

# NINA

Nachhaltigkeitsoptimierte Infrastruktur

|                                 |                                                                       |                        |            |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | MW 24/26, Mobilitätssystem, Mobilitätswende 2024/2 - Mobilitätssystem | <b>Status</b>          | laufend    |
| <b>Projektstart</b>             | 01.06.2025                                                            | <b>Projektende</b>     | 31.05.2028 |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2025 - 2028                                                           | <b>Projektlaufzeit</b> | 36 Monate  |
| <b>Keywords</b>                 | Spanndrahtbruch; Faseroptik; Lastmodell; Recyclingbeton; Ökobilanz    |                        |            |

## Projektbeschreibung

### Motivation

Österreich hat aufgrund seiner Topografie eine hohe Anzahl von Brückenobjekten. Ihr zunehmendes Alter sowie die Verkehrszunahme fordern innovative Ansätze zur Zustandserfassung, Erhaltung, Bewertung und Ertüchtigung. Es sind vorwiegend die Spannbetontragwerke, die Handlung bedürfen. Da sich korrosionsanfällige Spannglieder meistens im Inneren der Bauteile befinden, sind sie visuell nicht inspizierbar. In den nächsten 20 Jahren erreicht eine hohe Anzahl von Brücken ihre übliche Lebensdauer und es wird notwendig, diese Brücken deutlich länger in Betrieb zu halten. Dadurch erhöht sich die Anzahl der zu ertragenden Schwingspiele. Objektive Zustandserfassung und Bewertung wird unerlässlich, um die Zuverlässigkeit der Tragwerke sicherzustellen und eine Prognose der Restlebensdauer bereitzustellen. Hier könnte auch die Bestimmung der ortsspezifischen Belastung von Brücken – abhängig von lokalen Verkehrseigenschaften und Wetterbedingungen – Abhilfe schaffen.

Im Sinne der Nachhaltigkeit ist die Anwendung von Recyclingbetonen im Brückenneubau unverzichtbar. Derzeit sind sie jedoch aufgrund fehlender Untersuchungen zur Ermüdung nicht zugelassen. Zudem sollte die Ökobilanzierung von Maßnahmen bei neuen Entwicklungen Berücksichtigung finden.

### Ziele und Innovationsgehalt

Das Ziel, Brücken länger in Betrieb zu halten, lässt sich in drei Bereiche gliedern:

Erfassung von Schädigungsprozessen:

- Weiterentwicklung der Schallemissionsanalyse, sowie Entwicklung neuer Messmethoden zur Detektion von Spanndrahtbrüchen bei Spannbetonbrücken durch Kombination mehrerer faseroptischer Messverfahren
- Entwicklung von einem neuen Riss-vor-Bruchkriterium und einem Drahtbruchlückenbreitenmodell, welche mit aktuellen Sicherheitskonzepten kompatibel sind
- Erweiterung der Datenbasis zum Ermüdungsverhalten vom Recyclingbeton

Zuverlässigkeits- und Lebensdauerbewertung von Brücken:

- Verfahren zur Ableitung verkehrsdatenbasierter ortsspezifischer Brückenverkehrslasten mit reduzierter Streuung

- Methode zur Bestimmung ortsspezifischer Temperaturlasten auf Brücken, die lokales Wetter und Klimaprognosen berücksichtigen
- Quantifizierung der Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Brücken unter Einbezug von Messdaten und ortsspezifischen Lastmodellen
- Erweiterung des kritischen Biegeschubriss-Modells um die Beschreibung des Ermüdungstragverhalten von Spannbetonbrücken mit geringer Querkraftbewehrung

Bewertung der Nachhaltigkeitsauswirkungen:

- Analyse der Auswirkung von verkehrlichen Maßnahmen auf das Global Warming Potential (GWP)
- Quantifizierung der GWP-Reduktion durch den Einsatz vom Recyclingbeton und klinkerreduzierten Zementen bei Neubau und Verstärkung von Brücken

Angestrebte Ergebnisse

- Zuverlässige innovative Messverfahren zur Detektion von Spanndrahtbrüchen mit höherer Detektierbarkeit von Drahtbrüchen, so dass plötzliches Versagen von überwachten Brücken ausgeschlossen werden kann
- In Richtlinien übertragbare Tragwerksbewertung auf Basis der Spanndrahtbruchmessungen
- Genauere, ortsspezifische und zukunftsichere Brückenbelastungsmodelle und ihre Integration in die Tragwerksbewertung
- Verknüpfung der gemessenen Daten mit statischer Berechnung innerhalb eines digitalen Zwillings und daraus in Echtzeit abgeleitete Alarm- und Warnwerte
- Bewertung des Mehrwerts der Lebensdauererlängerung von Brücken durch Spanndrahtbruchmonitoring und neuartige Bewertungskonzepte mittels Ökobilanzierung

## **Abstract**

Motivation

Due to its topography, Austria has a large number of bridge structures. Their advancing age and the increase of traffic demand innovative solutions for monitoring, maintenance, verification and strengthening. It is mainly the prestressed concrete structures that require some measures. Since corrosion-prone prestressing tendons are usually located inside the cross-section, they cannot be inspected visually. Reliable and practical methods for monitoring of their condition are therefore needed.

Within the next 20 years, a large number of bridges will reach the end of their usual lifespan, and it will become necessary to keep these bridges in operation for a significantly longer period. This increases the number of stress cycles that need to be endured. Objective condition assessment and evaluation will become essential to ensure the reliability of the structures and to provide a prognosis of the remaining service life. The site-specific loading of bridges – depending on local traffic and weather conditions – could also help here.

In the interests of sustainability, the use of recycled concrete in bridge construction is indispensable. However, they are currently not approved due to fatigue issues. In addition, the sustainability assessment of measures should be taken into account in new developments.

Goals and innovation

The goal of keeping bridges in operation for a longer period will be achieved through innovations in three areas:

Identification of damage progress:

- Enhancement of acoustic emission analysis, as well as development of new measurement methods for detecting prestress wire breaks by combining several fibre-optic measurement methods
- Development of a new crack-before-break criterion and a wire-break-gap-width model that are compatible with current safety concepts
- Expansion of the database on the fatigue behavior of recycled concrete

Reliability and service life assessment of bridges:

- Method for deriving traffic-data-based, location-specific bridge traffic loads with reduced uncertainty
- Method for determining location-specific temperature loads for bridges, which takes local weather and climate forecasts into account
- Quantification of the reliability and lifespan of bridges using measurement data and location-specific load models
- Extension of the critical flexural shear crack model to include the description of the fatigue behavior of prestressed concrete bridges with low shear force reinforcement

Assessment of impacts to sustainability:

- Analysis of the impact of traffic measures on the Global Warming Potential of bridge maintenance management
- Quantification of the GWP reduction through the use of recycled concrete in the construction and strengthening of bridges

Planned results

- Reliable innovative measurement methods for the detection of prestress-wire breaks with higher detectability of wire breaks, so that sudden failure of monitored bridges can be excluded
- Structural assessment based on wire-break measurements that is transferable to guidelines
- More accurate, location-specific and future-proof bridge load models and their integration into structural assessment
- Linking the measured data with static calculations within a digital twin and deriving alarm and warning values in real time
- Evaluating the impact of extending the service life of bridges through prestress-wire break monitoring and through novel assessment concepts, on the Global Warming Potential

## **Projektkoordinator**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

## **Projektpartner**

- ACI Monitoring GmbH
- Bilfinger Nuclear & Energy Transition GmbH
- Burtcher Consulting GmbH
- PORR Bau GmbH
- Technische Universität Graz Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme
- Technische Universität Wien Institut für Tragkonstruktionen