

Hartmut Böttger und Hans-Rainer Langner, Potsdam-Bornim

# Neue Technik zur variablen Spritzmitteldosierung

*Am Institut für Agrartechnik in Potsdam-Bornim (ATB) wurde ein Sensor zur Pflanzenmasseerfassung entwickelt, ein weiterer Sensor zur Unkrautererkennung befindet sich in Erprobung. Beide Sensoren erfassen während der Fahrt kleinräumige Heterogenitäten und ermöglichen durch unmittelbare Signalverarbeitung die Anpassung der Spritzmittelmenge von Fungiziden und Herbiziden in Echtzeit. Der hierfür erforderliche breite Regelbereich kann durch eine neue Düsenteknik realisiert werden. Im Beitrag wird auf das Bus-System zur Informationsübertragung und das Kennlinienfeld des VarioSelect® Düsensystems eingegangen.*

Dipl.-Ing. Hartmut Böttger und Dr. Hans-Rainer Langner sind wissenschaftliche Mitarbeiter der Abteilung Technik im Pflanzenbau am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zaske); e-mail: hboettger@atb-potsdam.de

## Schlüsselwörter

Teilflächenspezifische Bewirtschaftung, Applikationstechnik, Feldspritze, Düsengetriebe

## Keywords

Site-specific plant protection, application technology, field sprayers, multiple nozzle technique

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 03305 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/lo-cal/fliteratur.htm> abrufbar.

Der Anteil der örtlich angepassten Applikation von Pflanzenschutz- und Düngemitteln wird sich gegenüber der schlageinheitlichen Ausbringung auf Grund der ökonomischen und ökologischen Vorteile zukünftig weiter erhöhen, wenn die dafür erforderliche Technik in breiterem Umfang bereitsteht. Die Landmaschinen- und Elektronikindustrie folgte den Erfordernissen bereits mit der Weiterentwicklung einiger ihrer Erzeugnisse sowie mit Neuentwicklungen. Im Bereich der Forschung wurden weitgehend die Grundlagen geschaffen und die technologische Realisierbarkeit, die pflanzenbauliche Wirksamkeit und der ökonomische Einsatz sensorgestützter Verfahren nachgewiesen [1,2,3,4].

Es gibt zwei Methoden, die Variabilität der Zielflächen zu erfassen und die Betriebsmittel angepasst zu applizieren:

- Erfassung der Variabilität und Applikation erfolgen zeitlich nacheinander (absätziges Verfahren). Die Applikationskarte beruht auf der Grundlage von Ertrags- und Bodenkarten, Luftbildern und ähnlichem. Sie muss die variablen Bestandsparameter in Zuordnung zu den geodätischen Daten enthalten. Dieser Vorgang ist sehr zeit- und arbeitsaufwändig. Deshalb erfolgt die Applikation zeitversetzt. Hierbei wird die Applikationskarte, die als Datei für den Bordcomputer vorliegen muss, mit Hilfe der Satellitenortung (DGPS) abgearbeitet.
- Erfassung der Variabilität und Applikation erfolgen zeitgleich (Echtzeit-Verfahren). Mit einem Sensor werden während der Fahrt Informationen gewonnen, nach denen Applikationsmengen berechnet und ausgebracht werden.

Anhand von *Bild 1* sollen der technische Aufwand und die Funktion der Baugruppen einer Maschinenkombination beschrieben werden, wie sie etwa für eine teilflächenspezifische Herbizidapplikation in Echtzeit erforderlich ist: Funktionsbedingt befindet sich der Sensor zur Unkrauterfassung an der Front des Traktors. Die Applikation wird über den Spritzbalken am Heck der Anhängespritze ausgeführt. Die Signalübertragung vom Sensor zur Spritze erfolgt über eine elektrische Datenleitung, den sogenannten Bus. Die Übertragung der Daten auf der Busleitung erfolgt in digitaler Form, und zwar nach einer bestimmten Norm. Diese Norm hat das Ziel, die Kompatibilität von Traktoren und Anbaumaschinen zu gewährleisten. Nach unterschiedlichen Entwicklungen verschiedener Hersteller und auf Landesebene gilt seit kurzem der Standard ISO-BUS, der zukünftig für die Kompatibilität von Traktoren und Anbaugeräten weltweit maßgeblich sein wird. Alle über den Bus verbundenen Aggregate oder Elemente sind mit einem Rechner, dem sogenannten Jobrechner, ausgestattet. Jeder Jobrechner hat eine eigene Kennung, kann geräteinterne Signale in Daten mit Busformat umwandeln und ebenso Busdaten lesen, um diese wieder in Signale beispielsweise zur Betätigung von Aktoren umzusetzen. So kann der „Jobrechner Feldspritze“ direkt kommunizieren mit dem „Jobrechner Unkrautsensor“, von dem er den Sensorwert für das Unkrautvorkommen erhält, und dem „Jobrechner Traktor“, der einen Kontrollwert für die Zapfwelldrehzahl (Pumpendrehzahl) bereitstellt.

Von besonderer Bedeutung für die Gesamtfunktion ist das im Fahrerhaus des Trak-

*Bild 1: Schema der Maschinenkombination Sensor-Traktor-Feldspritze mit Kopplung über das Bus-System [5]*

*Fig. 1: Machine combination of sensor, tractor and field sprayer with connection via the BUS-system*

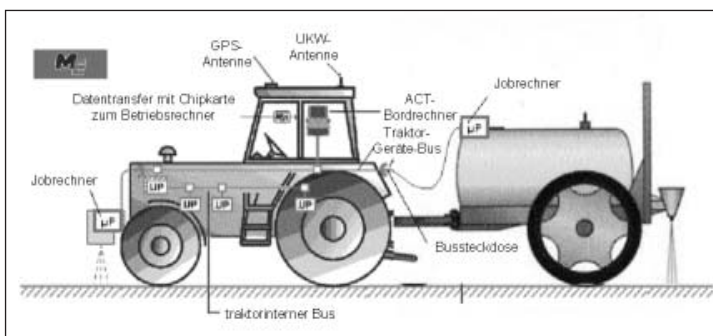




Bild 2: Versuchsfahrzeug mit Anhänge-Feldspritze und ausgeklapptem 24-m-Spritzbalken mit VarioSelect®-Düsenystem

Fig. 2: Prototype of the pulled field sprayer with unfolded 24 m boom and the VarioSelect® nozzle system

tors angebrachte Bediener-Terminal. Über dieses Terminal kann der Fahrer Einstellungen in den verbundenen Jobrechnern vornehmen, während der Applikation die Parameter kontrollieren und gegebenenfalls eingreifen. Auf einem Display melden sich selbstständig die angeschlossenen Jobrechner als Grafik des entsprechenden Anbaugerätes, hier die Feldspritze, mit verständlichen Symbolen und wichtigen Betriebsgrößen zugeordneten Zahlenwerten (wie momentane Applikationsmenge, Druck in der Spritzbrüheleitung, Tankinhalt und vorhandene Reichweite). Zusätzlich bietet das Terminal die Möglichkeit, GPS-Koordinaten zu berechnen und parallel zu den Applikationswerten auf einer Chipkarte zu speichern.

### Neues Dosierverhalten der Feldspritze

Bisher wurden Feldspritzen mit Einzeldüsen ausgerüstet, deren Volumenstrom nur in einem kleinen Bereich von etwa 1:2 über die Veränderung des Druckes variiert werden konnte. Deutlich verschiedene Applikationsmengen konnten nur durch unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten erzielt werden. Für eine teilflächenangepasste Applikation ist ein größerer Regelbereich erforderlich, denn die ortsabhängig unterschiedlichen Ausbringungsmengen sollen bei einer technologisch günstigen, möglichst hohen Fahrgeschwindigkeit realisierbar sein.

Amazone bietet eine neue Feldspritze mit „intelligentem Düsengetriebe“ an, die diesen Erfordernissen Rechnung trägt [6]. Es werden Mehrfach-Düsensträger mit der Bezeichnung VarioSelect® eingesetzt, in denen vier Düsen unterschiedlicher Größe angeordnet sind. Abhängig von der benötigten Ausbringungsmenge erfolgt die Ansteuerung einer bestimmten Düse oder mehrerer Düsen in Kombination. Das Schalten der Düsen erfolgt mittels federbelasteter Pneumatikkolben, die direkt mit dem Brüheventil verbunden sind. Unbeaufschlagt sind die Ventile geschlossen. Jede Teilbreite ist einzeln über elektropneumatische Ventilblöcke ansteuerbar. Die intelligente Ansteuerung erfolgt von einem Jobrechner Feldspritze, der in Zusammenarbeit mit der Firma Müller-Elektronik entwickelt wurde.

Das ATB verfügt über eine Feldspritze aus dem Hause Amazone/BBG, die mit dem intelligenten Düsengetriebe ausgestattet wurde. Bild 2 zeigt einen Teil des Spritzbalkens mit den Mehrfach-Düsensträgern. Diese sind mit grobtropfigen Injektordüsen des Typs ID bestückt. Standardmäßig erfolgt diese Bestückung mit den Düsen ID 015, 02, 03, 05. Um den Anforderungen nach minimalen Ausbringungsmengen von ~ 50 l/ha bei einer Regelfahrgeschwindigkeit von 8 km/h gerecht zu werden, wurde eine Düsenkombination gewählt, die die kleinste mögliche Düse einschließt (ID 01, 015, 02, 04). In Zusammenarbeit mit den Herstellern erfolgte die funktionelle Anpassung der Systemteile und der Software. Dazu wurden die realen Kennlinien der Düsen und Düsenkombinationen im eingebauten Zustand im normalen Spritzmodus der Feldspritze ermittelt (alle Teilbreiten eingeschaltet, simulierte Fahrgeschwindigkeit 8 km/h, Medium Wasser). Als Messwertgeber für Druck und Durchfluss wurden die für die Regelung der Ausbringungsmenge serienmäßig in der Brüheleitung installierten Aufnehmer genutzt. Im Kennlinienfeld wurden die für die Regelung erforderlichen Parameter (Düsenkombination, Schwelle) festgelegt und der Jobrechner Feldspritze entsprechend programmiert.

Im Bild 3 sind die programmierten Düsenkombinationen und die zugehörigen Kennlinien für eine konstante Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h dargestellt. Der optimale Arbeitsbereich der Düsen liegt bei einem Druck zwischen 3 und 8 bar. In diesem Bereich sind Spritzmengen zwischen 50 und 500 l/ha realisierbar. Je nach Sollwertvorgabe werden vom Jobrechner bestimmte Düsen aktiviert und damit die zugeordnete Kennlinie festgelegt. Über die Einstellung des Druckes wird dann der Arbeitspunkt angefahren. Im Jobrechner sind die Schwellen hinterlegt, die den Übergang von einer Kennlinie zur anderen regeln. Soll die Ausbringungsmenge zum Beispiel von dem aktuellen Arbeitspunkt A bei 185 l/ha auf den Punkt B bei 275 l/ha verändert werden, wählt das Programm den Kennlinienabschnitt oberhalb der Schwelle 255 l/ha, schaltet die Düsen 01+015 ab und gleichzeitig die Düse 04 ein. Durch das Umschalten bei dem vorhan-

denen Druck von 5,7 bar stellt sich eine Ausbringungsmenge von 300 l/ha ein. Diese wird durch Abregeln des Druckes auf den vorgegebenen Sollwert verringert.

Die Feldspritze mit dem intelligenten Düsengetriebe wurde im vergangenen Jahr bei Feldversuchen zur sensorgesteuerten Herbizid- und Fungizidapplikation in Winterweizen, Wintergerste und Futtererbsen erfolgreich eingesetzt. Dabei wurden rund 100 ha teilflächenspezifisch und vergleichsweise flächeneinheitlich bearbeitet. Die Herbizidapplikation erfolgte vorwiegend in einem Bereich von 100 bis 200 l/ha, die Fungizidapplikation zwischen 50 und 200 l/ha.

### Fazit

Der teilflächenspezifische Pflanzenschutz stellt neue Anforderungen an die einzusetzende Technik. Entwicklungsbedarf besteht auf dem Gebiet geeigneter Sensoren. Für die Signalübertragung sind mit dem ISOBUS-System die Weichen für die Zukunft gestellt. Den höheren Anforderungen an die Applikationstechnik wird eine neue Feldspritze mit „intelligentem Düsengetriebe“ gerecht. Es wurde gezeigt, dass die vom Hersteller eingesetzte Düsenkombination durch kleinere Düsen ersetzt und die Software angepasst werden konnte. Damit lässt sich der vorhandene große Regelbereich auf solche geringen Ausbringungsmengen ausdehnen, wie sie für teilflächenspezifische Fungizidapplikationen erforderlich sind.

Bild 3: Düsenkombinationen und Kennlinien zur Funktion des Mehrfach-Düsensträgers VarioSelect® (Fahrgeschwindigkeit: 8 km/h)

Fig. 3: Nozzle combination and reference lines for characterising the function of the VarioSelect® nozzle system (speed: 8 km/h)

