

Von Schatten und Zwillingen

Die Universität der Bundeswehr München und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben einen Kooperationsvertrag über die gemeinsame Forschung und Entwicklung für den verbesserten Schutz Kritischer Infrastrukturen in Deutschland geschlossen. Ein zentrales Forschungsprojekt: Ein digitaler Zwilling für den Kritis-Schutz.



von Johannes Steger

veröffentlicht am 19.12.2022

Reisende, die vor Kurzem von Berlin ins Rheinland wollten, erfuhren für mehrere Wochen im November und Dezember auf nervenbelastende Art und Weise, was passiert, wenn wichtige Verkehrsknotenpunkte gestört werden.

Ende November war es bei **Leiferde** zu einem Unfall gekommen, als ein Güterzug an einem Signal gehalten hatte. Eine Mitarbeiterin der Deutschen Bahn soll die Strecke fälschlicherweise für einen weiteren Güterzug mit 25 mit Propangas gefüllten Kesselwagen freigegeben haben. Dieser kollidierte mit dem stehenden Zug, vier Waggons kippten auf die Seite, mindestens einer wurde so schwer beschädigt, dass Gas ausströmte. Der Lokführer wurde leicht verletzt, die Oberleitung massiv beschädigt – bis Mitte Dezember mussten sich Fahrgäste auf **längere Reisezeiten und Umleitungen auf der Strecke** einstellen. Zuvor ging die Bahn davon aus, dass die Strecke nur bis zum 27. November gesperrt bleiben sollte.

Der Fall ist nur ein Beispiel für die **empfindlichen Folgen eines Störfalls von Kritischer Infrastruktur**. Wie der „Spiegel“ berichtete, wurde die Deutsche Bahn vor einer Woche erneut Opfer von Saboteur:innen. Die Täter:innen sollen an einer Bahnstrecke in Essen-Dellwig in zwei Stellwerkgebäude eingebrochen sein und dort in mehreren Schaltkästen wichtige Kabel durchgeschnitten haben. Die Strecke soll daraufhin zunächst für den Zugverkehr gesperrt worden sein.

Einer, der sich mit der Sicherheit von Kritischer Infrastruktur beschäftigt, ist **Alexander Popp**, Leiter des Instituts für Mathematik und Computergestützte Simulation an der **Universität der Bundeswehr München**. Seit Mitte Oktober ist der Forscher zudem stellvertretender Institutsleiter am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (**DLR**) – am **DLR-Institut für den Schutz Terrestrischer Infrastrukturen** in Sankt Augustin. Denn Bundeswehr-Uni und DLR haben im Oktober einen Kooperationsvertrag über die gemeinsame Forschung und Entwicklung für den **verbesserten Schutz Kritischer Infrastrukturen** in Deutschland geschlossen. Die Wissenschaftler:innen sollen im Rahmen der Kooperation nun an neuen computergestützten Simulationsmethoden und **Technologien für Digitale Zwillinge** forschen.

Was bringt der Doppelgänger?

Der Digitale Zwilling – ein Konzept, das etwa in der Industrie zum Einsatz kommt, um Produktionsabläufe zu optimieren oder um Prozesse, Maßnahmen und Entwicklungen zunächst virtuell durchzuspielen. Die **Deutsche Bahn** und der Hersteller **Stadler** sowie das Unternehmen **Railwatch** haben zu Digitalen Zug-Zwillingen Pilotprojekte gestartet, in denen ein virtuelles Abbild von Zügen, die im Einsatz sind, künftig dabei helfen soll, Probleme rechtzeitig zu erkennen, sodass die Technik kaum noch plötzlich ausfallen kann (*Background berichtete (<https://background.tagesspiegel.de/mobilitaet/digitale-zwillinge-fuer-eine-zuverlaessigere-bahn>)*).

Im **Bundesamt für Kartografie und Geodäsie (BKG)** wird an einem Digitalen Zwilling für die gesamte Bundesrepublik gearbeitet. Nach dem

Vorbild der Industrie soll damit eine durchgängige Digitalisierung für alle Entscheidungen, die auf einem Geobezug beruhen, erreicht werden, erklärte BKG-Chef **Paul Becker** kürzlich *in einem Interview mit Tagesspiegel Background Digitalisierung* (<https://background.tagesspiegel.de/digitalisierung/ein-digitaler-zwilling-fuer-deutschland>): „Wir wollen auch Ereignisse simulieren, die wir nicht einfach herbeiführen können oder wollen – so wie etwa Überschwemmungen bei Starkregen oder einen Waldbrand. Auf Basis dieser Simulationen können dann politische Entscheidungen getroffen werden. Unser Ziel ist die Prävention, wir wollen vor die Welle kommen.“

Was ist Schatten, was Zwilling?

Forscher Popp plädiert bei der Begrifflichkeit zunächst für **semantische Klarheit**: „Der Digitale Zwilling ist in den vergangenen Jahren zu einem Schlagwort geworden, bei dem viel durcheinandergerät. Denn meist ist hier eine Repräsentation eines realen Systems in einem virtuellen Abbild gemeint, das ist aber kein Zwilling, sondern eher ein digitaler Schatten.“ Der kleine, aber wichtige Unterschied läge in der **Vernetzung**, so Popp: „Ein zentrales Merkmal des Zwillings ist die Kopplung zwischen dem realen System und dem virtuellen Abbild. Das virtuelle Abbild wird aus dem realen System gespeist – etwa mit Mess- und Echtzeitdaten.“

Erst dann könne die **Dynamik des Systems einer Kritischen Infrastruktur** abgebildet werden, erklärt der Forscher: „Letztendlich geht es darum, eine virtuelle Repräsentation der wichtigsten Eigenschaften eines realen Systems zu schaffen und so Anomalitäten und Unregelmäßigkeiten rechtzeitig erkennen zu können.“ Popp verweist hier auf das Beispiel einer wichtigen Autobahnbrücke, die mittels Sensoren überwacht werden und dann im Ernstfall Verkehrsströme umleiten kann: „Der Digitale Zwilling muss dann aber auch in der Lage sein, auf das reale System Einfluss nehmen zu können – es geht also nicht primär um eine Abbildung, sondern eine bidirektionale Verbindung zwischen Realität und dem digitalen Raum.“ Für die **Forschungskooperation** mit dem DLR spiele daher vor allem das **interdisziplinäre Projekt „RISK.twin“** eine entscheidende Rolle, das sich mit genau diesen Handlungsfeldern beschäftigt, so Popp.

Die Bundeswehr-Uni und das DLR würden unter anderem Simulationsmodelle mit reduzierter Komplexität für Kritische Infrastrukturen entwickeln und in das Konzept des Digitalen Zwillings integrieren. Dadurch solle eine **verbesserte Vorhersage bei der Analyse von Risikoszenarien** und bei der **Resilienzbewertung Kritischer Infrastrukturen** ermöglicht werden, erklärt Forscher Popp: „Wir wollen hier langfristig ein entsprechendes Angebot für privatwirtschaftliche KRITIS-Betreiber schaffen und sind gemeinsam mit dem DLR bereits im Austausch etwa mit Netzbetreibern oder kommunalen Trägern zum Beispiel von Kläranlagen.“

Auch **Kooperationspartner** wie die **Autobahn GmbH des Bundes** sind bereits mit dabei, sagt Popp: „Wir wollen Werkzeuge zur Verfügung stellen, die Kritische Infrastruktur in Echtzeit überwachen, aber auch noch einen Stritt weitergehen und **Predictive Maintenance** anbieten.“ Unter diesem Begriff versteht man die Vorhersage von Abnutzungserscheinungen oder Reparaturbedarfen: „Nur wenn sowohl Detektion als auch Vorausschau abgedeckt sind, kann ganzheitliche Resilienz für Infrastruktur entstehen“, ist der Forscher überzeugt. Auch Einsatzszenarien der Zwillinge für das **virtuelle Training von Einsatzkräften** wie Feuerwehren seien denkbar.

Welche Disziplinen gemeinsam wirken

Mit der Kooperation verbinden sich nun auch zwei Disziplinen: Von Seiten der Universität werde eine umfassende **Forschungslandschaft in der Sicherheitsforschung** mit in die Kooperation eingebracht, hieß es zur Verkündung der Zusammenarbeit zwischen DLR und Bundeswehr-Uni. Hierzu zählten allen voran das **Forschungszentrum RISK** – Risiko, Infrastruktur, Sicherheit, Konflikt, aber auch das Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung der Bundeswehr (**dtec.bw**).

Das DLR habe herausragende Kompetenzen im Bereich der **Sensor-Technologien und Detektionssysteme** sowie der Datenerfassung und -nutzung, sagt Popp: „Auf unserer Seite haben wir einen starken Fokus auf die Sicherheit von Kritischer Infrastruktur aus physikalischer Betrachtung heraus, in dem wir beispielsweise den baulichen Schutz von

Gebäuden simulieren.“ Bislang würden physikbasierte Simulationsverfahren und datenbasierte Ansätze allerdings oft als Gegensätze angesehen, so Popp: „Mit der Kooperation nehmen wir nun aber die Vorzüge beider Methoden ins Visier und können etwa Berechnungen aus parametrischen Simulationsmodellen mit direkten Sensordaten und Expertenwissen abgleichen und auswerten.“

Dabei ist der **Aspekt der Cybersicherheit** eines der zentralen Themen – und das in vielerlei Hinsicht: „Wir erleben zum einen, wie Kritische Infrastrukturen auch gegen diesen Zugriff geschützt werden müssen. Der RISK.Twin könnte hier etwa dabei helfen, Unregelmäßigkeiten zu erkennen.“ Cyberkriminalität oder entsprechende Sabotage sei jedoch nur eine von vielen Gefahrenquellen, so Popp: „Und entsprechend müssen auch unsere Systeme geschützt werden – zum Beispiel im Bereich der Sensoren, sodass hier keine Daten manipuliert werden können.“ Hier zeige sich zudem eine der **Stärken der Forschungskooperation**, ist Popp überzeugt: „Durch unsere Anbindung in die Uni und das DLR können wir hier auch auf Kompetenzen zurückgreifen, die das Thema Cybersicherheit adressieren.“

Wenn der Zwilling digitale Realität wird

Ein konkretes Projekt für einen Risiko-Zwilling entsteht gerade im **oberbayerischen Schwindegg** – bei der konkreten Brücke verwirkliche man die erste digitale Brücke Europas ab Verkehrsfreigabe, erläutert **Thomas Braml**, Professor für Massivbau an der Bundeswehr Universität München: „Ab der ersten LKW-Überfahrt messen wir am Bauwerk Dehnungen, Verformungen, Beschleunigungen, Temperaturen und so weiter mit insgesamt 150 Sensoren.“ Die **Messdaten** gingen dabei in Echtzeit permanent in das virtuelle Modell ein, erläutert Braml. Bei Massivbrücken könne man derzeit nicht in das „Innere“ der Brücke, also des Querschnittes, sehen.

Zustandsveränderungen würden dann erst sichtbar, wenn bereits Schäden entstanden sind, so Braml: „Das Entstehen der Schäden wollen wir durch den **Predictive-Maintenance-Ansatz** verhindern und bereits Maßnahmen einleiten, bevor ein Schaden entsteht.“ Der Projektträger ist

das **Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung der Bundeswehr**, Kooperationspartner sind das **Landratsamt Mühldorf am Inn** sowie das **Unternehmen Net App**.

Das Ziel sei die Erforschung einer **optimalen Ausstattung von Brücken** mit Sensoren für die Umsetzung eines **intelligenten Lebenszyklusmanagements**, erläutert Braml: „Folgende Fragestellungen sollen beantwortet werden: Welche Daten sind für ein Lebenszyklusmanagement von Brücken entscheidend? Wie oft greifen wir die Daten ab? In welchem Format benötigen wir die Daten für die Weiterverarbeitung? Wo entsteht das virtuelle Abbild der Brücke? Ist eine Standardisierung möglich? Wie langlebig sind Sensoren? Wie stellen wir die Austauschbarkeit von Sensoren sicher?“

Dabei beteiligt sich Braml auch bei dem Programm „**TwinBy**“ des **Bayerischen Staatsministeriums für Digitales**. Mit dem Projekt unterstützt das Ministerium bayerische Kommunen dabei, mit Hilfe eigener Daten und digitaler Modelle von Objekten und Prozessen Digitale Zwillinge zu entwickeln. Das soll in Zukunft Planungen und Projekte schneller, besser und kostengünstiger machen. Mit dem Projekt möchte das Digitalministerium einen landesweiten Standard für den Auf- und Ausbau Digitaler Zwillinge etablieren. Braml sieht Potenzial: „Wir stehen hier in Kontakt und sind gerade in der Antragsphase mit einer Kommune.“

Im Rahmen des Projekts erhalten die bayerischen Gemeinden, Städte und Landkreise **Zugang zu Qualifizierungsmaßnahmen und Software** sowie finanzielle Mittel von bis zu 50.000 Euro für einzelne Kommunen und bis zu 75.000 Euro für ortsübergreifende Projekte. Die Bewerbungsphase für interessierte Kommunen lief bis November. Bis April 2024 sollen die Kommunen dann zusammen mit ausgewählten Dienstleistern ihren Digitalen Zwilling erarbeiten.