



Bild: stock.adobe.com_Martin_#361835292

Extreme Naturereignisse verursachen immense Schäden

Gegen die Hochwasserdemenz: Vorsorge für extreme Naturereignisse mit Digitalisierung und Forschung

80 Milliarden Euro – so viel Schäden haben Extremwetter mit Hitze, Dürre und Starkregen in den letzten Jahren in Deutschland verursacht [1]. Der Sommer 2021 liegt dabei den meisten Menschen in den Köpfen – oder doch nicht? Zu schnell geraten Extremereignisse wieder in Vergessenheit oder werden verdrängt. Dabei müssen gerade die Zeitfenster nach dem Schock genutzt werden, um daraus zu lernen, die richtigen Investitionen zu treffen und zukünftig besser vorbereitet zu sein.

Autor: Dr. Maximilian Ueberham

„Die Klimakrise verursacht inzwischen auch bei uns in Deutschland enorme Schäden und Kos-

ten. Das zeigen uns die erschreckenden Daten der Wissenschaft überdeutlich. Die Zahlen sind ein Alarmsignal für mehr Kri-

sensvorsorge.“, so Bundesumweltministerin Steffi Lemke [1]. Eine gleichwertige umfassende und flächendeckende Vorsorge ge-

gen Hochwasserextremereignisse ist dabei umso herausfordernder. Denn Maßnahmen, die über den Standard hinausgehen, liegen im Ermessen des Bundeslands, des Landkreises oder der Gemeinde und sind oft abhängig von der finanziellen Ausstattung für Technik, Strukturen und Personal. Umso wichtiger ist es, dass die Lehren aus den tragischen Ereignissen der letzten Jahre in ganz Deutschland zur Grundlage werden, um Kommunen auf die immer häufiger auftretenden Natur-extreme besser vorzubereiten. Dazu ist es notwendig, Frühwarnsysteme und den Bevölkerungsschutz zu stärken. „Etwa 40 Prozent der Oberfläche von Deutschland haben Strukturen wie im Ahrtal, wie im Siegkreis, also Berge, Täler, schmale Täler, Zuflüsse, Abflüsse, Seitenarme, die sich oft katastrophal mit dem Anstieg des Hochwassers entwickeln können“, sagt Albrecht Broemme nach seiner Untersuchung der Hochwasserkatastrophe 2021 [2]. „Deshalb ist es gerade für kleine Flusseinzugsgebiete wichtig, die Vorhersage für Hochwasserwellen zu verbessern und Warnsysteme aufzubauen, welche dauerhaft verlässliche Kommunikationsstrukturen zur Bevölkerung sicherstellen“, so einer der Punkte aus dem Plädoyer zahlreicher Umweltwissenschaftler für klimasichere Kommunen [3]. Das Special widmet sich deshalb dem Schwerpunktthema der Wasser-Extremereignisse und besteht aus Beiträgen von aktuellen Forschungsprojekten der Fördermaßnahme WaX.

Krisenstäbe arbeiten natürlich auch im Kontext anderer Extremsituationen mit digitalen Tools und Methoden. Ein Beispiel thematisiert der Gastbeitrag von Virtual City Systems zum Thema Entschärfung von Bombenfunden.

Quellen:

- [1] www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/07/20220718-hitze-durre-starkregen-uber-80-milliarden-euro-schaden-durch-extremwetter-in-deutschland.html
- [2] www.behoerden-spiegel.de/2022/01/13/das-problem-der-hochwasser-demenz
- [3] www.ufz.de/index.php?de=48382



Bilder: iStock_ZU_09 (links) stock.adobe.com_PiXMatex (rechts)

Aufgrund des Klimawandels ist auch Deutschland vermehrt mit Extremereignissen, wie Dürreperioden oder Hochwasser, konfrontiert

Forschung zum Management von Wasser-Extremereignissen – die BMBF-Fördermaßnahme WaX

Aufgrund des Klimawandels nehmen Extremereignisse, wie Starkregen, Hochwasser und Dürre, auch in Deutschland zu. In der jüngeren Vergangenheit haben sowohl extreme Niederschlagsereignisse als auch großflächige Überschwemmungen vermehrt zu schweren Schäden geführt. Auch die in den letzten Jahrzehnten gehäuft auftretenden Hitzeperioden und extrem trockene Sommer haben schwerwiegende Auswirkungen auf die Wirtschaft, die Wasserversorgung sowie auf die ökologische Funktionsfähigkeit und Belastbarkeit vieler Oberflächengewässer.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Förderrichtlinie „Wasser-Extremereignisse“, kurz WaX, auf den Weg gebracht. Sie soll dazu beitragen, neue fach- und sektorübergreifende Ansätze zum Management gegensätzlicher hydrologischer Extreme zu entwickeln und umzusetzen, um deren Auswirkungen auf die aquatische Umwelt und den Menschen zu verringern.

Die Digitalisierung und insbesondere die Geo-IT stellen hier wichtige Instrumente dar, um Monitoring, Analyse, Vorhersage und Risikokommunikation zu verbessern. Die gefährdeten Gebiete sind typischerweise durch vielschichtige Nutzungen und Interessen (Wasser-, Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz, Stadtplanung) geprägt. Politik und Forschung stehen daher vor der großen Herausforderung, Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel und zum Dürre-, Starkregen- und Hochwasserrisikomanagement zu entwickeln.

Insgesamt adressiert WaX drei Themenbereiche: Digitale Instrumente für Monitoring, Analyse, Vorhersage und Kommunikation; Risikomanagement gegensätzlicher hydrologischer Extreme und urbane extreme Wasserereignisse. Zwölf interdisziplinäre und anwendungsorientierte Forschungsvorhaben mit Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis sind im Frühjahr 2022 angelaufen und befassen sich u. a. mit der Sicherung der Trinkwasserversorgung, der Anpassung der städtischen Wasserinfrastrukturen, der Erhöhung der hydrologischen und ökologischen Resilienz von Fließgewässern, der Entwicklung eines Niedrigwasserrisikomanagements von Flüssen sowie der Entwicklung von Managementkonzepten für urbane Starkregen- und Überflutungsrisiken und Anpassung des Hochwasserschutzes.

Die Fördermaßnahme WaX läuft unter dem Dach des Bundesprogramms „Wasser: N – Forschung und Innovation für Nachhaltigkeit“, das vom BMBF initiiert wurde. „Wasser: N“ ist Teil der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)“. Weitere Informationen: www.bmbf.wax.de

Kontakt:

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), E-Mail: laure.cuny@kit.edu



Exdimum: Extremwettermanagement mit digitalen Multiskalenmethoden

Wetter und Niederschlag unterlagen schon immer zufälligen Schwankungen, deren statistische Eigenschaften jedoch zumeist gut vorhersehbar blieben. Im Zuge der globalen Klimaveränderungen verschieben sich in jüngster Zeit jedoch nicht nur die Durchschnittswerte der Niederschlagsmengen, sondern auch die Extreme besonderer Trockenheit (wie zuletzt im Sommer 2022 zu beobachten) und kurzfristiger Starkregenereignisse (wie im Sommer 2021) nehmen zu. Diese Entwicklung führt zu Herausforderungen, die sich gleichzeitig auf verschiedenen Skalen abspielen.

Extrême Trockenheit ist ein längerfristiger Prozess, der sich über größere Regionen erstreckt; umgekehrt treten Hochwasser oft kurzfristig und stärker lokalisiert auf. Bereits kleine lokale Unterschiede im Gelände (z. B. ein durch Totholz blockierter Bach oder ein neu zu errichtender Damm) können drastische Unterschiede im Abfluss von Niederschlägen bewirken, sodass übliche makroskopische Betrachtungen alleine diese Effekte nicht akkurat abbilden können. Entsprechend gibt es verschiedene Skalen, die zueinander in Bezug stehen, und entlang derer sich Einflussfaktoren für die Auswirkungen von Extremwetter ergeben; wichtig dabei ist, dass die Extreme sich nicht aufheben, sondern teilweise sogar gegenseitig verstärken:

- **Wasser (Dürre und Hochwasser):** Anhaltende Trockenheit hat starke Auswirkungen auf Vegetation und Bodenbeschaffenheit und somit signifikante Folgen für Erosionsresistenz und Aufnahmefähigkeit des Bodens bei auftretendem Starkregen, sodass dieser wiederum das Nachwachsen von Vegetation beeinträchtigen statt verbessern kann (Abb. 1).
- **Raum (globale und lokale Dimensionen):** Der Klimawandel ist ein globales Phänomen (Abb. 2), bei Überschwemmungen kann jedoch bereits eine minimale lokale Beeinflussung der Wasserausbreitung (durch Veränderung des Bodens oder geplante Eingriffe) einen Unterschied ausmachen.
- **Zeit (kurz- und langfristige Zeiträume):** Dürre (Abb. 2) wirkt

langfristig, Überschwemmung eher kurzfristig; die Folgen der Dürre können nicht durch kurzfristige Wassermengen kompensiert werden, sondern steigern sogar dessen Risiken beispielsweise durch Erosionsereignisse bei Starkregen.

- **Gelände (Mittelgebirge und Tiefland):** Die Dynamik von Fließgewässern im Mittelgebirge ist häufig deutlich variabler als in der Ebene. Aufgrund der Topographie ergeben sich durch Gefälle im Gelände daher höhere Überflutungsrisiken für umliegende Kommunen und das weitere vorgelagerte Tiefland.

- **Landnutzung (Wald, Landwirtschaft, Stadt, Bergbau):** Flächennutzung und -zustand beeinflussen die Bodeneigenschaften und damit Infiltration und Oberflächenabfluss, Abflussdynamik und die Lösung von Schadstoffen aus Böden ehemaliger Bergbauregionen.

Durch diese Vielschichtigkeit und Verflechtung der Extreme lassen sich die Auswirkungen des Klimawandels weder mittels einfacher Zeitreihenanalysen noch durch Reduktion auf Einzelaspekte verstehen und managen. Vielmehr ist ein ganzheitlicher Ansatz zur Betrachtung der zuvor genannten Skalen und des Zusammenspiels der einzelnen Aspekte unab-

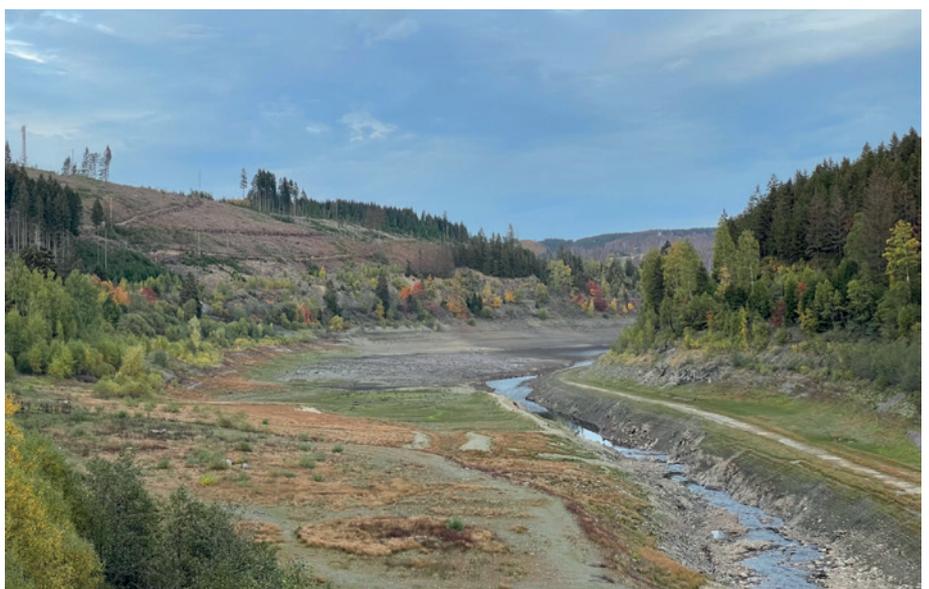


Abb. 1: Okertalsperre im Harz, Oktober 2022: Anhaltende Trockenheit führt nicht nur zu niedrigem Wasserstand, sondern auch zu Baumsterben, das wiederum die Böden anfälliger und weniger aufnahmefähig für Niederschläge macht



Bild: Planet Labs PBC, CC BY-NC-SA 2.0

Abb. 2: Trockenheit im Nordharz und Vorland (mit markiertem Zentralgebiet der Pilotstudie) im Mai 2022 mit erkennbaren Schäden an den Nadelwäldern

dingbar; nur so können langfristige Planung und kurzfristige Prognose ermöglicht werden, um dann in Echtzeit ein breites Spektrum an angemessenen Reaktionen auf Extremwetterereignisse bereitzustellen, die die Risiken für Kommunen (Hochwasser), Vorfluter (Ausbreitung aus dem Boden gelöster Schwermetalle) und den Forstbestand (Vitalität und Schädlingsbefall) beobachten und beeinflussen können. Bisher eingesetzte Datenanalyseverfahren (mit oder ohne Verfahren der künstlichen Intelligenz) reichen nicht aus, um die aktuell beobachteten Entwicklungen vorherzusagen oder gar zu beherrschen, da sie die Verknüpfung unterschiedlicher Raum- und Zeitskalen nicht zulassen. Zugleich wird klar, dass auf diese Situation weder rein lokal noch ausschließlich global reagiert werden kann. Vielmehr wird künftig ein tiefergehendes Verständnis der lokalen Charakteristika auftretender Ereignisse unerlässlich sein, um damit sinnvolle regionale Maßnahmen auf Einzugsgebietsebene treffen zu können.

Dies wird insbesondere im Harz als höchstem Mittelgebirge Norddeutschlands offenkundig. Lag etwa der durchschnittliche Jahresniederschlag in Braunschweig im Harz in den Jahren 1990 bis 1999 noch bei ca. 1360 mm und von 2000 bis 2009 bei ca. 1370 mm, fielen zwischen 2010 und 2019 durchschnittlich nur noch

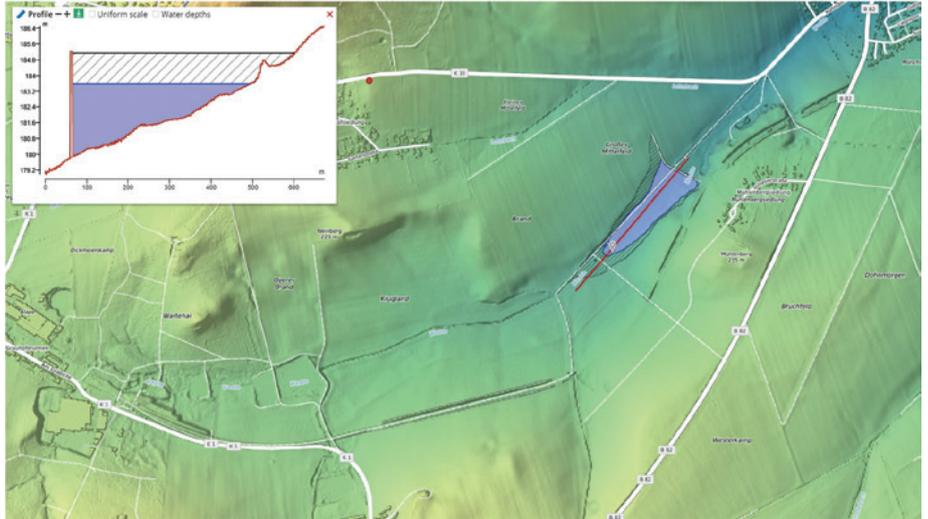
983 mm. Solch langfristiger Rückgang des Wasserdargebots betrifft das gesamte Bundesgebiet; seine Folgen treten in einer naturbelassenen Landschaft wie dem Harz aber früher und deutlicher auf als bei land- und kulturwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen, in denen zeitweilige massive Eingriffe (z. B. die intensive Bewässerung mit Grundwasser) die Problematik erst später erkennbar und damit letztlich umso gravierender machen. Hinzu kommt, dass Naturlandschaften aufgrund des geringeren kurzfristigen wirtschaftlichen Interesses weniger intensiv untersucht werden, obwohl die Wirksamkeit von Maßnahmen besser zu kontrollieren wäre. Ein besseres Verständnis wird auch für eine frühzeitige genauere Analyse des veränderten Wasserhaushalts der angrenzenden, naturnahen Kulturlandschaften besonders wichtig – um so mehr, als im Zuge der Gesamtentwicklung die Extreme in beiden Richtungen zugenommen haben, mit teils signifikanten und stark lokalisierten Niederschlägen. Trotz der Möglichkeit, mittels der im Harz vorhandenen Talsperren mit Stauseevolumina von 360 Mio. m³ Hochwasser zu dämpfen und somit das Umland vor daraus resultierenden Flutwellen zu schützen, kam es im Harz in jüngster Vergangenheit bereits zweimal (2014 und 2017) dazu, dass nach starken Niederschlägen die um-

liegenden Kommunen einer nicht beherrschbaren Flutwelle ausgesetzt waren. Die Aufnahmekapazität vorhandener Retentionsräume wurde dabei weit überschritten. Wie bei der Flutkatastrophe in Eifel und Ahrtal 2021 zu beobachten war, stellen derartige Situationen nicht nur die Betreiber kommunaler Infrastrukturen, sondern auch Wasserverbände, Feuerwehren und das Technische Hilfswerk vor kaum beherrschbare Herausforderungen. Dabei lassen sich Auftreten und Ort solcher Extremwetterlagen kaum längerfristig vorhersagen, sodass erst relativ kurzfristig umfangreiche Maßnahmen zur Katastrophenminderung möglich sind; entsprechend wichtig ist die Möglichkeit, umfassende Szenarien zur Verfügung zu haben, um angemessen reagieren zu können.

Kernziel des Projekts Exdimum (im Rahmen des BMBF-Förderprogramms WaX, „Wasser-Extremereignisse“) ist es, für dieses Spektrum komplexer Herausforderungen eine Reihe von innovativen Hilfsmitteln zu liefern. Die multiskalige Modellierung zur Ausbreitung von Niederschlägen verbindet topographische Informationen (annähernd unveränderlich) mit Angaben zur Landnutzung (langsam veränderlich), dem Zustand der Vegetation (saisonal veränderlich) und Daten zu Bodenfeuchte und Umgebungsbedingungen (schnell veränderlich). Hierbei kommt eine Kombination von Technologien und Verfahren zum Einsatz, mithilfe derer sich umfassende, szenarienbasierte Handlungsstrategien für Extremwetterlagen identifizieren und planen lassen. Dafür werden räumlich und zeitlich hochaufgelöste Luftbilder mit Referenzwerten kombiniert, die durch bodenbasierte Sensoren erhoben werden. Mit dem so erzeugten digitalen Abbild der Realität können neuartige Methoden der datengetriebenen Modellierung aus der künstlichen Intelligenz nicht nur bestehende Zusammenhänge erkennen, sondern mithilfe des multiskaligen Modells auch jederzeit den tatsächlichen Systemzustand abbilden. Dies ermöglicht, für auftretende Extremereignisse zielführende Prognosen und Handlungsempfehlungen für Netzbetreiber und Flussgebietsmanager abzuleiten (Abb. 3). Darüber hinaus können durch die Simulation möglicher Extremwetterlagen bereits im Vorfeld (z. B. bei vorhergesagten großen Nieder-

schlagsmengen) aussichtsreiche Handlungsansätze identifiziert und verifiziert werden. Der so erzielbare gesteigerte Schutz vor Hochwasser – auch in klima-, trockenheits- und bodenbedingt veränderter Gesamtkonstellation – dient gleichermaßen dem Schutz der Gesellschaft und der Reduktion von Beeinträchtigungen der regionalen Wirtschaft, indem katastrophale Auswirkungen zumindest abgeschwächt werden. Die multiskalare und interdisziplinäre Untersuchung von Extremwasserereignissen ist aus wissenschaftlicher Sicht bislang nicht eingehend betrachtet worden und lässt daher hohe Erkenntnisgewinne erwarten.

Beteiligt sind neben der TU Braunschweig und der TU Clausthal die Universität Kiel, die Eurawasser Betriebsführungsgesellschaft mbH, die Remondis Aqua Industries GmbH & Co. KG, die DSI Aerospace Technologie GmbH, die Ameno GmbH sowie Planet Labs PBC und Scalgo.



Autoren:

- Prof. Dr. Sándor Fekete**
TU Braunschweig, Department für Informatik,
Abteilung Algorithmik
E: s.fekete@tu-bs.de
- Prof. Dr. Andreas Reinhardt**
TU Clausthal, Institut für Informatik,
Abteilung für Energieinformatik
E: andreas.reinhardt@tu-clausthal.de

Abb. 3: Digitale, interaktive Planung und Steuerung von Geometrie (oben) und Einzugsbereich (Mitte) eines Rückhaltebeckens (unten) im Raum Goslar.

Bilder: Scalgo (oben und Mitte), Prof. Dr. Sándor Fekete, TU Braunschweig (unten)

Künftige Ausweisung von Notabflusswegen im urbanen Raum: Urban Flood Resilience – Smart Tools (FloReST)

Starkregen bzw. hieraus resultierende Sturzfluten und Überschwemmungen haben in den letzten Jahren vermehrt zu weitreichenden Schäden an technischen und sozialen Infrastrukturen im urbanen Raum geführt. Für die Schäden waren vor allem kleinere Gewässer bzw. hohe Oberflächenabflüsse fernab der eigentlichen Gewässerläufe, sogenannte Sturzfluten, ursächlich.

Bei solchen Extremereignissen müssen die Wassermengen möglichst schadlos durch die urbane Bebauung abgeleitet werden. Technische Maßnahmen sind planmäßig überlastet, sodass neben lokalen Objektschutzmaßnahmen an möglicherweise betroffenen Gebäuden zusätzlich Notabflusswege als wesentliches Element der wassersensiblen Stadtentwicklung auszuweisen sind. Diese, die Resilienz der Infrastrukturen steigern Maßnahmen, werden im Forschungsvorhaben „FloReST“ ausgelotet. Das Projektkonsortium besteht aus der Hochschule Koblenz (Projektkoordinator), der Universität Trier, der Hochschule Trier mit dem Umwelt-Campus Birkenfeld, dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern, dem Softwarehersteller Disy Informationssysteme GmbH, Karlsruhe, sowie aus der Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann & Partner, Thür. Die Partner bringen ihre Fachexpertisen und Erfahrungen aus Wissenschaft und Praxis ein. In enger Abstimmung mit den Pilotkommunen (Stadt Trier, Verbandsgemeinde (VG) Altenahr, VG Linz am Rhein, VG Herrstein/Rhaunen, VG Mendig), den assoziierten Partnern (Kompetenzzentrum Hochwasservorsorge und Hochwasserrisikomanagement (KHH) – MKUEM RLP, Landesamt für Umwelt in Rheinland-Pfalz (LfU RLP), Infor-

mations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz (IBH), Ingenieurkammer Rheinland-Pfalz (IK RLP)) und betroffenen Bürgern wird ein intelligenter, dialogorientierter Weg zur nachhaltigen Umsetzung von Hochwasservorsorgemaßnahmen in urbanen Räumen eröffnet.

Im Forschungsprojekt werden innovative Lösungen entwickelt, die unterschiedliche Ansätze zur belastungsunabhängigen und -abhängigen Ausweisung von Notabflusswegen verfolgen. Hierzu zählt die Neuentwicklung eines robotergestützten Systems zur hochauflösenden 3D-Datenerfassung der innerörtlichen Infrastruktur mit einer bisher schwer erreichbaren Erfassung kleinskaliger Fließhindernisse und Bruchkanten. Grundlage hierfür ist der mobile Handscanner ZEB Horizon der

Firma GeoSLAM. Das System besteht aus einem Handheld-Gerät, welches u. a. auf ein Rucksackgestell montiert werden kann, einer Panoramakamera, die sekundlich ein Panoramabild aufnimmt, sowie optional einer GPS-Antenne zur Georeferenzierung. Alternativ kann die Georeferenzierung der aufgenommenen Daten auch über eine terrestrische Erfassung von Passpunkten erfolgen. Das System ermöglicht sowohl in urbanen und ländlichen Gebieten, aber auch in und um Bauwerke mit verhältnismäßig geringem Zeitaufwand und Personaleinsatz eine präzise Datenerfassung von 300 000 Punkten pro Sekunde in bis zu 100 m Reichweite. Die so erhobenen Daten haben eine relative Genauigkeit von bis zu 1–3 cm. Mithilfe der Panoramabilder kann die Punktwolke realitätsgetreu eingefärbt werden.

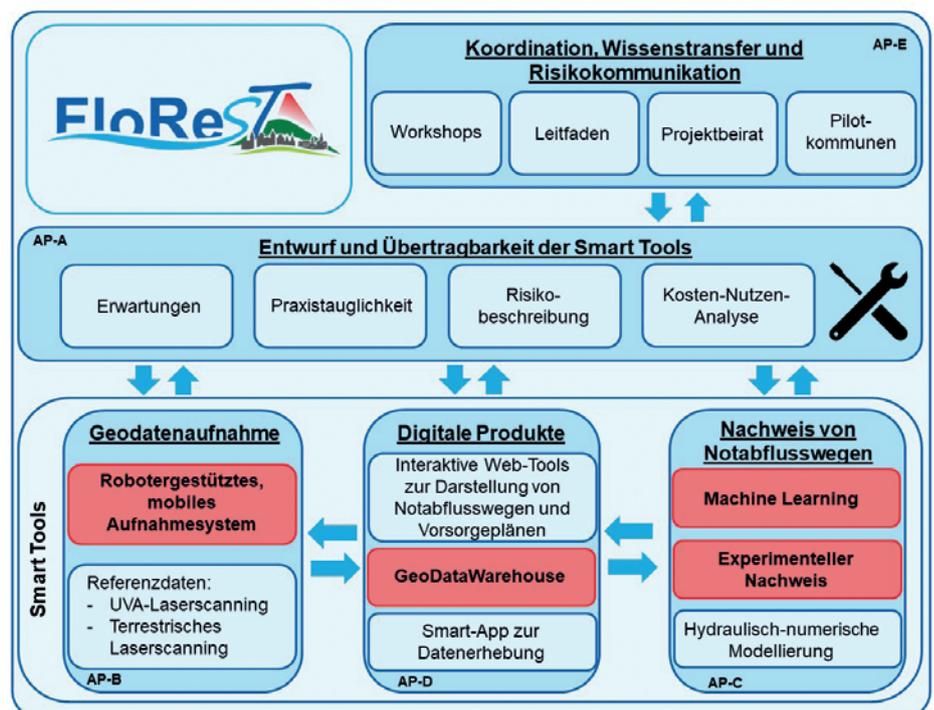


Abb. 1: Übersicht der Arbeitspakete im Projekt „FloReST“

Bild: FloReST

Bild: Ingenieurgesellschaft Dr. Stiekmann + Partner mbH, Thür



Abb. 2: Einsatzbereiter Rucksack-Scanner mit Scanner, Panoramakamera und GPS

Die zielgenaue Umsetzung von Hochwasservorsorgemaßnahmen wird in einem weiteren Arbeitspaket durch den Einsatz von UAV-Drohrentechnik und Dotierversuchen zur experimentellen Ausweisung belastungsabhängiger Notabflusswege er-

möglicht: Die Kombination von Echt- und Thermalbildern erlaubt eine automatisierte, detailgenaue Ausweisung kritischer Punkte in der urbanen Infrastruktur.

Eine große Bedeutung in der Ausweisung von Notabflusswegen und kritischen Punkten der urbanen Infrastruktur werden in „FloReST“-Methoden der künstlichen Intelligenz einnehmen. Das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) arbeitet an der Entwicklung von effizienten und schnellen Ansätzen der künstlichen Intelligenz, um die kostenintensiven Methoden zur Fließwegbestimmung mittels hydraulisch numerischer Modellierung und Computersimulationen zu ersetzen. Dabei werden als Grundlage bestehende Standardverfahren basierend auf Simulationen und digitalen Geländemodellen an den ausgewählten Standorten in den Pilotgebieten eingesetzt. Basierend auf diesen Computersimulationen wird mithilfe von innovativen Ansätzen des maschinellen Lernens ein neuer, datengetriebener Ansatz zur Ausweisung von Notabflusswegen ermittelt. Das DFKI setzt hierbei einen Fokus auf Methoden

des Deep Learning – ein wichtiges Teilgebiet des maschinellen Lernens, da die Algorithmen, ähnlich wie das menschliche Gehirn, schnell und effektiv Muster in großen Datensätzen erkennen und diese dann auf neue Situationen und Gegebenheiten übertragen können. Die Algorithmen werden kausale Beziehungen zwischen den einzelnen Variablen, wie zum Beispiel der Geländehöhe, dem Niederschlag und anderen relevanten Informationen herstellen und so ein KI-basiertes Werkzeug zur geobasierten Ausweisung von potenziellen Fließwegen sowie Gebäuden und Infrastrukturen erstellen. Eine Herausforderung bei der Anwendung der modernen und leistungsfähigen Netzwerke des Deep Learning ist, dass sie auf mehreren Millionen Parametern, die mithilfe des Datensatzes für die Lösung eines Problems erstellt werden, trainiert werden müssen. Dies setzt jedoch einen ausreichend großen Datensatz voraus, der durch mehrere Tausend Simulationen generiert werden muss. Um diese Anzahl an notwendigen Simulationen zu reduzieren, will das DFKI im Rahmen des Projekts diverse Methoden erforschen. Im Kontext des Bereichs Active Learning werden Trainingsdaten mit den Parametereinstellungen erzeugt, die den größten Nutzen zum Training

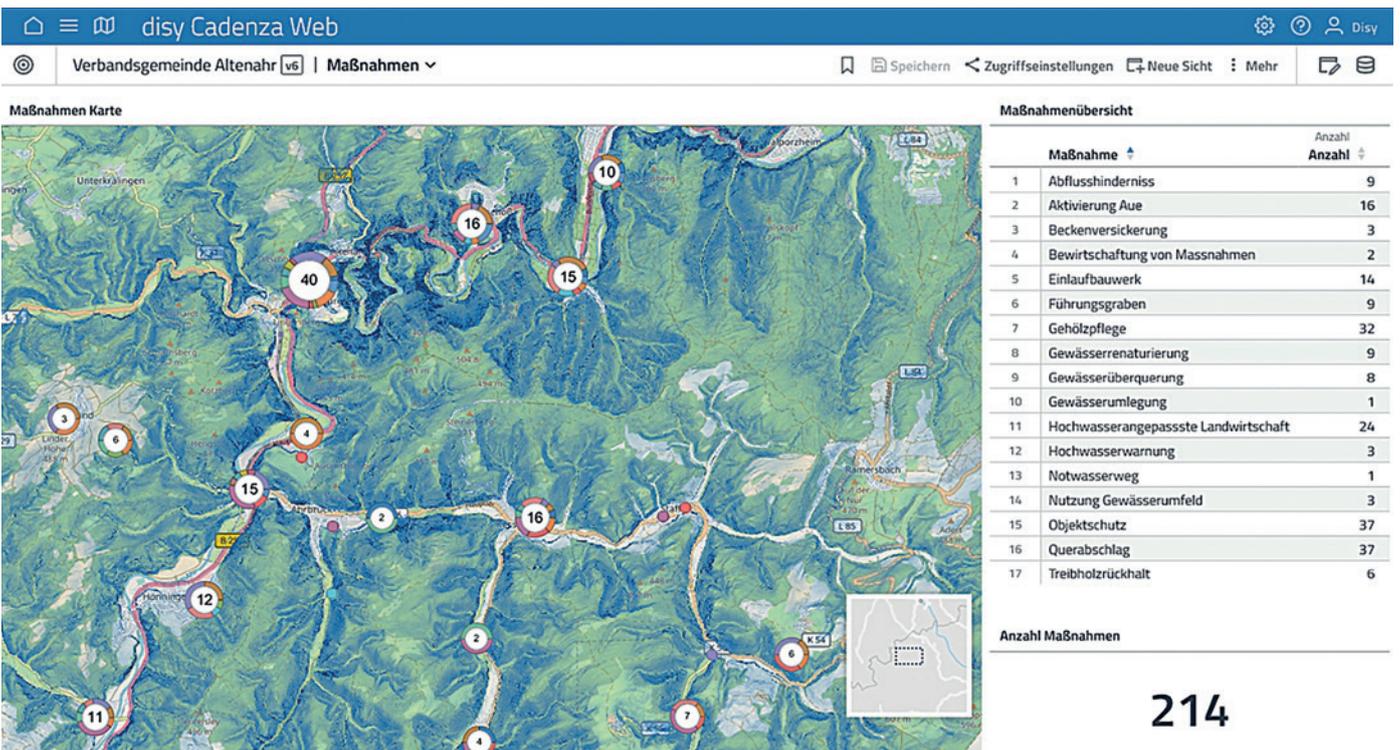


Abb. 3: Zielgruppenorientierte Darstellung geplanter Maßnahmen mit Disy Cadenza

Bild: Disy Informationssysteme GmbH, Karlsruhe

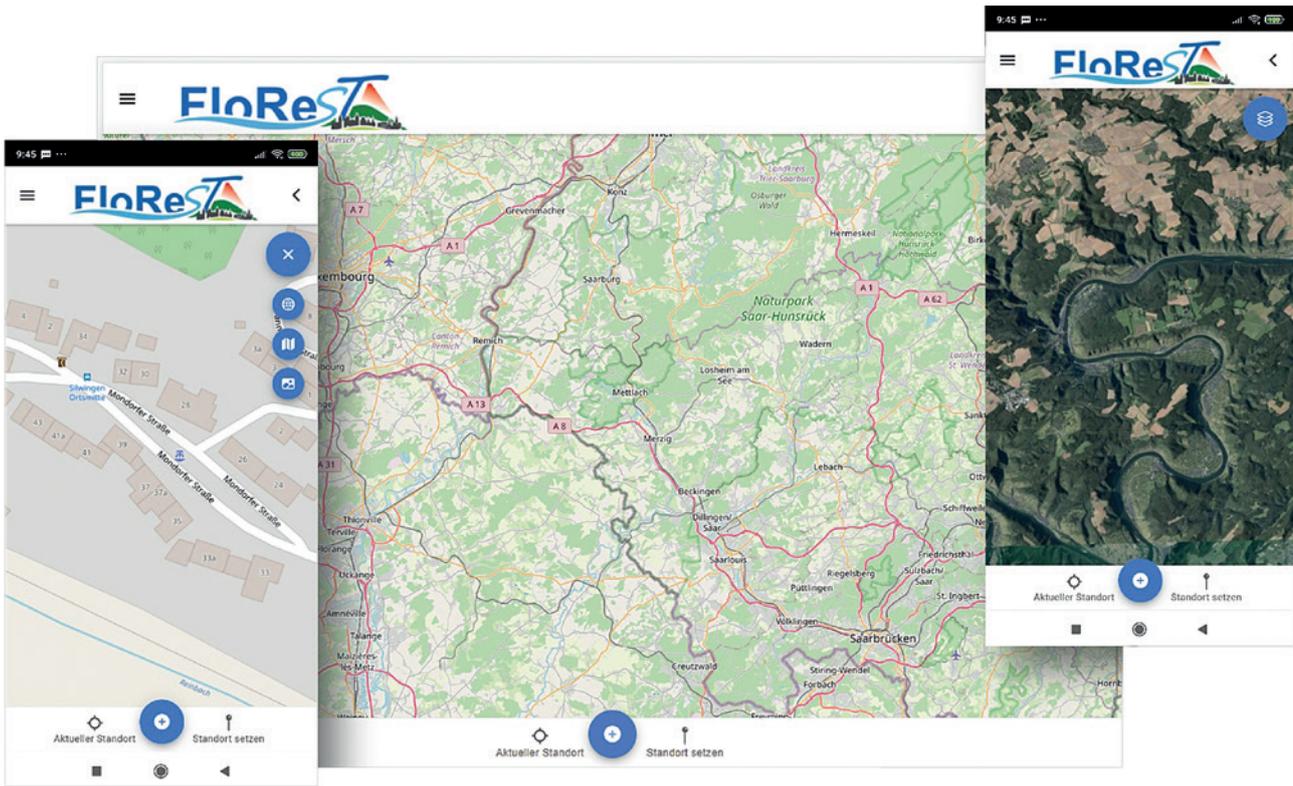


Abb. 4: Prototyp der Smartphone-App für Anwohner zur Erfassung von Missständen

des Netzes beitragen. Des Weiteren untersucht das DFKI, ob durch die Einbindung physikalischer Gleichungen in das neuronale Netz, auch PINNS genannt, die Menge an erforderlichen Daten reduziert werden kann.

Die Datenprodukte und -erhebungen der verschiedenen Arbeitspakete werden in ein Geo Data Warehouse integriert und harmonisiert, um sie für weitere GIS-Verarbeitungen vergleichbar und benutzbar zu machen. Mithilfe von Disy Cadenza, einer Software für Business & Location Intelligence, werden einerseits Schnittstellen für Fachanwendende – wie Ingenieurbüros – zur Datennutzung realisiert und andererseits für die zu erarbeitenden Notabflusswege und Starkregenvorsorgekonzepte zielgruppenspezifische interaktive Web-Zugänge für die Bürger und Entscheider in den Kommunen geschaffen.

Bei einer zweiten Technik ist die Mitarbeit von Anwohnern gefragt: Sie wissen oft am besten, wo sich in ihrem Ort, wenn es stärker regnet, das Wasser staut. Per Smartphone-App sollen die Anwohner an die Behörden melden, wenn sie kritische Stellen entdecken. Eine erste Version der App ist bereits erstellt. In der App wird zunächst der Standort erfasst. Anschließend

wird in der Eingabemaske die Art des Missstands ausgewählt, beispielsweise „Verstopfung durch Ablagerung“. Zusätzlich können Nutzer in einem kurzen Bericht das Problem schildern, das Hindernis fotografieren und dann an die Behörde verschicken.

Durch eine vernetzte Risikokommunikation mit den Pilotkommunen werden hohe Interaktivität und die Einbeziehung der Betroffenenperspektive in das Vorhaben gewährleistet. Die Mitglieder des Projektbeirats MKUEM RLP, LfU, IBH und IK RLP sind als Multiplikatoren eingebunden. Die Ergebnisverwertung erfolgt durch das Einbringen der Ergebnisse in Lehre und Ausbildung an den beteiligten Hochschulen sowie durch digitale und praktisch anwendbare Dienstleistungsprodukte, die von den beteiligten Partnern vertrieben werden können. Fortbildungen in den Pilotkommunen und bei den beteiligten institutionellen Partnern schaffen den Zugang für die Verwendung digitaler

Produkte und sensibilisieren für das Megathema Digitalisierung.

Das Forschungsprojekt „FloReSt“ (Projektlaufzeit 1. 2. 2022 bis 31. 1. 2025) wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Wasser-Extremereignisse“ (WaX) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 02WEE1634 gefördert. Die Fördermaßnahme WaX ist im Bundesprogramm „Wasser: N – Forschung und Innovation für Nachhaltigkeit“ angesiedelt, das Teil der BMBF-Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)“ ist.

Autor:

Prof. Dr.-Ing. Lothar Kirschbauer
Hochschule Koblenz,
Fachbereich Bauingenieurwesen
E: kirschbauer@hs-koblenz.de

Katastrophenschutz setzt auf Augmented Reality

oKat-SIM steht für optimierte Katastrophenbewältigung mittels Simulation. Zu diesem Verbundprojekt hat sich ein interdisziplinäres Team aus den Geo- und Kognitionswissenschaften der Universität Potsdam sowie aus den Bereichen multimediale und interaktive Systeme der Universität Lübeck und Neue Medien der Filmuniversität Babelsberg sowie der UP Transfer GmbH an der Universität Potsdam zusammengeschlossen. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Der Hintergrund von oKat-SIM ist, Augmented Reality (AR) in der beruflichen Weiterbildung für Katastrophenschutz und zivile Sicherheit einzusetzen. Über oKat-SIM sprachen wir mit dem Projektleiter Dr. Gerold Zeilinger.

Herr Dr. Zeilinger, im Umgang mit extremen Umweltereignissen werden zunehmend digitale Methoden genutzt. Wie widmen Sie sich in oKat-SIM diesem Thema?

Wie schon die Leopoldina in einem ihrer Zukunftsreports „Erdsystemwissenschaft“ es formuliert „Grundlegendes Wissen über Gefahren sind unabdingbar, um eine bessere Vorbereitung auf Katastrophen, die Minderung der Auswirkungen potenzieller Katastrophen und die Ausarbeitung von Notfallmaßnahmen zu ermöglichen“, ist es die Grundmotivation des Projekts, geologisches Prozessverständnis in die Entscheidungsfindung einfließen zu lassen. Um die Auswirkungen von Naturgefahren sichtbar zu machen, gehen wir über eine Kartendarstellung hinaus und nützen die Möglichkeiten der räumlichen, immersiven und dynamischen 3D-Darstellung. Aber anstelle mit VR-Brillen nutzen wir sechs bis sieben synchronisierte AR-Brillen, die es ermöglichen, Kolleginnen und Kollegen weiterhin real zu sehen, während das 3D-Lagebild vor einem schwebt und mit Gesten verändert werden kann. Gerade diese direkte Kommunikation über Sprache, Gestik und Mimik auf der einen Seite und das gemeinsame Lagebild auf der anderen Seite ist hilfreich für eine zielorientierte Entscheidungsfindung in angespannten Situationen,

wie sie in Krisenstäben vorherrschen können. Aufbauend auf unseren Gesprächen mit Personen in Krisenstäben ist die Hemmschwelle zur Nutzung einer AR-Brille geringer als bei VR-Brillen, da man den realen Raum nicht aus den Augen verliert.

Wie kann das Projekt dazu beitragen, die Prozesse in der Katastrophenbewältigung zu verbessern?

Wie eine Mitarbeiterin eines Krisenstabs es zu Projektstart formuliert hat, „Sie erwartet, durch die Trainingssimulationen in ihren Entscheidungen sicherer zu werden“. Nun, am Ende der Projektlaufzeit, kann ich einige Aussagen unserer Anwendungspartner etwa so zusammenfassen: „oKat-SIM unterstützt Mitarbeiter des Krisenstabs, sich zeitgemäß auf einen Ernstfall vorzubereiten. Es kann dabei helfen, ver-

schiedene Einflussfaktoren auf den Schadensverlauf sichtbar zu machen und komplexe Zusammenhänge zu verstehen und die räumliche Darstellung des Gebiets kann bei der Krisenstabsarbeit bzw. der Krisenstabsausbildung dahingehend unterstützen, dass Entscheidungen ggf. schneller getroffen werden können.“

Unser AR-Ansatz hilft dabei, Einsatzszenarien realitätsnah erfahrbar zu machen und typische Handlungsoptionen zu trainieren. Dazu kombinieren wir verschiedene Aspekte wie die Visualisierung historischer und potenziell zukünftiger Naturkatastrophen zur Risikoanalyse, das immersive Erleben der Szenarien und die Vermittlung räumlicher Auswirkungen sowie das interaktive Treffen von Entscheidungen und die Bewertung der Konsequenzen. An dieser Stelle soll auch erwähnt werden, dass die Qualität der Trainingssimulation entschei-

Dr. sc. nat. Gerold Zeilinger

Studium der Geologie an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und Eberhard-Karls-Universität Tübingen. 2002 Promotion an der ETH Zürich über die Strukturgeologie des NW-Himalajas. Forscher und Dozent an der Universität Potsdam und seit 2010 Leiter des 3D-Labors des Instituts für Geowissenschaften mit Schwerpunkt tektonischer Geomorphologie und GIS-Anwendungen. Seit 2019 Leitung des oKat-Sim-Projekts.



Bild: 3D-Labor Geowissenschaften, Universität Potsdam



Testanwendung bei der Feuerwehr Stadt Leverkusen

dend vom Trainer bzw. der Trainerin, die durch die Simulation führen, abhängt. Wir haben im Verbund mit Oliver Oswald vom assoziierten Firmen-Partner KSK – Katastrophenschutz, Sicherheitsplanung, Krisenmanagement einen sehr erfahrenen Trainer, der auch für die Entwicklung der Trainingssimulation immer wieder wichtige Impulse gegeben hat.

Wie genau arbeiten Sie im Projekt mit Anwendungs- und Praxispartnern zusammen? Welche Erfahrungen haben Sie dabei in diesem interdisziplinären Konsortium gemacht?

Die Anwendungspartner aus den Krisenstäben der Landkreise Görlitz und Garmisch-Partenkirchen, der Stadt Leverkusen und der Staatlichen Feuerweherschule Geretsried waren während des ganzen Projekts mit eingebunden. Nur durch ihre Rückmeldungen war es uns möglich, die Szenarien iterativ zu verbessern und zielgerichtet praxisorientiert zu erstellen. Unser interdisziplinäres Team aus den Geo- und Kognitionswissenschaften der Universität Potsdam sowie aus den Bereichen Multimediale und interaktive Systeme der Universität Lübeck und Neue Medien der Filmuniversität Babelsberg sowie der UP Transfer GmbH mit ihrer Weiterbildungs-kompetenz hat im Projekt sehr gut zusammengearbeitet, auch wenn es für uns alle eine Herausforderung war, sich auf die

anderen Disziplinen einzulassen. Da wir aber bis auf unsere Anwendungspartner und der Firma KSK alle Neulinge im Bereich der Krisenstabsarbeit waren, hat diese gemeinsame Lernphase uns alle motiviert, die Idee des Projektes umzusetzen.

Wo sehen Sie noch die größten Herausforderungen, um die Technologie in die breite Anwendung zu bringen? Welche Rahmenbedingungen müssten sich dafür verändern?

Die Bedienung der von uns verwendeten HoloLens 2 ist schon sehr intuitiv. Allerdings muss die Synchronisation mehrerer AR-Brillen noch etwas stabiler werden. Die Regionalisierbarkeit der Szenarien ist ein essenzieller Punkt für eine breitere Anwendung, da die Krisenstäbe natürlich an Einsatzszenarien innerhalb ihres Landkreises oder Stadt trainieren wollen. Hierfür müsste noch eine Art Szenarien-Editor programmiert werden. Die dafür notwendige Schnittstelle GIS-Daten, Modellierungsergebnisse und Game Engine sind durchaus noch eine Herausforderung, werden aber sicher zukünftig vereinfacht sein, wie bereits erste SDK-Releases zeigen. Und wenn wir bereits Richtung Echtzeitunterstützung denken, dann wird sicher auch die Geschwindigkeit der Modelle, die die Ereignisse selbst, aber auch Maßnahmen in ihren Auswirkungen abschätzen sollen, ein Faktor sein. Dabei

wird immer eine Abwägung zwischen der Fragestellung angepassten hinreichenden Genauigkeit und der Berechnungsgeschwindigkeit erfolgen müssen. Der Transfer unserer Ergebnisse in ein breit anwendbares Schulungs- und Unterstützungswerkzeug benötigt sicher noch die weitere Unterstützung zuständiger Stellen, gerade um:

- die Programmierung generischer umzusetzen,
- die E-Learning-Komponenten umfangreicher zu gestalten und
- die Regionalisierbarkeit schnell umsetzbar zu gestalten.

Herr Dr. Zeilinger, vielen Dank für das Gespräch!

.....
**Das Interview führte
 Dr. Maximilian Ueberham**

Innovative Bombensimulation eröffnet Krisenstäben neue Möglichkeiten

Fast täglich werden in unseren Städten noch immer Fliegerbomben aus dem Zweiten Weltkrieg entdeckt. Insbesondere im urbanen Raum stellen diese Bomben ein erhebliches Risiko dar – sowohl für uns Menschen als auch für unsere gesamte Infrastruktur.

Sehr oft sind im Fall eines Bombenfundes besonders schützenswerte Einrichtungen wie Krankenhäuser, Seniorenheime oder Kindergärten sowie private Wohnräume von Evakuierungen betroffen. Zudem kommen Straßensperrungen hinzu, die zu Umleitungen und so zu Belastungen durch erhöhtes Verkehrsaufkommen in anderen Straßenabschnitten führen.

Ein großer logistischer und organisatorischer Aufwand in meist sehr kurzer Zeit ist erforderlich, um die Gefahren einer möglichen Detonation so gering wie möglich zu halten. Für die Evakuierung und

die weiteren Sicherheitsvorkehrungen müssen viele Schritte und Maßnahmen vorbereitet werden, die im Krisenstab festgelegt und koordiniert werden müssen. Dabei ist die optimale Abstimmung nicht immer leicht umzusetzen, denn zahlreiche städtische Ämter, die Feuerwehr und Polizei, das THW sowie die Verantwortlichen von betroffenen kritischen Infrastruktureinrichtungen können dem Krisenstab angehören.

Die Entscheidungen beim Festlegen von Evakuierungsradien und weiteren Sicherheitsvorkehrungen lassen sich jedoch schon heute mithilfe digitaler Simu-

lation genauer, effektiver und schneller treffen. Das Simulationstool VC Blastprotect von Virtual City Systems ermöglicht genau diese Entscheidungshilfe. Gemeinsam mit dem Fraunhofer Ernst-Mach-Institut (EMI) aus Freiburg wurde VC Blastprotect über mehrere Jahre entwickelt und gemeinsam mit dem Kampfmittelbeseitigungsdienst Nordrhein-Westfalen validiert.

VC Blastprotect besteht aus einer 3D-Stadtmodellplattform mit integrierter Simulationsanwendung zur dreidimensionalen Abbildung der Druckwellenausbreitung und des Splitterflugs bei der Detonation einer Fliegerbombe. Mit VC Blastprotect ist es möglich, diese für Menschen und Infrastruktur bedrohlichen Faktoren im dreidimensionalen urbanen Raum basierend auf physikalischen Methoden innerhalb von wenigen Stunden zu simulieren. Dabei lassen sich zusätzlich die angrenzende Bebauung an die lokale Situation anpassen, die genaue Auffindsituation modellieren und auch die Wirkung hinzugefügter Objekte, wie zum Beispiel Containerschutzwände, schnell abbilden. „Dies erlaubt eine differenzierte Ermittlung von Gefahrenbereichen unterschiedlicher Intensität und somit eine deutlich verbesserte Planung von Entschärfungs-, Schutz- und Evakuierungsmaßnahmen“, erklärt Dr. Stefan Trometer.

Mittlerweile hat sich die Software in zahlreichen Projekten bewährt und wird von verschiedenen Nutzern eingesetzt. Das erste Bundesland, dessen Kampfmittelbeseitigungsdienst (KBD) VC Blastprotect produktiv einsetzt, ist das Land Brandenburg. Beim KBD Nordrhein-Westfalen wird der produktive Einsatz gegenwärtig im Rahmen eines Evaluationsprojekts schrittweise erprobt und ausgeweitet, flankiert von Fortbildungsmaßnahmen. Das Land Berlin und weitere Kampfmittelbeseitigungsdienste haben bereits konkretes Interesse gezeigt.

Informationen zu VC Blastprotect

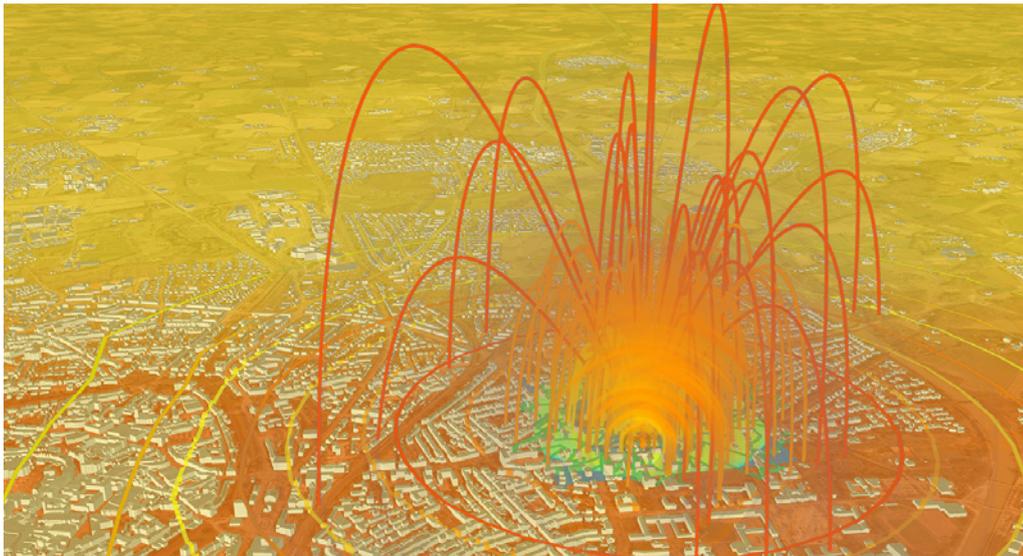
VC Blastprotect simuliert die Ausbreitung der Detonationsdruckwelle und den Splitterflug von Fliegerbomben aus dem 2. Weltkrieg unter Berücksichtigung der Umgebungsbebauung. Neben einer Anpassung der Bestandsbebauung kann die spezielle Fundsituation modelliert werden und weitere Körper, wie temporäre Containerwände, in die Simulation mit einfließen. Individuelle Szenarien für Typ, Lage und Ausrichtung der Fliegerbombe können untersucht, ausgewertet und verglichen werden. Die Web-basierte 3D-Kartenanwendung integriert eine auf diese ganz spezielle Anwendung abgestimmte Version des Apollo-Blastsimulators des Fraunhofer EMI.

Gefährdungsanalyse als Ergebnis

VC Blastprotect zeigt für einzelne Szenarien die Ausbreitung der Druckwelle und des Splitterflugs im Kontext des 3D-Stadtmodells. Daraus leitet sich die Verteilung von Verletzungs- und Schädigungsindikatoren ab, die die Basis für eine Gefährdungsanalyse sind.

Nutzen und Mehrwert von VC Blastprotect

In bislang nicht erreichter Genauigkeit und Geschwindigkeit ermöglichen die Simulationsergebnisse einen visuellen Eindruck über die Auswirkungen der Detonation unter Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Gegebenheiten. Belastbare Resultate stehen, je nach Simulationsumfang, bereits nach einer Stunde zur Verfügung und erlauben eine differenzierte Ermittlung von Gefahrenbereichen unterschiedlicher Intensitäten. In Situationen, in denen das schnelle und fundierte Abwägen von Risiken enorm wichtig ist, hilft VC Blastprotect beim Planen der notwendigen Entschärfungs-, Schutz- und Evakuierungsmaßnahmen.



Basierend auf 3D-Stadtmodellen kann die Druckwellenausbreitung und der Splitterflug einer Bombendetonation simuliert werden

Neben den Bundesländern arbeitet Virtual City Systems (VCS) auch mit Städten wie Leipzig zusammen, wo beim Bau eines neuen Quartiers Blindgängerfunde sehr wahrscheinlich sind. Die Nähe des Leipziger Entwicklungsgebiets sowohl zur Innenstadt als auch zu kritischer Infrastruktur stellt besonders hohe Anforderungen an die Notfallplanungen für den Ernstfall. Hierbei haben systematische Untersuchungen mit VC Blastprotect im Vorfeld der Bauarbeiten geholfen, die

möglichen Gefahren zu konkretisieren und Handlungsstrategien mit der Kampfmittelräumung, den Sicherheitskräften der Stadt und den Verantwortlichen der potenziell betroffenen kritischen Einrichtungen zu definieren.

Sind speziell kritische Infrastrukturen, wie Krankenhäuser, im Umfeld von Verdachtspunkten, werden oft spezialisierte Ingenieurbüros eingeschaltet, welche die Notwendigkeit von Evakuierungsmaßnahmen und möglicher Alternativen, wie eine

Verbringung von Patienten in andere Bereiche der Einrichtung, detailliert untersuchen und so die Arbeit der Kampfmittelräumung unterstützen. VCS arbeitet beispielsweise eng mit dem Ingenieurbüro Döring aus Berlin zusammen, die auch an einem Simulationsprojekt für die Stadt Soest beteiligt waren. Gegenstand der Untersuchungen war hier insbesondere die Aufstellung von temporären Containerwänden, welche die Druckwellenausbreitung und den Splitterflug hemmen können, wenn sie richtig positioniert sind. Welchen Einfluss diese Maßnahmen jedoch ganz konkret auf die Gefährdung einzelner Objekte haben, ver-

mag allein die Simulation zu beantworten.

Ein weiterer Partner der VCS ist das Unternehmen UXBconsult aus Österreich, mit dem gemeinsam eine Simulation für die Stadt Wien durchgeführt wurde. In Wien lagen die Verdachtspunkte für Blindgänger im Bereich eines zentralen Bahnknotens, in dessen Nähe sich zudem ein großes Krankenhaus und auch ein systemrelevantes Stellwerk befinden. Auch hier konnte der Einsatz von VC Blastprotect ein differenziertes Bild der Gefahrenlage vermitteln.

Durch die stetig steigende Nutzung von VC Blastprotect in realen Projekten entwickelt sich der einstige Prototyp aus dem Forschungsprojekt „SIRIUS“ nun Schritt für Schritt zum allgemein anerkannten Stand der Technik. Darüber hinaus wird der Funktionsumfang im Rahmen von Forschungsvorhaben ausgeweitet und an realen Versuchen validiert. Denn eines ist sicher – die immer noch vorhandenen Fliegerbomben sind so zahlreich, dass sie unsere Gesellschaft auch in Jahrzehnten noch beschäftigen werden.

Welche Vorteile bietet VC Blastprotect?

Sicherheit:

Die bisherigen Projekte zeigen, dass schon mit geringen zusätzlichen Schutzmaßnahmen deutlich geringere Evakuierungsbereiche erforderlich werden. Für kritische Infrastrukturobjekte, wie Krankenhäuser oder Pflegeeinrichtungen, wird darüber hinaus erstmals eine fundierte Bewertung möglich, ob Patienten, Bewohner und Personal zwingend verlegt werden müssen.

Gewissheit:

Die Kampfmittelräumung und die Entscheidungsträger haben ein Werkzeug für die Unterstützung ihrer Entscheidungen zur Hand. Die Technologie von VCS belegt die Notwendigkeit von zu ergreifenden Maßnahmen basierend auf allgemein anerkannten physikalischen Gesetzmäßigkeiten.

Kosten- und Ressourceneffizienz:

Durch die genauere Vorhersage lassen sich Einsatzkräfte zielgenauer einsetzen, Schäden können vermieden und bestenfalls sogar Patienten in Kliniken geschont werden, wenn eine Evakuierung sich als nicht zwingend nötig herausstellt.

Autoren:

Emanuel Brehm,

Dr. Stefan Trometer

Virtual City Systems

E: ebrehm@vc.systems

strometer@vc.systems

I: www.vc.systems