

Markus Demmel, Eckart Zeltner und Konrad Fink, Freising, sowie Patrick Noack und Thomas Muhr, Adelschlag

Optimierungspotenzial im Feldversuch durch automatische Fahrzeugführung

Das Anlegen von Parzellenversuchsanlagen für Feldversuche ist arbeits- und zeitintensiv. Durch die Erzeugung von Parzellenversuchen am PC wird der Zeitbedarf für die Planung erheblich reduziert. Außerdem können hier vorhandene Informationen aus anderen PC-Anwendungen übernommen werden. Die digitalen Planungsdaten stellen die Grundlage für die Automatisierung der Versuchsanlage im Feld dar. Sie können einerseits genutzt werden, um den Traktor mit der Parzellensämaschine mit Hilfe von automatischen Lenksystemen zu steuern. Andererseits kann der Beginn der Aussaat am Anfang jeder Parzelle über einen Bordrechner ausgelöst werden.

Dr. Markus Demmel leitet den Arbeitsbereich Verfahrenstechnik im Pflanzenbau am Institut für Landtechnik, 85354 Freising; e-mail: Markus.Demmel@fl.bayern.de.

Dr. Eckart Zeltner leitet das Sachgebiet Versuchstationen pflanzliche Erzeugung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising.

Dr. Patrick Noack ist in der Firma geo-konzept GmbH verantwortlich für Softwareentwicklung, Dipl.-Ing. agr. Thomas Muhr ist dort Geschäftsführer.

Schlüsselwörter

Feldversuchswesen, Parzellenversuche, Software

Keywords

Field experimentation, parcel experiments, software

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 06426 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Nicht nur die Pflanzen- und die Tierproduktion stehen unter einem andauernden Druck zur Rationalisierung und Kosteneinsparung. Auch das landwirtschaftliche Versuchswesen ist mit diesen Zwängen konfrontiert. Dies betrifft vor dem Hintergrund der schwierigen finanziellen Situation des Bundes und der Länder ganz besonders die öffentlichen Versuchsansteller. Personaleinsparungen waren und sind die Konsequenzen. Um dennoch ein leistungsfähiges und neutrales Versuchswesen als Basis der Beratung erhalten zu können, hat die damalige Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau bereits 1998 zusammen mit der Firma GEOTEC erste Schritte unternommen, das Feldversuchswesen mit Hilfe der autonomen Fahrzeugführung auf Basis der Satellitenortung GPS zu optimieren. Das Ziel war es, das aufwändige manuelle Vermessen und Markieren des Versuches durch eine elektronische Planerstellung zu ersetzen, den Versuchsplan mit Hilfe der automatischen Fahrzeugführung abzuarbeiten und dabei den Fahrer auf dem Parzellen-Geräteträger einzusparen [1]. Trotz des großen Engagements bei der Entwicklung und Erprobung eines ersten Prototypen konnte das AGRONAV genannte System nicht weiterentwickelt und etabliert werden, weil sich der Hersteller vom Markt zurückzog.

Anforderungen an ein System zur automatischen Fahrzeugführung im Feldversuchswesen

Vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit dem Prototypen zur automatischen Fahrzeugführung in den Jahren 1998 bis 2001 und zukünftiger personeller Entwicklungen entschied sich die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft im Jahr 2004 dafür, auf Basis neuer technischer Möglichkeiten bei der DGPS gestützten Lenkung von Landmaschinen [2] die Integration dieser Technologie in das Feldversuchswesen weiter voranzutreiben. Ein erster Schritt war die Erstellung einer Anforderungsliste an ein solches System. Sie baut auf dem Anforderungskatalog von 1998 auf. Ziel der Nutzung eines automatischen Lenksystems im Feldver-

suchswesen ist das Vermeiden der zeitaufwändigen manuellen Vermessung und Markierung von Parzellenversuchsanlagen, die Steigerung der Genauigkeit bei der Saat von Parzellenversuchen, die Entlastung der Fahrer und die problemlose und sichere Einhaltung identischer Positionen der Versuchspartellen von ortsfesten Versuchen.

Nach der Versuchsplanerstellung mit einem entsprechenden Programm muss das System zur Fahrzeugführung in der Lage sein die entsprechende Steuerdatei zu übernehmen und lagegetreu abzuarbeiten. Die geforderte Genauigkeit muss besser ± 5 cm sein. Das System sollte auf einem Standardtraktor mit einer Motorleistung von 40 bis 60 kW zum Einsatz kommen (Spurweite = Parzellenbreite 150 cm). Mehrere Gründe sprechen dafür, in Zukunft anstelle von speziellen Trägerfahrzeugen Standardtraktoren im Versuchswesen einzusetzen. Von der Forderung, den Fahrzeugführer (-lenker) zu ersetzen, wurde Abstand genommen. Unbedingte Anforderungen sind jedoch sowohl die Ansteuerung der Parzellendillmaschine (automatische Entleerung des Saatgutvorratsbehälters am Beginn einer jeden Parzelle) wie auch die Ansteuerung von Parzellendüngerstreuern mit automatischer Steuerung der Ausbringmenge entsprechend der für die Parzellen geplanten Düngemengen. Alle Fahrspuren und Aktionen müssen vom System aufgezeichnet und dokumentiert werden. Einmal erstellte Versuchspläne müssen identisch oder verändert, am gleichen Ort oder mit neuen Koordinaten versehen an einem anderen Ort immer wieder abgearbeitet werden können.

Systemauswahl und -konfiguration

Auf Basis der Anforderungsliste wurden alle im Jahr 2004 am Markt verfügbaren automatischen Lenksysteme für Landmaschinen auf ihre Eignung geprüft. Besonders die Kriterien „Verfügbarkeit für einen Traktor 40 bis 60 kW“, „offene Schnittstelle für den Import von Daten aus einem Planungsprogramm“ und „Möglichkeit der Ansteuerung von Anbaugeräten durch das gleiche System“ erwiesen sich als kritisch. Zum dama-



Bild 1: Traktor mit Parzellensämaschine bei der automatisierten Parzellenaussaat

Fig. 1: Tractor with plot drill during automated seeding

ligen Zeitpunkt konnte nur das automatische Lenksystem Trimble AgGPS Autopilot zusammen mit dem Bordrechner Trimble AgGPS 170 die Anforderungen erfüllen.

Die geforderte Genauigkeit setzt ein Real-Time Kinematik Differential GPS Ortungssystem mit entsprechenden Sensoren zur Kompensation der Fahrzeugeigenbewegungen Gieren, Nicken und Wanken voraus.

Das Lenksystem wurde auf einen allradangetriebenen Traktor mit 50 kW Motorleistung (Hersteller Deutz-Fahr) aufgebaut. Durch das geringe Schluckvolumen der hydraulischen Lenkung war eine Anpassung des elektrischen Lenkventils notwendig. Die GPS-Empfangsantenne und die Antenne für die Übertragung der Korrekturdaten wurden auf einem Montageblech auf dem Traktordach montiert. Der Navigationsrechner mit den Trägheits- und Neigungssensoren wurde in der Kabine hinter dem Fahrersitz eingebaut. Der Bordrechner wurde rechts vom Fahrer platziert.

Die Parzellendrillmaschine (Hersteller Wintersteiger-Hege) wurde mit einem elektrischen Aushubmagneten zur Entleerung des Saatgutvorratsbehälters am Parzellenanfang ausgerüstet (Bild 2). Dieser Hubmagnet wird über ein Relais von einem Leistungsausgang des Trimble AgGPS 170 Bordrechners aktiviert. Die Schaltzeitpunkte und Einschaltzeitdauer sind in der Steuerdatei georeferenziert abgelegt.

Software zur georeferenzierten Planung von Parzellenversuchen

Wie bereits erwähnt, stellt das Planungsprogramm ein sehr wichtiges Element in dem System „automatische Fahrzeugführung im Feldversuchswesen“ dar. Es führt alle Informationen eines Feldversuches zusammen und stellt sie dem Führungssystem auf dem Traktor zur Verfügung. Dabei muss es von Versuchstechnikern einfach zu nutzen sein.

Da ein solches Produkt nicht am Markt verfügbar war, wurde nach Erstellung eines Pflichtenheftes ein Entwicklungsauftrag an die Firma geo-konzept GmbH erteilt. geo-konzept nutzte die Plattform eines selbst entwickelten GIS mit dem Namen MiniGIS zur Entwicklung einer entsprechenden Applikation.

Das inzwischen in einer verbesserten Version verfügbare Planungsprogramm ist in der Lage, Ausgangsdaten von Parzellenversuchen aus dem bundesweit eingesetzten Datenbankprogramm für das Versuchswesen PIAF zu übernehmen und ergänzt die Maßangaben für die Parzellen (Breite, Länge, Wegbreite) und die Angabe der Lage der Versuchsfläche (Koordinaten der Eckpunkte) automatisch, um die für die Aussaat des Versuches notwendige Steuerdatei zu erstellen. Stehen keine Informationen von PIAF zur Verfügung, hat der Versuchsansteller die Möglichkeit, die Anzahl der Spalten und Zeilen zusammen mit den Maßen (Breite, Länge, Wegbreite) einzugeben und den Parzellenblock auf dem Bildschirm zu platzieren. Danach berechnet das Programm die Steuerdatei der Versuchsanlage. Wie bei GIS Programmen üblich, können Luftbilder, topographische Karten oder digitale Flurpläne eingelesen und hinterlegt werden.

Sollte sich bei der Aussaat des Versuches herausstellen, dass die Lage der Versuchsanlage im Schlag nicht korrekt ist, so kann die gesamte Versuchsanlage verschoben und gedreht werden. Die veränderte Lage wird von der Dokumentationsdatei festgehalten.

Erste Erfahrungen mit dem aufgebauten System

Erste Tests konnten im Sommer 2005 durchgeführt werden. Das automatische Lenksystem ließ sich nach entsprechender Einstellung an die ungewöhnlichen Dimensionen des Traktors (kurzer Radstand, geringes Volumen der Lenkzylinder) anpassen. Da zu diesem Zeitpunkt das Planungsprogramm noch nicht verfügbar war, wurde eine Steuerdatei für einen einfachen Parzellenversuch mit einem handelsüblichen GIS konstruiert. Mit dieser Datei wurde der entsprechende Parzellenversuch mehrmals gesät. Kontrollmessungen ergaben, dass die Fahrspuren mit einem Fehler $< \pm 2$ cm eingehalten wurden. Der Auslösezeitpunkt der Parzellensämaschine am Parzellenanfang wurde nach der Optimierung der Vorlauf- und Verzögerungszeit mit einer Genauigkeit von ± 10 cm eingehalten.

Das im Frühjahr 2006 fertig gestellte Planungsprogramm konnte die meisten funktio-

nellen Anforderungen erfüllen. Doch stellte sich heraus, dass die Bedienung Schwierigkeiten bereitet hat. In einer Überarbeitung sollen diese Probleme beseitigt werden.

Im Sommer 2006 soll das gesamte System bei der Aussaat von Feldversuchen auf drei Standorten in der Nähe von Freising intensiv getestet werden.

Ausblick – weitere Entwicklungen

Im zurückliegenden Jahr wurde vom Institut für Landtechnik (LfL) ein Exakt-Parzellen-Düngerstreuer für das Feldversuchswesen entwickelt und erfolgreich erprobt. Der Kastenstreuer mit elektrisch angetriebener und elektronisch gesteuerter Zellenraddosierung ist auf einer leichten, ebenfalls elektrisch angetriebenen Lafette aufgebaut. Das Streugregat soll in Zukunft auch in einer Version für den Anbau an Traktoren hergestellt werden. In dieser Version wird der elektronische Controller des elektrischen Dosierantriebes mit dem Bordrechner der automatischen Lenkung kommunizieren können. Damit wird es möglich sein, beim automatisch gelenkten Abstreuen der Parzellenversuchsanlagen die in den Parzellenplänen hinterlegten Düngermengen automatisch einzustellen. Analog zur Aussaat, bei der durch den Bordrechner Trimble AgGPS 170 der Auslösemagnet aktiviert wird, sendet bei der Düngemittelapplikation der Rechner die Düngemenge der Parzelle, in die das Fahrzeug jeweils einfährt oder sich befindet, an den Controller des Düngerstreuers. Damit wird eine weitere deutliche Vereinfachung der Versuchsdurchführung bei einer erhöhten Sicherheit und Präzision möglich.



Bild 2: Saatgutvorratsbehälter mit Aushubmagnet

Fig. 2: Seed hopper with lifting magnet