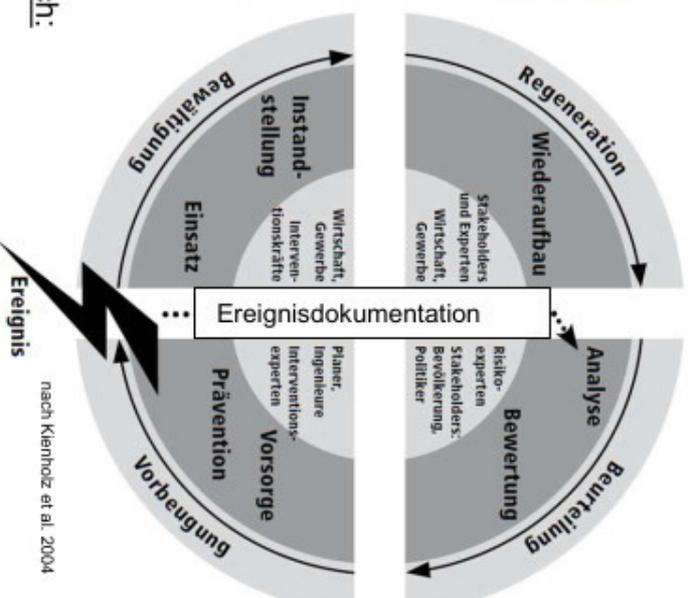
# Ereignisdokumentation von Naturkatastrophen durch Wildbäche am Beispiel Kärnten 2022

Nagl Georg, Hübl Johannes

Salzburg, Rauris 2023



Kärnten, Treffen und Arriach 2022



nach Kienholz et al. 2004

Systematische und standardisierte Erfassung nach:

- |             |             |                              |
|-------------|-------------|------------------------------|
| 3W Standard | 5W Standard | 5W +                         |
| • Wann?     | • WAS?      | • WAS? + Zusatzinformation   |
| • Was?      | • WO?       | • WO? + Zusatzinformation    |
| • Wo?       | • WANN?     | • WANN? + Zusatzinformation  |
|             | • WER?      | • WER?                       |
|             | • WARUM?    | • WARUM? + Zusatzinformation |
|             |             | • (Wie?)                     |

- Gebietsniederschlag 180 mm/24h
- maximalen Intensität von über 40 mm/15min
- vier Gemeinden in 21 Einzugsgebieten
- Schäden an 110 Wohngebäuden,
- 20 Gewerbeobjekte, und 115 Nebengebäude.
- 150.000 m³ Geröll wurde entfernt
- 88 Hektar betroffen

# Railway Infrastructure for Disaster Relief: A case study for the flooding event 2021 in western Germany

## Abstract

Transportation to a disaster site seems to take place largely by means of road transportation. While multi-modal means of transportation in this context is discussed time and again, relatively little attention seems to be given to the potential of railway infrastructure. This poster addresses, by the case study of the 2021 flooding event, and the Ahrtal in Western Germany in particular, the possibilities of railway transportation and its particular strengths for disaster relief. Although this depends largely on the individual case, with adequate and timely repair, the author states railways can make a noticeable difference, and that more research should be conducted to further discuss and enhance railways' capabilities to contribute to smoother disaster response.

## Introduction

In the night of the 14./ 15. Sep 2021, heavy rainfall of rarely seen dimensions hit Central Europe, causing damages in areas ranging from France to Romania. In Germany, more than 180 people lost their lives with many more injured. Particularly strongly hit were the western German states of Nordrhein-Westfalen and Rheinland-Pfalz. In Nordrhein-Westfalen, almost half of the municipalities suffered damages (Fig. 1), while Rheinland-Pfalz is home to the Ahr river and its valley, photographs of which circulated in media after the event. For numbers on the affected population and economic damage see the cited source.

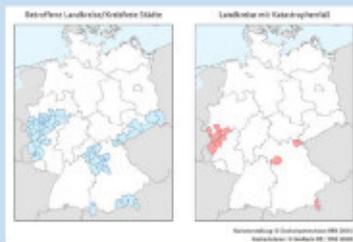


Fig. 1: Affected municipalities in the flooding event

It should be noted that the first people to respond to a disaster are the local populace themselves; still, in the hours and days after the event, the governments of the states as well as the federal government mobilized resources for disaster response; the participating agencies include [2]:

- The military (*Bundeswehr*)
- Police
- Fire brigades
- The Federal Agency for Technical Relief (*Technisches Hilfswerk, THW*)
- The Federal Office for Civil Protection and Disaster Assistance (*Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, BBK*)
- More than 12.000 independent volunteers

For the purpose of visualization, a map is also been created. (Fig. 2).

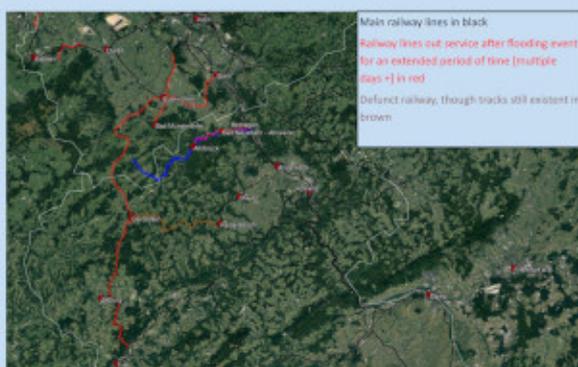


Fig. 2: Map showing Ahr river as well municipalities and railway lines in Nordrhein-Westfalen and Rheinland-Pfalz. No claim for completeness.

## Literature review

This work is mostly created based on publicly available literature material. The websites of the THW, the Bundeswehr, and the BBK have been sighted, as well as the official reports by the German Federal Ministry of the Interior and the Federal Ministry of Finance [1, 2]. In addition, reports and articles in mainstream media outlets and journals have been reviewed.

## Results

To the best knowledge of the author, few institutions described their means of transporting staff and material to the emergency sites. Considering mainstream media and photographs, however, it seems to have been mostly by road. The THW for example states that 615 of its 668 local groups have been involved in relief efforts; however it does not mention the means of transportation [3, 4]. Furthermore, few papers have discussed the possibilities of railways for the purpose of disaster relief. *Maghfiroh* and *Hanaoka* suggest that railways can be useful for heavy-duty transport, and moderately fast and cheap transport of many goods at once. Although railway infrastructure may itself be subject to damage in the event of a disaster, if addressed quickly in the recovery efforts, the outlook for railways to aid in response effort may change in favour of railway infrastructure [5]. As another paper notes, time estimation for track repair is difficult and necessitates a case-by-case consideration, but may take up to multiple days [6].

According to the *Intermediate report on the flooding disaster 2021*, issued by the German Ministry of Internal Affairs and the Ministry of Finance [2], measures for immediate hazard and damage mitigation included, among others:

- Reinforcement, elevation and construction of (temporary) dykes
- Securing of dams (barrages)
- Temporary repair of roads and construction of bridges
- Disposal of (hazardous) waste (Fig. 3)



Fig. 3: Large amounts of disaster waste need to be disposed of (image) [7]

Sources have also noted that in many events of natural disasters, goods are donated that are not pertinent to the disaster relief effort at hand [8]. Ahrtal municipalities struck by this disaster event have also reported undue amounts of traffic of volunteer workers, adding to the problem rather than providing relief [9].

## Conclusion and outlook

Railways have a great potential in moving bulky items, or many items at once efficiently. While little case studies exist having used railway infrastructure for disaster response, these aforementioned properties suggest that a stronger involvement of this infrastructure sector could facilitate efforts. While in the initial stage flexibility and speed is demanded from disaster response agencies, and road vehicles may seem more suitable, railways could deploy their strengths in a secondary stage, where the focus may lie on efficient transportation of large amounts of machinery, waste, etc. Railways may also hold large, untapped storage capacities and an efficient use can help ease traffic congestions when road infrastructure is already operating at decreased capacities.

Further research may be conducted in the fields of:

- Preparedness of the railway industry itself
- Emergency repair of railway infrastructure (tracks, dams, etc.)
- Managerial questions of efficient disposition; this can include cooperation between railway operators and private land owners (with access to tracks) and cross-country interaction
- Further uses of railway infrastructure in and after disaster strikes (e.g., healthcare)
- Further multi-modal usecases, including water and air

Sources:

- [1] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Bundesministerium der Finanzen: Bericht zur Flutkatastrophe 2021: Katastrophenschutz, Wiederaufbau und Evakuierungsprozesse, 25.03.2022
- [2] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Bundesministerium der Finanzen: Zwischenbericht zur Flutkatastrophe 2021: Katastrophenschutz, Sachschäden und Wiederaufbau, 18.09.2021
- [3] Einsatz Report 24: 1000 FEUERWEHR ZUG + BUNDESWEHR - Ahr-Katastrophe + Pressat zur Flutkatastrophe nach Ahrweiler - 19.07.2021, <https://www.youtube.com/watch?v=grR01g2t4A>
- [4] Technisches Hilfswerk: Lösung - Umweltkatastrophe: THW-Ahr 2.000.000 Stunden im Einsatz, Bonn, 12.08.2021
- [5] M. F. N. Maghfiroh, S. Hanaoka: Multi-modal relief distribution model for disaster response operations, Department of Transdisciplinary Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, 23.04.2020, Progress in Disaster Science 6(2020)
- [6] S. Baumann, K. Gkotsalits, E.C. van Berkum: Railway maintenance reservation scheduling considering detouring delays and maintenance demand, Dept. of Civil Engineering, University of Twente, 23.11.2022, Journal of Rail Transport Planning & Management 25(2022)
- [7] das-Neuland: 200.000 Tonnen Flutabfälle aus dem Ahrtal entsorgt, 05.11.2021, Süddeutsche Zeitung
- [8] J. Halgán-Vera, M. Jaller, T. Wachendorf: Improving Post-disaster Humanitarian Logistics - Three Key Lessons from Catastrophic Events, July-August 2013, TR News, Transportation Research Board of the National Academies
- [9] Radio Döner WDR: nicht mehr in Katastrophengebieten zu sehen, 24.07.2021, Die Rheinpfalz

## An association created in 2000

## Around 200 members in total, building a network of networks,

- About 140 volunteers, all experts from a wide range of disciplines and practices, incl. Social sciences, from the public and private side,
- About 60 organisations, mainly associations,
- Creative links between :
  - practitioners and researchers, holistic approach,
  - Cross cutting oriented activities (science, territories and intersectorial...)
- A privileged access to international networks

## In significant growth, in order to reflect even more the French DRR ecosystem

## A success record of many living actions, domestic and international:

- Participative governance : White Paper, ANRN & ONRN
- Science and decision, Climate risks... : UNDRR WCDRRs & GPs, COP 27, ...
- Vulnerable people, Tourism, BBB, Humanitarian

## A search for networking with EU « analogs »: DKKV, DCNA (?)

## References as partner in international projects:

- CADHOM (ANR),
- REX-Integrated-Prevention,
- ECOSTRESS & LODÉ (ECHO),
- EspreSSo & CapHaz-Net (Horizon2020)

[www.afpcnt.org](http://www.afpcnt.org)

ANRN : Assises Nationales des Risques Naturels :

<https://afpcnt.org/animation-et-reseau-dacteurs/assises-nationales-des-risques-naturels/>

ONRN : Observatoire National des Risques Naturels :

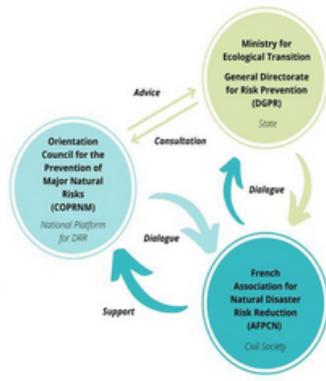
<https://afpcnt.org/animation-et-reseau-dacteurs/observatoire-national-des-risques-naturels/>



## Introducing AFPCNT as a member of international networks and as potential project Among the ongoing projects



- [Projet sKarabée - Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles et Technologiques \(afpcnt.org\)](https://afpcnt.org)
- Co-directing the French national conferences on natural disaster risks management (ANRN, foreign observers). <https://afpcnt.org/animation-et-reseau-dacteurs/assises-nationales-des-risques-naturels/>
- Creating a mapping of national and international DRR FR stakeholders <https://afpcnt.org/cartographie-des-acteurs-de-la-rrc/fiche-acteurs/>
- International networking and representation: e.g. GP2022 Bali, the Midterm Review of the Sendai Framework in may 2023, the COP27 <https://afpcnt.org/bali-plateforme-mondiale-2022-pour-la-reduction-des-risques-de-catastrophe/>
- Towards a DCNA – AFPCNT partnership?



[contact@afpcnt.org](mailto:contact@afpcnt.org)  
[www.afpcnt.org](http://www.afpcnt.org)

[roland.nussbaum@afpcnt.org](mailto:roland.nussbaum@afpcnt.org)  
 +33 6 72 76 44 34

# Die nächste Fachtagung Katastrophenforschung findet im Herbst 2025 statt.

ISBN 978-3-900397-11-1

Tagungsband der Fachtagung Katastrophenforschung 2023

Mit Beiträgen aus der Sicherheits- und Katastrophenforschung

## Herausgeber:

Disaster Competence Network Austria

Universität für Bodenkultur Wien

Gregor-Mendel-Straße 33

1180 Wien

office@dcna.at

www.dcna.at

