

## LeafOffAI

AI-Based Tree Species Recognition from Leaf-Off UAV LiDAR Using Structural 3D Analysis

|                                     |                                                                                          |                        |            |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b>     | KS 24/26, COIN 2025, COIN KMU Innovationsnetzwerke 2025                                  | <b>Status</b>          | laufend    |
| <b>Projektstart</b>                 | 01.09.2026                                                                               | <b>Projektende</b>     | 31.08.2028 |
| <b>Zeitraum</b>                     | 2026 - 2028                                                                              | <b>Projektlaufzeit</b> | 24 Monate  |
| <b>Barwert der Projektförderung</b> | € 281.638                                                                                |                        |            |
| <b>Keywords</b>                     | LiDAR; AI; Baumartenerkennung, 3D-Punktwolke; Waldökologie; PES-Systeme, Zuwachsprognose |                        |            |

### Projektbeschreibung

Das Projekt entwickelt einen integrierten, datenbasierten Ansatz zur Verbesserung der digitalen Waldinventur sowie zur Bewertung von Ökosystemleistungen als Grundlage nachhaltiger Waldbewirtschaftung und zukünftiger Payments-for-Ecosystem-Services-(PES-)Systeme. Im Zentrum stehen neue Methoden zur automatisierten Ableitung von Baumarten, Strukturparametern und Wachstumsdynamiken auf Einzelbaumebene aus UAV-LiDAR-Daten sowie deren Integration in praxisnahe Entscheidungswerkzeuge.

Eine zentrale Innovation des Projekts ist die Entwicklung eines KI-basierten Verfahrens zur Baumartenerkennung direkt aus strukturellen Merkmalen und Schnitten der LiDAR-Punktwolke. Im Unterschied zu bestehenden Ansätzen erfolgt die Klassifikation erstmals ohne zusätzliche Orthofotos und ausschließlich auf Basis von Winterbefliegungen (Leaf-Off). Dadurch wird die Datenerhebung deutlich effizienter, robuster gegenüber saisonalen Einschränkungen und wirtschaftlich besser in operative Anwendungen integrierbar.

Als zweite Innovation werden Modelle zur Zuwachsprognose auf Einzelbaumebene entwickelt und erweitert. Auf Grundlage aus 3D-Punktwolken abgeleiteter Strukturparameter werden Wachstumsprozesse differenziert analysiert und Konkurrenzsituationen zwischen Nachbarbäumen berücksichtigt. Ziel ist die Ableitung verbesserter Entscheidungsgrundlagen für Nutzungszeitpunkte, Bestandesentwicklung und nachhaltige Bewirtschaftungsstrategien unter Berücksichtigung ökologischer und wirtschaftlicher Zielsetzungen.

Die dritte Innovation liegt in der Erweiterung der bestehenden SmartForestTools um die Integration und Visualisierung von 3D-Walddaten. Dadurch werden Einzelbaumparameter, Baumarteninformationen und strukturbezogene Indikatoren erstmals direkt in eine anwenderorientierte Entscheidungsumgebung überführt. Dies ermöglicht eine verbesserte Nutzung hochauflösender Fernerkundungsdaten für Planung, Monitoring und Bewertung von Ökosystemleistungen.

Die im Projekt entwickelten Methoden schaffen damit eine neue Grundlage für die Quantifizierung zentraler Indikatoren wie Kohlenstoffspeicherung und Biodiversität sowie deren Integration in PES-Systeme. Gleichzeitig leisten sie einen Beitrag zur Digitalisierung forstlicher Inventurverfahren und zur besseren Abstimmung zwischen Klimaschutz, Schutzgebietsmanagement und wirtschaftlicher Waldbewirtschaftung.

## **Abstract**

The project develops an integrated data-driven approach to improve digital forest inventory and the assessment of ecosystem services as a basis for sustainable forest management and future Payments for Ecosystem Services (PES) systems. The focus lies on new methods for the automated derivation of tree species, structural parameters, and growth dynamics at the individual tree level from UAV-based LiDAR data, and their integration into practice-oriented decision-support tools.

A key innovation of the project is the development of an AI-based method for tree species classification directly from structural features and cross-sections of LiDAR point clouds. In contrast to existing approaches, classification is performed for the first time without the use of orthophotos and relies exclusively on leaf-off (winter) acquisitions. This significantly increases efficiency, reduces acquisition costs, and improves the operational applicability of LiDAR-based forest monitoring workflows.

The second innovation is the development of individual tree-level growth prediction models based on 3D structural parameters derived from LiDAR data. These models enable a more detailed analysis of tree growth processes and explicitly consider competition effects between neighboring trees. The results support improved decision-making regarding harvesting timing, stand development, and the optimization of management strategies under both ecological and economic objectives.

The third innovation consists of extending the existing SmartForestTools by integrating and visualizing 3D forest structure information. This enables the direct use of individual tree parameters, tree species information, and structural indicators within an operational decision-support environment. As a result, high-resolution remote sensing data can be more effectively applied for planning, monitoring, and ecosystem service assessment.

Together, these developments provide an improved basis for quantifying key indicators such as carbon storage and biodiversity and enable their integration into PES systems. At the same time, the project contributes to the digital transformation of forest inventory methods and supports better alignment between climate protection, conservation management, and economically viable forest management.

## **Projektkoordinator**

- E.C.O. Institut für Ökologie Jungmeier GmbH.

## **Projektpartner**

- Mayr-Melnhof Friedrich Alois Roman Maria
- OGF GmbH
- UMWELTDATA Gesellschaft m.b.H.
- ViewCopter e.U.