

## EMERALD

Enhanced Multi-resolution Earth-observation using Robust and Advanced Learning for Environmental Dynamics

<b>Programm / Ausschreibung</b>	WRLT 24/26, WRLT 24/26, ASAP 2025	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.11.2025	<b>Projektende</b>	31.10.2028
<b>Zeitraum</b>	2025 - 2028	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Projektförderung</b>	€ 620.961		
<b>Keywords</b>	Earth observation; UAV; Forest disturbances; Climate change mitigation & adaptation; Machine learning; Super-Resolution; Declouding; Deshadowing		

### Projektbeschreibung

Das EMERALD-Projekt baut auf den Ergebnissen des SAFIR-Projekts auf und adressiert zentrale Herausforderungen im Bereich des Waldmanagements, insbesondere bei der Erkennung und dem Management von Störungen wie Windwurf oder weiteren Anomalien, etwa durch Schädlingsbefall wie dem Borkenkäfer. Aktuelle Systeme zur Waldbeobachtung stoßen häufig an ihre Grenzen, da Wolkenbedeckung und Schatten in Satellitenbildern die frühzeitige Erkennung und Überwachung von Störungen erschweren oder verzögern. Diese Einschränkungen stellen ein erhebliches Problem für ein zeitnahes Waldmanagement dar und verschärfen ökologische und ökonomische Folgen wie Habitatverlust, Rückgang der Biodiversität und finanzielle Schäden für die Forstwirtschaft.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, erweitert EMERALD SAFIRs Deep-Learning-Pipeline durch den Einsatz fortschrittlicher, KI-gestützter Bildverarbeitungstechniken mit besonderem Fokus auf geografische Übertragbarkeit. Neben den in SAFIR entwickelten Modulen zur Wolkenentfernung und Schattenkorrektur wird EMERALD Super-Resolution-Methoden integrieren. Super-Resolution ermöglicht die Rekonstruktion hochaufgelöster Bilder aus niedrig aufgelösten Eingabedaten und erlaubt dadurch eine detailliertere Analyse der Waldstruktur und von Schäden. Diese Fortschritte unterstützen Aufgaben wie die Baumartenidentifikation sowie die Erkennung von Vitalitätszuständen.

Um geografische Verzerrungen weiter zu minimieren, wird EMERALD sowohl neu erhobene als auch offene Datensätze aus verschiedenen europäischen Regionen – von Österreich bis Portugal – integrieren. Dieser Ansatz stellt sicher, dass die entwickelten KI-Modelle anpassungsfähig, robust und effektiv unter unterschiedlichen Umweltbedingungen und Waldtypen eingesetzt werden können und die Genauigkeit und Effizienz der Störungserkennung erheblich verbessern.

Zusammen mit SAFIRs Modulen zur Wolken- und Schattenentfernung führt EMERALD die Super-Resolution-Technologie in ESAs Green Transformation Information Factory (GTIF) ein. Das Projekt wird validierte Modelle zur Schatten- und Wolkenkorrektur sowie Super-Resolution bereitstellen, ergänzt durch umfassende Datensätze und Dokumentationen zur

Unterstützung zukünftiger Anwendungen. Durch die genauere Erfassung von Waldstörungen verbessert EMERALD die Entscheidungsgrundlagen für forstliche Fachstellen und politische Entscheidungsträger und leistet so einen Beitrag zu nachhaltiger Waldbewirtschaftung und einem breiteren Umweltschutz. Mit skalierbaren, hochwertigen Erdbeobachtungsdaten unterstützt EMERALD globale Initiativen für nachhaltige Waldentwicklung und Klimaanpassung – damit Wälder auch in Zukunft widerstandsfähig gegenüber den Herausforderungen des Klimawandels bleiben.

## **Abstract**

The EMERALD project extends the efforts of the SAFIR project and addresses critical challenges in forest management, particularly in detecting and managing forest disturbances such as windthrows and other anomalies, such as pests damage from bark beetles. Current forest monitoring systems are often hindered by cloud cover and shadows in satellite imagery, delaying or obscuring disturbance detection and monitoring. These limitations pose significant problems for timely forest management, exacerbating ecological and economic consequences, including habitat destruction, biodiversity loss, and financial damage to the forestry sector.

To address these challenges, the EMERALD project enhances SAFIR's deep learning pipeline by integrating advanced AI-driven image refinement techniques with a particular focus on geographical transferability. In addition to cloud removal and de-shadowing modules under development in SAFIR, EMERALD will incorporate super-resolution methods. Super-resolution is a method for reconstructing high-resolution images from low-resolution inputs, thus, enabling finer-scale analysis of forest structure and damage. These advancements will support tasks such as tree species identification and health detection. To further reduce geographic biases, EMERALD will integrate both, newly collected data and existing open datasets, from diverse European regions ranging from Austria to Portugal. This approach ensures that the AI models remain adaptable, robust, and effective across different environmental conditions and forest types and will significantly improve the accuracy and efficiency of forest disturbance monitoring.

Together with SAFIR's de-clouding and de-shadowing modules, EMERALD introduces super-resolution to ESA's Green Transformation Information Factory (GTIF). The project will deliver validated models for de-shadowing, cloud removal, and super-resolution, along with comprehensive datasets and documentation to support future applications. By enabling more accurate monitoring of forest disturbances, EMERALD will enhance decision-making for forest management agencies and policymakers, thereby contributing to sustainable forestry and broader environmental conservation efforts. By providing scalable, high-quality Earth observation-based insights, EMERALD aligns with global initiatives for sustainable forest management and climate adaptation, supporting efforts that forests remain resilient amidst ongoing environmental challenges.

## **Projektkoordinator**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

## **Projektpartner**

- EODC Earth Observation Data Centre for Water Resources Monitoring GmbH
- INESC Coimbra - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra
- Another Earth EOD FlexCo
- Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft