

Navigation und Personenschutz mit Radar bei einem automatischen Fütterungssystem

Matthias Reger^{1,2}, Heinz Bernhardt¹ und Jörn Stumpenhausen²

Abstract: Die Milchwirtschaft des 21. Jahrhunderts ist geprägt durch eine zunehmende Volatilität des Milchpreises. Die Liquidität und Stabilität vieler Landwirtschaftlicher Betriebe ist dadurch stark gefährdet. Ein Weg der Effizienzsteigerung ist die Automatisierung von Routinearbeiten, z. B. die Brunstüberwachung, das Melken, die Laufflächenreinigung oder das Futteranschieben. Bei automatischen Fütterungssystemen (AFS) sind derzeit Systeme mit stationären Systemteilen am häufigsten vertreten [NG09]. Diese Systeme sind mit großem baulichem Aufwand verbunden und daher teuer in Anschaffung und Unterhalt. Zudem wird für die Futtervorlage in Altgebäuden eine kompakte Zweitmechanisierung benötigt. Auf Basis des selbstfahrenden, elektrisch betriebenen Futtermischwagens (FMW) TruckLine der Firma Mayer Maschinenbaugesellschaft mbH (Siloking) wird ein AFS entwickelt, das neben der manuellen Bedienbarkeit auch eine Funktion zur automatisierten, fahrerlosen Futtervorlage bietet.

Keywords: automatisches Fütterungssystem, AFS, Milchvieh, Futtervorlage

1 Einleitung

Der Landwirt des 21. Jahrhunderts ist zur Rationalisierung und Effizienzsteigerung gezwungen. Die Automatisierung von Arbeitsroutinen wird bereits in vielen Bereichen genutzt. Mit dem zweithöchsten täglichen Arbeitszeitbedarf nach dem Melken bietet die Fütterung ein hohes Potential zur Optimierung, das bislang nur wenig durch Automatisierung genutzt wird. Mit automatischen Fütterungssystemen kann Arbeitszeit flexibilisiert und eingespart und das Leistungspotential von Milchviehherden besser ausgenutzt werden. Ziel des Verbundforschungsvorhabens, der Technischen Universität München (TUM) und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) in Zusammenarbeit mit der Mayer Maschinenbaugesellschaft mbH, ist die Entwicklung und Konstruktion eines elektrisch angetriebenen, selbstfahrenden Futtermischwagens, der automatisch Futter vorlegen kann.

2 Material und Methoden

Für das automatische Fütterungssystem Truckline© wurde zunächst ein Funktions- und Konstruktionskonzept erarbeitet. Der FMW kann manuell durch einen Fahrer zum Mi-

¹ Technische Universität München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Am Staudengarten 2, D-85354 Freising, Deutschland, heinz.bernhardt@wzw.tum.de, matthias.reger@tum.de

² Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, joern.stumpenhausen@hswt.de

schen, Transportieren und Ausdosieren genutzt werden und autonom (ohne Fahrer) selbstständig über den Futtertisch fahren und mehrmals am Tag das Futter frisch vorlegen. Die Truckline© entspricht somit der Automatisierungsstufe 1 „Automatische Futtervorlage“ nach [Ha13]. Des Weiteren wurden drei Betriebsarten definiert:

1. Manueller Betrieb (Standard): Maschine wird durch Person bedient und gefahren.
2. Stallautomatik (Optional): Die Maschine wurde beladen und wird durch eine Person auf dem Futtertisch abgestellt. Die Maschine fährt nach definierten Vorgaben durch den Stall und füttert/schiebt unterschiedliche Mengen Futter an vorgegebene Gruppen nach.
3. „Follow Me“- Funktion bzw. Silotransportfahrt (Optional): Variante 1; Die Maschine folgt einem Führungsfahrzeug (elektronische Deichsel an Befüllfahrzeug). Variante 2; Die Maschine fährt auf Ruf (über Funk, WLAN, etc.) zu den Siloanlagen (Vordefinierte Befüllpunkte), lässt sich befüllen und fährt selbstständig zurück in die Parkstation zum Mischen.

Im Navigations- und Personenschutzkonzept von besonderer Bedeutung sind die Umweltbedingungen, die die automatisierte Maschine im landwirtschaftlichen Umfeld erwarten. Technik-Lösungen, wie etwa Laserscanner, können aufgrund ihrer Eigenschaft als Optisches System unter sehr widrigen Witterungen keine Funktionsfähigkeit garantieren [AHR15]. Die Radartechnologie, bekannt aus der Automobilbranche, ist unempfindlich gegenüber Regen, Nebel, Schnee, Staubverschmutzungen und hat keine Ansprüche an Belichtungsverhältnisse [Ca15]. Zur Navigation muss der Radarsensor, ähnlich einem Laserscanner, seine Umgebung möglichst genau kartieren. Dies wurde bisher aufgrund schlechter Winkel- als auch Distanzauflösungsvermögen limitiert [Ca15]. Mittlerweile sind jedoch in der Radartechnologie Entwicklungen zu verzeichnen, die den Anforderungen derartiger Navigationsaufgaben gewachsen sind. In Vorversuchen konnte die Unempfindlichkeit der Radartechnologie gegenüber Nebel bestätigt werden. Für den in diesem Artikel beschriebenen Test wurde die Radarsensorik erstmals drehend gelagert als Scanner verwendet. Von verschiedenen Räumlichkeiten konnten mit dem Prototypen erstmalig Konturen erfasst und visualisiert werden.

3 Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Visualisierung der Daten des Radarscanners. Die Auswertung der Messdaten wurde in diesem Versuch nur bis zu einer Distanz von 3,5 m gemacht. Es konnten in dieser Distanz drei Wände, ein Tisch und eine Person erkannt werden. Die hellen Bereiche signalisieren eine hohe Reflexionsintensität, was auf Gegenstände schließen lässt. Bewegungen von Personen konnten in Echtzeit nachvollzogen werden und in den Daten ließen sich Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung ermitteln. Wo hierbei die maximal erfassbare Geschwindigkeit von Objekten liegt, hängt stark von zwei Faktoren ab. Zum einen von der Bewegungsrichtung des Objektes in Bezug auf die

Sensorik, zum anderen von der Updaterate der Messungen. Mit Zunahme der Messungen pro Umdrehung (pro 360 Grad) steigt die Genauigkeit der Kartierung durch eine feiner werdende Winkelauflösung. Gleichzeitig aber sinkt die Updaterate der Messungen, da mehr Messungen pro Umdrehung bei gleichbleibender Datenerzeugungsleistung gemacht werden. Aussagen hierzu sind aufgrund der sich im Entwicklungsstadium befindlichen Sensorik nicht möglich. Betreffend eines Einsatzes für den Personenschutz eignet sich die derzeitige Scanner-Konfiguration nur bedingt, da der vertikale Erkennungswinkel bei nur etwa 10 bis 12 Grad liegt. Mit einer anderen dielektrischen

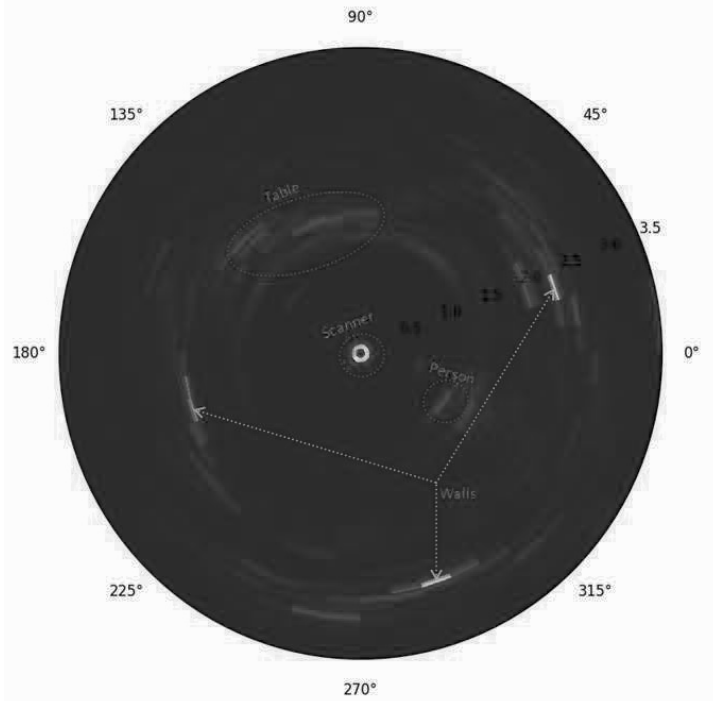


Abb. 1: Die visualisierten Umgebungsinformationen des Radarscanners. In der ersten Entwicklungsstufe wurde eine Winkelauflösung von ca. 7,5 Grad erreicht.

Linse könnte der Öffnungswinkel beträchtlich erhöht werden. Zudem könnte eine schlechtere Winkelauflösung gewählt und so die Updaterate der Messungen drastisch erhöht werden. Somit wäre eine schnelle und auch flächendeckende Detektion von liegenden, niedrigen Objekten auch im Fahrzeughabebereich möglich.

Bei einer sogenannten Teach-In-Fahrt (engl. „to teach“ = lehren, beibringen) wird das Fahrzeug manuell durch die Bereiche der späteren Spurführung gesteuert. Dabei erstellt das System aus den Messdaten des Radarscanners eine digitale Karte seiner Umgebung. In dieser Karte kann das Fahrzeug durch Kombination der Informationen der inertialen Messeinheit und des Radarscanners seine Ausrichtung und Position bestimmen. Im Steuerungsprogramm können nun beliebige Routen in dieser Karte vorgegeben und vom

Fahrzeug automatisch wiederholt werden. Veränderungen des Fahrzeugumfelds sind bis zu einem bestimmten Grad problemlos, sofern das digitale Kartenmaterial viele markante Orientierungspunkte beinhaltet. Um diesem Problem weitestgehend entgegen zu können, wäre die Positionierung des Navigationsscanners an exponierter Stelle am Fahrzeug denkbar. Erfahrungsgemäß befinden sich diese Bereiche außerhalb des direkten menschlichen Einflussbereiches und werden dahingehend seltener verfremdet.

4 Ausblick

Die Vorteile der Radartechnologie gegenüber der Lastertechnologie bei widrigen Umständen sind zunächst auf die physikalischen Eigenschaften der Messmethodik zurückzuführen. Die Radartechnologie nutzt elektromagnetische Wellen, die von elektrisch leitenden Körpern reflektiert werden. Durch eine Erhöhung der Winkelauflösung und Updaterate beim Radarscanner kann die Kartierung der Umgebung detaillierter und die Detektion von Objekten im Gefahrenbereich zuverlässiger erfolgen. Kann die Hardware die gesetzten Ziele erreichen ist die Radartechnologie eine sehr gute Option für Navigations- und Personenschutzaufgaben.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich beim Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst (StMBW) für die Ermöglichung des Forschungsprojektes „Multi-Use AFS“ und bei der Mayer Maschinenbaugesellschaft mbH als Projektpartner.

Literatur

- [AHR15] Adeili, S., Haidn, B. und M. Robert (2015): Entwicklung eines Steuerungsmoduls zur autonomen Führung eines Selbstfahrer-Futtermischwagens. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung (BTU), KTBL-Tagungsband der 12. BTU-Tagung, September 2015, Freising.
- [Ca15] Cacilo, A., Schmidt, S., Wittlinger, P., Hermann, F., Bauer, W., Sawade, O., Doderer, H., Hartwig, M. und V. Scholz (2015): Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – Industriepolitische Schlussfolgerungen. Dienstleistungsprojekt 15/14 des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), vom 18.11.2015, Seite 50.
- [Ha13] Haidn, B., Macuhova, J., Maier, S. und R. Oberschätzl (2013): Automatisierung in der Milchviehhaltung in Beständen bis 200 Kühen. In: Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., Deutschland, Tagungsband der 14. WGM Tagung, September 2013, Kiel
- [NG09] Nydegger, F., und A. Grothmann, (2009): Automatische Fütterung von Rindvieh. ART-Berichte, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Nr. 710.