

[www.korfid.de](http://www.korfid.de)



E-BOOK  
RATGEBER

RFID-PRAXIS

<b>1</b>	<b>RFID .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>RFID-Anwendungsbeispiele .....</b>	<b>4</b>
2.1	Zugriffskontrolle .....	4
2.2	Zugangskontrolle .....	5
2.3	Zeiterfassung .....	5
2.4	RFID-Chips in Scheck- und Kreditkarten .....	6
2.5	Echtheitssiegel für Banknoten und Medikamente .....	6
2.6	RFID-Chips in Personalausweisen .....	7
2.7	Tieridentifikation .....	7
2.8	RFID-Etiketten in der Bekleidungsindustrie .....	8
2.9	Wegfahrsperrn.....	8
2.10	Fahrzeugidentifikation.....	9
2.11	Kontaktlose Chipkarten .....	9
2.12	Positionsbestimmung .....	10
2.13	Müllentsorgung .....	11
2.14	Warenmanagement und Logistik .....	11
2.15	Industrielle Fertigung .....	12
2.16	Einzelhandel.....	12
2.17	Leihbüchereien .....	13
2.18	Rundholzmarkierungen .....	13
2.19	Zeitmessung bei Sportveranstaltungen.....	14
2.20	Echtheitsnachweis bei Markenartikeln .....	14
2.21	Überwachung von Casinos .....	15
2.22	Möglichkeiten nahezu unbegrenzt.....	15
<b>3</b>	<b>RFID- Produkte .....</b>	<b>16</b>
3.1	Chips/Tags/Transponder .....	16
3.2	Label/Etiketten .....	17
3.3	RFID-Karten.....	17
3.4	Lesegerät/Reader/Scanner .....	18
3.5	Antennen .....	18
3.6	Blocker .....	19
<b>4</b>	<b>Vorteile der RFID-Technologie .....</b>	<b>19</b>
4.1	Kleine Bauweise.....	20
4.2	Geringer Energiebedarf .....	20
<b>5</b>	<b>Wie funktioniert die Kommunikation zwischen RFID-Geräten? .....</b>	<b>21</b>
5.1	Kommunikation zwischen Reader und Transponder .....	21

5.2	RFID-Tags .....	22
5.3	Bestandteile des Transponders .....	22
5.4	Pulkerkennung und Antikollision .....	23
5.5	Speichergrößen von RFID-Chips .....	24
5.6	Energieversorgung von RFID-Chips .....	24
5.7	Passive, aktive und semiaktive Transponder .....	24
5.8	Unterschiede zwischen RFID und NFC.....	25
<b>6</b>	<b>Nachteile und Gefahren der RFID-Technologie .....</b>	<b>26</b>
6.1	Relativ hohe Kosten .....	26
6.2	Geringe Sendereichweite .....	27
6.3	Möglichkeit der Erstellung von Bewegungsprofilen .....	27
6.4	Einschränkung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung .....	28
6.5	Störanfälligkeit.....	28
6.6	Manipulation .....	29
6.7	Probleme beim Recycling .....	29
6.8	Störung von Medizintechnik.....	30
<b>7</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>30</b>

## 1 RFID

Mittlerweile gehen die Möglichkeiten der RFID-Technologie weit über die bloße Identifikation eines Senders durch einen Empfänger hinaus. Auf den winzig kleinen Transpondern können Daten gespeichert werden, die dann von Lesegeräten aus einiger Entfernung und ohne Verbindung durch Kabel oder direkten Kontakt zwischen beiden Geräten ausgelesen werden können. Vor allem in der Logistik- und Sicherheitsbranche hat diese Technologie die Datenerhebung und die Automatisierung von Vorgängen erheblich vereinfacht.

Längst kommt die RFID-Technik nicht mehr nur bei High-Tech Unternehmen zum Einsatz. Bargeldlose Bezahlungsmöglichkeiten mit Studentenausweisen in den Mensas der Universitäten sind ebenso ein Anwendungsbeispiel wie Diebstahlsicherungen in Warenhäusern. Auch in modernen Ausweisdokumenten kommen die winzig kleinen RFID-Transponder mittlerweile zum Einsatz und können Daten über den Inhaber speichern und zum maschinellen Auslesen zur Verfügung stellen. Die wichtigsten Einsatzzwecke für RFID-Chips sind mit großem Abstand die Zugriffs- und Zugangskontrolle, sowie die Zeiterfassung.

## 2 RFID-Anwendungsbeispiele

Unterstützt wird die Verbreitung von RFID durch die im Vergleich mit aufwändigeren Funktechnologien überschaubaren Kosten sowie die einfache Implementierung. Hinzu kommt eine relative Fälschungssicherheit, die gerade in der ersten Phase der RFID-Entwicklung durchaus vorhanden war. Mittlerweile ist aber auch im Bereich der RFID-Technologie ein Wettlauf zwischen Herstellern und Betrügern entstanden.

### 2.1 Zugriffskontrolle

Zu den Schlagworten bei den Anwendungsbeispielen von RFID gehört die sogenannte Zugriffskontrolle. Geräte und Einrichtungen, auf die nur ein bestimmter Personenkreis Zugriff haben soll, können mit Transpondern und kompatiblen Lesegeräten vor dem Zugriff durch unbefugte geschützt werden. Ein Beispiel hierfür sind etwa Berechtigungskarten mit Transponder, die vor der Nutzung einer Computeranlage in das entsprechende Lesegerät gesteckt werden müssen. Je nach der verwendeten Transpondertechnologie ist eine Zugriffskontrolle aber auch über größere Entfernungen möglich. So kann es genügen, dass der Berechtigte den Transponder lediglich am Körper führt und sich dem Lesegerät auf wenige Schritte nähert.

In Unternehmen, in denen die Datensicherheit eine große Rolle spielt, werden auch die Computersysteme und Datenträger mit einer Zugriffskontrolle versehen. Beispielsweise können externe Festplatten nur über ein stationäres Festplattengehäuse an den Computer angeschlossen werden, das über ein RFID-Lesegerät verfügt. In diesem Festplattengehäuse können dann nur die Speichermedien verwendet werden, in denen der entsprechende Transponder integriert ist.

## 2.2 Zugangskontrolle

Die RFID-Zugangskontrolle wird bereits seit längerer Zeit von Unternehmen und hochgesicherten wissenschaftlichen oder militärischen Einrichtungen genutzt, um den Zugang von Unberechtigten zu verhindern. Klassisches Anwendungsbeispiel hierfür sind Sicherheitstüren, die sich nur öffnen lassen, wenn die mit einem RFID-Transponder versehene Zugangskarte in die Reichweite eines Lesegeräts gebracht wird. Allerdings wird die RFID-Zugangskontrolle mittlerweile auch für den privaten Gebrauch angeboten.

Neben den Fahrzeugherstellern, die RFID-Chips in die Schlüssel und entsprechende Lesegeräte in das Fahrzeug integrieren, können Hausbesitzer ihre Haustüren beispielsweise mit einem RFID-Sicherheitssystem nachrüsten. Ein Öffnen der Türe ohne das Auslösen eines Alarms ist nur dann möglich, wenn die Tür mit einem Schlüsseln mit RFID-Transponder geöffnet wird und das Lesegerät in der Tür diesen erkennt. Tierbesitzer mit einer Klappe für Hunde oder Katzen in der Tür können mit RFID sicherstellen, dass nur das eigene Haustier Zugang zur Wohnung erhält. Dafür wird der Transponder im Halsband untergebracht, während die Klappe über ein Lesegerät verfügt. Nähert sich das Tier nun der Klappe, öffnet diese sich automatisch.

## 2.3 Zeiterfassung

Zumindest in modernen Unternehmen hat die Zeiterfassung mit RFID die klassische Stechuhr längst abgelöst. Die Funktionsweise bleibt jedoch gleich. Der Mitarbeiter hält die Scheckkarte mit RFID-Chip zu Beginn seiner Schicht vor das Lesegerät und startet damit den Zeiterfassungsvorgang. Nach dem Ende seiner Schicht wiederholt er diesen Vorgang und beendet damit die Zeiterfassung. Dieses System wird vor allem im Schichtdienst sowie bei der Abrechnung von Arbeits- und Dienstleistungen angewendet, die nach Zeitintervallen abgerechnet werden.

Teilweise wird die RFID-Zeiterfassung auch bei der Auswertung sportlicher Wettkämpfe genutzt. Im Unterschied zu einer Lichtschranke, die zwar zuverlässige Zeitangaben ausgeben, die einzelnen Teilnehmer aber nicht unterscheiden kann, kann jeder Teilnehmer mit einem RFID Transponder mit individueller Kennung ausgestattet werden. Das Lesegerät befindet sich bei einem Wettrennen dann auf der Ziellinie und registriert die Reihenfolge der eingehenden Teilnehmer sowie die Zeit, die seit dem Start vergangen ist.

## 2.4 RFID-Chips in Scheck- und Kreditkarten

RFID-Chips in Scheck- und Kreditkarten sind das im Alltag häufigste und wohl bekannteste Anwendungsbeispiel der RFID-Technologie. In erster Linie wird RFID in diesen Karten vor allem dafür genutzt, um die Echtheit der Karte gegenüber einem Lesegerät zu bestätigen. Darüber hinaus ist es aber auch möglich, auf dem RFID-Chip zusätzliche Informationen, etwa über den Kontostand zu speichern. Diese Technologie kommt vor allem bei Prepaid-Karten zum Einsatz, mit denen nur geringfügige Geldtransaktionen durchgeführt werden.

Für sicherheitsrelevante bargeldlose Transaktionen ist zumindest die reine RFID-Technologie eher ungeeignet, da die Kommunikation zwischen Transponder und Lesegerät in der Regel unverschlüsselt erfolgt. Hier kommt jedoch die Weiterentwicklung NFC ins Spiel, bei der sowohl Lesegerät als auch Transponder aktiv kommunizieren und hierdurch eine effektive Verschlüsselung ermöglicht wird. In der Zukunft dürfte NFC zum Standard für den bargeldlosen Zahlungsverkehr zwischen Karteninhaber und Lesegerät werden. Es ist sogar möglich, ganz auf Scheck- und Kreditkarten zu verzichten und stattdessen ein mobiles Endgerät zu verwenden. Studien der Hersteller von RFID-Technologien gehen sogar noch weiter und beschreiben ein Verfahren, in dem das Lesegerät durch einen Scan der Iris im Auge des Berechtigten sämtliche Kontoinformationen auslesen und Transaktionen vornehmen kann. Bis zur Marktreife dieser Technologie wird allerdings schon aus sicherheitsrelevanten und datenschutzrechtlichen Gründen noch eine Menge Zeit vergehen.

## 2.5 Echtheitsiegel für Banknoten und Medikamente

Vor einigen Jahren wurde bekannt, dass die Europäische Zentralbank mit den großen Herstellern im RFID-Sektor über Möglichkeiten verhandelt, sämtliche neuen Banknoten mit mikroskopisch kleinen RFID-Sensoren auszustatten. Technisch ist dieses Vorhaben längst keine Zukunftsmusik mehr, die Transponder können mittlerweile in derart geringen Baugrößen hergestellt werden, dass die Unterbringung in einem dünnen Blatt Papier wie einer Banknote kein Problem darstellen würde. Die Vorteile einer solchen Technologie liegen auf der Hand. RFID bietet einen wesentlich höheren Fälschungsschutz als die bisher verwendeten, optischen Echtheitsmerkmale auf den Geldscheinen.

Doch das Vorhaben der EZB ist keinesfalls unumstritten. Kritiker bemängeln, dass die Implementierung von RFID in Banknoten eine lückenlose Dokumentation des Geldverkehrs erlaube. Es könnte also nachvollzogen werden, welchen Weg ein bestimmter Geldschein gegangen ist. Beim Abheben der Geldscheine aus einem Automaten wäre es theoretisch möglich, die Seriennummern mit dem Konto des Abhebenden zu verbinden, was eine erhebliche Gefahr für Datenschutz und Privatsphäre darstellen würde. Wahrscheinlich waren es diese Bedenken und die Kosten des Vorhabens, die laut EZB dazu geführt haben, dass RFID auf den neu eingeführten Banknoten derzeit nicht zum Einsatz kommt.

Weit verbreitet ist RFID dagegen als Echtheitszertifikat bei Medikamenten. Gerade im medizinischen Bereich ist die Sicherheit der Präparate und Medikamente vor Fälschung nicht nur von wirtschaftlicher, sondern vor allem von gesundheitlicher Bedeutung. Mit RFID-Transpondern in Medikamentenpackungen können einzelne Medikamente vom Anwender bis zum Hersteller zurückverfolgt werden. Problematisch sind dabei aber die Flüssigkeiten und Metallteile in Medikamenten und deren Behältern, die das elektromagnetische RFID-Feld stören können. Deshalb wird derzeit gezielt nach Weiterentwicklungen geforscht, die diesen Nachteil ausgleichen können.

## 2.6 RFID-Chips in Personalausweisen

Der neue Personalausweis kommt mit seinem Scheckkartenformat im Vergleich zum bisherigen, etwas größeren Dokument nicht nur handlicher daher. Auch technisch wurde der neue Personalausweis deutlich aufgewertet. In seinem Inneren befindet sich ein RFID-Transponder, auf dem die persönlichen Daten des Inhabers gespeichert sind. Dies soll es ermöglichen, zukünftig beispielsweise bei Transaktionen im Internet fälschungssicher seine Identität bestätigen zu können. Neben den grundlegenden persönlichen Daten wie Name, Geburtstag und Adresse können auf Wunsch auch biometrische Daten, in der Regel die Fingerabdrücke auf dem Transponder gespeichert werden. Ein Identitätsdiebstahl wird dadurch noch zusätzlich erschwert.

Der Nachteil der neuen Personalausweise besteht jedoch vor allem in datenschutzrechtlichen Gefahren. Theoretisch ist es möglich, dass ein Unberechtigter mit einem entsprechenden Lesegerät die Daten des Inhabers ausliest, ohne dass dieser es bemerkt. Diese Gefahr kann jedoch mit sogenannten RFID-Blockern entschärft werden. Das sind entweder Schutztaschen aus einem besonderen Material, das den Transponder gegen die Induktion vom Lesegerät abschirmt, oder moderne Geldbörsen, deren Material bereits dazu in der Lage ist, RFID-Magnetfelder zu blocken.

## 2.7 Tieridentifikation

Wer Haustiere besitzt, wird mit der RFID-Technologie unter Umständen bereits Bekanntschaft gemacht haben, ohne sich dessen wirklich bewusst zu sein. Mittlerweile ist es in der Europäischen Union Pflicht, Hunde und Katzen auf Reisen chippen zu lassen. Dabei wird ein winziger RFID-Transponder unter der Haut des Tieres verpflanzt, in der Regel unmittelbar hinter einem Ohr. Auf dem Mikrochip sind alle relevanten Daten zum Tier und zum Halter gespeichert. Er enthält also Informationen wie den Namen des Haustiers, Name und Anschrift des Besitzers, Angaben zum Futter und eventuelle Vorerkrankungen.

Diese Daten werden bei einem gefundenen Tier dann vom Tierarzt ausgelesen und mit einer Datenbank abgeglichen. Dadurch können Tier und Halter identifiziert und wieder zusammengeführt werden. Ein weiteres Beispiel für RFID in der Tieridentifikation sind

Halsbänder für Hunde und Katzen mit RFID-Transponder. Mit einer mit einem Lesegerät ausgestatteten Klappe in der Haustür kann sichergestellt werden, dass nur das eigene Tier die Klappe öffnet. Mit RFID ist es sogar möglich, Bewegungsprofile von Tieren zu erstellen. Die Technik wird deshalb auch von Tierforschern und Teilnehmern an Brieftaubenwettbewerben genutzt.

## 2.8 RFID-Etiketten in der Bekleidungsindustrie

In der Bekleidungsindustrie spielt RFID vor allem unter dem Stichwort Quellensicherung eine Rolle. Dabei werden Etiketten mit integriertem RFID-Transponder nicht erst vom Einzelhändler, sondern bereits vom Hersteller an der Ware angebracht. Dadurch kann der gesamte spätere Weg der Ware nachvollzogen werden. Für die Abnehmer der Hersteller hat das den Vorteil, dass sie jederzeit überprüfen können, ob die Lieferung in Art und Menge der Bestellung entspricht. Einzelhändler dagegen erhalten durch RFID-Etiketten ein wirkungsvolles Instrument für die eigene Logistik.

Teilweise wird RFID auch bei der Diebstahlsicherung von Waren im Einzelhandel eingesetzt, konkurriert hier aber insbesondere mit den EAS-Technologien zur elektronischen Warensicherung. Die Sender werden am Kleidungsstück angebracht und lösen beim Passieren eines Lesegeräts einen Alarm aus. Hierbei wird grundsätzlich zwischen offensichtlichen und versteckten Sicherheitsetiketten unterschieden. Die offensichtlich angebrachten Etiketten haben den Vorteil, dass sie bereits als psychologische Abschreckung von Dieben wirken können. Dafür können gerade geübte Diebe diese Etiketten leicht entfernen. Versteckte RFID-Etiketten werden beim Bezahlvorgang an der Kasse nicht entfernt, sondern lediglich deaktiviert. Sie können gegenüber den offensichtlichen Etiketten nicht entfernt werden, da der Dieb nicht weiß, an welcher Stelle der Transponder angebracht ist.

## 2.9 Wegfahrsperrn

In Europa neu verkaufte Autos müssen seit 1998 über eine elektronische Wegfahrsperrn verfügen. Diese soll verhindern, dass ein Dieb das Fahrzeug in Betrieb nehmen kann. Nach dem Abschalten des Motors wird die elektronische Wegfahrsperrn aktiviert und blockiert die Zündung, bis die Wegfahrsperrn wieder deaktiviert wurde. Zunächst wurde mit verschiedenen Funktechnologien experimentiert, bis sich RFID im Bereich der elektronischen Wegfahrsperrn schließlich durchgesetzt hat. Der passive RFID-Transponder ist dabei im Schlüssel integriert, im Fahrzeug befindet sich ein Lesegerät. Wird die Zündung betätigt, wird zunächst das Lesegerät aktiv und baut ein elektromagnetisches Feld auf.

Wenn sich der Transponder im Schlüssel in Reichweite dieses Feldes befindet, wird er aktiviert und sendet eine Antwort an das Lesegerät, das die Zündung freigibt. Nachteil dieser Methode ist jedoch, dass auf dem Schwarzmarkt mittlerweile ein reger Handel mit

gefälschten RFID-Transpondern für verschiedene Automarken floriert. Grundsätzlich müssen die Diebe zur Überwindung der Wegfahrsperre lediglich wissen, auf welcher Frequenz Schlüssel und Fahrzeug miteinander kommunizieren. In der Zukunft soll die Fälschung der Schlüssel jedoch erschwert werden. Hierzu wird bei jeder Inbetriebnahme des Autos eine nur einmal verwendbare Datenkombination abgefragt, ähnlich einer TAN-Nummer bei Banküberweisungen. Technisch ist es heute kein Problem mehr, mehrere Hunderttausend mögliche Kombinationen auf dem Schlüssel zu speichern, die für die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs ausreichen.

## 2.10 Fahrzeugidentifikation

Die Verwendung von RFID zur Fahrzeugidentifikation wird derzeit in Pilotprojekten in mehreren europäischen Städten getestet. Unter dem Stichwort ePlate werden dabei RFID-Transponder in die Nummernschilder der Autos integriert. Lesegeräte am Straßenrand können diese Tags dann beim Passieren auslesen. Diese Technik ermöglicht einerseits die einfache Umsetzung einer Zugangskontrolle. Beispielsweise kann überprüft werden, ob die Autos in der Innenstadt auch tatsächlich über eine Umweltplakette verfügen oder Mautgebühren für kostenpflichtige Straßenabschnitte bezahlt haben. Auch die Überprüfung eines bestehenden Versicherungsschutzes oder die Einhaltung der Zeitintervalle von TÜV-Untersuchungen ist möglich.

Geschwindigkeitskontrollen sind mit RFID zumindest technisch machbar. Allerdings sind diese gesetzlich noch nicht zugelassen, da die Zuverlässigkeit von RFID-Geschwindigkeitsmessungen erst abschließend untersucht werden muss. Mit einem entsprechend dichten Netz an Lesegeräten könnten sogar Bewegungsprofile der ausgelesenen Tags und damit auch der Fahrzeuge und ihrer Halter erstellt werden. Auch dies ist jedoch aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht zulässig. Dennoch sind Experten sich einig, dass die ePlates in absehbarer Zukunft zum Standard werden.

## 2.11 Kontaktlose Chipkarten

Die Kommunikation zwischen Transponder und Lesegerät funktioniert bei RFID nicht nur kabellos. Es ist sogar möglich, den Tag ohne jeglichen physischen Kontakt zum Lesegerät auszulesen. Anders als zum Beispiel bei der WLAN-Technologie wird diese kontaktlose Kommunikation jedoch nicht über Funksignale, sondern über ein elektromagnetisches Wechselfeld, das vom Lesegerät aufgebaut wird. Gelangt ein RFID-Tag in dessen Reichweite, wird es aktiviert und sendet eine Antwort an das Lesegerät. Durch diese Induktionstechnik ist es möglich, passive RFID-Transponder ohne eigene Energieversorgung zu verwenden, die sogar in einer Scheckkarte Platz finden.

RFID-Transponder werden deshalb besonders oft in Chipkarten verwendet. Für die kontaktlose Kommunikation ist es nötig, dass der Transponder über eine Antenne verfügt.

Bei den Transpondern in kontaktlosen Chipkarten handelt es sich dabei meistens um HF-Antennen in Form einer winzigen Spule mit mehreren Windungen. Dadurch werden Reichweiten von bis zu einem Meter ermöglicht. Kontaktlose Chipkarten kommen heute vor allem bei Systemen der Zeiterfassung sowie der Zugangs- und Zugriffskontrolle zum Einsatz. Insbesondere im Ticketing, also der Zugangskontrolle bei Veranstaltungen und Dienstleistungen spielen sie mittlerweile eine große Rolle. So werden mittlerweile viele Dauerkarten von Sportvereinen oder Eventveranstaltern und Betrieben des öffentlichen Nahverkehrs mit dieser Technologie ausgestattet. Gegenüber der manuellen Kontrolle jedes einzelnen Tickets ermöglichen die kontaktlosen Chipkarten eine deutliche Zeitersparnis.

In der Zukunft wird auch der bargeldlose Zahlungsverkehr mittels kontaktloser Chipkarten eine immer größere Rolle spielen. Gerade bei der Bedienung von Bankautomaten wird durch die Vermeidung von physischen Kontakt zwischen Transponder und Lesegerät auch die Sicherheit erhöht, da Unbefugte keine manipulierten Lesegeräte mehr anbringen können, die den Magnetstreifen von EC-Karten auslesen und die darauf gespeicherten Daten kopieren. Bei dieser NFC genannten Technologie handelt es sich um eine moderne und besonders sichere Weiterentwicklung von RFID.

## 2.12 Positionsbestimmung

Ein weiteres Anwendungsbeispiel von RFID ist die Positionsbestimmung auf geschlossenen industriellen Anlagen. Hier kommen mittlerweile oft fahrerlose Transportsysteme zum Einsatz, deren Position ständig überwacht werden muss. Solche Systeme werden beispielsweise bei der Logistik auf Häfen oder Güterbahnhöfen verwendet. Die RFID-Transponder sind dabei nicht etwa im Fahrzeug integriert, sondern in gleichmäßigen Abständen im Boden eingelassen. Jeder dieser Transponder verfügt über eine individuelle Kennung. Im Fahrzeug befindet sich ein Lesegerät, dessen elektromagnetisches Wechselfeld die Transponder im Boden beim Darüberfahren mit Energie versorgt.

Die Transponder melden dann, dass sie vom Fahrzeug passiert wurden. Dadurch kann kontrolliert werden, ob zuvor festgelegte Wege und Routen von den automatischen Fahrzeugen auch wirklich eingehalten werden. Der Nachteil der Positionsbestimmung mit RFID besteht jedoch darin, dass die Reichweite des vom Lesegerät erzeugten Feldes relativ gering ist. Deshalb funktioniert die Positionsbestimmung nur dann zuverlässig, wenn sich das Fahrzeug nicht zu weit von der vorgegebenen Route entfernt. Eine Möglichkeit, diesen Nachteil auszugleichen, besteht in der Verwendung von Schienenfahrzeugen. Deren Position kann mittels RFID tatsächlich zu jedem Zeitpunkt genau bestimmt werden, vorausgesetzt, es existiert ein ausreichendes Netz von Transpondern.

## 2.13 Müllentsorgung

Seit 1998 verwenden einige deutsche Städte RFID auch im Bereich der Müllentsorgung. Konkret wird die Technologie vor allem zur Vereinfachung der Abrechnung eingesetzt. Da es zu aufwändig wäre, das tatsächliche Gewicht jeder geleerten Mülltonne manuell zu protokollieren und einem bestimmten Haushalt zuzuordnen, berechnen die Städte ohne RFID-Mülltonnen ihren Bürgern Pauschalen für die Entsorgung des Abfalls. Dies ist jedoch nicht immer gerecht, da hierdurch letztendlich die Anwohner mit einem geringen Müllaufkommen den Überschuss der anderen Anwohner mitfinanzieren. Die Ausstattung von Mülltonnen mit RFID-Transpondern erlaubt demgegenüber eine exakte Abrechnung der tatsächlich entsorgten Müllmenge eines jeden Haushalts.

Hierfür wird der Transponder an der Mülltonne beim Ausleeren in den Müllwagen zunächst mit einem dort angebrachten Lesegerät ausgelesen. Auf dem Chip sind die für die Abrechnung relevanten Daten wie Name, Anschrift und Anzahl der Personen im Haushalt gespeichert. Diese Daten werden dann in einem Computer im Müllwagen mit dem digital gemessenen Gewicht des Mülls kombiniert und gespeichert. Am Ende des Abrechnungszeitraums erhalten die Bewohner einen Gebührenbescheid über die tatsächlich angefallene Müllmenge. Zu den Städten in Deutschland, die RFID-Mülltonnen einsetzen, gehören Bremen, Celle und Dresden.

## 2.14 Warenmanagement und Logistik

Warenmanagement und Logistik sind die wohl häufigsten und bekanntesten professionellen Anwendungsbereiche der RFID-Technologie. Die RFID-Transponder werden mittlerweile in derart kleinen Baugrößen hergestellt, dass sie sich problemlos in einem Etikett mit der Dicke eines Blatt Papiers unterbringen lassen. Sobald ein RFID-Etikett an einem Produkt angebracht ist, kann dessen Weg lückenlos nachvollzogen werden. Hersteller und Großhändler nutzen die Etiketten deshalb, um zu überprüfen, ob Bestellungen und Lieferungen einander entsprechen. Für Einzelhändler haben die Etiketten den Vorteil, dass eine laufende Inventur ermöglicht wird. Beim Bezahlvorgang an der Kasse wird der Transponder registriert und als ausgehend verbucht, der Warenbestand also um eine Einheit reduziert. Nachbestellungen können dadurch vollautomatisiert werden.

Bei der Lagerinventur besteht allerdings das Problem, dass es beim Auslesen mehrerer Tags gleichzeitig zu Überlagerungen der Signale und damit zu Störungen in der Kommunikation zwischen Transponder und Lesegerät kommen kann. Hiergegen helfen die ständig weiterentwickelten Antikollisionstechniken, die ein störungsfreies Auslesen von mehreren Tags gleichzeitig oder in einer bestimmten Reihenfolge erlauben. Für Endverbraucher ist das bekannteste Anwendungsbeispiel im Bereich der Logistik sicher die Nachverfolgung von Bestellungen aus dem Internet. Viele Warensendungen werden vom Verkäufer oder

Spediteur heute mit RFID-Etiketten versehen, die beim Auslesen automatisch den Status der Sendung aktualisieren.

## 2.15 Industrielle Fertigung

In modernen industriellen Fertigungsanlagen laufen mittlerweile viele Prozesse voll automatisiert ab. RFID sorgt dafür, dass die unzähligen Maschinen und Roboter einzelne Fertigungskomponenten erkennen und korrekt montieren können. Dafür verfügen die einzelnen Fertigungselemente über Transponder, auf deren Chip Informationen zur Art, Seriennummer, Fertigungsparameter auch die entsprechenden Daten zur Qualitätskontrolle. Die Fertigungsmaschinen lesen diese Informationen mittels der eingebauten Lesegeräte aus und spulen dann das entsprechende Programm ab.

Dadurch sind die Fertigungsmaschinen dazu in der Lage, Mängel in der Qualität und Beschädigungen an den einzelnen Teilen zu erkennen und diese zurückzuweisen. Nach der erfolgreichen Durchführung aller Montageschritte wird das Ergebnis durch das erneute Auslesen der Transponder überprüft. Es findet also eine laufende Qualitätskontrolle statt, die eine zuverlässig hohe Qualität des Endergebnisses garantiert. Darüber hinaus werden die Kosten des Fertigungsprozesses gerade im industriellen Bereich durch die Verwendung von RFID deutlich gesenkt. So stellte beispielsweise das Siemens Gerätewerk Amberg im Jahr 2007 den gesamten Fertigungsprozess auf RFID um. Die Kosten im fünfstelligen Bereich hatten sich bereits nach zwei Jahren amortisiert.

## 2.16 Einzelhandel

Für die Hersteller von RFID-Lösungen ist der Einzelhandler mittlerweile zu einem wichtigen und lukrativen Markt geworden. Das verwundert auch nicht, vereinen sich in dieser Branche doch die klassischen Anwendungsbereiche der Technologie wie Logistik, Warenmanagement und Warensicherung. Die Hersteller bieten den Einzelhandelsunternehmen deshalb eine Reihe von Lösungen, die sämtliche dieser Arbeitsbereiche vereinfachen und effektiver machen. Beispielsweise kann mit der Technologie ein voll automatisiertes Warenmanagement durchgeführt werden. Die Artikel im Lager müssen nur einmal im Rahmen einer Bestandsaufnahme erfasst werden. Großhändler versehen Produkte mittlerweile häufig mit Etiketten mit integriertem Transponder, weshalb die Zugänge automatisch verbucht werden können.

Auch der Warenausgang kann automatisch nachvollzogen und verbucht werden. Hierzu registrieren die Lesegeräte an der Kasse den jeweiligen Transponder aus und verbuchen den Artikel als Ausgang. Dadurch ist es möglich, Nachbestellungen völlig automatisiert ablaufen zu lassen. Es sind sogar Anwendungsbeispiele denkbar, die auf den ersten Blick vielleicht gar nicht so offensichtlich sind. Beispielsweise verfügen mittlerweile viele Umkleidekabinen über Lesegeräte, die automatisch die Transponder der Kleidungsstücke lesen, die sich in ihnen

befinden. Dadurch wird nicht nur der Diebstahl der Kleidungsstücke erschwert, ein Computersystem kann auch das Personal darüber informieren, dass sich in einer Umkleidekabine liegen gelassene Kleidungsstücke befinden.

## 2.17 Leihbüchereien

Vor allem in großen Büchereien und Universitätsbibliotheken kommen mittlerweile ebenfalls RFID Funketiketten zum Einsatz. Im Prinzip funktioniert das System dabei ähnlich wie bei den entsprechenden Etiketten im Einzelhandel. Bucheingänge und Ausgänge können mittels Pulkerfassung automatisiert registriert und verbucht werden. Außerdem sind die Transponderetiketten dazu in der Lage, den korrekten Leihvorgang zu überwachen. Im Vergleich zu den heute noch in den meisten Bibliotheken genutzten Barcodeetiketten bieten die Transponder viele Vorteile. Zunächst ist es nicht mehr nötig, den Barcode mit einem Handlesegerät manuell auszulesen.

Stattdessen genügt es bereits, wenn die entsprechenden Medien in die Nähe einer Lesestation kommen. Dies erleichtert die Arbeit des Bibliotheken Personals deutlich. Außerdem können die Transponder beliebig oft neu beschrieben werden. Jeder Leihvorgang kann direkt auf dem Etikett im Medium gespeichert werden. So ist die Geschichte des Buchs stets lückenlos und über mehrere Jahre hinweg nachvollziehbar. Neben den Daten des Entleihers werden auch bibliographische Informationen auf den Chips gespeichert, wodurch das Personal die Bücher wesentlich leichter richtig einsortieren oder in den Regalen finden kann.

## 2.18 Rundholzmarkierungen

Bis ein Baum im Wald in Holzscheite zerteilt den Abnehmer oder gar als fertiges Produkt den Endverbraucher erreicht, sind eine ganze Reihe an Arbeitsschritten nötig. Vom Einschlag des Baumes über die Rückung bis zum Transport und der Weiterverarbeitung sind in der Regel mehrere Unternehmen an der Produktions- und Lieferkette beteiligt. Dies erschwert den Informationsfluss im Forstwesen erheblich. Denn in der Regel sind die Informationskanäle der einzelnen Unternehmen nicht aufeinander abgestimmt. So werden die Informationen über den Eigentümer des Baumes, den Verwendungszweck, den Empfänger der Lieferung, die Holzart und das Alter in der Regel als Rundholzmarkierung direkt auf dem Baum optisch wahrnehmbar aufgeschrieben. Diese Rundholzmarkierungen müssen oft von jedem Teil der Lieferkette neu kontrolliert werden, was bei einer großen Anzahl von gelieferten Baumstämmen nicht nur Zeit, sondern auch Geld kostet.

Im Forstwesen werden deshalb schon seit den 70er Jahren RFID-Transponder am gefällten Baum befestigt, auf denen die Informationen der Rundholzmarkierungen gespeichert sind. Dadurch ist gewährleistet, dass der jedes Teil der Lieferkette stets über einheitliche

Informationen verfügt, ohne diese stichprobenartig kontrollieren oder bei anderen Unternehmen nachfragen zu müssen.

## 2.19 Zeitmessung bei Sportveranstaltungen

Die Zeiterfassung im Sport mittels RFID ist mittlerweile zumindest bei großen Sportveranstaltungen, bei denen die Zeit eine Rolle spielt, absoluter Standard. Von der Formel 1 über die Tour de France bis zu den großen Marathonläufen und Triathlon Wettbewerben auf der ganzen Welt werden die Zieleingänge in der Regel mittels Transpondern erfasst. Anders als eine herkömmliche Lichtschranke, können die Transponder ihren Träger eindeutig identifizieren und dessen Identität an das Lesegerät und das angeschlossene Computersystem senden.

Dadurch ist es nicht nur möglich, die Reihenfolge und die exakten Zeiten im Ziel zu messen, die Verwaltung der Ergebnisse bis hin zum Druck von Urkunden mit persönlicher Zeitangabe ist kein Problem. Damit ist die Technologie auch ideal für kleinere Veranstalter geeignet, da sie einiges an Organisationsaufwand abnimmt. Die Transponder sind dabei in der Regel sehr klein und unauffällig, behindern den Sportler also nicht. Bei einigen Marathonläufen werden die Transponder beispielsweise in der Rückennummer untergebracht. Um zu gewährleisten, dass das Lesegerät am Ziel den Transponder auch wirklich erfasst, funktionieren die für die Zeitmessung im Sport verwendeten Transponder in der Regel mit der sogenannten UHF-Technologie, die Reichweiten von mehreren Metern ermöglicht.

## 2.20 Echtheitsnachweis bei Markenartikeln

Je beehrter eine bestimmte Marke ist, desto ein attraktiveres Ziel wird sie auch für Fälscher. exklusive Weine, die für mehrere Hundert Euro pro Flasche gehandelt werden, sind vor Fälschungen nicht sicher. Um den Trittbrettfahrern das Handwerk zu legen, ließen sich die Winzer immer neue Methoden einfallen, wie sie ihre edlen Tropfen möglichst fälschungssicher machen können. Hierzu gehören ausgefallene Flaschendesigns, deren Gussformen streng bewacht werden, Schriftprägungen am Flaschenboden, aufwendige Versiegelungen und sogar optische Codierungen auf dem Weinetikett wie man sie auch auf Gelscheinen findet.

In den letzten Jahren sind immer mehr erfolgreiche Winzer jedoch dazu übergegangen, ihre Flaschen mit einem Transponder zu versehen, der im Etikett am Flaschenrücken untergebracht ist. Dabei verfügt jede einzelne Flasche über eine individuelle Kennung, womit ihr Weg in der Lieferkette vom Einzelhändler bis zum Hersteller zurückverfolgt werden kann. Ähnliche Methoden wenden auch die großen Namen in der Bekleidungsindustrie an. Beispielsweise nutzen Jeanshersteller den obligatorischen Aufnäher mit dem Markennamen nicht mehr nur als optisches Echtheitszertifikat, sondern statten diese ebenfalls mit Transpondern aus.

## 2.21 Überwachung von Kasinos

Kasinos ziehen nicht nur viele vergnügungswillige und redliche Besucher an, sondern auch Diebe und Betrüger. Der Grund hierfür liegt neben den immensen Bargeldreserven vor allem an den begehrten Spielchips. Im Unterschied zum zumeist sehr gut gesicherten Bargeld befinden sich die Chips bei den Spielern an den Tischen und können deshalb nur schwer überwacht werden. Die Spielchips kosten in der Herstellung meist nur wenige Cent, können aber einen Nominalwert in schwindelerregender Höhe ausweisen. Wenn es einem Dieb gelingt, diese Chips unberechtigt zu erlangen, kann er sie theoretisch an der Kasse des Casinos gegen Bargeld eintauschen. Um das zu verhindern, statten die großen Casinos ihre Spielchips mit RFID-Transpondern aus. Sobald die Spielchips abhanden kommen, werden sie automatisch deaktiviert und nicht mehr akzeptiert.

Auch eine vor allem beim Poker geläufige Betrugsmasche kann mit den Transpondern verhindert werden. Beim No-Limit Poker ist es möglich, dass ein Spieler mit einem sogenannten All In seine gesamten Spielchips auf ein einziges Blatt setzt. Gewinnt er, kann er seinen Einsatz vervielfachen. Er trägt aber auch das Risiko, alle Chips zu verlieren, die er am Tisch hat. Vereinzelt kommt es nun vor, dass Spieler nach einem Gewinn regelwidrig eigene Chips vom Tisch verschwinden lassen. Kommt es nun zum Totalverlust, verbleibt dem Spieler dennoch ein Restgewinn. Leidtragende dieser Masche sind neben dem Kasino vor allem die anderen Spieler, deren Gewinnchancen bedeutend geschmälert werden. Diese im Spielerjargon als going south bezeichnete Masche wird verhindert, indem Lesegeräte an den Tischen kontinuierlich das Vorhandensein der korrekten Anzahl von Spielchips auf dem Tisch überprüfen.

## 2.22 Möglichkeiten nahezu unbegrenzt

Obwohl die meisten Verbraucher mit dem Begriff RFID wohl nicht besonders viel anfangen können, ist die Technologie im Alltag allgegenwärtig. Das bekannteste Anwendungsbeispiel dürfte wohl der neue Personalausweis im Scheckkartenformat sein, über dessen Einführung in den Medien ausführlich berichtet wurde. Auf dem Transponder im Personalausweis befinden sich neben den personenbezogenen Daten wie Name, Anschrift und Geburtstag auf Wunsch auch biometrische Daten, mit denen eine eindeutige Identifikation möglich ist. Dies soll vor allem dazu dienen, in der Zukunft auch im Internet verlässliche Identitätsüberprüfungen durchführen zu können, wodurch vor allem betrugsanfällige Aktivitäten wie Online Banking oder die Zahlung mit Kreditkarten im Internet deutlich sicherer werden.

Nicht unterschätzt werden darf auch die Rolle von Transpondern und Lesegeräten im wirtschaftlichen und industriellen Bereich. Die Technologie hat zu einer deutlichen Vereinfachung von zuvor zeit- und arbeitsaufwendigen Aufgaben wie Inventur, Warenmanagement und Logistik geführt. Mittlerweile gibt es kaum einen Bereich der

Technik, in dem RFID nicht ebenfalls eingesetzt wird. Und dennoch kommen immer weitere Anwendungsgebiete dazu. Vor allem wird es bald möglich sein, an Ticket- oder Bankschaltern mit dem Handy zu bezahlen, falls dieses über einen integrierten NFC-Transponder verfügt.

### 3 RFID- Produkte

Es gehört zu den großen Vorteilen von RFID, dass die Technologie in jeder Branche sehr leicht nachgerüstet und in die Betriebsabläufe integriert werden kann. Die hierzu nötigen Produkte werden sowohl von der Herstellern der Produkte als auch von Fachhändlern angeboten, die sich vor allem auf die technische Beratung von Unternehmen spezialisiert haben. Unternehmen, die sich für den Einstieg in die RFID-Technologie interessieren, sollten zunächst untersuchen, welche Form der RFID-Technologie zu den eigenen Ansprüchen passt. Hier gibt es neben aktiven, passiven und semiaktiven Transpondern, Tags mit HF- oder UHF-Technologie in unterschiedlichster Bauweise und verschiedenen Lesegeräten jede Menge Optionen.

Vor allem sollte bei der Anschaffung berücksichtigt werden, ob die Möglichkeit einer Pulkerkennung oder von Antikollisionsverfahren benötigt wird. Diese Methoden eignen sich vor allem, wenn RFID für eine laufende Inventur benötigt wird, die einen hohen Grad an Organisation voraussetzt.

#### 3.1 Chips/Tags/Transponder

Ein RFID-Transponder übernimmt innerhalb eines RFID Systems aus Sender und Empfänger die Rolle des Senders. Teilweise werden die Transponder auch als Tags bezeichnet. Ein Transponder oder Tag besteht dabei in der Regel aus einem RFID-Chip, einer oder mehreren Antennen, einem Gehäuse sowie je nach verwendeter Technologie einer eigenen Batterie. Passive RFID-Transponder kommen ohne eigene Batterie aus und werden durch das elektromagnetische Wechselfeld des Lesegeräts mit Energie versorgt. Semiaktive und Aktive Transponder benötigen dagegen eine eigene Stromversorgung, sind dafür in der Regel aber mehrmals beschreibbar und verfügen gegenüber den passiven Tags über eine höhere Reichweite.

RFID-Tags werden in der Regel auf einem Träger oder in einem Gehäuse zur Verfügung gestellt, das je nach gewünschter Anwendung an einem anderen Gegenstand angebracht werden kann. Da die Tags mittlerweile sehr klein und dünn gebaut werden können, ist es sogar möglich, sie in einem Papier oder einer Scheckkarte unterzubringen. RFID Transponder können deshalb auch als Etiketten oder Labels erworben werden. Die Tags mit eigenem Gehäuse können dagegen in der Regel mehrfach verwendet und an verschiedenen

Gegenständen angebracht werden. Darüber hinaus erlaubt die etwas größere Bauweise die Unterbringung einer eigenen Batterie für aktive und semiaktive Tags.

### 3.2 Label/Etiketten

RFID Label und Etiketten werden vor allem für den logistischen Gebrauch angeboten. Waren können schnell und einfach mit den selbstklebenden Etiketten versehen werden. Mit einem zu den Tags passenden Lesegerät können die auf dem Tag gespeicherten Informationen dann ausgelesen werden. In der Regel verfügen diese Etiketten über einen zusätzlichen Barcode, der dieselben Informationen erhält wie der Tag und von einem handelsüblichen Lesegerät ausgelesen werden kann. Im Unterschied zum Barcode ist für das Auslesen der Tags jedoch kein Sichtkontakt zwischen Etikett und Lesegerät nötig. RFID Etiketten werden meist nach Wunsch des Kunden vorgedruckt und digital beschrieben, oder als Blankoetiketten verkauft.

Wenn die RFID Etiketten zur Inventur genutzt werden sollen, sollten sie zusätzlich zu RFID noch über weitergehende Antikollisionstechniken verfügen, damit es bei der Verwendung eines einzelnen Lesegeräts nicht zur Überlagerung der durch die Tags ausgesendeten Antworten kommt.

### 3.3 RFID-Karten

Scheckkarten, die mit RFID ausgestattet sind, sind wohl der Anwendungsfall der Technologie, der sich am deutlichsten im Alltag bemerkbar macht. So werden etwa die modernen Ausweisdokumente mit RFID Chips versehen, auf denen persönliche und auf Wunsch sogar biometrische Daten des Inhabers wie Fingerabdrücke gespeichert sind. Auch Karten zur Zugangskontrolle in Unternehmen oder wissenschaftlichen Einrichtungen funktionieren in aller Regel mit der RFID-Technologie. Theoretisch ist es sogar möglich, einen RFID Transponder in Führerscheine zu integrieren und jedes Kraftfahrzeug mit einem entsprechenden Lesegerät auszustatten. Das Fahrzeug ließe sich dann nur starten, wenn der Fahrer auch tatsächlich einen Führerschein bei sich hat.

Besonders interessant wird die Verwendung von RFID in Karten aber vor allem durch die Möglichkeit, den Tag nicht nur auszulesen, sondern auch zu beschreiben. Diese Technik kommt zum Beispiel bei der bargeldlosen Bezahlung mit dem Studentenausweis in der Mensa der Universität zum Einsatz. Dabei liest das Lesegerät zunächst das vorhandene Guthaben aus und schreibt dann den neuen Betrag wieder auf den Chip. Theoretisch sind solche Transaktionen auch mit EC-Karten an Bankautomaten denkbar. Aufgrund der besonderen Sicherheitsanforderungen in diesem Bereich ist die Weiterentwicklung der RFID-Technologie namens NFC allerdings besser hierfür geeignet.

### 3.4 Lesegerät/Reader/Scanner

Bei der drahtlosen Kommunikation stellt man sich die Rolle eines Lesegeräts in der Regel passiv vor, während der Transponder oder Sender die aktive Rolle übernimmt. Bei RFID sind diese Rollen jedoch vertauscht. Da die RFID Transponder in aller Regel über keine eigene Stromversorgung verfügen, muss das Lesegerät die aktive Rolle übernehmen. Hierzu baut es ein elektromagnetisches Wechselfeld auf, das die Transponder mit Energie versorgt, die erst dann ihre Antwort an das Lesegerät senden können.

RFID Scanner sind als Handscanner oder als stationäre Lesegeräte erhältlich. Auf den ersten Blick unterscheiden sie sich nicht von herkömmlichen Barcode Scannern, bieten jedoch einige entscheidende Vorteile. Vor allem kann ein RFID Lesegerät die Transponder dann auslesen, wenn kein direkter Sichtkontakt besteht. Theoretisch ist es also möglich, mit einem einzigen Lesevorgang sämtliche Tags in der Reichweite auszulesen. Diese sogenannte Pulkerkennung sorgt allerdings in der Praxis für Probleme, da es leicht zu Überlagerungen der von den Tags ausgesendeten Signale kommen kann. Um dies zu verhindern, sollten die Lesegeräte über Antikollisionstechniken verfügen.

### 3.5 Antennen

Zu den Vorteilen von RFID gehört die gegenüber anderen drahtlosen Kommunikationstechnologien hohe Reichweite. Theoretisch sind mit RFID Reichweiten von mehreren Metern problemlos möglich. Dies setzt jedoch voraus, dass der Transponder über eine Antenne mit einer entsprechenden Leistung verfügt. Grundsätzlich wird zwischen zwei verschiedenen Technologien in der Kommunikationsart von RFID Transpondern unterschieden, die sich auch auf die Bauweise und Leistungsfähigkeit der Antenne auswirken.

Bei der sogenannten HF-Technologie hat die Antenne des Transponders die Form einer Spule mit mehreren Windungen. Diese kompakte Form erlaubt eine sehr kleine Bauweise des Tags, reduziert aber auch die Reichweite. Transponder mit HF-Antennen kommen auf eine Reichweite von wenigen Millimetern bis zu einem Meter. HF-Transponder kommen deshalb vor allem bei Anwendungen zum Einsatz, in denen es nicht auf die Reichweite, sondern auch die geringe Größe des Transponders ankommt. UHF-Transponder hingegen verfügen über eine größere Antenne mit zwei Bipolararmen, die den Mikrochip umgeben. Diese Bauweise führt zwar zu einer etwas größeren Dimension des Transponders, lässt sich aber dennoch problemlos auf der Größe einer Scheckkarte unterbringen. Die Reichweite von UHF-Transpondern beträgt mehrere Meter.

### 3.6 Blocker

Weniger für den professionellen Gebrauch als vielmehr für den Schutz von privaten Informationen gedacht sind sogenannte RFID-Blocker. Hintergrund dieser Technik ist die zunehmende Verbreitung von RFID Anwendungen im Alltag und die immer größer werdende Menge an persönlichen Daten, die auf den Mikrochips gespeichert werden. Theoretisch ist es möglich, dass Unberechtigte beispielsweise den Personalausweis mitsamt den darauf gespeicherten persönlichen und biometrischen Daten auslesen, ohne dass der Inhaber hiervon etwas mitbekommt. Einen Schutz hiervoor bieten sogenannte RFID-Blocker.

Ein RFID-Blocker schirmt den Ausweis mitsamt dem darin enthaltenen RFID-Transponder vor dem elektromagnetischen Wechselfeld eines Lesegeräts ab. Der Transponder wird dadurch nicht aktiviert und kann auch keine Antwort senden. Diese RFID-Blocker werden in der Regel als Schutztasche vertrieben, in der der Personalausweis aufbewahrt wird. Mittlerweile gibt es aber bereits ganze Portemonnaies, in deren Material ein entsprechender Schutz des RFID Transponders bereits eingearbeitet ist. Im Gegensatz zu RFID benötigen NFC-Transponder keinen Blocker zum Schutz vor unbefugtem Zugriff auf die Daten, da die Kommunikation über NFC über eine effektive Verschlüsselung verfügt.

## 4 Vorteile der RFID-Technologie

Mittlerweile haben die Transponder und Lesegeräte Einzug in viele Arbeitsabläufe im alltäglichen und geschäftlichen Alltag gehalten. Gerade für professionelle Abläufe in den Bereichen Logistik, Inventur und Warenmanagement sind sie sogar unverzichtbar. Grund hierfür sind vor allem die vielfältigen Vorteile gegenüber anderen Methoden wie Barcodescannern, Lichtschranken und insbesondere der manuellen Registrierung. Obwohl RFID bereits seit den 70er Jahren weit verbreitet ist, sorgen die Hersteller immer wieder für Weiterentwicklungen der Technologie und erschließen neue Märkte für den Absatz ihrer Produkte. Ein Beispiel hierfür ist etwa NFC, das zukünftig bei bargeldlosen Zahlungen mit mobilen Endgeräten zum Einsatz kommen soll.

Die Transponder können in allen Bereichen eingesetzt werden, in denen es auf eine schnelle und zuverlässige Identifizierung oder auf das Auslesen von Daten ankommt. Die mittlerweile sehr geringen Baugrößen erlauben es, die Transponder sogar unsichtbar auf engstem Raum unterzubringen. Für Transponder mit HF-Technologie, die sich durch sehr kleine Spulenantennen auszeichnen, genügt bereits ein Gehäuse in der Dicke eines Papierblattes. Wenn größere Reichweiten benötigt werden und die Baugröße nur eine untergeordnete Rolle spielt, können dagegen die Transponder mit UHF-Technologie Reichweiten von mehreren Metern gewährleisten. Je nach Anwendungsbereich kann die Technologie deshalb problemlos an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden.

## 4.1 Kleine Bauweise

Für einige Anwendungen der Technologie ist es besonders wichtig, dass die Technik auf einem möglichst geringen Platz untergebracht werden kann. Hierbei ist beispielsweise an die RFID-Chips in Scheckkarten und insbesondere die Transponder im neuen deutschen Personalausweis zu denken. Ein Transponder besteht dabei in der Regel aus drei Teilen. Der Mikrochip bildet das eigentliche Herz des Transponders, auf dem die Identifikationskennung und eventuell weitere Daten gespeichert sind. Zusätzlich benötigt ein Transponder grundsätzlich Antennen, um Kontakt mit dem Magnetfeld des Lesegeräts aufnehmen zu können. Zwar ist es mittlerweile durchaus möglich, Transponder ohne Antennen zu bauen, diese verfügen dann aber über eine sehr geringe Reichweite und sind für die kontaktlose Kommunikation deshalb nur bedingt geeignet. Schließlich müssen Mikrochip und Transponder in einem Gehäuse oder auf einem Trägermedium untergebracht werden, um sie als Einheit in andere Gegenstände integrieren zu können.

All diese Bauteile eines Transponders können mittlerweile in extrem geringen Größen hergestellt werden, die jede nur denkbare Anwendung ermöglichen. Es ist sogar möglich, Transponder innerhalb von einzelnen Papierblättern einzusetzen, wo sie bereits jetzt als Echtheitszertifikat für wichtige Urkunden dienen. Die Europäische Zentralbank plant sogar, zukünftig neue Geldscheine nur noch mit Transpondern auszugeben, was die Fälschungssicherheit und den Schutz vor Diebstahl deutlich erhöht. Neben den winzig kleinen Transpondern gibt es natürlich auch Produkte, die wesentlich größer sind und etwa die Form eines Buches oder einer Festplatte haben. Der Vorteil dieser Baugrößen liegt darin, dass im Gehäuse genug Platz vorhanden ist, um einen aktiven Transponder mit einer eigenen Energieversorgung auszustatten.

## 4.2 Geringer Energiebedarf

In vielen Anwendungsbereichen steht RFID in einem ewigen Wettbewerb zu anderen Technologien, insbesondere der kontaktlosen Datenübertragung mittels Funk oder Infrarot. RFID bietet gegenüber diesen Methoden der Gerätekommunikation jedoch viele Vorteile, zu denen insbesondere der sehr geringe Energiebedarf gehört. Da in der Regel eine Vielzahl von Transpondern mit einem einzigen oder zumindest wenigen Lesegeräten zusammenarbeiten sollen, ist es besonders wichtig, dass die Transponder sehr energieeffizient arbeiten. Dies wurde dadurch erreicht, dass die Rolle zwischen Sender und Empfänger quasi umgekehrt wurde. Zwar speichert der Tag nach wie vor die Informationen, die ausgelesen werden sollen, allerdings muss er dafür grundsätzlich nicht mit Energie versorgt werden.

Eine Energiezufuhr ist lediglich dann nötig, wenn die Informationen auch tatsächlich an das Lesegerät übermittelt werden sollen. Diese Energie wird jedoch nicht von Transponder produziert, sondern vom Lesegerät und mittels Induktion auf den Transponder übertragen, der dadurch aktiviert wird. Dies ist zumindest die gängige Methode bei passiven

Transpondern. Der Vorteil liegt darin, dass durch die überflüssige eigene Energieversorgung auch kein Platz für eine Batterie verschwendet werden muss. Darüber hinaus gibt es noch halbaktive und aktive Transponder, die über eine eigene Batterie zur Energieversorgung verfügen. Doch aktive Transponder verbrauchen im Vergleich zur Funktechnik relativ wenig Energie, was gerade beim Einsatz großer Zahlen von Transpondern auch ein wichtiges Kostenargument darstellt.

## 5 Wie funktioniert die Kommunikation zwischen RFID-Geräten?

Ein großer Vorteil der RFID-Technologie gegenüber herkömmlichen, kabelgebundenen Lösungen besteht darin, dass zwischen dem Sender und dem Lesegerät kein physischer Kontakt bestehen muss. Dadurch wird es möglich, einen RFID-Transponder auch über eine geringe Distanz auszulesen. Deshalb statten beispielsweise viele Hersteller von Fahrzeugen ihre Autos und die dazugehörigen Schlüssel mit RFID-Transponder und Lesegerät aus. Das Fahrzeug kann dann automatisch geöffnet und theoretisch sogar gestartet werden, wenn sich der dazugehörige Schlüssel in der Nähe befindet.

Die einfachste Anwendungsmöglichkeit von RFID besteht also darin, zwischen Transponder und Lesegerät eine Identifikation durchzuführen und beispielsweise die Berechtigung des Fahrzeuginhabers zu überprüfen. Darüber hinaus gibt es aber noch andere, weitergehende Möglichkeiten zum Einsatz von RFID. Hierbei ist insbesondere der Austausch von Inhalten relevant. Anstatt einer simplen Identifikation kann das Lesegerät auch die auf dem RFID-Transponder gespeicherten Daten, wie beispielsweise das Guthaben auf der Mensakarte auslesen.

### 5.1 Kommunikation zwischen Reader und Transponder

Die Kommunikation über RFID setzt grundsätzlich das Vorhandensein von zwei verschiedenen Geräten voraus, die auch unterschiedliche Rollen erfüllen. Der RFID-Transponder ist dabei der Informationsträger, auf dem Daten gespeichert werden können. Mittlerweile können die Transponder in mikroskopischer Größe hergestellt und dadurch in kleinste und dünnste Gegenstände integriert werden. Gegenstück des Transponders ist stets das Lesegerät. Sollen in einem Warenhaus beispielsweise 1000 Artikel gegen Diebstahl gesichert werden, muss jeder einzelne Artikel mit einem Transponder versehen werden. Das Lesegerät wird dagegen nur einmal benötigt.

Damit Transponder und Lesegerät nun miteinander kommunizieren können, wird selbstverständlich ein Medium benötigt, über das diese Kommunikation abläuft. Normalerweise werden für die drahtlose Kommunikation oft Funkwellen genutzt, wie sie beispielsweise beim W-LAN zum Einsatz kommen. Diese Technik wäre für RFID jedoch nicht

brauchbar. Denn die Transponder sind aufgrund ihrer geringen Größe in der Regel passiv, verfügen also über keine eigene Stromversorgung. Deshalb erzeugt das Lesegerät ein elektromagnetisches Feld, das Energie auf die Transponder überträgt, die sich in seiner Reichweite befinden. Der derart aktivierte Transponder decodiert nun zunächst das Signal in den elektromagnetischen Wellen des Lesegeräts und sendet dann seinerseits die vom Lesegerät abgefragten Informationen. Dies geschieht durch eine Abschwächung des vom Lesegerät ausgesendeten Magnetfeldes, ein eigenes Magnetfeld erzeugt der Transponder jedoch nicht.

Die RFID Technik hat also den Vorteil, dass sämtliche zur Kommunikation benötigten, komplizierten Bauteile im Lesegerät untergebracht werden können, während die Transponder auf einen Großteil der Technik verzichten und deshalb besonders klein, unauffällig und mobil sein können.

## 5.2 RFID-Tags

Die RFID-Transponder werden auch als RFID-Tags bezeichnet. Unterschieden wird hierbei zwischen passiven, halb-aktiven und aktiven RFID-Tags. Die passiven Tags verfügen über keine eigene Stromversorgung und können deshalb in sehr geringen Dimensionen hergestellt werden. Zur Energieversorgung wird lediglich das durch das Lesegerät erzeugte magnetische Feld genutzt. Passive RFID-Tags können also nur dann ausgelesen werden, wenn sie sich in der Reichweite eines Lesegeräts befinden.

Demgegenüber verfügen halbaktive RFID-Tags über eine Batterie, die die Stromversorgung des Mikrochips übernimmt. Ein eigenes elektromagnetisches Feld wird von den halbaktiven RFID-Tags jedoch nicht aufgebaut, stattdessen läuft die Kommunikation genauso ab wie bei den passiven RFID-Tags. Aktive RFID-Tags werden von einer eigenen Batterie dagegen vollständig mit Strom versorgt. Deshalb können sie auch ein eigenes elektromagnetisches Feld aufbauen, was ihre Reichweite gegenüber passiven und halbaktiven RFID-Chips deutlich erhöht, sind dafür aber auch wesentlich größer als passive RFID-Tags.

## 5.3 Bestandteile des Transponders

Ein RFID-Transponder besteht grundsätzlich aus einem Mikrochip und mindestens einer Antenne. Bei den halbaktiven und aktiven RFID-Tags kommt noch eine Batterie als weiterer Bestandteil hinzu. Darüber hinaus werden die Tags in der Regel in einem Gehäuse oder auf einem Träger montiert, wodurch die fertigen Tags leicht an Gegenständen angebracht oder in Geräten eingebaut werden können. Die Baugröße der Tags wird dabei in erster Linie von den Antennen bestimmt. Zwar ist es heute problemlos möglich, mikroskopisch kleine RFID-Tags inklusive Antennen zu bauen. So meldete beispielsweise der asiatische High Tech Konzern Hitachi, dass es gelungen sei, einen RFID-Transponder in der Größe eines

Staubkorns herzustellen. Die Reichweite der Kommunikationsmöglichkeiten mit dem Lesegerät nimmt bei solchen winzigen Antennen jedoch deutlich ab.

Bei der Form und Funktionsweise der Antennen wird zwischen HF-Tags einerseits und UHF-Tags andererseits unterschieden. HF-Tags kommunizieren mit dem Lesegerät, indem sie durch Kurzschlüsse einen Teil der Energie des Magnetfeldes verbrauchen. Das Lesegerät registriert diese Energieschwankungen und interpretiert sie als Signale. Bei diesen HF-Tags besteht die Antenne aus einer Spule mit mehreren Windungen, die nicht sehr viel Platz verbrauchen. HF-Tags kommen heute deshalb vor allem in Scheckkarten und sogar Geldscheinen zum Einsatz.

Die Antennen von UHF-Tags bestehen dagegen aus mehrfach gewundenen Dipolarmen, in deren Mitte der Mikrochip untergebracht ist. Zwar ist es technisch möglich, funktionsfähige RFID-Chips auch völlig ohne Antennen herzustellen, deren Reichweite beschränkt sich dann in der Regel aber auf wenige Millimeter. Die Antenne ist deshalb der wichtigste Bestandteil eines RFID-Tags, was die Reichweite und Zuverlässigkeit der Kommunikation angeht.

Ebenfalls enorm wichtig ist natürlich der Mikrochip, der als Datenträger für die auf dem Tag gespeicherten Informationen dient. Die Speicherkapazität nimmt mit fortschreitender technischer Entwicklung immer weiter zu. Mittlerweile können neben simplen Identifikationskennungen ganze Datensätze auf den Mikrochips gespeichert werden.

#### 5.4 Pulkerkennung und Antikollision

RFID bietet vor allem in der Logistikbranche die Möglichkeit, die Identifizierung von und Datenübertragung zwischen einer Vielzahl von Gegenständen zu automatisieren. Zu den größten Herausforderungen vor denen diese Technologie steht, gehört jedoch nach wie vor die sogenannte Pulkerkennung. Also das Auslesen mehrerer Tags durch ein Lesegerät in einer bestimmten Reihenfolge. Das Problem besteht dabei darin, dass ein Lesegerät stets alle Tags aktiviert, die sich in der Reichweite seines elektromagnetischen Wechselfeldes befinden. Es ist also nicht ohne weiteres möglich, sicherzustellen, dass sich nicht alle Tags gleichzeitig beim Lesegerät melden und bereits gelesene Tags nicht erneut ausgelesen werden. Insbesondere kann das Lesegerät nicht erkennen, wann tatsächlich alle Tags ausgelesen wurden, was vor allem die Inventarisierung mittels RFID sehr kompliziert und ineffektiv macht.

Eine Weiterentwicklung der RFID-Kommunikationstechnik namens Antikollision soll dieses Problem beheben. Bei der Antikollision soll verhindert werden, dass die Antwortsignale der gleichzeitig gelesenen Tags sich gegenseitig überlagern. Dies kann zum Beispiel dadurch geschehen, dass für jedes Tag eine andere Frequenz verwendet wird, oder das Lesegerät gezielt nach der Antwort eines bestimmten Tags sucht und dann nach und nach alle Tags abarbeitet.

## 5.5 Speichergrößen von RFID-Chips

Als RFID ursprünglich noch lediglich zur Identifikation eines Tags durch ein Lesegerät verwendet wurde, bestanden die Datenspeicher der Tags lediglich aus einer Größe von einem Bit. Die einzige hierauf enthaltene Information war entweder da oder nicht da. Noch heute werden solche Speicher aus einem einzigen Bit etwa bei der Diebstahlsicherung von Waren eingesetzt. Mit der fortschreitenden Entwicklung der RFID-Technologie konnten die Datenspeicher jedoch deutlich ausgebaut werden, mittlerweile kann ein RFID-Mikrochip mehrere Kilobyte an Daten speichern und ermöglicht damit auch die Übertragung von abstrakten und komplexen Daten.

Heute ist es sogar möglich, RFID-Tags bereits nach dem ursprünglichen Schreibvorgang neu zu beschreiben, zu löschen oder den Datenbestand selektiv zu ändern. Dies setzt jedoch voraus, dass der Tag über eine eigene Energieversorgung verfügt, also mit der aktiven oder zumindest halbaktiven RFID-Technologie arbeitet. Grundsätzlich ist es heute also problemlos möglich, ganze Datensätze auf einem RFID-Chip zu speichern. Dies wird zum Beispiel bei modernen Ausweisdokumenten genutzt, auf denen die persönlichen Daten ihres Inhabers digital gespeichert sind. Bei Bezahlkarten mit RFID Chips können auch Informationen wie der Kontostand gespeichert und bei jeder Transaktion verändert werden.

## 5.6 Energieversorgung von RFID-Chips

Die Kommunikation zwischen einem RFID-Tag und einem Lesegerät setzt voraus, dass der Transponder das Signal des Lesegeräts nicht nur empfangen, sondern auch eine Antwort zurücksenden kann. Hierfür ist Energie nötig, die zumindest bei passiven RFID-Tags nicht vom Transponder erzeugt werden kann. Stattdessen wird der Mikrochip durch das vom Lesegerät erzeugte elektromagnetische Wechselfeld aktiviert und bezieht auch die für die Antwort erforderliche Energie aus dieser Induktion.

## 5.7 Passive, aktive und semiaktive Transponder

Da passive Transponder ohne eigene Stromversorgung im Rahmen von RFID der Standard sind, werden die Tags in der Regel auch mit nichtflüchtigen Speichertechnologien ausgestattet. Die auf dem Mikrochip gespeicherten Daten bleiben also langfristig erhalten, wenn keine externe Stromversorgung durch Induktion besteht.

Halbaktive RFID-Tags verfügen dagegen über eine Batterie, die jedoch nur den Mikrochip mit Strom versorgen. Das hat den Vorteil, dass die auf dem Chip gespeicherten Daten jederzeit geändert oder gelöscht werden können. Außerdem ermöglicht die halbaktive Technologie die Verwendung von flüchtigen Speichertechnologien, bei denen die Daten nur so lange gespeichert werden, wie der Speicher mit Strom versorgt wird. Diese Technik eignet sich

insbesondere bei Verfahren, bei denen die Tags ihre Daten nur für eine kurze Zeit speichern und regelmäßig mit neuen Datensätzen beschrieben werden sollen.

Dieser Vorteil trifft auch auf die aktiven RFID-Tags zu, die vollständig durch eine eigene Batterie mit Strom versorgt werden. Neben dem Mikrochip verfügen also auch die Antennen über eine Stromquelle, was die mögliche Reichweite der Kommunikation beträchtlich erhöht.

## 5.8 Unterschiede zwischen RFID und NFC

Beim Thema der kabellosen Kommunikation zwischen Geräten hat das Schlagwort NFC in der jüngeren Vergangenheit eine immer größere Bedeutung gewonnen. Es stellt sich also die Frage, was an dieser Technik so neu sein soll, beziehungsweise wo denn nun die Unterschiede zwischen NFC und RFID liegen sollen. Beim Vergleich der beiden Technologien fällt zunächst auf, dass es zwischen ihnen mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede gibt. Das liegt vor allem daran, dass es sich bei NFC nicht um eine neue Entwicklung, sondern lediglich um eine auf der RFID Technik basierende Weiterentwicklung der drahtlosen Gerätekommunikation handelt.

Bei beiden Technologien können ein Transponder und ein Lesegerät drahtlos miteinander kommunizieren und Daten austauschen. Im Gegensatz zu RFID ist der Transponder in NFC standardmäßig jedoch nicht passiv, sondern ebenso wie das Lesegerät aktiv. Das ermöglicht die Herstellung einer aufwendig verschlüsselten Verbindung zwischen Transponder und Lesegerät. NFC wurde deshalb vor allem für sicherheitsrelevante Vorgänge, wie etwa die bargeldlose Bezahlung entwickelt und optimiert. Außerdem beschränkt sich die NFC Technologie auf einen Teilbereich der von RFID genutzten Frequenzen, was eine Normierung der NFC Kommunikation erlaubt. Demgegenüber können RFID Transponder nur mit den Lesegeräten kommunizieren, für die sie entwickelt wurden, sind in der Regel also abhängig von den Geräten des gleichen Herstellers.

NFC wurde zudem für die Kommunikation im Nahbereich unterhalb einer Distanz von 10 Zentimetern entwickelt. Dies ist gegenüber der mit RFID theoretisch größer nutzbaren Distanzen jedoch kein Nachteil, sondern erhöht die Sicherheit der Kommunikationsvorgänge. Insgesamt handelt es sich bei NFC also um eine spezielle Art der RFID Technologie, die vor allem bei Anwendungen zum Einsatz kommen soll, bei denen Sicherheit eine entscheidende Rolle spielt. Im Alltag wird sich NFC spätestens in den nächsten Jahren durchsetzen, wenn die Hersteller von Smartphones und Tablets ihre Geräte standardmäßig mit NFC Transpondern und Lesegeräten ausstatten. Banken, Kaufhäuser und öffentliche Nahverkehrsbetriebe betreiben bereits Automaten, an denen mit der NFC-Technologie bargeldlose Transaktionen durchgeführt werden können.

## 6 Nachteile und Gefahren der RFID-Technologie

Während RFID in den letzten Jahrzehnten einen wahren Siegeszug angetreten hat und in vielen Bereichen zum unangefochtenen Standard der kontaktlosen Gerätekommunikation wurde, rückten gerade in der jüngeren Vergangenheit auch die Nachteile und Gefahren von RFID zunehmend in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses. RFID teilt dabei das Schicksal fast jeder neuen Technologie, die neben Befürwortern auch immer Kritiker und Gegner findet. Argumente bekamen die Gegner vor allem durch die vergangenen Skandale im Bereich des Datenschutzes geliefert. Auch die zunehmende Verbreitung der Technologie im Alltag sorgte dafür, dass in den Medien und von Experten regelmäßig vor alten und neuen Gefahren gewarnt wird.

Zu einem gewissen Teil ist diese Kritik sicher berechtigt, auch wenn viel Panikmache bei den Warnungen mitschwingt. Darüber hinaus handelt es sich um eine sehr adaptive Technologie, die an verschiedenste Voraussetzungen und Anforderungen angepasst werden kann, wodurch sich viele Nachteile relativieren oder gar ganz beseitigen lassen. Dennoch lohnt es sich, sich mit den Unzulänglichkeiten und den Gefahren der Technologie insbesondere für den Datenschutz etwas näher auseinanderzusetzen.

### 6.1 Relativ hohe Kosten

Obwohl die Technologie bereits mehrere Jahrzehnte alt ist, wird sie noch heute in fast allen relevanten Bereichen eingesetzt und ständig weiterentwickelt. Der große Vorteil der sehr geringen Baugrößen erfordert natürlich auch Investitionen und Forschung und Modernisierung der Produktion, die von den Herstellern über den Verkauf der Transponder wieder ausgeglichen werden müssen. Das führt dazu, dass die Transponder im Vergleich zu herkömmlichen Barcodes oder anderen Technologien eher teuer sind. Dies gilt zumindest dann, wenn die Transponder nur in geringen Stückzahlen abgenommen werden. Für einzelne aktive Transponder können dabei durchaus Preise von mehreren Euro pro Stück aufgerufen werden. Für professionelle Anwender wie die Industrie oder die Logistikbranche stellt der Preis jedoch keinen Nachteil dar.

In diesen Branchen werden in der Regel Stückzahlen von mehreren Millionen Transpondern eingesetzt. Bei solchen Abnahmemengen reduziert sich der Preis auf wenige Cent pro Transponder. Dadurch wird vor allem die Modernisierung von Produktionsanlagen mit Transpondern und Lesegeräten durchaus erschwinglich für Unternehmen. In der Regel amortisieren sich die Anschaffungskosten der Unternehmen durch Einsparungen wegen des deutlich geringeren Aufwands in wenigen Jahren. Da auch die Hersteller von Scheckkarten und die Bundesdruckerei für die neuen Personalausweise zu den Großabnehmern für Transponder gehören, halten sich auch die Mehrkosten für den Endverbraucher in Grenzen.

## 6.2 Geringe Sendereichweite

Damit ein Transponder mit einem Lesegerät kommunizieren kann, muss er in die Reichweite eines elektromagnetischen Wechselfeldes gelangen, das vom Lesegerät aufgebaut wird. Dieses Magnetfeld ist in der Reichweite natürlich begrenzt und kann insbesondere nicht mit den wesentlich höheren Reichweiten der Funktechnologie mithalten. Die vergleichsweise geringe Reichweite der Transponder muss jedoch nicht unbedingt ein Nachteil sein. Erstens kann die Reichweite durch Verwendung größerer Antennen mit der UHF-Technologie von einigen Zentimetern auf einige Meter erhöht werden. Auch aktive Transponder erhöhen die mögliche Reichweite deutlich. Zweitens wird die Technologie vor allem in Bereichen eingesetzt, in denen die Distanzen zwischen Transponder und Lesegerät ohnehin nicht sehr groß sind.

Ein Beispiel hierfür sind etwa die kontaktlosen Scheckkarten mit eingebautem Transponder. Diese werden in der Regel mit einem Abstand von wenigen Zentimetern vor das Lesegerät gehalten, weshalb die begrenzte Reichweite keine große Rolle spielt. Umgekehrt ist es vor allem in sicherheitsrelevanten Anwendungen sogar wichtig, dass die Reichweite des Magnetfeldes nicht zu groß wird. So wurde die Weiterentwicklung NFC gezielt für den bargeldlosen Zahlungsverkehr und niedrige Reichweiten entwickelt. Größere Reichweiten würden bei dieser Technologie auch das Sicherheitsrisiko erhöhen, das Unberechtigte leichter Zugriff auf die auf dem Chip gespeicherten Daten erhalten könnten.

## 6.3 Möglichkeit der Erstellung von Bewegungsprofilen

Wer sich in einem öffentlichen Raum bewegt, fühlt sich dabei meistens dennoch anonym und unbeobachtet. Das widerspricht jedoch schon heute in vielen Städten der Realität. Großstädte wie London verfügen über ein lückenloses Netz von Sicherheitskameras, die miteinander vernetzt sind. Mittlerweile existieren auch Softwarelösungen, mit denen eine Gesichtserkennung durchaus möglich ist. Aus dieser Kombination lassen sich bereits heute relativ genaue Bewegungsprofile erstellen. Die Verwendung von RFID Transpondern erweitert diese Möglichkeiten sogar. Da die Transponder mittlerweile in vielen Kleidungsstücken zur Warensicherung eingearbeitet sind, ohne dass der Träger dies merkt, können durch eine strategische Aufstellung von Lesestationen an Verkehrsknotenpunkten der Stadt sehr präzise Bewegungsprofile erstellt werden, die sogar über die Genauigkeit von GPS hinausgehen. Auch ePlates, also Nummernschilder mit Transpondern könnten etwa an Mautstationen ausgelesen und genau verfolgt werden.

Im Bereich des Datenschutzes hat RFID deshalb mit Problemen zu kämpfen, die auch viele andere Kommunikationstechniken haben. Hier hilft letztendlich nur eine Anpassung der Rechtslage durch den Gesetzgeber sowie mehr Bewusstsein um Chancen und Risiken der Technologien beim Verbraucher. Am Ende sollten Vorteile und Nachteile der Technologie stets gegeneinander abgewogen werden. Gerade die Berichterstattung über

Spionageskandale hat in den letzten Jahren jedoch dazu geführt, dass viele Verbraucher panisch reagieren und in neuen Technologien nur noch die Gefahren sehen, ohne deren unbestreitbare Vorteile anzuerkennen.

#### 6.4 Einschränkung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung

Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung wird in Artikel 2 des Grundgesetzes garantiert und gestattet es jedem Bürger, frei über die Preisgabe seiner personenbezogenen Informationen zu entscheiden. Hier sehen die Kritiker der RFID Technologie eine der größten Gefahren. Da Transponder im menschlichen Alltag mittlerweile weit verbreitet sind und dabei oft persönliche Daten des Inhabers speichern, besteht auch die Gefahr, dass diese Daten ohne das Wissen und Wollen des Berechtigten ausgelesen werden. Dies kann einerseits durch einen absichtlichen Datenmissbrauch geschehen. So kann ein Unberechtigter zumindest theoretisch die persönlichen und biometrischen Daten auf dem neuen Personalausweis auslesen, wenn er über ein entsprechendes Lesegerät verfügt.

Gegen diese Gefahr kann sich der Einzelne jedoch durch die Verwendung sogenannter RFID-Blocker schützen. Die Schutztaschen verhindern, dass der Transponder im Personalausweis vom Magnetfeld eines Lesegeräts erfasst wird. Mittlerweile sind solche Blocker auch in vielen Geldbörsen bereits eingearbeitet. Viel relevanter ist daher die Gefahr, dass der Verbraucher Informationen auf einem Transponder mit sich herum trägt, ohne sich dessen überhaupt bewusst zu sein. Diese Gefahr ist leider tatsächlich sehr real, da viele Unternehmen mittlerweile Transponder einsetzen, ohne ihre Kunden darüber zu informieren. Mit dem Big Brother Award wurde sogar ein Negativpreis eingeführt, der jährlich an Unternehmen für solche Fehltritte verliehen wird. Hier bleibt nur zu hoffen, dass die Unternehmen sich diese Kritik zu Herzen nehmen und zukünftig transparenter mit der Verwendung dieser Technologie umgehen.

#### 6.5 Störanfälligkeit

Verglichen mit den herkömmlichen Technologien zur kontaktlosen Gerätekommunikation bietet RFID eine relativ hohe Zuverlässigkeit. Optische Verfahren wie Barcodescanner oder Infrarotsignale haben beispielsweise den Nachteil, dass ein direkter Sichtkontakt zwischen Sender und Empfänger bestehen muss. Diese Voraussetzung gibt es bei der Kommunikation über ein Magnetfeld jedoch nicht. Stattdessen ist die Kommunikation zwischen Transponder und Lesegerät nur durch die tatsächliche Reichweite dieses Feldes beschränkt. Dennoch gibt es einige Konstellationen, die der Technik dennoch Schwierigkeiten bereiten. Diese Probleme lassen sich mittlerweile jedoch meist durch zusätzliche Technologien lösen.

Zu den Problemfeldern gehörte lange die sogenannte Pulkerfassung. Dabei ist ein einziges Lesegerät für die Erfassung einer Vielzahl von Transpondern zuständig. Diese Situation tritt zum Beispiel auf, wenn die Technologie zur Inventur eingesetzt wird. Hier tritt oft das

Problem auf, dass sich alle Transponder, die sich im Einflussbereich des Magnetfeldes befinden, gleichzeitig beim Lesegerät melden. Das führt grundsätzlich zur Überlagerung von Signalen und reduziert die Zuverlässigkeit der Erkennung. Dieses Problem kann jedoch mit Antikollisionstechniken umgangen werden, die bei vielen Anbietern von Transpondern und Lesegeräten mittlerweile integriert sind. Insgesamt kann die Zuverlässigkeit der Technologie deshalb durchaus überzeugen und ist ein wichtiger Grund für die weite Verbreitung und die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten.

## 6.6 Manipulation

Gerade dann, wenn die Technologie in sicherheitsrelevanten Bereichen, also etwa in der Zugangs- oder Zutrittskontrolle oder als bargeldloses Zahlungsmittel, eingesetzt werden soll, besteht natürlich auch das Risiko der Manipulation. Beispielsweise können Blocker eingesetzt werden, die verhindern, dass der Transponder dem Magnetfeld des Lesegeräts ausgesetzt wird. Elektrische Schocks und Mikrowellenstrahlungen können den Transponder unbrauchbar machen. Theoretisch ist es sogar möglich, die Daten auf dem Mikrochip zu manipulieren. All diese Angriffsszenarien sind in der Realität allerdings nicht sehr effektiv. Dort, wo die Zerstörung oder das Blocken eines Transponders einem Dieb Vorteile bringen würde, wird dies effektiv verhindert. In der Textilindustrie werden die Chips etwa an unbekanntenen Stellen der Kleidung versteckt und lassen sich nur mit viel Aufwand aufspüren.

Gegen eine Datenmanipulation hilft vor allem die Verschlüsselung der Kommunikation zwischen Transponder und Lesegerät. Besonders relevant wird diese Vorsichtsmaßnahme bei der NFC Technologie, die auf RFID basiert. Mit ihr wird es in der Zukunft möglich sein, auch größere Geldtransaktionen kontaktlos mit Transponder und Lesegerät durchzuführen. Um die Sicherheit zu erhöhen, wurde eigens hierfür eine besonders sichere Verschlüsselungstechnik integriert. Zwar hat die Erfahrung gezeigt, dass keine Verschlüsselung absolut unknackbar ist, aber immerhin erhöht sie den Aufwand für einen potenziellen Angreifer doch beträchtlich und sorgt bereits deshalb für ein ausreichendes Maß an Sicherheit.

## 6.7 Probleme beim Recycling

Mit der zunehmenden Verbreitung der Transponder wurde gerade in den letzten Jahren ein Problem offensichtlich, an das bei der Entwicklung der Technologie wohl kaum jemand gedacht hatte. Da die Transponder mittlerweile in Glasflaschen, Plastikverpackungen, Etiketten und Textilien eingearbeitet sind, wandern sie genau wie die Verpackungen irgendwann in den Müll. Dort bereiten sie nun aber immer deutlicher werdende Probleme beim Recycling. Denn die Transponder lassen sich kaum vom Trägermaterial trennen, außerdem wäre der hierzu notwendige Aufwand viel zu hoch. Die Transponder

verunreinigen deshalb die beim Recycling gewonnen Rohstoffe. Dieser Mangel setzt sich dann in der Weiterverarbeitungskette fort.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass für die Entwicklung von Transpondern Rohstoffe eingesetzt werden, die nicht separat neu verwertet werden, sondern mit dem restlichen Müll recycled werden. Diese Rohstoffe sind damit verloren und können nicht weiterverwertet werden. Bei einem einzelnen Transponder fällt dies aufgrund der eher geringen Menge an Rohstoffen zwar nicht ins Gewicht, bei Milliarden von Transpondern, die jedes Jahr verkauft werden, summieren sich die verlorenen Rohstoffe dann schon spürbar. Um dieses Problem zu entschärfen, wird derzeit an Transpondern auf Polymerbasis geforscht, die besser zum Recycling geeignet sind und in der Herstellung keine Rohstoffe kosten.

## 6.8 Störung von Medizintechnik

Erst seit 2008 ist ein Problem bekannt, das die Verwendung von RFID Transpondern mitunter sogar lebensgefährlich machen kann. In einer medizinischen Studie wurde bewiesen, dass die Transponder die Zuverlässigkeit von diagnostischen Messungen empfindlich stören kann. In immerhin 22 von knapp 150 untersuchten Fällen kam es sogar zu gefährlichen Fehlern, weil Beatmungsgeräte oder andere lebensnotwendige Geräte aufgrund der Störung ausfielen.

Dieses Problem wird noch dadurch verschärft, dass die Transponder mittlerweile sogar in Textilien implementiert sind, ohne dass der Träger dies weiß. Es genügt also nicht, lediglich das Portemonnaie mit den Transpondern in den Scheckkarten nicht in die Reichweite von medizinischen Geräten kommen zu lassen. Stattdessen sollten in der Nähe von lebensnotwendigen Geräten ausschließlich Krankenhauskleider getragen werden, die die Instrumente garantiert nicht stören. In der Zukunft ist zudem damit zu rechnen, dass die Hersteller von medizinischen Geräten dieses neu erkannte Problem berücksichtigen und ihre Produkte entsprechend anpassen.

## 7 Fazit

Vor allem in der Logistik und im Warenmanagement gibt es heute kaum noch einen Teilbereich, der ohne die Möglichkeiten der RFID-Technologie auskommt. Die Kosten und technischen Voraussetzungen sind extrem überschaubar und die Ergebnisse sind schnell und vor allem zuverlässig. Für den Erfolg sind auch die ständigen Weiterentwicklungen durch die Hersteller maßgeblich, die die Möglichkeiten der Transponder und Lesegeräte ständig erweitern und für immer neue Einsatzgebiete brauchbar machen. Die Transponder können mittlerweile in mikroskopischen Baugrößen hergestellt werden oder mehrere Gigabyte an

Daten speichern. Auch im Alltag wird die Technologie immer relevanter. Das beste Beispiel hierfür ist der neue Personalausweis, der einen Transponder enthält und zukünftig als Identitätsnachweis im Internet dienen kann.

Auch in Zukunft wird die Bedeutung von RFID im Alltag wohl weiter anwachsen. Die Weiterentwicklung NFC steht bereits in den Startlöchern. Sie wurde gezielt für sichere und unkomplizierte bargeldlose Zahlungen entwickelt. Mittlerweile haben die großen Hersteller von Smartphones bereits angekündigt, ihre Geräte zukünftig mit entsprechenden Transpondern und Lesegeräten auszustatten, was die Einsatzmöglichkeiten noch einmal deutlich erweitern wird. Mit RFID ausgestattet könnte das Handy bald Zahlungsmittel, Dauerkarte für den Fußballverein und Busticket in einem Gerät vereinen.

Die gerade in den letzten Jahren immer häufiger geäußerten Bedenken bezüglich des Datenschutzes sollten zwar nicht leichtfertig unter den Tisch gekehrt werden. Allerdings birgt jede neue Technologie auch gewisse Risiken. Derzeit resultieren die Gefahren von RFID vor allem aus der Tatsache, dass die Verbraucher sich ihrer Existenz oft gar nicht bewusst sind und keine Vorstellung davon haben, in wie vielen Geräten und Produkten sie bereits vorhanden ist. Mit dem zunehmenden Bewusstsein der Verbraucher und der Verbreitung von Sicherheitsmaßnahmen wie Blockern, Verschlüsselungstechniken und modernisierten Gesetzen werden sich die Nachteile der Technologie im Vergleich zu den Vorteilen jedenfalls sicher in Grenzen halten.

Bildquelle: Hasenonkel / bigstockphoto.com