

Teilflächenspezifische Beregnung

Entwicklung von Beregnungsapplikationskarten und einer dynamischen Steuerung für Kreisberegnungsmaschinen

„pre agro“ stellte Ende Februar 2008 in Berlin seine Ergebnisse vor. Das erfolgreiche Verbundprojekt mit 26 Partnern aus Industrie und Forschung hat aber nicht den Bewässerungsteil bearbeitet. Fast zeitgleich mit dem „pre agro“ Projekt wurde in Braunschweig in den letzten vier Jahren die teilflächenspezifische Bewässerung bearbeitet und mündete in eine Dissertation. Es konnten nicht alle Probleme gelöst werden, aber ein Einsatz der differenzierten Bewässerungshöhen mit Kreisberegnungsmaschinen ist möglich.

Dr. Aboutaleb Hezarjaribi war Doktorand am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL in Braunschweig bei Prof. Bockisch. Die Dissertation erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Gießen.

WD Dr. Heinz Sourell ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik des Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig; e-mail: heinz.sourell@vti.bund.de

Prof. Dr. habil. Franz Josef Bockisch leitet seit 1. 1. 2008 die Fachgruppe Anwendungstechnik am Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI).

Schlüsselwörter

Teilflächenspezifische Beregnung, teilflächenspezifische mobile Tropfbewässerung, Kreisberegnungsmaschine, Bewässerungsmanagementzonen

Keywords

Precision irrigation, precision mobile drip irrigation, center pivot irrigation machine, irrigation management zones

Literatur

- [1] • Hezarjaribi, A.: Site-specific irrigation: Improvement of application map and a dynamic steering of modified centre pivot irrigation system. Dissertation, Universität Gießen, 2008

Die räumliche Veränderung der nutzba- ren Feldkapazität als Primärfaktor bedingt eine räumliche Veränderung der Bewässerungshöhe und -frequenz. Die Bewässerungssysteme verteilen das Wasser bis heute gleichmäßig, so dass die Flächen teilweise überbewässert oder unterbewässert sind. Bezogen auf dieses Problem ist die teilflächenspezifische Beregnung geeignet, das Wasser an der richtigen Stelle zum richtigen Zeitpunkt unter Benutzung des richtigen Bewässerungssystems auszubringen. Folglich sind die Schlüsselziele:

- die Abgrenzung von Beregnungsmanagementzonen (IMZs) unter Nutzung von sensorbasierten Messungen der elektrischen Leitfähigkeit (ECa) des Bodens mit EM38 und VERIS 3100,
- die Entwicklung und Evaluierung einer teilflächenspezifischen mobilen Tropfbewässerung (PMDI) und die
- Auswertung von drahtlosen Bodenfeuchtesensoren (EnviroSCAN) und der klimatischen Wasserbilanz (AMBAV-Modell) zur Bestimmung der Bodenfeuchte und der Bewässerungshöhe.

Material und Methoden

EC25-Daten (ECa bei 25 °C) wurden unter Verwendung von EM38 und VERIS 3100 Geräten bei Feldkapazität auf einem 16,6 ha

großen Feldstück der FAL in Braunschweig, Deutschland, gemessen. Die ECa Daten wurden im Sekundenintervall mit zwei bis drei Metern Messabstand und in Reihenabständen von etwa vier bis sechs Metern erfasst. Zur Erstellung der EC25- und Bodenfeuchte-Karten wurde die Software ArcView genutzt, nachdem die Messdaten mit Hilfe des sphärischen Kriging-Verfahrens interpoliert worden waren. 29 Kalibrierungspunkte wurden mit Hilfe von DGPS lokalisiert, um die beste sensorbasierte Methode zur Abgrenzung der Managementzonen zu bestimmen. Bodenproben wurden in 0 bis 60 cm Tiefe entnommen (Bild 1).

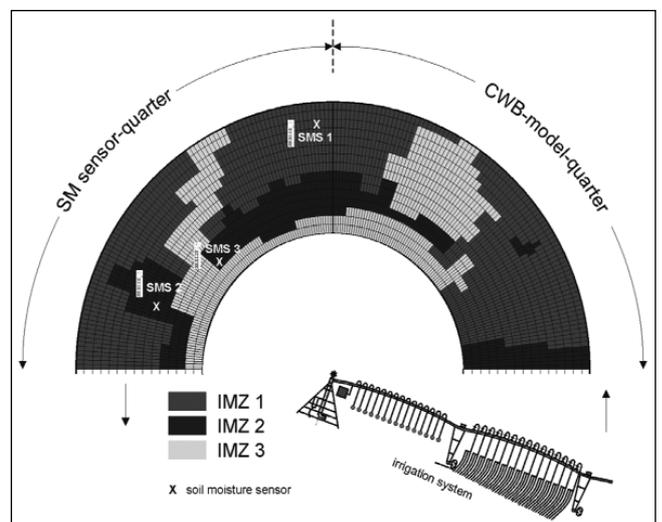
Der zweite Bogen der Kreisberegnungsmaschine wurde für die teilflächenspezifische mobile Tropfbewässerung umgerüstet. Eine kontrollierte Wassermenge konnte durch Installierung einer Pulstechnik mit Magnetventilen (SV), einem Computer gesteuerten Programm (PLC) und Auswechseln der Düsen durch Tropfrohren ausgebracht werden. Ein Teil des Feldversuches wurde durch EnviroSCAN Bodenfeuchtesensoren gesteuert und der andere Teil wurde durch das AMBAV-Modell gesteuert, um die Beregnungshöhe zu bestimmen (Bild 2).

Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchung zeigt, dass EC25 Daten

Bild 1: Versuchsaufbau mit einer Kreisberegnungsmaschine zur teilflächenspezifischen Beregnung und Abgrenzung der Managementzonen. Linke Feldhälfte mit Sensoren, rechte Feldhälfte mit klimatischer Wasserbilanz zur Steuerung der Beregnungshöhe

Fig. 1: Test layout with center pivot irrigation machine for precision irrigation and for determination of management zones. The area on left is managed by sensors, the area on right by a climatic water balance model



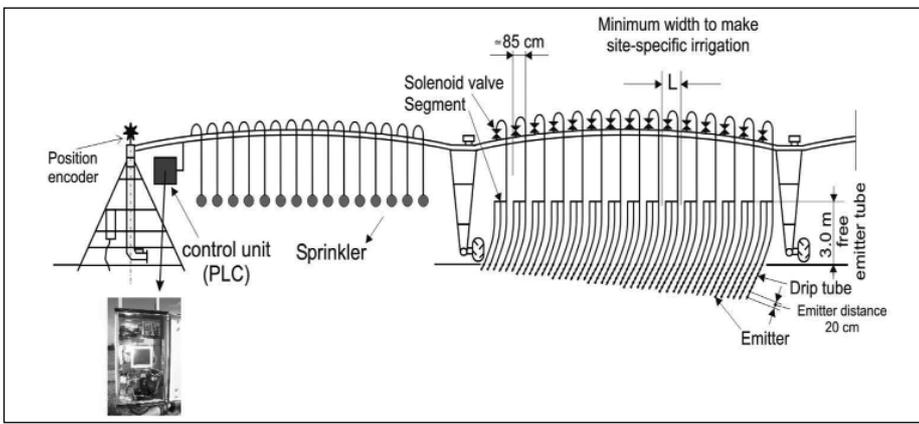


Bild 2: Modifizierte Kreisberegnungsmaschine, zweiter Bogen für eine teilflächenspezifische Beregnung

Fig. 2: Modified center pivot irrigation machine, 2nd span for precision irrigation

von verschiedenen gewerblichen Sensoren auf Grund der unterschiedlichen Gewichtung der Tiefe quantitativ unterschiedlich sind. Das höchste Bestimmtheitsmaß wurde zwischen EM38_h und EM38_v ($R^2 = 0,55$) gefunden. In dieser Arbeit wurde ein gutes Bestimmtheitsmaß zwischen nFK und den VERIS 3100 Werten ermittelt. Eine Kalibrierungsgleichung zur Abschätzung der nFK von VERIS 3100-sh zeigte hohe Ähnlichkeit zu den nFK Daten und hatte das höchste Bestimmtheitsmaß ($R^2 = 0,77$) (Bild 3).

Die Bestimmtheitsmaße zu EM38-v und EM38-h Daten waren niedrig und anscheinend nicht ausreichend, um die räumliche Variabilität der nFK reflektieren zu können. Ein Grund kann die größere Messtiefe von EM38 sein.

Das entwickelte Konzept der Pulsbewässerung hat sich als eine zuverlässige Technik bewährt. Die Wasserapplikationsmenge war direkt proportional zur Öffnungsdauer des Ventils und das System war in der Lage, die Wassermenge entsprechend des Bewässerungspulses zu variieren. Weiterhin war es in der Lage, 15 Reihen mit jeweils 15 Düsen zu steuern. Es gab keine offenkundigen Probleme mit dem gepulsten Wasserabgabesystem in den durchgeführten Feldversuchen. Die Gleichmäßigkeitskoeffizienten wurden durch sinkende Pulszeiten und steigende Kreisberegnungsmaschinengeschwindigkeit gesenkt. Die Kontrolleinheit war wie erwartet in der Lage, die Bodenfeuchtedaten mittels Fernmesstechnik von dem EnviroSCAN Sensor zum zentralen Modem zu senden. Obwohl der EnviroSCAN-Bodenfeuchte-sensor empfindlich und kompliziert zu benutzen und zu kalibrieren ist, wurden die Bodenfeuchtedaten fast störungsfrei von der Kontrolleinheit empfangen, gespeichert und zum Mobiltelefon gesendet (Bild 2).

Für die Übertragung auf den PC wurde die Software „Kurznachrichten2.2“ genutzt. Anschließend wurde die differenzierte Bewässerungshöhe kalkuliert. Die Ergebnisse zeigen, dass die EnviroSCAN-Sensoren in der Lage sind, den Verlauf der Bodenfeuchte während der Wachstumsperiode erfolgreich

zu verfolgen. Während dessen hat sich das AMBAV-Model als eine Alternative zum kostenintensiven EnviroSCAN erwiesen. Es ist in der Lage, die Bodenfeuchtigkeit in der Wurzelzone der Graspflanzen preiswert und verlässlich zu simulieren.

Das Tropfbewässerungssystem sollte auf verlässlichen Testergebnissen und nicht auf Herstellerangaben beruhen. Die Laborexperimente ergaben, dass der in-line Siplast Tropfer eine hohe Gleichmäßigkeit der Ausbringung und einen geringen Variationskoeffizienten aufweist.

Die ökonomische Analyse dieser Arbeit zeigt, dass der Kapitalbedarf pro Hektar unter teilflächenspezifischer Bewässerung mit mobiler Tropfbewässerung (PMDI) um etwa 338 € und 250 € höher liegt als bei entsprechender Tropfbewässerung in Deutschland und im Iran. Die jährlichen Fixkosten sind

geringer als bei der Tropfbewässerung (111 und 128 €/ha Jahr) in Deutschland oder im Iran. Obwohl PMDI teurer ist als die Bewässerung mit Kreisberegnungsmaschinen, verursacht sie weniger Arbeits-, Wasser- und Energiekosten als die Tropfbewässerung und hat das Potential, den Ertrag qualitativ und quantitativ sowie den landwirtschaftlichen Gewinn zu steigern. Die Ergebnisse zeigen als wichtige Folge des Verfahrens, dass der Energiebedarf um 70 % und der Wasserbedarf um 25 % durch PMDI gegenüber der Beregnung mit einer Kreisberegnungsmaschine gesenkt werden kann.

Schlussfolgerung

Die sensorbasierte Messung der elektrischen Leitfähigkeit bei Feldkapazität von nicht salzigen Böden ist eine preiswerte, schnelle und das Bodengefüge nicht zerstörende Alternative, um die IMZ räumlich abzugrenzen. Sie ist den Methoden der Bodenprobenahme und Luftbildauswertung vorzuziehen. Feldstudien mit größeren Bewässerungssystemen und Felder mit verschiedenen Bodentypen, Topographie oder Pflanzenbeständen sind weiterhin zu untersuchen, um die Genauigkeit des Bewässerungskonzeptes zu überprüfen. Beträchtliche Forschung und Entwicklung ist noch nötig, um die möglichen Vorteile der teilflächenspezifischen Beregnung und Flüssigdüngung besser zu realisieren und ein positives ökonomisches Ergebnis für den Erzeuger zu sichern.

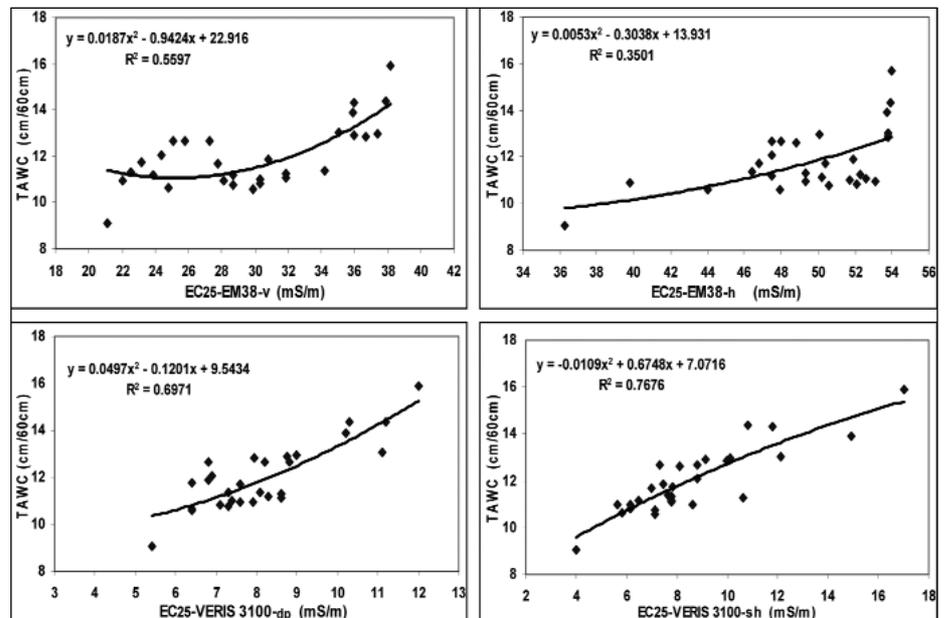


Bild 3: Nutzbare Feldkapazität in Abhängigkeit von der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens (EC_a bei $25^\circ C$) mit den Geräten EM38 (Messung: horizontal 75 cm und vertikal 150 cm Bodentiefe) und VERIS 3100 (Messung: flache (sh 30 cm) und tiefe (dp 90 cm) Bodentiefe)

Fig. 3: TAWC calibration from different EC_a readings standardized to $25^\circ C$ (EC_{25}) obtained with EM 38 (both horizontal 75 cm and vertical 150 cm orientations) and VERIS 3100 (both shallow 30 cm and deep 90 cm readings)