

Teilflächenspezifische Ausbringung von Fungiziden und Herbiziden

Durch zahlreiche Praxistests konnte in den letzten Jahren nachgewiesen werden, dass die teilflächenspezifische Ausbringung von Herbiziden und Fungiziden zusätzlich zu den ökologischen Vorteilen auch ökonomisch vorteilhaft sein kann. Hierfür muss gewährleistet sein, dass die erforderliche Sensor- und Applikationstechnik in breitem Umfang angeboten wird und die Anschaffungskosten keine unüberwindbare Hürde darstellen. Der Beitrag fasst den derzeitigen Entwicklungsstand der erforderlichen Sensor- und Applikationstechnik zusammen.

Dr.-Ing. Hans-R. Langner ist wissenschaftlicher 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: hlangner@atb-potsdam.de

Schlüsselwörter

Teilflächenspezifische Applikation, Sensortechnik, Pendelsensor, Unkrautkamera

Keywords

Site-specific application, sensor technology, pendulum meter, weed camera

Das Ausbringen von Fungiziden erfolgt üblicherweise flächeneinheitlich entsprechend den gegebenen Pflanzenschutzempfehlungen. Die direkte Erfassung des tatsächlichen Krankheitszustandes der Pflanzen vor einer Fungizidapplikation ist eine schwierige Aufgabe, die zurzeit technisch nicht realisiert werden kann. Das teilflächenspezifische Ausbringen von Fungiziden beschränkt sich daher auf die ortsbezogene Bestimmung wirkungsrelevanter Parameter wie etwa die Pflanzendichte oder die Blattfläche. Durch einen geeigneten Sensor wird die Blattfläche erfasst und die Fungizidmenge an diesen Messwert angepasst.

Sensortechnik

Am ATB Potsdam wurde ein Sensor zur Bestimmung der Pflanzenmasse entwickelt, der auf dem Prinzip eines mechanischen Pendels beruht und für die Echtzeit-Steuerung einer Feldspritze einen LBS-Jobrechner besitzt. Durch zahlreiche Untersuchungen mit dem Pendelsensor konnte festgestellt werden, dass sein Messwert sehr gut mit dem Blattflächenindex korreliert [1]. Daher ist dieser Sensor für das optimierte, teilflächenspezifische Ausbringen von Fungiziden sehr gut geeignet. Der Pendelsensor wurde über einen Zeitraum von drei Jahren auf einer Gesamtfläche von 149 ha getestet und die Tests lieferten Fungizid-Einsparungen bis zu 37,5% [2].

Beim Ausbringen von Herbiziden ist eine teilflächenspezifische Steuerung in Echtzeit möglich, wenn bereits aufgelaufene Unkräuter zu bekämpfen sind. Die dafür verwendeten Mittel werden im englischsprachigen Raum als "post-emergence herbicides" bezeichnet. Im Echtzeit-Betrieb wird mit Hilfe einer Unkrautkamera der tatsächlich vorhandene Unkrautbesatz vor dem Ausbringen der Herbizide gemessen und die Ausbringmenge unmittelbar an den Unkrautbesatz angepasst. Dreijährige Praxisversuche des ATB Potsdam zur sensorgestützten Herbizidapplikation lieferten Mitteleinsparungen bis zu 43,4% [3]. Mit einem anderen Applikationsverfahren wurden in sechs Winterweizen-schlägen Einsparungen zwischen 33,2% und

83,8% erreicht [4]. In einem Beitrag aus den USA wird von Einsparungen bis zu 87,5% berichtet [5].

Für das teilflächenspezifische Ausbringen von Herbiziden müssen ortsbezogene Werte über den tatsächlichen Unkrautbesatz vorliegen. Diese können durch aufwendige Bonituren von Hand oder durch geeignete optoelektronische Sensoren automatisch ermittelt werden. Als Sensoren kommen hierbei Bildverarbeitungs-Systeme mit speziellen Kameras zum Einsatz [6] oder es werden kostengünstigere fotooptische Sensoren verwendet [7]. Die technischen Anforderungen an eine Sensortechnik für die automatische Unkrautboniturierung im Echtzeit-Betrieb sind sehr hoch. Da die Unkrautbekämpfung zu einem möglichst frühen Zeitpunkt erfolgen muss, stellen die auflaufenden Unkräuter sehr kleine zu detektierende Objekte in der Größenordnung von 1 mm² dar. Diese kleinen Objekte müssen bei üblichen Fahrgeschwindigkeiten von 10 km/h und mehr sicher ermittelt werden, was aufgrund der sehr kurzen Mess- und Belichtungszeiten eine hohe Anforderung an die Sensoren darstellt. Weiterhin ändern sich die Beobachtungsverhältnisse aufgrund von Fahrzeugbewegungen. Die Beleuchtungsverhältnisse variieren in Abhängigkeit von der Bewölkung und dem Sonnenstand. Aus messtechnischer Sicht kann das Unkrautproblem folgendermaßen zusammengefasst werden: Unter schwankenden Beobachtungs- und Beleuchtungs-Verhältnissen sind sehr kleine Objekte hochaufgelöst zu detektieren und aus der Vielzahl von Bildpunkten ist ein signifikanter Parameter für die Spritzensteuerung abzuleiten.

Im Rahmen eines BMBF-Verbundprojektes¹⁾ wurden vom ATB Potsdam, der Fa. Symacon Magdeburg und der Fachhochschule Osnabrück Kameralösungen und fotooptische Lösungsvarianten für die Unkrautererkennung untersucht. Aus den Untersuchungen ergab sich, dass einfache Farb- und Spektrolsensoren für die Erkennung von Unkräutern im Echtzeit-Betrieb schlecht geeignet sind. Die spektrale Auflösung ist nicht

1) Projekt ProSensoNet, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung

ausreichend und verfügbare Farbsensoren besitzen nicht die erforderlichen Filterkombinationen [8]. Farbsensoren der Fa. MAZeT, Jena, filtern zum Beispiel die drei Spektralbereiche 400-510 nm (Blau), 490-610 nm (Grün), 590-750 nm (Rot) [9], womit leider keine ausreichend kontrastreiche, hochauflösende Erkennung von Pflanzen möglich ist.

Mit modernen Bildverarbeitungssystemen ist eine automatische Unkrautbonitur im Echtzeit-Betrieb realisierbar. Voraussetzung für eine sichere Erkennung sind Kameras mit speziellen Filtern, die kontrastreiche Bilder der Unkrautszene liefern. Diese Bilder können nach der Erfassung mit Hilfe geeigneter Kalibrierdaten in Binärbilder umgerechnet werden. Beispielhaft ist im *Bild 1* rechts das Binärbild einer Unkrautszene, in der Mitte die Parametrisierung der Auswertesoftware und links das Ergebnis der Auswertung dargestellt [10]. Im Binärbild (rechts) wurde dem Ackerboden die Farbe Schwarz und den detektierten Unkräutern die Farbe Weiß zugewiesen. Die Entscheidungsschwelle zwischen dem Untergrund (Schwarz) und Unkraut (Weiß) wird adaptiv an die schwankenden Beobachtungsverhältnisse angepasst. Im Rahmen des BMBF-Projektes entwickelte die Fa. Symacon die PC-basierte Software zur Bildauswertung, mit der alle interessierenden Parameter aus den Binärbildern extrahiert werden können. Zu diesen Parametern gehört die Anzahl der Unkräuter pro Größenklasse sowie der Bedeckungsgrad, der für die Steuerung einer Feldspritze weiterverarbeitet wird.

Die Hauptprobleme der automatischen Unkrautbonitur liegen zurzeit darin, dass die Kosten für ein geeignetes Bildauswertesystem noch sehr hoch sind und die verfügbare Technik nicht für den täglichen Praxiseinsatz in der Landwirtschaft ausgelegt ist. Robust und kompakt gebaute Unkrautkameras für die landwirtschaftliche Praxis sind die Zielstellung der nächsten Jahre. Sie sollten eine interne Bildauswertung besitzen und die berechneten Parameter unmittelbar über den ISO-Bus zur Applikationstechnik leiten. Die Entwicklung solcher Kameras wird zu einer deutlichen Senkung der Sensorkosten führen und zu insgesamt geringeren Investitionskosten für den Übergang von der konventionellen Applikation zur Teilflächenbewirtschaftung beitragen.

Applikationstechnik

Feldspritzen für die teilflächenspezifische Applikation von Fungiziden und Herbiziden benötigen einen sehr großen Bereich der Spritzmitteldosierung. Zusätzlich zur Ausregelung unterschiedlicher Fahrgeschwindigkeiten ist eine Anpassung der Spritzmenge

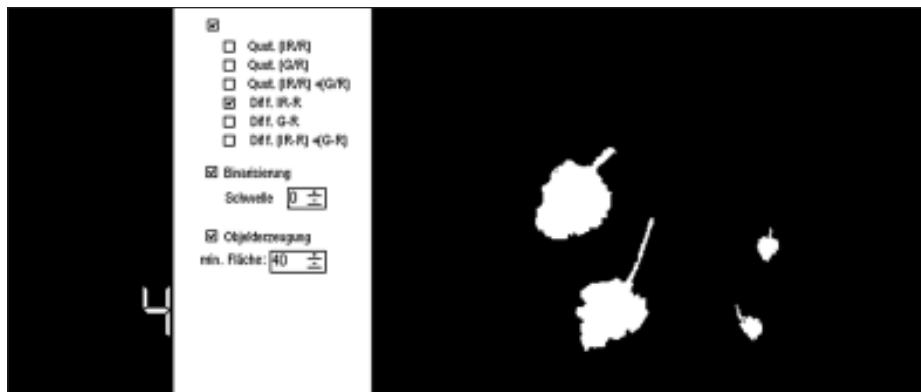


Bild1: Bestimmung der Parameter Anzahl der Unkräuter und Größenklasse aus dem Binärbild (rechts) einer Unkrautszene

Fig. 1: Determination of weed count and weed size class from the binary image (right) of a weed scene

an den aktuellen Sollwert des Sensors notwendig. Eine technische Lösung dafür ist das System VARIOSELECT der Fa. Lechler [11]. VARIOSELECT besteht aus mehreren Spritzdüsen an einem Träger, wodurch je nach Konfiguration bis zu vier Düsen einzeln oder in Kombination eingeschaltet werden können. Durch die Umschaltmöglichkeit zwischen 16 unterschiedlichen Düsenkombinationen ergibt sich ein wesentlich größerer Bereich der Spritzmitteldosierung. Die Feldspritze des ATB Potsdam wurde zum Beispiel für 50l/ha bis 500l/ha optimiert und daher mit Düsen der Größen 01, 015, 02, 04 bestückt [12]. Für Applikationen bis 950 l/ha kann die Kombination der Düsen flexibel angepasst werden.

Feldspritzen für die Teilflächenbewirtschaftung benötigen ein gutes Regelverhalten, um Änderungen des Sensorwertes hinreichend schnell folgen zu können. Das Regelverhalten einer Feldspritze wird durch die Menge an zirkulierender Spritzbrühe und die Leistung der Pumpe bestimmt. Eine Verbesserung des Regelverhaltens ist durch das VARIOSELECT System möglich, da hier zwischen den verschiedenen Düsen oder Düsenkombinationen sehr schnell umgeschaltet werden kann. Ein weiterer, umweltrelevanter Vorteil von VARIOSELECT ist die einfache Umschaltung auf eine von der BBA anerkannte, abdriftmindernde Düsengröße während des Spritzens an Gewässern.

Durch die umfassende Praxisnutzung der hier dargelegten teilflächenspezifischen Applikation von Fungiziden und Herbiziden eröffnet sich die Perspektive, dass zukünftig erhebliche Mengen an Spritzmitteln eingespart werden können.

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Dammer, K.-H., A. Reh, G. Wartenberg, D. Ehlert, V. Hammen, B. Dohmen und U. Wagner: Recording of present plant parameters by pendulum sensor, remote sensing and ground measurements as fundamentals for site-specific fungicide application in winter wheat. Proceedings 3rd European Conference on Precision Agriculture Vol. 2, 2001, pp. 647-652
- [2] Ehlert, D., U. Völker und K.-H. Dammer: Pendelsensor im Praxiseinsatz. Landtechnik 58 (2003), H.1, S. 16-17
- [3] Dammer, K.-H., G. Wartenberg, H. Böttger und H. Schmidt: Der Sensor ersetzt das Auge. DLG Mitteilungen (2003), H.1, S. 40-43
- [4] • Gerhards, R.: Verfahren zur teilschlagspezifischen Unkrautkontrolle. Habilitationsschrift, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, 1997
- [5] Tian, L.: Development of a sensor-based precision herbicide application system. Computers and Electronics in Agriculture 36 (2002), pp. 133-149
- [6] Wartenberg, G. und H. Schmidt: Fotooptische Sensoren - Eine Alternative für die Unkrauterkenntung. Landtechnik 54 (1999), H. 6, S. 340 - 341
- [7] Ruckelshausen, A., A. Linz, L. Huntemann, F. Maßbaum und G. Baier: Fremdlichtunabhängige Messung der Flächenbelegung in Pflanzenkulturen: Entwicklung von Low-Cost-Systemen mit neuen Spektrolsensoren und gepulster Beleuchtung. Vortrag zur 60. Internat. VDI-MEG Tagung Landtechnik 10. /11.10.2002, Halle
- [8] Schwermann, D.: Charakterisierung von Kamera- und Sensorsystemen zur Erfassung der Flächenbelegung bei Pflanzenkulturen. Diplomarbeit, FH Osnabrück, Fachbereich Elektrotechnik und Informatik, 2003
- [9] -Datenblatt 3-elementiger Farbsensor MCS3AT, MAZeT GmbH, 2001 HYPERLINK "http://www.mazet.de" http://www.mazet.de
- [10] Böttger, H. und H.-R. Langner: Erfahrungsbericht zur bildgestützten Unkraut-Erkennung mit einer 3-Chip-CCD-Kamera. Vortrag zum Workshop Anwendung der Computer-Bild-Analyse in der Landwirtschaft, 6.5.2003, Bonn
- [11] Göbel, B.: Precision Farming und Düsen am Beispiel von VARIOSELECT. Vortrag zur Tagung des AK Applikationstechnik der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft, 2002, Wien
- [12] Böttger, H. und H.-R. Langner: Spritzmittel variabel dosieren. Landwirtschaftl. Wochenblatt Westfalen-Lippe (2003), H. 35, S. 56-57