

SMACS4M

Smart Maintenance of Rail Systems (HVAC) for Market Implementation

Programm / Ausschreibung	Leuchttürme eMobilität, Zero Emission Mobility, Zero Emission Mobility 2025 inkl ZEM, DTM & Rail4Climate	Status	laufend
Projektstart	01.07.2026	Projektende	31.12.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	30 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 631.173		
Keywords	Praediktive Wartung, Digitale Integration, Zugsysteme, HVAC, Heizung, Klimatisierung, Fahrgastkomfort		

Projektbeschreibung

Eisenbahnunternehmen und -hersteller des Schienenpersonenverkehrs bewegen sich in einem wettbewerbsintensiven Markt. Betrachtet man die Marktanteile anhand der Gesamtzahl der befördernden Personen, wird klar, dass der Schienenverkehr eine dominierende Rolle, mit 3,5 Mrd. Passagieren in 2019 allein im DACH-Raum, einnimmt und einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele u.a. des Pariser Klimaabkommens sowie zur Dekarbonisierung durch Digitalisierung leisten kann. Nach einem COVID-19 bedingten Rückgang der Passagierzahlen und damit verbunden Umsatzrückgängen, hat sich die Beförderungssituation ab 2024 wieder verbessert und die Einnahmen der Bahnen im DACH-Bereich im Personengüterverkehr sind 2024 wieder gestiegen. (Zahlen von Hans-Böckerstiftung Deutschland).

In Wien nutzen täglich rund zwei Millionen Menschen den ÖPNV (Zahlen von Wr. Stadtwerken). Dies weist auf die hohe Bedeutung des Öffentlichen Verkehrs hin und auch darauf, dass eine Attraktivierung von hoher Bedeutung ist. Damit der Wachstumstrend anhält, müssen sich Bahnbetreiber und -industrie wettbewerbsfähig und innovativ gegenüber ihren Fahrgästen präsentieren. Hier stellen der Fahrscheinpreis und Pünktlichkeit wichtige Ansatzpunkte dar. Der Einsatz von „Smart Maintenance“ hat dabei das Potential, den dazu notwendigen Innovationsprozess zu unterstützen, indem er Wartungskosten um bis zu mehr als 30 % senkt sowie die Verfügbarkeit von Zuggarnituren und den Umweltschutz deutlich erhöht. Im Forschungsprojekt SMACS4M soll dieses Smart Maintenance durch neue Machine Learning (ML-)Methoden und Künstliche Intelligenz (KI-)Techniken in Kombination mit Digital Twinning entwickelt und validiert und evaluiert werden, um die Instandhaltungskosten für den Betreiber durch prädiktive Diagnosen zu senken und gleichzeitig höchste Zuverlässigkeit und einen durchgehend hocheffizienten Anlagenbetrieb sicherzustellen.

Der Umweltschutz sowie die Passagiersicherheit und -komfort werden durch die frühzeitige Erkennung von Systemanomalien im Betrieb erhöht. Zur Ressourcenschonung trägt die Erstreckung von Wartungsintervallen bei, um kostenintensive Hauptkomponenten wie Verdichter oder Lüfter oder auch wartungsintensive Luftfilter, nur bedarfsgerecht und nicht in - wie bislang Stand der Technik - regelmäßigen

Intervallen zu tauschen.

Smart Maintenance im Projekt SMACS4M erstreckt sich vom Condition-Monitoring, Conditionbased-Maintenance und Predictive Maintenance bis hin zur intelligenten Wartungsplanung und Wartungsunterstützung mittels digitaler Wartungsprozesse und Tools für den Betreiber. Der durchgehend digitale Informationsfluss reicht bis zum ausführenden Wartungspersonal, wo über ein geeignetes HMI relevante Wartungsüberstützung über ein Expertensystem geboten wird. Im Forschungsprojekt SMACS4M wird somit ein durchgehend digital vernetztes Instandhaltungsmodell auf Level TRL8 erarbeitet im praktischen Einsatz validiert und evaluiert. Die entwickelten Algorithmen und Methoden werden ebenso auf andere mobile oder stationäre Kälteanlagen, sowie Wärmepumpen und HVAC-Systeme, in Fahrzeugen, Gebäuden oder ähnlichen Applikationen, gleichermaßen anwendbar sein.

Abstract

Railway enterprises, component suppliers and OEMs are acting in a highly competitive market. Looking at the total number of passengers served just in 2019, in the DACH-region just in 2019, 3,5 billion, numbers accounted to 3,5 billion persons. This allone shows that this contributed substantially to reaching sustainability goals, agreed in the Paris agreement and the decarbonisation, to which digitalisation is supposed to contribute substantially.

Following a COVID-19 related reduction of passenger numbers and related reduction in turnover, numbers have improved since 2024 and revenues of railway enterprises have again improved (numbers from German Hans-Böckel-Foundation).

In Vienna public transport is used by two mill. persons daily (numbers from Vienna public transport enterprise). This points to the high importance of public transport and also the need to improve its attractiveness to passengers.

In order for these growth trends to continue, railway transport enterprises and the whole industry have to increase their competitiveness and innovation with respect to their passengers.

In this context ticket prices as well as puctuality and reliability constitute important aspects.

The implementation of "smart maintenance" has considerable potential to support this innovation process by reducing maintenance costs by up to 30 % and increase availability of rolling stock and environmental conservation.

In the project SMACS4M smart maintenance is to be achieved via new machine learning (ML)-methods and artificial intelligence (AI), combined with digital twinning. These methods are to be developed to application in practical use contexts and thereby validated and evaluated. Thus, maintenance costs for operators are to be reduced, while reliability for highly efficient operations and improved realisation of system anomalies are to be ensured.

Resource conservation is also to be achieved through longer maintenance intervals by ensuring that major components of HVAC-systems are only renewed when this is really necessary and not - as is currently the case - in predictive maintenance regimes are regular intervals, regardless of their actual condition.

SMART maintenance in the project SMACS4M involves condition-monitoring, condition based maintenance and predictive maintenance as well as intelligent maintenance planning and the provision of tools for operators

Comprehensive information flow also involves maintenance personnell, through the provision of expert systems, through the provision of an adequate human-machine-interface (HMI).

In SMACS4M thus a thouroughly networked maintenance model is to be developed to application level (TRL8).

Results are then also applicable to other areas of mobile and stationary HVAC-applications such as heat pumps and systems in various vehicles, buildings or similar applications.

Projektkoordinator

- IESTA, Institut für Innovative Energie- und Stoffaustauschsysteme

Projektpartner

- LIEBHERR-TRANSPORTATION SYSTEMS GMBH & Co KG
- Technische Universität Graz, Institut für Wärmetechnik (IWT)
- Virtual Vehicle Research GmbH