

Einsatz elektronischer Prozesssteuerung zur Teilflächenbewirtschaftung im Forschungsverbundprojekt preagro

CORNELIA WELTZIEN, POTSDAM

Abstract

The paper gives an introduction to electronic process control for site specific plant production. It shows examples of state of the art technology and describes experiences made with practical application on preagro research and development project partner farms. Useful applications and opportunities which are not used to the full extend as well as problems and need for further development are pointed out to the reader.

1 Einführung

Das Forschungsverbundprojekt preagro arbeitet deutschlandweit an der Umsetzung teilflächenspezifischer Bewirtschaftung. Zur weiteren Automatisierung des Prozesses werden Programmmodule zur Unterstützung der Entscheidungsfindung aufgrund kleinräumiger agronomischer Informationen erarbeitet. Die Module werden im Praxiseinsatz getestet. Für die Umsetzung teilflächenspezifischer Informationen in entsprechende Maßnahmen ist der Einsatz elektronischer Prozeßsteuerung Voraussetzung. Die Partnerbetriebe verfügen alle über entsprechende Technik, die teilweise speziell für das Projekt angeschafft wurde. Elektronische Prozeßsteuerung wird darüber hinaus natürlich auch bei schlageinheitlicher Bewirtschaftung sinnvoll eingesetzt.

2 Ziele

Ziel des Projektes preagro ist die agronomische Umsetzung des Prinzips ‚teilflächenspezifische Bewirtschaftung‘ in die landwirtschaftliche Praxis. Darüber hinaus ist um eine ausgewogene Nutzung der eingesetzten Ressourcen in der landwirtschaftlichen Produktion zu erreichen eine *Prozeßoptimierung des Feldeinsatzes* anzustreben. Dazu müssen Parameter des Pflanzenbaues wie das Ertragsziel mit der Leistungsfähigkeit der Technik sowie Umweltfaktoren hinsichtlich Klima und Boden als auch Größen der Arbeitswirtschaft wie Ergonomie und Zeitmanagement miteinander verknüpft werden. Elektronische Prozeßsteuerung und Prozeßdatenerfassung dient u.a. zur weiteren Optimierung der Prozesse.

3 Verfahren

Per Definition bauen die Vorgänge Überwachen, Steuern und Regeln aufeinander auf. Dabei ist die Einhaltung der Reihenfolge zwingend, nur eine überwachte Größe kann anschließend gesteuert werden und nur eine Größe die überwacht und gesteuert wird kann zusätzlich durch Rückführung des Signals geregelt werden.

Grundsätzlich kann unterschieden werden zwischen dem technischen Prozeß = Gerätetechnik und dem pflanzenbaulichen Prozeß = Maßnahmengestaltung. Ziel der teilflächenspezifischen Maßnahmengestaltung ist die gleichbleibende Arbeitsqualität bei variabler Applikation. Es sind jedoch nicht alle Systeme in der Lage die Überwachung der Ausbringmenge Mithilfe unabhängiger Sensorik zu leisten. Die Variation der Ausbringmenge erfolgt in diesen Fällen mittels Regelung einer indirekten Meßgröße z.B. der Position des Dosierorgans (wobei die Stellung des Dosierorgans nur im Idealfall der Ausbringmenge entspricht). Hier liegt somit im wörtlichen Sinne der Definition keine Überwachung also auch keine Steuerung der Ausbringmenge vor. Es wird z.B. die Schieberöffnung nicht die Ausbringmenge geregelt. Entscheidend wird diese Unterscheidung bei der Erstellung der sogenannten 'as-applied' Karten. Wenn die gespeicherten ‚Ist-Daten‘ nur die Position des Dosierorgans nicht aber die tatsächli-

che Ausbringmenge darstellen bleibt ein Restrisiko das diese Daten grundsätzlich falsch sind, welches stark von der Kalibrierung der Maschine abhängt.

Besonders aufwendig in der Prozeßkette der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung ist die kleinräumige Informationsgewinnung. Als Forschungsprojekt hat preagro die Möglichkeit sehr viel mehr unterschiedliche Verfahren zur Informationsgewinnung zu nutzen als der Praktiker. Teilweise wird erst nach Ablauf des Projektes eine Abschließende Beurteilung möglich sein, welche Verfahren für den praktischen Einsatz geeignet bzw. bezahlbar sind.

Tabelle 1. Einige Beispiele der in preagro umgesetzten teilflächenspezifischen Prozesse

Absätziges Verfahren (Mapping Approach)	Echtzeit Verfahren (Sensor gestützt)	Kopplung der Verfahren (Mapp-Overlay)
Aussaat Nach Bodenparametern	Düngung nach N-Sensor	Düngung Nach N-Sensor + Aussaatstärke + Digitales Geländemodell (DGM)
Düngung Nach Entzug	Pflanzenschutz CCC Nach Biomassependel	
Bodenbearbeitung Nach Bodenparametern + DGM		
Halmstabilisatorgabe Nach Aussaatstärke		
Informationsquellen Absätziges Verfahren		Bodenproben: Art, Textur, Nährstoff- gehalt
ECa Messung: Tongehalt, Was- ser, Lagerungsdichte	Fernerkundung: Variabilität, Bestandesinforamtionen	Ertragskarte: Analyse der Vorjahre

Zu unterscheiden sind teilflächenspezifische Prozesse als absätziges Verfahren (Mapping Approach), als Echtzeit Verfahren (Sensor gestützt) oder als gekoppelte Verfahren der beiden Vorgenannten (Map-Overlay). Es existieren noch nicht für alle Applikationen marktreife Sensortechniken, hier wird auf Forschungseinheiten z.B. Pendelsensor zur Biomassebestimmung oder Photosensor zur Unkrautererkennung, zurückgegriffen. Bei absätzigen Verfahren werden die Informationen vor dem Einsatz erfaßt, auf dem PC umgerechnet und Sollwerte mittels PC Karte auf den Bordrechner übertragen. Bei Echtzeit Verfahren werden die Informationen während des Einsatzes erfaßt und Sollwerte im Bordrechner berechnet. Die Prozeßsteuerung erfolgt aufgrund der Sollwerte nach festgelegten Regeln im Jobrechner.

4 Komponenten der elektronischen Prozeßsteuerung

Zur elektronischen Prozesssteuerung werden Sensoren, Prozeßrechner und Aktoren benötigt und der Datentransfer muß gewährleistet sein. Programme für die Auftragsbearbeitung und für die Prozeßrechner werden benötigt. Innerhalb eines Gerätes bzw. bei ein- und demselben Hersteller sind die Schnittstellen abgestimmt. Im Traktor wird meist ein Traktorinternes BUS-System verwendet. Probleme bereiten jeweils die Schnittstellen von einem System zum anderen (vgl. Abb.1 rote Pfeile) z.B. die Kompatibilität zwischen Bordterminal und Traktorsystem um hier universelle Werte wie Drehzahl ZW, Geschwindigkeit oder EHR Position abzugreifen. Normen zur Harmonisierung (ISO 11786 Signalsteckdose und DIN 9684 LBS, ISO 11783 in Vorbereitung) werden (noch) nicht flächendeckend umgesetzt.

Die Bedienung des Systems erfolgt über das (geräteunabhängige) Bordterminal. Ein-/ Ausgabe, Einstellungen sowie Kalibrierung werden hier vorgenommen. Übertragen und speichern der Daten wird mittels PC Karte erledigt, seltener mit Funkmodem oder Telemetrie. Berechnungen und Prozeßsteuerung obliegen dem Jobrechner. Unabdingbar für die Variation während der laufenden Applikation ist ein Aktor meist ein elektro-hydraulischer Antrieb. Oft wird dieser auch zur geschwindigkeitsunabhängigen Regelung der Ausbringmenge genutzt. In diesen Fällen besteht der Unterschied in der Ausrüstung für einheitliche bzw. variable

Applikation nur noch im DGPS Empfänger der die Information über die Position im Schlag liefert, sowie der Anweisungskarte mit den teilflächenspezifischen Sollwerten. Zusätzliche Hilfsmittel wie z.B. ein Wiegerahmen am Düngerstreuer, der sowohl die Funktion der Mengenkontrolle übernimmt als auch das Abdrehen, d.h. das Kalibrieren vereinfacht, sind

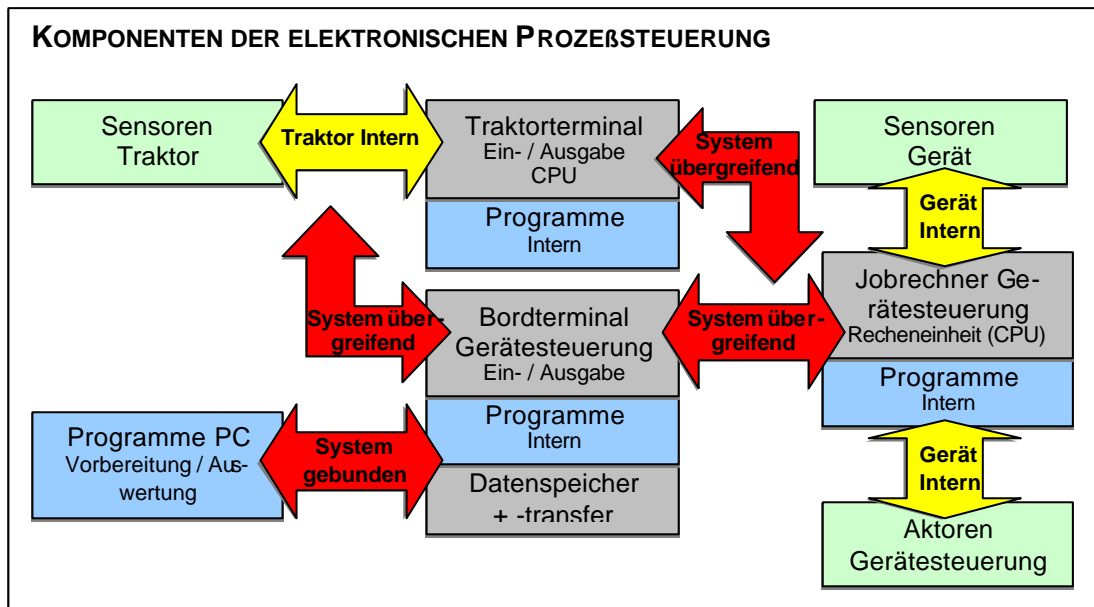


Abbildung 1. Komponenten der elektronischen Prozesssteuerung

sehr sinnvoll.

5 Einsatzverfahren mit teilflächenspezifischen Prozessen

5.1 Vorbereitung: Informationsgewinnung / Anweisungskarten erstellen

Die kleinräumige Informationsgewinnung ist sehr Aufwendig, Echtzeit Verfahren sind (sofern Vorhanden) zu bevorzugen. Viele zur Prozesssteuerung speziell zur Entscheidungsfindung benötigte Algorithmen und Programme sind noch in (Weiter-)Entwicklung. Die Erstellung der Anweisungskarte (Sollwertkarte) erfolgt in preagro von Wissenschaftlern unter Einbeziehung des Fachwissens der Praktiker. Die Bedienung der recht komplexen GIS Programme erfordert intensive Einarbeitung, innerhalb des Projektes wurden daher die Sollwertkarten durch einen Dienstleister für die Praktiker vorbereitet.

5.2 Applikation

Bei der Feststoffdüngung ist verschiedene Technik zur teilflächenspezifischen Applikation im Projekt vorhanden. Hauptproblem ist hier die fehlende Kontrolle der tatsächlich ausgebrachten Menge. Die Steuergröße ‚Stellung Dosierorgan‘ reicht oft nicht aus. Eine Funktionskontrolle besser noch eine echte Überwachung der Ausbringmenge ist notwendig. Beim Echtzeiteinsatz des N-Sensors ist zu berücksichtigen, dass der N-Sensor nicht unterscheiden kann ob der Pflanzenzustand tatsächlich durch den Stickstoff oder aber durch andere Nährstoffe, Wasser, Verunkrautung oder Krankheiten bestimmt wird.

Beim Spritzen ist die Überwachung der Ausbringmenge mittels Durchflussmesser gewährleistet. Allerdings liegen Einschränkungen im Arbeitsbereich vor. Um einen weiten Variationsbereich abzudecken ist es bei Regelung der Ausbringmenge über den Druck notwendig die Vorfahrtgeschwindigkeit anzupassen damit die Spritze weiterhin optimale Arbeitsqualität (Sprühnebel vs. Tröpfchenbildung) leisten kann. Hier liegt nur noch eine semi-automatische Prozesssteuerung vor. Spritzentechnik mit Direkteinspeisung unterliegt nicht den genannten Einschränkungen. Sie ermöglicht darüber hinaus das Ausbringen mehrerer Substanzen unter-

schiedlicher Dosierungen in einem Arbeitsgang. Im Pflanzenschutz ist vor allem die Informationsgewinnung zur Sollwertbestimmung für die Prozeßsteuerung noch problematisch.

Bei der Drillsaat wird das Dosierorgan – meist die Drehzahl der Säwelle überwacht, eine zusätzliche Funktionskontrolle des Sävorganges wäre hilfreich. Eine echte Überwachung der Arbeitsqualität ist nicht möglich, da nicht alle Faktoren wie z.B. Ablagetiefe, Bedeckung, Längsverteilung oder Saattbettqualität ermittelt werden können. Hier ist es wiederum besonders wichtig die Maschine sorgfältig und regelmäßig einzustellen. Bei der Einzelkornsaat ist die Überwachung der Saatmenge mittels Kornsensoren gegeben, allerdings haben diese eine recht hohe Ungenauigkeit, da sie ursprünglich als reine Funktionsüberwachung konzipiert worden sind.

5.3 Ernte

Bei der Ertragsermittlung im Mähdrescher haben je nach dem eingesetzten Meßverfahren Umwelteinflüsse unterschiedlich starken Effekt auf das Meßergebnis. Die volumetrische Messung wird z.B. von der Hanglage stärker Beeinflußt als die Massenermittlung. Auch hier hängt viel von der sorgfältigen Kalibrierung ab. Die unterschiedlichen Filter und Interpolationsmethoden der Programme machen den Vergleich der Daten schwierig. Die Ertragsermittlung bei anderen Fruchtarten ist noch problematisch. Bei Hackfrüchten wird der Schmutzbesatz mitgewogen, bei Häckselgut fehlt noch eine zuverlässige Feuchtebestimmung.

5.4 Auswertung der Daten / Optimierung des Feldeinsatzes

Die reine Menge der Daten erweist sich oft als Problem. Datenmanagement und Handling erfordern viel Zeit. Unterschiedliche Datenformate erschweren den Austausch zwischen verschiedenen landwirtschaftlich genutzten Programmen, z.B. Ackerschlagkartei und GIS Software. Dokumentation zu Zwecken der Prozeßoptimierung erfolgt noch sehr wenig. Nicht nur die kleinräumige Variabilität. z.B. auch die Planung, Transport, Verkürzung der Wendezeiten, Minimierung des Leistungsbedarfes könnten berücksichtigt werden.

6 Zusammenfassung

Elektronische Prozesssteuerung im teilflächenspezifischen Einsatz wird Stand Heute mit Einschränkungen eingesetzt. Beim Überwachen indirekter Meßgrößen ist das Ergebnis nur nach sorgfältiger *Einstellung* und regelmäßiger *Kalibrierung* aussagekräftig. Eine zusätzliche manuelle Überwachung der vorgenommenen Einstellungen muß unbedingt erfolgen. Weitere Anstrengungen müssen dahingehen die Kalibrierung zu automatisieren und in den Prozeß zu integrieren oder die für die Arbeitsqualität relevante Größen sollten direkt gemessen werden.

Für Soft- und Hardware gilt, Kompatibilitätsprobleme und langwierige Sonderanpassungen sind oft Notwendig. Das LBS konnte sich bis heute leider nicht voll durchsetzen. Es muß weiter an der Harmonisierung bzw. Umsetzung der Normen gearbeitet werden.

Die Möglichkeiten der Prozeßdatenerfassung zur Dokumentation werden noch nicht voll ausgeschöpft. Prozessdatenerfassung dient oft nur der pflanzenbaulichen Analyse nicht jedoch der Prozessoptimierung aus arbeitswirtschaftlicher Sicht. Möglichkeiten zur Prozeßdatenerfassung bieten viele Komponenten, hervorzuheben sind diesbezüglich der ‚IMI‘ eine Entwicklung der TUM-Weihenstephan und das Fieldstar Terminal Version 4.0, das eine (teilflächenspezifische) Prozeßdatenerfassung aller BUS-Daten ermöglicht.

7 Literatur

AUERNHAMMER, H. (1998) „Arbeitslehre und Prozeßsteuerung“ Kapitel 4 in Landtechnik/Bauwesen (,Die Landwirtschaft‘ Band 3), BLV München / LV Münster-Hiltrup
AUTORENKOLLEKTIV (2000), „Managementsystem für den ortsspezifischen Pflanzenbau“
Verbundprojekt preagro Zwischenbericht 2000, KTBL Sonderveröffentlichung 032