

Methoden und Ergebnisse der Datenauswertung der Automatischen Prozessdatenerfassung mit LBS, GPS und IMI® auf Traktor-Geräte-Kombinationen

M. ROTHMUND, FREISING

M. DEMMEL, FREISING

H. AUERNHAMMER, FREISING

Abstract

Improved farm management, optimised decision support models and the trace-ability of farm products require the automated acquisition of geo-referenced process data. Such a system for Automatic Process Data Acquisition in outdoor operations with tractor-implement combinations has been developed at the Technical University of Munich during the past few years. This system is based on the components LBS, GPS and IMI®. To analyse and to aggregate the huge amount of data collected in such a system an automatic evaluation program has been developed. This program, based on a SQL-based database-system and named IMI_{lyzer}, shows a possible way for data analysing. Another developed and evaluated way is to implement measurement programs in the IMI®. The results of data analysing show a good comparability and possible assessment of fields by various accumulated values, relating to time and machinery efforts.

1 Einführung

Precision Farming beinhaltet nicht nur die Umsetzung variabler Applikationstechniken (site specific farming), sondern auch verbesserte Betriebsführung, optimiertes Flottenmanagement und autonome Fahrzeugführung in der Landwirtschaft. Ebenso gewinnt der Begriff der ‚gläsernen Produktion‘ in der Diskussion um Qualitätssicherung und Verbrauchervertrauen zunehmend an Bedeutung. Voraussetzung für die Umsetzung aller genannten Punkte ist eine lückenlose Dokumentation aller betrieblichen Vorgänge.

Das Landwirtschaftliche BUS-System (LBS) nach DIN 9684 als standardisiertes Datenübertragungssystem auf Traktoren und Arbeitsgeräten und das Global Positioning System (GPS), das ständig Ort und Zeit signalisiert, ermöglichen erstmals eine einfache Lösung Daten über den gesamten Maschineneinsatz kontinuierlich, vollständig und georeferenziert zu erfassen.

2 Begriffe

Automatische Prozessdatenerfassung

Die Automatische Prozessdatenerfassung ist ein System, das selbständig ohne Eingriffe der den Prozess steuernden Person alle relevanten Daten eines laufenden Prozesses aufzeichnet.

Implement Indicator (IMI®)

Der Implement Indicator ist ein kleiner JOB-Rechner, der die Aufgabe hat, Kenndaten des Arbeitsgerätes an das LBS zu übermitteln. Der IMI® kann auch Daten vom LBS abgreifen.

IMI_{lyzer}

Der IMI_{lyzer} ist ein im Rahmen einer Diplomarbeit entwickeltes Auswertungsprogramm für die Automatische Prozessdatenerfassung. Als Plattform dient ein SQL-basiertes Datenbanksystem (Microsoft Access®).

3 Problemstellung und Zielsetzung

Damit die Dokumentation betrieblicher Vorgänge die Grundlage für die oben genannten Bereiche des Precision Farming bilden kann, muss sie lückenlos sein. Dies erfordert ein automatisiertes System der Prozessdatenerfassung, das nicht von Benutzereingaben abhängig ist. Hierfür ist es wiederum nötig diese Prozessdatenerfassung auf ein elektronisches Kommunikationssystem aufzubauen. Um eine hohe Akzeptanz eines solchen Systems in der Praxis zu erreichen, muss es auf standardisierten Komponenten basieren. Ziel des Vorhabens war, ein solches System zu entwickeln und zu untersuchen.

Das geschilderte System erfasst eine große Datenmenge, für die geeignete Strategien der Analyse und Aggregation gefunden werden müssen. Deshalb war ein weiteres Ziel, eine oder mehrere Möglichkeiten der Datenauswertung zu entwickeln.

4 Material und Methoden

Die Komponenten des Systems zur Automatischen Prozessdatenerfassung sind: Das Landwirtschaftliche BUS-System (LBS) zur Kommunikation, das Global Position System (GPS) zur Bestimmung der Ortskoordinaten und der Zeit sowie die LBS-fähige Elektronik der angebauten Arbeitsgeräte oder, soweit diese nicht mit eigener Elektronik ausgestattet sind, ein oder mehrere Implement Indicator (IMI®), welche die angebauten Arbeitsgeräte repräsentieren. Eine genaue Beschreibung dieser Teilsysteme und ihrer Konfiguration findet sich bei AUERNHAMMER et al. 2000. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die Konfiguration einer Traktor-Geräte-Kombination mit den benötigten Systemkomponenten beim Grubbern.

Die Frequenz der Aufzeichnung beträgt 1Hz, d.h. es wird pro Sekunde ein Datensatz aufgezeichnet, der jeweils die aktuellen Werte der erfassten Prozessgrößen enthält. Die Aufzeichnung erfolgt mit einem Chipkartenlaufwerk im ASCII-Format. Als Speichermedium dient eine PCMCIA-Karte. Für die Datenauswertung werden zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt: Zum einen erfolgt eine Datenverarbeitung auf dem Traktor in der LBS-Umgebung, zum anderen werden die aufgezeichneten Rohdaten nach Beendigung des Einsatzes in ein Datenbanksystem exportiert und dort mit Hilfe eines Auswertungsprogramms analysiert.

Erfolgt eine Datenverarbeitung bereits auf dem Traktor durch das Aufzeichnungssystem selbst, so müssen die relevanten Informationen in der LBS-Umgebung durch Messprogramme online aggregiert und am Ende eines Arbeitsauftrages zu weiteren Ergebnisgrößen weiterverrechnet werden. Die Ergebnisse eines Auftrages werden dann zur Auswertung und Archivierung auf einer Chipkarte abgespeichert und auf den Betriebs-PC übertragen. Sie können auch auf dem Benutzerterminal oder einem Drucker direkt am Traktor ausgegeben werden.

Für die Forschung, vor allem in der Entwicklungs- und Versuchsphase des Systems, ist eine vollständige Datenverarbeitung im Post Processing erforderlich, da aus bereits aufgezeichneten Rohdaten im Nachhinein weitere Größenberechnungen und Korrekturen erfolgen können. Hierfür wurde das Programm IMI_{lyzer} entwickelt. Dieses besteht aus einer Reihe von Tabellen und Abfragen innerhalb des SQL-basierten Datenbanksystems Microsoft Access. Die Bedienung des Programms erfolgt über eine menügeführte Benutzeroberfläche. Durch Benutzereingaben werden Makros aktiviert, die den Programmablauf steuern. Beim Import der Rohdaten wird aus den erfassten GPS-Koordinaten eine Georeferenzierung der einzelnen Datensätze abgeleitet. Die einzelnen Datensätze werden einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und in einer Zentraltabelle archiviert. Die Datenanalyse geschieht durch SQL-Abfragen, welche Datensätze aus der Zentraltabelle auswählen, die Werte der Datenspalten aggregieren sowie aus den aggregierten Werten teils weitere Ergebnisgrößen bilden.

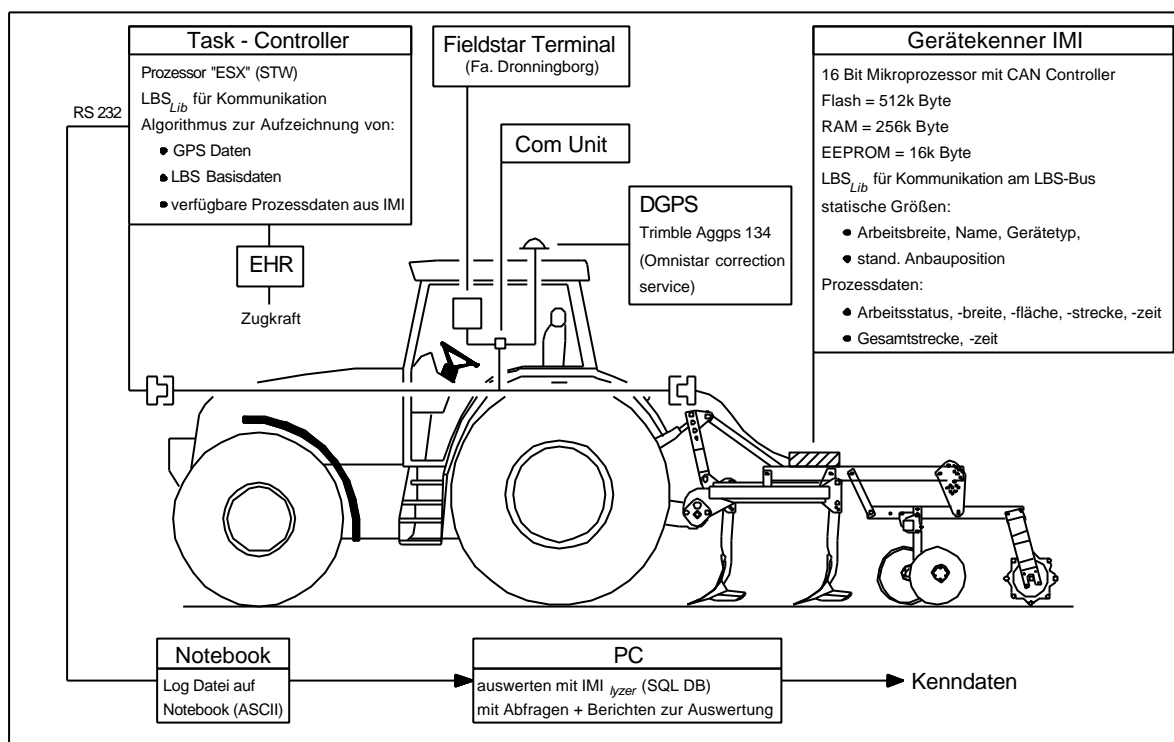


ABBILDUNG 1: System zur Automatischen Prozessdatenerfassung mit GPS, LBS und IMI

5 Ergebnisse

Bis zum 15. Mai 2001 wurden ca. 800.000 Datensätze aufgezeichnet, was einer dokumentierten Einsatzzeit von ca. 220 Stunden bei einer Einsatzfläche von ca. 220 ha entspricht. Eine Analyse der bisherigen Auswertungen ergab eine gute Vergleichbarkeit verschiedener Schläge bezüglich des Zeit- und Maschinenaufwandes durch die gebildeten Größen. Die erstellten georeferenzierten Karten für Zugkraft und Geschwindigkeit während der Bearbeitung lassen eine relative Beurteilung der Bodenverhältnisse von Teilflächen eines Schlages zu. Diese Karten können Komponenten zur Schaffung eines teilflächenspezifischen Bewirtschaftungskonzepts sein. Die Erfassung des Kraftstoffverbrauchs soll in Zukunft durch die Nachrüstung entsprechender Sensoren realisiert werden. Erste Auswertungsergebnisse eines entsprechend ausgerüsteten Traktors liegen vor. Tabelle 1 zeigt den Umfang der bisher aufgezeichneten Prozessgrößen in verschiedenen Arbeitsverfahren einschließlich wichtiger Kenngrößen des Arbeitseinsatzes. In Tabelle 2 ist die Auswertung eines Grubbereinsatzes dargestellt.

TABELLE 1: Umfang der aufgezeichneten Daten in verschiedenen Arbeitsverfahren

	Gesamtzeit (h)	Feldzeit (h)	Weg Transport (km)	Weg Feld (km)	Bearb. Fläche (ha)	Zeit / Feld (h/ha)	Weg / Feld (km/ha)
Pflügen	46,97	43,41	27,86	224,94	29,0	1,21	7,75
Grubbern	46,40	39,52	64,23	256,51	65,2	0,56	3,94
KE-Drillsaat	7,96	6,58	2,63	32,99	9,1	0,60	3,61
Einzelkornsaat	21,93	9,21	111,67	36,36	10,8	0,61	3,37
Düngung	27,62	21,25	33,17	103,43	88,6	0,16	1,17
Mulchen	6,83	6,24	12,37	59,05	17,6	0,32	3,35
Transport (SM-Ernte)	29,07	17,06	241,70	76,42			
Gesamt	186,78	143,27	493,63	789,70	220,3		

TABELLE 2: Auswertung der Maßnahme „Grubbern“ vom 14.08.00 auf Schlag S04 (Dürnast)

Größe	Absolute Werte	Relative Werte
Beginn	12:32 Uhr	
Ende	18:48 Uhr	
Bearbeitete Fläche (anh. d. Arbeitswegs errechnet)	11,98 ha	
Weg auf dem Feld	45,12 km	100 %
Arbeitsweg	40,05 km	89 %
Wendeweg	5,07 km	11 %
Weg / Feld	3,77 km/ha	
Feldzeit	5,91 h	100 %
Arbeitszeit	4,50 h	76 %
Wendezeit	0,99 h	17 %
Standzeit	0,42 h	7 %
Zeit / Feld	0,46 h/ha	
Arbeitsgeschwindigkeit	Mittel 8,9 km/h	Standardabw.: 1,7 km/h
Motordrehzahl	Mittel 1869 U/min	Standardabw.: 170 U/min
Zugkraft bei Arbeit	Mittel 25956 N	Standardabw.: 8155 N

6 Diskussion

Die seit dem Sommer 2000 laufende automatisierte Prozessdatenerfassung zeigt, dass das System zufriedenstellend arbeitet und die gestellten Anforderungen erfüllt (AUERNHAMMER et al. 2000). Das Datenaufkommen ist sehr hoch und stellt für die Archivierung und Auswertung in einer Datenbank hohe Anforderungen an die Systemressourcen der verwendeten Rechner. Diese Art der Auswertung und Datenarchivierung ist jedoch nötig für die genaue wissenschaftliche Analyse und die Verfügbarkeit der Daten für andere Forschungsbereiche.

Für den Praxiseinsatz empfiehlt sich lediglich die Speicherung eines Ergebnisdatensatzes pro Maschineneinsatz. Hierfür gibt es zwei mögliche Wege: Der erste besteht darin, sämtliche Datensätze eines Einsatzes aufzuzeichnen und anschließend mittels einer entsprechenden Software am Betriebs-PC auszuwerten. Das Ergebnis wird gespeichert und die Rohdatensätze werden verworfen. Der zweite Weg wäre der bereits weiter oben beschriebene Einsatz von Messprogrammen auf dem Traktor, wobei eine Speicherung der einzelnen Datensätze entfällt.

7 Literatur

- AUERNHAMMER, SPANGLER, DEMMEL (2000): Automatic process data acquisition with GPS and LBS. *AgEng2000 Warwick paper No. 00-IT-005*, EurAgEng, Silsoe, UK
- DEMMEL, ROTHMUND, SPANGLER, AUERNHAMMER (2001): Algorithms for Data analysis and first results of automatic data acquisition with GPS and LBS on tractor-implement combinations. In proceedings of 3rd European Conference on Precision Farming in Agriculture, 2001 June 18-20., Montpellier, France
- ROTHMUND (2001): Entwicklung eines SQL-basierten Auswertungsprogramms für die Automatische Prozessdatenerfassung mit LBS, GPS und IMI. *Diplomarbeit*, Freising-Weihenstephan, Germany
- AUERNHAMMER (2001): Precision farming – the environmental challenge. *Computers and Electronics in Agriculture 30 (2001)*, Elsevier Science B.V., Amsterdam, Netherlands, pp.31ff.