

Kunststoffe für die RFID-Technologie

Das Gedächtnis der Dinge

90
RFID-Chips



In Zukunft sollen alle Produkte – vom Schiffscontainer bis zur Milchtüte – mit einem „digitalen Gedächtnis“, sogenannten RFID-Chips, ausgestattet sein. Sie enthalten Informationen wie Herkunft, Ziel und Haltbarkeit und werden per Funk abgefragt. Forscher von Bayer MaterialScience arbeiten an neuen Materialien für die modernen Funkchips.

Sushi-Bars mit kleinen Häppchen, die auf dem Fließband fahren, existieren mittlerweile nahezu überall auf der Welt. Sushi-Teller mit eingebauter Preiskontrolle gibt es seit Neuestem in Japan: Ein kleiner Chip plus Antenne am Boden des Tellers sendet die Preisinformation an eine Lesestation und gibt laufend Auskunft über die Höhe der Rechnung. RFID (Radio Frequency Identification) – so heißen die schlaun Chips – sind die nächste Revolution in der Informationstechnologie. Damit lassen sich Daten mittels Radiowellen berührungslos und ohne Sichtkontakt übertragen. RFID verbindet die Welt der Daten mit der realen Welt. Zum Beispiel in der Logistik, wo schon heute Pakete mit Funketiketten versehen werden, um sie automatisch nachzuverfolgen, oder im Sushi-Restaurant, wo sie dem Gast Auskunft geben, wie viele Köstlichkeiten aus Aal, Thunfisch, Algen und Klebereis er sich noch leisten kann.

Ein komplettes RFID-System umfasst einen Chip, den sogenannten Transponder, der auf dem Gegenstand klebt und ihn kennzeichnet, ein Lesegerät, auch Reader genannt, zum Auslesen der Chip-Kennung, und eine Software mit Schnittstellen zu Datenbanken. Die RFID-Etiketten, auch Tags genannt, geben ihre Informationen über eine Antenne preis, wenn sie von

passenden Funkwellen des Readers abgefragt werden. Auf dem Chip ist in der Regel ein Nummerncode gespeichert. Dieser verschlüsselt Informationen, die in einer Datenbank hinterlegt sind. Dadurch erhält jeder Gegenstand auf der Welt eine unverwechselbare Identität.

RFID-Chips finden sich aber nicht nur in Sushi-Tellern oder auf den Eintrittskarten der vergangenen Fußballweltmeisterschaft, sondern in einigen Jahren wahrscheinlich auf jedem Produkt. Spezielle aktive Tags enthalten sogar einen eigenen Minicomputer oder eine Datenbank.

Weltmarkt-Volumen von zwölf Milliarden US-Dollar

Sage und schreibe eine Billion Gegenstände werden 2012 mit RFID-Chips ausgestattet sein, prophezeit der amerikanische Computerkonzern Sun Microsystems. Damit ist RFID für die Wirtschaft nicht allein ein IT-Thema, sondern steht für ein umfassendes Logistikkonzept. Das drückt sich in den Prognosen aus: Der Weltmarkt für RFID-Systeme dürfte sich nach Schätzungen der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich bis 2010 auf rund zwölf Milliarden US-Dollar erhöhen, wobei rund vier Milliarden Dollar auf die aktiven Tags

mit eigener Stromversorgung entfallen, etwa 5,5 Milliarden auf passive Tags, also ohne eigene Stromquelle, und gut zwei Milliarden auf Lesegeräte.

Treiber dieser Entwicklung ist vor allem der Einzelhandel. Der Metro-Konzern testet in seiner Future-Store-Initiative den Einsatz von RFID. Ein Einkaufswagen mit Navigationssystem lotst die Kunden zu Sonderangeboten, bezahlt wird berührungslos an einer Kasse mit RFID-Lesegerät. Für Metro macht sich die Technologie bezahlt. Der Fehlbestand von Artikeln, der im Einzelhandel für durchschnittliche Umsatzeinbußen von rund acht Prozent sorgt, ist um 14 Prozent zurückgegangen, der Schwund durch Diebstahl sogar um 18 Prozent.

Doch derzeit entwickelt sich der Markt für RFID-Anwendungen quasi

Einkaufsberatung per RFID: Der Umkleidespiegel der Zukunft (großes Bild) könnte bei der Anprobe Auskunft geben über weitere Farbvariationen, vorrätige Kleidergrößen und die notwendige Pflege. Möglich macht dies bereits ein eingenahter RFID-Chip der heutigen Bauart, der auch auf dem Laptop von Bayer-Forscher Dr. Ramesh Pisipati (re.) klebt. Er ist Leiter des globalen RFID-Teams von Bayer MaterialScience.





Einfach shoppen: Die Einkaufswagen im Metro Future Store sind mit einem sogenannten Personal Shopping Assistant (PSA) ausgestattet, den der Kunde an der Kasse nur noch abgibt und der bereits sämtliche Waren im Einkaufskorb via RFID registriert hat.

mit angezogener Handbremse. Denn die Funketiketten sind noch zu teuer: Passive Tags, die ihre Energie aus dem elektromagnetischen Feld des Lesegeräts zapfen, kosten heute noch 30 Cent, aktive Tags mehrere Euro. Das sind vernachlässigbare Kosten, wenn wieder verwendbare Container in einer Fabrik damit ausgerüstet werden, ist aber viel zu viel, wenn das Verfallsdatum einer Milchpackung darin gespeichert werden soll, weil der Tag fast so teuer wie die Milch wäre. Es gibt aber bereits eine Vielzahl von Anwendungen: Rund zwei Millionen Bücher und Manuskripte der Vatikanischen Bibliothek tragen beispielweise Funkchips, die Inventur und Ausleihe beschleunigen. Im Airbus A380 sollen rund 10.000 RFID-Transponder Routineaufgaben vereinfachen: Mitarbeiter können bei der Wartung wichtige Bauteile schnell zuordnen, jedes Teil erhält eine eigene Wartungshistorie. Im

Legoland im dänischen Billund werden mittels RFID-Armband vermisste Kinder aufgespürt, und im Baja Beach Club in Barcelona dient ein ein-zentimetergroßer Chip, der unter die Haut gespritzt wird, als Clubkarte. Eine Brauerei in Flensburg hat sogar ihre Bierfässer mit RFID-Chips ausgerüstet, damit die Reinigungsanlage erkennt, mit welcher Biersorte das Fass gefüllt war und so die Intensität der Säuberungsaktion automatisch anpassen kann.

Neuartige Silber-Werkstoffe für Antennen

Innovationsmanager Dr. Daniel Rudhardt, zuständig für zukünftige Anwendungen im Bereich Logistik, arbeitet in einem internationalen Team aus Bayer-Forschern daran, die RFID-Technologie günstiger und robuster zu machen. Derzeit kosten bei einem passiven

Tag Antenne, Chip und Trägermaterial ungefähr je ein Drittel. Für alle drei Teilkomponenten suchen die Bayer-Experten passende Materiallösungen, um den Preis in den kommenden Jahren weiter zu drücken. Und die Bayer-Forscher haben bereits vielversprechende Ideen entwickelt: Am greifbarsten sind Substanzen für die Antenne (s. Kasten, S. 94, „Silbertinte aus dem Drucker“). Diese müssen eine hohe Leitfähigkeit wie Metall besitzen, weshalb organische Materialien derzeit noch nicht in Betracht kommen. „Beste Chancen hat eine Tinte aus dispergierten Metallpartikeln“, verrät Dr. Stefan Bahn Müller, Innovationsmanager für Nanotechnologie bei Bayer MaterialScience.

Auch das Trägermaterial haben die Bayer-Forscher im Blick: „Das Know-how liegt nicht allein in der Elektronik, auch die Anforderungen ans Material sind enorm hoch und je nach Anwendung



Mehr als die Summe der Teile

Friedemann Mattern, Professor an der ETH Zürich, leitet das Fachgebiet Verteilte Systeme. Der Informatiker entwickelt Visionen für eine Zukunft, in der alle Dinge miteinander vernetzt sind.



In Ihrem Buch „Das Internet der Dinge“ beschreiben Sie eine Welt, in der fast jeder Gegenstand „intelligent“ und mit anderen Gegenständen vernetzt ist. Worauf müssen wir uns einstellen?

Die sogenannten Smart objects werden ihre Umwelt wahrnehmen, Daten verarbeiten und diese Informationen an andere Objekte melden – die Informatisierung unserer Welt wird rapide zunehmen. Man wird zum Beispiel RFID-Chips mit eingebauten Sensoren aus Flugzeugen abwerfen und die Umwelt beobachten. Andere Sensoren könnten im Garten die Bodenfeuchtigkeit messen und automatisch den Rasensprinkler anstellen – natürlich nur, wenn der Wetterbericht im Internet keinen Regen vorhersagt.

Welche technischen Probleme sind auf diesem Weg noch zu lösen?

Bei der Lösung des Energieproblems, also geringer Stromverbrauch und lange Batterielaufzeit, kommt man nicht so schnell voran, wie ich mir das wünsche. Bei autonomen Sensoren zur Umweltbeobachtung können wir nicht ständig die Batterien wechseln. Ungeklärt ist auch, wie die Infrastruktur aussehen wird, etwa welche Funkstandards geeignet sind, um Sensoren untereinander und mit dem Internet zu vernetzen.

Wenn etwas technisch machbar ist, heißt das noch nicht, dass wir es auch brauchen, oder?

Stimmt! Bislang haben wir intelligente und vernetzte Gegenstände nicht wirklich vermisst. Andererseits haben wir vor zehn Jahren auch das Mobiltelefon nicht vermisst und sind froh, dass es das heute gibt. Das Streben der Menschen nach Sicherheit, Status, Komfort und Unterhaltung führt dazu, dass sich viele solcher Anwendungen durchsetzen werden.

Werden wir intelligente Objekte akzeptieren, die ohne unser Wissen agieren?

Im Internet der Dinge werden die Grenzen zwischen online und offline verwischt. Kritisch ist die Akzeptanz vor allem dort, wo man Gegenstände – und häufig auch deren Besitzer – lokalisieren und verfolgen kann. Das ist toll, wenn man seinen Schlüssel verloren hat, aber weniger gut, wenn der Staat seine Bürger damit überwachen will.

Was passiert, wenn die intelligenten Gegenstände ausfallen?

Wenn Dinge immer schlauer und autonomer werden, verhalten sie sich nicht immer so, wie wir das erwarten. Manche fordern deshalb, dass die Intelligenz von vernetzten Gegenständen abschaltbar sein sollte. Doch gerade die bietet den entscheidenden Mehrwert – so wie ein Mensch mehr ist als die Summe seiner Körperzellen. Wir müssen die Systeme so gestalten, dass auch Ausnahmesituationen beherrschbar bleiben. Unsere Umwelt sollte auch immer noch ohne Hilfe intelligenter Objekte funktionieren.

Kann man mit dem Internet der Dinge Geld verdienen?

In Kooperation mit der Universität St. Gallen und einigen großen Unternehmen wie Bayer arbeiten wir daran, solche Geschäftsmodelle zu entwickeln. Ein Trend könnte „Pay per Use“ sein, wo Gebühren für die Nutzung eines Gebrauchsgegenstands erhoben werden, wie wir das vom Telefonieren kennen. Autos könnten melden, wie viele Kilometer und wie schnell sie gefahren sind und wo sie nachts abgestellt wurden, danach berechnet die Versicherung Haftpflicht und Kasko. Ich bin selbst sehr gespannt, welche Geschäftsmodelle sich mit smarten Objekten durchsetzen werden.

völlig verschieden“, erklärt Dr. Martin Hoppe, der bei Bayer MaterialScience im Bereich New Business für Elektro- und Elektronikanwendungen zuständig ist und hilft, neue RFID-Anwendungen aufzuspüren. Denn Etiketten auf Chips-tüten sollten beispielsweise so elastisch sein wie die Verpackung selbst, und zur Markierung von Tiefkühlpizza müssen die Funkchips auch besonders temperaturstabil sein. Mit Standard-Tags aus Papier zum Aufkleben, die heute 75 bis 80 Prozent Marktanteil haben und von vielen Herstellern angeboten

werden, ist das nicht zu schaffen. Die Bayer-Materialexperten konzentrieren sich deshalb besonders auf die RFID-Tags, die extremen Belastungen ausgesetzt sind, die beispielsweise bei der Herstellung oder in der Anwendung hohe Drücke und Temperaturen oder aggressive Chemikalien aushalten müssen, hohe Flexibilität aufweisen sollen oder dort verwendet werden, wo besondere Fälschungssicherheit gefordert ist – wie etwa in Ausweisdokumenten oder Patientenkarten im Krankenhaus. Eine Anwendung, an der die Bayer-For-

scher derzeit arbeiten, sind intelligente Etiketten, mit denen künftig Kleidungsstücke ausgestattet werden sollen. Sie müssen den Kochwaschgang aushalten und zuverlässig Informationen wie Hersteller, Material oder Waschanleitung speichern. Diese Infos helfen zum Beispiel in Krankenhäusern oder Industriebetrieben, Kleidung in großen Mengen zu reinigen und wieder zuverlässig dem Besitzer zurückzugeben. Im Test sind auch Waschmaschinen für zu Hause, die anhand der Informationen auf dem Label das richtige Waschprogramm wählen.

Silbertinte aus dem Drucker

Tintenstrahldrucker stehen seit Langem in vielen Heimbüros und sogar in Kinderzimmern. Auch bei der Herstellung von RFID-Tags könnten sie bald zur Standardausrüstung gehören und die Produktion der Funkchips kostengünstiger machen. Denn Forscher von Bayer MaterialScience und Bayer Technology Services haben jetzt eine leitfähige Tinte entwickelt, die sich aus winzigen Düsen auf eine Kunststoffolie zum Beispiel aus Polycarbonat aufbringen und zu beliebigen Leiterbahnen mit einzigartiger Haftung formen lässt. Das geheime Rezept enthält 20 bis 70 Nanometer kleine Silberpartikel, die sich beim Drucken zu dichten Packungen zusammenfinden. Der Effekt: Die Leitfähigkeit erreicht etwa zwölf Prozent von reinem Silber. Dies wird bereits bei einem Anteil von vier Gewichtsprozent Silber in der Tinte erreicht. „Eine solche Leitfähigkeit reicht für die meisten Anwendungen bereits aus“, sagt Dr. Stefan Bahnmüller, Projektleiter und Innovationsmanager für Nanotechnologie bei Bayer MaterialScience, und fügt hinzu, dass der geringe Silbergehalt der Formulierung über den Preis einen zusätzlichen Wettbewerbsvorteil bietet.

Ein weiterer Vorteil der Bayer-Tinte: „Die Temperatur, bei der die Tinte nach dem Drucken in einem Ofen auf die Folie gebrannt wird, beträgt nur 130 Grad Celsius und ist somit äußerst materialschonend“, ergänzt Dr. Stefanie Eiden von Bayer Technology Services. Außerdem lässt sich die Folie samt Leiterbahnen in verschiedene Formen pressen und prägen. Zusammen mit der Firma Microdrop in Norderstedt, die Tintenstrahldrucker für die Industrie herstellt, hat Bayer das Druckverfahren jetzt fast zur Marktreife entwickelt. Leiterbahnen für Anwendungen zum Beispiel in der Unterhaltungselektronik werden auf diese Weise bereits gedruckt.

Weil Silber teuer ist und für RFID-Tags mit hohen Stückzahlen auch trotz der genannten Ergebnisse wohl immer noch zu kostspielig, haben sich die Bayer-Forscher eine weitere Variante ausgedacht. Die leitfähige Schicht besteht dort aus Kohlenstoffnanoröhrchen. Noch seien auch diese zu teuer für die Massenfertigung, doch sie würden in Zukunft deutlich preiswerter, verspricht Bahnmüller. Denn die Kohlenstoffröhrchen mit Namen BayTubes® werden von seinen Kollegen bei Bayer MaterialScience bereits produziert und weiterentwickelt.

20 bis 30 Prozent des Markts für passive Tags werden auf haltbare Etiketten entfallen, und dort will Bayer MaterialScience den Kunden seine Material- und Prozess-basierenden Systemleistungen zur Verfügung stellen. „Eine Anwendung kommt immer dann in Frage, wenn sie sich für den Kunden lohnt“, sagt Dr. Ramesh Pisipati, Leiter des globalen RFID-Teams bei Bayer MaterialScience.

RFID-Chip im Autoreifen enttarnt Produktpiraten

Noch härter im Nehmen müssen Tags in Autoreifen sein, auf denen zum Schutz vor Billigkopien Herstellerinformationen und Produktionsdaten gespeichert sind. Diese Chips werden bei über 400 bar und 180 Grad Celsius in einem Cocktail aggressiver Oxidantien in die Seitenwand des Reifens einvulkanisiert, ausgerechnet dort, wo sich der Pneu am meisten verformt. Bei der Autofahrt wird das Trägermaterial des RFID-Chips um bis

zu zehn Prozent seiner ursprünglichen Länge gedehnt. Bei Frost darf es nicht spröde werden, weil es sonst den Reifen aufschlitzt. Gemeinsam mit Reifenherstellern treiben die Bayer-Experten die Entwicklung solcher Tags voran. Das Material der Wahl: Thermoplastisches Polyurethan (TPU), das es als Folien in verschiedenen Festigkeitsstufen und mit unterschiedlichen Schmelztemperaturen gibt. Weiche, niedrig schmelzende Varianten dienen zum Verkleben anderer Kunststoffe wie Polycarbonat, das zum Einbetten von RFID-Chips verwendet wird. „Dies ist oftmals zu steif und benötigt elastische Zwischenlagen aus TPU, das die Kräfte abfedert, die sonst das Polycarbonat zerbrechen würden“, erklärt Dr. Dirk Schultze, Leiter für Anwendungstechnik, Entwicklung und Qualität bei der Bayer-Tochter Epurex. Sie startete vor drei Jahren in den Markt für RFID-Trägerfolien – mit einer besonders „elastischen“ Technologie: Epurex entwickelte ein dünnes Sandwich – zum

RFID-Experten: Im internationalen Bayer-Team entwickeln die Forscher (v. li.) Dr. Martin Hoppe, Dr. Daniel Rudhardt, Dr. Stefanie Eiden und Dr. Stefan Bahnmüller neue Werkstoffe für die RFID-Chips der nächsten Generation.



Beispiel für Reisepässe –, das aus drei Lagen TPU besteht, wobei die mittlere so ausgestanzt wird, dass der Chip genau hineinpasst und die Antenne zwischen mittlerer und oberer Schicht eingeklebt ist. Dadurch wird die Verbindung zwischen Chip und Antenne möglichst wenig belastet. Heute erwartet das Unternehmen für seine Folien für 2007 einen Umsatz von über 1,3 Millionen Euro. Einen großen Anteil am Erfolg von Epurex hat auch die Forderung staatlicher Stellen nach sicheren Ausweispapieren. So verlangen die USA bei der Einreise Ausweisdokumente mit einem RFID-Chip, der biometrische Merkmale wie Fingerabdrücke enthält.

Spezialfolie für fälschungssichere Ausweispapiere

Mithilfe von TPU-Folien von Epurex können Chip, Antenne, Papier sowie Polycarbonat-, PVC- oder PET-Folien in einem mehrstufigen Prozess zu einem

dünnen Sandwich von 0,3 - 0,4 Millimeter Dicke verklebt werden. Dieses sogenannte Inlay lässt sich unter Hitze und Druck zwischen Papier und Pappe des Ausweises einkleben und dient gleichzeitig als Verstärkung der Rückenbindung. Im Prinzip ginge das auch mit anderen Kunststoffen, doch die TPU-Folie hat einen entscheidenden Vorteil: „Sie wird zerstört, wenn man versucht, sie zu öffnen“, erklärt Schultze. Doch die RFID-Spezialisten sind damit noch nicht am Ende ihrer Innovationsfreude, sie suchen ständig neue Anwendungsmöglichkeiten für die Folien. Ihr neues-

ter Coup: Den Entwicklern ist es erstmals gelungen, mittels eines speziellen Diodenlasers einzelne Punkte des Kunststoffs wie einen Film zu belichten. Damit lassen sich gestochen scharfe Graustufen-Fotos in die Folie brennen, was die Fälschungssicherheit gegenüber dem üblichen Papierfoto im Ausweis noch einmal erhöht. Dirk Schultze glaubt zwar nicht, dass es auch bald Geldscheine aus TPU-Folie gibt, doch Banknoten mit RFID-Chips könnte er sich vorstellen. Aber wann die Damenhandtasche SOS funkt, weil der Lippenstift darin fehlt, dazu will er keine Prognose abgeben.



www.future-store.org

Unter dem Button „RFID@Metro“ finden sich weiterführende Informationen zum Thema RFID.

Funkchips von der Rolle: Als Basismaterial für RFID-Aufbauten dienen Kunststofffolien, die in einem Extruder hergestellt werden und über viele Kühlwalzen laufen (Bild re.), bevor sie als Trägerfolie zugeschnitten werden. Dr. Dirk Schultze (Bild Mitte) hat die hochflexiblen Materialien für die RFIDs mitentwickelt.

