

CHROMFREE-Sys

Chromium-Free Surface Systems for High-Strength Aluminium Alloys in Aerospace Applications

Programm / Ausschreibung	WRLT 24/26, Take Off, Take Off 2025	Status	laufend
Projektstart	01.09.2026	Projektende	31.08.2027
Zeitraum	2026 - 2027	Projektlaufzeit	12 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 139.399		
Keywords	Chromium-free conversion coatings, Corrosion protection of aluminium alloys, Aerospace surface engineering, Aluminium 2xxx and 7xxx alloys, Hybrid wet/dry surface treatments, Sustainable aerospace coatings		

Projektbeschreibung

CHROMFREE-Sys – Chromium-Free Corrosion-Resistant Coating Systems for Aluminium 2xxx and 7xxx Alloys Using Wet and Dry Surface Engineering ist ein 12-monatiges FFG-Sondierungsprojekt zur Untersuchung umweltverträglicher Alternativen zu chrombasierten Korrosionsschutzsystemen für hochfeste Aluminiumlegierungen in Luftfahrtanwendungen. Im Fokus stehen die Legierungsfamilien AA2xxx und AA7xxx, die für leichte Strukturbauteile von hoher Relevanz sind, jedoch aufgrund ihrer heterogenen Mikrostruktur, intermetallischen Phasen und ihrer Anfälligkeit für lokalisierte Korrosion besondere Anforderungen an chromfreie Oberflächensysteme stellen.

Das Projekt kombiniert legierungsangepasste nasschemische Vorbehandlung, die explorative Entwicklung eines neuartigen Me1/Me2-Halogenid-basierten Konversionssystems sowie ergänzende trockene Oberflächenverfahren wie laserinduzierte Oberflächenmodifikation und Plasmaaktivierung. Ziel ist nicht die vollständige industrielle Optimierung, sondern die systematische Untersuchung der Reaktionspfade, Prozessfenster und limitierenden Mechanismen, welche Keimbildung, Schichtkontinuität, Defektentstehung und Korrosionsverhalten bestimmen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der kontrollierten halogenidinduzierten Aktivierung ohne Auslösung von Lochkorrosion, der verbesserten Abdeckung intermetallischer Phasen sowie der Bewertung, ob hybride Nass-/Trockenprozesse mikrogalvanische Hotspots reduzieren und die Schichtstabilität erhöhen können.

Die Arbeiten sind in fünf Arbeitspakete gegliedert und umfassen Projektkoordination, mechanistische Untersuchung der legierungsangepassten Vorbehandlung, explorative Entwicklung des Konversionssystems, hybride Oberflächenmodifikation sowie integrierte mechanistische Modellierung mit TRL-3-Machbarkeitsbewertung. Elektrochemische Methoden, Oberflächen- und Mikrostrukturanalytik, Korrosionsprüfungen sowie gezielte weiterführende Charakterisierung werden kombiniert, um kritische Parameterschwellen zu identifizieren und ein wissenschaftlich belastbares mechanistisches Verständnis zu erarbeiten.

Am Ende des Projekts wird CHROMFREE-Sys eine fundierte Machbarkeitsbewertung chromfreier Konversionskonzepte für AA2xxx- und AA7xxx-Legierungen liefern, einschließlich definierter Stabilitätsfenster, kritischer Lochkorrosionsschwellen und

einer klaren Go/No-Go-Entscheidung für die weitere gezielte Entwicklung. Damit schafft das Projekt die wissenschaftliche Grundlage für nachfolgende industrielle F&E zu nachhaltigen und regulatorisch konformen Beschichtungstechnologien für die Luftfahrt.

Abstract

CHROMFREE-Sys – Chromium-Free Corrosion-Resistant Coating Systems for Aluminium 2xxx and 7xxx Alloys Using Wet and Dry Surface Engineering is a 12-month FFG feasibility project aimed at exploring environmentally compliant alternatives to chromium-based corrosion protection for high-strength aluminium alloys used in aerospace applications. The project addresses AA2xxx and AA7xxx alloy families, which are highly relevant for lightweight structural components but remain particularly challenging for chromium-free surface treatment due to their heterogeneous microstructures, intermetallic phases and susceptibility to localised corrosion.

The project combines alloy-adapted wet-chemical pre-treatment, exploratory development of a novel Me1/Me2-halide conversion system, and complementary dry surface engineering approaches such as laser-induced surface modification and plasma activation. The objective is not full industrial optimisation, but the systematic investigation of reaction pathways, process windows and limiting factors governing coating nucleation, continuity, defect formation and corrosion behaviour. Particular emphasis is placed on controlling halide-induced activation without triggering pitting, improving intermetallic coverage, and evaluating whether hybrid wet/dry routes can reduce micro-galvanic hotspots and enhance coating stability. The work is structured into five work packages covering project coordination, mechanistic mapping of alloy-adapted pre-treatment, exploratory conversion system development, hybrid surface engineering, and integrated mechanistic modelling with TRL 3 feasibility assessment. Electrochemical methods, surface and microstructural analysis, corrosion testing and targeted advanced characterisation will be combined to identify critical parameter thresholds and establish a scientifically validated mechanistic framework.

At project completion, CHROMFREE-Sys will deliver a feasibility assessment of chromium-free conversion concepts for AA2xxx and AA7xxx alloys, including defined stability windows, critical pitting thresholds and a Go/No-Go decision regarding further targeted development. The project thus provides the scientific basis for subsequent industrial R&D towards sustainable, regulation-compliant aerospace coating technologies.

Projektpartner

- Attophotonics Biosciences GmbH