

DiTwin

Integrierte Erfassung, innovative Prognose und intuitive Abbildung des Zustands von Straßen in einem Digitalen Zwilling

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Mobilitätssystem, Mobilität 2023: DACH Verkehrsinfrastruktur	Status	laufend
Projektstart	01.10.2023	Projektende	30.09.2026
Zeitraum	2023 - 2026	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Zustandserfassung; Digitaler Zwilling; Zustandsprognose; Erhaltungsmanagement		

Projektbeschreibung

Im gegenständlichen Forschungsprojekt sollen innovative Ansätze entwickelt werden, um den Zustand eines bestehenden Straßenabschnitts (Reallabor) unter Einbindung von Material- und Zustandsdaten zu erfassen. Die generierten Daten sollen dabei unter Anwendung des Konzepts eines Digitalen Zwillings des Reallabors automatisiert analysiert werden um darauf aufbauend optimierte Prognoseansätze über den Straßenzustand zu entwickeln, mit dem Ziel, eine effizientere Nutzung der Ressourcen im Straßen- bzw. Asset-Management zu ermöglichen.

Die Material- bzw. Zustandsdaten des Reallabors sollen dabei mittels stationär verbauter Sensorik bzw. Weigh-in-Motion-Stationen erfasst werden. Dabei wird sowohl auf Daten aus bestehenden Sensoren zurückgegriffen, als auch neue Sensorik zur Erfassung des strukturellen Zustands verbaut. Ergänzend sind u.a. Tragfähigkeitsmessungen mit dem Fallgewichtsdeflektometer sowie GVO-basierte Laborversuche an Bohrkernen vorgesehen, die aus dem Reallabor entnommen werden.

Die Digitalisierung des Reallabors in einem Digitalen Zwilling soll u.a. durch Anwendung 3D-photogrammetrischer Verfahren erfolgen. Für den Datenaustausch bzw. die Kommunikation zwischen den Sensor- bzw. Messeinheiten des Reallabors und dem Digitalen Zwilling ist ein entsprechendes Daten- bzw. Systemdesign auf Basis anwendungsspezifischer Anforderungen vorgesehen. Die Datenbank zur Speicherung und Verwaltung unterschiedlicher Straßengraphen und die Möglichkeit, alle Sensor- bzw. Messdaten darauf zu referenzieren, stellt das zentrale Element eines Digitalen Zwillings im Bereich des Straßenoberbaus dar. Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen aufbauend auf bestehenden Datenbanksystemen maßgeschneiderte Datenhaltungslösungen sowie angepasste Dateneinbringungs- sowie Datenabfrageverfahren entworfen und umgesetzt werden. Dabei soll das Ziel einer Skalierbarkeit für den DACH-Raum berücksichtigt werden. Für die Visualisierung des Digitalen Zwillings inkl. der Sensordaten und der ermittelten Ergebnisse werden die Vor- u. Nachteile von 2,5D-, 3D- und Dashboard-Ansichten analysiert, aufgezeigt und die geeignetste Visualisierungstechnik in Abstimmung mit den Auftraggebern ausgewählt.

Um die Bedeutung und Potenziale eines digitalen Zwillings für das Asset- und Pavement-Management der Autobahnbetreiber im DACH-Raum zu erfassen, sollen eine systematische Recherche, die Analyse mathematischer Modelle sowie statistische Auswertungen durchgeführt werden. Dabei soll eine Aufbereitung bestehender Modelle und ein Vergleich mit neueren Entwicklungen erfolgen, um die Modelle für den Einsatz im Reallabor vorzubereiten. Aufbauend auf der entwickelten Daten-

bzw. Systemstruktur sollen mittels statistischer Analysen erweiterte Zustandsmodelle für relevante Schadensmerkmale des Straßenoberbaus aus den erfassten Reallabordaten abgeleitet und ihr Informationsgewinn bewertet werden. Mittels Simulationen sollen die Auswirkungen optimierter Maßnahmenplanung auf Maßnahmen-Timing und Lebenszykluskosten dargestellt werden. In einem weiteren Schritt soll eine Untersuchung der Skalierung der Ergebnisse auf die Netzebene und die Übertragbarkeit der entwickelten Ansätze auf das hochrangige Straßennetz im DACH-Raum untersucht werden. Als wichtigen Schritt bei der Realisierung der Klimaziele auf Autobahnen und Schnellstraßen im DACH-Raum sollen Potenziale zur Reduzierung von Nutzerkosten und Emissionen bei der Materialwahl im Rahmen der Maßnahmenoptimierung aufgezeigt werden.

Abstract

In this research project, innovative approaches will be developed to monitor the condition of an existing road section (real laboratory) by integrating material and condition monitoring data. The generated data will be analyzed automatically using the concept of a digital twin of the real laboratory to develop optimized prediction approaches for the road condition, with the goal of enabling a more efficient use of resources in road and asset management.

The material and condition monitoring data of the existing real laboratory will be collected by existing stationary sensors or Weigh-in-Motion stations, as well as new sensors to determine the structural state of the pavement. In addition, performance-based laboratory tests on drilling cores taken from the real laboratory and load-bearing capacity measurements with the Falling Weight deflectometer are planned.

The digitalization of the real laboratory in a digital twin is done by using 3D photogrammetric methods. A corresponding data and system design based on application-specific requirements is planned for the data exchange and communication between the sensor and measurement units of the real laboratory and the digital twin. The database for storing and managing different road graphs and the possibility of referencing all sensor or measurement data to it represents the central element of a digital twin in the field of road pavements. Within the framework of this research project, customized data storage solutions and adapted data input and data request procedures are to be designed and implemented based on existing database systems. The goal of scalability for the DACH region will be considered. The advantages and disadvantages of 2.5D, 3D and dashboard views will be analyzed and demonstrated for the visualization of the digital twin, including the sensor data and the results obtained, and the most suitable framework will be selected in consultation with the project stakeholders.

To assess the importance and potential of a digital twin for the asset and pavement management of highway operators in the DACH region, systematic research, the analysis of mathematical models and statistical evaluations will be done. Existing models will be processed and compared with more recent developments to prepare the models for use in the real laboratory. Based on the developed data and system structure, extended condition models for relevant damage characteristics of the road surface will be derived from the collected real-lab data by using statistical analyses to assess their information gain. Simulations will be used to describe the effects of optimized measure planning on measure timing and life cycle costs. In a further step, an investigation of the scaling of the results to the system level and the transferability of the developed approaches to the high-ranking road network in the DACH region will be examined. As an important step in the realization of the climate goals on highways and motorways in the DACH region, potentials for the reduction of user costs and emissions in the choice of materials within the framework of the optimization of measures will be identified.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Verkehrswissenschaften

Projektpartner

- Hoffmann Consult e.U.
- RISC Software GmbH