

## RoboAlm

Automatisiertes Management von Almwiesen

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Weltraum, Weltraum, ASAP Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.07.2024	<b>Projektende</b>	30.06.2026
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	24 Monate
<b>Keywords</b>	Almwiesen; Alpine Flächen; Sukzessionsflächen; Autonome Roboter; Navigation; Fernerkundung; Schwenden; Vegetationsperiode		

### Projektbeschreibung

Almwiesen sind eine wichtige natürliche Ressource für Viehwirtschaft, Forstwirtschaft, Erholung und den Tourismus in alpinen Regionen. Diese für den alpinen Raum prägenden offenen Landschaftsgebiete sind jedoch von der natürlichen Sukzession und vom Eindringen invasiver Arten bedroht. Insbesondere an Grenzen zum Wald bestehend aus Latschen und Grünerlen kommt es zu einem langsamen Eindringen von Büschen und jungen Bäumen. Diese Sukzession verschiebt die Grenze zwischen Almwiese und Wald und verkleinert somit die nutzbare Almfläche. Aufgrund von Topographie, rechtlichen Vorgaben und ökologischen Überlegungen ist das Monitoring und Entfernen von Büschen und jungen Bäumen sehr aufwendig. Bergbauern, Agrargemeinschaften oder Grundeigner finden immer weniger Personal für die anstrengende Aufgabe bzw. ist der Einsatz schwerer Maschinen nicht möglich.

Das Projekt RoboAlm bündelt nun Expertise aus den Bereichen Erdbeobachtung, Navigation, Ökologie und Robotik, um einen ganzheitlichen Workflow und die nötigen Methoden zu entwickeln, die es erlaubt die unerwünschte Verbuschung automatisiert zu erkennen sowie zu entfernen. Der Workflow besteht aus drei zentralen Modulen. Das erste Modul verwendet satellitenbasierte Erdbeobachtungsdaten mehrerer Jahre, um automatisiert die zu bearbeitenden Sukzessionsflächen zwischen Almwiesen und Wald zu identifizieren. Ein weiteres Modul liefert satellitengestützt Befahrbarkeitsanalysen und Kostenkarten, die für eine sichere und schonende Navigation eines mobilen Roboters im schwierigen Gelände verwendet werden können. Auf Basis der identifizierten Sukzessionsflächen und den satellitenbasierten Navigationskarten generiert das Modul ebenfalls eine optimale, sichere und minimal invasive Route für die Entfernung der unerwünschten Pflanzen. Das letzte Modul stellt einen geländegängigen Roboter dar, der sowohl mit den entsprechenden Werkzeugen zum Entfernen der Pflanzen als auch mit der, für die Automatisierung des Entfernungsprozesses nötigen Sensorik und Software ausgestattet ist.

Das Projekt RoboAlm wird den Stand der Technik in mehreren Bereichen erweitern. Im Bereich der satellitengestützten Erdbeobachtung werden Methoden entwickelt, die es erlauben, die Veränderung der Sukzessionsflächen unter Verwendung von Maschinellem Lernen und Satelliten- sowie LiDAR-Daten über die Zeit zu identifizieren. Im Bereich der satellitengestützten Navigation im Gelände wird die automatische Generierung von Kostenkarten verfeinert, sodass Veränderungen der Befahrbarkeit auf Grund von Jahreszeit und Witterung vorhergesagt werden können. Ferner werden neue

Methoden entwickelt, die die notwendige effiziente Coverage Planung für Bodenroboter im Gelände erlauben. Im Bereich der Robotik wird zum einen die automatisierte Navigation im Gelände unabhängig von Jahreszeit und Witterung ermöglicht, zum anderen wird die Lokalisierung bei GNSS-Abschattung durch SLAM verbessert. Darüber hinaus werden neue echtzeitfähige Methoden basierend auf Kameradaten zur Erkennung von Pflanzen und Untergründen entwickelt, die es ermöglichen, die Resultate der Erdbeobachtung lokal zu ergänzen bzw. zu verfeinern.

In enger Zusammenarbeit mit den Anwendungspartnern aus der Alm- und Waldwirtschaft werden die entsprechenden Anforderungen und Prozesse sowie Evaluierungskriterien und Testumgebungen identifiziert. Basierend auf diesen Informationen werden dann die entwickelten Module validiert und der angedachte Workflow als Proof-of-Concept demonstriert.

## **Abstract**

Alpine meadows are an important natural resource for livestock farming, forestry, recreation and tourism in alpine regions. However, these open landscape areas that characterize the alpine region are threatened by natural succession and the spreading of invasive species. In particular, bushes and young trees are slowly encroaching on the borders of forests consisting of mountain pines and green alders. This succession shifts the boundary between alpine meadow and forest and thus reduces the usable alpine pasture area. Due to topography, legal requirements and ecological considerations, the monitoring and removal of bushes and young trees is very time-consuming. Mountain farmers, agricultural communities and landowners are finding fewer and fewer staff for this arduous task or are unable to use heavy machinery.

The RoboAlm project now combines expertise from the fields of earth observation, navigation, ecology and robotics to develop a holistic workflow and the necessary methods to automatically detect and remove unwanted scrub encroachment. The workflow consists of three central modules. The first module uses several years of satellite-based earth observation data to automatically identify the succession areas between alpine meadows and forest that need to be treated. Another module provides satellite-based accessibility analyses and cost maps that can be used for safe and gentle navigation of a mobile robot in difficult terrain. Based on the identified succession areas and the satellite-based navigation maps, the module also generates an optimal, safe and minimally invasive route for the removal of unwanted plants. The final module is an all-terrain robot that is equipped with the appropriate tools for removing the plants as well as the sensors and software required to automate the removal process.

The RoboAlm project will expand the state of the art in several areas. In the area of satellite-based earth observation, methods are being developed that allow the change in succession areas to be identified over time using machine learning and satellite and LiDAR data. In the field of satellite-based off-road navigation, the automatic generation of cost maps is being refined so that changes in traversability can be predicted based on the season and weather conditions. New methods are also being developed that allow the necessary efficient coverage planning for ground robots in the alpine regions. In the field of robotics, automated navigation in difficult terrain is made possible regardless of the season and weather conditions, and localization in GNSS shadowing is improved by fusing it with SLAM. In addition, new real-time capable methods based on camera data for the recognition of plants and subsoils are being developed, which make it possible to locally supplement or refine the results of earth observation.

The corresponding requirements and processes as well as evaluation criteria and test environments are identified in close

cooperation with the application partners from the alpine pasture and forestry sector. Based on this information, the developed modules are then validated and the envisaged workflow is demonstrated as a proof-of-concept.

### **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

### **Projektpartner**

- Bauer Alois Hans
- Mayr-Melnhof-Saurau Franz
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- Agrargemeinschaft Nenzing
- pentamap GmbH
- micromacro GmbH