

Autonome Feldroboter

Selbstständige Helfer

Neben großer, schlagkräftiger Technik werden zukünftig auch Feldroboter einzeln oder in organisierten Gruppen präzise pflanzenbauliche Maßnahmen auf dem Acker erledigen können. Noch ist diese Technik in der experimentellen Entwicklung, rechtliche Rahmenbedingungen müssen geklärt werden.



*Prof. Dr. Arno Ruckelshausen,
Fachhochschule Osnabrück, und
Dr. Florian Rahe, Amazonen Werke Hasbergen*

Zur Lösung der globalen Herausforderung Ernährung und Energie ist die Nutzung der technologischen Fortschritte in den Bereichen Informatik, Elektronik und Sensorik notwendig. In der Agrartechnologie stellen diese Bereiche mittlerweile eine Kernkompetenz dar, der überwiegende Anteil von Innovationen in der Landtechnik basiert auf der Integration intelligenter Systeme in den Agrarprozess.

■ Nächste Stufe der Automatisierung

Der Aufwand für die Software und Elektronik zur Entwicklung robuster Systeme wurde anfangs unterschätzt. Mittlerweile werden jedoch Automatisierungssysteme zunehmend in die Praxis eingeführt, z.B. automatische Lenksysteme zur Fahrerassistenz oder die sensorgesteuerte Düngung. Aus Sicht der landwirtschaftlichen Betriebe führt die Automatisierungstechnik zu den Optionen teilflächenspezifische Bewirtschaftung, Fahrerentlastung und Flottenmanagement. In diesen Bereichen der Landtechnik-Automatisierung, die häufig unter dem Begriff Precision Farming zusammengefasst werden, gibt es bereits kommerziell verfügbare Systeme.

Die nächste Stufe des Automatisierungsgrades ist die Autonomisierung. Für die Landwirtschaft bedeutet das die Einführung der Feldrobotik. Betrachtet man hierbei das Flottenmanagement in der Außenwirtschaft, so ist auch das Zusammenspiel autonomer und teilautonomer Systeme denkbar.

Aus Sicht der Automatisierungstechnik ist der Übergang zu autonomen Systemen als kontinuierlicher Prozess zu sehen, da bereits heutige Systeme einen teilweise hohen Automatisierungsgrad – ohne direkte Eingriffe des Menschen – besitzen. Allerdings erfordern die sich ändernden Feldbedingungen und die Vielfalt der technischen und nicht-technischen Problemstellungen noch umfang-

reiche Arbeiten vor einer Praxiseinführung. Autonome Feldroboter sind Gegenstand wissenschaftlicher Forschung. Auch der von der Universität Wageningen (Niederlande) initiierte internationale Wettbewerb Field Robot Event kann diese Entwicklung unterstützen. Hier stellen sich überwiegend studentische Teams verschiedenen Aufgaben in Maisfeldern, weiterhin wird dieser Wettbewerb als Plattform



Autonome Plattform auf Basis eines Kleintraktors. Bei dieser Forschungsarbeit aus Dänemark wurden insbesondere die geltenden Sicherheitsbestimmungen berücksichtigt, sodass das Fahrzeug nach aktuellen Richtlinien autonom arbeiten könnte. Die Sicherheit ist ein wesentliches Thema für die Feldrobotik, welches für zukünftige kommerzielle Produkte gelöst werden muss.



zur Präsentation von Studien autonomer Feldroboter genutzt.

■ Anforderungen an autonome Feldroboter

Die immer größer werdende Schlagkraft bringt immer schwerere Maschinen hervor. Diese erfordern einen hohen Energieeinsatz und verdichten den Boden, was zu einem weiteren Energieverbrauch zur Auflockerung des Bodens führt. Der Einsatz von kleineren (und leichteren) Feldrobotern und Roboterschwärmen bietet technologische Alternativen; diese könnten rund um die Uhr sowohl auf kleinen als auch großen Flächen eingesetzt werden. Durch die Integration entsprechender Informationssysteme (einschließlich Sensoren) könnte sich der landwirtschaftliche Prozess den Umgebungs- und Rahmenbedingungen anpassen (z. B. Witterungsverhältnisse, Pflanzeigenschaften oder verfügbare Maschinen), auch bieten sich hierdurch Optionen für die Automatisierung (und damit eine hohe Flächenleistung) der ökologischen Produktion.

Trotz der Komplexität auf dem Feld wird aufgrund der günstigeren Sicherheitsaspekte – beispielsweise im Vergleich zum Straßenverkehr – ein früherer Marktzugang erwartet. Es ist daher damit zu rechnen, dass in den nächsten Jahren gerade auf den landwirtschaftlichen Flächen die innovativsten Technologien für autonome Systeme erprobt werden.

Die Anwendungen autonomer Feldroboter im Umfeld der Landwirtschaft können sich zunächst auf die bisherigen Konzepte beziehen. Dies betrifft klassische landwirtschaftliche Bearbeitungsschritte (z. B. Saat), den Gartenbau (z. B. Ernte), die Landschaftspflege (z. B. Rasenmähen) oder die Kommunaltechnik

(z. B. Unkrautregulierung). Darüber hinaus können sich neue Applikationen ergeben, wie z. B. die Pflanzenbonitur, Bodenbeprobungen, Markierungsarbeiten oder Werbeflächen. Zur Einführung neuer Technologien spielt auch deren Akzeptanz in der Gesellschaft und beim Anwender eine wichtige Rolle. Neben der Benutzerfreundlichkeit der Mensch-Maschine-Schnittstelle werden auch Produktdesign-Varianten für autonome Systeme unter Akzeptanz-Aspekten entwickelt.

Neben der Navigation und der agrartechnischen Applikation sind bei der Technologieentwicklung eines autonomen Feldroboters die Aspekte Sicherheitstechnik, Service und Mensch-Maschine-Schnittstelle zu berücksichtigen. Die Hardware umfasst die Bereiche Fahrzeug, Sensorik, Aktorik, Energieversorgung und Systemtechnik. Geht man von einer funktionierenden applikationsspezifischen Hardware aus, so besteht der überwiegende Aufwand in der Entwicklung robuster Algorithmen unter Verwendung verschiedener

Roboter auf den DLG-Feldtagen

Im Informationszentrum „Feldroboter“ auf den DLG-Feldtagen 2010 (s. S. 34) wird die neueste Generation Feldroboter vorgestellt. Entwickler aus verschiedenen europäischen Ländern werden die Leistungsfähigkeit ihrer Robots demonstrieren. Dabei werden diese einen eigens dafür angelegten Parcours absolvieren, auf dem sie sich selbst orientieren, fortbewegen und bestimmte Aufgaben erledigen.

Autonomer BoniRob auf dem Feld.

Der Roboter ist ein gemeinsames Forschungsprojekt der Fachhochschule Osnabrück, der Robert Bosch GmbH und den Amazonen-Werken.

Informationsquellen (insbesondere Sensoren, GPS, Datenbanken).

Die Komplexität der sich ändernden Feldsituationen des Feldroboters sowie der Umsetzung der Daten in Handlungsanweisungen stellt erhebliche Anforderungen an Kenntnisse und Analyse der landwirtschaftlichen Applikation und deren Umsetzung in robuste Software-Algorithmen. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit bei der Feldroboter-Entwicklung erscheint daher sinnvoll und notwendig.

■ Elektrischer Antrieb?

Die Energiedichte von elektrischen Antrieben sollte für Feldroboter ausreichen. Das größte Problem ist es, einen passend ausgelegten Antrieb zu bekommen. Die meisten Antriebe in der passenden Größenordnung sind für höhere Geschwindigkeiten (Fahrrad-Hilfsantrieb) ausgelegt und liefern nicht das notwendige Drehmoment.

Ein weiteres Problem ist die Speicherdichte für elektrische Energie. Hier stellen sich die



Roboter von der Helsinki University of Technology

aus Finnland auf dem Field Robot Event. An der langen Stange ist eine Kamera drehbar montiert, um dem Roboter einen besseren Überblick zu verschaffen.

gleichen Herausforderungen wie bei der Elektromobilität für PKW:

- Ein Benzinmotor mit Generator ist für ein solches Projekt günstiger.
- Benzin lässt sich schneller nachfüllen. Eine vollständige Ladung einer Batterie ist nicht unter 30 min zu bewerkstelligen. Und das geht nur mit teuren Hochleistungsbatterien. Nimmt man auf den bezahlbaren Standard, liegt man bei Ladezeiten von 1 Stunde oder mehr.
- Die Energiedichte der Speicher ist noch nicht passend. Dadurch sind die Laufzeiten recht kurz, was in Kombination mit der Ladezeit die Einsatzzeiten reduziert.

Da aber an diesem Bereich intensiv geforscht wird und es große Fortschritte in der letzten Zeit gegeben hat, wird der Klein-Robotik Bereich davon automatisch profitieren. Beispielsweise waren ferngesteuerte elektrische Hubschrauber vor Jahren noch fast undenkbar. Mittlerweile gibt es diese dank der besseren und leichteren Akkus an jeder Straßenecke zu kaufen.

■ **Beispiel:** **Autonomer Feldroboter BoniRob**

Die Bonitur (oder Phänotypisierung) wurde als eine erste Applikation für autonome Feldroboter identifiziert. Die Erweiterung der – für die Navigation notwendigen – Sensorsysteme führt zu einem Nutzen bei den Pflanzenzüchtern als Anwender dieser Technologie. Für den Fall einer erfolgreichen Entwicklung bieten



Designstudie eines Feldroboters. Die aktuelle Forschung konzentriert sich hauptsächlich auf die Funktion. Dadurch sehen die Fahrzeuge meist etwas eigentümlich aus.



Zwei ferngesteuerte Rasenmäher bei einer Präsentation. Der hintere vierrädrige Rasenmäher wurde zu einem autonomen Roboter umgebaut. Er kann verschiedene Sensoren tragen, um den Pflanzenstatus zu begutachten.

Fotos: FH Osnabrück

sich Perspektiven für weitere Anwendungen durch Integration von Aktoren.

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) geförderten interdisziplinären Forschungsvorhabens arbeiten die Amazonen-Werke, die Robert Bosch GmbH und die Fachhochschule Osnabrück mit den Fakultäten Ingenieurwissenschaften/Informatik und Agrarwissenschaften/Landschaftsarchitektur gemeinsam an der Entwicklung des autonomen Feldroboters BoniRob zur Phänotypisierung von Pflanzen. Am Beispiel Mais soll das Verfahren zunächst entwickelt werden. An dem Projekt wirken weitere kooperative Partner mit, z. B. der DLG-Ausschuss Versuchswesen in der Pflanzenproduktion.

Zur Charakterisierung von Pflanzen (Bonitur, Phänotypisierung) sind charakteristische morphologische und spektrale Pflanzenmerkmale wesentliche Informationen für die Pflanzenzüchtung. Im Rahmen der Feldversuche werden bisher einzelne Daten manuell ermittelt und mit Hilfe entsprechender Statistik-Methoden interpretiert. Die automatische Erfassung der Parameter aller einzelnen Pflanzen wäre ein drastischer Innovationssprung im Feldversuchswesen gegenüber dem Stand der Technik.

Technologische Herausforderungen sind die Lokalisierung und das Wiederfinden einer einzelnen Maispflanze. Hierzu werden verschiedene Sensoren und bildgebende Systeme kombiniert (Sensor- und Datenfusion) und ein RTK-DGPS-System mit hoher Genauigkeit eingesetzt, Kernstück ist eine komplexe Systemtechnik zum Datenmanagement.

Das Fahrzeug ist mit vier Radnabenmotoren ausgestattet, eine integrierte Hydraulik ermöglicht eine Variation der Messhöhe von 40 bis 80 cm, eine Spurbreitenverstellung sowie eine Drehung auf der Stelle. Durch diese Flexibilität kann die jeweilige optimale Messposition eingestellt werden. Die erste Version des Fahrzeugs wurde Ende 2009 realisiert, es konnten bereits erste Testfahrten mit BoniRob durchgeführt werden. Für 2010 sind erste Versuchsfahrten zur Messung der Pflanzenparameter vorgesehen.

Fazit: Die Entwicklung autonomer Feldroboter stellt die nächste Stufe der notwendigen Automatisierung in der Landtechnik dar. Zur nachhaltigen Sicherung von Nahrungsmitteln und Energie ist dies von elementarer globaler Bedeutung. Zunächst steht die Entwicklung robuster Prototypen für spezifische Applikationen im Vordergrund von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, wobei die Feldroboter sowohl für existierende als auch neue Konzepte eingesetzt werden können. Die technologischen und landwirtschaftlichen Entwicklungen erfordern eine offensive interdisziplinäre Zusammenarbeit und intensive Forschungstätigkeiten mit Praxisbezug. Für Bonitur und Kartierung könnten bald erste Praxiseinsätze erfolgen.

In Abhängigkeit der ökonomischen, ökologischen und sozialen Rahmenbedingungen ist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen langfristig ein Nebeneinander von großen Maschinen und kleineren Feldrobotern in teilautonomen und autonomen Flotten zu erwarten. (mö)

NL