AIRSMARTS

AI-assisted EIT framework for Real-time Structural Monitoring and Adaptive, Resilient, ElectroThermal Aviation Systems

Programm / Ausschreibung	WRLT 24/26, Take Off, Take Off 2025	**Status**	laufend
Projektstart	01.12.2026	**Projektende**	30.11.2029
Zeitraum	2026 - 2029	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 1.421.888		
Keywords	Elektrische Impedanz Tomographie; adaptive elektrothermische Heizung; Structural Health monitoring, Finite-Element-Modelling; Künstliche Intelligenz		

Projektbeschreibung

Elektrothermische Heiz- und Enteisungssysteme sind sicherheitsrelevante Komponenten moderner Luftfahrzeuge, arbeiten jedoch bis heute überwiegend statisch und ohne integrierte flächige Zustandsüberwachung. Punktuelle Sensorik, hohe Energiebedarfe und fehlende Adaptivität führen zu ineffizientem Betrieb, konservativen Sicherheitsmargen und erhöhtem Wartungsaufwand. Gleichzeitig steigt mit der Elektrifizierung der Luftfahrt der Druck, Energieverbrauch, und Gewicht zu reduzieren, während Anforderungen an Resilienz, Betriebssicherheit und zustandsbasierte Instandhaltung zunehmen. Bisher scheiterte die Umsetzung flächiger Diagnostiksysteme an Integrationsaufwand, Zertifizierungsbarrieren und dem Fehlen multifunktionaler Systeme. Die leitfähige, elastoresistive und thermoresistive Beschichtung des Partners Villinger GmbH dient als Ausgangspunkt, um erstmals Heizen und Sensorik in einer einzigen Funktionsschicht zu vereinen und damit ein ortsaufgelöstes, adaptives, energieeffizientes und diagnostikfähiges thermoelektrisches System für zukünftige „more electric“ Luftfahrzeuge zu realisieren.

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer KI-gestützten EIT-Systemarchitektur für Echtzeit-Strukturdiagnostik und ortsaufgelöste, adaptive, resiliente elektrothermische Luftfahrtsysteme (engl., AI-assisted EIT framework for Real-time Structural Monitoring and Adaptive, Resilient, ElectroThermal Aviation Systems; short: AIRSMARTS). Die zentrale Innovation liegt in der erstmaligen Kombination aus Elektrischer Impedanz Tomografie (EIT), adaptiver Leistungssteuerung und materialoptimierten Hybridbeschichtungen. Dadurch wird eine flächige Echtzeit-Erfassung von Temperaturfeldern, Vereisungszuständen, Dehnungen und strukturellen Schäden direkt in der Heizschicht möglich. Neue EIT-Rekonstruktionsverfahren, multiskalige, multiphysikalische thermo-elektro-mechanische Materialmodelle und KI basierte Datenfusion ermöglichen die Trennung interagierender Messgrößen und kompensieren Temperatureffekte, Kontaktalterung, Fertigungstoleranzen und Materialalterung. Adaptive Strommuster erlauben eine ortsaufgelöste, energieoptimierte Beheizung und kompensieren lokale Schäden oder Inhomogenitäten. Der hohe Neuheitsgrad führt zu mehreren patentierbaren Alleinstellungsmerkmalen und positioniert das Konsortium technologisch international führend.

Das Projekt strebt die Demonstration eines EIT-basierten Multifunktionssystems bis TRL5 an. Erwartete Ergebnisse sind eine EIT optimierte Hybridbeschichtung mit einstellbarer Leitfähigkeit und erhöhter Sensitivität, ein multiskaliges Materialmodell

zur Beschreibung thermo-elektro-mechanischer Kopplungen sowie KI-gestützte Rekonstruktionsalgorithmen für robuste, echtzeitfähige Zustandsdiagnostik. Ortsaufgelöste, adaptive Heizstrategien sollen Energieverbrauch und Enteisungsdauer signifikant reduzieren und die Betriebssicherheit erhöhen. Demonstratoren an realen Strukturelementen (Flügelvorderkante, Kabinenbodenpaneel) validieren die Technologie unter realitätsnahen Belastungen. Die Ergebnisse schaffen die Grundlage für energieeffiziente, diagnostikfähige und resilient ausgelegte Luftfahrtsysteme und eröffnen neue Anwendungen in Luftfahrt, Energie, Mobilität und Infrastruktur. Gleichzeitig entstehen patentfähige Systemarchitekturen, die eine wirtschaftliche Verwertung über OEMs, Lizenzmodelle und Systemintegratoren ermöglichen und die internationale Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten österreichischen Unternehmen nachhaltig stärken.

Abstract

Electrothermal heating and de-icing systems are key safety-related components in modern aircraft, but to date they have predominantly been static and without integrated surface condition monitoring. Selective sensor technology, high energy requirements and a lack of adaptability lead to inefficient operation, conservative safety margins and increased maintenance costs. At the same time, the electrification of aviation is increasing the pressure to reduce energy consumption and weight, while requirements for resilience, operational safety and condition-based maintenance are increasing. Until now, the implementation of surface-based diagnostic systems has failed due to integration costs, certification barriers and the lack of multifunctional material systems. The conductive, elastoresistive and thermoresistive coating developed by project partner Villinger GmbH serves as a starting point for combining heating and sensor technology in a single functional layer for the first time, thereby creating a spatially resolved, adaptive, energy-efficient and diagnostic thermoelectrical system for future ‘more electric’ aircraft.
The aim of the project is to develop an AI-assisted EIT framework for Real-time Structural Monitoring and Adaptive, Resilient, ElectroThermal Aviation Systems (short: AIRSMARTS). The key innovation lies in the first-ever combination of electrical impedance tomography, spatially resolved, adaptive power control and material-optimised hybrid coatings. This enables real-time, area-wide detection of temperature fields, icing conditions, strains and structural damage directly in the heating layer. New EIT reconstruction methods, multiscale, multiphysical thermo-electro-mechanical material models and AI-based data fusion enable the separation of interacting measured variables and compensate for temperature effects, contact ageing, manufacturing tolerances and material ageing. Adaptive current patterns allow spatially resolved, energy-optimised heating and compensate for local damage or inhomogeneities. The high degree of novelty leads to several patentable unique selling points and positions the consortium as a technological leader internationally.
The project aims to demonstrate an EIT-based multifunctional system up to TRL5. Expected results include an EIT-optimised hybrid coating with adjustable conductivity and increased sensitivity, a multiscale material model for describing thermo-electro-mechanical couplings, and AI-supported reconstruction algorithms for robust, real-time condition diagnostics. Spatially resolved, adaptive heating strategies are designed to significantly reduce energy consumption and de-icing time while increasing operational safety. Demonstrators on real structural elements – including wing leading edges and cabin floor panels – validate the technology under realistic loads. The results form the basis for energy-efficient, diagnostic-capable and resilient aviation systems and open up new applications in aviation, energy, mobility and infrastructure. At the same time, patentable system architectures are being created that enable economic exploitation via OEMs, licence models and system integrators and sustainably strengthen the international competitiveness of the Austrian companies involved.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- Aviation Avionic Service GmbH
- Silicon Austria Labs GmbH
- Universität Linz
- Villinger GmbH