

Hinter dem Hype der RFID-Technologie

von Thomas Wieland

erschienen in: ObjektSpektrum, 1/2006.

Die Technologie der drahtlos und ohne Sichtkontakt auslesbaren Identifikationsetiketten (RFID) wird derzeit mit viel Euphorie von Herstellern und Pilot-Anwendern gefeiert. Ihr wird zugetraut, nicht nur Handel und Logistik zu revolutionieren, sondern auch viele andere Wirtschaftszweige zu durchdringen und nachhaltig zu verändern. Trotz der offensichtlichen Praxistauglichkeit, die sich am großflächigen Einsatz beispielsweise in der Logistik zeigt, dürfen wir nicht vergessen, dass wir es erst mit der ersten Generation dieser Technologie zu tun haben. Während die Spitze des Hypes wohl noch nicht ganz erreicht ist, zeichnen sich die Perspektiven dahinter jedoch bereits ab. Auf der einen Seite werden die Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Nutzung der RFIDs immer deutlicher, auf der anderen Seite arbeitet die Forschung mit Hochdruck an RFID-Etiketten mit Fähigkeiten, die weit über die bloße Nummerierung hinausgehen und die in der Tat ein enormes Potenzial haben.

Nicht nur in der Presse, sondern auch bei Einkäufern und Logistikern, aber natürlich gleichermaßen bei IT-Fachleuten, erregen die mit Funksignalen auslesbaren Etiketten (radio frequency identification, RFID) zurzeit hohe Aufmerksamkeit. Sie ersetzen nicht nur die bislang verwendeten Strichcodes durch ein Verfahren mit höherer Reichweite und ohne Sichtkontakt. Sie eröffnen auch noch eine ganze Reihe weiterer Einsatzmöglichkeiten, die sie zu einer Nahtstelle zwischen der physischen und der digitalen Welt werden lassen könnten. In der Diskussion stößt man aber immer wieder auf Missverständnisse und höchst unklare Vorstellungen darüber, was ein RFID-Etikett ist und was nicht. Daher wollen wir zunächst ein paar der grundlegenden Prinzipien dieser Technologie beleuchten.

Technische Grundlagen

Ein RFID-Etikett kann zwar dazu verwendet werden, ein Objekt mit Hilfe von Funksignalen eindeutig zu identifizieren, doch das ist bereits ein Anwendungsfall und keineswegs ein zwingendes Grundprinzip. Zunächst ist ein RFID-Etikett nichts weiter als ein passives elektronisches Element, das über eine Antenne, einen Kondensator und einen kleinen Silikonchip verfügt. Mittlerweile können diese Bauteile sogar in ein Acrylsubstrat eingebunden werden, was die Produktionsweise weiter vereinfacht und bald ein „Drucken“ solcher Etiketten ermöglicht. Als passive Bauelemente kommen klassische RFIDs ohne Stromquelle aus; sie beziehen die Energie, die sie zum Senden benötigen, aus

den von einem Lesegerät entweder induktiv oder elektromagnetisch erhaltenen Signalen.

Auf dem Chip sind üblicherweise Daten gespeichert. Im einfachsten Fall ist das eine Identifikationsnummer, kann aber auch zusätzlich ein Artikelname, ein Hersteller- oder Ursprungscode, ein Sicherheitsschlüssel oder Anderes sein. Das Signal aus dem Lesegerät an das Etikett kann auch bewirken, dass neue Informationen in den Speicher geschrieben werden. Solche RFIDs mit überschreibbarem Speicher benötigen zwar eine eigene Stromversorgung, doch stellt dies aufgrund der äußerst niedrigen Leistungsaufnahme keine allzu große Einschränkung dar.

Die Entfernung, in der ein RFID-Etikett ausgelesen werden kann, hängt direkt mit der Sendeenergie des Lesegeräts zusammen. Die meisten einfachen Etiketten sind in einem Radius von ca. 20 cm lesbar; es gibt allerdings auch aufwändigere Chips, die ein Auslesen aus mehr als 3 m Abstand ermöglichen. Auch die Möglichkeiten zum gleichzeitigen bzw. zeitversetzten Auslesen mehrerer RFIDs schwanken. Heute sind jedoch die meisten mit entsprechenden Konkurrenzauflösungsverfahren ausgestattet, so dass beim Aussenden eines Lesesignals an eine Zahl von Etiketten immer nur eines nach dem anderen antwortet und nicht alle gleichzeitig.

Der Markt ist derzeit ebenso vielfältig wie unübersichtlich. Eine große Zahl von Herstellern bietet eine breite Produktpalette für viele Einsatzmöglichkeiten an. Da Standards jedoch gerade erst im

Entstehen sind (etwa ISO 15693 oder 18000-X [ISO]), ist es mit der Kompatibilität zwischen Produkten verschiedener Hersteller derzeit nicht immer weit her. Zum Aufbau eines durchgängigen, zuverlässigen Systems ist andererseits die Lieferung aus einer Hand durchaus empfehlenswert.

Nähere Informationen zum gegenwärtigen Stand sowie zu Prozessen und Szenarien gab bereits ein Online-Special zu ObjektSpektrum [OS-RFID].

RFIDs mit Sensoren

Allerdings lassen sich die Funketiketten nicht nur zur Identifizierung, eventuell noch zu Speicherung von Artikelattributen verwenden. Mit derselben Technik kann man auch Messwerte auslesen und übermitteln, die das System selbstständig gewonnen hat. Bei den meisten sensorischen Anwendungen kommen dann aktive Etiketten zum Einsatz, die über eigene Stromversorgung verfügen. So hat beispielsweise der „TempSens“ der Fa. KSW Microtec [KSW] eine papierdünne Batterie, die dem intelligenten Etikett die automatische Temperaturkontrolle ermöglicht. In Abhängigkeit von der Nutzung des Etiketts hat die Batterie eine Lebensdauer von bis zu einem Jahr. Damit sind bereits viele interessante Applikation realisierbar. Beispielsweise benötigen verderbliche Lebensmittel wie Fleisch eine ununterbrochene Kühlkette, in diesem Fall vom Schlachthof zum Verbraucher, um die Gefahr bakterieller Verunreinigungen und Infektionen gering zu halten. Dabei genügt es, wenn das Etikett nur anzeigt, ob seit seiner Anbringung die zulässige Höchsttemperatur mindestens einmal überschritten wurde. Der genaue Zeitpunkt und die exakte Häufigkeit sind dabei weniger bedeutsam. Bei der Anwendung im Transport von Blutkonserven reicht diese Information allein dagegen nicht aus. Hierbei setzt man daher RFID-Etiketten ein, die in der Lage sind, periodisch zu messen und alle Abweichungen aus einem Temperaturkorridor mit genauer Uhrzeit aufzuzeichnen.

Eine andere Art der sensorischen Messung ist die Bestimmung von Stößen und Erschütterungen. Zerbrechliche Waren, Kunstgegenstände oder elektronische Bauteile dürfen während des Transports keine allzu großen Stöße erfahren, da sie sonst Schaden nehmen könnten. RFID-Etiketten mit derartigen Sensoren vereinen dabei die Identifikation und ggf. Dokumentation mit der Überwachung des Transports. Damit sind mit einem Etikett alle

für die Abwicklung wesentlichen Parameter erfasst und verfügbar.

Bei anderen Produkten gilt die Aufmerksamkeit mehr der Unversehrtheit der Verpackung, etwa bei Medikamenten oder bestimmten Kosmetika. Hersteller und Transporteur haben dafür Sorge zu tragen, dass die Ware erst vom rechtmäßigen Empfänger geöffnet wird. Es gibt bereits einige Pilotprojekte, die versuchen diese Überwachung mit RFID-Etiketten abzuwickeln. Neben der Zusatzfunktionalität der Identifikation hätte das noch den Vorteil, dass gleich mehrere Produkte auf einmal – z.B. ein ganzer Karton – auf ihre Unversehrtheit überprüft werden könnten.

Noch einen Schritt weiter gehen Projekte wie das des Detection and Food Safety Center der Auburn University in Auburn, Alabama [DFS]. Dort versucht man, ein RFID-Etikett zu entwickeln, das direkt die Konzentration bestimmter Bakterien in der Umgebung sowie weitere Umweltparameter messen kann. Damit lässt sich, besonders in der Lebensmittelindustrie, die Überwachung der Produktionskette verbessern und damit die gesamte Sicherheit weiter steigern. Ähnliche Etiketten sind auch für die Entdeckung von Sprengstoffen und anderem gefährlichen Material in der Entwicklung. Damit ließen sich beispielsweise terroristische Anschläge, aber auch Ausbreitungen bakteriell infizierten Materials durch Unfälle noch effektiver verhindern.

Schließlich spricht vieles dafür, zu medizinischen Zwecken mit Sensoren ausgestattete RFID-Etiketten auch im menschlichen Körper zu verwenden, vorwiegend zur Langzeitüberwachung bestimmter Blutwerte wie Blutzucker, Hormonspiegel, Bakterienkonzentrationen etc. Dabei stellt der RFID-Anteil mehr oder weniger nur die Funktionsschnittstelle dar, über welche die gemessenen Daten aus dem Inneren des Körpers nach außen übertragen werden können. Der Charakter eines Identifikationsmerkmals ist bei diesem Etikett damit im Grunde nicht mehr vorhanden – ganz im Gegensatz zu bislang in der Veterinärmedizin eingesetzten RFIDs. Dieses Verfahren hat den großen Vorteil, dass Funkwellen nur während des sehr kurzen Messvorgangs auf den Körper einwirken und in der gesamten restlichen Zeit lediglich der Sensor die Überwachung der jeweiligen physiologischen Parameter vornimmt. Es können auf diese Weise also gleichzeitig allzu häufige Blutabnahmen und unnötige Strahlenbelastung vermieden werden. Diese

Anwendung ist allerdings zurzeit noch in einem sehr frühen Stadium, so dass mit in der klinischen Praxis einsetzbaren Produkten erst in einigen Jahren gerechnet werden kann.

An diesen Beispielen lässt sich erkennen, dass die Kombination von Sensoren, gerade im Mikro- und Nano-Bereich, mit der RFID-Technologie künftig völlig neue Anwendungen ermöglichen wird. Bei diesen sollte der Speicherchip im Etikett genauso mitgenutzt werden. Ähnlich wie bei der objektorientierten Programmierung, bei der jedes Objekt alle relevanten Attribute über sich selbst kennt und kapselt, kann auch das Etikett alle wichtigen Informationen zu einer Ware oder einem Gegenstand speichern.

Kontextsensitives Auslesen

Aber nicht nur das Etikett selber kann mit wichtigen Zusatzinformationen angereichert werden. Auch das Lesegerät birgt noch viel Potenzial für künftige Erweiterungen. Solange die ausgelesene Information nur aus der ID-Nummer besteht, genügt es, das Vorhandensein des so identifizierten Objekts durch das Auslesesystem zu quittieren. Im Online-Betrieb wird diesen Buchungen dann meist noch ein Zeitstempel hinzugefügt, so dass nachvollzogen werden kann, wann welches Objekt an welcher Stelle eingetroffen bzw. vorbeigekommen ist.

Interessant kann bereits die Uhrzeit werden, wenn sie als Kontext der Messung oder des Lesevorgangs verstanden wird. Stellt man nämlich einen unmittelbaren Bezug zwischen dem Lesen des Etiketts bzw. der von seinen Sensoren bestimmten Werte und dem Zeitpunkt des Auslesens her, so können darüber Problemsituationen besser erkannt und zeitlich eingegrenzt werden. Meldet ein Überwachungsetikett beispielsweise über längere Zeit „Alles in Ordnung“ und dann plötzlich „Störung“, kann durch ein Rückverfolgen festgestellt werden, wann circa die Störung auftrat.

Noch aussagekräftiger wird diese Information, wenn sie auch den Ort umfasst. Verfügt das Lesegerät über eine Möglichkeit zur Ortsbestimmung, z.B. mit GPS wie der iDL Mobile von MaxID [MAX], so kann zu jedem Etikett und ggf. dessen Messwerten bestimmt werden, wann und wo diese ermittelt wurden. Auf diese Weise können nicht nur Aufenthaltsorte von Objekten fast in Echtzeit und mit hoher Genauigkeit ermittelt werden. Auch die Sensormessungen von Etiketten auf beweglichen Ob-

jekten lassen sich viel präziser interpretieren und auswerten.

Umgekehrt ist es damit z.B. auch möglich, den aktuellen Aufenthaltsort bei einem Zugriff auf das RFID in dessen Speicher zu schreiben. Damit erhält das Etikett eine exakte Liste der Orte und Zeitpunkte, an denen es ausgelesen wurde. Auch ohne dass die beteiligten Lesegeräte untereinander ihre Daten austauschen, ist so eine Nachverfolgung des Objekts über den Globus, in jedem Fall aber über die gesamte Lieferkette möglich.

Eine weitere Dimension erhalten diese Verfahren, falls nicht nur die Daten eines Etiketts in Bezug zu äußeren Parametern wie Ort und Zeit gesetzt werden, sondern Zusammenhänge aus den Messungen mehrerer Etiketten abgeleitet werden. Gerade wenn die Etiketten auch noch Umweltparameter messen, wird es möglich, auch Informationen über Bereiche zu erhalten, die nicht vermessen wurden. Bestimmt man beispielsweise über RFIDs die Temperatur mehrerer Artikel in einem Kühlhaus, so kann durch Interpolation – sofern die Positionen hinreichend genau bekannt sind – ein Temperaturprofil für das ganze Lager errechnet werden. Somit ist es möglich, auch Artikel zu überwachen, deren Etiketten nicht mit Sensoren ausgestattet sind. Noch komplexer wird dies, wenn beispielsweise aufgrund ihres Beschleunigungssensors in Zusammenhang mit einem vorausgegangenen Auslesevorgang die Etiketten selbstständig feststellen sollen, dass sie gerade mit einem Stapler oder Kran ein- oder umgelagert werden.

Dieser Erkennungsgrad ist sicher zukünftigen Anwendungen vorbehalten. Deutlich wird an diesen Beispielen aber das Potenzial: Mit Hilfe von RFID-Etiketten lassen sich nicht nur Geschäftsprozesse und –abläufe unterstützen, sondern auch ihre Einhaltung durchgehend überwachen. Damit tragen die Etiketten demnächst wohl in noch deutlich höherem Maße zur Qualitätssicherung und Prozessoptimierung bei, als das heute bereits der Fall ist – oder zumindest der Fall sein könnte.

Lohn der Investitionen

Damit sind wir nämlich bereits bei einem zentralen Problem, welches den heutigen Einsatz von RFIDs prägt: Oft verwendet man diese Etiketten lediglich als Ersatz für herkömmliche Barcodes zur Identifizierung. Dabei stellt man indessen schnell fest, dass dies zu deutlich höheren Kosten pro Etikett führt, ohne dass ein Zusatznutzen unmittelbar

erkennbar wäre. Wie aus den gerade angeführten Beispielen hoffentlich deutlich wurde, sind RFID-Etiketten jedoch sehr viel mehr als nur anders zu lesende Barcodes. Eine Investition lohnt sich – wie andernorts – also nur dann, wenn man auch die Geschäftsprozesse in diese neue Technologie integriert bzw. sie daran anpasst. Dabei ist zunächst festzustellen, ob das Optimierungspotenzial des jeweiligen Prozesses überhaupt groß genug ist. So laufen beispielsweise Lagerverwaltungen heute meist mit Barcodes sehr effizient. Für sie besteht zumeist gar kein Bedarf, die Barcodes durch RFIDs zu ersetzen.

Des Weiteren sind die Kosten für Etiketten, Lesegeräte etc. auch in Bezug zu dem Wert der Waren zu setzen. Selbst Vorreiter wie Wal-Mart betonen immer wieder, dass es ihnen nicht darum geht, jeden sprichwörtlichen Joghurt-Becher mit einem RFID-Etikett zu versehen. Dieses soll vielmehr lediglich dazu eingesetzt werden, um ganze Kartons oder Paletten zu kennzeichnen. So kann diese Technologie also vor allem bei hochpreisigen, evtl. sensiblen Waren oder bei Tieren ihre Vorteile zur Geltung bringen. Vergleicht man beispielsweise den Preis eines RFID-Etiketts mit dem Schlachtpreis eines ganzen Rinds, wird offensichtlich, dass hier die Kosten für das Etikett, ob sie nun 0,50 € oder 5 € betragen, nicht wirklich ins Gewicht fallen.

Die Reife der Früchte

Doch selbst wenn sich der wirtschaftliche Nutzen eines RFID-Einsatzes in einem bestimmten Umfeld als wahrscheinlich darstellt, zögern viele Verantwortliche noch mit der tatsächlichen Einführung. Große Handelskonzerne wie Wal-Mart und Metro, die z.T. eine RFID-Etikettierung von ihren Zulieferern verlangen, stoßen damit nicht immer auf Gegenliebe. Eine Reihe von Unternehmen fühlt sich in eine Technologie gedrängt, von deren Reife sie nicht überzeugt sind.

Im Grunde haben wir es hier wie so oft mit einem „Henne-Ei“-Problem zu tun: Erst wenn die Technologie als ausgereift gilt und durch Massenproduktion kostengünstig wird, wird sie auch großflächig eingesetzt werden. Umgekehrt kann sie aber erst dann die entsprechende Reife erlangen und können auch erst dann die Stückpreise weiter fallen, wenn ein breiter Einsatz zu einer signifikant hohen bzw. steigenden Nachfrage führt. So verzwickt diese Situation hier klingt, ist sie aber in der Praxis nicht. Die RFID-Technologie ist inzwischen weiter

verbreitet, als die Öffentlichkeit das bemerkt hat. In einigen Logistik-Bereichen werden RFID-Etiketten schon seit mehreren Jahren erfolgreich eingesetzt. Alle großen Chip-Hersteller und eine ganze Reihe kleinerer haben RFID-Chips im Angebot. Und viele IT-Dienstleister haben bereits umfangreiche Erfahrungen in RFID-Projekten sammeln können, die sie nun in die Realisierung weiterer Vorhaben einbringen können.

Auch die Standardisierung ist inzwischen schon ein gutes Stück vorangekommen. Auf der Ebene der reinen Funkschnittstellen gibt es nur noch wenige verschiedene Varianten, deren Koexistenz aber durchaus auch langfristig ihre Berechtigung hat. Schwieriger wird es da schon mit der Einteilung der ID-Nummern in Produktgruppen (Application Family Identifier, AFI). Hier gehen die Vorstellungen der Standardisierungsorganisation ISO und des Branchenverbandes EPCglobal noch etwas auseinander [EPC]. Mittlerweile gibt es jedoch viel versprechende Kompromissvorschläge, so dass mit einer Einigung spätestens im ersten Halbjahr 2006 zu rechnen ist. Mit einer erreichten Standardisierung ist mit einem weiteren Schub für die RFID-Technologie zu rechnen.

Der gläserne Kunde

Gerade im Einzelhandel hat man jedoch noch mit ganz anderen Problemen als einer halbfertigen Standardisierung zu kämpfen. Verbraucherschützer befürchten, dass es durch RFIDs nie gekannte Möglichkeiten geben wird, den Kunden zu überwachen und zu durchleuchten. Denkbar sind beispielsweise Werbebotschaften am Einkaufswagen oder am Regal wie: „Sie haben letzten Monat bei uns einen Staubsauger gekauft. Sicher benötigen Sie nun Ersatzstaubbeutel. Sie finden diese in Gang C in Regal 7“. Ein anderes Problem sind RFID-Etiketten in Kleidungsstücken. Bis zum Kauf können sie etwa dazu genutzt werden, die Echtheit eines Markenartikels zu zertifizieren. Kommt der Kunde aber später wieder mit diesem Kleidungsstück in denselben Laden, könnte das Etikett zu seiner Identifikation genauso gebraucht bzw. missbraucht werden.

Daher spielt der Datenschutz bei Anwendungen, die Endverbraucher einbeziehen, eine besondere Rolle. Hier ist genau darauf zu achten, die Nutzungsarten der Daten präzise festzulegen, den Umfang der Nutzung auf ein wirklich sinnvolles Maß zu beschränken und beides auch dem Kunden transparent zu machen. Denn selbst eine so wenig

sichtbare Technologie wie die RFID-Etiketten kann zu Imageschäden und damit Absatzeinbußen o.ä. führen, wenn sie nicht die Akzeptanz und das Vertrauen der Verbraucher hat.

Bei der Beurteilung sollte man andererseits nicht vergessen, dass bis auf Weiteres RFID-Etiketten sicherlich nicht auf jedem Artikel in einem Supermarkt oder Warenhaus zu finden sein werden, sondern nur auf exklusiveren Einzelartikeln, meist aber nur auf größeren Einheiten wie Kartons oder Paletten. Der Nutzen, den die Unternehmen von einer wirklichen allgegenwärtigen Verwendung hätten, rechtfertigt den dafür erforderlichen Kostenaufwand in keiner Weise.

Die Flut der Daten

Neben den ökonomischen Argumenten sprechen allerdings auch datentechnische Gründe gegen eine so umfassende Kundenüberwachung. Eine individuelle Identifikation eines jeden verkauften Artikels und seines Käufers erzeugt eine solche Flut von Daten, dass sie die Infrastrukturen der Einzelhändler schnell überfordern würden. Bereits heute könnten Handelsketten über Kunden- und Bonuskarten sehr detaillierte Informationen über die Verbraucher gewinnen. Nur wenig davon wird jedoch tatsächlich genutzt, da bereits die umfassende Auswertung dieser vergleichsweise geringen Datenmenge einen nicht mehr vertretbaren Aufwand notwendig macht. Stellt man sich dann vor, dass RFID-Etiketten noch eine viel feinere Granularität und damit ein viel größeres Datenvolumen mit sich bringen, wird schnell klar, dass die Befürchtungen eines wirklich gläsernen Verbrauchers auf absehbare Zeit unrealistisch sind.

Der sehr viel größere Detaillierungsgrad ist dabei ein generelles Problem beim Einsatz von RFID-Etiketten. Wie oben gesehen, ist damit heute und erst recht in Zukunft eine häufigere und gehaltvollere Datenerfassung als bei Barcodes möglich. Dies erfordert aber auch Datenverarbeitungssysteme und Prozesse, die in der Lage sind, mit dieser Datenflut umzugehen. Die erfassten Daten stellen noch keinen Wert an sich dar. Erst die Auswertung gibt den Daten eine Semantik und erlaubt, aus ihnen Rückschlüsse zu ziehen und diese richtig einzuordnen. Die heutigen Backends, die für den Umgang mit Barcodes entworfen wurden, sind eine andere Granularität gewohnt und sind daher meist durch die Datenmenge, die bei RFID-Applikationen entstehen, überfordert. Daher sollten bei der Ein-

führung der RFID-Technologie auch die Hardware-Anforderungen im Backend-Bereich abgeklärt werden, damit ausreichend Ressourcen bereitstehen.

Und selbst wenn die technische Infrastruktur mit den Sturzbächen an Daten prinzipiell umgehen kann, bedeutet das immer noch nicht, dass sie auch inhaltlich sinnvoll ausgewertet werden. Es ist daher eine Aufgabe von besonderer Bedeutung, die Geschäftsprozesse an die Datenmengen anzupassen. Nur wenn sie die Granularität der Informationen auch richtig nutzen können, wird sich die Investition in die RFID-Etiketten und –Lesegeräte auch tatsächlich lohnen.

Fazit

Die RFID-Technologie ist mittlerweile ihren Kinderschuhen entwachsen und bereits weiter verbreitet, als das von vielen wahrgenommen wird. Sie ist dabei aber keineswegs isoliert zu betrachten, sondern immer nur als Baustein einer gesamten Anwendung. Diese wiederum muss wie alle Unternehmensanwendungen in jedem Fall die Geschäftsprozesse der Firma widerspiegeln. Nur wenn beide aufeinander abgestimmt sind, kann die Technologie auch ihr volles Potenzial entfalten.

Dabei gehen die Möglichkeiten, die die RFIDs in Zukunft bieten werden, noch weit über das heutige Niveau hinaus. Insbesondere die Kombination mit Sensoren sowie die Bestimmung des Umgebungskontextes beim Auslesen erschließen eine Vielzahl neuer, faszinierender Anwendungsfelder. Bei einem verantwortungsvollen Umgang werden dann auch die vielfältigen Vorteile die zum Teil berechtigten Bedenken überwiegen.

Literatur

[DFS] <http://www.auburn.edu/audfs>

[EPC] http://www.epcglobalus.org/News/pr_detail_epcus.cfm?release_id=185

[KSW] http://www.ksw-microtec.de/www/produkte_tempsens_de.php

[MAX] <http://www.maxidgroup.com/maxidweb/products-RFID.php>

[OS-RFID] Objektspektrum: Online-Ausgabe zum Schwerpunkt RFID, 2005,
http://www.sigs.de/publications/os/2005/rfid/inhalt_OS_rfid_05.pdf

[Want] R. Want: Enabling Ubiquitous Sensing with RFID, IEEE Computer, 04/2005, 84-86.

Biografisches

Prof. Dr. Thomas Wieland lehrt Telematik, Mobile Computing und Computergrafik an der Fachhochschule Coburg. In Zusammenarbeit mit Unternehmen und anderen Hochschulen arbeitet er zudem an anwendungsorientierten Forschungsprojekten in den Bereichen mobile Anwendungen, service-orientierte Software-Architekturen sowie Nutzung von Open Source-Software. Er ist erreichbar unter thomas.wieland@fh-coburg.de.