



Innovative Automatisierungskonzepte

Prof. Dr. Matthias Klingner

Innovative Automatisierungskonzepte

Autonome, elektrifizierte Feldrobotik und Sensorikplattformen

Status Quo & Challenges

- EU-Richtlinien & gesellschaftlicher Wunsch nach mehr Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft
 - Akzeptanz der Landwirte und Anwender
 - Wirtschaftlichkeit von biologischen Anbausystemen
 - Verfügbarkeit von Daten für KI-Entwicklungen und lernende Systeme
 - Start-ups mit Automatisierungslösungen am Markt
-
- hoher Arbeitsaufwand im ökologischen Pflanzenschutz
→ Use Case chemiefreie Beikrautregulierung

Technologische Lösungen

CERES – automatisierter vollelektrifizierter Feldroboter

Navigationsbox – autonome Navigation

helyOS® – Leitstandsoftware

Schnellladeeinheit – automatisierter Ladevorgang

CURT – mobiler Agrarroboter zum Einsatz im Pflanzenschutz



CERES – »Cognitive Electrical Robot Environment System«

Systemüberblick und Kooperation im Leitprojekt



CERES – »Cognitive Electrical Robot Environment System«

Technologische Entwicklung

- modularer Ansatz – Feldroboter Plattform
- rein elektischer Antrieb (45kw)
- unterschiedliche Antriebs- und Lenkmodi
- zwei Hochvolt-Batterien (700 VDC und ca. 50 kWh)
- standardisierte Aufnahmen an den Krafthebern – verschiedene Bearbeitungswerkzeuge anschließbar



Umsetzung der verschiedenen Lenkmodi (Ackermannlenkung, Tellerdrehung, Querfahrt, Ein- und Mehrachslenkung ...)

Navibox – autonome Navigation

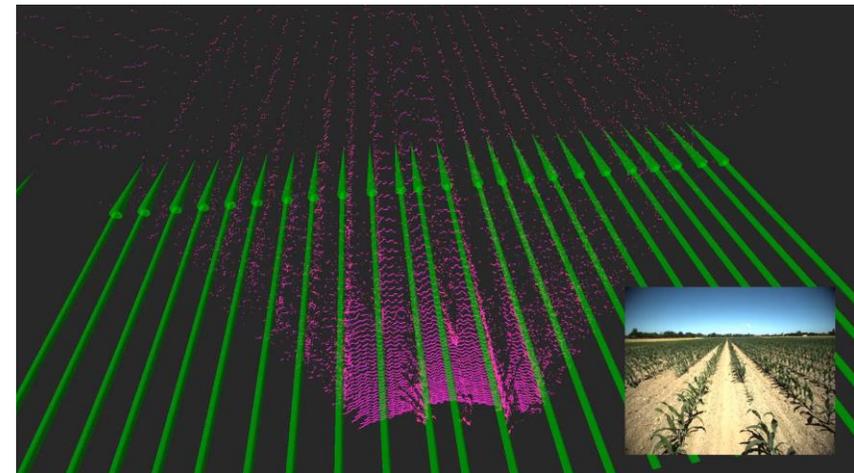
Algorithmen-Toolbox und vollintegrierte Box für mobile Robotersysteme

Technologische Entwicklung

- Multi-Sensor-Fusion
 - System aus Kamera, Lidar, IMU, GNSS, Odometrie
- Computing auf embedded Plattform – Integrierte Navigation
 - Lokalisierung
 - Hinderniserkennung
 - Pflanzreihenerkennung & -verfolgung
- Schnittstellen zur fahrenden Plattform
 - Plattformzustand (Geschwindigkeit, Lenkwinkel, ...)



Demonstrator Navigationsbox



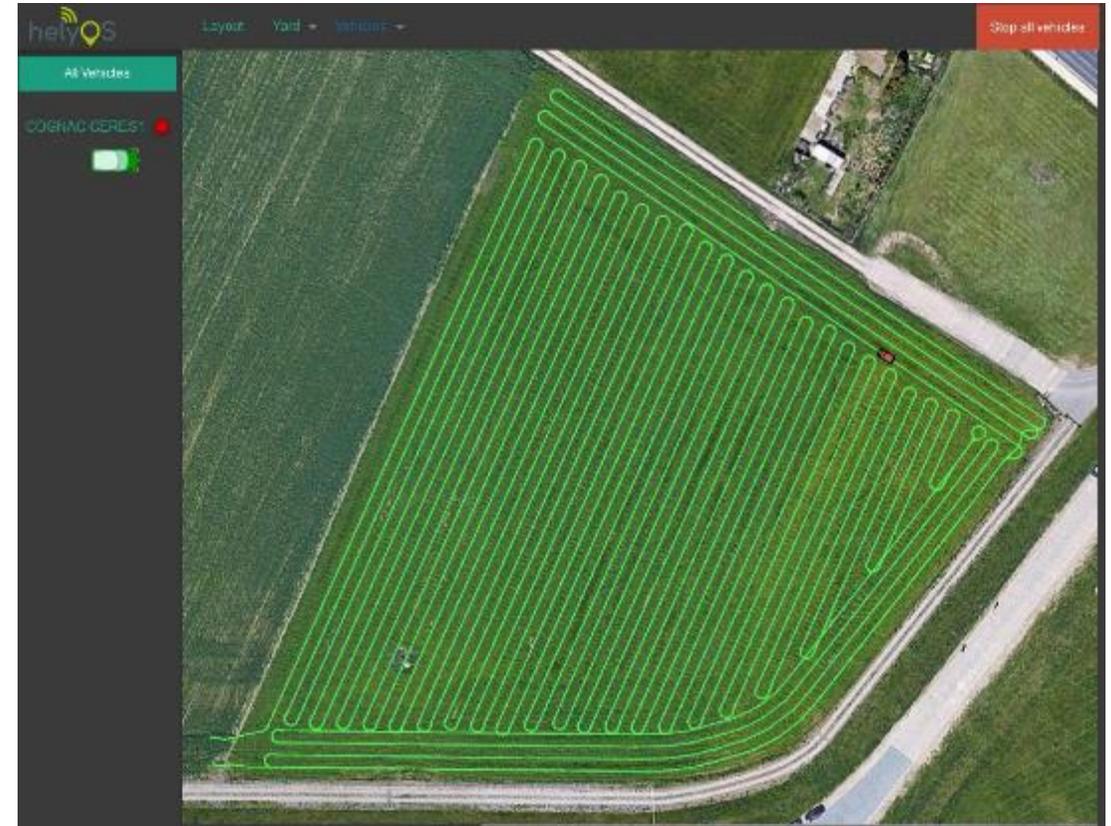
Detektion der Pflanzenreihen

helyOS® – Leitstandssoftware und Pfadplanung



Technologische Entwicklung

- Leitstandssoftware für Missionsausführung und Überwachung
- webbasierte Userschnittstelle
- modulare Microservices für verschiedene Anwendungen wie Pfadplanung für autonome Roboter (-schwärme)
- Anbindung an ADS-enabling platform
- generische Schnittstelle für maschinenspezifische Implementierung

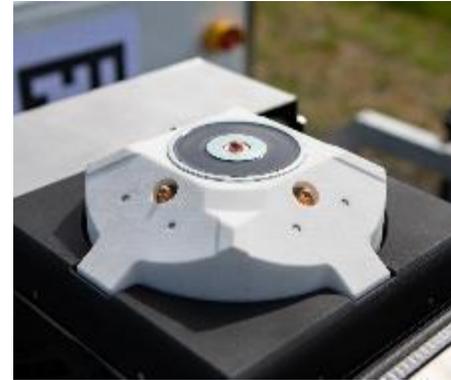


Pfadplaner für Roboter (-schwärme) in der Landwirtschaft

Elektrifizierung

Technologische Entwicklung

- Entwicklung aus dem Automotivbereich
- Energiebereitstellung am Feldrand
- automatisiertes Ladesystem für Landmaschinen (24/7-Betrieb)
- autonome Auffahrt auf den Ladeanhänger
- Lademanagement für Feldroboterschwärmen
- Leistungsübertragung > 1 MW möglich



Ladeanhänger mit Ladestation und Unterbodenladesystem

Kontakt

Prof. Dr. Matthias Klingner
Institutsleiter

Tel. +49 351 4640-640

Fax +49 351 4640-803

matthias.klingner@fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Verkehrs-
und Infrastruktursysteme IVI
Zeunerstraße 38
01069 Dresden
www.ivi.fraunhofer.de



CURT in der Beikrautregulierung

—
Simon Kalmbach

CURT

Der Feldroboter für den Einsatz in Dammkulturen

Warum arbeitet CURT in Dammkulturen?

- Hoher (finanzieller) Aufwand im ökologischen Kartoffelbau
- Komplexität der Beikrautregulierung innerhalb der Reihe
- Hohes Innovationspotential in Dammkulturen

Was zeichnet CURT aus?

- Minimaler Eingriff in das System durch leichte Roboter und selektive mechanische Werkzeuge
- Vollintegriertes Sensorsystem zur Perzeption und Navigation
- Autarkie durch Edge Computing in Navigation und Beikrautregulierung



CURT

...vom MVP zu CURT...

Technologien

- **Feldroboter Entwicklung**
 - Fahrwerk
 - Manipulatoren
 - Designstudien
- **Autonome Navigation**
 - Robuste Lokalisierung
 - Reihenerkennung
 - Reihenenderkennung
 - Erstellung von spezifischen Karten
- **Manipulatoren & Werkzeuge**
 - Beikrauterkennung
 - mechanische Regulierungsverfahren
 - Sonderkinematiken
 - Lokalisierung von Beikräutern

Applikation

- **Monitoring**
- **Beikrautdetektion**
- **Selektive mechanische Beikrautregulierung**



CURT

...navigiert robust durch das Feld...

Challenges

- Verfügbarkeit und Robustheit von GPS Signal
- Veränderliche & dynamische Umgebungen
- Oftmals keine „echte“ autonome Navigation
- Vielfalt an Einsatzgebieten und -bedingungen

CURT's Lösungsansätze

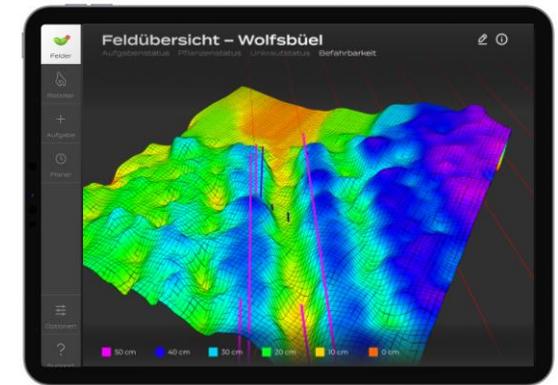
- Lokalisierung durch Sensorfusion (RGB-D Kamera, 3D Lidar, RTK-GPS, IMU)
- Erkennt die Pflanzreihen
- Erkennt die Reihenenden & navigiert autonom
- Entwicklung durch Simulationsumgebungen, reale Daten & Validierung auf dem Feld



CURT

...spricht mit dem Landwirt...

- **Mobile App zur Interaktion mit dem Landwirt**
- **Übersicht des Roboterstatus**
- **Definition, Verwaltung der Felder**
- **Steuerung der Roboter mit Live-View**
- **Missionsplanung von Roboterflotten**
- **Pop-Up Mitteilungen im Störfall**



CURT

...beseitigt Beikräuter selektiv...

Challenges

- Hoher manueller Aufwand bei mechanischen Verfahren
- Hohe Herbizid-Kosten
- Hoher Dokumentationsaufwand
- Konventionelle Werkzeuge oft nur im Inter-Row Bereich

CURT's Lösungsansätze

- Präzise Positionierung der Werkzeuge
- Beikrautregulierung
 - In der Reihe (Intra-Row)
 - Im Nahbereich der Nutzpflanze (Close-to-Plant)
- Umfangreiche annotierte Datensätze für Kartoffeln



CURT

Designstudie

- **Navigation, Beikrautererkennung und -regulierung in ROS**
- **Befährt zwei Kartoffelreihen gleichzeitig**
- **Robustes Fahrwerk durch 6 WD**
- **Ist ausgestattet mit:**
 - 3D Laserscanner zur Navigation
 - RGB Kamera zur Umgebungswahrnehmung
 - RGB-D und NIR-Kamera zur Unkrautererkennung
 - Outdoor Sicherheitslaserscanner für ein Sicherheitskonzept
 - Austauschbaren Akkus
- **5G Kommunikationsmodul**
- **Aufnahme der Manipulatoren zur Beikrautregulierung**
- **Mobiles User-Interface mit ROS-Schnittstelle**



Kontakt

M.Sc. Kevin Bregler
Abteilung Roboter und Assistenzsysteme
Tel. +49 711 970-1371

Kevin.Bregler@fraunhofer.de
www.linkedin.com/in/kevin-bregler

Fraunhofer IPA
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
<https://www.ipa.fraunhofer.de/>