

Henning Jürgen Meyer und Christian Rusch, Berlin

# Selbstkonfigurierende Drahtlosnetzwerke in der Landwirtschaft

*Am Fachgebiet Konstruktion von Maschinensystemen der Technischen Universität Berlin wurde ein mobiles, selbstkonfigurierendes Netzwerk entwickelt. Dieses elektronische System ermöglicht in Arbeitsmaschinen die Überwachung und Steuerung einer Vielzahl von Funktionen und Prozessen und den flexiblen Datenaustausch mit anderen Maschinen und Geräten. In diesem Beitrag werden neben dem technischen Aufbau des Systems seine Einsatzmöglichkeiten in der Landwirtschaft aufgezeigt.*

Prof. Dr.-Ing. Henning J. Meyer leitet das Fachgebiet Konstruktion von Maschinensystemen an der TU Berlin; e-mail: [Henning.Meyer@tu-berlin.de](mailto:Henning.Meyer@tu-berlin.de). Dipl.-Ing. Christian Rusch arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Konstruktion von Maschinensystemen der Technischen Universität Berlin.

## Danksagung

Das Projekt Entwicklung der technischen Lösung für die Kommunikation der Container und Baumaschinen untereinander sowie innerhalb des Gesamtsystems wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit im Rahmen des Programms PRO INNO 2 gefördert.

## Schlüsselwörter

GPS, Landwirtschaft, selbstkonfigurierendes mobiles Netzwerk, ZigBee

## Keywords

GPS, agriculture, self-configuring mobile networks, ZigBee

## Literatur

Literaturhinweise finden sich unter LT 08417 über Internet [www.landtechnik-net.de/literatur.htm](http://www.landtechnik-net.de/literatur.htm).

Der Kern des Systems sind PAN Module (PAN = private area network), die von einem Mikrocontroller gesteuert werden. Basierend auf dem Funkstandard ZigBee ist das System in der Lage, unabhängig ein Netzwerk über größere Distanzen aufzubauen. Das Netzwerk setzt sich aus autonom arbeitenden Modulen, den so genannten ESO-Boxen, zusammen, die untereinander in ständigem Funkkontakt stehen (Bild 1).

Die Einheiten arbeiten unabhängig und haben analoge Eingänge, beispielsweise für die Messung von Temperaturen. Weiterhin besitzen sie digitale Ein- und Ausgänge, eine CAN-Schnittstelle, einen GPS-Empfänger und, wenn gefordert, eine GPRS-Schnittstelle für den Datentransfer über das Internet. Als Infrastruktur für die Vernetzung wurde der Funkstandard ZigBee gewählt. Dieser Stack beruht zum einen auf dem IEEE 802.15.4-Standard und zum anderen auf dem ZigBee-Protokoll der ZigBee-Alliance. Jede Box ist prinzipiell in der Lage, die Funktion eines lokalen Servers zu übernehmen. Dazu verfügt auch jede Einheit über den Informationssatz des gesamten Clusters. Wenn ein Modul die Funktion eines Servers übernimmt, wird er als Field-Server bezeichnet. Hierfür wurde ein spezieller Mechanismus entwickelt: Die Box, die feststellt, dass sie den besten Systemzustand besitzt, definiert sich als Field-Server und baut mit sich selbst und den anderen Boxen ein neues Netzwerk auf. Die Aufgabe des Field-Server ist die

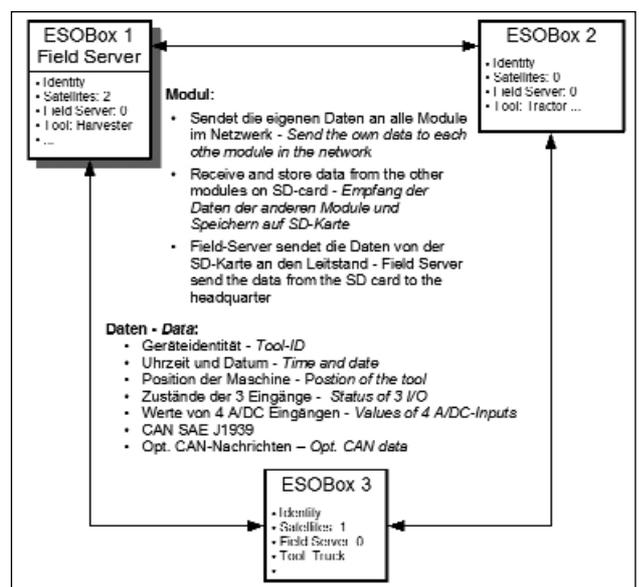
Überwachung des Netzzustandes. So meldet er bei Ausfall einer Komponente, etwa wenn diese nicht mehr im Netz zu identifizieren ist, dieses Problem an den Leitstand. Ein Cluster verfügt über eine offene Topologie. Da die Reichweite der einzelnen Module eingeschränkt ist, wurde eine Struktur entwickelt, die größere Entfernungen mit Hilfe des sogenannten „Data-Hoppings“ überwinden kann. Alle gesammelten Daten werden in jeder Box auf einer SD-Card zwischengespeichert. Da alle Datenpakete mit einem Zeitstempel versehen sind, kann im internen Datenverkehr immer dafür gesorgt werden, dass stets die neuesten Daten zur Verfügung stehen. Die Daten werden entschlüsselt und verglichen. Der Field-Server sendet dann in festen Intervallen den Datensatz des gesamten Clusters an den Leitstand. Als gemeinsames Datenformat wurde XML gewählt, da davon auszugehen ist, dass dieses Format eine weite Verbreitung in der Automatisierung hat.

## Anwendungen in der Landwirtschaft

Bild 2 zeigt den landwirtschaftlichen Produktionsprozess mit den diversen Teilprozessen, die wiederum aus weiteren Teilprozessen bestehen. Das beschriebene selbstkonfigurierende

Bild 1: Prozess der System-selbstkonfiguration

Fig. 1: System self configuration process



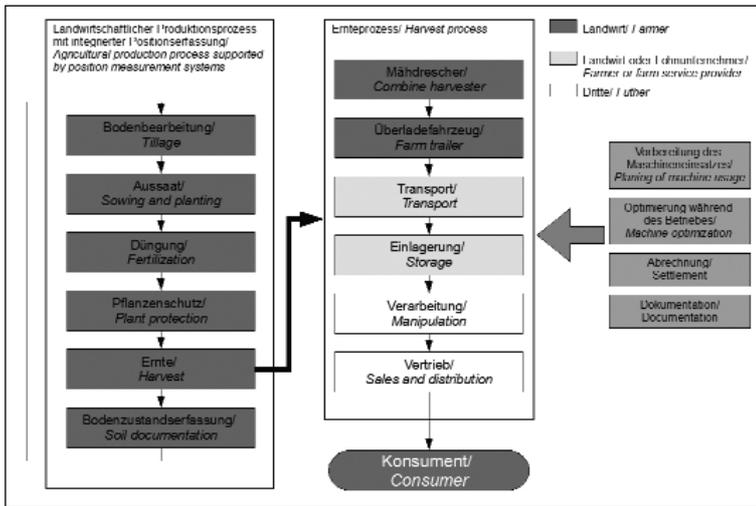


Bild 2: Landwirtschaftlicher Produktionsprozess mit der Ernte

Fig. 2: Agricultural production process and the harvest process

rende Netzwerk ermöglicht verschiedene Anwendungen in der Landwirtschaft.

### Steuerung von Landmaschinen

Wird eine Maschine mit einer ESOBox ausgerüstet und die vorhandene CAN-Schnittstelle genutzt, kann eine Kommunikation zwischen der Maschine und dem Leitstand aufgebaut werden. Das ermöglicht Serviceleistungen wie Fernwartung und -diagnose, Ferninbetriebnahme und -manipulation und Prozess- und Maschinenmodellierung.

Es können zum Beispiel durch die Einbindung der Teleservicetechnologien zyklisch Messdaten über Belastungen, Umgebungsbedingungen und Abnutzungsverhalten während der Nutzung erfasst und an eine zentrale Datenbank weitergeleitet werden. Durch die vergrößerte Anzahl von Messdaten je Maschinentyp können schon nach kurzer Zeit maschinenindividuelle Analysen mit hoher Aussagekraft durch den Hersteller durchgeführt werden. Der Hersteller kann dann entsprechend die Einsatz- und Schadensprofile für die zu betrachtenden Maschinen entwickeln und den Betreibern gezielt neue Dienstleistungen in Form von individuellen Einstellungshinweisen und Instandhaltungsmaßnahmen anbieten. Teleservice wird bereits für eine große Zahl von Produkten angeboten, wobei die Verbreitung in mobilen Anwendungen noch gering ist. Die Gründe sind in den Kosten, den fehlenden Dateninfrastrukturen und in der Notwendigkeit spezieller Servicedienstleistungen zu sehen [1, 2]. Göres stellte in [3] ein Teleservice-Forschungsprojekt mit dem Namen „DAMIT“ vor, das diese Problematik aufnimmt und folgende Ziele verfolgt: Entwicklung neuer Instandhaltungsstrategien, Datenkomprimierungsmethoden sowie Methoden zur Verbesserung der Kommunikation, Datenspeicherung und Prozessmodellierung.

Das ESOB-System kann ein brauchbarer Baustein für ein entsprechendes System sein.

### Flexibler, selbstkonfigurierender, dynamischer Datenaustausch zwischen Landmaschinen

Die automatisierte, drahtlose Kommunikation zwischen einzelnen Landmaschinen, etwa Mähdrescher und Traktor, LKW und weiteren Geräten, erlaubt einen Datenaustausch, um zum Beispiel den Ernteprozess und dessen Qualität zu verbessern. Beispielhaft können wichtige Daten des Getreides und der Erntemaschineneinstellung unter mehreren Erntemaschinen auf dem Feld ausgetauscht und zum Einstellen der Maschinenparameter verwendet werden. Durch die Nutzung geeigneter Sicherheitsalgorithmen kann dies auch automatisiert erfolgen, so dass weniger erfahrene Personen bei der Bedienung hoch komplexer Landmaschinen unterstützt werden.

### Aufbau eines kostengünstigen Systems für die Datenerfassung zur Qualitätsdokumentation

Landwirtschaftliche Produktionsprozesse müssen zunehmend ökologische und ökonomische Anforderungen erfüllen. Insbesondere ist die Rückverfolgung von Nahrungsmitteln bis zu ihrem Ursprungsort aus Sicht des Verbraucherschutzes von großer Bedeutung. Gleichzeitig ist der Kostendruck in der Landwirtschaft immens, wobei dies unabhängig davon ist, ob es sich um den ökologischen oder den konventionellen Landbau handelt.

Das Netzwerk bietet durch den drahtlosen Datenaustausch die Basis für ein solches durchgängiges Dokumentationssystem. So können alle wichtigen Daten vom Feld, etwa von der Erntemaschine über die Transportfahrzeuge und die weiterverarbeitenden Anlagen in den jeweiligen Systemen gespeichert und an einen zentralen Leitstand übertragen werden. Die selbstständige Kommunikation der Einheiten untereinander ermöglicht eine höhere Sicherheit hinsichtlich der Datenverfügbarkeit und eine Reduzierung der Leitstandbelastung. Laufende Kosten fallen bei dem Netzwerk nicht an. Diese Art der Dokumentation ist gegenüber ande-

ren Varianten, etwa RFIDs, zudem kostengünstiger und einfacher. Auch sind keine speziellen Apparaturen notwendig, um die RFIDs von den landwirtschaftlichen Erzeugnissen zu trennen.

Für das Kommunikationssystem sind neben der Hardware besonders Datenformate und -protokolle von großer Bedeutung. Im Bereich der Maschinenkommunikation kann auf die CAN-Architektur und die Standards wie die SAE J 1939 und den ISOBUS ISO 11783 zurückgegriffen werden. Diese Standards ermöglichen die Kommunikation zwischen der Maschine und Diagnosegeräten. Der Datentransport zum Büro-PC und dem Farmmanagementinformationssystem (FIMS) erfolgt zurzeit noch über USB-Speicherstick oder SD-Karte, da die Daten auf der Maschine nur zwischengespeichert werden [4]. Systeme, die GRPS nutzen, verursachen nicht unerhebliche Kosten, was letztendlich eine Marktdurchdringung behindert. Eine andere Barriere sind nicht offene Systeme. Bezüglich des Aufbaus einer durchgängigen Datenerfassung ist für die Qualitätsdokumentation wichtig, dass auch qualitätsrelevante Produktdaten erfasst werden. Systeme, die mit Hilfe der Nah-Infrarot-Spektroskopie Messungen von Inhaltsstoffen vornehmen, erlauben eine qualitative Beurteilung der Getreidechargen und sind für eine Prozessdokumentation und -planung von besonderem Nutzen.

Die gewonnenen Maschinendaten können mit dem ESOB-System ohne die genannten Probleme in FIMS importiert und in die Schlagkartei eingepflegt werden. Somit haben Landwirte oder Lohnunternehmer einen genauen Überblick, welche Maschinen auf welche Weise auf welchem Schlag eingesetzt wurden. Um diese Informationen des FIMS anderen Beteiligten, etwa den Produktions- und Lieferketten, bereitzustellen, wird der Standard agroXML verwendet [5]. Dieser Standard ermöglicht ein problemloses Im- und Exportieren der Daten in andere Softwareanwendungen, da alle Prozessgrößen und Variablen in diesem Standard fest definiert sind.

### Zusammenfassung

Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen die Optimierung landwirtschaftlicher Produktionsprozesse. Die gesammelten Daten können für die Maschinensteuerung, Diagnose und Dokumentation verwendet werden. Das vorgestellte System erfüllt die Anforderungen an mobile Kommunikationseinheiten für die Landwirtschaft. Weitere Forschungsarbeiten an der TU Berlin werden sich mit der praktischen Umsetzung und Verbesserung der Daten- und Funktionssicherheit befassen.

## Literatur

- [1] *Liestmann, V., N. Rühmann, G. Schuh und V. Stich*:  
Integration von TeleService in die Serviceorganisation. Teleservicegerechte Prozesse. Praxis-Edition Band 10 (2007), S. 1-62
- [2] *Reichenbach, G.*: Webbasiertes Auftrags- und Maschinendatenmanagement für mobile Arbeitsmaschinen. Fachtagung Baumaschinentechnik 2006, Dresden, 5.-6.10.2006, S. 279-283
- [3] *Göres, T., H. P. Grothaus, T. Rustemeyer und A. Möller*:  
Development of a data management system for teleservice application on mobile working machines – DAMIT. VDI-Berichte Band 2001 (2007), S. 265-270
- [4] *Hieronymus, P.*: Development of an electronic concept for harvesting machinery and tractors. VDI-Berichte Nr. 2001 (2007), S. 303 – 308
- [5] *Kunisch, M., et al.* : agroXML – der Standard für den Datenaustausch in der Landwirtschaft. Landtechnik 62 (2007), H. 1, S. 46 - 47