Challenge

Autonomes Mulchen heute und in der Zukunft: Roboter übernehmen Grünschnitt an der Autobahn

Einreichung:

Reform-Werke Bauer & Co. Gesellschaft mbH
Haidestrasse 40
4600 Wels
Stephan Ackermann
stephan.ackermann@reform.at
+ 43 664 60 231 257

und

Robot Makers GmbH - experts in mobile automation
Merkurstraße 45
D-67663 Kaiserslautern
Matthias Schächter
matthias.schaechter@robotmakers.de
+49 631 204013 17

Aufgabenstellung:

Welche Maschinen mähen Grünstreifen an Straßen jetzt (oder in Zukunft) autonom und zuverlässig?

2.200 Kilometer Autobahnen und Schnellstraßen bilden das Netz der Asfinag. Die ASFINAG Service GmbH sorgt für den reibungslosen Betrieb: Sie säubert Rast- und Parkplätze, räumt den Schnee, verantwortet Reparaturen und Erneuerungen an der Strecke, überwacht und reinigt die Tunnels etc. Eine weitere Aufgabe, die nicht jeder sofort mit dem Betrieb von Straßen verbindet: der Schnitt der Grünflächen entlang der Autobahnen und Schnellstraßen.

Bereits heute kommen für die Pflege und den Schnitt der Grünflächen sehr viele Fahrzeuge der Reform-Werke Wels zum Einsatz. Eine sehr gängige Kombination sind die bewährten Reform Zweiachsmäher Metrac mit einem angebauten Schlegelmulcher. Diese Fahrzeuge verfügen über eine sehr hohe Hangtauglichkeit und eine sehr gute Bodenanpassung.

Bild 1: REFORM Metrac H7 X mit Fischer Schlegelmulcher

Zielsetzung:

Die Flächen entlang der Autobahn sollen in Zukunft zumindest teilautonom bearbeitet werden. D.h. es ist nicht mehr zwingend ein Fahrer oder Bediener für das Fahrzeug notwendig, der ausführt. Das Fahrzeug findet selbst seinen Weg, steuert und lenkt automatisiert. Bei Notfällen oder unbekannten Gefahren bleibt das Fahrzeug jedoch stehen und fordert via SMS oder einer anderen Benachrichtigung, Unterstützung an.

Die REFORM-Lösung:

Die Reform-Werke Wels Haidestraße 40, 4600 Wels, entwickeln, fertigen, verkaufen und servicieren Hanggeräteträger für den kommunalen Einsatz. Für die Challenge wird ein REFORM Geräteträger als Trägerfahrzeug für die, in dieser Challenge beschriebenen Aufgaben, verwendet.

Bild 2: REFORM Metrac H4 X mit Müthing Mulcher

Der Geräteträger wird zusätzlich mit einem Autonomie-Kit der Robot Makers GmbH - experts in mobile automation, Merkurstraße 45, D-67663 Kaiserslautern ausgerüstet. Robot Makers stellt Hardware, die Software, die Pfadplanung und weitere erforderliche Tools für diesen Autonomie-Kit, das im Folgenden den Arbeitsnamen mowNAV trägt.

Für diese Challenge wird ein Konsortium aus Reform-Werke Bauer & Co. Gesmbh. und Robot Makers GmbH gebildet. Ziel dieses Konsortiums ist die Entwicklung eines praxistauglichen, normkonformen und effizienten Systems für den alltagstauglichen Outdooreinsatz bei der Pflege von Grünflächen.

Vorgehensweise:

Da die genauen Anforderungen an eine solch innovative Anwendung nicht im Voraus komplett zu erfassen sind, wird ein iteratives Vorgehen bei der Realisierung angestrebt.

Dazu wird **im ersten Schritt** der Geräteträger REFORM mit einer Basisversion des mowNAV ausgestattet. Diese ermöglicht das Aufzeichnen von Mähpfaden für die jeweiligen Autobahnabschnitte und andere Mähflächen. Die aufgezeichneten Mähflächen können dann

beliebig oft durch das Fahrzeug bearbeitet werden. Unbekannte Hindernisse, die aus dem Mähgut herausragen, werden dabei durch die Umfelderfassung des Fahrzeugs erkannt, das Fahrzeug davor angehalten und eine Benachrichtigung an den Bediener abgesetzt. Hindernisse, die vom Mähgut verdeckt werden, werden durch taktile Sensoren erkannt.

Mit Hilfe dieses Entwicklungsstandes sollen dann erste Erfahrungen im Praxiseinsatz gesammelt werden und die Anforderungen gerade in den Bereichen Benutzerschnittstelle und der Einbeziehung der GIS-Daten der ASFINAG detailliert und verfeinert werden.

Im zweiten Entwicklungsschritt soll das System dann um diese Anforderungen ergänzt werden. Das bedeutet, dass neue Autobahnabschnitte beim erstmaligen Mulchen nicht mehr händisch abgefahren werden müssen, sondern, dass dazu auf die vorliegenden GIS-Daten zurückgegriffen wird. Auf Basis dieser Shape- und Polygon-Daten wird dann eine Online-Pfadplanung durchgeführt, die dann einen optimalen Mähpfad und die dazu passende Anbaugerätestellung generiert.

Technische Daten und Features:

Reform Geräteträger

- ✓ Zweiachsmäher
- ✓ 4 gleichgroße Räder
- ✓ 50 bis 91 PS
- ✓ 4 Lenkungsarten (Front- / Heck- / Allrad- / Hundegang-Lenkung)
- ✓ Drehgelenk für beste Bodenanpassung
- ✓ Dreipunkt Fronthubwerk Kat. I mit mechanischer Zapfwelle
- ✓ Gewicht ca. 2.300 kg

Bild 3: REFORM Metrac

Die CANBus Steuerung ermöglicht es den Zustand des Gerätes auf dem Display der Bedienung anzuzeigen und Warnhinweise zu geben. Die gesammelten CANBus Daten können mittels eines Telemetriepaketes an eine Leitstelle geschickt werden.

Zusätzlich kann im Display auch das Kamera-Bild angezeigt werden die Kamera befindet sich an der Front des Gerätes und kann einen Überblick über ein allfälliges Problem verschaffen.

Bild 4: REFORM Frontansicht mit Kamera

mowNAV (Autonomie-Kit)

mowNAV ist der Arbeitsname für den Autonomie-Kit, welcher im REFORM Geräteträger verbaut werden soll. Das endgültige Konzept von mowNAV ist noch in Ausarbeitung, der Bau eines Prototypen ist für 2019 geplant.
mowNAV besteht aus den folgenden Komponenten:

- ✓ 1 x Embedded-PC Generic Control Box (inkl. Schnittstellen zu Mobilfunknetz und WIFI)
- ✓ 1 x Mehrebenen-Laserscanner
- ✓ 1 x Inertiales Navigationssystem
- ✓ 1 x RTK-fähiges GPS System
- ✓ 1 x Sicherheits-Bumper an Mulchgerät

Funktionsweise:

Der Bediener des REFORM Geräteträger mit mowNAV transportiert diesen zur gewünschten Einsatzfläche.

Ersteinsatz:

Ersteinsatz Realisierungsschritt 1: Der Bediener aktiviert auf der Fernbedienung die Teach-In-Funktion und fährt die Mähfläche wie bei einem klassischen Mähvorgang manuell ab. Dabei werden auch Hindernisse im Fahrweg durch den Bediener umfahren. mowNAV speichert die abgefahrene Mähtrajektorie mit allen nötigen Informationen (z.B. Aushebung Mulcher, Drehzahl Mulcher, …) unter einem durch den Bediener festgelegten Namen.

Ersteinsatz Realisierungsschritt 2: Der Bediener gibt die Außenkontur der zu mähenden Fläche (z.B. über vorliegende GIS-Daten der ASFINAG) vor. mowNAV generiert auf Basis dieses Polygons einen optimalen Mähpfad und die dazugehörige Stellung des Anbaugeräts. Diese Daten können nach erfolgreichem Arbeitsgang in das GIS-System der ASFINAG zurückgespielt und dort ggf. auch bearbeitet werden. Allfällige Hindernisse (größere Steine, Schächte, Sträucher, Leitschiene) könnten somit in der Karte gekennzeichnet werden.

Arbeitseinsatz:

Der Bediener positioniert den Geräteträger mit mowNAV in der Fläche und startet das Programm. Der Geräteträger beginnt mit dem Mulchen der Fläche. Mittels der eingelernten (Schritt 1) oder generierten (Schritt 2) Mähtrajektorie navigiert das Fahrzeug in der Fläche und mulcht diese flächendeckend in Schichtlinien.

Der Bediener des Geräteträgers kann sich in der Zwischenzeit anderen Tätigkeiten (bspw. Ausmähen mit Motorsense, Überwachung von Anlagen etc.) in der Nähe befassen.

Zur Überwachung der Position des Geräteträgers wird das GPS-Signal (RTK) verwendet. Die Umgebungs-Überwachung erfolgt mittels Laserscanner, tritt ein unbekanntes Hindernis auf, das aus dem Mähgut herausragt, bspw. ein defekter LKW Reifen, Menschen usw. bleibt der Geräteträger stehen und benachrichtigt den Bediener (z.B. durch einen Warnton und Anzeige auf der Fernbedienung). Zur ersten Kontrolle kann die auf dem Geräteträger montierte Kamera genutzt werden, um dem Bediener einen Überblick über die Situation zu geben. Anschließend kann der Bediener manuell den Geräteträger um das Hindernis manövrieren oder dieses aus dem Weg räumen. Ist das Hindernis umfahren und die Störung behoben, wird der automatisierte Mähvorgang wieder fortgesetzt. Hindernisse, welche in der Karte abgespeichert und gekennzeichnet sind, werden automatisch umfahren.

Zur Überwachung des Prozesses besteht immer eine aktive Verbindung zwischen dem Geräteträger, mowNAV und der Funkfernbedienung. Im Falle einer Unterbrechung der Verbindung bleibt der Geräteträger stehen und schaltet alle Funktionen aus.

Sicherheit:

Die funktionale Sicherheit gemäß Maschinenrichtlinie und gegebenenfalls weiterer Normen ist bei teilautonomen Fahrzeuge ein bedeutender Projektinhalt, welcher in dieser kurzen Beschreibung nicht im Detail beschrieben werden kann. Diese benötigt gegebenenfalls eine genauere Betrachtung und Beurteilung durch eine unabhängige Institution (z.B. TÜV). Zur Gewährleistung der Sicherheit sind zum aktuellen Zeitpunkt folgende Maßnahmen geplant.

- ✓ Bediener / Überwacher in der näheren Umgebung
- ✓ Bei Verlust der Fernbedienung bleibt der Geräteträger stehen
- ✓ Laser-Scanner detektiert Hindernisse, bei Gefahr bleibt das Fahrzeug stehen
- ✓ Sicherheitsschaltleiste vorne und hinten als zusätzliche Absicherung und Schutz vor Kollisionen
- ✓ Detaillierte Planung auf ASFINAG GIS-Karten
- ✓ Genaue Positionierung mittels RTK-GPS

Nach finaler Abstimmung der Anforderungen und Szenarien werden die Systemgrenzen im Rahmen einer Gefahren- und Risikoanalyse detailliert festgelegt und gegebenenfalls weitere Maßnahmen abgeleitet. Die funktionale Sicherheit des Gesamtsystems ist für beide Projektpartner von herausragender Bedeutung, da diese Voraussetzung für den industriellen Einsatz des Systems ist. Beide Firmen bringen auf ihren technologischen Ebenen die nötige Expertise für diese Betrachtungen und die normkonforme Realisierung mit.

Umsetzung:

Für die Integration von mowNAV ist ein Projektstart im 1. Quartal 2019 vorgesehen. Die erste praktische Erprobung soll im Q2/Q3 2019 möglich sein. Der Start einer Serienproduktion von Geräteträgern mit mowNAV ist stark von der praktischen Erprobung und in gewissem Maße auch den rechtlichen / sicherheitstechnischen Rahmenbedingungen abhängig und kann aktuell noch nicht genannt werden.

Kosten:

Die Kosten wurden direkt der Jury übermittelt.

Produktivität im Einsatz:

- ✓ Mit dem Geräteträger mit mowNAV kann die Produktivität der Mitarbeiter gesteigert werden. Die Flächenleistung des Geräteträgers ist der eines herkömmlichen Zweiachsmähers fast gleichzusetzen. Mit einem Mulcher mit einer Arbeitsbreite von 1,6 bis 1,8 m kann praktisch die gleiche Flächenleistung wie mit einem Zweiachsmäher mit 2 m Mulcher erreicht werden. Dies ist vor allem durch das genauere Anschlussfahren mit weniger Überlappung und einer exakten Pfadplanung möglich.

Herkömmliches System	System REFORM mowNAV
1 MA mit Motorsense oder ähnlichem	1 MA mit Motorsense und Überwachung Geräteträger mit mowNAV
1 MA Fahrer Zweiachsmäher	

Produktivitätssteigerung von bis zu 100% möglich!

- ✓ Es wird weniger Personal benötigt. Das Mähen der Flächen kann mit weniger Personal erfolgen, da Mitarbeiter, welche händische Arbeiten durchführen, den Geräteträger überwachen können. Durch den flexiblen Einsatz des Geräteträger können tw. auch große Auslegemulcher (Unimog) in vielen Bereich ersetzt werden. Das Personal, welches für die Absicherung der Strecken benötigt wird, kann durch den Entfall von Auslegemulchern, welche auf dem Pannenstreifen arbeiten müssen zusätzlich eingespart werden.

Grad der Autonomisierung

- ✓ Der Grad der Autonomisierung kann die Wünsche und Vorgaben der ASFINAG erfüllen. Offen bleiben die rechtlichen Vorgaben, welche erfüllt werden müssen. Diese müssen gesondert von diesem Projekt betrachtet werden.

Usabiltity / Einfachheit im Betrieb

- ✓ mowNAV lässt sich einfach für den Bediener erlernen, wenn er mit der Bedienung des Geräteträgers betraut ist, kann mowNAV relativ einfach umzusetzen und in Betrieb zunehmen. Auch die Problembehandlung sollte keine große Herausforderung für den Bediener darstellen.

Kommunikation mit Bediener und Leitstelle

- ✓ die Kommunikation zwischen Geräteträger, Bediener und der Leitstelle ist immer sichergestellt. Die Daten des Geräteträgers werden über die CAN-Schnittstelle der Fernbedienung und können über ein Telemetriemodul auch der Leitstelle übermittelt werden.

Referenzen:

Reform-Werke:

REFORM ist seit vielen Jahren ein starker Partner, wenn es um die Pflege von Böschungen entlang von Straßen, Autobahnen oder Flüssen geht. Mit den geländegängigen Hanggeräteträger Metrac, Mounty sowie dem Transporter Muli, aber auch mit handgeführten Einachser Motech werden schon seit vielen Jahren in den verschiedensten Ländern das Straßenbegleitgrün gepflegt.

Bild 6: REFORM Produktpalette

Weitere Informationen:
https://www.reform.at/anwendungen/gruenflaechenpflege

Robot Makers GmbH

Robot Makers RowCropPilot – Autonomiekit für Reihenkulturen

Das Autonomiekit RowCropPilot bringt die Möglichkeit mit sich, im Anwendungsfall bewährte Fahrzeuge mit einer intelligenten Steuerung auszustatten und dadurch zu robotisieren. Die ausgestatteten Fahrzeuge sind dann in der Lage, wiederkehrende Pflegearbeiten wie Mulchen, Spritzen oder Pflanzenschutz selbständig und ohne Eingriff eines Bedieners durchzuführen.

Das Produkt kann einfach auf verschiedene Fahrzeuge adaptiert werden und ist bereits auf Fahrzeugen von drei Herstellern erhältlich. Die Unterstützung für weitere Fahrzeuge wird in den nächsten Monaten folgen.

Bild 7: Der RowCropPilot ist aktuell auf Fahrzeugen von drei Herstellern erhältlich. Weitere Hersteller folgen in den folgenden Monaten.

Weitere Informationen:
https://robotmakers.de/blog/2018/01/15/rowcroppilot-autonomiekit-fuer-reihenkulturen/