

# IÖB-Challenge

„Autonomes Mulchen heute und in der Zukunft“



[www.Teufel.co.at](http://www.Teufel.co.at)

RT-Hackgut • Erzeugung-Transport-Verkauf  
Böschungsmähen-Freischneiden-Forstmulchen  
Energreen • Service • Vertrieb

Teufel Bernhard e.U.  
Energreen Österreich  
Hollenburgerstraße 19  
3508 Krustetten



AIT Austrian Institute of Technology GmbH  
Center for Vision, Automation & Control  
Giefinggasse 4  
1210 Wien

# Partner 1 – Einreichendes Unternehmen **Teufel Bernhard e.U. – Energreen in Österreich**

- Seit 20 Jahren Erfahrung als Lohnunternehmer mit Kommunaldienstleistungen
- Generalimporteur im Direktvertrieb ohne Umwege über Händler
  - Kurze Lieferzeiten, rasche Abwicklung von Anfragen, ggf. direkt mit Hersteller
- Arbeiten mit Maschinen von Energreen auch im Lohnverfahren
  - Reale Einsatzszenarien sind bekannt
- zahlreiche Maschinen im Einsatz bei kommunalen Unternehmen und Behörden



# Partner 2 – Forschungs- und Technologiepartner **AIT Austrian Institute of Technology, Center for Vision, Automation & Control**

- Competence Unit *Autonomous Systems*
- Seit 2004 Forschung und Entwicklung im Bereich 3D Vision für Autonome Systeme, Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) sowie Anwendungen aus Industrie und Medizintechnik



Assistenzsysteme und Automatisierung  
bei Baumaschinen



Farming – Automatisierung von  
komplexen Offroad-Szenarien



Unbemannte Missionen in  
gefährlichen Umgebungen



Autonomer Bus



Intelligente  
Straßenbahnen



Rail Automatisierung

## **AIT Referenzprojekte zum Thema:**

Intelligente Baumaschinen: <https://www.youtube.com/watch?v=ASqTCEEjt9k&t=5s>

Autonomous Vehicles: <https://www.youtube.com/watch?v=UAHzNzM3ZvA>

# Ferngesteuerte Geräteträger

- Energreen SRL aus Italien, Generalimporteur in Krustetten bei Krems
- „RoboECO“ (33PS) bis „RoboPOWER“ (140PS)
- 55° Neigung und Hanglage
- Flächenleistungen abhängig von Bewuchs und Mulchbreite
  - 5000m<sup>2</sup> – 15.000m<sup>2</sup> / Stunde
- Großes Sortiment an Anbaugeräten
  - Schlegelmulcher, Messermulcher, Forstmulcher
  - Kehrmaschine, Schneefräse, Kehrschild



## Beispiel: RoboGREEN

- Schlegelmulcher mit 130cm Arbeitsbreite
  - Gras, Schilf und Büsche mit 30mm Stärke
- Forstmulcher mit 130cm Arbeitsbreite
  - Büsche, Gestrüpp und Baumstämme bis 50mm Stärke
- Technische Daten
  - 40PS YANMAR Dieselmotor
  - 55° maximale Hang- und Schrägneigung
  - 0-7 km/h mit zwei Gängen
  - 1040 kg Eigengewicht
  - 21 Liter Treibstoffvorrat
  - Fernsteuerung via AUTECH Funksystem auf 870 MHz
  - Kommunikation der Funkfernsteuerung mit der ECU über CAN-Protokoll



<https://youtu.be/Ve-V3t0rbkl?t=122>



**RoboGREEN**



**RoboGREEN**



**RoboMAX**



**RoboPOWER**

# Autonomes System – AIT Technologiekonzept für autonome Off-Road Fahrzeuge

Potential Target Platforms



Actuators

Steering

Throttle

Brakes

Gearbox

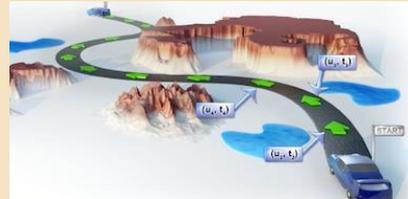
Autopilot & Cruise control



Processing Hardware



Path planning



Mission planning  
Route definition

Waypoints			
Heading	Distance [m]	Heading In	Heading Out
360.00	---	---	292.15
360.00	48.01	112.15	203.96
360.00	9.69	23.96	112.73



Mapping



3D - Sensors

Stereo camera

Laser scanner

Odometry / Localisation

Visual Odometry

Inertial sensor

Magnetometer

Wheel speed

GPS Receiver

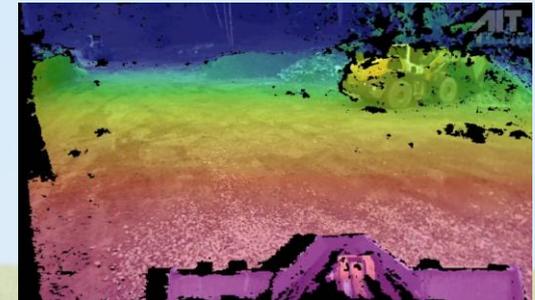
Trajectory filter

# Autonomes System – Erforderliche Add-On Komponenten für RoboGREEN Seriengerät

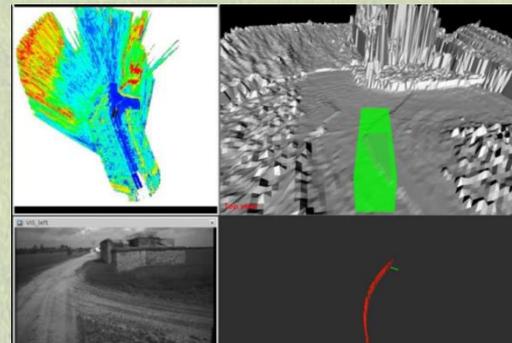
- Bordcomputer (leistungsfähige Zusatzrechner)
  - Sensordatenverarbeitung
  - Ansteuerung der Maschine
- Interface-Modul zwischen Bordcomputer und RoboGREEN
  - CAN-Bus Gateway
  - Austausch v. diskreten Steuersignalen
- 3D Sensorsystem
  - Stereokameras für Umfelderfassung
  - Laser-Scanner / Ultraschall / Radar
  - ev. taktiler Abschaltmechanismus
- Lokalisierungssystem
  - GNSS (GPS,...) Empfänger
  - Inertialsensorik



Stereokamera



Tiefendaten farblich dargestellt



Ermittlung der befahrbaren Bereiche

# Autonomes System mit RoboGREEN – Erforderliche Infrastruktur für Entwicklungsphase und Probetrieb

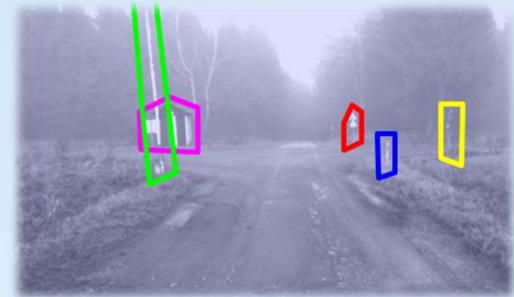
- GNSS Referenzstation oder Korrekturservice
- Stationäre / Off-Line Softwarekomponenten für
  - Missionsplanung
  - Systemkonfiguration
  - Testauswertung
- Basisstation-Einheit
  - Breitband-Datenlink
  - Remote-Video-Überwachung im Prototypstadium
  - Visualisierung von Systemzuständen
  - Steuerung mittels einfachem Controller für Experimente & Tests
  - Umschaltmöglichkeit auf Serien-Fernbedienung
- Shelter / Werkstätten
  - Arbeitsumgebung für Entwickler
  - Möglichkeit für Umbauten im Feld

Waypoints			
Heading	Distance [m]	Heading In	Heading Out
360.00	---	---	292.15
360.00	48.01	112.15	203.96
360.00	9.69	23.96	112.73

An aerial photograph of a green field with a white grid overlay. A red line traces a path through the field, connecting several points marked with small red dots. The path starts at the top left, moves right, then down, then left, then down, then right, and finally up to the top right.

# Autonomes System – Herausforderungen

- Wegen Größe, Gewicht und rotierendem Mähorgan geht von der Maschine ein erhebliches Gefahrenpotential aus
- Technische Herausforderungen
  - Zuverlässige Hinderniserkennung
  - Eingrenzung des Arbeitsbereichs
  - Raue Einsatzumgebung, Schmutz, Staub,...
  - Sehr variable Umgebungsbedingungen
- Lösung erfolgt in mehreren Schritten
  - Definition eines (vereinfachten) Grund szenarios
  - Aufbau eines Prototyp-Systems durch Kombination von
    - RoboGREEN – Maschine im Serienstand (nicht automatisiert)
    - bestehende Komponenten / Technologiebausteine aus Sensorik und Automatisierung
    - individuellen anwendungsspezifisch erforderlichen Entwicklungen
  - Demonstration des Grund szenarios
  - Sukzessive Verbesserungen und Erweiterung des Einsatzspektrums



## Richtpreise & Kostenaufstellung

- RoboECO im Serienstand (teleoperiert, ohne Autonomie Fähigkeiten) ab € 25.000,- excl. MWSt. / RoboGREEN ab € 40.000,- excl.
  - Autonomes System heute nicht out-of-the-box erhältlich
  - Kombination von Energreen Maschinen mit AIT Sensorik und Autonomiesysteme hat viel Potential für künftige Lösungen
  - Umsetzung kann in mehreren Phasen erfolgen
    1. Szenariendefinition und technisches Detailkonzept
    2. Aufbau und Vorführung eines ersten Demonstratorsystems
    3. Technische Evolution, weitere verbesserte Prototypen
    4. Erprobungsphasen
    5. Überleitung in einen Produktivbetrieb
    6. Aufbau weiterer Maschinen
- 
- Investitionsphase  
(Einmalkosten)
- Produktionsphase  
Stückkosten (Material,  
Lizenzen, Support)

## Usability – Vision eines künftigen Einsatzszenarios

- Beispiel: RoboGREEN mit Gewicht von 1300 kg kann via PKW zum Einsatzort verbracht werden
- Bedienung via Funksteueranlage – Maschine wird in eine definierte Ausgangsstellung gebracht
- Definition eines Arbeitsauftrags/„Mission“ in verschiedenen Varianten
  - Neue Missionen werden offline (im Büro) anhand von Plandaten definiert und gespeichert
  - „Teach-In“: Arbeitsbereich wird per Lernfahrt mit Fernsteuerung im Feld definiert
  - Abruf einer bereits existierenden Mission (z.B. vom Vorjahr)
- Danach Aktivierung Autonomes System
  - Überwachung des Arbeitsvorganges erforderlich je nach
    - Beschaffenheit des Arbeitsbereichs
    - Bestehenden Sicherheitsanforderung / Normen
    - Reifegrad der autonomen Technologie

## Kommunikation mit Bediener / Leitstelle

- Stark abhängig vom Grad der Automatisierung und vom Ausmaß der erforderlichen Überwachung (je nach Sicherheitsanforderungen)
  - GSM -> SMS (nur für einfachste Steuerbefehle/Rückmeldungen sinnvoll, keine Echtzeit; )
  - Idealerweise werden die künftigen Möglichkeiten einer 5G-Infrastruktur genutzt (entlang von Autobahnen üblicherweise gute Kommunikations-Infrastruktur)
  - Integration in Zukunft in Leitstellenrechner grundsätzlich möglich für Flottenmanagement und Auftragsplanung
    - teilweise maßgeschneiderte Individualsoftware erforderlich
  - Schnittstellen ASFINAG Kataster mit autonomen System wäre grundsätzlich möglich