

Integrierte Sensoren erweitern Einsatzspektrum der RFID-Technologie

Michael Clasen
Susanne Stricker
{clasen, stricker}@eSimplicity.com
www.eSimplicity.com

Abstract: Die Aufrüstung der RFID-Technologie durch Sensoren eröffnen weitere Möglichkeiten, die von Strichcodes nicht geleistet werden können. Dieser zusätzliche Nutzen kann die Wirtschaftlichkeit der RFID-Technologie steigern. Voraussetzung hierfür ist die Kompatibilität zu den bisherigen EPC-Standards zur reinen Identifikation von Objekten. Der Beitrag zeigt Einsatzbereiche künftiger RFID-Sensoren und gibt einen technischen Überblick über bisherige Standards.

1 Einleitung

Die preiswerten und gleichzeitig leistungsstarken UHF-Transponder nach den Standards von EPCglobal kosten zur Zeit ca. 10 Cent. Was den Techniker aufgrund eines phänomenalen Preis-Leistungsverhältnisses fasziniert, läßt den Controller nicht selten kalt. Im Vergleich zu gedruckten Strichcodes rechnen sich RFID-Transponder für viele Prozessschritte häufig nicht. Anders sieht es jedoch aus, wenn nicht der Einzelprozessschritt, sondern ein größerer Abschnitt einer Liefer- oder Produktionskette betrachtet wird. Hier können Transponder peu à peu ihre Mehrkosten durch Vereinfachung der Prozesse einspielen und insgesamt kostengünstiger sein [CI07].

Integrierte Sensoren stellen einen weiteren Nutzen der RFID-Technologie dar, den Strichcodes nie zu leisten in der Lage sein werden. Diese sogenannten RFID-Sensoren nutzen die Möglichkeit, Konfigurationsdaten und Meßwerte auf RFID-Transpondern zu speichern, zu ändern und berührungslos auszulesen. Idealerweise sind diese komplexeren RFID-Sensoren kompatibel zu den einfacheren EPC-Transpondern, auf denen für Identifikationszwecke lediglich eine weltweit eindeutige Nummer (EPC) gespeichert ist. Dann nämlich könnten RFID-Sensoren nicht nur Meßwerte sammeln und speichern, sondern auch zur Identifikation des Objektes verwendet werden, ohne einen zusätzlichen EPC-Transponder anbringen zu müssen. Genau dieses Ziel verfolgt EPCglobal mit den derzeitigen Standardisierungsaktivitäten.

2 Einsatzbereiche von RFID-Sensoren

Sensoren kommen heutzutage häufig zur Steuerung von Maschinen oder Produktionsprozessen zum Einsatz. Als prominentes Beispiel kann hier der ABS-Sensor eines Automobils genannt werden, der während der Fahrt die Drehgeschwindigkeit aller Räder überwacht. Auf Basis dieser Daten kann das ABS-Steuergerät einen Radstillstand erken-

nen und das Schleudern des PKW durch kurzzeitiges Lösen der Bremse verhindern. Diese weitverbreiteten, nicht auf der RFID-Technologie basierenden Sensoren haben den Nachteil, dass der Sensor per Kabel mit dem Messgerät verbunden sein muss. Kabelverbindungen sind aber häufig teuer, verscheißenfällig oder störend.

In der Automobilindustrie werden daher vermehrt Sensoren mittels der RFID-Technologie drahtlos ausgelesen. Beispiele sind Transponder in Reifen, die Luftdruck und Verschleiß des Reifens messen und die Daten an eine Reader-Antenne im Radkasten übertragen oder Taupunkt-Sensoren, die an der Windschutzscheibe angebracht dessen Beschlagen melden.

Ein weiterer Einsatzbereich mit enormen Einsparpotentialen ist die Überwachung von Umweltparametern in logistischen Ketten. Eine europäische Untersuchung der Kühlkette von Markant und Langnese-Iglo kam zu dem Ergebnis, dass „ca. 40% der Eis-Artikel in den Truhen des deutschen Handels leichte sichtbare Mängel aufweisen und bis zu 10% der Eis-Artikel vom Kunden aufgrund der äußeren Beschaffenheit als deutlich geschädigt empfunden werden. Sie werden reklamiert und/oder im ungünstigsten Fall nicht wieder gekauft [BO04].“ Nachträglich ist es oft nicht möglich festzustellen, in welchem Glied der logistischen Kette die Kühlkette unterbrochen gewesen ist.

Neben Temperaturschwankungen führen in logistischen Ketten vor allem Stöße und Erschütterungen zu Qualitätsverlusten. Auch hierfür sind Sensoren verfügbar, die sich in RFID-Transponder integrieren lassen. Weitere Einsatzgebiete sind die Kontrolle der Luftfeuchtigkeit, um Obst und Gemüse frisch zu halten oder Korrosionsprozesse an Metallen zu verlangsamen. Möglich wären auch Sensoren, die den Reifegrad von Fleisch messen und so auf eine optimale Fleischreifung oder einen Verderb hinweisen. Durch das berührungsfreie Auslesen per RFID-Technologie können die Messwerte ausgelesen werden, ohne dass die Verpackung hierzu geöffnet werden muss.

Durch eine permanente Überwachung der Kühlkette können Abschreibungen auf nicht einwandfreie Ware reduziert bzw. ungerechtfertigte Haftungsforderungen abgewiesen werden. Im Falle einer Temperaturabweichung kann durch permanente Überwachung schnell eingegriffen und einem Qualitätsverlust vorgebeugt werden. Lieferanten haben die Möglichkeit über Zusatzdienste wie Temperaturverfolgung einen Premiemaufschlag zu erzielen. Konsumenten erhalten eine höhere Produktqualität was zu einer gesteigerten Markenloyalität führt. Generell bietet die Kombination von Sensorik mit der RFID-Technologie eine Vielzahl an Möglichkeiten, die Prozessqualität zu

Warengruppe	Marktvolumen 2004 in Deutschland in Mrd. € [Me06]	Verlust bei 5 % Abschreibung in Millionen €
Fleisch und Fleischerzeugnisse	7,48	374
Milchprodukte	4,79	240
Obst und Gemüse	3,95	198
Tiefkühlkost	1,51	76
Speiseeis	1,05	53
Eier	0,72	36
Fisch	0,55	27
Feinkost und Delikatessen	0,25	13
Gesamtmarkt kühlpflichtiger Waren	20,30	1017

Tabelle 1: Marktvolumen für kühlpflichtige Nahrungs- und Genussmittel in Deutschland im Jahre 2004

verbessern und somit Wettbewerbsvorteile zu erzielen.

Das Einsparpotential in diesen Bereichen ist enorm. Wie Tabelle 1 zu entnehmen ist, liegt das Marktvolumen kühlpflichtiger Ware bei den Nahrungs- und Genussmitteln in Deutschland bei gut 20 Mrd. Euro. Bei einer angenommenen Abschreibung von nur 5% durch Verderb errechnet sich ein Verlust von gut einer Milliarde Euro allein in Deutschland. Viele weitere Branchen stellen ebenfalls hohe Anforderungen an die Transportbedingungen, wie z.B. die Pharma- oder Elektronikindustrie. Auch hier werden künftig die Lieferketten vermutlich durch RFID-Sensoren überwacht.

3 Technische Umsetzung

Man unterscheidet zwischen aktiven und passiven Sensoren. Aktive Sensoren geben eine Spannung oder einen Strom ab, wobei sie selbst für ihre Funktion elektrische Energie benötigen. Passive Sensoren dagegen ändern passiv elektrische Größen wie z.B. den Widerstand eines Dehnungsmessstreifens in Abhängigkeit von seiner Dehnung. Während des Messvorganges verbrauchen passive Sensoren daher keinen Strom. Erst beim Auslesen des Sensors wird der Widerstand des Sensors mittels eines Auslestroms gemessen. Ein einfacher passiver Sensor besteht aus einem elektrischen Leiter, der beim überschreiten eines bestimmten Schwellwertes (z. B. Temperatur oder Erschütterung) zerstört wird und somit nicht mehr leitfähig ist. Diese Information kann später ausgelesen werden und so auf eine Schwellwertüberschreitung geschlossen werden. Sowohl aktive als auch passive Sensoren können mit aktiven, semi-aktiven oder passiven RFID-Transpondern¹ kombiniert werden. Preiswerte, batterielose RFID-Sensoren sind daher denkbar, nach Wissen der Autoren aber noch nicht realisiert.

Abbildung 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines RFID-Sensorsystems. Gegenüber einem RFID-System ohne Sensorfunktionalität werden im Schreib-/Lesegerät zusätzliche Prozessverarbeitungsschritte zum Überprüfen des Status der Transponderbatterie, zur Konfiguration von Sensoren und zur Verarbeitung von Sensordaten benötigt. Diese Funktionalitäten sowie ein luftschnittstellenspezifischer Tag-Treiber werden in dem ISO Standard 24753 definiert. Als Schnittstelle zu den Anwendungsprogrammen dient weiterhin das Datenprotokoll aus ISO 15961. Der Datenaustausch zwischen Schreib-/Lesegerät und Transponder erfolgt weiterhin über das EPCglobal Luftschnittstellen Protokoll, welches um sensorspezifische Funktionen erweitert wurde [CI06a].

Ein RFID-Transponder kann mehrere unterschiedliche Sensoren verwalten. Damit ein RFID-Schreib-/Lesegerät frühzeitig feststellen kann, ob ein RFID-Transponder über Sensoren verfügt, wird eine Speicheradresse im Transponderspeicher festgelegt, die als initialer Zeiger auf weitere Sensordaten dient. Verweist dieser initiale Zeiger auf keine weitere Speicheradresse (Initialer Zeiger = 0), ist kein Sensor vorhanden. Ansonsten zeigt der initiale Zeiger auf einen Speicherbereich im Anwenderspeicher, an dem die Anzahl verfügbarer Sensoren sowie weitere Informationen zu diesen Sensoren (die sog. Sensor Address Maps; SAM) zu finden sind. Eine SAM enthält für je einen Sensor In-

¹ Auch hier wird durch die Begriffe *aktiv* und *passiv* ausgedrückt, ob der Transponder für die Übertragung von Daten mit dem Schreib-/Lesegerät Energie aus einer eigenen Batterie benötigt. *Semi-aktive* Transponder verfügen zwar über eine Batterie, benutzen diese aber nicht für die Datenübertragung.

formationen über die Speicheradressen, in denen im Transponderspeicher Sensoreigenschaften, Sensorkonfigurationen und die Sensordaten abgelegt sind.

Die **Sensoreigenschaften** beschreiben die technischen Fähigkeiten des Sensors. Dies sind Informationen zum Sensortyp (Was wird gemessen? Temperatur, Masse, Stromstärke, Luftfeuchtigkeit, etc.), zu seinen Attributen (Wie wird gemessen? Messwert zu einem Zeitpunkt, Maximalwert, Durchschnittswert, etc.), welche chemische Substanz gemessen wird, Auflösung und Toleranz des Sensors sowie Schwellwerte, bei denen eine Messung ausgelöst wird. Da sich diese Eigenschaften während der Nutzungsdauer des RFID-Sensors nicht verändern, soll dieser Speicherbereich gegen ungewolltes überschreiben geschützt sein.

In der **Sensorkonfiguration** ist festgelegt, wann ein Sensor Messungen vornimmt. Messungen können zu einer bestimmten Zeit, von bestimmten Ereignissen oder periodisch ausgelöst werden. Da die Sensorkonfiguration erst vom Anwender festgelegt wird und sich während der Lebensdauer eines RFID-Sensors ändern kann, muss dieser Speicherbereich wiederbeschreibbar sein. Um versehentliche oder missbräuchliche Änderungen an der Sensorkonfiguration auszuschließen, sollte dieser Speicherbereich durch ein Passwort geschützt werden können.

Die vom Sensor erzeugten **Messwerte** werden neben den Daten über die Sensoreigenschaften und die Sensorkonfiguration im freien Speicher eines EPC-UHF-Transponders abgelegt. Da die Datenlänge eines Meßwertes auf 16 oder 32 Bit festgelegt wurde, können die einzelnen Meßwerte platzsparend direkt nacheinander im Transponderspeicher gespeichert werden. Beim späteren Auslesen der Daten können die einzelnen Meßwerte an den bekannten Stellen wieder von einander getrennt werden. Wird zusätzlich zu den Meßwerten ein Zeitstempel gespeichert, so ist dies bei der Rekonstruktion der Einzelwerte zu berücksichtigen.

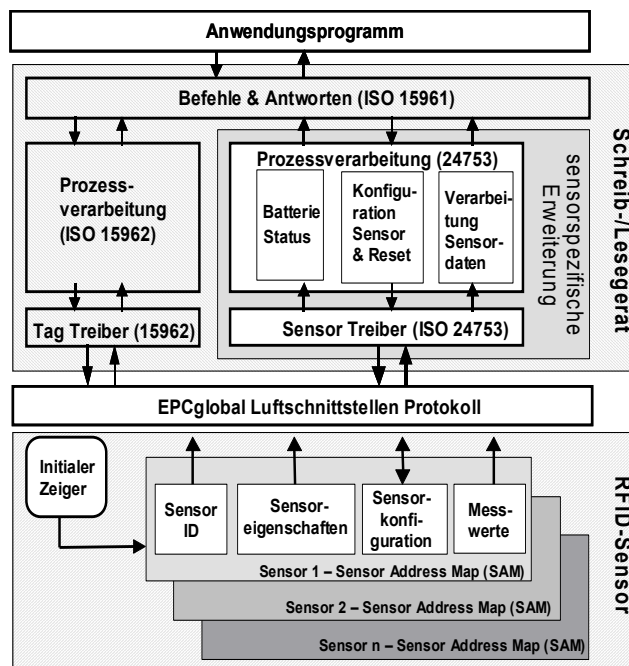


Abbildung 1: Aufbau eines RFID-Sensorsystems nach EPC-global und ISO

4 Wirtschaftlichkeit und Vision

In dem Beitrag wurden Einsatzmöglichkeiten und der Stand der Standardisierung von RFID-Sensoren vorgestellt. Derzeit sind RFID-Transponder mit integrierten Sensoren nach den Standards von EPCglobal lediglich als Prototyp verfügbar. Es ist davon auszugehen, daß die Preise von RFID-Sensoren, ähnlich wie schon bei den einfachen EPC-UHF-Transpondern, mit steigender Nachfrage stark fallen werden. Transponder mit einem Temperatursensor sollten in einem Jahr für 1-2 € verfügbar sein. Bei diesen Preisen werden sich auch im Agrarsektor und in der Lebensmittelindustrie einige lukrative Anwendungen für RFID-Sensoren finden lassen. Haupteinsatzbereiche werden vermutlich in der Qualitätskontrolle von Lebensmitteln und Einsatzstoffen liegen. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit wird es auch hier von besonderer Bedeutung sein, daß sich ein global akzeptierter Standard durchsetzt, der zu den bisherigen Standards von EPCglobal kompatibel ist. Außerdem müssen die Sensordaten in das Konzept des EPCglobal-Netzwerkes (Internet der Dinge) integriert werden, um auch diese, sofern gewünscht, global verfügbar zu machen.

RFID-Sensoren werden ein wichtiger Treiber für den Markterfolg der RFID-Technologie darstellen, da durch sie weitere Einsatzgebiete erschlossen werden, die von Strichcodes niemals abgedeckt werden können. Zum anderen stellen RFID-Sensoren einen wichtigen Baustein zur Verwirklichung der Idee des Internets der Dinge dar [CI06b]. Daten zu Objekten werden mittels der RFID-Sensoren erhoben, durch Schreib-/Lesegeräte ausgelesen, in Datenbanken nach dem EPCIS-Standard gespeichert und über die EPCglobal-Netzwerk-Infrastruktur weltweit verfügbar gemacht. Die Welt der Dinge wächst also immer enger mit der Welt der Daten zusammen. Dies macht die Technologie gerade für die Lebensmittelindustrie interessant, wo die Wertigkeit des Produktes immer mehr abnimmt, Informationen über die Lebensmittel aber zunehmend wichtiger werden.

5 Literaturverzeichnis

- [BO04] Bähr und Ostermann: RFID in der temperaturgeführten Logistik, Vortrag auf dem 5. ECR-Tag, 9./10. September, Berlin, Folie 7.
- [CI06a] Clasen, M.: RFID/EPC und Sensorik, Grundlageninformation von GS1 Germany. www.gs1-germany.de/content/e39/e466/e468/datei/epc_rfid/sensorik.pdf
- [CI06b] Clasen, M.: Das EPCglobal-Netzwerk – Ein Werkzeug zur Rückverfolgung in Echtzeit. in: elektronische Zeitschrift für Agrarinformatik eZAI, Heft 1, 1. Jahrgang, S. 3-15.
- [CI07] Clasen, M.: Wirtschaftlicher RFID-Einsatz – Standards ermöglichen multiple Anwendungen. in: Koschke, R., Herzog, O., Rödiger, K.-H. und Ronthaler, M. (Hrsg.). INFORMATIK 2007, Informatik trifft Logistik, Band 2. Beiträge der 37. Jahrestagung der GI, 24.-27. September 2007, Bremen, S. 5-9.
- [Me06] Metro-Handelslexikon 2005/2006, S. 9f.
- [SGL06] Sklorz, Gould und Lang: RFID im Blick, Sonderausgabe Bremen, Passive Sensoren im Automobilbereich, Heft 7, 2006, S. 12-13