

Axel Jacob, Jens Meyer, Diethardt Freye und Bernd Johanning

Rationalisierung der Einsatzplanung und -steuerung mobiler Arbeitsmaschinen

Landwirtschaftliche Wertschöpfungsprozesse werden häufig nur isoliert betrachtet. Eine ganzheitliche Betrachtung der vorhandenen Wertschöpfungskette mit ihren Material-, Informations- und Finanzflüssen findet jedoch selten statt. Dies hat zur Folge, dass singuläre Optima erzeugt werden, die in ihrer Summe geringer ausfallen als eine globale Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette. Aus diesem Grund muss eine effiziente Ressourcenallokation entlang der gesamten Wertschöpfungskette angestrebt werden.

Die hier vorgestellte „MaisApp“ kann als herstellerunabhängiges Instrument eingesetzt werden, um die Einsatzsteuerung moderner, kapitalintensiver Arbeitsmaschinen zu verbessern.

Schlüsselwörter

Wertschöpfungsketten, Einsatzplanung, Einsatzsteuerung, Arbeitsprozessabwicklung, Smartphone

Keywords

Supply chains, applications planning, scheduling, job processing, smartphone

Abstract

Jacob, Axel; Meyer, Jens; Freye, Diethardt and Johanning, Bernd

Rationalization of applications planning and scheduling for mobile working machines

Landtechnik 67(2012), no. 3, pp. 158–161, 4 figures, 8 references

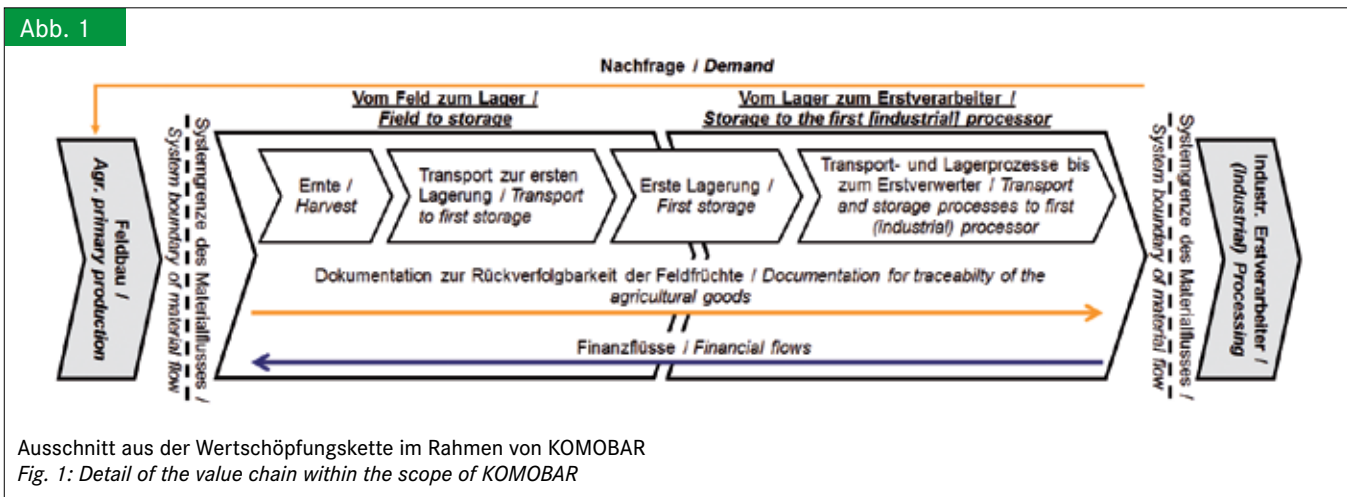
Agricultural value-added processes are regarded isolated. There is no integrated view on the current value chain with its material, information and financial flows. This leads to unique optima, which in sum are lower than a global optimization of the whole value chain. Therefore, the goal should be an efficient resource allocation along the whole supply chain. The „MaisApp“, introduced here, can be used as a manufacturer independent instrument in order to improve the applications control of modern and capital-intensive machines.

■ Im Rahmen des Forschungsprojekts „Entscheidungsstrategien und Kommunikationsstrukturen für kooperierende mobile Arbeitsmaschinen“ (KOMOBAR) entwickelt die Hochschule Osnabrück praxisorientierte Ansätze, um technische und organisatorische Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette herbeizuführen. Das Projekt wird durch die Arbeitsgruppe innovative Projekte (AGiP) gefördert. Der Forschungsschwerpunkt KOMOBAR ist in drei Teilprojekten organisiert, die jeweils unterschiedliche fachliche Schwerpunkte aufweisen. Das Teilprojekt „Logistik“ analysiert vom wirtschaftswissenschaftlichen Standpunkt aus die operativen Logistikprozesse und befasst sich mit der Entwicklung neuer Geschäfts- und Kooperationsmodelle. Dabei kann es auf die Ergebnisse des Teilprojekts „IT/Technik“ zurückgreifen, das technische Lösungen wie selbstorganisierte verteilte Kommunikationsplattformen sowie selbstkonfigurierende und optimierende Kommunikations-Gateways entwickelt und realisiert. Das Teilprojekt „Anwenderbezug“ stellt die Übertragbarkeit der erarbeiteten Lösungen in die landwirtschaftliche Praxis sicher. Durch diesen interdisziplinären Ansatz sollen neue Blickwinkel geschaffen werden, die dazu beitragen, ganzheitliche Lösungen zu erzielen.

Ansatzpunkte von KOMOBAR

Im Fokus von KOMOBAR steht der Ackerbau. Ansatzpunkt ist die Schnittstelle zwischen der landwirtschaftlichen Primärproduktion und der industriellen Weiterverarbeitung. KOMOBAR betrachtet die in diesem Bereich tätigen Akteure als Teile einer integrierten Wertschöpfungskette (Supply Chain) mit Material-, Informations- und Finanzflüssen, deren Gesamtperformance es zu optimieren gilt (**Abbildung 1**).

Abb. 1



Zur besseren Abgrenzung der einzelnen Problemstellungen wurde die Wertschöpfungskette in zwei Teilprozesse untergliedert. Der Teilprozess „Vom Feld zum Lager“ befasst sich mit der Ernte im engeren Sinn. Er beginnt bei der Planung der Ernte und endet mit dem erstmaligen geplanten Lagern des Ernteguts innerhalb des Materialflusses [1]. Dieser wird bewusst unterbrochen, um die vor- und nachgelagerten Planungsschritte zu entkoppeln [2]. Die eingangs geschilderten wirtschaftlichen Anforderungen an die Abwicklung der Arbeitsprozesse stehen in diesem Teilprozess im Fokus. Bei Lohnunternehmen erfolgen die Planung der Auftragsreihenfolge sowie die dazugehörige Disposition von Maschinen und Personal bisher nur mit rudimentärer Unterstützung durch EDV-Systeme. Etablierte industrielle Lösungen wie z. B. Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme [3–7] können nicht ohne Weiteres auf die Landwirtschaft übertragen werden. Dies ist auf die spezifischen Randbedingungen wie die starke Wetterabhängigkeit, die Spitzenbelastung zu bestimmten Zeiten sowie die mengenmäßige Asynchronität zwischen Ernte, Aufbereitung und Erstverarbeitung zurückzuführen. Im Rahmen von KOMOBAR wird deshalb ein Entscheidungsunterstützungssystem entwickelt, das die genannten Hemmfaktoren operabel macht und die Einsatzplanung und -steuerung für Disponenten bei Lohnunternehmen verbessert. Dafür werden mittels unterschiedlicher Methoden wie qualitativer Querschnittanalysen oder Experimenten die Strategien und Ansprüche ermittelt. Alle an der Planung beteiligten Akteure werden im System berücksichtigt. Im Bereich der Einsatzsteuerung sind ebenfalls die handelnden Akteure und ihre Entscheidungsstrukturen zu erheben. Weiterhin sind alle relevanten Hemmfaktoren zu identifizieren und zu klassifizieren. Diese können sich beispielsweise in Bezug auf den Eintrittszeitpunkt (während der Planung und/oder der Steuerung), die Dauer oder die zu erwartenden Auswirkungen auf die Auftragsabwicklung unterscheiden und erfordern unterschiedliche Gegenmaßnahmen.

Der zweite Teilprozess der Wertschöpfungskette befasst sich mit dem Transport von der ersten Lagerung bis zum Erstverarbeiter. Im Gegensatz zum zuerst beschriebenen Teilpro-

zess kristallisieren sich die wirtschaftlichen Anforderungen an die Arbeitsprozessabwicklung in der Praxis langsamer heraus. Im ersten Schritt werden durch KOMOBAR alle relevanten Tätigkeiten der unterschiedlichen Akteure innerhalb des Teilprozesses aufgenommen und abgebildet. Auf Basis der Prozessaufnahme wird dann die Einsatzmöglichkeit spezialisierter logistischer Systemdienstleister überprüft. Besonders problematisch sind dabei stark schwankende Transportvolumina aufgrund unterschiedlicher Erntemengen, die variable Frachtraumkapazitäten erfordern.

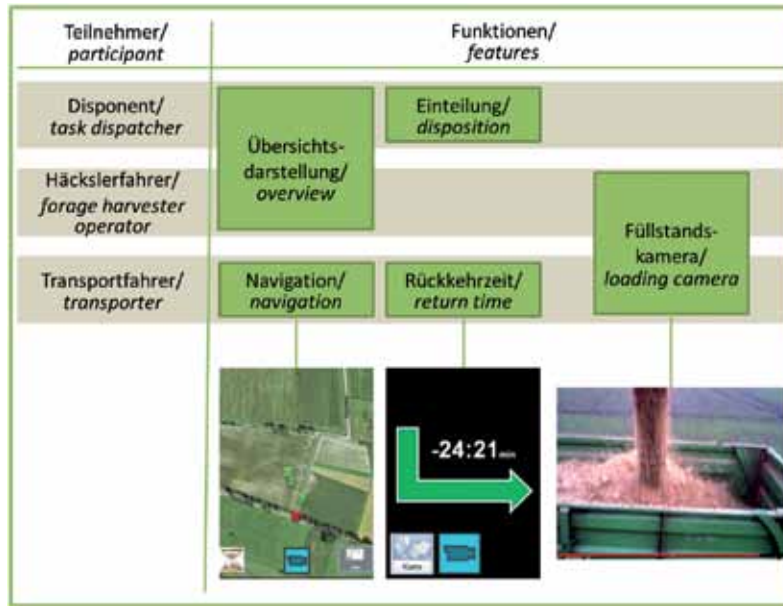
Neben den beiden Teilprozessen, die die operative Arbeitsprozessabwicklung darstellen, werden entlang der gesamten Wertschöpfungskette übergreifende Aspekte wie der Einfluss der Nachfrage, die Dokumentation und die Rückverfolgbarkeit sowie die Abwicklung der Finanzflüsse separat betrachtet.

Erste Anwendungslösung „MaisApp“

Hinter der „MaisApp“ verbirgt sich ein Assistenzsystem zur Einsatzsteuerung von Häckselketten, das allen beteiligten Fahrern auf einfache Weise Prozessinformationen zur Verfügung stellt. Mit dem hier beschriebenen und getesteten ersten Entwicklungsschritt der „MaisApp“ wird ein optimaler Ernteablauf sichergestellt, indem Störgrößen wie z. B. fehlende Abfahrer durch kontextbezogene Informationen schnell identifiziert und abgestellt werden können. Die Grundsätze für die Entwicklung der „MaisApp“ orientieren sich an folgenden Thesen, die aus Anwendungsbeobachtungen abgeleitet wurden:

- Die Smartphone-Technologie ist eine ideale Hardwarebasis, da sie preiswert und herstellerunabhängig ist. Durch ihre große Verbreitung entstehen praktisch keine Mehrkosten.
- Es ist wichtig sich auf wesentliche Funktionalitäten zu beschränken. Auftretende Zielkonflikte werden gegebenenfalls durch Reduzierung des Funktionsumfangs gelöst.
- Die Akzeptanz steigt, wenn im ersten Schritt keine unmittelbaren Steuerungsanweisungen für die Prozesskette kommuniziert werden. Die Fahrer treffen Entscheidungen selbst, werden hierbei aber durch kontextbezogene Informationen unterstützt.

Abb. 2



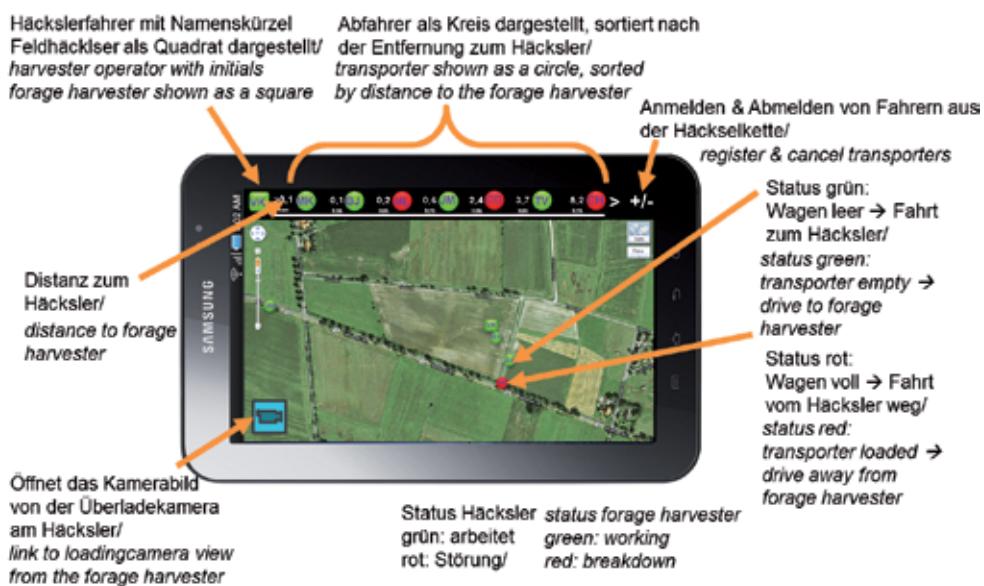
Schematische Funktionsübersicht der „MaisApp“ (Fotos: J. Meyer)
 Fig. 2: Schematic diagram of the „MaisApp“

Ein Prototyp der „MaisApp“, bei dem diese Grundsätze berücksichtigt worden sind, wurde erstmals in der Ernte 2011 getestet. Die Funktionen sind in **Abbildung 2** schematisch dargestellt. Die konzeptionelle und technische Umsetzung kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Es handelt sich um eine webbasierte Applikation, die auf jedem Betriebssystem (iOS, Android, Windows Mobile usw.) läuft.

- Es gibt drei Benutzertypen (Häckslerfahrer, Abfahrer, Disponent), denen eigene Benutzeroberflächen zugeordnet sind. Der Benutzertyp wird beim Login erkannt.
- Der Funktionsumfang wurde auf die Navigation, die Füllstandinformation des Häckselwagens per WLAN-Kamera und die Return-Time des Abfahrers zum Häcksler reduziert. In der **Abbildung 3** ist eine Benutzeroberfläche des Häckslerfahrers dargestellt. Neben dem Disponenten kann er die

Abb. 3



Übersichtsdarstellung der „MaisApp“ für den Häckslerfahrer (Foto: J. Meyer)
 Fig. 3: „MaisApp“ overview for the forage harvester operator

Abb. 4



Das Videobild der WLAN-Kamera wird an alle Teilnehmer in der Häckselkette gesendet (Foto: J. Meyer)

Fig. 4: The real time picture of the WLAN camera provided to the whole forage harvester convoy

Häckselkette zusammenstellen und während des Erntetages Transportfahrer hinzufügen oder entfernen (Kopfzeile). Alle Teilnehmer der Häckselkette sind der Entfernung nach zum Häcksler sortiert aufgelistet. Die Transporter sind hierbei als Kreise und der Häcksler ist als Quadrat mit den Initialen des Fahrers dargestellt. Die Farbe der Icons gibt den Zustand des Fahrzeuges wieder, der durch Eingaben in der Benutzeroberfläche der Transportfahrer erfasst wird. Im Falle einer Störung oder zwecks Informationsaustauschs wird durch Antippen eines Icons eine Mobilfunkverbindung zu dem dazugehörigen Teilnehmer aufgebaut.

Über eine weitere Visualisierungsoberfläche kann in der „MaisApp“ eine Kameradarstellung aufgerufen werden. Diese übermittelt das Bild der Kamera, welche am Überladeturm des Häckslers montiert ist (**Abbildung 4**). Über WLAN wird dieses Bild an alle in der Kette angemeldeten Teilnehmer gesendet. Dazu ist auf dem Häcksler ein WLAN-Router installiert, der mit der Kamera verbunden ist. Zusätzlich zum WLAN-Austausch werden die Bilder über GSM an einen Server gesendet. Fahrzeuge im direkten WLAN-Bereich nutzen eine Ad-hoc-Kommunikation und Fahrzeuge außerhalb des WLAN-Bereichs greifen alternativ auf die GSM-Verbindung zurück. Im Feldversuch waren Ad-hoc-Verbindungen zum WLAN aus Entfernungen von 300 m und mehr möglich.

Die Transportfahrer können zusätzlich die Anzeige der Return-Time aufrufen. Diese wird näherungsweise aus der Betrachtung der aktuellen und der letzten Beladezeiten sämtlicher Transporteinheiten in der Häckselkette berechnet. Die Beladezeiten wurden in der Maisernte 2011 durch eine Eingabe zu Beginn und am Ende des Beladevorgangs auf dem Touchscreen ermittelt. Gleiches gilt auch für das Erreichen des Abladeortes.

Schlussfolgerungen

Die „MaisApp“ wird auf Basis der Erkenntnisse der Maisernte 2011 für die kommende Saison weiterentwickelt. Folgende Punkte sollen realisiert und getestet werden:

- Anpassung der Farbcodes entsprechend der Zeitgliederung für landwirtschaftliche Arbeitsvorgänge des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) [8]
- Automatische Stuserkennung aller Fahrzeuge, u. a. durch eine stetige Auswertung der GPS-Positionen
- Einbindung eines Nachrichtensystems für das einfache Übermitteln von Standardmeldungen

Die beschriebene „MaisApp“ ist ein wirksames Instrument zur Einsatzsteuerung von Arbeitsmaschinen und kann als Entscheidungsunterstützungssystem für Disponenten bei Lohnunternehmern eingesetzt werden. Sie ist durch weitere Funktionen zu ergänzen und um eine vorgeschaltete Einsatzplanungskomponente zu erweitern. Die Entwicklung erfolgt auf Basis einer Modellierung bzw. Simulation verschiedener Ernteszenarien, in denen unterschiedliche Hemmfaktoren berücksichtigt werden, die entweder im Rahmen der Einsatzplanung oder der Einsatzsteuerung zu bewältigen sind.

Literatur

- [1] VDI-Richtlinie (1970): Begriffe und Erläuterungen im Förderwesen. VDI 2411
- [2] Timm, T. (2008): Ein Verfahren zur hierarchischen Struktur-, Dimensions- und Materialbedarfsplanung von Fertigungssystemen, S. 19
- [3] Kurbel, K. (2011): Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie. München: Oldenbourg
- [4] Bloech, J.; Bogaschewsky, R.; Buscher, U.; Daub, A.; Götze, U.; Roland, F. (2008): Einführung in die Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag
- [5] Hackstein, R. (1984): Produktionsplanung und Steuerung. Düsseldorf: VDI-Verlag
- [6] Wiendahl, H.-P. (1987): Belastungsorientierte Fertigungssteuerung. München, Wien: Carl Hanser Verlag
- [7] Zäpfel, G. (2001): Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagements. München: Oldenbourg
- [8] KTBL (2011): Methodenpapier „Arbeitswirtschaft“, unveröffentlicht

Autoren

Dipl.-Kfm. (FH) Axel Jacob, M.A. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fachgruppe Logistik an der Hochschule Osnabrück, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Caprivistraße 30a, 49076 Osnabrück, E-Mail: Jacob@wi.hs-osnabrueck.de

Dipl.-Ing. (FH) Jens Meyer, M.Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Labor für Landtechnik und mobile Arbeitsmaschinen der Hochschule Osnabrück, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik, Albrechtstraße 30, 49076 Osnabrück, E-Mail: Jens.Meyer@hs-osnabrueck.de

Prof. Dr. Diethardt Freye leitet die Fachgruppe Logistik an der Hochschule Osnabrück, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Caprivistraße 30a, 49076 Osnabrück, E-Mail: Freye@wi.hs-osnabrueck.de

Prof. Dr.-Ing. Bernd Johanning leitet das Labor für Landtechnik und mobile Arbeitsmaschinen an der Hochschule Osnabrück, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik, Albrechtstraße 30, 49076 Osnabrück, E-Mail: B.Johanning@hs-osnabrueck.de