

Henning Meyer und Christian Rusch

LaSeKo – Landwirtschaftliches selbst-konfigurierendes Kommunikationssystem zur Prozessoptimierung

Um die hohen Anforderungen der Konsumenten und des Gesetzgebers an die moderne Landwirtschaft zu erfüllen, ist ein autonomes Dokumentationssystem für die Getreideernte notwendig. In dem Forschungsprojekt LaSeKo wird eine technische Lösung entwickelt und auf ihre Praxistauglichkeit hin untersucht. Bisher wurden elektronische Kommunikationseinheiten entwickelt, die mithilfe der CAN-Bus-Schnittstellen prozessrelevante Maschinen- und Erntedaten aufzeichnen. Diese Daten werden dann über Funk (IEEE 802.15.4) zwischen den Gliedern der Prozesskette ausgetauscht. Durch den Datentransfer können die jeweiligen Subprozesse besser eingestellt werden. Gleichzeitig sollen diese Daten auch für die Prozessdokumentation, Überwachung und Optimierung genutzt werden.

Schlüsselwörter

Dokumentationssystem, 2,4 GHz Funk, IEEE 802.15.4, Embedded Linux, Datenaustausch, LaSeKo

between the members of the process chain. Subprocesses can be better adjusted by data transfer. At the same time this data can be used for the documentation of the process, monitoring and optimization.

Keywords

Documentation system, 2,4 GHz radio, IEEE 802.15.4, Embedded Linux, data exchange, LaSeKo

Abstract

Meyer, Henning and Rusch, Christian

LaSeKo – Agricultural self-configuring communication system for process optimization

Landtechnik 65 (2010), no. 6, pp. 450-452, 3 figures, 2 references

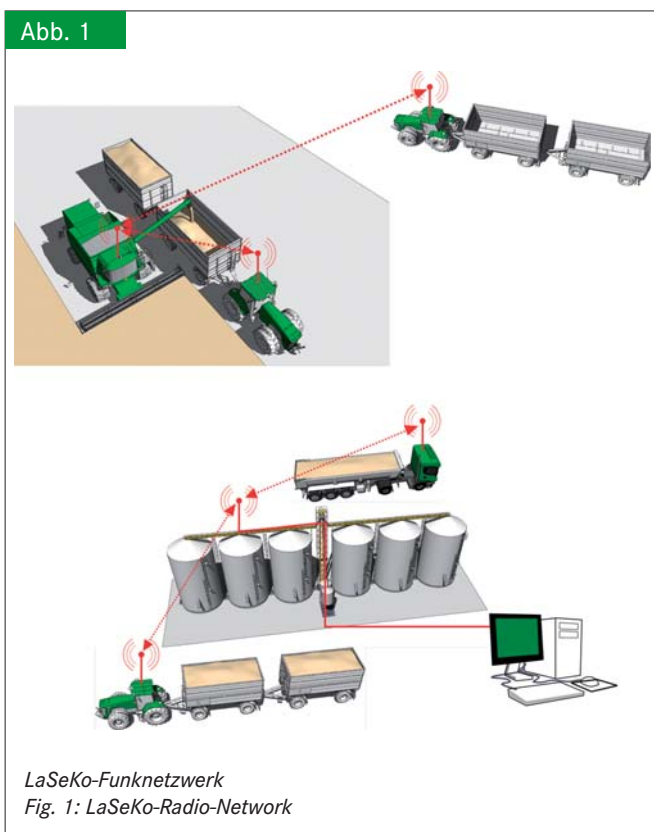
To fulfill the high expectations of consumers and the legislator regarding modern agriculture, an autonomous documentation system of the crop harvesting process is necessary. In the research project LaSeKo a technical solution is developed and tested for its practical feasibility. For this purpose electronic communication units have been developed which can record all process related machinery and harvesting data using the CAN-bus. Afterwards this data is transmitted via radio (IEEE 802.15.4)

■ Bei mobilen landwirtschaftlichen Datennetzwerken ermöglicht ein flexibler Datenaustausch zwischen landwirtschaftlichen Maschinen neue Methoden der Prozessdokumentation zur Verbesserung der Qualität und Effizienz der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Rückverfolgbarkeit von Nahrungsmitteln für einen verbesserten Verbraucherschutz. Da mobile Arbeitsmaschinen meist dort eingesetzt werden, wo teilweise weder ein Breitbandanschluss noch Mobilfunknetze vorhanden sind, ist eine direkte Übertragung von bestehenden Technologien nicht möglich. Es müssen hierfür spezielle Methoden des Datenaustausches zwischen den Maschinen und den Akteuren entwickelt werden. Den Kern des Verbundvorhabens LaSeKo bildet die Entwicklung und Erprobung einer Systemhardware und der auf die Landwirtschaft ausgerichteten Kommunikationssoftware. Ziel ist es, ein Kommunikationssystem zu entwickeln, das in der Anwendung keine Mehrkosten für die Übertragung und Verarbeitung der Prozess- und Maschinendaten generiert.

Das LaSeKo-Projekt im Überblick

Um ein autonomes Dokumentationssystem zu entwickeln, wird ein interdisziplinäres Projektteam benötigt, u. a. für die Datenbankprogrammierung, für Feldtests sowie für die Hardware- und Softwareentwicklung. Aus diesem Grund sind an dem Pro-

Abb. 1



jekt die TU Dresden, das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), das John Deere European Technology Innovation Center, die Simplan AG, die LogicWay GmbH, die Arkade GmbH und die TU Berlin beteiligt. Gefördert wird das LaSeKo-Vorhaben durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Projektträger ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

Herzstück des LaSeKo-Dokumentationssystems sind elektronische Kommunikationseinheiten, die sogenannten LaSeKo-Boxen. Jede Ernte- und Transportmaschine wird mit einer LaSeKo-Box ausgestattet. Sie ist für diese spezielle Aufgabe mit einer Vielzahl von Schnittstellen versehen. Über den CAN-Bus werden alle relevanten Daten erfasst und in einem vorher festgelegten Zeitintervall ein Datensatz erzeugt. Diese Datensätze werden in einer XML-Datei gespeichert. Je nach Anwendung kann die Datei nach einem bestimmten Zeitraum abgeschlossen werden oder nach einem Ereignis, z. B. dem Ende des Überladevorgangs. Im Anschluss wird die Datei komprimiert.

Wie die Datenübertragung funktioniert

Eine direkte Datenübertragung ist aufgrund der geringen Reichweite von 300m zwischen der Erntemaschine und dem Datenserver nicht möglich. Deshalb werden die Daten wie ein Staffelstab weitergereicht. Die erfassten Mährescherdaten werden, wie in **Abbildung 1** dargestellt, während des Kornüberladevorgangs vom Mährescher auf den Traktor per Funk übertragen. Beim Entladen des Kornes auf dem Hof, in der Mühle oder im Lager werden die Daten per Funk an einen Datenserver weitergereicht.

Um sicherzustellen, dass die Daten autonom zum Datenserver gelangen und nicht zwischen Mähreschern ausgetauscht werden, wurde ein Prioritätenmodell entwickelt. Jeder Maschinentyp hat eine bestimmte Priorität. Mährescher besitzen eine höhere Priorität als Überladefahrzeuge und der Datenserver wiederum besitzt die niedrigste Priorität im Funknetzwerk. Eine Datenübergabe erfolgt nur zu einem Teilnehmer mit einer niedrigeren Priorität. Jeder Teilnehmer in diesem Funknetzwerk kann die Rolle des Senders oder des Empfängers einnehmen. Die Rollenverteilung wird erst nach der Kontaktaufnahme zweier Teilnehmer ausgehandelt. Beim Datenaustausch zwischen einem Mährescher und einem Traktor auf dem Feld ist der Mährescher Sender und der Traktor Empfänger. Sobald der Traktor die Daten am Getreidesilo an den Server übergibt, wechselt dieser die Rolle und wird zum Sender.

Wie die Geräte miteinander kommunizieren

Die Kontaktaufnahme beginnt dadurch, dass der Teilnehmer, der Daten zum Server senden muss, mit einem BEACON_REQUEST_COMAND nach Teilnehmern in seinem Funkbereich sucht. Diese Anfrage durch das BEACON_REQUEST_COMAND wird durch alle Teilnehmer in der Nähe mit einem BEACON beantwortet. Die empfangenen BEACONS werden nach Priorität, Pan-ID und LQI (Link Quality Indication) so ausgewertet, dass nur mit dem Teilnehmer Kontakt aufgenommen wird, der alle Kriterien erfüllt. Zu den Kriterien gehört, dass der Empfänger im gleichen Funknetzwerk angemeldet sein muss (PAN-ID), dass er eine niedrigere Priorität hat und die Signalqualität (LQI) eine bestimmte Grenze nicht unterschreitet. Sind diese Kriterien erfüllt, werden die Daten übertragen [1].

Bei jedem Überladevorgang wird dokumentiert, zwischen welchen Prozessteilnehmern das Getreide übergeben wurde. Dadurch ist eine lückenlose Rückverfolgbarkeit des Getreides möglich. Sobald die Abtankschnecke des Mähreschers eingeschaltet, d. h. der Überladevorgang gestartet wird, sendet der Mährescher ein BEACON_REQUEST_COMAND. Daraufhin antworten alle Maschinen in Funkreichweite mit einem BEACON und der Mährescher filtert den Traktor mit der besten Signalstärke heraus. Dieser Vorgang wird in einem Abstand von vier Sekunden während des gesamten Überladevorgangs wiederholt. Der Traktor, der dabei am häufigsten die höchste Signalstärke hatte, wird als Überladefahrzeug gespeichert.

Komponenten der Hardware der LaSeKo-Box

In **Abbildung 2** sind die von der LogicWay GmbH speziell für mobile Anwendungen entwickelten Main- und Trägerboards der LaSeKo-Box dargestellt. Als Mikrocontroller wurde der AP7000 gewählt. Dies ist ein 32-Bit-Prozessor von Atmel. Auf diesem ist als Betriebssystem ein Embedded Linux installiert.

Auf dem Mainboard sind der Prozessor und der Speicher angebracht und auf dem Trägerboard sind folgende Schnittstellen integriert:

Abb. 2



LaSeKo-Box Mainboard und Trägerbord [2]

Fig. 2: LaSeKo-Box main board and interface circuit board [2]

- 2 × CAN-Bus nach ISO 11783 oder SAE 1939
- GPS
- 2 × 2,4 GHz Funk nach dem IEEE 802.15.4 Standard
- GSM/GPRS-Modem
- SD-Karte bis 32 GB
- Real Time Clock (RTC)
- USB-Client
- Ethernet (100 Mbit/s)
- Serielle Schnittstelle (RS232)

Bis auf den Funk sind alle Schnittstellen als Treiber im Linux-kernel integriert. Dies erleichtert die Entwicklung weiterer Anwendungen enorm. An der Entwicklung eines Kerneltreibers für den verwendeten Funkchip wird im Linux-ZigBee Open Source Projekt gearbeitet.

Ergebnisse von ersten Feldtests

In der Erntesaison 2010 wurden Feldtests bei der Seydaer Landwirtschafts GmbH in Seyda durchgeführt. Es wurden fünf Mähdrescher, fünf Traktoren und die Waage mit einer LaSeKo-Box ausgerüstet. **Abbildung 3** zeigt die in der Mähdrescherkabine montierte LaSeKo-Box mit dem John Deere Gateway. Das Gateway stellt ausgewählte CAN-Busdaten des Mähdreschers bereit. Aus zwei Gründen wird die LaSeKo-Box nicht mit dem Maschinenbus verbunden. Erstens muss seitens John Deere nicht der CAN-Bus offengelegt werden und zweitens garantiert es eine sichere Buskommunikation, da John Deere Hardware und Kommunikations-Treibersoftware verwendet wird. Denn im Fall einer Fehlfunktion der LaSeKo-Box wird die Funktionsfähigkeit des Mähdreschers auf keinen Fall beeinflusst. Die Tests ergaben, dass die Nettodatenübertragungsrate von 18kByte/s und die Zeit während der Überladevorgänge für die aufgezeichneten Maschinendaten mehr als hinreichend ist. Trotz der Montage der LaSeKo-Boxen in den Kabinen wurde eine Reichweite von 150-200 m gemessen. Weiterhin wurde getestet, ob die korrekten Überladefahrzeuge detektiert worden sind. Dies war in den untersuchten Fällen immer gegeben.

Abb. 3

LaSeKo-Gateway



Gateway und LaSeKo-BOX in der Mähdrescherkabine (Foto: Rusch)

Fig. 3: Gateway and LaSeKo-BOX assembled in combine cabin

Schlussfolgerungen

Damit das LaSeKo-System von den Landwirten akzeptiert wird, muss sichergestellt werden, dass ausnahmslos alle Daten autonom auf den Datenserver gelangen und keine Daten verloren gehen. Im Falle eines Ausfalls des Funknetzwerkes werden alle Daten auf der Maschine gesichert, und erst nach der Speicherung auf dem Server werden sie auf den Maschinen gelöscht. Weiterhin darf es nicht möglich sein, dass die Daten durch Dritte eingesehen oder manipuliert werden. Dies kann durch eine Verschlüsselung der Daten und einer weiteren Verschlüsselung des Funkverkehrs garantiert werden.

Literatur

- [1] Voigt, G. (2010): Untersuchung und Entwicklung eines Embedded Linux Gerätetreibers für den AT86RF231 Funkchip von Atmel. Bachelorarbeit, TU Berlin
- [2] LogicWay GmbH (2010): DIMM-CPU09 CPU Modul Handbuch, <http://www.logicway.de/pages/mde-hardware.dimm-cpu09.shtml>, Zugriff am 24.08.2010

Autoren

Prof. Dr. Ing. Henning Meyer ist Leiter des Fachgebiets Konstruktion von Maschinensystemen an der TU Berlin, Straße des 17. Juni 144, 10623 Berlin, E-Mail: henning.meyer@tu-berlin.de

Dipl.-Ing. Christian Rusch ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fachgebiets Konstruktion von Maschinensystemen an der TU Berlin und ist Projektkoordinator des LaSeKo-Projektes

Danksagung

Die Autoren danken dem Projektträger der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), dem Projektförderer dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und der Seydaer Landwirtschafts GmbH für ihre Unterstützung.