



ForestBots – Nachhaltige Schwarmintelligenz für die automatisierte Wiederaufforstung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Ligocki¹, Anja Krauth¹, M. Eng., Prof. Dr.-Ing. Holger Brüggemann¹, Jakob Wedemeyer¹, B. Eng., Prof. Dr. rer. nat. Thomas Linkugel², Niklas Noack², B. Eng.

Einleitung / Herausforderung

Die zentrale Herausforderung besteht darin, den wachsenden Aufforstungsbedarf trotz Fachkräftemangel durch automatisierte, skalierbare Prozesse effizient zu bewältigen. Der fortschreitende Klimawandel und die damit verbundenen Schadereignisse – von Dürre über Stürme bis hin zu Borkenkäferkalamitäten – führen in Mitteleuropa zu einem enormen Aufforstungsbedarf. Die Wiederbewaldung betroffener Flächen erfolgt bislang überwiegend manuell und ist mit erheblichem Arbeitsaufwand, hoher körperlicher Belastung und sinkender Attraktivität für Fachkräfte verbunden. Stand heute gibt es bereits erste Pflanzmaschinen/-raupen sowie Pflanzaggregate als Anbaugeräte an Hydraulikbaggern für die Baggerpflanzung, jedoch finden diese meist durch ihre hohen Nebenzeiten und damit einhergehenden geringen Produktivität keine Akzeptanz in der Breite. Erste Ansätze für die drohnenbasierte Aufforstung mit Saatgut werden bereits verfolgt. Jedoch herrscht hier das Problem, dass das Saatgut durch z.B. fehlenden Bodenschluss nicht aufgeht oder bei starker Konkurrenzvegetation keine Aufwuchschance hat. Auch ist eine exakte Verortung nicht ohne weiteres möglich. Diese ist aber essenziell, da nur somit wichtige Folgepflegearbeiten des Jungbestandes – bestenfalls voll autonom – erfolgen können. Auf dem Markt erhältliche Pflanzmaschinen/-raupen arbeiten zur Zeit noch nicht autonom, müssen per Funkfernbedienung gesteuert und der Setzlingsvorrat manuell bestückt werden.

Vor diesem Hintergrund adressiert das Forschungsprojekt *ForestBots*, gefördert vom BMFTR (Digital GreenTech - Umwelttechnik trifft Robotik, FKZ: 02WDG1760A), die zentrale Herausforderung einer vollautomatisierten, kollaborativen Wiederaufforstung. Mit Blick auf den zunehmenden Fachkräftemangel und die Notwendigkeit, die Attraktivität forstlicher Tätigkeiten zu steigern, verfolgt das Projekt das Ziel, den gesamten Aufforstungsprozess künftig autonom durchführen zu können. Hierbei werden Ansätze aus der Landwirtschaft, in der autonome Schwarmkonzepte bereits Stand der Forschung sind, auf den forstlichen Kontext übertragen.

¹ Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

² HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst



Im Projekt wird ein Kleinschwarm bestehend aus zwei unterschiedlichen voll elektrisch betriebenen Raupen/ autonomen mobilen Robotern (AMR) eingesetzt, die automatisiert und kollaborativ zusammenarbeiten: Ein AMR agiert als Shuttle für den Setzlingsnachschub, während der zweite AMR den eigentlichen Pflanzprozess ausführt. Beide Systeme kommunizieren und navigieren koordiniert, um eine kontinuierliche, präzise und ressourceneffiziente Aufforstung zu gewährleisten.

Die technischen Herausforderungen sind dabei vielschichtig. Sie reichen von der Entwicklung zuverlässiger Navigations- und Lokalisierungssysteme für das autonome Fahren im Off-Highway-Bereich, über stabile Datenübertragung unter schwierigen Umweltbedingungen, bis hin zur Anpassung der Hardware an die rauen, wechselhaften Einsatzbedingungen im Wald.

Das Projekt gliedert sich daher in die folgenden drei Teilprojekte (TP):

TP1: Entwicklung eines kompakten, universellen Pflanzaggregats

TP2: Adaption eines kollaborativen Roboters (Cobot) für den Outdooreinsatz zur Handhabung der Setzlinge

TP3: Entwicklung eines plattformunabhängigen Software-Kits für autonomes Fahren von AMR





Betroffene Stakeholder

Die adressierten Stakeholder umfassen forstliche Dienstleister, Waldbesitzende, Maschinenhersteller, forsttechnische Forschungseinrichtungen sowie politische Entscheidungsträger, die Strategien zur nachhaltigen Walderneuerung fördern.

Praxisbezug

Durch den Fokus auf modulare und standardisierte Schnittstellen – wie etwa eine Drei-Punkt-Aufnahme mit Fanghaken und Oberlenker – wird eine hohe Praxisrelevanz und Übertragbarkeit auf bestehende und neue Maschinenkonzepte gesichert. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Entwicklung eines plattformunabhängigen Software-Kits für das autonome Fahren im Off-Highway-Bereich. Das Software-Kit soll eine robuste, witterungsunabhängige Navigation auch unter schwierigen Verhältnissen im Off-Highway-Bereich ermöglichen und ist so konzipiert, dass sie sich perspektivisch auch auf andere forstliche oder landwirtschaftliche Anwendungen übertragen lässt.

Praxistauglichkeit

Mit dem Ansatz der nachhaltigen Schwarmintelligenz leistet das Projekt *ForestBots* einen Beitrag zur digitalen Transformation der Forstwirtschaft. Durch die Integration von autonomer Navigation, automatisierter Transportlogistik und Pflanzung sowie Verortung wird nicht nur die Effizienz der Aufforstung signifikant gesteigert, sondern auch eine Perspektive für künftige autonome Arbeitsprozesse im Wald eröffnet.

Langfristig soll das Konzept dazu beitragen, Aufforstung trotz Fachkräftemangel und hoher Flächenbedarfe wirtschaftlich, ergonomisch und ökologisch nachhaltig zu gestalten. Der Beitrag diskutiert sowohl technologische als auch organisatorische Herausforderungen der Implementierung und gibt einen thematischen Ausblick, wie autonome Systeme die Wiederaufforstung im Jahr 2030 oder 2040 prägen könnten.