

# Entwicklung einer intelligenten funkbasierten Bewässerungssteuerung (IFuB)

Ursula Genge, Hilde Klauss, Jörn Selbeck, Volker Dworak, und Martin Geyer

Abteilung Technik im Gartenbau  
Leibniz Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB)  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
ugenge@atb-potsdam.de

**Abstract:** Für eine bedarfsgerechte, ressourcensparende Bewässerung wird eine automatisierte, intelligente, funkbasierte Bewässerungssteuerung entwickelt. In 2012 wurden zwei Versuchsflächen mit verschiedenen Kulturen (Pflaume und Kartoffel) als Standorte für Bodensensoren und Funkmodule ausgewählt. Auf jeder Versuchsfläche wurde je ein Sensor-Funkknoten-Netz mit bis zu 31 Sensoren und fünf Funkknoten installiert. Die automatische Datenerfassung und die Übertragung via Ethernet auf einen Webserver wurden etabliert. Die mit FDR-Sensoren gemessenen Bodenwassergehalte zeigen einen deutlichen Offset, dessen Betrag vom Sensortyp abhängig ist. Die Erstellung von sensortypbezogenen Korrekturfunktionen, die in der Datenbank vorgehalten werden, ist ein erster Schritt bei der Plausibilitätskontrolle der Sensorwerte. In einem zweiten Schritt wird die Gewichtung dieser Parameter in einem Klimamodell mit implementierter Fuzzy Logic im Rahmen des von der BLE geförderten Verbundprojekts IFuB weitergeführt.

## 1 Einleitung

Häufig wird in der Praxis zu reichlich und zum falschen Zeitpunkt bewässert. Dieses zu viel oder zum falschen Zeitpunkt ausgebrachte Wasser wird dem allgemeinen Wasservorrat ohne Notwendigkeit entzogen, seine Ausbringung kann zu Umweltschäden führen, und es verursacht vermeidbare Kosten für den Landwirt [DS09]. Vorhandene Bewässerungssysteme steuern die Wassergabe auf Basis fest voreingestellter Zeiten, über Bodenfeuchtwerte oder/und mit Hilfe von Klimamodellen. Eine bedarfsgerechte Bewässerung, die sich nach dem tatsächlichen Verbrauch der Pflanze richtet, ist mit den vorhandenen Systemen kaum gewährleistet.

Ziel des Projekts IFuB ist die Entwicklung eines autonomen und funkbasierten Bewässerungssystems, das in der Lage ist, die von der Pflanze benötigte Wassermenge genau zu dosieren, und das sich in einer großen Bandbreite landwirtschaftlicher und gartenbautechnischer Nutzungen flexibel einsetzen lässt.

Im Rahmen des Verbundprojekts IFuB (gefördert durch das BLE (BMELV)) unter der Leitung der TU Berlin und in Zusammenarbeit mit dem ATB und drei Berliner Unternehmen, Logic Way GmbH, Virtenio GmbH und MMM Mosler Tech Support, wird ein dezentrales Netzwerk aus Sensoren, Steuerungs- und Kommunikationsmodulen entwickelt, das im Feld installiert wird und sich autonom mit Daten aus der Berechnungsfläche und mit Vergleichsdaten von außerhalb versorgt.

Das intelligente, modellbasierte System wird die Daten (u.a. Bodenfeuchte, Pflanzenwasserzustand und aktuelle Niederschlagsmengen) selbstständig analysieren und interpretieren, standortspezifische Handlungsempfehlungen errechnen und diese direkt für die Bewässerungssteuerung nutzen.

## **2 Daten**

### **2.1 Material und Methoden**

In der Saison 2012 wurden zwei Versuchsflächen mit verschiedenen Kulturen (Pflaume und Kartoffel) als Standorte für Bodensensoren und Funkmodule ausgewählt. Für die automatische Datenauslesung und ihre Übertragung wurden Funkmodule vom Typ Preon32 der Fa. Virtenio verwendet.

Für die kontinuierliche Bestimmung der Bodenfeuchte wurden folgende Sensoren verwendet: FDR-Sensoren EC-5 und HS-10 (Messbereich 0-100% und 0-57% Wassergehalt), EC-5-TMEC, ein Kombisensor, der zusätzlich die Bodentemperatur und elektrische Bodenleitfähigkeit misst (Messbereich 0-100% Wassergehalt, -40 – 50°C Bodentemperatur, 0-50dS/m EC), Tensiometer IR-E (Messbereich 0-100kPa Saugspannung), Watermark mit Voltsignal (Messbereich 0-239kPa Saugspannung). Die Vielzahl unterschiedlicher Sensortypen dient einer Evaluierung der Sensoren hinsichtlich ihrer Messgenauigkeit, Zuverlässigkeit und ihres Wartungsaufwands im Hinblick auf ihre spätere Verwendung zur Bewässerungssteuerung im Praxiseinsatz.

Zusätzlich wurden wöchentlich Bodenproben in verschiedenen Tiefen genommen und die Bodenwassergehalte gravimetrisch bestimmt.

## **3 Ergebnisse und Diskussion**

Es wurden in der Saison 2012 auf den zwei ausgewählten Versuchsflächen je ein Sensor-Funkknoten-Netz mit bis zu 31 Sensoren und fünf Funkknoten installiert, mit Reichweiten zwischen dem entferntestem Funkknoten und Gateway von über 100 m. Die Datenerhebung und die Übertragung via Ethernet auf einen Webserver wurden etabliert.

In der Pflaumenanlage ergab sich aus der geoelektrischen Bodenkartierung eine starke räumliche Variabilität der Bodenleitfähigkeiten [Gr09], [GL06], [K04], aus der sich drei Bodenzonen mit unterschiedlich hohem Lehmanteil ableiten ließen [Be12]. In jede

dieser Bodenzonen wurden ein, bzw. zwei Sensorgruppen installiert, um einen möglichen Einfluss der Bodenzone auf die Bodenfeuchte sowohl in ihrer Höhe als auch in ihrem zeitlichen Verlauf zu untersuchen (Daten nicht gezeigt).

In den Ernteplots der Kartoffeln wurden zwei Funkknoten mit je einer Sensorgruppe in wenigen Metern Abstand installiert, um hier durch möglichst homogene Bodenverhältnisse die Vergleichbarkeit der gemessenen Bodenfeuchtwerte bezogen auf den jeweiligen Sensortyp zu bewerten. Dabei zeigt sich ein deutlicher Offset der verschiedenen Sensortypen zu den gravimetrisch bestimmten Bodenwassergehalten (Abbildung 1).

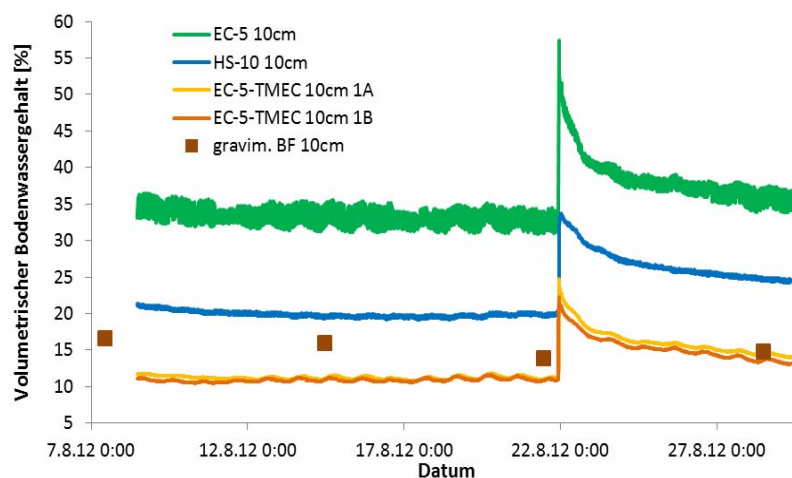


Abbildung 1: Bodenwassergehaltmessungen in einem lehmigen Sand während eines Niederschlagsereignisses mit verschiedenen FDR-Sensoren im Vergleich mit gravimetrisch bestimmten Bodenwassergehalten. Die täglichen Schwankungen im Sensor-Output sind auf Temperaturänderungen und damit Änderungen der elektrischen Bodenleitfähigkeit zurückzuführen, auf die einige Sensoren empfindlich reagieren.

Dieser Offset ist auch in anderen Bodentiefen ausgeprägt und systematisch (Daten nicht gezeigt). Robinson et. al. [Ro08] vermuten als Ursachen für den Offset Beschränkungen im Probenvolumen und Bodenverdichtungen um die Elektroden bei der Sensorinstallation. Zu kleine Probenvolumina scheiden hier als mögliche Ursache aus, da alle verwendeten Sensoren im Feld eingebaut wurden. Da die Sensor-Outputs in der Pflaumenanlage den gleichen Offset zeigen, kann als mögliche Ursache, neben sensorimmanenten Gründen, ein Effekt durch Kompaktion angenommen werden. Die vom gleichen Sensortyp (EC-5-TMEC) gemessenen Bodenwassergehalte korrelieren sehr gut ( $r = 0,99$ ). Aus diesen Ergebnissen leitet sich die Notwendigkeit von sensortyp-abhängigen Korrekturfunktionen ab, die in der zukünftigen Datenbank hinterlegt werden.

Für die Verschneidung der unterschiedlichen Datensätze miteinander, einschließlich ihrer Plausibilitätskontrolle, Interpretation und Gewichtung, wurde ein erstes

Entscheidungsnetz entwickelt, in das als integrale Bestandteile ein Klimamodell [AI98], [Pa97], [PKM10] und Fuzzy Logic implementiert sind.

#### 4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Ergebnisse der Bodenwassergehaltmessungen mit den verwendeten FDR-Sensoren zeigen die Notwendigkeit, sensortypabhängige Korrekturfunktionen in der zu entwickelnden Datenbank vorzuhalten, und solche auch für andere Sensortypen zu erstellen, da das Bewässerungssystem für ein breites Spektrum von Sensoren offen sein soll. Ein weiteres Ziel, das im Rahmen des Projekts IFuB erreicht werden soll, ist die zusätzliche Bewertung und Gewichtung der Plausibilität der Sensorwerte mittels Fuzzy Logic.

#### Literatur

- [AI98] Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998): Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, Italy.
- [Be12] Beerbaum, J., et.al.: A sensor based approach to understand spatial variability in orchards. In (Clasen, M., Fröhlich, G., Berhardt, H., Hildebrand, K., Theuvsen, B. Hrsg.): Referate der 32. GIL-Jahrestagung, Freising, 2012. GI-Edition, Bonn; S. 43-46
- [DS09] Dirksmeyer W, Sourell H (Hrsg.): Wasser im Gartenbau. Tagungsband zum Statusseminar am 9. und 10. Februar 2009 im Forum des vTI in Braunschweig. Landbauforschung Völkenrode, 2009 – Sonderheft 328
- [GL06] Gebbers R.: Lück E.: Geoelektrische Methoden zur Bodenkartierung in der Landwirtschaft. In: Hufnagel J., Herbst R., Jarfe A., Werner A. (Hrsg.) Precision Farming. Analyse, Planung, Umsetzung in die Praxis. KTBL-Schrift 419. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Darmstadt, 2006
- [Gr09] Groß, W.: Kennzeichnung der Bodenvariabilität durch geoelektrische Methoden. Bachelor-Arbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, 2009
- [Pa97] Paschold, P.-J. (1997): Bewässerungseinsatz nach der Geisenheimer Methode. Deutsche Gärtnerpost 5/97
- [PKM10] Paschold, P.-J., Kleber, J., Mayer, N. (2010): Geisenheimer Bewässerungssteuerung. Stand 25.5.2011, [http://botanik.forschungsanstalt-geisenheim.de/uploads/media/Geisenheimer\\_Steuerung.pdf](http://botanik.forschungsanstalt-geisenheim.de/uploads/media/Geisenheimer_Steuerung.pdf)
- [Ro08] Robinson, D.A. et.al.: Soil Moisture Measurement for Ecological and Hydrological Watershed-Scale Observatories: A Review. In (Soil Science Society of America Hrsg.): Vadose Zone Journal, Vol.7, No.1, 2008; S. 358-389