

Systemische Anforderungen an ein autonomes GroßtechnikszENARIO als zukünftiges Pflanzenbausystem

Till-Fabian Minßen¹, Cord-Christian Gaus², Lisa-Marie Urso³

Abstract: Wie können landwirtschaftliche Pflanzenbausysteme mit autonomen Maschinen funktionieren und dabei Ressourcen und Kosten gegenüber konventioneller Technik einsparen, um eine nachhaltigere Produktion zu ermöglichen? Diese systemische Frage ist für realistische Aussagen interdisziplinär zu beantworten. Daher bearbeiten das Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der TU Braunschweig, das Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz des Julius Kühn-Institutes und das Thünen-Institut für Betriebswirtschaft dieses Thema im Rahmen des Kooperationsprojektes „Mit autonomen Landmaschinen zu neuen Pflanzenbausystemen“. Autonome Großtechnik benötigt für einen effizienten und sicheren Feldbetrieb neuartige Sensortechnologie und eine Infrastruktur zur sicheren Datennutzung. Wetter und Standortdaten werden in umfassenden Farm Management- und Informationssystemen verarbeitet. Für die Durchführung von Feldarbeiten eines Ackerbaubetriebes mithilfe autonomer Technik sind zunächst die Prozesse jedes Arbeitsverfahrens der einzelnen Feldfrüchte in einem System zu betrachten. Anhand dieser Betrachtung werden die systemischen Anforderungen an ein autonomes GroßtechnikszENARIO deutlich und im vorliegenden Beitrag anhand von vier Funktionsebenen am Beispiel der Bodenbearbeitung näher erläutert: Betriebsmanagement, Betriebsstätte, Feldarbeit und Infrastruktur.

Keywords: Autonome Großtechnik, Systemanforderungen, Funktionsebenen

1 Einleitung

Heute bekannte Pflanzenbausysteme stoßen mittlerweile an produktionstechnische Grenzen. Zusätzliche Effizienzsteigerungen sind vor allem durch weiterentwickelte Produktionssysteme und die fortschreitende Automatisierung zu erreichen [Mi15]. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Mit autonomen Landmaschinen zu neuen Pflanzenbausystemen“ sollen durch die Weiterentwicklung heutiger Verfahren besonders die Chancen und Risiken der Autonomisierung zukünftiger Pflanzenbausysteme umfassend herausgestellt werden. Dazu wird ein gesamtes autonomisiertes Produktionssystem eines Modellbetriebs mit den bekannten Verfahrensschritten für typische Feldfrüchte entwickelt. Anhand der Bodenbearbeitung werden im Folgenden die Anforderungen solcher Systeme je Funktionsebene erläutert.

¹ Technische Universität Braunschweig, Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Langer Kamp 19 a, 38106 Braunschweig, t-f.minssen@tu-braunschweig.de

² Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Betriebswirtschaft, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, cord-christian.gaus@ti.bund.de

³ Julius Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, lisa-marie.urso@jki.bund.de

2 Systemische Anforderungen

Systemische Aspekte autonomer Großmaschinen wie Organisation, Robustheit und Gleichmäßigkeit der Prozesse, Betriebssicherheit und Datenschutz sind gegenwärtig nicht umfassend gegeben und unterscheiden sich teilweise je Arbeitsverfahren. Dabei gliedert sich die Betrachtung in vier Funktionsebenen, mit deren Hilfe ein Großtechnik-szenario betrachtet und bewertet wird.

In der **Funktionsebene Management** wird zunächst unter Einbeziehung von pflanzenbaulichen und organisatorischen Faktoren das Arbeitsverfahren, in dem vorliegenden Beispiel die Bodenbearbeitung, vom Betriebsleiter geplant. Dabei trifft dieser die Entscheidung über die Art der Bodenbearbeitung, um die individuelle Betrachtung bezüglich Vor- und Folgefrucht sicherstellen zu können. Er wird von einem *Farm Management Information System (FMIS)* unterstützt [So10]. Zudem gehen unter anderem auch die Wetterdaten und das vorhandene Zeitfenster zwischen Ernte und Aussaat als wichtige Datengrundlage mit in diese Ebene ein. Die optimale Maschinenkombination ist eine wesentliche Grundlage für die Einsatzplanung der Bodenbearbeitung. Daneben spielt auch die Bedarfserfassung und -beschaffung von Ersatzteilen eine Rolle. Entscheidend für das Management autonomer Feldarbeit ist den Personaleinsatz entsprechend zu planen, um für die jeweiligen Arbeitsschritte den genauen Bedarf abzudecken (Abb. 1).

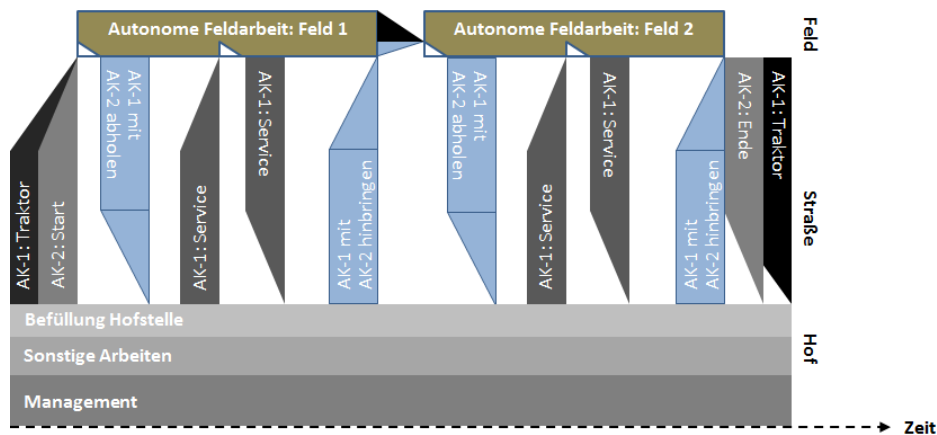


Abb. 1: Veränderter Arbeitszeitbedarf für die Feldarbeit eines Modellbetriebs mit autonomer Großtechnik

Der Abbildung 1 folgend muss für den Start des autonomen Feldebetriebs die Maschine zunächst zum Feld gebracht werden. Daneben ist eine zusätzliche Arbeitskraft (AK) erforderlich, um mit einem Personenkraftwagen den Traktorfahrer wieder vom Feld abzuholen. Allerdings kann dies mit der praxisüblichen Arbeits- bzw. Prozesskontrolle, oben jeweils abgebildet als weißes Dreieck, verknüpft werden. Diese Arbeitszeiten können somit beim autonomen Feldebetrieb nicht als Arbeitszeiterparnis geltend gemacht

werden. Auf der anderen Seite würden die Möglichkeit eines autonomen Straßentransportes sowie arrondierte Betriebsstrukturen positive Auswirkungen auf die notwendige Organisation und den Arbeitszeitbedarf eines solchen Produktionssystems haben.

In der nächsten **Funktionsebene Betriebsstätte** werden alle Arbeiten beschrieben, die vor Beginn der Feldarbeit auf der Betriebsstätte ablaufen. Die Überprüfung und Sicherstellung der Maschinen bezüglich Betriebsstoffen und Verschleißteilen wird hier zunächst durchgeführt. Anschließend wird das Gerät für das Arbeitsverfahren automatisch vom Schlepper angekoppelt.

In der **Funktionsebene Feldbetrieb** werden die Anforderungen an die Maschine während der Feldarbeit beschrieben. Zu Beginn der Feldarbeit wird diese geplant, wofür in einem ersten Schritt eine Routenplanung notwendig ist. Diese berücksichtigt die Feldform, bekannte Hindernisse und auch geplante Nachfüllaktivitäten. Neben der groben Route wird zudem die genaue Trajektorie (Pfad) geplant, abhängig von Umfeldbedingungen wie auftretenden Hindernissen oder der Bodenbeschaffenheit. Die grundlegenden Prozessparameter wurden bereits in Managementebene festgelegt. Während der Feldarbeit müssen diese nun kontinuierlich überprüft und eingestellt werden. Die jeweiligen Einstellungen müssen durch eine Wissensbasis oder Prozessintelligenz aus den Messungen abgeleitet werden. Im Beispiel der Bodenbearbeitung mit einem Grubber sind neben den Fahrparametern Trajektorie, Umfeld und Kraftübertragung auch folgende Prozessparameter zu überwachen: Arbeitstiefe, Krümelung, Gleichmäßigkeit der Bodenoberfläche, Durchmischung, Rückverfestigung, Volumen-änderung und Bodenbedeckung. Anhand dieser überprüften Zustandsparameter müssen von der Maschine auf Basis von Kenntnissen über Wirkzusammenhänge bestimmte Maschineneinstellungen vorgenommen werden. Während der Bodenbearbeitung können als Maschinenparameter im Betrieb die Arbeitstiefe, die Fahrgeschwindigkeit sowie die Rückverfestigung variiert werden. Als Fahrparameter lassen sich wiederum die Geschwindigkeit, Querregelung, Ballastierung sowie der Antriebsstrang einstellen. Ein Beispiel eines solchen Wirkzusammenhangs ist die Auswirkung einer höheren Fahrgeschwindigkeit auf die Durchmischung während der Bodenbearbeitung. Die einstellbare Fahrgeschwindigkeit ist aber von der Maschinenkombination abhängig und beeinflusst den Kraftstoffverbrauch exponentiell. Die Prozessintelligenz muss also eine optimierte Einstellung aller Parameter finden. Für die Bodenbearbeitung ist ein teilautonomer Betrieb denkbar. Der Bediener befindet sich nicht mehr auf dem Traktor, sondern beaufsichtigt die Arbeiten beispielsweise vom Betriebsbüro aus. Die Maschine sendet regelmäßig Statusmeldungen, anhand derer der Bediener die Arbeit überprüft. In besonderen Situationen stoppt die Maschine, der Bediener kann dann online überprüfen, ob eine Weiterfahrt möglich ist. Ist dies nicht der Fall, muss er zum Feld fahren, um dort die Maschine wieder betriebsbereit zu machen (Abb. 1). Zum sicheren Betrieb der Maschine sind umfassende Sensorsysteme mit entsprechender Datenfusion und semantischer Interpretation notwendig [St09]. Ein aktueller Normentwurf für hochautomatisierte Landmaschinen wird zurzeit diskutiert und überarbeitet [IS15].

Um die oben genannten Anforderungen und Tätigkeiten erfüllen zu können, ist eine umfassende **Infrastruktur** notwendig. Im Bereich des Datenaustausches und der Datennutzung ist beispielsweise eine durchgängige und ausfallsichere Kommunikation nötig, die heute noch nicht gegeben ist. Zusätzlich müssen Möglichkeiten geschaffen werden, um die in großem Maße anfallenden Daten effizient zu sichern, zu nutzen und weiterzugeben.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Anhand der aufgezeigten systemischen Anforderungen je Funktionsebene wird deutlich, dass ein umfassender Ansatz notwendig ist, um alle Auswirkungen und Chancen autonomer Technik für Pflanzenbausysteme zu beschreiben. Die Betrachtung des Großtechnikszenarios bezieht sich für die Analyse autonomer Landmaschinen auf vier Ebenen: Management, Betriebsstätte, Feldbetrieb und Infrastruktur. Im Rahmen des Forschungsprojektes werden sowohl autonome Groß- als auch Kleinmaschinen und deren Kombinationen untersucht, um diese technisch, pflanzenbaulich und betriebswirtschaftlich zu bewerten. Mit der zukünftigen Gegenüberstellung der jeweiligen Systemanforderungen, entsprechend von Groß- und Kleintechnikszenarien, werden sich abschließend Vor- und Nachteile für neue Pflanzenbausysteme quantifizieren lassen.

Danksagung: Dieses Forschungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms „Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft“ gefördert.

Literaturverzeichnis

- [So10] Sørensen, C.G.; Fountas, S.; Nash, E.; Personen, L.; Bochtis, D.; Pedersen, Søren Marcus; Basso, B.; Blackmore, S.B.: Conceptual model of a future farm management information system, *Computers and Electronics in Agriculture*, 72(1), 37-47. 10.1016/j.compag.2010.02.003.
- [Mi15] Minßen, T.-F.; Urso, L.-M.; Gaus, C.-C.; Frerichs, L., Backhaus, G. F.; Isermeyer, F.: Autonomous agricultural machinery for new plant production systems, 73. Tagung LAND.TECHNIK, VDI Verlag GmbH, 2015.
- [St09] Stiene, S.: Multisensorfusion zur semantisch gestützten Navigation eines autonomen Assistenzroboters, Dissertation, Universität Osnabrück, 2009.
- [IS15] ISO/DIS 18497 Agricultural machinery and tractors -- Safety of highly automated machinery.