

Rail4Future

Railways for Future: Resilient Digital Railway Systems to enhance performance

Programm / Ausschreibung	COMET, K-Projekte, 8. Ausschreibung COMET Projekte	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2021	Projektende	30.09.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	Large Scale Simulation; Weiche & Schiene; Brücke & Tunnel; Predictive Analytics; Hybride Modellierung;		

Projektbeschreibung

Ziele / Motivation

Der europäische Eisenbahnsektor bietet 2,3 Millionen Menschen Beschäftigung und leistet einen bedeutenden Beitrag von 143b Bruttowertschöpfung. Aufgrund der Liberalisierung des Marktes und der Digitalisierung muss sich der europäische Eisenbahnmarkt entsprechend anpassen.

Eine optimale Transportkapazität des Bahnsystems ist der Schlüssel zur Verringerung von Staus in den Ballungszentren. Die Bedeutung der Eisenbahn - als bestehender grüner Verkehrsträger des motorisierten Verkehrs - ist neben anderen Verkehrsträgern als Rückgrat der zukünftigen Mobilitätsdienstleistungen von entscheidender Bedeutung. Die Bereitstellung einer höheren Kapazität durch die Nutzung verfügbarer in-situ Eisenbahninfrastrukturen bei gleichzeitiger Einführung neuartiger Eisenbahnlösungen wie automatisierter Zugbetrieb oder die Einführung der Signalisierung beweglicher Blöcke erfordert eine Systemvirtualisierung und Digitalisierung der Eisenbahninfrastruktur.

Methoden

Jahrzehntelange Erfahrungen im Bauwesen und Maschinenbau bieten analytische und numerische Methoden bei dem Versuch, das Verhalten der sehr umfassenden konstitutiven Beziehungen der bahntechnischen Strukturen wie Eisenbahngleise in ihrer Gesamtheit, ihre aktiven Elemente (z.B. Weichen), aber auch Tunnelschalen, segmentierte Tunnelringe, Brücken usw. zu beschreiben. Diese Bauwerke sind als tragende und energieabsorbierende Elemente während ihrer Lebensdauer unterschiedlichen - in Größe und Art - Umwelt- und Belastungsbedingungen ausgesetzt. Da Eisenbahneinrichtungen mehrere Jahrzehnte lang in Betrieb bleiben, aber betriebliche (und klimatische) Veränderungen auf verschiedenen Zeitskalen auftreten, werden sie zunehmend anfällig für Verschleiß und mechanische Schäden, die die Zuverlässigkeit des Eisenbahnbetriebs verringern und die Sicherheit beeinträchtigen.

Die Eisenbahnindustrie profitiert heute von den bereits verfügbaren etablierten analytischen Ansätzen, numerischen Methoden und Werkzeugen. Diese beziehen sich jedoch in der Regel nur auf ein einziges Thema und konzentrieren sich auf einen einzelnen Aspekt oder eine einzelne Komponente. Das Verständnis der Systeminteraktionen im vollen Kontext und der zugrunde liegenden Gründe für das spezifische Verhalten erfordert Grundlagenforschung, die durch neuartige digitale

Zwillingsmethoden, die verschiedene Datenquellen und fortschrittliche Berechnungsmodelle kombinieren, ergänzt wird. Die Entwicklung von Berechnungsmodellen erfordert eine solide theoretische Grundlage, die noch weitgehend fehlt. Tiefe Einblicke in die komplexen physikalischen Phänomene, die im Eisenbahnsystem auftreten, aber auch Modellierungstechniken sind notwendig, um das dynamische Verhalten, den Gesundheitszustand und die langfristigen Trends der bahntechnischen Strukturen mit hoher Genauigkeit beurteilen zu können, was wiederum die Gestaltung und Einleitung geeigneter Gegenmaßnahmen ermöglicht.

Erwartete Ergebnisse

Ein vollständig integriertes virtuelles Eisenbahnsystem, das auf Konzepten wie Modularität und Standardisierung basiert, ist das Ziel von Rail4Future, das einen kontinuierlichen Fluss zuverlässiger und aussagekräftiger Informationen über die gesamte Lebensdauer der verschiedenen Eisenbahnanlagen - angefangen von der Planung, Produktion, Konstruktionsphase bis hin zum Betrieb und zur Degradierung - gewährleistet. Rail4Future soll die wesentliche Grundlage für den Entwurf einer virtuellen Bewertungsplattform als universell einsetzbare Lösung für noch nicht verfügbare digitalisierte Bahnsysteme bilden, die geeignete Strategien & Methoden, Rechenmodelle, Algorithmen & Werkzeuge und Visualisierungs- und Erkundungstechniken automatisiert integriert. Rail4Future-Ansätze sollen entscheidende Erkenntnisse über das umfassende und dynamische Bahnsystem generieren, eine zuverlässigere und kosteneffizientere Bewertung des Systemverhaltens, der Bedingungen und der Auswirkungen von Maßnahmen ermöglichen.

Abstract

The European railway sector provides employment to 2.3 million people and has a significant contribution of 143b GVA. It faces an increasing complexity of factors that affect its competitiveness. Due to a liberalization of the market and digitalization, the European railway market must adapt accordingly. It has to adopt the emerging digital technologies and automation processes to be able to reduce the overall cost of the railway system while maximizing its resilience ensuring reliable assets operation.

Urbanization is progressing at rapid pace. According UN and OECD by 2050 two thirds of all people in the world will live in key urban areas. Optimal transport capacity of the railway system is key to reducing congestion. The significance of the railways - as existing green mode of motorised transport - alongside other transport modes is vital acting as a backbone of the future mobility services. It must be enabled to fully play its role accommodating the European Green Deal strategy towards zero-emission operation. Delivering higher capacity by using available in-situ railway infrastructure assets while adopting novel railway solutions such as automated train operations or introducing moving blocks signalling requires system virtualisation and digitalisation of the railway infrastructure.

Methods

Decades of experience in civil and mechanical engineering provide analytical and numerical methods in the attempt to describe the behaviour of the highly comprehensive constitutive relationships of the railway engineering structures such as railway tracks in its entirety, its active elements (e.g. turnouts), but also tunnel shells, segmented tunnel rings, bridges etc. These structures as load-bearing and energy absorbing elements are exposed to different - in magnitude and type - environmental and load conditions over their lifetime. As railway assets remain in service for several decades, but operational (and climate) changes occur on different time scales they become increasingly susceptible to wear and mechanical damage decreasing the reliability of railway operations and harming safety.

The rail industry benefits today from the already available established analytical approaches, numerical methods & tools. However, these typically address a single issue and are focused on an individual aspect or single component. Understanding the system interactions in full context and the underlying reasons of the specific behaviour require basic research enhanced by novel digital twin methodologies combining different sources of data and advanced computational models. The development of computational models demands a sound theoretical foundation which is still largely missing. Deep insights in the complex physical phenomena occurring in the railway system, but also modelling techniques are necessary to be able to provide high-fidelity assessment of the dynamic behaviour, state-of-health and long-term trends of the railway engineering structures, which in turn enables the design and initiation of appropriate countermeasures.

Expected Results

A fully-integrated virtual railway system founded on concepts such as modularity & standardization is the objective of the Rail4Future ensuring a continuous flow of reliable and meaningful information throughout the entire life span of the different railway assets - commencing from the design, production, construction stage up to operations and degradation. Rail4Future shall form the essential basis for the design of a virtual assessment platform as a universally applicable solution for digitalized railway systems, not yet available, integrating appropriate strategies & methods, computational models, algorithms & tools, and visualisation-for-exploration techniques in automated manner.

Rail4Future approaches shall generate crucial insights in the comprehensive and dynamic railway system, enable more reliable and cost-efficient assessment of system behaviour, conditions and impact of measures.

Projektkoordinator

- ÖBB-Infrastruktur Aktiengesellschaft

Projektpartner

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Amberg Engineering AG
- FCP FRITSCH, CHIARI & PARTNER, Ziviltechniker GmbH
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
- Geoconsult ZT GmbH
- Hottinger Brüel & Kjaer Austria GmbH
- IGT Geotechnik und Tunnelbau Ziviltechniker Gesellschaft m.b.H.
- IQSOFT Gesellschaft für Informations- technologie m.b.H.
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- Laabmayr ZT GmbH
- Palfinger Projekt 1 GmbH
- Plasser & Theurer, Export von Bahnbaumaschinen, Gesellschaft m.b.H.
- Siemens Mobility Austria GmbH
- Technische Universität Graz - Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft (EBW)
- Technische Universität Graz Institut für Betriebsfestigkeit und Schienenfahrzeugtechnik
- Technische Universität Graz Institut für Eisenbahn-Infrastrukturdesign
- Technische Universität Graz Institut für Stahlbau (Institute of Steel Structures)
- Technische Universität München TUM - Lehrstuhl und Prüfamf für Verkehrswegebau

- Technische Universität Wien Institut für Konstruktionswissenschaften und Produktentwicklung
- Technische Universität Wien Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen
- TÜV AUSTRIA GMBH
- Vermessung Schubert ZT GmbH
- Virtual Vehicle Research GmbH
- voestalpine Railway Systems GmbH
- VRVis GmbH
- WIENER LINIEN GmbH & Co KG