



DGG-Proceedings

Vol. 2, 2012

Short Communications - DGG and BHGL
2012
Peer Reviewed

Editorial Board and Review

Balder, Hartmut *Berlin*
Dirksmeyer, Walter *Braunschweig*
Drüge, Uwe *Erfurt*
Michaelis, Gerlinde *Bad-Zwischenahn*
Rath, Thomas *Hannover*
Schuster, Mirko *Dresden*
Thomas, Jens *Osnabrück*
Wackwitz, Wolf-Dietmar *Dresden*
Winkelmann, Traud *Hannover*
Zinkernagel, Jana *Geisenheim*
Zude, Manuela *Berlin*

German Society of Horticultural Sciences (DGG)
Lentzeallee 55/57
Humboldt-Universität zu Berlin
D-14195 Berlin

© DGG, 2012

Roland Britz, Thomas Rath, Stefanie Grade*

Untersuchungen zum Einfluss von Wasser und organischer Substanz beim Einsatz passiver RFID-Etiketten zur Produktmarkierung im Gartenbau

*Corresponding Author:

Stefanie Grade

FG Biosystem- und Gartenbautechnik
Institut für Biologische Produktionssysteme
Leibniz Universität Hannover
Herrenhäuser Str. 2
30419 Hannover
Deutschland
Email: grade@bgt.uni-hannover.de

Untersuchungen zum Einfluss von Wasser und organischer Substanz beim Einsatz passiver RFID-Etiketten zur Produktmarkierung im Gartenbau

Roland Britz, Thomas Rath, Stefanie Grade

Fachgebiet Biosystem- und Gartenbautechnik, Institut für Biologische Produktionssysteme,
Leibniz Universität Hannover, Germany

1. Einleitung, Stand des Wissens, Zielsetzung

Die RFID-Technik (Radio-Frequency-Identification) wird zunehmend im Gartenbau zur Produktmarkierung eingesetzt. Entweder wird ein RFID-Chip direkt in Pflanzen implementiert (Baumkulturen, Rosen etc. siehe Luvisi et al. 2012, Bowman 2010) oder bei empfindlicheren oder essbaren Pflanzen auf Kultur-, Transport- oder Verpackungsbehälter aufgebracht (Ruiz-Garcia und Lunadei, 2011). Die so markierten Produkte haben eine bessere Rückverfolgbarkeit und sind sicherer in der Handelskette zu bewegen (Qian et al. 2012). Es werden Daten auf einem elektronischen Datenträger (Transponder bzw. Tag) gespeichert, der mit Readern (Handgeräte oder stationäre Systeme) kontaktlos ausgelesen werden (Finkenzeller, 2012). Transponder sind in verschiedenen Bauformen erhältlich (Ohmayer, 2012). Eine davon ist das Smart-Label, in dem Transponder auf eine 0,1 mm dünne Plastikfolie aufgebracht werden. In der RFID-Technik werden vier Frequenzbereiche unterscheiden: Low-Frequency (LF, 135 kHz), High-Frequency (HF, 13,56 MHz), Ultra-High-Frequency (UHF, 868 bzw. 915 MHz) und Mikrowellen (2,5 bzw. 5,8 GHz). Wichtigstes Einsatzkriterium für RFID sind die zu erzielenden Auslesegenauigkeiten, besonders beim Auslesen von mehreren Tags gleichzeitig (Pulkauslesungen). Allgemein behindern Metalle, Wasser und parallele Signale den Signaltransport bei der RFID-Technologie. So sind LF-Tags und Mikrowellen-Tags aufgrund der schlechten Pulkerfassung (LF) und der hohen Dämpfung in Flüssigkeiten (Mikrowellen) für die Produktkennzeichnung nur sehr begrenzt geeignet. Ruiz-Garcia und Lunadei (2011) berichten auch im UHF-Bereich von Limitierungen, wenn Feuchtigkeit die Signale absorbiert. Entscheidend sind dabei Winkel und Abstand der Tags und Dielektrizität, Polarisations- und Magnetisierungseigenschaften der beteiligten Materialien (Björninen et al. 2011, Ruiz-Garcia und Lunadei 2011, Zhu et al. 2012). Aufgrund der beschriebenen Problematik ist es Ziel der vorliegenden Arbeit, den RFID-Einsatz zur Produktmarkierung im Gartenbau speziell im Hinblick auf die Wasserdämpfungsprobleme zu untersuchen. Die Bewertung und Quantifizierung erfolgt unter Berücksichtigung wassergesättigter organischer Substanz.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in einem Teststand (Kawollek et al. 2002) mit umlaufenden Transportbändern in einem Gewächshaus der Leibniz Universität Hannover durchgeführt. Aufgrund bekannter Problematiken im LF- und Mikrowellenbereich (s.o.) wurden nur HF und UHF-Systeme getestet. Im HF-Bereich (13,56 MHz) wurde ein Standard-Reader

(ISC.MR200-A, Feig, Deutschland) mit Doppelantenne (ISC.ANT310/310-A, Feig, Deutschland) als Gate eingesetzt (Antennenabstand 47 cm). Die maximale Sendeleistung betrug 1,75 W. Die HF-Antennen wurden am Betriebsstandort mit einem Spektrumanalysator eingemessen (Anti-Helmholtz-Konfiguration) und an die Gegebenheiten, insbesondere Metall in der Antennennähe, angepasst. Im UHF-Bereich kam ein Standard-Reader (ISC.MU02.02-CU, Feig, Deutschland) mit Antenne (ISC.ANT.U170/170-EU, Feig, Deutschland) zum Einsatz. Die maximale Sendeleistung war per Konfigurationssoftware dreistufig einstellbar und betrug 170 mW. Die eingesetzte Antenne war zirkulär polarisiert, sodass ein Lesen von Labels in zwei Ausrichtungen möglich war. In den Tests wurde ausschließlich Transponder eingesetzt, die über eine Klebeschicht verfügten und als Klebeetikett genutzt werden konnten. Die verwendeten Transponder/Label sind in Tab. 1 mit ihren jeweiligen Spezifikationen aufgeführt.

Tab. 1: Technische Daten der HF- und UHF-Label (Herstellerangaben)

	Versuchsmaterial HF			Versuchsmaterial UHF			
	AD-714x	AD-709x	AD-720x	smart-Label UHF	AD-232	AD-843	AD-380iL
Typ	Inlay	Inlay	Inlay	fertiges Label	Inlay	Inlay	Inlay
Hersteller	Avery Dennison	Avery Dennison	Avery Dennison	smart-Tec	Avery Dennison	Avery Dennison	Avery Dennison
Kommunikationsprotokoll	ISO-15963 & 18000-3	ISO-15963 & 18000-3	ISO-15963 & 18000-3	ISO-15963 & 18000-3	ISO-15963 & 18000-3	ISO-15963 & 18000-3	ISO-15963 & 18000-3
Verbauter Chip	-	-	-	EPCglobal Class1Gen2	EPCglobal Class1Gen2	EPCglobal Class1Gen2	EPCglobal Class1Gen2
Betriebs-temperatur (°C)	-40 bis 85	-40 bis 85	-40 bis 85	-40 bis 85	-40 bis 85	-40 bis 85	-40 bis 85
Speicherkapazität	-	-	-	128 bit EPC, 32 bit TID, 512 bit User	128 bit EPC, 64 bit TID,	96 bit EPC	128 bit EPC, 64 bit TID,
Antennenabmessung (mm)	76,2 x 45	47 x 47	∅ 36	62 x 8	70 x 14,5	94 x 38	50 x 29,99
Inlay-Basismaterial	PET	PET	PET	unbekannt	PET	PET	PET

Um zunächst reine wasserbedingte Störeinfüsse zu erfassen, wurden Versuche mit gelabelten PET-Flaschen (Durchmesser 8 cm, 20 cm hoch mit Wasser befüllt) durchgeführt. Mit Hilfe der Transportbaineinrichtung wurden die verschiedenen Labeltypen abwechselnd 1224 mal am Reader mit 0,34 m/s vorbeigeführt und ausgelesen (lfd. Nummer Datum, Zeit, Transponder ID). Dieser Vorgang wurde 5 Mal wiederholt, wobei jeweils die Flaschen und Etiketten randomisiert angeordnet wurden. Die Etiketten wurden horizontal ausgerichtet und vollständig mit den Flaschen verklebt (der Flaschenrundung folgend), sodass sie sich auf der Höhe der Leseantennenmitte befanden (siehe Abb.1).



Abb. 1: Versuchsaufbau, links: HF mit Antennengate; rechts: UHF mit Einzelantenne

Gingen bei Lesevorgängen Informationen verloren, galten die Etiketten als nicht ausgelesen. Der Einfluss von organischer Substanz wurde in gleicher Weise, jedoch mit gelabelten Substrattöpfen in Einzeltopfversuchen untersucht. Zusätzlich wurden Varianten mit 4 bzw. 6 gleichzeitig auf einem Transportteller stehenden Substrattöpfen durchgeführt. Die Fallzahl pro Wiederholung betrug beim Einzeltopfversuche 1241, beim Vierer-Topfverbund 1273 und beim Sechser-Topfverbund 1133. Bei den Einzeltopfuntersuchungen erfolgten 6 Wiederholungen, beim Vierer-Topfverbund 2 Wiederholungen und beim Sechser-Topfverbund 1 Wiederholung. Das Substrat bestand aus Schwarztorf mit 75 g Substrat pro Topf. Es wurde jeweils zu Beginn einer Wiederholung auf 75,5 % (w/w) aufgewässert. Die Positionierung der Label erfolgte immer an der Topfkante in 6 cm Höhe.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen für die HF-Label sind in Abb. 2 zusammengefasst. Alle HF-Label wiesen bei den Varianten „PET-Flasche“ und „Einzeltopf“ einen Leseerfolg von 100 % auf.

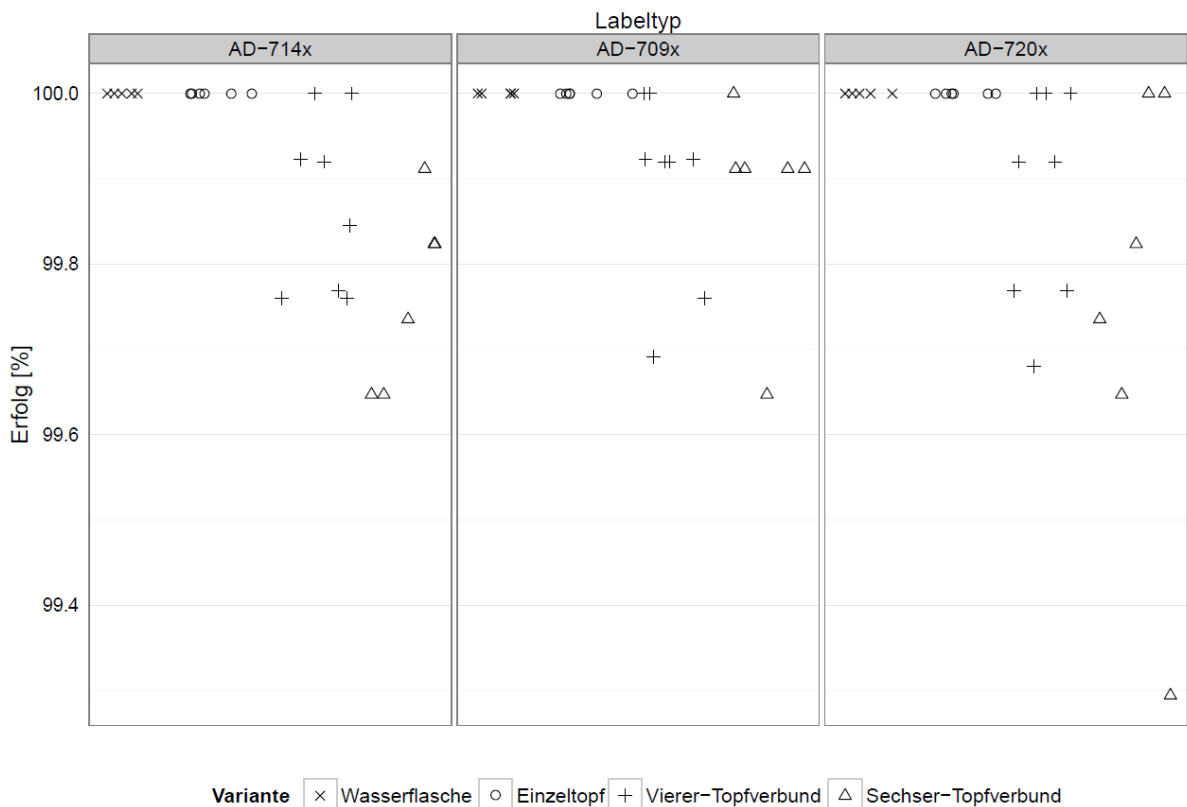


Abb. 2: Streudiagramm der Leseerfolge der Labeltypen AD-714x, AD-709x und AD-720x im Frequenzbereich HF.

Beim Pulkauslesen betragen die gemittelten Leserfolge beim „Vierer-Topfverbund“ ca. 99,9 %, während Erkennungsfehler beim „Sechser-Topfverbund“ schon bis zu 6 Promille Lesefehler erzeugten. Die Untersuchungen im UHF-Bereich mit den PET-Flaschen

ergaben selbst ohne Bewegung bei allen Labeltypen keine Erkennung. Beim Substrattest wurden beim „Einzeltopf“ für die Label der Typen smart-Label UHF und AD-843 Leseerfolge von 100 % erzielt, während die der Labeltypen AD-232 und AD-380iL schon leichte Fehldetektionen aufzeigten (Abb.3).

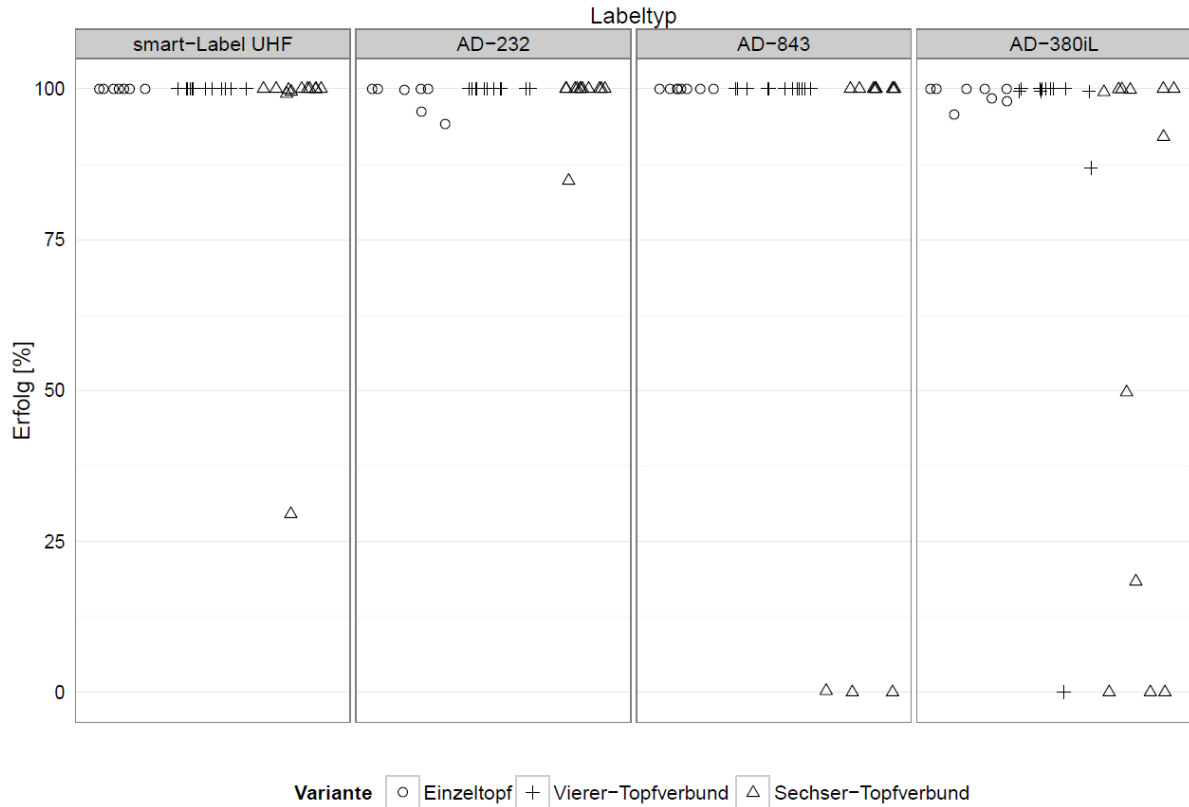


Abb. 3: Streudiagramm der Leseerfolge der Labeltypen smart-Label UHF, AD-232, AD-843 und AD-380iL im Frequenzbereich UHF.

Bei der Variante „Vierer-Topfverbund“ lagen die gemittelten Erfolge bei den Labeltypen smart-Label UHF, AD-232 und AD-843 bei 100 % und bei dem Labeltyp AD-380iL bei 90,5 %. Die Variante „Sechser-Topfverbund“ zeigte bei allen Labeltypen z.T. Leseerfolge und erzeugte bei zwei von vier Typen sogar Wiederholungen mit keinerlei Leseerfolg.

4. Diskussion

Im HF-Bereich wurden Leseerfolge von 100 % bei den Varianten „PET-Flasche“ und „Einzeltopf“ erzielt. Dies ist gut zu erklären, da bei einer Arbeitsfrequenz von 13,56 MHz die Dämpfung durch Wasser gering ausfällt (Finkenzeller, 2012). Laut Kern (2011) nimmt mit zunehmender Frequenz die Durchdringung von Wasser deutlich ab. Die Dämpfung bei 100 kHz, so Finkenzeller (2012), ist für Wasser oder nicht-leitende Stoffe etwa um den Faktor 100 000 niedriger als bei einer Frequenz von 1 GHz. Jedoch sind auch im HF-Bereich erste Dämpfungseffekte vorhanden (Kern, 2011). Daher ist es erklärbar, dass auch im HF-Bereich mit der zunehmenden Pulkauslesung Dämpfungseffekte auftraten, die zu Lesefehlern im Promillebereich führten. Inwieweit diese Fehler in der gartenbaulichen Praxis tolerabel sind, hängt stark vom Einsatzbereich ab. In vielen Anwendungen sind

jedoch auch Fehler im Promillebereich nicht akzeptabel. Wie in der Literatur angedeutet, sind die Wassergehalte der an den RFID-Messungen beteiligten Materialien bei UHF-Systemen aufgrund starker Dämpfung ein noch größeres Problem (Ohmeyer, 2012). Beim Vorliegen von reinem Wasserproben führte dieser Effekt dazu, dass UHF-Transponder nicht eingesetzt werden konnten. Beachtenswert ist jedoch, dass bei Messumgebungen mit feuchten Substraten die Tags bei geeigneter Wahl des Transponders trotz der Wasserdämpfung sehr gut ausgelesen werden konnten. Sie erzielten sogar zum Teil bessere Ergebnisse als die HF-Systeme. Hierbei scheint aufgrund der Untersuchungen besonders die Größe der Transponderantenne den entscheidenden Einfluss auszuüben. Kleine Antennen (z.B. AD-380iL) und gewölbten Anbringungen führen offensichtlich zu unvorhersehbaren komplexen Effekten, die in stark streuenden Leseergebnissen resultieren.

5. Schlussfolgerung

Insgesamt lässt sich feststellen, dass Wasser und organische Substanz sowohl im HF als auch in der UHF-Bereich zu Lesefehlern bei gartenbaulichen Anwendungen führen können. Bei Pulkauslesungen verstärken sich in der Regel die Probleme. Eine deutliche Verbesserung der Auslesequalitäten kann durch die Wahl geeigneter Transponder mit großen Antennen erzielt werden. Im Optimalfall ergeben sich dann keine Lesefehler mehr in der Einzelauslesung und Lesefehler im einstelligen Promillebereich bei der Pulkauslesung. HF-Systeme sind in Bezug auf Wasser- und Organikprobleme den UHF-Systemen vorzuziehen, da geringere Streuungen bei der Auslesung vorliegen. In jedem Fall sind vor Einsatz der Systeme genaue Fehlertests mit den am Standort eingesetzten Labeln, Antennen und Readern durchzuführen.

6. Literatur

- Björninen T., Ukkonen L., Sydänheimo L., Elsherbeni A.Z. (2011): Development of a low profile conformal UHF RFID Tag Antenna for identification of water bottles. 2011 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation – Proceedings, 533-536.
- Bowman K.D. (2010): Longevity of Radiofrequency Identification Device Microchips in Citrus Trees. *HortScience*, 45 (3), 451-452.
- Finkenzeller K. (2012). RFID-Handbuch. 6. Auflage. Carl Hanser Verlag, München.
- Kawollek M., Tantau H.J., Rath T. (2002): Entwicklung eines Versuchsstandes zur bildanalytisch gestützten Robotersteuerung im Pflanzenbau. *Gartenbauwissenschaft*, 67 (4), 121 - 127.
- Kern C., (2011). RFID für Bibliotheken. Springer Verlag Heidelberg. Deutschland
- Luvisi A., Panattoni A., Triolo E. (2012): Radio-frequency identification could help reduce the spread of plant pathogens. *California Agriculture*, 66 (3), 97-101. DOI: 10.3733/ca.v066n03p97
- Ohmeyer G., (2012). Einsatz von RFID im Gartenbau. KTBL-Arbeitsblatt 728, Darmstadt.
- Qian J.-P., Yang X.-T., Wu X.-M., Zhao L., Fan B.-L., Xing B. (2012): A traceability system incorporating 2D barcode and RFID technology for wheat flour mills. *Computers and Electronics in Agriculture*, 89, 76-85. DOI: 10.1016/j.compag.2012.08.004
- Ruiz-Garcia L., Lunadei L. (2011): The role of RFID in agriculture: Applications, limitations and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 79, 42-50. DOI: 10.1016/j.compag.2011.08.010
- Zhu W., Cao J., Xu Y., Yang L., Kong J. (2012) Fault-Tolerant RFID Reader Localization Based on Passiv RFID Tags. 2012 Proceedings IEEE INFOCOM, 2183- 2191.