

Resilienz kritischer Verkehrsinfrastrukturen am Beispiel der Wasserstraßen

PREVIEW

1 Aufgabenstellung und Ziel

Bisherige Instandhaltungsstrategien für Infrastrukturbauwerke fokussieren in der Regel auf den Bauwerkszustand – erst nach dem Auftreten von Schäden werden die Bauwerke instandgesetzt. Aufgrund des großen Investitionsstaus im Bereich der Infrastruktur, des hohen Bauwerksalters und zunehmender Gefährdungsszenarien in Form von extremen Naturereignissen wie Starkregenereignissen, daraus resultierender Hochwasser, Trockenheiten etc. ist zukünftig eine risikobasierte Priorisierung von Instandhaltungsmaßnahmen notwendig. Für eine risikobasierte Instandhaltungsstrategie müssen die Versagenswahrscheinlichkeit und die Versagensfolgen berücksichtigt werden.

2 Bedeutung für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Im Rahmen des Projekts werden für real existierende Bedrohungsszenarien Lösungen erarbeitet, die sowohl die Sicherheit der Bevölkerung als auch der ansässigen Industrie nachhaltig verbessern werden. Die konsequente Einbindung relevanter Unternehmen und Behörden in das Projekt gewährleistet die Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Praxis und untermauert die Anwendungsrelevanz der erarbeiteten Lösungen.

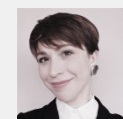
Die BAW ermöglicht aufgrund ihrer fachlichen Expertise und Erfahrungen wissenschaftliche und gleichwohl anwendungsorientierte Forschung auf internationalem Niveau. Sie kann damit einen Beitrag leisten, den Stand der Wissenschaft wie auch den Forschungsstandort Deutschland weiterzuentwickeln.

Der WSV werden Werkzeuge für eine risikoorientierte Instandhaltungsstrategie an die Hand gegeben, sodass Investitionsmaßnahmen bedarfsgerecht priorisiert werden können.

Auftragsnummer:

B3951.04.04.70006

Auftragsleitung:



Dr. Francesca Marsili
francesca.marsili@baw.de

Laufzeit:

2018 bis 2021

3 Untersuchungsmethoden

Das Forschungsprojekt ist interdisziplinär ausgerichtet und erfordert den Einsatz verschiedener Methoden und Daten. Das zugrunde gelegte Konzept des Risikos besteht aus drei verschiedenen Elementen: der Definition eines Ausfallszenarios, der Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit und der Abschätzung des Ausmaßes der Ausfallsfolgen.

Um das Ausfallszenario und das Ausmaß der Folgen zu definieren, werden die in Datenbanken sowie Softwaretools wie DVtU, WADABA, WSVPruf, Zustandsprognose, Elwis und TRAVIS erfassten Daten verwendet. Für die Extraktion relevanter Informationen werden die Daten mit verschiedenen Techniken analysiert. Beispiele sind Ansätze aus der Statistik, Clustering-Methoden oder Ähnlichkeitsanalysen. Zudem kommen GIS-basierte Methoden zum Einsatz, die die Visualisierung der Informationen und die Identifizierung besonderer Umstände, unter denen noch nicht erkannte Ausfallszenarien eintreten können, unterstützen. Zudem werden Auswirkungen auf den Verkehr – sowohl auf lokaler als auch auf Netz-Ebene – berücksichtigt. Um Netzwerk-Performance-Messungen zu entwickeln, werden Ansätze aus der Warteschlangentheorie herangezogen (Marsili et al. 2018), wodurch zeitaufwändige Simulationen vermieden werden können.

Für die Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit bzw. die Beurteilung der Lebensdauer werden stochastische Prozesse wie Gamma-Prozesse betrachtet. Dafür werden Parameter definiert, die Expertenwissen und das Ergebnis aktueller Inspektionen nach dem Bayes-Satz kombinieren. Auf diese Weise werden individuelle Prognosen für jedes Element des Infrastruktursystems oder für Gruppen ähnlicher Elemente entwickelt. Auch Überlegungen zur Robustheit des zu untersuchenden Elements werden in den Ansatz einbezogen. Dies erfolgt insbesondere im Hinblick auf die Definition von tolerierbaren Grenzschäden.

Die oben genannte Analyse ermöglicht es, eine risikobasierte Priorisierung der Instandhaltungsmaßnahmen zu entwickeln (Marsili et al. 2019). Da das Risiko aus der Vernachlässigung der Instandhaltung von mehreren Faktoren abhängt, wird ein aggregiertes Risikomaß entwickelt, das mehrere Indikatoren mit verschiedenen Einheiten berücksichtigt. Dafür werden Multi Criteria Decision Methods wie z. B. das Weighted Sum Model, Promethee oder der Analytical Hierarchy Process verwendet.

Außerdem wird die Resilienz als Eigenschaft des Netzwerks berücksichtigt. Die Resilienz entspricht der Fähigkeit des Netzwerks, sich nach einem Systemausfall anzupassen und den ursprünglichen Zustand mit einer gezielten Auswahl der Reparaturmaßnahmen wieder herzustellen.

4 Ergebnisse

Die Ergebnisse werden in Form einer Risk Map visualisiert und in einem Leitfaden für potentielle Nutzer anwenderbezogen dokumentiert. Die Risk Map veranschaulicht das aus Versagenswahrscheinlichkeit und Versagensfolgen gebildete Risiko im Bereich des Westdeutschen Kanalnetzes. Die Entwicklung erfolgt unter Beteiligung aller Kooperationspartner, wobei die im Bereich dieses Teilvorhabens ermittelten Versagensfolgen um die Folgen für die Bevölkerung und die Verkehrsfunktion ergänzt werden.

Der Leitfaden formuliert für potentielle Anwender die generische Vorgehensweise für eine risikobasierte Instandhaltungsstrategie, wie sie am Beispiel des Westdeutschen Kanalnetzes entwickelt wurde.

PREVIEW ist ein Verbundprojekt der BAW mit der Hochschule Karlsruhe, dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) sowie antwortING und 4Flow. Weitere Informationen über das Projekt bzw. die Verbundpartner sind auf der Internetseite des Projekts (www.preview-projekt.de) verfügbar.

Das Projekt ist im Bereich der zivilen Sicherheitsforschung angesiedelt. Informationen zum Forschungsprogramm, zu aktuellen Bekanntmachungen, Veranstaltungen sowie anderen Forschungsprojekten mit ähnlichem Kontext sind auf der Internetseite des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zur zivilen Sicherheitsforschung (www.sifo.de) zu finden.

Literatur:

Marsili, F.; Bödefeld, J.; Daduna, H.; Croce, P. (2019): Risk-based prioritization of urgent maintenance interventions on waterways infrastructures, ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Civil Engineering Systems Part B: Mechanical Engineering (under review).

Marsili, F.; Bödefeld, J.; Daduna, H.; Croce, P. (2018): Applying Queuing Theory for Managing Waterways Systems subject to Service Interruptions, In: Beton- und Stahlbetonbau 113 (S2), S. 129, DOI: 10.1002/best.201800059.