

Ulrich Steinmeier, Maik Hampicke, Harald Pötter und Dieter von Hörsten

# Übersicht: Passive RFID-Technik in der Landwirtschaft

Die RFID-Technik (Radio Frequency Identification) hilft in verschiedenen modernen industriellen Anwendungen, exakte Informationen bezogen auf ein bestimmtes Objekt an einem exakt bestimmten Ort zur Verfügung zu stellen. Auch in der Landwirtschaft hat sich die RFID-Technik bereits bewährt und ist weit verbreitet. Im Folgenden soll gezeigt werden, dass sich durch stetige Weiterentwicklung – z. B. Miniaturisierung, höherer Funktionalität und Reduktion der Herstellungskosten der RFID-Systeme – neue Einsatzfelder in der Landwirtschaft eröffnen lassen.

## Schlüsselwörter

RFID, Transponder, Innovation, Technologietransfer

## Keywords

RFID, transponder, innovation, technology transfer

## Abstract

Steinmeier, Ulrich; Hampicke, Maik; Pötter, Harald and von Hoersten, Dieter

## Overview: passive RFID technology in agriculture

Landtechnik 65 (2010), no. 4, pp. 244-247, 4 figures, 14 references

In various modern industrial applications, RFID technology (Radio Frequency Identification) helps to provide accurate information related to a certain object to an exactly defined point. In agriculture too, RFID technology is widely spread and has proved to be successful. It will be shown, that new fields of application of RFID in agriculture can be realised by continuous development, such as system miniaturization, low cost manufacturing and continuous addition of features.

■ Ein RFID-System besteht aus einem Transponder, der sich am oder im Gegenstand bzw. Lebewesen befindet sowie einem Lesegerät zum Auslesen der auf dem Transponder gespeicherten Daten. Die auf dem Transponder zu hinterlegenden Datenmengen reichen von wenigen Byte (z.B. für Identifikationsnummern) bis hin zu mehreren Kilobyte (z.B. bei der Do-

kumentation von Prozessflüssen). Das Lesegerät steuert den eigentlichen Leseprozess und stellt via Middleware die Schnittstelle zu weiteren EDV-Systemen und Datenbanken her. RFID-Systeme ermöglichen so die automatische Identifizierung von Gegenständen und Lebewesen sowie die ständige Aktualisierung der erfassten und gespeicherten Daten.

## Energieversorgung des Systems von zentraler Bedeutung

Die RFID-Transpondertechnik hat sich in der Landwirtschaft bewährt, was im Folgenden noch kurz erläutert wird. Ein wesentlicher Grund für die Erfolgsgeschichte besteht darin, dass passive Transponder keine eigene Energiequelle benötigen, sondern die zum Betrieb notwendige Energie mittels elektromagnetischer Kopplung über das Lesegerät erhalten. Dadurch besitzen die Transponder eine nahezu unbegrenzte Betriebsdauer, sind preiswert herzustellen und arbeiten sehr zuverlässig.

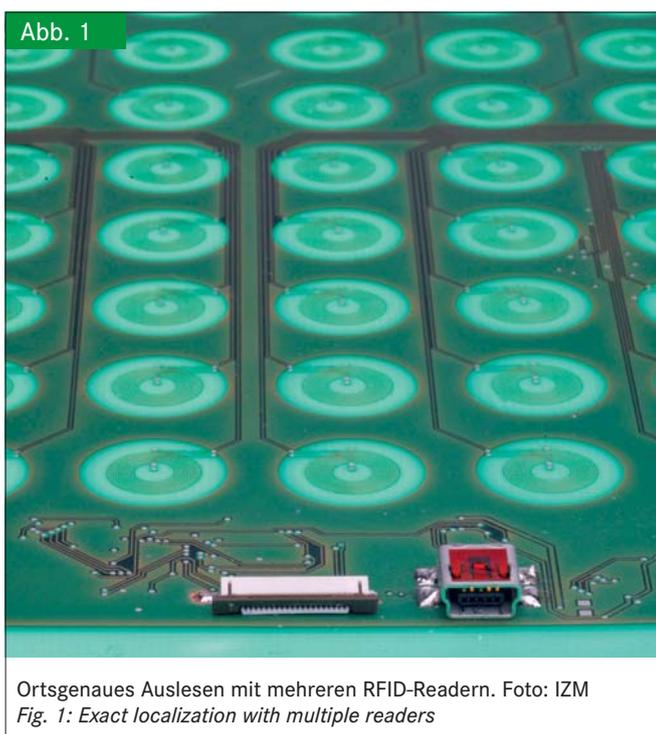
Bei der passiven Transpondertechnik haben sich in der Praxis die induktive Kopplung über ein oszillierendes Magnetfeld (Nahfeldkopplung bei 125 kHz oder 13,56 MHz) und die elektromagnetische Strahlungskopplung (Fernfeldkopplung bei z. B. 868 MHz oder 2,4 GHz) durchgesetzt [1]. Die genannten Frequenzen ergeben sich aus internationalen Standards, welche unter anderem Frequenzen und maximale Feldstärken festlegen, um ein gegenseitiges Beeinflussen von Systemen zu vermeiden oder zu minimieren. Grundsätzlich erfolgt die bidirektionale Kommunikation zwischen Lesegerät und Transponder in der Weise, dass das Lesegerät einen Befehl bzw. Daten an den Transponder über das elektromagnetische Wechselfeld sendet und diesen damit anspricht. Der Transponder verändert die Impedanz des Nutzsignals und moduliert es auf diese Weise, so dass sich hier ein verändertes Rücksignal ergibt, welches seinerseits vom Lesegerät über die Kopplung detektiert werden kann [1; 2].

Damit eine bidirektionale Datenübertragung und damit eine erfolgreiche Kommunikation zwischen Transponder und Lesegerät zustande kommt, muss genügend Leistung über die Antenne des Transponders eingekoppelt und dem Transponder-Chip zur Verfügung gestellt werden. Der Abstand zwischen Transponder und Lesegerät darf dafür nicht zu groß sein. Diese Forderung stellt in der Praxis oft ein Problem dar, weil der Abstand häufig nicht beliebig verringert werden kann oder infolge von Störquellen (Metalle, leitende Flüssigkeiten) oder nicht optimierter Antennenanpassung nicht genug Energie eingekoppelt werden kann.

Bei vielen praktischen Problemstellungen sind daher die verfügbaren Standard-Transponder und -Lesegeräte nicht mehr ausreichend. Das gilt insbesondere für die Landtechnik, wo besondere Anforderungen bezüglich Toleranz gegenüber Verschmutzung, Feuchtigkeit sowie mechanischer Belastung gestellt werden. Hier sind individuelle Anpassungen von Antennenspule, Substrat und Verkapselung (zum Schutz der Elektronik) gefragt.

### Trends des technischen Fortschritts in der Transpondertechnik

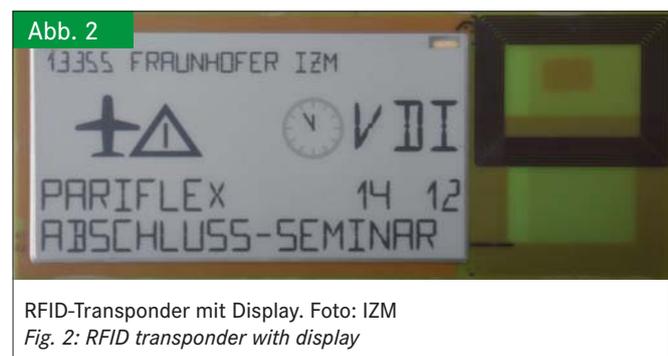
a) Ortsgenaues Auslesen: Bei spezieller Anordnung mehrerer Lesegeräte ist eine Ortserkennung von Transponderpositionen durch RFID-Systeme möglich. Damit kann gezielt nach Transpondern oder nach mit Transpondern ausgestatteten Geräten oder Proben gesucht werden. In weniger als zwei Sekunden können z. B. 225 Transponder und mehr ausgelesen werden (**Abbildung 1**) [3]. Auch eine Kollisionserkennung und damit sequentielles Auslesen mehrerer Chips in einem Lesebereich ist bei einigen RFID-Bereichen (unter anderem bei 13,56 MHz) möglich.



Ortsgenaues Auslesen mit mehreren RFID-Readern. Foto: IZM  
Fig. 1: Exact localization with multiple readers

b) Hohe Zuverlässigkeit/sehr robuste Transponder: Im Vergleich zu Barcode-Systemen wird das Auslesen eines Transponders weniger stark durch Verschmutzung oder Verschleiß beeinflusst, da keine optische Verbindung notwendig ist. Mit einer geeigneten Verkapselung sind passive RFID-Systeme somit sehr robust gegenüber Umwelteinflüssen und außerdem völlig wartungsfrei.

c) Kopplung von Transpondern mit Anzeigeelementen: Auch eine Kopplung passiver RFID-Transponder mit bistabilen optischen Anzeigen nach dem Prinzip der Electronic Paper Display Technology (EPD) ist realisierbar [4]. Während die RFID-Komponente die herkömmliche Identifikation des Objektes durchführt, werden über das Display die Transponderinhalte auch direkt für den Benutzer lesbar gemacht (**Abbildung 2**). Zur Aufrechterhaltung der Informationen auf dem Display bedarf es hierbei keinerlei eigener Energieversorgung. Lediglich ein Verändern der Inhalte des Displays erzeugt einen Energiebedarf, der aber vollständig über die eingekoppelte Energie des Lesegerätes zur Verfügung gestellt werden kann.



RFID-Transponder mit Display. Foto: IZM  
Fig. 2: RFID transponder with display

d) Optimierung bei gegebener Baugröße: Bei vielen Anwendungen ist der Einsatzort für den Transponder und damit die Antennenfläche vorgegeben. Die Antennenfläche wiederum wirkt sich direkt auf die Lesereichweite und den zuverlässigen Datenaustausch aus und macht oft eine individuelle elektrische Anpassung der Transponder-Antenne erforderlich. Moderne Simulationsprogramme erlauben mittlerweile die dreidimensionale Auslegung und Optimierung von Antennen.

e) Einsatz von Transpondern in Verbindung mit Sensoren: Die Erweiterung von Transpondern mit Sensorik wird in Zukunft gerade bei passiven Transpondern den Anwendungsbereich erheblich erhöhen. Herausforderung wird aber die Entwicklung und Auswahl von Sensoriken mit niedrigsten Energieverbräuchen sein, da die Energieversorgung der passiven Systeme vollständig über die elektromagnetische Kopplung erfolgt.

f) Transponder auf flexiblen Materialien: Der Anwendungsbereich der RFID-Technik wird durch neue Trägermaterialien und Aufbautechniken erheblich erweitert:

- Der Einsatz extrem gedünnter Transponder-Schaltkreise ermöglicht den Aufbau von flexiblen Transpondern.
- Die Nutzung dehnbarer Substratmaterialien erlaubt den Einsatz am Tier oder Menschen, etwa in einem Brustgurt. Die Realisierung der metallischen Leiter bei flexiblen bzw.

dehnbaren Materialien bedeuten veränderte mechanische und elektrische Randbedingungen. Eine spezielle Anforderung stellt z.B. die mäanderförmige Auslegung der metallischen Leiter bei dehnbaren Materialien dar [5].

■ Neuere Ansätze integrieren Transponder in Textilien. Diese Ansätze gehen so weit, dass die Antennenstrukturen mittels eingewebter oder gestickter leitender Fäden hergestellt werden [6].

g) Kostengünstige Fertigungsverfahren: Vor allem bei hohen Stückzahlen spielen die Herstellungskosten der Transponder eine wichtige Rolle. Für den Einsatz als Massenprodukt darf der Transponder nur einige Cent kosten. Die Realisierung der Transponder-Antennen im Rolle-zu-Rolle-Fertigungsverfahren [7] ermöglicht mit Hilfe von Drucktechniken und der Verwendung preiswerter Silberleitpasten eine sehr kostengünstige Herstellung. Im Vergleich zum Barcode sind die heutigen Transponder mit Kosten ab 20 Cent einfach noch deutlich zu teuer. Durch Zusatznutzen oder durch eine Mehrfachverwendung können sich aber auch höhere Transponderpreise rechtfertigen.

### Anwendung von RFID in verwandten Branchen der Landwirtschaft

Passive RFID-Technik wird seit vielen Jahren in der Tiererkennung eingesetzt [8; 9]. Die Technik hat sich dort unter widrigen Umweltbedingungen bewährt und wurde weiterentwickelt. Zur Verdeutlichung weiterer Nutzungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft werden nachfolgend zwei Anwendungen aufgeführt, bei denen der Einsatz der RFID-Technik andere Zielsetzungen verfolgt.

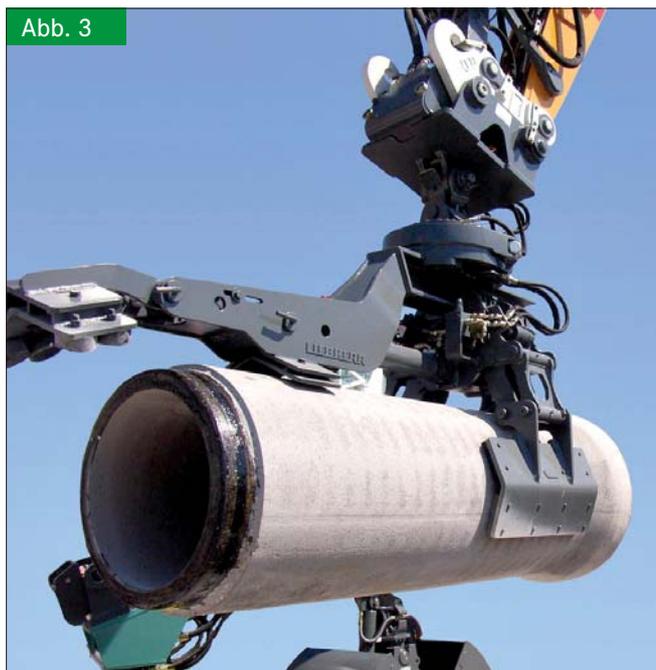


Abb. 3

Hydraulikbagger mit Anbauwerkzeugen. Foto: Pepperl + Fuchs  
Fig. 3: Hydraulic shovel with attachments

Die erste Anwendung ist ein Beispiel aus dem Gartenbau. Dort finden passive RFID-Transponder in einer Baumschule zur Identifizierung von einer besonderen Sorte Ulmen (Resista®) Anwendung [10]. Die Transponder werden unterhalb der Baumrinde der Ulmen implantiert und verbleiben dort auch nach der Auslieferung an den Kunden. Mit dieser Methode kann von der Baumschule eine Garantie für die Sortenechtheit und für die Herkunft der Bäume gegeben werden.

Die zweite Anwendung stammt aus dem Baumaschinensektor. Diese Maschinen werden in rauen Umgebungen eingesetzt, die hohe Ansprüche an die Robustheit einer Technik stellen. Die RFID-Technik unterstützt hier das Management von unterschiedlichen Anbaugeräten für Hydraulikbagger [11]. Das vollautomatische Kupplungssystem für diese Hydraulikbagger ist mit einem RFID-Lesegerät der Firma Pepperl + Fuchs ausgestattet, und die Anbaugeräte sind mit einem passiven RFID-Transponder versehen (**Abbildung 3** und **4**). Auf diese Weise erfolgt bei Ankuppeln und Betrieb eine Übertragung von relevanten Daten wie z. B. Ölmenge, Öldruck und Ölsorte. Auch die Betriebsstunden der Anbaugeräte werden erfasst und zur Weiterverarbeitung übertragen. Diese Informationen können die Auswertungen zur Nutzung der Geräte im Unternehmen unterstützen oder auch zur Abrechnung von Leihgeräten herangezogen werden.

### Grenzen und zukünftige technische Herausforderungen

Es ist aber zu beachten, dass der RFID-Technik physikalische Grenzen gesetzt sind, insbesondere hinsichtlich der Lesereichweite und der sensorischen Möglichkeiten. Diese Grenzen immer weiter hinauszuschieben und den Einsatzbereich von RFID-Systemen unter schwierigen Randbedingungen weiter zu verbessern, ist das Ziel gegenwärtiger Entwicklungen:

- Nutzung höherer Frequenzbereiche für RFID-Systeme (100 GHz und höher)
- Verbesserte Simulations- und Optimierungsverfahren in der Entwicklungsphase zur Erhöhung der Lesesicherheiten/ Lesegeschwindigkeiten

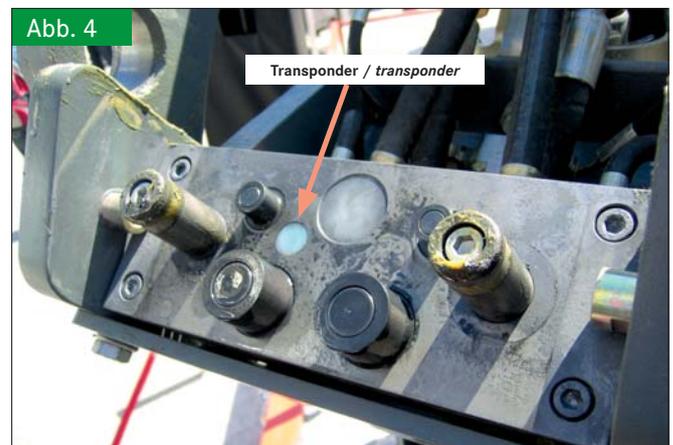


Abb. 4

Anbauwerkzeug mit eingeschlossenem Transponder. Foto: Pepperl + Fuchs  
Fig. 4: Attachment with embedded transponder

- Weitere Steigerung der Funktionalität bei passiven Transpondern durch die Integration von Zusatzkomponenten (Sensoren, Displays usw.)
- Weitere Miniaturisierungen und Formanpassungen der RFID-Systeme und Realisierung komplexer Verpackungskonzepte (formangepasst, materialangepasst, extrem dünn, sehr klein usw.)
- Einsatz von Transpondern in Hoch- und Niedrigtemperaturumgebungen (< -40 °C und > 150 °C)
- Weitere Senkung der Herstellungskosten für Transponder

### Beispiele für zukünftige Anwendungen passiver RFID-Technik

Die Möglichkeiten stark verbesserter RFID-Systeme verdeutlicht ein Forschungsprojekt, welches am Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Agrartechnik, der Georg-August-Universität Göttingen läuft. In diesem Projekt wird untersucht, inwieweit die Rückverfolgbarkeit markierter einzelner Getreidechargen mithilfe von RFID-Technik gewährleistet werden kann. Es wird der Ansatz verfolgt, RFID-Transponder schon bei der Ernte auf dem Mähdrescher in das Getreide einzuspeisen. Die Transponder sollen durch eine besondere Kapselung an die Partikeleigenschaften des Getreidekorns angepasst werden, um einer Entmischung dieser Marker entgegenzuwirken. Dadurch ist die Herkunft der Getreidechargen bis kurz vor der Verarbeitung eindeutig nachvollziehbar [12; 13].

Möglich geworden ist dieser Ansatz durch die Miniaturisierung von RFID-Komponenten, die in den letzten Jahren stattgefunden hat. Nur dadurch war es überhaupt denkbar, das oben beschriebene Projekt zu initiieren. Bei dem Ansatz ist aber die geringe Reichweite der Technik zu berücksichtigen. Die Transponder können später nicht an beliebigen Punkten der Transportkette ausgelesen werden. Ein Auslesen der Informationen kann nur an bestimmten, verengten Stellen erfolgen, z. B. Rohren mit einer zusätzlichen Separierung.

Eine weitere Herausforderung ist es, RFID-Transponder direkt in Objekte zu integrieren. Der Vorteil einer derartigen Verbindung ist das Verhindern des ungewollten Ablösens des Transponders vom Objekt. Somit bleibt die benötigte Information nahezu untrennbar mit dem Objekt verbunden. Dies veranschaulicht die Einbettung von RFID-Transpondern in Ersatzteile zum Fälschungsschutz bei der Firma FESTO [14]. In diesem Fall ist es gelungen, trotz Temperaturen von kurzfristig über 240 °C bei der Herstellung einen funktionsfähigen RFID-Transponder in ein Ersatzteil aus Kunststoff einzubetten.

### Schlussfolgerungen

Die passive RFID-Technologie hat sich in den letzten Jahren sehr stark weiterentwickelt. Durch Miniaturisierung und Erhöhung der Zuverlässigkeit auch unter schwierigen Bedingungen konnten neue Einsatzfelder erschlossen werden. Die gegenwärtigen Herstellungsverfahren ermöglichen heute eine kostengünstige Produktion der Transponder, sodass Preise im niedrigen zweistelligen Cent-Bereich realisierbar sind. Die im Beitrag dar-

gestellten Anwendungen aus der Praxis zeigen die Breite der Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie. Es ist aber immer notwendig, die Technik entsprechend den Anforderungen anzupassen und eventuell einzelne Verfahrensschritte in der Praxis auf das neue Verfahren auszurichten. Die Beispiele für zukünftige Anwendungen geben einen Eindruck, in welchen Bereichen ein Teil der Herausforderungen liegt, z. B. Reichweite und Temperaturbeständigkeit.

### Literatur

- [1] Finkenzeller, K. (1999): RFID-Handbuch. München, Carl Hanser Verlag, 4. Auflage
- [2] Fotheringham, G.; Ohnimus, F.; Maaß, U.; Ndip, I.; Guttowski, S.; Reichl, H. (2009): RFID – Theoretische Konzepte und Umsetzung der Technik. In: Jahrbuch Oberflächentechnik, Band 65, Bad Saulgau, Eugen G. Leuze Verlag
- [3] Nachsel, R. (2008): RFID ortsgenau auslesen – Plattform für die Optimierung produktionstechnischer Abläufe. Zeitschrift Produktion (Ausgabe 10), S. 58
- [4] John, W.; Stöner, G. (2007): Passives RF-Identifikationssystem mit flexiblen, bistabilem Display. Mikrosystemtechnik Kongress, 15. bis 17. Oktober 2007, Dresden
- [5] Löher, T.; Manassis, D.; Heinrich, R.; Schmied, B.; Vanfleteren, J.; DeBaets, J.; Ostmann, A.; Reichl, H. (2007): „Stretchable Electronic Systems“, EPTC Proceedings 2007
- [6] Linz, T.; Vierroth, R.; Dils, C.; Koch, M.; Becker, K.-F.; Braun, T.; Kallmayer, C.; Hong, S. (2008): Embroidered Interconnections and Encapsulation for Electronics in Textiles for Wearable Electronics Applications. Advances in Science and Technology, vol. 60, pp. 85-94
- [7] Bock, K. (2008): Technology Trends in Large Area Electronics (LAE). Strategic Materials Conference – SMC 2008, 16.-18.01.2008, Half Moon Bay, San Francisco, USA
- [8] Artmann, R. (1999): Electronic identification systems: state of the art and their further development. Computers and Electronics in Agriculture 24, pp. 5-26
- [9] Reiners, K. (2009): Application of RFID technology using passiv HF transponders for the individual identification of weaned piglets at the feed trough. Computers and Electronics in Agriculture 68, pp. 178-184
- [10] Clasen & CO (2010): Baumschulen; <http://www.clasen-co.com/de-de/user-sortiment/resista%AE-ulmen.html>, Zugriff am 14.05.2010
- [11] Pepperl + Fuchs (2010): [http://www.pepperl-fuchs.sg/data/germany/downloads\\_GER/AR-2007-005-GER-Automatische-Identifikation-von-Anbaugeraeten-an-LIEBHERR-Hydraulikbaggern.pdf](http://www.pepperl-fuchs.sg/data/germany/downloads_GER/AR-2007-005-GER-Automatische-Identifikation-von-Anbaugeraeten-an-LIEBHERR-Hydraulikbaggern.pdf), Zugriff am 14.05.2010
- [12] Beplate-Haarstrich, L.; v. Hörsten, D.; Lücke, W. (2006): RFID-Technologie zum Nachweis der Herkunft in der Getreideproduktion. Landtechnik 61 (H. 6), S. 378-379
- [13] Beplate-Haarstrich, L.; Steinmeier, U.; v. Hörsten, D.; Lücke, W. (2008): RFID-Transponder im Einsatz zur Rückverfolgung von Getreide. In: VDI-Berichte Nr. 2045, Hg. VDI-Max-Eyth-Gesellschaft, Düsseldorf, VDI-Verlag, S. 367-372
- [14] Gericke, E. (2009): Produktpiraterie als unternehmerische Herausforderung – Probleme, Schadenspotential, Gegenstrategien. Vortrag gehalten auf der Hannover Messe Industrie, Expertenmarktplatz „Innovationen gegen Produktpiraterie“, Hannover, 21. April 2009

### Autoren

**M. Sc. Ulrich Steinmeier** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Agrartechnik des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen, E-Mail: [usteinm@uni-goettingen.de](mailto:usteinm@uni-goettingen.de)

**Dr.-Ing. Maik Hampicke** ist im Applikationszentrum des Fraunhofer IZM in Berlin zuständig für die Entwicklung neuer Anwendungsgebiete der Mikrosystemtechnik, Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin, E-Mail: [maik.hampicke@apz.izm.fraunhofer.de](mailto:maik.hampicke@apz.izm.fraunhofer.de)

**Dipl.-Ing. Harald Pötter** ist Leiter des Applikationszentrums Smart Systems Integration am Fraunhofer IZM, Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin, E-Mail: [harald.poetter@APZ.izm.fraunhofer.de](mailto:harald.poetter@APZ.izm.fraunhofer.de)

**Dr. Dieter von Hörsten** ist Akademischer Rat der Abteilung Agrartechnik des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen, E-Mail: [dhoerst@uni-goettingen.de](mailto:dhoerst@uni-goettingen.de)