

Einsatz der RFID-Technologie im Gartenbau

1 Einführung

Das Kürzel RFID steht für Radio Frequency Identification, eine Technik, die eine automatische und berührungslose Identifikation von Objekten erlaubt. Die Basis dafür bilden die sogenannten RFID-Tags, das heißt, Funketiketten mit einem kleinen Chip, dessen Speicher eine Kennung enthält, die durch Verwendung des Electronic Product Codes (EPC) weltweit eindeutig ist. Damit ist jedes RFID-etikettierte Objekt mittels eines RFID-Lesegerätes sicher und unverwechselbar zu identifizieren.

Diese Technologie wurde zwar schon in den 1970er-Jahren in der Landwirtschaft – beispielsweise zur Tieridentifikation bei der Kraftfutterzuteilung in der Rindermast – und später zur Zugangskontrolle in Skigebieten oder in Bibliotheken eingesetzt, aber erst jetzt führen die stetig fallenden Produktionskosten und die Einführung von weltweit akzeptierten Standards der Produktcodierung zum breiten Einsatz im Handel.

Es ist absehbar, dass die RFID-Tags aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile den Barcode zur Produktauszeichnung ablösen werden. Diese Technik wird die Wertschöpfungsketten revolutionieren, denn sie ermöglicht eine bisher nie gekannte Transparenz innerhalb der Lieferketten und birgt ein erhebliches Rationalisierungspotenzial für den gesamten Handel. Speziell in der Lebensmittelbranche ist die Forderung nach Rückverfolgbarkeit der Produkte ein ganz zentrales Anliegen geworden, per RFID wird diese Zielvorgabe umzusetzen sein. Der Gartenbau ist an dieser Stelle mit den Sparten Gemüse und Obst besonders betroffen, allerdings ist die Realisierung von Rückverfolgbarkeit im Sinne der Qualitätssicherung auch bei Nicht-Lebensmitteln ein wichtiges Ziel. Zudem sollen noch einige gartenbauspezifische Anwendungen beschrieben werden.

2 Grundlagen

Ein RFID-System besteht aus zwei Komponenten: dem RFID-Tag – auch Transponder, Smart-Label oder schlicht Funketikett genannt – und einem Schreib-/Lesegerät. Der Begriff Transponder setzt sich aus den Worten Transmitter und Responder zusammen und beschreibt damit gut seine Funktion; trotzdem wird im

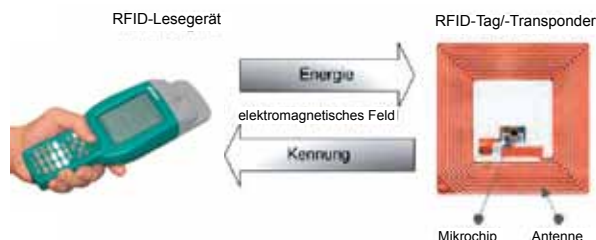


Abb. 1: Aufbau eines passiven RFID-Tags und Aktivierung durch ein Lesegerät (Fotos: Nordic ID)

Folgenden häufig auch der kürzere Begriff „Tag“ verwendet.

Grundsätzlich gibt es zwei Varianten von Tags: aktive – das heißt solche mit eigener Stromversorgung – und passive, deren Versorgung mit der zum Senden notwendigen Energie vom Lesegerät kommt. Die mit Abstand meistverwendeten Tags sind aber die batterielosen passiven Tags, die nur aus einem winzigen Mikrochip mit Datenspeicher, einer Antenne zum Senden der Daten und einem Trägerobjekt (z. B. Papierlabel) bestehen. Bei spezifischen Anforderungen, wie Hitze-/Kälte- oder Säure-Resistenz, wird eine Ummantelung aus Glas, Epoxid, PVC oder Keramik notwendig.

Wie in Abbildung 1 dargestellt sendet ein RFID-Lesegerät elektromagnetische Wellen aus, die von allen Tags in der Reichweite des RFID-Lesegerätes empfangen und zu ihrer Aktivierung verwendet werden. Derart aktivierte Tags senden dann ihre eindeutige Kennung sowie eventuell weitere Inhalte ihres Datenspeichers zum Lesegerät zurück.

Außer der schon beschriebenen unterschiedlichen Stromversorgung gibt es eine Reihe weiterer Merkmale, in denen sich RFID-Tags unterscheiden. Diese Kriterien sind in Tabelle 1 zusammengestellt und werden im Anschluss erläutert.

Wie in Tabelle 1 angegeben, hängt die Wahl des Transpondertyps ausschließlich von seinem Einsatzbereich ab. So eignen sich beispielsweise zur Produktauszeichnung passive Tags des mittleren Frequenzbereichs mit nur 64 Bit als Read-Only-Version, denn diese Tags können in großen Stückzahlen mit einer vorgegebenen eindeutigen Kennung gefertigt werden und sind dann entsprechend kostengünstig.

Tab. 1: Unterscheidungsmerkmale von RFID-Tags

Kriterium	Werte	Hinweise zur Verwendung
Stromversorgung	aktiv (eigene Stromversorgung) passiv (Energie vom Lesegerät)	Einsatz passiver Tags überwiegt: Anteil über 70 % ¹⁾
Frequenzbereiche	100–135 kHz Niederfrequenz (LF) 13,56 MHz Hochfrequenz (HF) 868 MHz ²⁾ Ultrahochfrequenz (UHF) 2,45 GHz Mikrowelle (MW)	Einsatzhäufigkeiten: 4 % LF, 57 % HF, 26 % UHF und 13 % MW ¹⁾
Reichweite	wenige cm bis mehrere m (passive) bis zu 100 m (aktive Tags)	Auswahl je nach Anforderung des Einsatzgebietes
Speicherkapazität	von 64 Bit bis zu 32 KB (passive Tags) bzw. mehrere MB (aktive Tags)	bei 64 Bit nur die Identifikations-Nr., sonst können weitere Daten gespeichert werden
Schreiben möglich	nein (nur Lese-Version, read only) ja (Schreib-Lese-Version, read/write)	read only: kostengünstige Variante für die Produkt- auszeichnung
Preis	von 5 Cent bis 10 Euro (derzeit) minimal 1 Cent (Ziel)	Auswahl je nach Einsatzgebiet

¹⁾ Quelle: Ergebnisse einer RFID-Marktstudie (ten Hoppel und Lange 2004, /1/)

²⁾ 868 MHz gilt in Europa, aber 915 MHz in den USA und 950–956 MHz in Japan (FLEISCH U. MATTERN 2005)

Die aktiven Transponder mit eigener Stromversorgung erzielen eine erheblich höhere Reichweite und werden deshalb bei Wegfahrsperren von Pkws, der Mauterfassung und in der Großcontainerlogistik eingesetzt. Im Vergleich zu den passiven Tags sind sie größer, haben mehr Speicher, allerdings auch eine geringere Lebensdauer und einen wesentlich höheren Preis. Solche aktiven Tags befinden sich normalerweise im Ruhezustand und aktivieren ihren Sender bei Empfang eines speziellen Signals.

Bauformen von Tags

Es gibt zahlreiche unterschiedliche Bauformen von Tags. Die in Abbildung 2 gezeigten Beispiele werden in der Reihenfolge von a bis f erläutert. Zunächst ist ein kombiniertes Klebeetikett zur Produktauszeichnung im Handel zu sehen; es ist auf der Vorderseite zusätzlich mit einem Barcode bedruckt und kann damit sowohl mit einem RFID-Lesegerät als auch mit einem Barcodeleser bearbeitet werden; für die Zeit der Umstellung von Barcode zu RFID eine sehr brauchbare Lösung. Die Verpackung eines Tags in ein winziges Glasröhrchen (Reiskorn-Größe) bietet sich an, wenn ein Implantat bzw. Injektat in einen lebenden Organismus gesetzt werden soll. Dies wird nicht nur zur Tieridentifikation oder zur Kennzeichnung eines Baumstammes, sondern in den USA sogar zur Überwachung von Alzheimer-Patienten in Altersheimen eingesetzt. Die Karten- oder auch die Anhänger-Form eines RFID-Tags wird üblicherweise für Zugangskontrollsysteme (Mitarbeiterausweis, Skipass usw.) verwendet. Der RFID-Nagel (nail tag) der Schweizer Firma Sokymat wurde für die Forstwirtschaft konzipiert, ist aber sicherlich auch im Baumschulbereich einsetzbar. Das letzte Bild zeigt einen

sogenannten DRFID-Transponder (Display+RFID) – eine interessante Neuentwicklung, bei welcher der Speicherinhalt des Chips auf einer Anzeige für den Menschen lesbar gemacht wird. Diese Anzeige funktioniert nach dem Prinzip der – elektronischen Tinte –, auch als E-Papier bezeichnet. Solches E-Papier besteht aus elektrisch leitendem Kunststoff und enthält winzige Kügelchen mit Farbpigmenten, die auf elektrische Spannung reagieren, womit weiße und schwarze Punkte erzeugt werden. E-Papier ist gegenüber herkömmlichen Bildschirmen kontrastreicher, in beliebiger Größe und kostengünstiger herstellbar sowie von jedem Blickwinkel aus gut lesbar. Außerdem ist der Stromverbrauch sehr gering, da nur beim Ändern des Inhaltes Strom fließen muss. Diese Kombination der beiden Technologien RFID und E-Papier birgt ein großes Potenzial, wenn man daran denkt, dass damit leicht und schnell änderbare Preisschilder an Supermarktregalen, Fahrkarten mit Anzeige des Restguthabens usw. zu realisieren sind. Diese Schilder dürften auch im Gartencenter für die flexible, schnell änderbare Preisauszeichnung von Tischen mit Pflanzen gut geeignet sein.

Eine weitere, für den Gartenbau wichtige Bauform ist der Etikettensensor – ein aktiver Transponder mit integriertem Temperatursensor, der zur Überwachung und Rückverfolgung der Bedingungen bei Transport und Lagerung von temperaturempfindlichen Agrarprodukten (Obst, Gemüse, Jungpflanzen, Schnittblumen usw.) eingesetzt werden kann. Der Etikettensensor TempSens® der Firma KSW Microtec Dresden sieht aus wie eine Kreditkarte. Nach Angabe von GEYER et al. (2006) arbeitet er mit 13,56 MHz, kann für einen Messbereich von – 20 bis 50 °C eingesetzt werden und bei einer Genauigkeit von ± 1 K bis zu 700 Temperatur-Zeit-Datensätze abspeichern, wobei die Messintervalle zwischen 5 s und 12 h einstellbar sind. Die Lebensdauer der mitgelieferten Batterie beträgt ca. 4 bis 6 Monate. Der neu entwickelte Etikettensensor VarioSens® bietet außer einer Temperatur- auch eine Feuchte-Messung an /2/. Es ist zu erwarten, dass nach diesem Prinzip des Verbindens von RFID- und Sensortechnik weitere Spezialtransponder entwickelt werden. Vor kurzem wurde ein RFID-Chip mit Glukosesensor entwickelt, der Diabetiker-Patienten unter die Haut implantiert werden kann und dann ein schmerzfreies Auslesen der Blutzuckerwer-



Abb. 2: Bauformen von RFID-Tags a) Klebeetikett, b) Karten-, c) Glas-, d) Anhänger-, e) Nagel-, f) DRFID-Transponder (Fotos: a) smart-TEC, b) Ohmayer, c) + e) TAGnology RFID GmbH, d) GiS, f) asec)



Abb. 3: Beispiele von RFID-Schreib-/Lesegeräten

a) Mobiles Hand-Lesegerät, b) Lesegerät zur Zeiterfassung, c) Lesegerät am Handrücken, d) Stationäres Lesetor, e) Reader am Gabelstapler
(Fotos: a) B&M TRICON, b) PCS Systemtechnik GmbH, c-d) Metro AG 2007, e) Intermec)



Abb. 4: RFID-Drucker zur Herstellung von Smart Labels
(Foto: Printronix)

te ermöglicht. Dem nach ist der Schritt zu vergleichbaren Sensoren zur Messung von Phytohormonen in Pflanzen zumindest vorstellbar.

RFID-Schreib-/Lesegeräte

Die Bauweise von Lesegeräten variiert je nach Einsatzbereich eines RFID-Systems sehr stark (Abb. 3). Das Spektrum reicht vom kompakten, mobilen Hand-Lesegerät bis hin zu stationären Lesetoren für die Lagerverwaltung oder ein Mauterfassungssystem. Besonders leistungsfähige Geräte beherrschen auch die Pulklesung, das heißt, sie sind

in der Lage, viele Tags gleichzeitig zu erfassen. Für Anwendungen, bei denen das Bedienpersonal möglichst beide Hände zum Arbeiten frei haben sollte, ist das Lesegerät mit Befestigung am Handrücken eine interessante Lösung. Auch die Montage eines solchen RFID-Lesegerätes direkt am Gabelstapler kann eine effektive Möglichkeit sein, dem Staplerfahrer über einen Monitor in seiner Fahrerkabine eine schnelle Kontrolle über die Inhalte seiner geladenen Palette zu verschaffen. Zu beachten ist, dass nicht jedes Lesegerät auch zum Beschreiben von Tags geeignet ist.

Zur Herstellung sogenannter Smart Labels, die Text und herkömmlichen Barcode mit einem eingebetteten RFID-Chip kombinieren, werden inzwischen auch spezielle RFID-Drucker angeboten (Abb. 4). Ein solcher Drucker kann parallel über den integrierten RFID-Writer den Produktcode und weitere Informationen in den Speicher eines Labels übertragen als auch konventionell dessen Beschriftung mit Barcode und lesbarem Text vornehmen. Diese Smart Labels werden heute schon beispielsweise zur Kennzeichnung des Gepäcks an Flughäfen verwendet.

Als wichtige Schnittstelle zur RFID-Welt ist NFC (Near Field Communication) zu sehen, ein neuer Standard zum kontaktlosen Austausch von Daten über kurze Strecken (Reichweite < 10 cm) und schneller Übertragung (> 400 KB/s) mittels RFID-Technik (13.56 MHz). Diese Technik wurde speziell für die Zahlungsabwicklung kleiner Beträge geschaffen, sie kann aber auch zur Übertragung anderer Daten genutzt werden. Die Firmen Apple, Google, Nokia u. a.

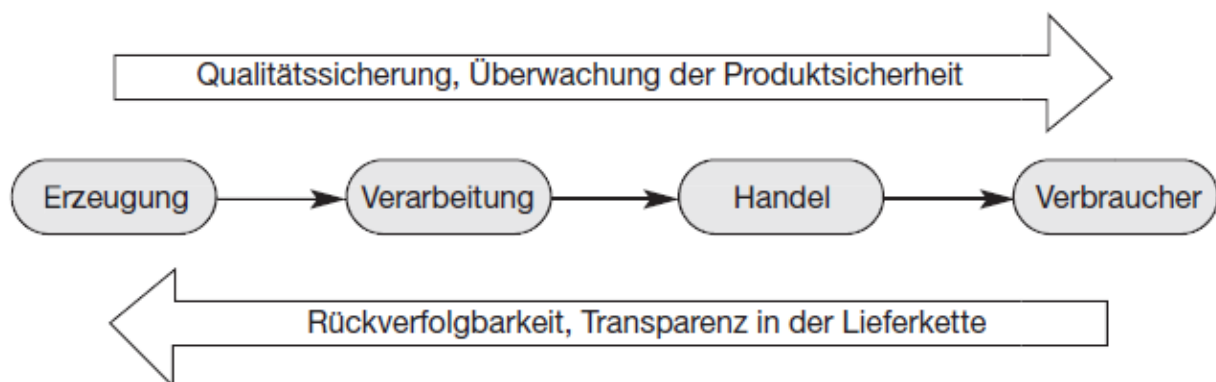


Abb. 5: Lieferketten-Management im Handel

Tab. 2: Aufbau des elektronischen Produktcodes EPC

Header (8 Bit)	EPC-Manager (28 Bit)	Objektklasse (24 Bit)	Seriennummer (36 Bit)
Gibt Auskunft über die Version des EPC	Codierung des Unternehmens, das für die folgenden Blöcke verantwortlich ist	kennzeichnet die Art des Produkts (sog. SKU = Stock Keeping Unit)	identifiziert jedes einzelne Produkt innerhalb einer Objektklasse
z. B.: 01	0000A89	00016F	000169DC0

Tab. 3: Vergleich Barcode mit RFID

Eigenschaft	Barcode	RFID
Zugriffsart	sequenziell, nur lesen	parallel, auch schreiben
Geschwindigkeit	niedrig	hoch
Sicherheit	niedrig (z. B. Verschmutzungsanfälligkeit)	hoch (Warenrückverfolgbarkeit, Diebstahlschutz u. a.)
Kosten (Cent/Stück)	gering (ca. 0,7 ct)	derzeit hoch: > 5 ct Prognose: 1 ct

haben angekündigt, ihre Mobilgeräte mit NFC-Funktionalität auszustatten, womit künftig Smartphones zu elektronischen Geldbörsen werden können.

3 Einsatz der RFID-Technik im Handel

Die Abbildung 5 zeigt alle Partner, die an der Lieferkette (Supply Chain) eines Produktes vom Erzeuger zum Verbraucher beteiligt sind. Die Forderung nach Qualitätssicherung und Überwachung der Produktsicherheit erfordert schon immer entsprechende Maßnahmen und Kontrollen entlang dieser Kette; neu dagegen ist das Verlangen des Verbrauchers, die totale Transparenz bezüglich Herkunft, Produktionsart und Transportbedingung eines Produktes herzustellen. Zur Realisierung dieser Rückverfolgbarkeit kann die RFID-Technik den entscheidenden Beitrag liefern, weil sie einen Weg eröffnet, jeden Teilschritt einer Lieferkette zu dokumentieren.

Eine unverzichtbare Basis dieses Lieferketten-Managements ist die Standardisierung der Produktcodierung. Schon im Jahr 2003 wurde die Organisation EPCglobal Inc. gegründet ein gemeinsames Tochterunternehmen von „EAN International“ und „Uniform Code Council“ (UCC), die in Europa und den USA für die Barcode-Standardisierung zuständig sind. Ziel der Gründung von EPCglobal war die Schaffung eines weltweit gültigen Standards zur branchenunabhängigen Nutzung der RFID-Technologie.

Der daraufhin entwickelte EPC (Electronic Product Code) ist somit der Schlüssel für eine weltweit einheitliche und eindeutige Identifikation einzelner Objekte wie Paletten, Kartons, Packstücke bis hin zu einzelnen Produkten. Dieser Code mit 96 Bits erlaubt die Kennzeichnung von bis zu 10^{18} (Trillion) Einzelprodukten eines Unternehmens; theoretisch wäre damit eine Codierung aller Gegenstände auf der Welt machbar.

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, werden mit dem EPC – ähnlich wie beim Barcode auch – zunächst das jeweilige

Unternehmen sowie der Artikeltyp als SKU (z. B. Poinsettie im 11-Topf) gespeichert. Zusätzlich wird aber im letzten Teil des EPC noch eine Seriennummer mit abgespeichert, die jeden Einzelartikel eindeutig kennzeichnet. Damit kann in Verbindung mit den Aufzeichnungen zur laufenden Produktion eine artikelgenaue Rückverfolgung möglich gemacht werden (z. B. Poinsettie am 15. Januar 2011 als Nr. 35 getopft).

Ein Produkt-Barcode kann ohne Probleme in einen äquivalenten EPC umgewandelt werden, d. h. der EPC kann ein existierendes Nummerierungsschema, das sich im Handel bewährt hat, quasi als Teil-Format übernehmen. In Tabelle 3 werden die Vor- und Nachteile der beiden Kennzeichnungstechniken Barcode und RFID gegenübergestellt.

Für viele Warenhäuser wird der Diebstahlschutz ein starkes Argument zur Einführung dieser Technik sein, denn ein RFID-etikettierter Artikel wird beim Kassieren auch dann erfasst, wenn er vom Kunden in die Jackentasche statt den Einkaufswagen gesteckt wird.

Einbindung in die Unternehmens-IT

Voraussetzung für eine transparente Rückverfolgbarkeit ist allerdings, dass zu jedem Einzelartikel alle bezüglich Produktion, Verarbeitung oder Transport wichtigen Ereignisse zunächst in einer Datenbank des Unternehmens, beispielsweise im vorhandenen Warenwirtschaftssystem, abgelegt werden. Die Software, welche die Lesegeräte mit dem bestehenden IT-System verbindet, wird auch als Middleware bezeichnet. Um den Zugriff auf diese Daten von außen über einen internetbasierten Weg zu ermöglichen, wurde das EPCglobal-Netzwerk konzipiert, wobei teils auch vom „Internet der Dinge“ gesprochen wird, weil dabei die Grundprinzipien des konventionellen Internets übertragen wurden. Genauso wie im WWW vom Browser eine gesuchte Webseite über den zentralen DNS (Domain Name Service) eindeutig und schnell gefunden werden kann, sollen im EPCglobal-Netz die Informationen zu einem bestimmten Artikel über das zentrale Verzeichnis ONS (Object Name Service), welches die Speicherorte der gesuchten Information kennt, gefunden werden. Zur Realisierung dieses Informationsnetzwerkes muss noch ein komplexes System von Softwarekomponenten, Schnittstellendefinitionen, Sicherheitskonzepten und anderen Standards für die teilnehmenden Firmen aufgebaut werden (Genaueres dazu bei CLASEN 2006, FLEISCH und MATTERN 2005). Solche umfassenden Lösungen werden auch als Warehouse-Management-Systeme bezeichnet.

Die Auszeichnung aller Waren mit RFID- statt Barcode-Etiketten scheitert derzeit noch am Preis, hat aber ein enormes Einsparpotenzial; dieses reicht vom schnelleren Kassiervorgang über den Diebstahlschutz bis hin zum Einsatz intelligenter Regale, die automatisch fehlende Waren rechtzeitig nachbestellen und dem Kunden bei einer Produktentnahme entsprechende Produktinformationen anzeigen. Der derzeit hohe Transponderpreis könnte durch das Konzept des Chip-Sharings aufgefangen werden: alle Beteiligten einer Wertschöpfungskette nutzen die Transponder gemeinsam und teilen sich die Kosten. Die Metro-Gruppe testet Einsatz und Akzeptanz dieser Technik



Abb. 6: Innerbetrieblicher Transport bei Rutishauser und verwendetes RFID-Stecketikett

seit längerer Zeit in einem Supermarkt der Zukunft [3]. Zu erwarten ist, dass in Zukunft RFID-Handys zur elektronischen Geldbörse werden, d. h. ein Bezahlvorgang läuft zwischen diesem Handy und einem RFID-Lesegerät an der Kasse automatisch ab und ist so einfach wie der Gang durch ein Drehkreuz am Skilift.

In der Praxis hat sich aber heute schon die Kennzeichnung von Transportverpackungen aller Art (Paletten, CC-Container und andere Mehrwegverpackungen) durchgesetzt. Während einige große Handelsgruppen (Metro, Wal-Mart, Tesco) dies seit längerer Zeit zur schnellen Wareneingangserfassung einsetzen, wurde im Gartenbau vor kurzem begonnen, die Logistik der Transport-Container von CC (Container Centralen Odense) mittels RFID zu managen (genauere Beschreibung im nächsten Abschnitt).

Wenn dann noch die oben beschriebenen Etikettensensoren, die zu einstellbaren Zeitpunkten beispielsweise die Umgebungstemperatur aufzeichnen, eingesetzt werden, kann die thermische Belastung der geernteten Produkte kontinuierlich überwacht werden, d.h. Qualitätssicherung von Obst und Gemüse auf höchstem Niveau (LINKE und GEYER 2005).

4 RFID-Einsatzbereiche im Gartenbau

Auch wenn die meisten erfolgversprechenden RFID-Projekte im Handel anzusiedeln sind, existieren noch viele weitere Anwendungsfelder dieser Technik. Einige wenige betreffen auch den Gartenbau und sollen kurz beschrieben werden.

Pflanzenkennzeichnung in der Produktion und für den innerbetrieblichen Transport

Die RFID-Kennzeichnung beispielsweise von Zierpflanzen in Töpfen oder Baumschulware in Containern wird vermutlich vom Handel in absehbarer Zukunft verlangt werden. Vernünftigerweise sollte der Produktionsgartenbau eine solche Auflage dann auch für eigene Vorteile nutzen, indem die Etikettierung gleich zu Beginn der Produktion und nicht erst bei der Kommissionierung für den Handel vorgenommen wird. Denn jede Pflanze wäre damit über den gesamten Produktionsablauf (Topfen über Rücken bis zum Verkauf) eindeutig identifizierbar. Die Rückverfolgung einzelner Pflanzen ist bei Bedarf möglich, vorausge-

setzt, es werden entsprechende Aufzeichnungen über den Produktionsablauf gespeichert. Falls für bestimmte Tätigkeiten Roboter mit integriertem RFID-Leser eingesetzt werden, ist die Pflanzenauswahl mit diesem System einfach. Wird mit einem solchen System das Wachstum der einzelnen Pflanzen kontinuierlich verfolgt, sind Schwachstellen innerhalb der Produktion schnell lokalisierbar und damit ein echtes Monitoring der Produktion zu realisieren.

Natürlich ist ebenso möglich, statt den einzelnen Pflanzen ganze Trays, Kisten oder CC-Container zu etikettieren, um beispielsweise bei der Kommissionierung durch die automatisierte Auswahl von Pflanzen Rationalisierungsvorteile zu gewinnen.

Das Schweizer Floristik-Unternehmen Rutishauser AG setzt in seinem hochtechnisierten Betrieb in Züberwangen RFID ein, um die einzelnen Pflanzen-Trays über automatisierte Fördertechnik zu den verschiedenen Kommissionier- und Versand-Plätzen zu transportieren (Abb. 6). Die dabei eingesetzten Stecketiketten werden wiederverwendet. Die Fachhochschule Nordwestschweiz führte im Vorfeld der Einführung dieses Systems umfangreiche Tests durch, um die Anlage hinsichtlich Abhängigkeit der Lesequalität von der Geschwindigkeit der Förderanlage, der Verschmutzung von Etiketten durch Erde und Feuchtigkeit und anderen Störfaktoren richtig einzustellen ([4], LIPP und MEZGER 2007).

Kennzeichnung der CC-Container (Echtheitsprüfung)

Ab Anfang 2011 wurden zur Echtheitsprüfung im Rahmen der Aktion „Chip it“ die ca. 4 Millionen CC-Container europaweit mit dem roten RFID-Schloss ausgestattet (Abb. 7). Damit wird das Ziel verfolgt, Containerfälschungen effizient aufzuspüren, d.h. sogenannte Trittbrettfahrer des Poolsystems auszuschließen und mittelfristig die Technik zur Verbesserung der Logistik des CC-Pools zu nutzen. Der Standard wurde von Container Centralen in Zusammenarbeit mit IBM ausgearbeitet und von den Partnern FloraHolland, Landgard Blumen & Pflanzen, GASA Group und VGB (Vereniging van Groothandelaren) unterstützt. Seit dem Start haben auch weitere Schwergewichte des Gartenbausektors Ihre Unterstützung zugesagt. Konkret bedeutet dies, dass jeder CC-Pool-Teilnehmer, sei es Gärtner, Vermarkter, Spediteur oder Kunde, wenn er CCs mit



Abb. 7: Schloss mit RFID-Chip zur Echtheitsprüfung von CC-Containern (Foto: Container Centralen)



Abb. 8: Scannen von CC-Containern (Foto: Container Centralen)

oder ohne Pflanzen tauscht, durch Scannen der Schlösser mit einem tauglichen RFID-Lesegerät deren Echtheit prüfen soll (Abb. 8).

Tabelle 4 gibt Auskunft über zertifizierte, d.h. geeignete RFID-Lesegeräte unterschiedlicher Lieferanten. Vorge stellt werden u. a. Produkte von IdentPro /5/, iDTRONIC /6/, Nordic ID /7/ und PANMOBIL /8/. Es werden Geräteeigenschaften beschrieben, die für den Einsatz im Gartenbau und für die Auswahl des dafür richtigen Gerätes von Relevanz sind. Dazu gehören zum Beispiel Lesereichweite, Akkulaufzeit, Gewicht, Display, Schutzart etc.

Die Angaben beziehen sich auf das jeweilige Standardprodukt, optionale Ausstattungen sind markiert. Die Preisangaben wurden von den Herstellern übernommen, Abweichungen können im Einzelfall vorkommen.

Wegen der hohen Kosten für die Beschaffung von Lesegeräten ist die Gärtnerschaft derzeit noch in Befürworter und Ablehner dieser Technik gespalten. Deshalb ist zu hoffen, dass baldmöglichst gemeinsam mit dem Handel ein Verfahren installiert werden kann, über das außer der Echtheitsprüfung beim Scannen auch gleichzeitig die gesamte

Ware auf einem Container automatisch erfasst und damit entsprechender Mehrwert erzielt werden kann. Eine solche Erfassung der Produkte (und nicht nur deren Ladungsträger) mittels RFID ist in anderen Branchen längst Standard mit einer zweifelsfrei positiven ökonomischen Bilanz.

Zur Kennzeichnung der CC-Container Daniel Wolter, Landgard Logistik GmbH

Landgard, Deutschlands führende Vermarktungsorganisation im Gartenbau, unterstützt die Forderung beim Scannen auch gleichzeitig die gesamte Ware auf einem Container automatisch zu erfassen. Mittelfristig wird das Ziel der Nutzung der RFID-Technologie innerhalb der Gartenbaubranche verfolgt.

Nach erfolgreicher Umstellung und Bewährungsprobe des neuen Systems in der Saison 2011 steht zunächst allerdings die Erarbeitung der Grundlagen und Voraussetzungen im Fokus, d.h. Schritt für Schritt, je nach Anwendungsbereich, flächendeckend die richtigen RFID-Geräte im Konzern sowie in enger Zusammenarbeit bei Erzeugern auszuwählen und zu implementieren. Landgard betont, dass hierbei Vor- und Weitsicht geboten ist. Nicht jedes Gerät ist für jeden Anwendungsbereich geeignet. Ausschlaggebend ist, was der Anwender mit der Technik zu welchem Zeitpunkt erreichen möchte.

- Leergutstapel oder Einzelcontainer vorerst nur auf Echtheit prüfen?
- Wie viele Container (10, 100 oder mehr) pro Tag und an welchen Orten scannen?
- Wareninformationen mit der eindeutigen Nummer des CC-Schlösses verlinken?
- Leergutkonten durch Scannen verwalten?

Weitere Einflussfaktoren, wie ergonomische Arbeitsweisen oder das Interesse andere Programme für den Gartenbaubetrieb auf den Scannern laufen zu lassen, komplizieren zusätzlich die Auswahl des richtigen Gerätes. Für Nichtfachleute schwer überschaubar! Mit ausgewählten Lieferanten organisiert Landgard darum Informationsveranstaltungen, um für 2012 zunächst einfache und günstige Scanner in der Praxis zu präsentieren und für den jeweiligen Anwendungsbereich zu empfehlen.

Im Jahr 2012 ist es das Ziel, gemeinsam mit Erzeugern und Wettbewerbern in Arbeitsgruppen konkrete Nutzenpotenziale zu erarbeiten, in einem Standard zusammenzufassen und in Pilotprojekten zu testen. Es ist besonders wichtig, heute funktionale Systeme und Standards, wie BLUCom und FLOREcom, mit der RFID-Technik zu erweitern, anstatt neue Systeme mit hohen Kosten zu entwickeln. Ein Mehrwert ist mit einfachen RFID-Geräten nur begrenzt zu erzielen, deshalb ist davon auszugehen, dass ein „intelligenter“ Scanner ab 2013 in vereinzelten Arbeitsabläufen notwendig sein wird.

Intelligenz und Kosten sind dabei mit der Praxistauglichkeit und Vereinfachungen in Einklang zu bringen. Eine Herausforderung und Zielsetzung, die einem ausreichenden Zeithorizont bedarf und in 2012 anvisiert wird.

Tab. 4: RFID-Lesegeräte zum Scannen von CC-Containern

	Gerätetyp	Hersteller	Preis ¹⁾ [€]	Reichweite [cm]	Barcode ²⁾	Pulklesung ²⁾	Laufzeit Akku [h]	Größe (LxBxH)[mm]	Gewicht [g]	Tastenanzahl	Display ²⁾	Schutzart IP...	Sturzfest bis zu ... [m]	Betriebssystem	Datenübertragung	Besonderheiten
Mobile Geräte																
	ident GALA 1200	IdentPro	1.980	100 – 150	X	X	8–10	146x129x74	590	25	3,6" Touch	54	1,5	WinCE 5.0 ³⁾	WLAN, Bluetooth, USB, GPRS ⁴⁾	Ladestation; KFZ-Halterung ⁴⁾ ; GPS ⁴⁾ ; Kamera ⁴⁾
	Stabreader	iDTRONIC GmbH	1.695	30	N	X		100x150x1070	1000	4	X	54	1	WinCE	WLAN; Bluetooth; USB	Display, 3 LEDs, Scan Button
	Beinreader	iDTRONIC GmbH	599	100	N	X		80x96x32	200	1	n	54	1		WLAN; USB	in Verbindung mit einem PDA; Befestigungsband ⁴⁾
	Handheld	iDTRONIC GmbH	249	30	N	X		180x65x28	125	1	X	40	1	WinCE	WLAN, Bluetooth, USB	kostengünstig, einfache Benutzerschnittstelle
	PDA M3 Smart	iDTRONIC GmbH	799	30	N	N	48	69x142x20	165	AN	X	54	1,5		WLAN, Bluetooth, USB, GSM	alphanumerisch, Tastenzahl abhängig von Tastatur (numerisch oder QWERTZ)
	PDA M3 Orange	iDTRONIC GmbH	799	30	N	X	48	79x166x25	245	AN	X	65	1,5		WLAN, Bluetooth, USB	alphanumerisch, Tastenzahl abhängig von Tastatur (numerisch oder QWERTZ)
	DOTel UHF Gun	iDTRONIC GmbH	1.799	30	N	Y	48	146x74x126	445	AN	X	65	1,5		WLAN, Bluetooth, USB	alphanumerisch, Tastenzahl abhängig von Tastatur (numerisch oder QWERTZ)
	Morphic	Nordic ID	893–1.400	50	O	X	8 16 ⁴⁾	147x24x54	170–190	21	2,2" Touch	54	1,5	WinCE 6.0 ³⁾	Bluetooth, GPRS ⁴⁾ , WLAN ⁴⁾ , USB ⁴⁾ , LAN ⁴⁾	Handyfunktion; lesen und beschreiben; automatische Systemupdates; Tischladegerät mit USB und LAN ⁴⁾
	Merlin Cross Dipole	Nordic ID	2.755–3.330	300	O	X	28	230x90x47	450	29	3,5" Touch	54	1,6	WinCE 6.0 R3 ³⁾	Bluetooth, GPRS ⁴⁾ , WLAN ⁴⁾ , USB ⁴⁾ , LAN ⁴⁾	Zusatzakku; Tag kann auch in geschlossener Box gelesen werden; auslesen von RFID und Barcode in einem Arbeitsschritt; Tischladegerät mit USB und LAN ⁴⁾
	Green Sector PL3000 Simple	Nordic ID	1.123	150	N	X	14	250x90x47	550	29	3,5" Touch	54	1,5	WinCE 6.0 ³⁾	GPRS	„abgespeckte“ Version des Standardgerätes; Betriebssystem kann nicht genutzt werden; nur für CC-Container-Authentifizierung; Tischladestation und CC RFID-Applikation
	GSbasic	PANMOBIL	717–803	10–20	X	X	8	104x56x33	139	19	OLED	54	1,8	Embedded Linux	USB, LAN, WLAN ⁴⁾ , GPRS ⁴⁾ , Bluetooth ⁴⁾	Stoßprotector

Fortsetzung nächste Seite

Tab. 4: RFID-Lesegeräte zum Scannen von CC-Containern

	Gerätetyp	Hersteller	Preis ¹⁾ [€]	Reichweite [cm]	Barcode ²⁾	Pulklesung ²⁾	Laufzeit Akku [h]	Größe (L x B x H) [mm]	Gewicht [g]	Tastenanzahl	Display ²⁾	Schutzart IP...	Sturzfest bis zu ... [m]	Betriebssystem	Datenübertragung	Besonderheiten
Mobile Geräte																
	GSgun	PANMOBIL	840-918	50-300	0	X	8	138x56x120	468	0, 7, 19	OLED	54	1,8	Embedded Linux	USB, LAN, WLAN ⁴⁾ , GPRS ⁴⁾ , Bluetooth ⁴⁾	Pistolengriff mit Scanknopf; Präsentationsmodus; auch ohne Display und Tasten erhältlich
	GSsmart	PANMOBIL	452	5-10	0	X	8	116x50x31	80	3	N	54	2	Embedded Linux	USB, Bluetooth ⁴⁾	Präsentationsscanner; Verlängerungsstick ⁴⁾ ; Vibrationsalarm ⁴⁾
Stationäre Geräte																
	ident-GALA System 3000	IdentPro	ab 4.689	100	N	N		A-Box ⁵⁾ : 380x340x163 Antenne: 1000x170x30	Antenne 6000; A-Box ⁵⁾ 12000		10,4" Touch	65		WinCE 5.0 ³⁾	Ethernet, USB	Bodenreader bestehend aus A-Box ⁵⁾ mit TFT-Monitor und Antenne; LKW-überrollbar; Lesebreite 2, 3 oder 4 m
	ident-GALA System 2000	IdentPro	ab 2.948	150	N	N		A-Box ⁵⁾ : 380x340x163 180x140x112 Antenne: 190x190x76	Antenne 1500; A-Box ⁵⁾ 10000 bzw. 1000		3,5" oder 10,4" Touch	65		WinCE 5.0 ³⁾	USB	Seitenreader bestehend aus A-Box ⁵⁾ mit TFT-Monitor und Antenne
	Desktop Reader	iDTRONIC GmbH	279	30	N	X	-	100x40x60	196	0	n	65			USB	3 softwaregesteuerte LEDs
	USB Stick	iDTRONIC GmbH	149	20	N	X	-	75x12x22	16	0	n	40			USB	Power und Read LED
	Multi-reader 10 X ⁶⁾	iDTRONIC GmbH	4.950	20	N	X										ein Prototyp wird bereits bei Landgard eingesetzt; Serienreife voraussichtlich 2013
	Multi-reader 15 X ⁶⁾	iDTRONIC GmbH	6.490	20	N	X										ein Prototyp wird bereits bei Landgard eingesetzt; Serienreife voraussichtlich 2013

¹⁾ Nettopreise laut Hersteller ²⁾ X = beim Standardgerät vorhanden; 0 = optional; N = nicht vorhanden ³⁾ WinCE = Microsoft® Windows® Embedded CE

⁴⁾ Optional ⁵⁾ A-Box = Authentifizierungs-Box ⁶⁾ Lieferbar vsl. ab 2013

Monika Baur, HS WST; Till Belau, KTBL, 2011

Überwachung der Nacherntekette bei Obst und Gemüse

Über die schon in Kapitel 2 beschriebenen Etikettensensoren können nicht nur die thermische Belastung von empfindlichen Produkten, sondern auch weitere Informationen – wie Zeitpunkte und Art von Transporten oder Behandlungen – erfasst und bei Bedarf ausgewertet werden (Abb. 9).

Solche Verfahren werden die Realisierung von Qualitätssicherung auf hohem Niveau und die Umsetzung von Forderungen des bereits geltenden EU-Lebensmittelhygienepakets ermöglichen.

Arbeitszeiterfassung in der Produktion

Immer wenn ein Mitarbeiter eine neue Tätigkeit beginnt oder beendet, soll er sich mit seinem Ausweis-Transponder an einem der vorhandenen RFID-Lesegeräte identifizieren und somit seine Arbeitszeit protokollieren. Die RFID-Technik

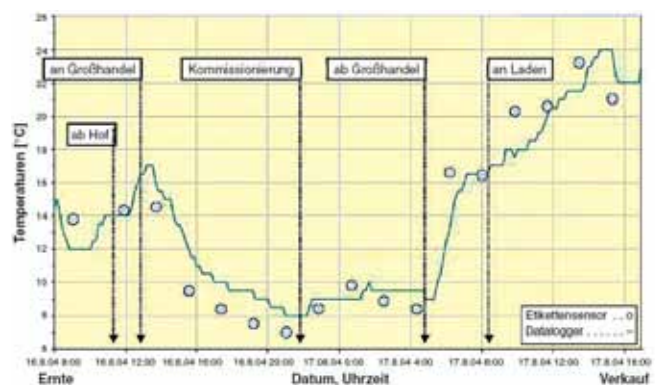


Abb. 9: Thermische Belastung von Kopfsalat in Folie (GEYER et al. 2006)

nik eignet sich damit bestens zur kulturspezifischen Erfassung von Arbeitszeiten und ermöglicht damit eine realistische Kulturkalkulation (OHMAYER 2006, WULFERS 2006).

Kennzeichnung von Bäumen

Eine Baumschule bei Darmstadt hat schon vor ein paar Jahren ihren Ulmen, die nach ihren Angaben garantiert gegen die Ulmenkrankheit resistent sein sollen, winzige Glastransponder implantiert, um so unberechtigte Garantieleistungen sicher vermeiden zu können (Abb. 2c, BOROWSKI 2009). Diese Transponder wurden in definierter Höhe in den Stamm geschossen und die kleine Wunde mit Harz verschlossen. Die Stadt Mannheim hat ihre Straßenbäume auf diese Weise mit Transpondern gekennzeichnet, kann damit elegant vor Ort baumpflegerische Maßnahmen festlegen und hat alle Daten immer leicht abrufbar. Inzwischen bietet sich dazu der Einsatz von RFID-Nägeln an (Abb. 2e, /9/).

Grabsteinüberwachung/Friedhofsmanagement

Wenn auf einem Friedhof jeder Grabstein RFID-etikettiert wird, kann das Pflegepersonal mit einem PDA, RFID-Lesegerät und entsprechender Software „im Vorbeigehen“ alle relevanten Daten über ein Grab erfahren, eine Zustandsbeschreibung erfassen und notwendige Pflegearbeiten abrufen /10/.

Ticketing bei Gartenschauen

Nach den positiven Erfahrungen bei der Fußball-WM in Deutschland ist die Umstellung der Zugangskontrolle bei anstehenden Gartenschauen auf RFID-Eintrittskarten vermutlich nur eine Frage der Zeit.

Identifikation von Bienen

Am Institut für Bienenkunde der Universität Frankfurt (Prof. Bernd Grünewald) wurden Bienen mit einem Mini-Transponder (Gewicht 4 mg) beklebt (Abb. 10), um deren individuelles Verhalten unter Stress zu untersuchen /11/. Solche Experimente können beispielsweise helfen, die Vorgänge beim Krankheitsbefall eines Bienenvolkes mit Varroamilben oder bei Insektizidvergiftungen zu klären. Die bisherigen Anwendungen solcher Mini-Transponder sind zwar eher der Grundlagenforschung zuzuordnen, künftig sind aber Einsatzbereiche näher an der gärtnerischen Praxis denkbar (z. B. Optimierung der Hummelbestäubung bei Kulturen unter Glas).



Abb. 10: Bienen mit Chip-Rucksack
(Foto: Grünewald)

5 Probleme und Gefahren des RFID-Einsatzes

Es gibt zahlreiche Randbedingungen, die bei der Auswahl der einzusetzenden RFID-Technik zu berücksichtigen sind und deren Optimierung teils schwierig machen.

Übertragungsraten

Bei Pulklesung vieler Tags ist eine schnelle Datenübertragung wichtig, um die einzelnen Tags elektronisch vereinzeln zu können. Da Daten bei höheren Frequenzen schneller übertragen werden können, scheiden für die Produktkennzeichnung im Handel LF-Tags aus. Die vom Handel geforderte Erkennungsrate von über 99 % kann bei Pulk-erfassung derzeit kaum erreicht werden.

Reflexionen/Interferenzen

Durch die Überlagerung von gesendeten mit reflektierten elektromagnetischen Wellen kommt es zu Interferenzen, d. h. zu Feldverstärkungen oder auch Auslöschungen – ein Effekt, der sich bei höheren Frequenzen stärker bemerkbar macht. Dies spricht in vielen Anwendungen gegen den Einsatz von UHF-Tags.

Metallflächen

Beim Auftreffen von elektromagnetischen Wellen auf Metall- oder anderen elektrisch leitenden Flächen entstehen Energieverluste durch Wirbelströme, und zwar umso mehr, je höher die Frequenz ist. Aus diesem Grund werden in der Umgebung vieler Metallflächen bevorzugt LF-Systeme eingesetzt. Die derzeit üblichen Einkaufswagen in Supermärkten müssen, da sie Faradaysche Käfige darstellen, bei Einführung der berührungslosen Warenerfassung durch neue Modelle ersetzt werden.

Wasser

Da wasserhaltige Produkte von niedrigen Frequenzen besser durchdrungen werden und bei hohen Frequenzen Absorptionen zu berücksichtigen sind, sollten zur Auszeichnung von gärtnerischen Produkten die UHF-Frequenzen gemieden werden.

Gleichzeitiger Einsatz von mehreren Lesegeräten

Bei Einsatz von mehreren Lesegeräten sind sorgfältige Trennungen der Arbeitskanäle oder geeignete Abschirmungsmaßnahmen vorzusehen.

Wie bei fast jedem Informatikthema spielt auch hier die Gewährleistung von Sicherheit bei den enormen Datenströmen eine wichtige Rolle. Die Gefahren reichen von speziellen RFID-Viren (vergleichbar mit den bekannten Computerviren), womit in Laborversuchen an der Universität von Amsterdam schon experimentiert wurde, bis hin zu unerlaubter Modifikation von Daten oder Vortäuschen einer falschen Identität (RFID-Phishing). Entsprechende Abwehrkonzepte müssen rechtzeitig entwickelt werden.

Da RFID zunehmend auch in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert wird, sind einige gesellschaftspolitische Anmerkungen zu den Gefahren des RFID-Einsatzes angebracht. So sehr Techniker und auch Betriebswirtschaftler von dieser Technik mit ihren Einsatzmöglichkeiten fasziniert sind, so besorgt sind die Datenschützer. Die Bedenken richten sich dabei vor allem gegen die Praxis, Produkt-



Abb. 11: Herstellung von polymeren Elektronikschaltungen über Druckverfahren (Foto: PolyIC GmbH & Co. KG)

informationen mit personenbezogenen Daten zu vernetzen – was über RFID-Einsatz natürlich noch viel leichter zu realisieren sein wird als bisher (BERTHOLD et al. 2005). Als höchst bedenklich sind beispielsweise eine mit RFID mögliche Kompletterfassung des Konsumverhaltens oder die Erstellung von Bewegungs- und Verhaltensprofilen einzustufen. Der „gläserne Mensch“ – von George Orwell als grauenhafte Zukunftsvision beschrieben – könnte mit RFID Realität werden.

Unterstützenswert sind daher die Forderungen der GI (Gesellschaft für Informatik) an die Politik, zu folgenden Punkten entsprechende gesetzliche Bestimmungen zu erlassen:

- die Erkennbarkeit der Transponderverwendung ist sicherzustellen
- ein Anspruch auf Entfernung/Deaktivierung von Transpondern muss bestehen
- ein Auskunftsrecht über die Art der Datenerfassung ist zu schaffen

Es ist zu hoffen, dass die Politik baldmöglichst Regulierungen schafft, die einerseits den Datenschutz wahren und andererseits das kommerzielle Potenzial dieser Technologie nicht unnötig behindert.

6 Ausblick

Durch Einsatz der sogenannten Polymer-Elektronik, die eine Produktion von RFID-Etiketten in einer Art Siebdruckverfahren ermöglichen soll, wird ein starker Preisverfall und in dessen Folge der komplette Barcode-Ersatz auch bei Billigprodukten erwartet. Denn es können mit dieser

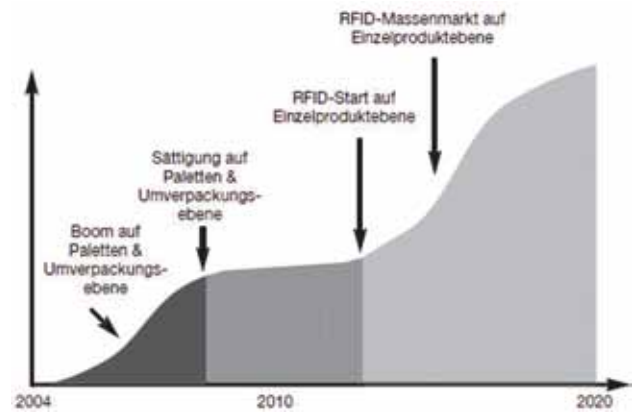


Abb. 12: Prognose des zukünftigen RFID-Einsatzes (IDC, 2005)

Technik – wie Abbildung 11 zeigt – in einem Arbeitsgang viele identische Schaltungen hergestellt werden.

Wie in Abbildung 12 dargestellt, wurde schon vor einigen Jahren prognostiziert, dass der RFID-Einsatz in 2 Stufen ablaufen wird. Die Etikettierung der Verpackungen im gesamten Handel gehört mittlerweile schon zum Standard (siehe Kennzeichnung von CC-Container im Gartenbau). Der zweite Anstieg (Massenetikettierung der Einzelprodukte) – hier ab ca. 2015 zu erwarten – dürfte sich allerdings noch um einige Jahre verzögern, weil sich die oben erwähnten Druckverfahren nach wie vor im Forschungs- und Entwicklungsstadium befinden und der damit verbundene Preisverfall von RFID-Tags noch länger auf sich warten lässt.

Es ist absehbar, dass es in vielerlei Hinsicht zu einer Verschmelzung verschiedener Techniken kommen wird. Beispielsweise wird die Integration von RFID in bestehenden GPS-Systemen neue Möglichkeiten der Transportwegeüberwachung eröffnen. Oder die Ausstattung des Handys mit einem RFID-Reader und Internetzugang wird dem Kunden die Möglichkeit verschaffen, sich über die Produktherkunft, den Produktionsstandard (z.B. Bio), eventuelle Warnhinweise (Allergene, gentechnisch veränderte Inhaltsstoffe etc.) während des Einkaufs genauestens zu informieren. Außerdem wird ein solches RFID-fähiges Handy zur elektronischen Geldbörse.

Visionäre reden davon, dass in naher Zukunft die RFID-etikettierten Transport-Container ähnlich wie die Datenpakete im Internet selbstständig ihren Weg in der Lieferkette finden, und bezeichnen diese Selbststeuerung der Warenströme als „Internet der Dinge“. Die Idee dabei ist, eine Fracht per RFID mit dem Wissen über ihr Ziel auszustatten. Das Prinzip des Transportes ist nun gleich wie beim Internet der Daten: Frachtpakete suchen sich genauso wie die Datenpakete, die von E-Mails und Webanfragen gebildet werden, selbstständig ihren Weg, indem sie sich von einem Knotenpunkt zum nächsten hangeln und teils den kürzesten oder einfach den gerade freien Weg nehmen.

Literatur

- Berthold, O.; Günther, O.; Spiekermann, S. (2005): RFID: Verbraucherängste und Verbraucherschutz. *Wirtschaftsinformatik* 47(6), S. 422–430
- Borowski, M. (2009): Resista-Ulmen: Sicherheit mit Chip. *Baumschule* 1, S. 24–25
- Fleisch, E.; Mattern, F. (Hrsg.) (2005): *Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen*. Springer Verlag, Berlin
- Geyer, M.; Schlüter, O.; Linke, M. (2006): RFID-Sensoren für den Einsatz im Produktionsgartenbau. Vortrag auf der KTBL-Arbeitstagung Technik im Gartenbau, 18. bis 21. September 2006, Neustadt/W.
- IDC, (2005): Prognose des zukünftigen RFID-Einsatzes. *Computer Zeitung* 03-04/2005
- Linke, M.; Geyer, M. (2005): Erste aktive Etikettensensoren. *Gemüse* 41(6), S. 23–24
- Lipp, U.; Mezger, M. (2007): Auch Floristik braucht Logistik – RFID steuert Blumenpracht bei Rutishauser AG Züberwangen. *Ident* 4, S. 14–16
- Ohmayer, G. (2006): RFID – schon bald Einsatz im grünen Einzelhandel? *TASPO* 140(45), S. 11
- ten Hompel, M.; Lange, V. (Hrsg.) (2004): *RFID-Logistiktrends für Industrie und Handel*. Verlag Praxiswissen, Dortmund
- Wulfers, K. (2006): Einführung einer berührungslosen Zeiterfassung im Betrieb G. Schulz Gartenbau KG (Papenburg). Vortrag auf den 41. Grünberger Gemüsebautage, 27.11.06, Grünberg

Allgemeine Literatur

- Beplate-Haarstrich, L.; von Hörsten, D.; Lücke, W. (2006): Rückverfolgung pflanzlicher Produkte – Nutzung von Radio Frequency Identification. *Landtechnik* 61(2), S. 80–81
- Clasen, M. (2006): Das EPCglobal-Netzwerk – Ein Werkzeug zur Rückverfolgung in Echtzeit. *Online-Zeitschrift eZAI (elektronische Zeitschrift für Agrarinformatik)* 1, S. 3–15
- Finkenzeller, K. (2002): *RFID-Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten*. 4. Aufl., Carl Hanser Verlag, München
- Gampl, B.; Müller, R.A.E. (2004): RFID – Technologie der Zukunft? Referate der 25. GIL-Jahrestagung, S. 33–36
- Linke, M.; Schlüter, O.; Geyer, M. (2004): Aktive Transpondertechnik in der Nacherntekette von Obst und Gemüse. *Landtechnik* 59(6), S. 330–331
- Miller, F. (2004): RFID – bald funkt es überall. *Fraunhofer-Magazin* 4, S. 8–13
- Ohmayer, G. (2005): Supermarkt der Zukunft: RFID löst Barcode bald ab. *TASPO* 139(4), S. 8

Internetquellen (Stand Oktober 2011)

- /1/ <http://www.iml.fraunhofer.de>
(umfangreiches Informationsangebot der Fraunhofer-Gesellschaft zur RFID-Technik und zu Anwendungen)
- /2/ <http://www.variosens.com>
(Informationen zum Etikettensensor VarioSens®)
- /3/ <http://www.future-store.org>
(Metro-Projekt Supermarkt der Zukunft)
- /4/ http://www.easyfairs.com/uploads/tx_ef/AB_RFID-in-der-Floristik.pdf
Bericht über den Betrieb Rutishauser-Züberwangen
- /5/ <http://www.identpro.de>
(Anbieter von RFID-Technologie)
- /6/ <http://idtronic-group.com/>
(Anbieter von RFID-Technologie)
- /7/ <http://www.nordicid.de>
(Anbieter von RFID-Technologie)
- /8/ <http://www.panmobil.com>
(Anbieter von RFID-Technologie)
- /9/ <http://www.rfid-webshop.com>
(Anbieter verschiedenster Transponder, z.B. auch in Nagel-Form)
- /10/ http://www.friedhofverwaltung.eu/frieda_feld.php
RFID-basierte Friedhofsverwaltung)
- /11/ http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/dok/2009_01/3Gruenewald_Seite_25_31.pdf (Identifikation von Bienen)

Allgemeine Internetquellen (Stand Oktober 2011)

- <http://www.rfid-handbook.de>
(RFID-Handbuch)
- <http://www.rfid-im-blick.de>
(Informationsportal zu RFID-Themen und kostenpflichtiges Magazin)
- <http://www.info-rfid.de>
(Informationsforum mit vielen Anwendungsbeispielen)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/RFID>
(Lexikon-Wissen zu RFID)
- <http://www.ident.de>
(Anwendermagazin für Automatische Datenerfassung & Identifikation)
- <http://www.epcglobalinc.org>
(Homepage von EPCglobal)

<http://www.gs1-germany.de>
(Deutscher Vertreter von EPCglobal)

<http://www.kompetenzzentrum-autoid.de>
(AIM: Datenbank zu Herstellern von RFID-Produkten)

<http://www.container-centralen.de/rfid.aspx>
(Echtheitsprüfung mittels RFID der CC's von der Container-Centralen)

<http://www.atb-potsdam.de/hauptseite-deutsch/Institut/Abteilungen/Abt6/Etikettensensor/etikettensensor.htm>
(Informationen zu Etikettensensoren)

<http://www.bm-tricon.com>
(Anbieter von RFID-Technologie)

<http://www.smart-tec.com>
(Anbieter von RFID-Technologie)

<http://www.gis-net.de>
(Anbieter von RFID-Technologie)

<http://www.intermec.ch>
(RFID-Technik, u. a. Leser am Gabelstapler)

<http://asec.upb.de/index.php?id=14>
(Anbieter des DRFID-Transponders)

<http://www.printronic.com/>
(Anbieter von RFID-Drucker)

<http://www.polyic.de/technologie.php>
(Anbieter von Polymerelektronik)

<http://www.pcs.de>
(Anbieter von Zeiterfassungssystemen)

Glossar

Chip-Sharing: alle Beteiligten einer Wertschöpfungskette nutzen die Transponder gemeinsam und teilen sich die Kosten.

EPC: Electronic Product Code, standardisierter Code zur weltweit eindeutigen Kennzeichnung von Waren; international wird der EPC von der Organisation EPCglobal Inc. – mit Vertretung in Deutschland durch GS1-Germany – verwaltet.

Etikettensensor: Kombination eines aktiven Transponders mit einem Temperatur-, eventuell auch einem Feuchte-Fühler zur Überwachung der Bedingungen bei Transport/Lagerung von empfindlichen Gartenbauprodukten.

GI: die Gesellschaft für Informatik e.V. ist die größte deutsche Informatik-Gesellschaft und fördert die Informatik in Forschung, Lehre und Anwendung in der gesamten Vielfalt.

GIL: die Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e.V., verfolgt als assoziiertes Mitglied der GI dieselben Ziele, allerdings beschränkt auf die angegebenen „grünen“ Fachgebiete.

Internet der Dinge: elektronische Vernetzung beliebiger Gegenstände (Waren, Pflanzen, Transport-Container, Maschinen etc.) mit dem Ziel, deren selbstständigen Informationsaustausch zur Organisation von Produktionsabläufen oder Transportvorgängen zu realisieren.

Middleware: Software, die als „Zwischenanwendung“ fungiert und die Kommunikation zwischen verschiedenen Komponenten eines komplexen IT-Netzwerkes übernimmt, speziell hier zwischen den RFID-Einheiten und dem bestehenden IT-System des Unternehmens.

NFC: Near Field Communication, Standard zum kontaktlosen Austausch von Daten über kurze Strecken und schneller Übertragung mittels RFID-Technik; diese Technik wurde speziell für die Zahlungsabwicklung kleiner Beträge geschaffen (Smartphones können damit zu elektronischen Geldbörsen werden).

RFID: Radio Frequency IDentification, d. h. berührungslose Identifizierung von etikettierten Gegenständen oder Pflanzen über Radiowellen.

Transponder/Tag/Smart-Label: übliche Bezeichnungen für die unterschiedlichen Bauformen eines RFID-Funketiketts, das aus einem Chip mit Datenspeicher und einer Antenne (passive Version) bzw. zusätzlich noch einer Stromversorgung (aktive Version) besteht.