



© iStock/Getty Images Plus, kentoh

RISK.twin – Hybride Digitale Zwillinge für den Schutz Kritischer Infrastrukturen

Ein durch das dtec.bw - Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung der Bundeswehr gefördertes Projekt an der Universität der Bundeswehr München

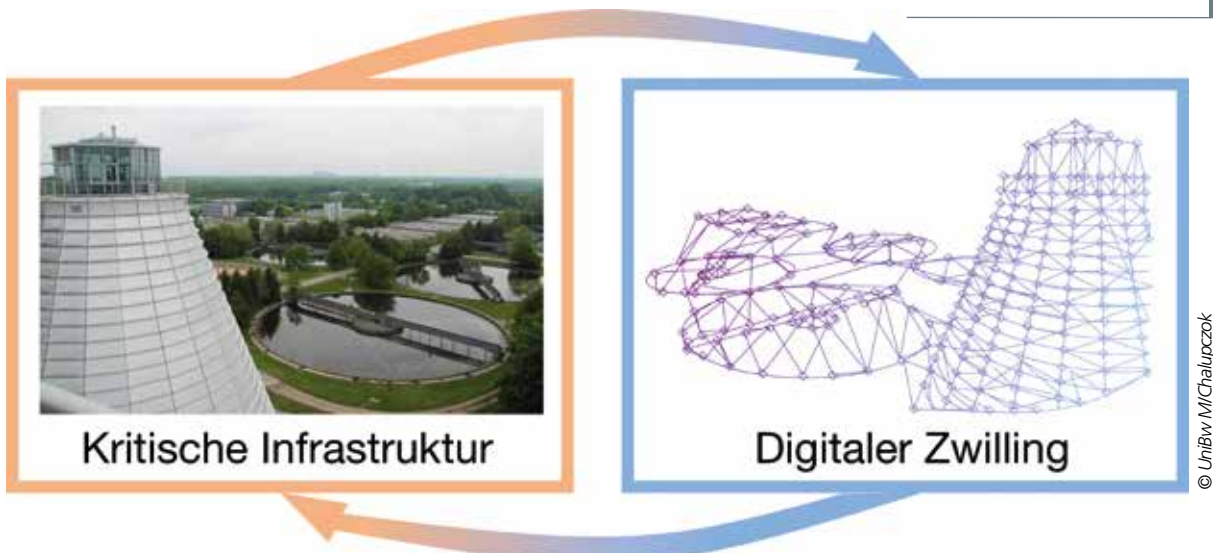
Von Prof. Dr.-Ing. Alexander Popp, UniBw M (Projektleiter RISK.twin)

Akute Bedrohungslagen (Terrorismus, Cyberangriffe) und dramatische Notsituationen wie beispielsweise während des Jahrhunderthochwassers 2021 rücken den effektiven und umfassenden Schutz unserer Kritischen Infrastrukturen ins Zentrum des nationalen Interesses. Zugleich erleben immer mehr Bereiche des öffentlichen Lebens endlich den langersehnten Digitalisierungsschub durch Techniken der computergestützten Modellierung und Simulation sowie der Künstlichen Intelligenz. Die Universität der Bundeswehr München (UniBw M) hat deshalb im Rahmen des dtec.bw das Vorhaben „RISK.twin“ ins Leben gerufen. Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Alexander Popp entwickelt „RISK.twin“ theoretisch fundierte, aber zugleich praxis-taugliche Werkzeuge für den verbesserten

Schutz Kritischer Infrastrukturen. Schwerpunkte bilden dabei die Sektoren Transport und Verkehr, Energie, Wasser sowie Staat und Verwaltung.

Lebensadern moderner Gesellschaften

Kritische Infrastrukturen sind die unverzichtbaren Lebensadern moderner, leistungsfähiger Gesellschaften. Gemäß Definition in der nationalen KRITIS-Strategie handelt es sich bei Kritischen Infrastrukturen um „Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden“. Man denke beispielhaft an Bauwerke der Verkehrs-



Digitale Zwillinge von kritischen technischen Infrastrukturen (z. B. Wasseraufbereitung) ermöglichen die Risikovorhersage bei Störfällen. Zudem können die Betreiber bei der Zustandsüberwachung und Energieoptimierung unterstützt werden.

Infrastruktur wie Autobahn- und Eisenbahnbrücken, an Anlagen der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung oder an Elektrizitäts- und Telekommunikationsnetze.

Digitale Zwillinge als Schlüssel zur Resilienz

Bei solchen Systemen sind über die gesamte Lebensdauer simulierbare und datenunterstützte virtuelle Abbilder (Digitale Zwillinge) besonders wertvoll. Digi-

tale Zwillinge lassen sich im Gegensatz zu klassischen Simulationsmodellen durch Sensordaten ständig adaptieren, aktualisieren und weiterentwickeln. Sie werden dadurch für vielfältige Aufgaben in Optimierung, Echtzeitprognose und Monitoring einsetzbar. Bei geeigneter Ausgestaltung können Digitale Zwillinge eine Schlüsselrolle für das Resilienzmanagement Kritischer Infrastrukturen einnehmen. Während physikbasierte Simulationsverfahren und datenbasier-



IT-Lösungen für harte Einsätze

ATM – Das Systemhaus mit 100 % Tec-Knowledge

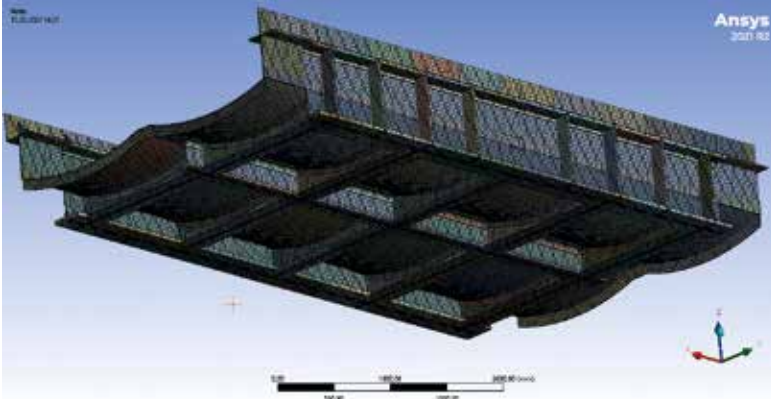
Tec-Knowledge steht für langjährige Erfahrung, Pioniergeist und technisches Können, mit dem die ATM gehärtete, systemorientierte Hard- und Softwarelösungen von höchster Qualität, Funktionalität und Belastbarkeit als Komplettanbieter konzipiert, entwickelt und konstruiert.

Mit maßgeschneiderten Lösungen stärken wir Ihr Digitalisierungsprojekt und unterstützen den kompletten Lifecycle Ihres Technologieprojekts — zuverlässig, nachhaltig, effizient und lückenlos.

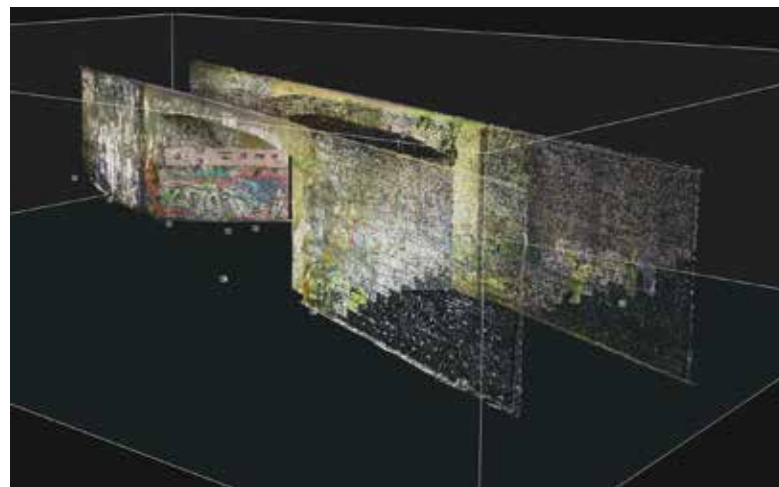
Besuchen Sie uns auf der
AFCEA Fachausstellung 2022

11. – 12. Mai 2022

**World Conference Center Bonn
Saal New York/Genf · Stand S48**



Die enge Verzahnung von Sensordaten des realen Objekts und Simulationsmodellen ermöglicht detaillierte Einblicke in die Schadens- und Versagensmechanismen baulicher Infrastrukturen (z. B. Eisenbahnbrücken). So können beobachtete Schäden an ähnlichen Bestandsbauten besser eingeordnet werden.



Die 3D-Punktwolke eines Laserscans dient als Grundlage für Digitale Zwillinge in einer Virtual-Reality-Umgebung. Das virtuelle Modell wird mit Informationen angereichert und stellt zum Beispiel einen interaktiven dreidimensionalen Bauplan zur Verfügung.

te Ansätze heute zumeist als Gegenpole aufgefasst werden, wird in diesem Vorhaben das aktuelle Forschungsparadigma des „hybriden“ Digitalen Zwillings aufgegriffen und weiterentwickelt. Dadurch können die jeweiligen Vorzüge von physikbasierter Simulation (z. B. parametrische Modelle) und von datenbasierten Ansätzen (z. B. direkte Nutzung von Sensordaten und Expertenwissen) miteinander vereint werden.

Interdisziplinär und anwenderorientiert

Unter der Leitung von Prof. Popp haben sich zehn Professorinnen und Professoren aus fünf Fakultäten der beiden Universitäten der Bundeswehr in München und Hamburg sowie insgesamt 15 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zusammengeschlossen. Ihnen steht ein hochkarätig besetzter wissenschaftlicher Beirat unter der Leitung von Prof. Norbert Gebbeken (Bayerische Ingenieurekammer-Bau) zur Seite. Als Mitglieder konnten Gunther Adler (Autobahn GmbH), Laura Lammel (Lammel Bau GmbH & Co. KG), Prof. Gerhard Müller (TU München), Prof. Wolfgang Günther (ehemals UniBw M), BrigGen a.D. Prof. Matthias Geitz (ehemals BAIUDBw) und Robert Schmid (Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr) gewonnen werden. Der Beirat wird das Projekt in den kommenden Jahren durch externen Blickwinkel aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Bundeswehr stärken.

Forschung für die zivile und militärische Nutzung

Im Rahmen der DWT-Tagung „Angewandte Forschung für Verteidigung und Sicherheit in Deutschland“ vom 8. bis 10. März 2022 in Bonn konnten erste Konzepte vorgestellt werden: Praxisnahe Themen wie „Structural Health Monitoring“ von Brücken oder Sektorenkopplung von Abwasserentsorgung und Energiemanagement treffen bei „RISK.twin“ auf Aspekte der Simulation, des physikinformierten maschinellen Lernens und der Modellreduktion und werden gleichzeitig von Fragestellungen der Kommunikation durch Virtual-Reality-Lernumgebungen, der Nutzerakzeptanz und der Einbindung Digitaler Zwillinge in politische Entscheidungsprozesse flankiert. Forschungsideen für den Geschäftsbereich BMVg wurden am Rande der Tagung ebenfalls diskutiert, und im Rahmen eines gemeinsamen Workshops sollen zeitnah konkrete Kooperationsmöglichkeiten ausgelotet werden. Das Team der Forscherinnen und Forscher um Prof. Popp leistet somit einen Beitrag zur Stärkung der digitalen Souveränität Deutschlands in einem Bereich von höchstem nationalem Interesse.

Das Projekt „RISK.twin“ läuft bis Ende 2024 und wird aus Mitteln des dtcc.bw gefördert. Das dtcc.bw - Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung der Bundeswehr ist ein von den Universitäten der Bundeswehr München und Hamburg gemeinsam getragenes wissenschaftliches Zentrum und Bestandteil des Konjunkturprogramms der Bundesregierung zur Überwindung der COVID-19-Krise.



Als Leader der digitalen Transformation bietet Fujitsu seit vielen Jahren Expertise für den Defence-Sektor. Umso wichtiger ist es für uns, Ihnen am Messestand F12 (Foyer Eingangsebene) vier ganz konkrete Anwendungsbeispiele unserer IT-Lösungen zu präsentieren:



Digital Annealer

Verbesserung der Kommunikation durch quanteninspirierte Optimierungs-Services (QIOS), die Anzahl und Ort der Funk-Masten im Gelände berechnen und so die Abdeckung vergrößern.



Digital Twin

Wartung / Reparaturen in schwer erschließbarem Gelände durch die sichere Arbeit mit Augmented oder Virtual Reality-Brillen (AR / VR) bis hin zum Erstellen eines Digital Twins.



Globe Ranger

Optimierung von Logistik und Versorgung durch eine Integrationslösung, die wie ein Multi-Adapter funktioniert und Sensor-, RFID- sowie andere Daten kombiniert.



DCMA (Data Center Management & Automation)

Effizienteres Rechenzentrums-Management, das durch Automation und Künstliche Intelligenz die Prozesse, die Assets und die Energie miteinander verbindet.

Natürlich kann jede dieser Lösungen auch auf Ihre konkreten Einsatz-Szenarien angepasst werden. Wir freuen uns darauf, all diese Möglichkeiten mit Ihnen zu besprechen. Also kommen Sie einfach an unseren Messestand und sprechen Sie uns an!

Ihr Fujitsu Defence Team

**Besuchen Sie Fujitsu auf
der AFCEA:
Foyer Eingangsebene,
Stand F12**



Kritische Infrastrukturen und ihre Verletzbarkeit rücken ins Zentrum des öffentlichen Interesses – anwendungsorientierte Grundlagenforschung ist gefragt

Interview mit Prof. Dr.-Ing. Alexander Popp, dem wissenschaftlichen Leiter des dtec.bw-geförderten Projektes „RISK.twin“ an der UniBw M. Er ist Professor für Computergestützte Simulation im Bauingenieurwesen und Leiter des Instituts für Mathematik und Computergestützte Simulation (IMCS) an der Universität der Bundeswehr München.



Das Projekt „RISK.twin“ hat zum 1. Januar 2021 die Arbeit aufgenommen. Was war Ihre Motivation und welche Forschungsschwerpunkte wollen Sie setzen?

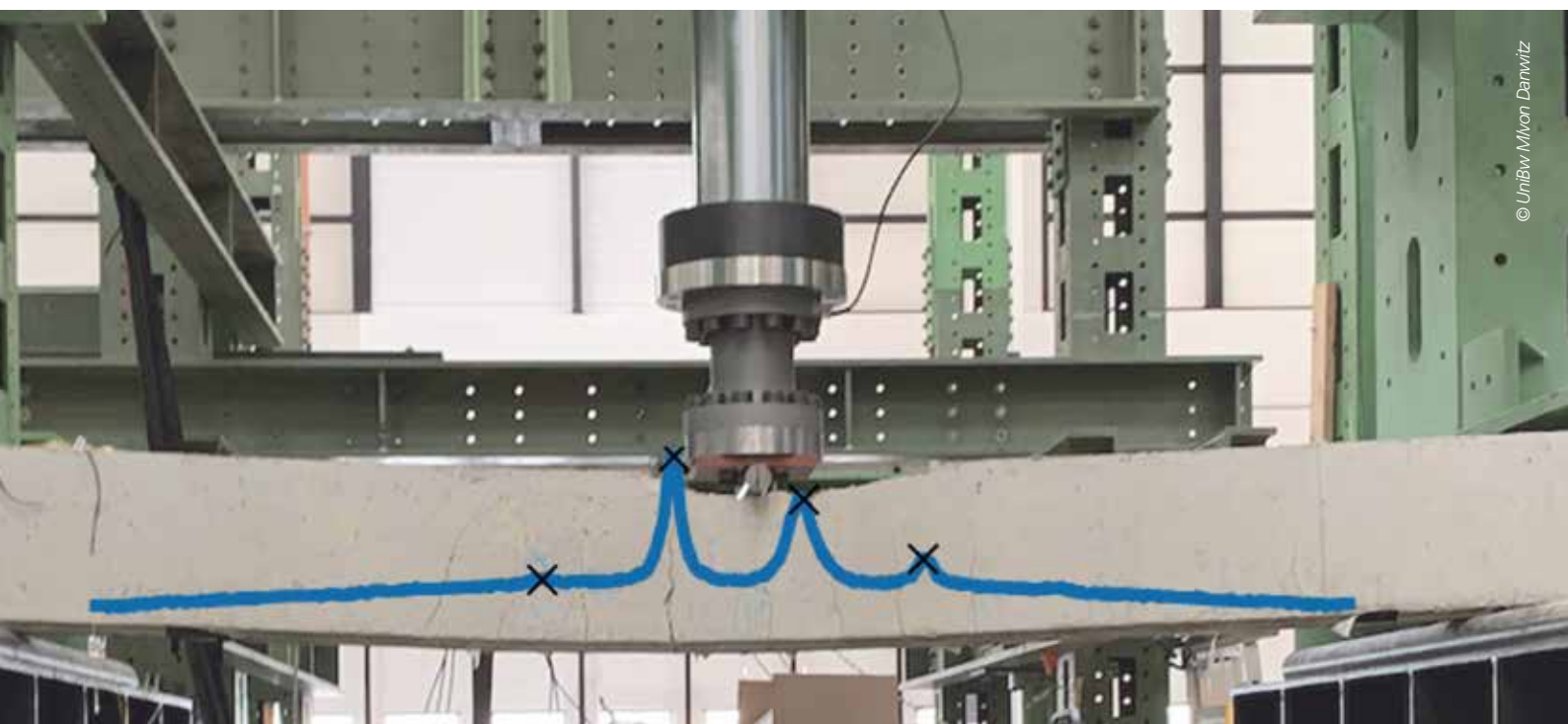
Mit dem interdisziplinären Forschungszentrum „RISK“ (Risiko, Infrastruktur, Sicherheit, Konflikt) blicken wir an der Universität der Bundeswehr München auf einen langjährig etablierten und deutschlandweit sichtbaren Forschungsschwerpunkt zurück. Darauf können wir bei „RISK.twin“ jetzt aufbauen. Besonders wichtig war dabei, dass wir eine unserer großen Stärken, nämlich die Bündelung von Kompetenzen aus den Sozial-, Natur- und Ingenieurwissenschaften in die Waagschale werfen. Ganz konkret gelang uns das durch die gezielte Integration von Nicht-Ingenieuren in das Vorhaben. Man könnte Kritische Infrastrukturen auch rein technisch-mathematisch betrachten, aber das wäre hier nicht zielführend, denn neben der technischen Nutzbarmachung unserer Forschung geht es gerade auch um das Entscheidungsunterstützungspotenzial für Betreiber und politische Akteure – und zwar sowohl im regulären Betrieb als auch im Krisenfall. Außerdem ist es unser Ziel, die technologischen Möglichkeiten der Digitalisierung endlich umfassend für den Schutz Kritischer Infrastrukturen zu nutzen. Hier besteht Nachholbedarf, denn viele der dafür notwendigen Bausteine haben in den letzten Jahren riesige Fortschritte gemacht: smarte Sensortechnologien, Modellbildung und Simulation und natürlich – in aller Munde – die Datenwissenschaften, insbesondere Teilbereiche des maschinellen Lernens. Ich war fasziniert, welche Fähigkeiten zu diesen Themen im Umfeld des Forschungszentrums „RISK“ bereits vorhanden sind und sehe es nun als meine Aufgabe an, diese zu integrieren.

Wie fällt nach etwas mehr als einem Jahr Projektlaufzeit Ihre Zwischenbilanz aus? Gibt es bereits erste Ergebnisse, die über reine Grundlagenforschung hinausreichen?

Die bisherigen 15 Monate waren sehr intensiv, denn wir wagen gewissermaßen einen „Forschungs-Spagat“. Zum einen müssen wir die wissenschaftlichen Grundlagen schaffen, die Spitzenforschung überhaupt erst ermöglichen. Dazu gehören mathematisch-methodische Arbeiten zum maschinellen Lernen genauso wie die Etablierung deutschlandweit einzigartiger Versuchseinrichtungen für ganz konkrete Kritische Infrastrukturen. Die Digitalen Zwillinge werden am Ende ja nur so gut einsetzbar sein, wie es ihre Rückkopplung mit Sensordaten, physikbasierten Modellen und Datenauswertungen erlaubt. Wir sind deshalb besonders stolz, dass sich reale und

Sie sprechen eine mögliche Nutzung der Forschungserkenntnisse des Projekts „RISK.twin“ im öffentlichen und privaten Bereich an. Welche Kooperationsmöglichkeiten sehen Sie speziell für die Bundeswehr?

Zunächst einmal gilt es hier festzustellen, dass das Forschungszentrum dtec.bw mit all seinen Projekten der akademischen Selbstverwaltung unterliegt und somit in der Forschung frei ist. Viele Vorhaben, auch „RISK.twin“, wurden daher als zivile Forschungsvorhaben konzipiert und vorbereitet. Allerdings bieten unsere natürliche Nähe zur Bundeswehr und das sichere Umfeld der beiden Universitäten natürlich ideale Voraussetzungen für Kooperationen mit Partnern im Geschäftsbereich BMVg. Bei „RISK.twin“ streben wir daher zukünftig aktiv eine Doppelverwendungsmöglichkeit (Dual



© UniBw MvN Danwitz

KRITIS-Versuchseinrichtungen ermöglichen eine gezielte Datenerfassung zu Schäden im Labormaßstab und darüber hinaus (z. B. Stahlbetonkomponenten). Mithilfe der Sensordaten werden Methoden aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz für die Risserkennung erprobt und zur Schadensvorhersage weiterentwickelt.

mit umfassender Sensorik ausgestattete Versuchseinrichtungen bereits in der Umsetzung auf dem Campus Neubiberg befinden. Zum Beispiel mehrere „Digitale Brücken“ der Kollegen aus dem Stahl- und Massivbau und eine hochmoderne Versuchskläranlage an der Professur für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik. Dass diese Reallabore bereits Ende 2022 funktionsfähig sein werden, hat uns viel Arbeit bereitet, aber zeigt eben auch, dass es geht, wenn der Wille da ist. Um zum eingangs erwähnten „Forschungs-Spagat“ zurückzukommen: Neben der Grundlagenforschung wollen wir uns ganz bewusst auch an der Praxistauglichkeit unserer Arbeiten messen lassen. Deshalb werden derzeit bereits weitreichende Kooperationen mit ausgewählten Partnern aus Forschung und Wissenschaft, Wirtschaft und hoffentlich bald auch Bundeswehr vereinbart.

Use) an. Es ist offensichtlich, dass gerade auch im militärischen Kontext Kritische Infrastrukturen existieren, die moderne und auf Methoden der Digitalisierung beruhende Schutzkonzepte benötigen. Neben den Liegenschaften der Bundeswehr gilt dies insbesondere auch für Fragestellungen im Einsatz – man denke hier exemplarisch an die Beurteilung der Tragfähigkeit unbekannter Brückenbauwerke in militärischen Einsatzgebieten. Nicht zuletzt sind in den letzten Jahren durch schmerzliche Erfahrungen zwei weitere Themen in das öffentliche Interesse gerückt: feindliche Cyberangriffe auf Kritische Infrastrukturen sowie Schäden durch Extremwetterereignisse. Auch hierfür werden im Rahmen von „RISK.twin“ Lösungen erarbeitet und in nutzerorientierte Handlungsempfehlungen überführt.

