

Katastrophenschutzübung in Salzburg – Neue Methoden und Technologien für Einsatzkräfte

Dr. Marc Wieland¹, Prof. Bernd Resch², Uwe Kippnich³, Anton Holzer⁴, Raimund Görtler⁴, Luisa Knoche⁵, Maximilian Schmidt³, Sebastian Schmidt², Lucas Angermann¹, Dr. Konstanze Lechner¹

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

² Paris Lodron Universität Salzburg

³ Bayerisches Rotes Kreuz Landesgeschäftsstelle München

⁴ Österreichisches Rotes Kreuz Landesverband Salzburg

⁵ Bundesanstalt Technisches Hilfswerk

Einleitung

Katastrophen wie Hochwasser, Waldbrände oder Stürme machen vor Ländergrenzen nicht halt. Daher bündeln Österreich und Deutschland ihre Kräfte, um auf transnationaler Ebene gemeinsam zu forschen, wie Einsatzkräfte bestmöglich bei der Bewältigung von Großschadenslagen unterstützt werden können. Die Daten- und Informationsvielfalt in Katastrophenlagen hat durch moderne Technik in den letzten Jahren enorm zugenommen. Bisher wird aber nur ein kleiner Teil dieser Daten von den Hilfsorganisationen und Behörden für die Lageeinschätzung genutzt.

Das vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF (13N15525 - 13N15529) und vom österreichischen Bundesministerium Finanzen BMF (879732) geförderte Forschungsprojekt AIFER (Künstliche Intelligenz zur Analyse und Fusion von Erdbeobachtungs- und Internetdaten zur Entscheidungsunterstützung im Katastrophenschutz) entwickelt am Beispiel eines Hochwasserszenarios Methoden zur schnellen Lageerfassung und -auswertung. Dabei werden Daten von Satelliten, Flugzeugen und Hubschraubern mit Spezialkameras, und Drohnen aufgenommen und mit Beiträgen aus sozialen Medien ergänzt. Anschließend werden alle Informationen gemeinsam automatisiert ausgewertet, zusammengefasst und aufbereitet. Durch neuartige Verfahren der künstlichen Intelligenz (KI) sollen Akteure im Bevölkerungsschutz unterstützt werden, indem die relevanten Informationen den Krisenstäben für die Einsatzdurchführung gebündelt, schneller und umfangreicher als bisher zur Verfügung stehen.

Das bilaterale Forschungsprojekt wird vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Universität Salzburg – Fachbereich Geoinformatik geleitet. Deutsche Konsortialpartner sind das Bayerische Rote Kreuz (BRK), die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW), die disy Informationssysteme GmbH und die Universität Kassel – Fachgebiet Öffentliches Recht, IT-Recht und Umweltrecht. Österreichische Konsortialpartner sind das Österreichische Rote Kreuz (ÖRK) – Landesverband Salzburg, die Johanniter, die Spatial Services GmbH sowie das Institut für Empirische Sozialforschung.

AIFER Großübung in Salzburg am 29.04.2023

Im Rahmen des AIFER Forschungsprojektes fand am Samstag, den 29.04.2023, unter gemeinsamer Leitung des Österreichischen und des Bayerischen Roten Kreuz sowie der Paris Lodron Universität Salzburg und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt eine Katastrophenschutzübung (FEx – Field Exercise) statt. Dabei wurde der Einsatz innovativer Entwicklungen und Technologien in einem nach der Dienstvorschrift 100 (DV 100) stabsdienstlich organisierten Lagezentrum anhand eines

Hochwasserszenarios getestet und von Experten verschiedener Einsatzorganisationen und Behörden bewertet.



Eindrücke der AIFER Katastrophenschutzübung (FEx – Field Exercise) aus den Einsatzabschnitten Kuchl (a), Oberndorf / Laufen (b), Salzburg Stadt (c) und Seekirchen (d).

Zeitgleich wurden in verschiedenen Einsatzabschnitten Übungsszenarien von den Einsatzkräften bewältigt. In Kuchl im Tennengau entgleiste ein Kesselwagen mit Austritt von gefährlichen Stoffen im Bereich des Bahnhofs. Neben dem Abdichten der Leckage war die Dekontamination von Verletzten ein weiterer Einsatzschwerpunkt. Im deutsch-österreichischen Grenzgebiet Oberndorf / Laufen wurden die Personensuche und Wasserrettung aus der Salzach geübt. Im Einsatzabschnitt Salzburg Stadt wurden verschüttete Personen aus einem eingestürzten Gebäude gerettet, während in Seekirchen am Wallersee Personen von überschwemmten Gebäuden per Boot und Hubschrauber des österreichischen Bundesheeres gerettet wurden. Die lokalen Kräfte wurden hierbei von Einheiten aus dem Bundesland Tirol und Deutschland unterstützt. An der Übung waren insgesamt rund 800 Einsatzkräfte von verschiedenen Hilfsorganisationen und Behörden aus Österreich und Deutschland beteiligt.



Lageinformationen aus den Einsatzabschnitten wurden dynamisch und stets aktuell erhoben, mit KI-Verfahren ausgewertet und im Lagezentrum zu einem komplexen Lagebild zusammengeführt.

Lageinformationen aller Einsatzabschnitte wurden dynamisch und stets aktuell auf Grundlage von Satellitenbildern, Drohnenbefliegungen und sozialen Medien erhoben, mittels KI-Verfahren echtzeitnah ausgewertet und im Lagezentrum zu einem komplexen Lagebild zusammengeführt. Zusätzlich wurden Live-Videoübertragungen mit Aufnahmen aus den Einsatzabschnitten mit mehreren IP-Kameras ins Lagezentrum gestreamt. Im Nachgang der Übung wurde eine strukturierte Evaluierung mit Teilnehmern und Verantwortlichen durchgeführt, mit dem Ziel den Mehrwert neuer, durch Unterstützung von KI-Verfahren erstellter, Informationsebenen für die Katastrophenbewältigung zu ermitteln und deren Nutzbarkeit und Nützlichkeit für die Stabsarbeit kritisch zu hinterfragen.

Informationen aus sozialen Medien

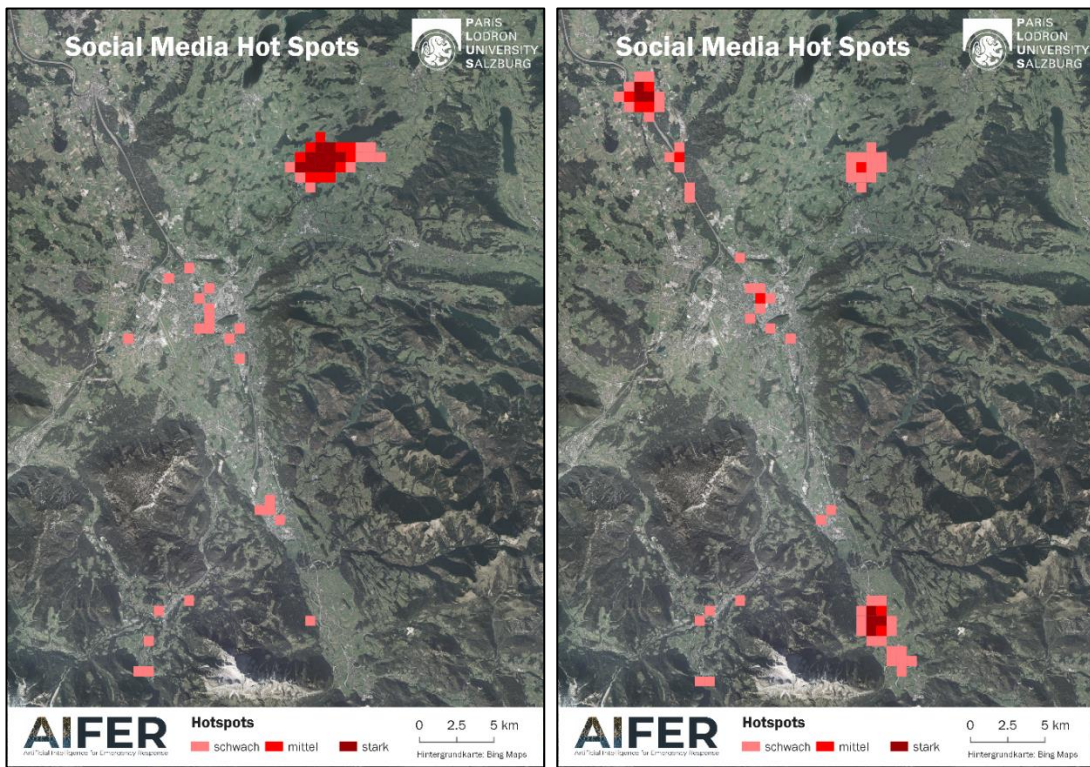
Daten aus sozialen Medien können einen großen Mehrwert im Katastrophenmanagement-Prozess liefern. Dies lässt sich vor allem über die inhaltliche Vielfalt und schnelle zeitliche Verfügbarkeit der Daten begründen. Insbesondere die Bereitstellung von subjektiven Erfahrungsberichten und Bildmaterial (Fotos, Videos) ist hierbei hervorzuheben.

Im Rahmen der AIFER FEx wurde daher ein Livestream an Twitter-Daten simuliert. Hierfür wurden echte, georeferenzierte Tweets zu Hochwasserereignissen im deutschsprachigen Raum genutzt, die von der Universität Salzburg über verschiedene *endpoints* der Twitter Application Programming Interface (API) gesammelt wurden. Diese Tweets wurden dann auf das Drehbuch der Übung angepasst, indem Zeitstempel, Geokoordinaten und Texte verändert wurden. Letzteres betraf vor allem Toponyme, d.h. vorhandene Stadt- und Gewässernamen wurden adaptiert (z.B. „Rhein“ zu „Salzach“ oder „Ahrweiler“ zu „Seekirchen am Wallersee“). Diese vorbereiteten Daten wurden genutzt, um ein möglichst realistisches, eher großräumiges Lagebild darzustellen. Hierfür wurde zudem eine Hotspot-Analyse simuliert, die die räumliche Verortung von Regionen mit hohem, statistisch signifikantem Aufkommen relevanter Inhalte aus den Sozialen Medien ermöglicht. Im Einsatzsystem wurden somit zwei Informationsprodukte angezeigt: die einzelnen Twitter-Posts (mit Zeitstempel, Text und Medieninhalten) und ein Polygon-Layer, der in unterschiedlichen Farbstufen den Grad der Betroffenheit der jeweiligen Region darstellte.

Die in den jeweiligen Übungsszenarien simulierten Vorfälle konnten anhand der beschriebenen, im Vorfeld erstellten Daten jedoch nicht präzise abgedeckt werden. Ein weiterer Bestandteil der Übung war daher der Einsatz sogenannter *Social Media Reporter*. Dabei handelte es sich um freiwillige Jugendliche des Salzburger Jugendrotkreuz, die sich während der Übung ebenfalls an und im Umfeld der Einsatzabschnitte aufhielten. Ihre Aufgabe war es, realistische Posts zu den Ereignissen zu generieren, die dann direkt von Stab und Lage eingesehen werden konnten. Um eine gewisse inhaltliche und strukturelle Kongruenz der Posts zu gewährleisten, wurde im Vorfeld ein Leitfaden erstellt. Um Missverständnisse mit der breiten Öffentlichkeit (z.B. „Fake News“) zu vermeiden, wurde hierfür eine private Facebook-Gruppe erstellt, in der die Beiträge gepostet wurden. Mit einer geringen zeitlichen Verzögerung wurden die Inhalte (Texte, Bilder) dann semi-automatisch in das Einsatzsystem eingespielt.



Beispiel für simulierte Tweets



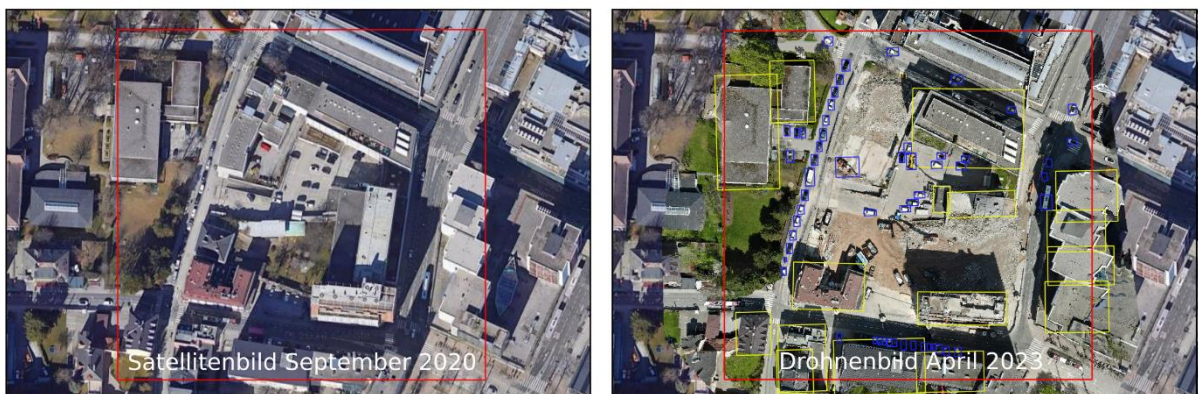
Hot Spot Karte für zwei unterschiedliche Zeitpunkte der Übung (links: 9:40 Uhr, rechts: 11:30 Uhr)

Informationen aus Satelliten- und Drohnenbildern

Informationen zu aktuellem Wasserstand und -ausbreitung bilden eine wichtige Grundlage für die Einsatzplanung und Entscheidungsunterstützung bei Hochwasserkatastrophen. Für eine Beobachtung der Hochwassersituation über große Gebiete kommen vermehrt frei-verfügbare Aufnahmen von Radarsatelliten zum Einsatz, da sie unabhängig von Wolkenbedeckung sowohl bei Tag als auch bei Nacht Lagebilder liefern können. Im Rahmen der Katastrophenschutzübung wurde die aktuelle

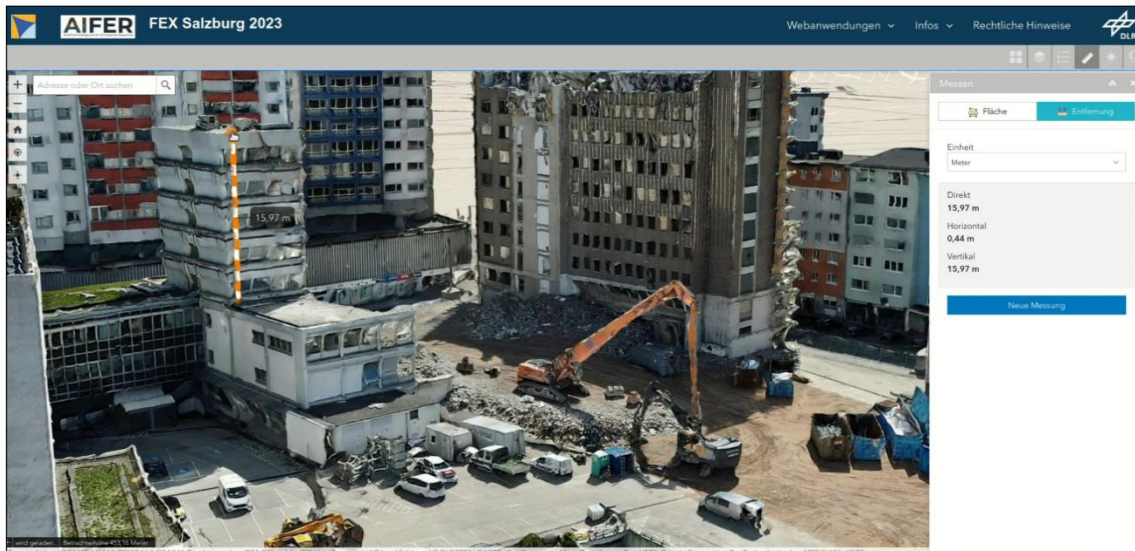
Wasserausdehnung im Land Salzburg auf Basis von Radaraufnahmen des Sentinel-1 Satelliten großflächig und mit einer räumlichen Bodenauflösung von ca. 20m extrahiert und in Kartenprodukte überführt. Die hierbei verwendeten KI-Verfahren erlauben es die Auswertungszeit von mehreren Stunden mit bisherigen Verfahren auf wenige Minuten zu reduzieren. So ist nicht nur eine schnellere Informationsbereitstellung, sondern auch eine höhere Auswertefrequenz und damit eine kontinuierliche Beobachtung der Lage möglich. Da es im Rahmen der Übung kein tatsächliches Hochwasser gab, wurden die automatisch extrahierten Wassermasken händisch um fiktive Hochwasserflächen auf Basis von HQ100 Modellrechnungen, die ein alle hundert Jahre eintretendes Hochwasser darstellen, erweitert.

Für eine detaillierte Betrachtung von besonders betroffenen Gebieten des Hochwassers sind höchstauflösende optische Satelliten-, Luft- oder Drohnenbilder im Zentimeterbereich eine wertvolle Informationsquelle. Solche Bilder ermöglichen beispielsweise die Detektion von exponierten Objekten (z.B. Gebäude oder Fahrzeuge) oder eine detaillierte Abschätzung von Schäden, beispielsweise an Gebäuden. Zu diesem Zweck wurden hochauflöste Satellitendaten eines kommerziellen Betreibers bestellt, um für die Übung über allen Einsatzabschnitten aktuelle Bilder mit einer Bodenauflösung von ca. 20 cm zu erhalten. In Ergänzung zu den Satellitenaufnahmen wurde für jeden Einsatzabschnitt in enger Abstimmung mit den jeweiligen Abschnittsleitern vor Ort und den durchführenden Einsatzkräften eine Krisenkartierung mit Drohnen durchgeführt.



Vorher-Nachher Bildvergleich und Objekterkennung während der Übung am Einsatzabschnitt Salzburg Stadt (rot). Eine automatisierte Erkennung von Gebäuden (gelb) und Fahrzeugen (blau) in Satelliten- und Drohnenbildern ermöglicht einen schnellen Lageüberblick zu Parksituation, Zufahrtswegen sowie betroffenen Gütern.

Damit Drohnen Daten nach der Aufnahme auch automatisiert ausgewertet und räumlich korrekt verortet werden können, muss das Zielgebiet strukturiert befliegen werden. Wichtige Anforderungen für eine spätere Datenverarbeitung sind eine hohe Überlappung der Bilder und ein konstanter Kamerawinkel während der Befliegung. Mit diesen Kriterien werden vor dem Starten der Drohne Flugrouten geplant, die dann automatisch von der Drohne abgearbeitet werden. Bereits bei der Wahl der Flugroute ist es wichtig, das finale Datenprodukt im Blick zu haben. Für ein Fotomosaik oder ein digitales Oberflächenmodell wird mit der Drohne ein gleichmäßiges Gitter mit einem konstanten Kamerawinkel lotrecht zum Boden (Nadir) abgeflogen. Für ein 3D Modell muss dagegen die Drohne eine Schrägaufnahme aus verschiedenen Richtungen aufnehmen. Für die schnelle Erstellung von Senkrechtaufnahmen aus den Drohnenbildern wurde die frei verfügbare Photogrammetrie-Software OpenDroneMap verwendet. Für den Einsatzbereich Salzburg Stadt wurde zusätzlich mit einer weiteren Spezialsoftware ein hochdetailliertes 3D Modell generiert. In einer interaktiven Webanwendung des Zentrums für satellitengestützte Krisenkartierung (ZKI) des DLR wurde das Modell anschließend in eine 3D Szene integriert und mit weiteren Geodaten kombiniert. Während der Übung stand die Anwendung dem stabsdienstlich organisierten Lagezentrum auf einem großen Touch-Tisch und Computern zur Verfügung und wurde z.B. zum Messen von Gebäudehöhen oder zur Abstandsberechnung verwendet.

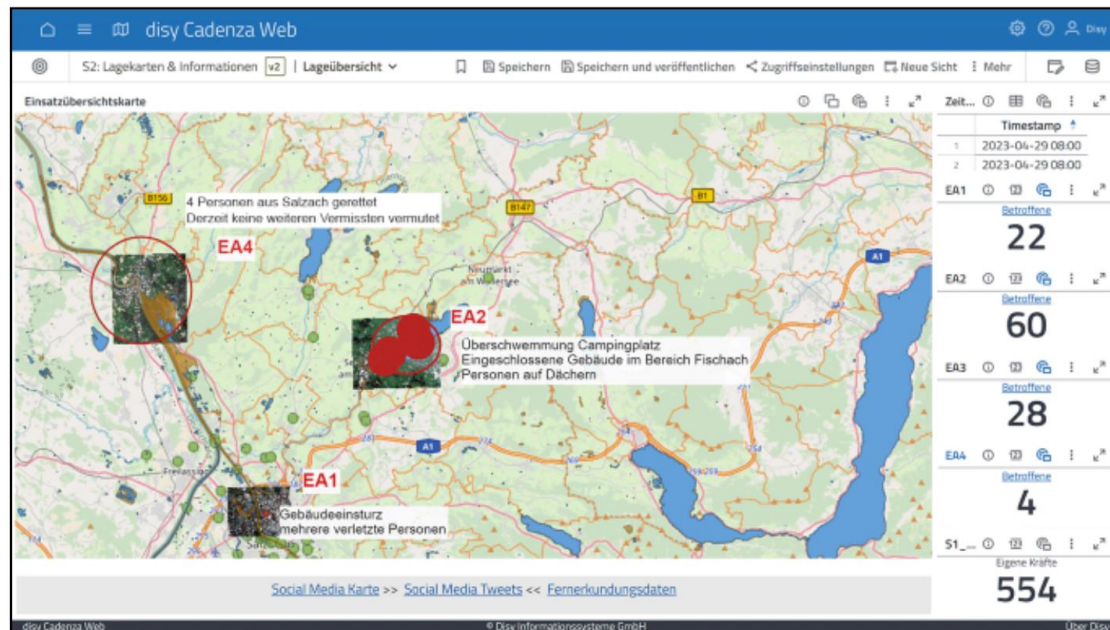


3D Visualisierung der Gebäudesituation während der Übung am Standort Salzburg Stadt. Das 3D Modell wurde aus Daten der Drohnenbefliegung erstellt und im interaktiven DLR/ZKI® Webviewer dem Stab bereitgestellt.

Mit einem im Rahmen des AIFER Projekts entwickelten KI-Verfahren wurden innerhalb weniger Minuten aus den erstellten Senkrechtaufnahmen und aufbereiteten Satellitenbildern automatisiert Gebäude und Fahrzeuge detektiert, verortet, gezählt und in Kartenprodukte, bzw. den Webviewer überführt. Diese Information ist besonders relevant für die schnelle großflächige Quantifizierung von aktuell exponierten Gütern in einem Einsatzabschnitt sowie für die Begutachtung der Befahrbarkeit von Zufahrtswegen zum Erreichen der Notfallorte. Durch einen Vergleich mit Archivbildern vergangener Satellitenüberflüge können darüber hinaus Intensität und räumliche Lage von Veränderungen erkannt werden und diese beispielsweise mit Gebäudeschäden korreliert werden.

Zusammenführen der Informationen

In einem Geoinformationssystem (GIS) wurden die georeferenzierten Daten aus sozialen Medien, Satelliten- und Drohnenbilder sowie die daraus abgeleiteten Informationsprodukte mit weiteren Geodaten kombiniert. Neben statischen Geobasisdaten (z.B. Straßen, Krankenhäuser, etc.) wurden die mit KI-Verfahren erhobenen Informationen im Laufe der Übung dynamisch aktualisiert. Damit ist nicht nur eine Quantifizierung der räumlichen Auswirkungen des Hochwassers möglich, sondern eine Beobachtung von zeitlichen Veränderungen. So können beispielsweise Satellitenbilder verschiedener Zeitpunkte sichtbar machen, welche Zufahrtswege überflutet sind und welche Bereiche nur noch mit Spezialfahrzeugen erreichbar sind. Routing-Werkzeuge ermöglichen darauf aufbauend Erreichbarkeitsanalysen oder die Navigation von Einsatzkräften unter Berücksichtigung von stets aktuellen Vermeidungsbereichen. Das Zusammenführen von Geoinformationen in einem einheitlichen System stellt aber nicht nur einen direkten Nutzen bei der Entscheidungsfindung im Katastrophenfall dar, sondern bildet auch eine wichtige Grundlage für weiterführende Dokumentations- und Schulungszwecke.



Zusammenführung von Informationen zur Lage in den sozialen Medien, Hochwassergefährdung aus Satellitendaten und Betroffenen mit disy Cadenza. Die Übersichtskarte zeigt Standorte, die während des Übungsszenarios besonders von einem fiktiven Hochwasser betroffen waren. Sie wurde im Laufe der Übung stetig aktualisiert.

Im Rahmen des AIFER Projektes und der Katastrophenschutzübung in Salzburg wurde für das Zusammenführen von Informationen und darauf aufbauenden GIS-Analysen die Software Cadenza der disy Informationssysteme GmbH verwendet. Für 3D Visualisierung und Analysen wurden Informationen im interaktiven DLR/ZKI® Webviewer bereitgestellt. Beide Applikationen sind ohne lokale Installation über einen Webbrowser verfügbar. Die Berücksichtigung von Schnittstellen-Standards und Bereitstellung der im AIFER Projekt entwickelten Informationsebenen über Web-Services soll darüber hinaus eine flexible Integration in beliebige GIS-Systeme auf Anwenderseite ermöglichen.

Zusammenfassung und Ausblick

Da die Häufigkeit der Katastrophen, gerade im Hinblick auf Folgen des Klimawandels wie Starkregenereignisse oder Hitzewellen deutlich zunehmen, ist es wichtig neue Möglichkeiten der Krisenbewältigung zu entwickeln, zu testen und in bestehende Systeme zu integrieren. Gerade grenzüberschreitende Krisen, wie die Schneekatastrophe im Alpenraum im Jahr 2019 oder Hochwasser und Sturzfluten, haben gezeigt das Verfahren im Vorfeld mit den beteiligten Staaten abgestimmt und in der Anwendung trainiert werden müssen. Daher hat es sich angeboten, die seit vielen Jahren sehr gute Zusammenarbeit zwischen Österreich und Deutschland weiter zu festigen. Deshalb wählte man bei der internationale AIFER Field Exercise (FEx) ein Hochwasserereignis im Grenzbiet zwischen dem Freistaat Bayern (Deutschland) und dem Bundesland Salzburg (Republik Österreich). Bei dieser Übung wurden wissenschaftliche Ergebnisse unter realitätsnahen Bedingungen getestet. Die Evaluation hat gezeigt, dass der Einsatz von KI im Katastrophenfall sinnvoll ist und die neuen Verfahren den Bevölkerungsschutz optimieren können. Durch die Einbindung der Anwender bereits zu Projektbeginn konnten Systeme entwickelt werden, die von den Einsatzkräften akzeptiert werden. Rettungsoperationen können dadurch zielgerichteter und schneller ausgeführt werden, wenn neue Möglichkeiten unterstützend eingesetzt werden. Dabei ist immer zu beachten, dass die eingesetzten Kräfte nicht mit technischen Möglichkeiten überfrachtet werden, sondern die Verfahren sinnvoll und zielgerichtet genutzt werden. Um Ergebnisse für die Praxis nützlich und nutzbar zu machen und die

Akzeptanz für neue Datenquellen und die Verwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz zu erhöhen, ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Anwendern unabdingbar. Die Aufarbeitung rechtlicher, soziologischer und ethischer Aspekte sowie die konkrete Bedarfserfassung und praxisnahe Erprobung sind entsprechend essentielle Komponenten des Projekts. Die Katastrophenschutzübung AIFER FEx in Salzburg stellte einen wichtigen Schritt zur Zielerreichung dar. Neue Technologien aus Forschungsprojekten wie AIFER können zukünftig helfen Leben zu retten.