

# Teilflächenspezifische Beregnung

## Eine neue Beregnungsstrategie

Unter Berücksichtigung der ortspezifischen Heterogenität des Bodens soll der Aufwand von Wasser und Energie reduziert werden. Unterschiedliche Beregnungshöhen sollen über die beregnende Fläche verteilt werden, um die ungleiche Wasserspeicherfähigkeit des Bodens auszugleichen. Für Beregnungsmaschinen werden zwei unterschiedliche Lösungswege untersucht. Für mobile Beregnungsmaschinen wird eine differenzierte Einzugsgeschwindigkeit und für Kreisberegnungsmaschinen eine differenzierte Ansteuerung jeder Düse durchgeführt.

Dr. Heinz Sourell ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung (Leitung: Prof. Dr. F.-J. Bockisch) der FAL, Braunschweig; e-mail: [heinz.sourell@fal.de](mailto:heinz.sourell@fal.de).

Dr. Esmat Al-Karadsheh ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am National Center for Agricultural Research and Technology Transfer (NCARTT) in Amman, Jordanien, und war von 2000 bis 2003 Gastwissenschaftler am IBB der FAL mit einem Stipendium des Katholischen Akademischen Ausländer Dienstes (KAAD). Er hat an der Universität Kassel, FB Ökologische Agrarwissenschaften, promoviert.

### Schlüsselwörter

Beregnung, teilflächenspezifische Beregnung

### Keywords

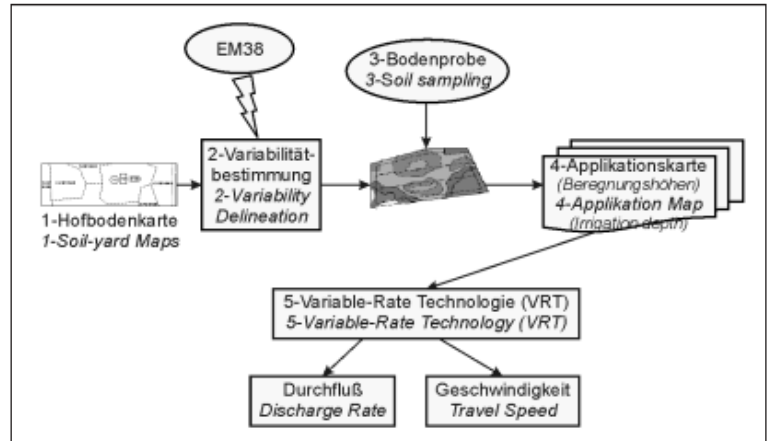
Irrigation, site-specific irrigation

### Literatur

[1] Al-Karadsheh, E. W.: Potentials and development of precision irrigation technology. Landbauforschung Völkenrode SH 248, (2003), 126 S.

Bild 1: Strategie zur teilflächenspezifischen Beregnung

Fig. 1: Proposed strategy for site-specific irrigation



Der Landwirt stimmt seine Maßnahmen (Beregnung, Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz) auf eine durchschnittliche Standortqualität des Schlags ab. Viele Felder weisen jedoch tatsächlich mehr oder weniger starke kleinräumige Bodenunterschiede auf. Diese kleinräumigen Standortunterschiede sowie zusätzlich auch bewirtschaftungsbedingte Einflüsse und Effekte führen zu inhomogenen Pflanzenbeständen auf den Schlägen. Teilflächenspezifisches Management ermöglicht es, die Standort- und Bestandesunterschiede innerhalb eines Feldes gezielt zu berücksichtigen.

In den vergangenen Jahrzehnten war es das Ziel der Forschung und Industrie, Wasser mit der Beregnungstechnik so gleichmäßig wie möglich auf dem Feld zu verteilen. Mit heutigen Kenntnissen bezüglich der Bodenheterogenität und zunehmenden Schlaggrößen - in Ostdeutschland um die 50 ha, die von einer Beregnungsmaschine beregnet werden - wird der Bedarf nach teilflächenspezifischer Wasserverteilung offenkundig. Ziel der teilflächenspezifischen Beregnung ist es, durch Berücksichtigung der ortspezifischen Heterogenität des Bodens den produktbezogenen Aufwand, hier Wasser und Energie, zu reduzieren und Umweltziele besser zu berücksichtigen.

### Material und Methoden

Der Weg zur Applikationskarte führt über die Hofbodenkarte, die elektrische Leitfähigkeit (EM38) und Entnahme von Bodenproben zur punktuellen Bestimmung der Bodenwasserspeicherfähigkeit (Bild 1). Die technische Umsetzung erfolgt mit mobilen Beregnungs- und Kreisberegnungsmaschi-

nen. Entsprechend befindet man sich auf zwei unterschiedlichen Lösungswegen im Versuchsstadium. Für mobile Beregnungsmaschinen wird eine Variation der Einzugsgeschwindigkeit über die zu beregnende Feldlänge vorgeschlagen. Bei konstantem Durchfluss ergibt sich daraus eine unterschiedliche Beregnungshöhe. Die differenzierte Einstellung der Geschwindigkeit pro Schlag kann an der Maschine gespeichert oder vom Betriebsleiter eingestellt werden. Für Kreisberegnungsmaschinen wurde eine spezielle Düsensteuerung mit Magnetventilen entwickelt.

### Variabilitätsbestimmung

Die Besonderheit einer präzisen Beregnung gegenüber bisherigen Produktionstechniken besteht in einer sehr intensiven Nutzung von spezifischen und umfangreichen Daten über den Standort. Erste Informationen sind in



Bild 2: Messgerät EM38 und Transportfahrzeug zur Messung der Bodenheterogenität

Fig. 2: Measuring tool LM38 for soil scanning

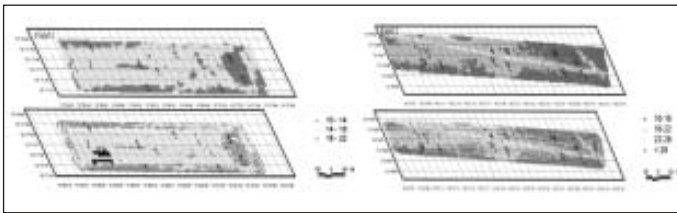


Bild 3: Unterschiede in der elektrischen Leitfähigkeit

Fig. 3: Differences in electrical conductivity

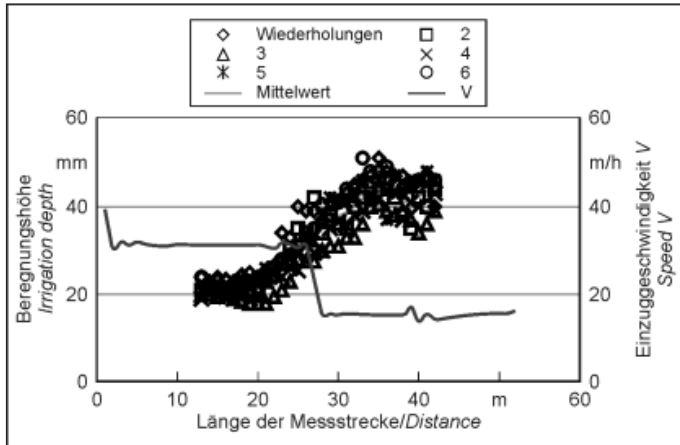


Bild 4: Beregnungshöhe in Abhängigkeit von der Einzugs geschwindigkeit

Fig. 4: Change in irrigation depth versus change in travel speed

der Hofbodenkarte enthalten. Diese Angaben sind aber zu grob, um sie für eine teilflächenspezifische Applikationskarte zu nutzen. Für die EM38-Messungen wurden die Felder im 5 m Spurabstand befahren und jedem EC-Wert wurde ein GPS Wert zugeordnet (Bild 2). Aus diesen Werten wurden Leitfähigkeitskarten erstellt, die Grundlage für die Auswahl von Monitoringpunkten waren. An diesen Punkten wurden die Feldkapazität (FK) und der Welkepunkt (WP) bestimmt.

#### Einzugs geschwindigkeit

Um die Einzugs geschwindigkeit einzustellen und zu kontrollieren, sind Steuerungssysteme auf dem Markt verfügbar. Diese Geräte wurden bisher überwiegend nur für die Steuerung einer konstanten Einzugs geschwindigkeit über das Feld benutzt. Für die Versuche wurden vier Geschwindigkeiten (32, 16, 24, 40 m/h) in den Geräten programmiert. Die Untersuchungen zur Kongruenz der Einzugs geschwindigkeit zwischen „programmiert“ und „gemessen“ wurden über eine Messstrecke von 100 m durchgeführt, um die Frage zu klären, wie sich die Beregnungshöhe mit der gewählten Geschwindigkeit ändert. In Regenmessbechern wurde mit einem Gitterabstand von 1•1 m die Beregnungshöhe gemessen.

#### Durchfluss

Bei Kreisberegnungsmaschinen wurde eine Ansteuerung jeder Düse im Abstand von 3 m durchgeführt. Vor jeder Düse wurde ein Magnetventil installiert. Grundlage für das Öffnen oder Schließen der einzelnen Düse ist die Applikationskarte. Ein „Programmable Logic Control (PLC) System“ wurde am Institut entwickelt, um die Applikationskarte

als Datei zu speichern. Die Positionsbestimmung der Maschine erfolgte am Zentralturm mit einem Drehsensor. Pro Grad wird die Position festgestellt und in Abhängigkeit von der Entfernung vom Mittelpunkt der Maschine werden die Magnetventile geschaltet. Die Fahrgeschwindigkeit der Maschine war konstant, variiert wurde der Durchfluss und somit die Beregnungshöhe. Die Beregnungshöhe wird in handelsüblichen Messbechern gemessen. Dazu sind die Messbecher im 1-Grad-Abstand mit dreifacher Wiederholung strahlenförmig aufgebaut.

### Ergebnisse

#### Bodenwasserunterschiede

Die Ergebnisse der elektrischen Leitfähigkeit liegen in (mS) Millisiemens-Werten vor, die in drei Klassen abgebildet werden. In Bild 3 sind die Unterschiede in der Leitfähigkeit dargestellt. Es zeigt sich, dass die gemessenen Differenzen der Leitfähigkeit sich auch in den Messergebnissen der nFK widerspiegeln. Ein kausaler Zusammenhang kann nicht aufgezeigt werden.

#### Anpassung der Beregnungshöhen durch Geschwindigkeitswahl bei mobilen Beregnungsmaschinen

Nachdem die Applikationskarte festgelegt war, sollten unterschiedliche Beregnungshöhen über die beregnende Fläche verteilt werden, um die ungleiche Wasserspeicherfähigkeit des Bodens auszugleichen. In Bild 4 ist beispielhaft ein Geschwindigkeitswechsel von 32 auf 16 m/h eingestellt. Die gemessene Beregnungshöhe steigt dann von 22 auf 45 mm. Es wurden auch Versuche mit anderen Einstellungen durchgeführt, die zu ähnlich guten Ergebnissen führten. Die Ge-

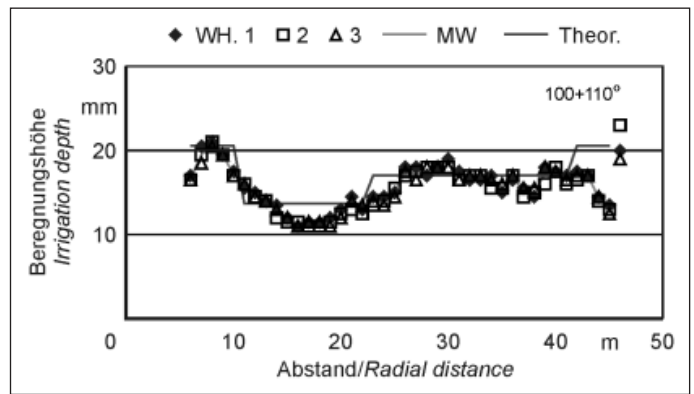


Bild 5: Differenzierte Beregnungshöhe an einer Kreisberegnungsmaschine (Messung am Ausschnitt einer Maschine)

Fig. 5: Change in irrigation depth with change of a flow rate at center pivot irrigation machines

schwindigkeit ändert sich innerhalb von 2 m, dagegen wurde für die Änderung der Beregnungshöhe ein Übergangsbereich von rund 16 m benötigt. Dieser Bereich wurde unter einem Düsenwagen gemessen. Bei einem Einsatz eines Großflächenregners würde dieser Übergangsbereich größer werden. Somit ist es möglich, mit mobilen Beregnungsmaschinen unterschiedliche Beregnungshöhen in Abhängigkeit von Boden oder Pflanzen zu verteilen.

#### Anpassung der Beregnungshöhen durch Durchflussveränderung bei Kreisberegnungsmaschinen

Grundlage für die differenzierte Beregnung mit einer Kreisberegnungsmaschine ist wieder die Applikationskarte. Auf der Fläche eines ausgewählten Kreissektors wurde die theoretisch berechnete und im PLC programmierte Beregnungshöhe überprüft. In Bild 5 ist die berechnete und gemessene Beregnungshöhe entlang der Rohrleitung einer Kreisberegnungsmaschine gemessen. Diese ersten Versuche zeigen eine gute Übereinstimmung der Soll-Ist-Werte. Der flache Anstieg und Abfall der Wasserverteilung ist auf die Wurfweite der Düsen mit 8 m zurückzuführen. Dieser Verlauf ist positiv zu bewerten, da die Bodenunterschiede auch keine Treppenfunktion aufweisen.

#### Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse markieren den Anfang einer teilflächenspezifischen Beregnung. Für eine umfassende Beurteilung sind weitere Arbeitsschritte erforderlich:

- verbesserte Ermittlung von Bodendaten im Online-Verfahren,
- sichere Abgrenzung der Applikationskarte,
- Entwicklung eines Boden-Pflanzen-Sensor-Modells,
- Verbindung zu anderen teilflächenspezifischen Disziplinen,
- Anwendung des Bus-Systems,
- Entwicklung von Konzepten zur teilflächenspezifischen Flüssigdüngung sowie
- Auswirkung differenzierter Bewässerung auf Ertrag und Qualität der Pflanzen