

BRACE

Bridge Resilience Assessment for Climate Extremes

Programm / Ausschreibung	FinV 24/26, Themenübergreifend 24/26, COMMON POT Digitaler Zwilling Österreich 2025	Status	laufend
Projektstart	01.10.2026	Projektende	31.03.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	18 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 274.905		
Keywords	Infrastructure resilience, Climate change adaptation, InSAR monitoring, Machine Learning/AI, Infrastructure asset management		

Projektbeschreibung

Das Projekt BRACE (Bridge Resilience Assessment for Climate Extremes) zielt darauf ab, eine skalierbare, automatisierte und auf Erdbeobachtungsdaten (EO) basierende Methodik zur Bewertung der klimabedingten Kritikalität von Brücken in Österreich zu entwickeln und als operatives Online-Tool in der GTIF-Umgebung zu implementieren.

Brücken sind zentrale Elemente der Verkehrsinfrastruktur und zunehmend von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen, darunter steigende Temperaturen, veränderte Temperaturzyklen sowie häufigere Extremereignisse wie Hochwasser. Bestehende Bewertungsansätze basieren überwiegend auf Inspektionen, vereinfachten Modellen und lokaler Messtechnik. Diese Ansätze sind jedoch nur begrenzt skalierbar und nutzen das Potenzial moderner EO-Daten nicht vollständig aus.

BRACE adressiert diese Lücke durch die Kombination satellitengestützter InSAR-Deformationszeitreihen mit Brückendaten, Wetterdaten, Wasserständen von Flüssen und Klimaprojektionen. Auf dieser Basis wird das zu erwartende thermomechanische Verhalten von Brücken unter realen Umweltbedingungen rekonstruiert und mit den beobachteten Verformungen verglichen. Dadurch können mittels Machine Learning und KI-basierter Klassifikation Auffälligkeiten identifiziert werden, etwa infolge blockierter Lager, ungewöhnliche Verformungsmuster (etwa aufgrund interner, unsichtbarer Schäden) oder Setzungsprozesse.

Eine zentrale Innovation besteht in der großskaligen, physikalisch fundierten Quantifizierung tatsächlich auftretender temperaturinduzierter Brückenverformungen. Dadurch wird erstmals eine systematische Bewertung realer Längenausdehnungen und Lagerbewegungen über gesamte Brückenportfolios hinweg möglich. Dies schafft die Grundlage, um zu beurteilen, ob bestehende Bauwerke innerhalb ihrer Auslegungsgrenzen betrieben werden und wie sich der Klimawandel künftig auf ihr Verhalten auswirken könnte. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Brückentypen, bei denen temperaturbedingte Dehnungen besonders kritisch sind, wie integrale Brücken sowie Eisenbahnbrücken (aufgrund der Gleis-Tragwerks-Interaktion).

Die Methodik integriert verschiedene Datenquellen, darunter InSAR, Wetterdaten, hochaufgelöste Klimaszenarien (z. B. DestinE), Hochwasserdaten sowie Brückeninventare. Dabei werden verschiedene Brückentypen, Temperatureffekte und

Verformungskomponenten separat betrachtet, um eine fundierte ingenieurmäßige Interpretation zu gewährleisten. Zusätzlich werden hochwasserbedingte Einflüsse analysiert, indem Wasserstände und Abflussmengen von Flüssen mit vertikalen Verschiebungen der Brücken korreliert werden, um potenzielle Kolk- oder Setzungsprozesse zu erkennen. Das Projekt liefert zwei zentrale Funktionalitäten: (i) ein netzweites Screening mittels Ampelsystem (grün/gelb/rot) zur Identifikation kritischer Brücken sowie (ii) ein vertiefendes Analysemodul für detaillierte, objektspezifische Bewertungen und die Untersuchung von Anpassungsmaßnahmen. Das System ist auf Automatisierung, Skalierbarkeit und regelmäßige Aktualisierung ausgelegt und ermöglicht damit eine österreichweite Anwendung. BRACE leistet einen Beitrag zur Klimaanpassung, zu einer nachhaltigen Infrastrukturbewirtschaftung und zur digitalen Transformation, indem es datenbasierte Entscheidungsprozesse unterstützt, Instandhaltungsstrategien optimiert und die Resilienz sowie Zuverlässigkeit von Verkehrsnetzen verbessert.

Abstract

The BRACE (Bridge Resilience Assessment for Climate Extremes) project aims to develop a scalable, automated and Earth Observation (EO)-based methodology to assess the climate-related criticality of bridges across Austria and to implement it as an operational online tool within the GTIF environment.

Bridges are key components of transport infrastructure and are increasingly affected by climate change, including rising temperatures, altered thermal cycles and more frequent extreme events such as floods. Existing assessment approaches rely largely on inspections, simplified models and local monitoring, which are not scalable to large bridge networks and do not fully exploit modern EO data.

BRACE addresses this gap by combining satellite-based InSAR deformation time series with bridge data, meteorological data, river water levels and climate projections. The project reconstructs the expected thermo-mechanical behaviour of bridges under real environmental conditions and compares it with observed deformations. This enables the identification of anomalous behaviour, such as restrained bearings, abnormal deformation patterns or settlement processes, using machine learning and AI-based classification.

A key innovation is the large-scale, physics-informed quantification of actual temperature-induced bridge deformations. This allows, for the first time, a systematic assessment of real expansion demands and bearing movements across bridge portfolios, providing a basis to evaluate whether existing structures operate within their design limits and how climate change may affect future performance. Particular attention is given to bridge types for which temperature-induced deformations are especially critical, such as integral bridges and railway bridges (due to track-structure interaction). The methodology integrates multiple data sources, including InSAR, weather data, high-resolution climate scenarios (e.g. DestinE), flood data and bridge inventories. It distinguishes between bridge types, temperature effects and deformation components to ensure meaningful structural interpretation. In addition, flood-related impacts are analysed by correlating water levels with vertical displacements to detect scour or settlement.

The project delivers two main functionalities: (i) a portfolio-wide screening tool using a traffic-light classification (green/yellow/red) to identify critical bridges, and (ii) an advanced analysis module for detailed, bridge-specific assessment and the evaluation of mitigation measures. The system is designed for automation, scalability and periodic updates, enabling nationwide application.

BRACE contributes to climate adaptation, sustainable infrastructure management and digital transformation by supporting data-driven decision-making, optimising maintenance strategies and improving the resilience and reliability of transport networks.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- EOX IT Services GmbH