

„Big Brother is watching you“ – Werden wir im Alltag permanent beobachtet?

RFID – Funktion und Bedeutung

RFID (Radio Frequency Identification) bezeichnet eine Technik zur kontaktlosen Kennzeichnung und Identifizierung von Objekten. Anwendungen im Bereich der Warenwirtschaft und Logistik sowie der Sicherheitstechnik sind in den letzten Jahren zu einem festen Bestandteil unseres beruflichen und privaten Alltags geworden. Wegen der vielfältigen Vorteile gegenüber herkömmlichen Kennzeichnungsverfahren (zum Beispiel Barcode-Etiketten) dringen RFID-Verfahren in immer neue Anwendungsbereiche vor. Ihre elektrischen und magnetischen Felder tragen damit zunehmend zum alltäglichen Strahlungshintergrund bei, so dass sich die Frage stellt, ob die technischen Lösungen der RFID-Anwendungen tatsächlich gesundheitlich bedenkenlos sind.

Die Abkürzung **RFID** steht für **R**adio**f**requenz-**I**dentifikation und gehört zum Bereich der automatischen Identifizierung und Datenerfassung (Auto-ID, international bezeichnet als **AIDC** – **A**utomatic **I**dentification and **D**ata **C**apture). Diese Technologie ermöglicht es, Objekte berührungslos und eindeutig per Funk zu identifizieren. Sie wurde Mitte des letzten Jahrhunderts zunächst im militärischen Bereich als Freund-/Feind-Erkennungssystem entwickelt und hat mit der Miniaturisierung der benötigten Elektronikbausteine seitdem vielfältige kommerzielle Anwendungsbereiche gefunden.

Erste Vorläufer der heutigen Technik kamen bereits in den 60er Jahren auf den Markt (zum Beispiel einfache Etiketten zur Diebstahlsicherung (1-Bit-Tags). Der Durchbruch für eine Vielfalt weiterer Anwendungen kam jedoch erst nach weiterer technischer Entwicklung in den 80er Jahren. Standardisierungen und damit die Öffnung eines weltweiten Marktes setzte im Laufe der 90er Jahre ein. RFID ist also eine noch verhältnismäßig junge Technologie, deren technische Entwicklung und Verbreitung erst vor relativ kurzer Zeit begonnen hat. Obwohl wir sie in vielen Fällen nicht direkt wahrnehmen, sind RFID-Systeme bereits heute ein wichtiger Teil unseres Alltags. Ob im Bereich der Sicherheitssysteme (zum Beispiel Zutrittskontrollsysteme und Wegfahrsperren), als Diebstahlschutz (Warenkennzeichnung) oder zur Identifizierung (zum Beispiel ePass) begegnen sie uns jeden Tag und haben ältere Technologien wie Bar-Code-Kennzeichnungen, Magnetstreifentechnik und Chipkarten bereits in vielen Bereichen abgelöst. Wegen



Dipl.-Ing. Wolfgang Michaelis
ist als Berater für die FGF tätig.

1. Einführung der Technik

des großen Potenzials zur Beschleunigung der Produktions- und Logistiksysteme der Wirtschaft kann auch zukünftig von einem weiteren erheblichen Wachstum der RFID-Anwendungen ausgegangen werden.

Die Grundfunktion eines RFID-Systems besteht darin, ein durch einen Transponder gekennzeichnetes Objekt berührungslos über Funktechniken zu identifizieren und dabei die gespeicherten Informationen auszulesen und auszuwerten. Transponder ist ein Kunstbegriff aus den Wortbestandteilen Transmitter (deutsch: Sender) und Responder (deutsch: Empfänger).

Die Erkennung erfolgt dabei nach folgendem Ablauf: Die Transponder sind zunächst inaktiv. Im Detektorbereich, in dem die Transponder identifiziert und gegebenenfalls ausgelesen werden sollen, wird ein Lesegerät installiert, welches ein magnetisches oder elektromagnetisches Feld erzeugt, das vom Transponder über eine Antenne oder eine Spule empfangen wird und ihn aktiviert. Der Transponder prägt daraufhin seine Information dem Feld des Lesegerätes auf. Passive Transponder erzeugen dabei kein eigenes (Sende-) Feld, sondern stellen funktechnisch eine variable Last dar, deren zeitliche Änderung die Transponderinformation enthält, die vom Lesegerät demoduliert werden kann (Lastmodulation).

2. Prinzipielle Funktionsweise

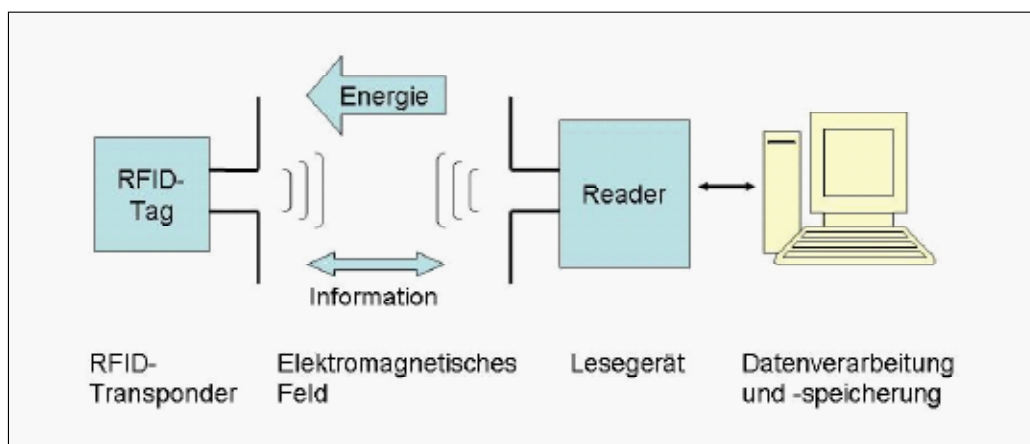


Abb. 1: RFID-Systemkomponenten

RFID-Systeme stehen in Konkurrenz zu anderen bekannten Identifizierungssystemen (zum Beispiel Strichcodes). Im Gegensatz zu diesen Systemen bieten sie den Vorteil, dass auch verdeckte, nicht sichtbare Labels aus größerer Entfernung gelesen werden können, wobei prinzipiell die gleichzeitige Erfassung mehrerer Labels möglich ist. Auch die Lesegeräte können unsichtbar installiert werden, so dass unaufdringliche Kontrollen möglich sind. Diese Vorteile wiegen oftmals den notwendigen höheren technischen Aufwand der Funkschnittstelle auf. Im Gegensatz zu Strichcodes eignen sich RFID-Verfahren für die Kennzeichnung von Massenwaren (zum Beispiel im Supermarkt) hingegen derzeit aus Kostengründen noch nicht. In anderen Anwendungsbereichen, zum Beispiel bei elektronischen Türöffnern und Wegfahrsperrern, haben sie alternative Lösungen aber bereits weitgehend ersetzt.

3. Anwendungsbereiche

Es gibt heute schon unzählige RFID-Anwendungen. Weitere sind in der Entwicklung und werden in den nächsten Jahren eingeführt werden. Nachfolgend werden einige typische Anwendungsbereiche aufgezählt.

Logistik

- Organisation der gesamten Logistikkette von Fertigung bis Entsorgung: (SCM, Supply Chain Management).
- In der Fertigung werden die benötigten Einzelteile identifiziert (Fertigungskontrolle) sowie die Lagerhaltung und Beschaffung (bis zum Vorlieferanten) gemanagt.
- Die Lagerlogistik erfasst, verwaltet und sichert den Bestand der eingelagerten Güter und optimiert Zugriff sowie Platzbedarf.
- Die Transportlogistik steuert und verfolgt die Güterbewegungen auf den Transportwegen (zum Beispiel Paletten, Container).
- In der Entsorgungslogistik unterstützt die RFID-Technik die Entsorgung und gegebenenfalls Trennung und Wiederverwertung von Gütern, Materialien, Wert- und Gefahrstoffen (zum Beispiel auch für die individuelle Müllabrechnung von Privathaushalten).
- Bei Instandhaltung und Reparatur stellt die Ersatzteillogistik die Verfügbarkeit der korrekten Ersatzbauteile oder -baugruppen sicher.

Identifizierung und Verfolgung von Objekten

- Identifizierung von Warensendungen und Gepäckstücken (zum Beispiel in der Luftfahrt).
- Bestandsmanagement und Kontrolle der Ausleihe in Bibliotheken.
- Akten- und Objektverwaltung in Archiven.
- Dokumentation und Verfolgung von Gütern mit Nachweispflichten (Gefahrgüter, Arzneimittel).
- Kennzeichnung von Transportern, Containern, Eisenbahnwaggons usw.
- Identifizierung von Lebewesen durch implantierte RFID-Chips (zum Beispiel Schlachtvieh).

Sicherheitstechnik

- Zugangssicherung, Anwesenheits- und Arbeitszeitkontrolle.
- Fahrzeugidentifikation, Türöffner und Wegfahrsperren bei Fahrzeugen, Einschaltsperrern bei Maschinen.
- Fälschungssicherung bei hochwertigen Konsumgütern.
- Authentifizierung von Ausweisdokumenten (Firmenausweis, Personalausweis, Pass).



Abb. 2: Elektronischer Reisepass (ePass),
Quelle: Bundesministerium des Innern

- Warensicherung, Diebstahlsicherung (EAS, Electronic Article Surveillance) im Groß- und Einzelhandel, aber auch zur Sicherung wertvoller Objekte in Museen.

Bezahlssysteme

- Elektronische Bezahlssysteme im Handel (PoS, Point-of-Sales).
- Elektronische Mautsysteme zur Erfassung und Abrechnung gebührenpflichtiger Einrichtungen und Dienstleistungen (Straßen, Parkeinrichtungen, Verkehrsmittel usw.).

Medizinische Anwendungen, Informations- und Leitsysteme, Anwendungen im Haushalts- und Freizeitbereich

In diesen Bereichen sind derzeit RFID-Anwendungen noch weniger verbreitet, es gibt jedoch ein erhebliches Zukunftspotenzial, insbesondere bei sinkenden Preisen.

- Medizinische Sensoren (Aufzeichnung von Augendruck, Blutdruck, Körpertemperatur oder anderen medizinischen Messwerten).
- Kennzeichnung und Verfolgung medizinischer Produkte.
- Leitsysteme zum Beispiel in Museen und Ausstellungen
- Orientierungshilfen für Menschen mit Behinderungen oder besonderen Bedürfnissen (Blinde, Kranke).
- Kontrollpunkte (Zeitnahme) und Eintrittskarten bei Sportveranstaltungen (Fußball-WM).

Weitere Anwendungen sind zukünftig denkbar oder werden bereits geprüft (u. a. die Implementierung von RFID-Tags in Banknoten), so dass die Zahl der Anwendungen auch zukünftig weiter steigen dürfte.

Bei den RFID-Systemen sind die folgenden Komponenten zu betrachten:

Funktransponder (RFID-Tag) und Antenne:

Transponder werden an dem zu identifizierenden Objekt angebracht und bestehen aus einer (meist stark miniaturisierten) Kontrolleinheit (Mikrochip) mit Datenspeicher sowie einer Koppereinheit (Spule oder Antenne). Diese Einheiten (RFID-Inlay) werden in geeignete Trägermaterialien eingebettet (zum Beispiel Klebefolie oder gegen Umwelteinflüsse besser geschützte Gehäuse oder Plastikkarten).

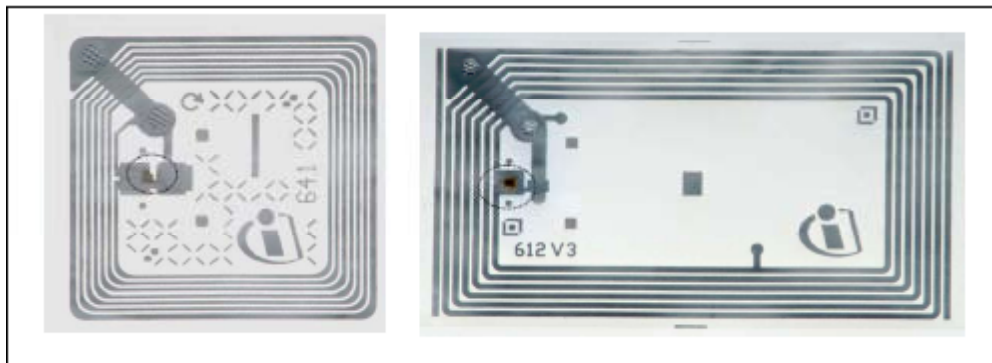


Abb. 3: Inlays für RFID-Tags mit 13,56 MHz (HF), aus [2]

4. Die RFID-Technik und ihre Systemkomponenten

Nach ihrer Energieversorgung werden folgende Bauformen unterschieden:

- Passive Transponder gewinnen ihre Betriebsenergie aus dem magnetischen oder elektromagnetischen Feld des Lesegerätes.
- Semiaktive Transponder verfügen über eine Batterie zur Stromversorgung des Mikrochips, nutzen jedoch zur Informationsübertragung die Energie des vom Lesegerät erzeugten Feldes. Sie werden zum Beispiel zur Speicherung von Sensordaten verwendet (Kühlkettenverfolgung).
- Aktive Transponder betreiben sowohl den Mikrochip als auch die Sendeeinheit mit einer internen Energiequelle, sobald sie von einer Leseinheit aktiviert werden. Sie erlauben daher höhere Reichweiten und mehr Funktionalität, sind aber aufwändiger und teurer in der Fertigung, eignen sich also mehr für Anwendungen, die eine Wiederverwendung erlauben (industrielle Fertigung, Warenverfolgung, Logistik).

Je nach Anwendung werden an Größe und Komplexität der Transponder sehr unterschiedliche Anforderungen gestellt. Bei Massenanwendungen sind vor allem Formfaktor und Kosten wichtig, so dass die Transponder meist klein und unaufwändig sind. Weitgehend werden in diesem Bereich passive Transponder verwendet, die keine eigenen Speichermöglichkeiten haben und deren einprogrammierte Information ausschließlich ausgelesen werden kann (zum Beispiel in einer Ausführung als Klebe-Etikett). In der Sicherheitstechnik und Logistik besteht häufig ein erweiterter Speicherbedarf, und es sind gegebenenfalls Datenänderungsmöglichkeit und Verschlüsselung erforderlich, so dass dort komplexere Systeme zum Einsatz kommen. Moderne RFID-Systeme haben Protokollfunktionen zur Erkennung von Fehlern und Mehrfachdetektionen (Kollisionserkennung), so dass auch mehrere Transponder im Lesefeld erfasst und unterschieden werden können.

Die Transponder-Antennen stellen zusammen mit einer integrierten Sende-/Empfangselektronik die Verbindung zwischen dem Funkfeld des Lesegerätes und dem RFID-Tag her. Sie werden speziell auf die Anforderungen der Einsatzumgebung (Frequenz, Sende-/Empfangsleistung, notwendiger Formfaktor, Lesereichweite,...) zugeschnitten. Die Tag-Antenne sollte möglichst klein und leicht zu fertigen sein, häufig werden die Antennen in Form einer flachen gedruckten Leitung auf dem RFID-Inlay integriert (siehe Abb. 3).

Im Bereich niedriger Frequenzen mit kurzen Leseabständen (Nahfeld) wird meist ein magnetisches Feld mit induktiver Kopplung verwendet. Die Tag-Antenne besteht in diesem Fall aus einer Spule.

Im UHF-Bereich (elektromagnetische Felder, Funkübertragung) werden bevorzugt Dipolstrukturen verwendet, die zur besseren Ankopplung an das Feld geeignet geformt werden (zum Beispiel mäanderförmig). Auch diese werden normalerweise mit auf dem Tag integriert.

Funkschnittstelle:

Je nach Anwendungsfall arbeiten die technischen Systeme mit elektromagnetischen oder magnetischen Feldern in sehr unterschiedlichen Frequenz- und Leistungsbereichen. Allgemein wird eine große Reichweite der Erfassung angestrebt (zum Beispiel bei der palettenweisen Warenerfassung), bei anderen

Anwendungen (zum Beispiel Zutrittskontrolle) ist eine Reichweite von wenigen Zentimetern ausreichend.

Da nicht jede Frequenz für alle Einsatzbedingungen gleichermaßen geeignet ist, gibt es keinen weltweiten Standard für einen einzigen RFID-Frequenzbereich.

Die von RFID-Systemen genutzten Frequenzen liegen meist in den sog. **ISM**-Bändern (**I**ndustrial-**S**cientific-**M**edical), die lizenzfrei für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendungen weltweit zur Verfügung stehen.

Lesegerät (Reader) und Antenne:

Das ortsfeste oder mobile Lesegerät mit Funkteil und Antenne hat die Aufgabe, die Anwesenheit eines Transponders im Lesebereich festzustellen und gegebenenfalls weitere Informationen auszulesen beziehungsweise zur weiteren Speicherung auf dem Transponder zu übertragen. Im einfachsten Fall der bekannten Diebstahlsicherungssysteme wird nur ein Informationsbit übertragen (Ware bezahlt/nicht bezahlt), die dafür verwendeten passiven Transponder benötigen weder Speichereinheit noch Mikrochip.

Unabhängig vom Lesegerät (meist am Ladenausgang platziert) ist in diesem Beispiel noch ein Gerät zur Deaktivierung der Transponder erforderlich (an den Kassen). In anderen Anwendungsfällen werden zusätzlich Programmiergeräte zum Eingeben und Ändern der Transponderinformationen benötigt.

Steuerungs- und Managementsysteme, Informationsverarbeitung:

Nach der Erfassung der Transponder-Information und gegebenenfalls der Behandlung von Fehlerfällen (Lesefehler, Mehrfachdetektierungen,...) werden die Daten an weiterverarbeitende Rechnersysteme übergeben, die je nach Anwendung die Datenspeicherung und Auswertung übernehmen.

Für die unterschiedlichen Einsatzbereiche wurde inzwischen eine Vielzahl von verschiedenen RFID-Systemen entwickelt. Eine Unterscheidung und Klassifizierung ist zum Beispiel nach der Art der Energieversorgung (aktiv, passiv), nach der Programmierbarkeit und Speichermöglichkeiten, nach Bauformen oder nach dem verwendeten Frequenzbereich möglich. Insbesondere der genutzte Frequenzbereich hat großen Einfluss auf die praktischen Einsatzmöglichkeiten, da hierdurch wesentlich Lesereichweite und Einfluss von Materialien im Lesefeld bestimmt werden. Für den betrieblichen Einsatz sind folgende grundsätzliche Abhängigkeiten zum Arbeitsfrequenzbereich zu beachten:

- Verwendung höherer Frequenzen erlaubt höhere Übertragungsgeschwindigkeiten,
- andererseits ist die Durchdringung von Flüssigkeiten bei niedrigen Frequenzen gut und nimmt zu hohen Frequenzen hin ab.
- Höhere Frequenzen bereiten mehr Probleme durch Reflexionen und Auslöschungen durch Mehrwegeempfang,
- während niedrige Frequenzen empfindlich gegen induktive und elektromagnetische Störungen sind.
- Die Systemkosten sind üblicherweise höher bei Nutzung höherer Frequenzbereiche.
- Auch Bauform und Größe der Transponder (vor allem der notwendigen Spulen/Antennen) hängen stark vom gewählten Frequenzbereich ab.

5. Frequenzbereiche, Sendeleistungen, Modulationen und Reichweiten

Bei niedrigen Frequenzen (NF und HF) werden die Transponder üblicherweise im Nahfeld des Leseegerätes betrieben, das heißt die Leseentfernung liegt in der Größenordnung der verwendeten Wellenlängen. Die Kopplung erfolgt induktiv über das magnetische Feld der gekoppelten Spulen (selten auch kapazitiv über das elektrische Feld).

Bei hohen Frequenzen arbeiten die Transponder im Fernfeld, die Kopplung erfolgt üblicherweise mittels elektromagnetischer Wellen, es handelt sich also um eine Funkübertragung. Neben der Lastmodulation werden als weitere Verfahren zur Informationsübermittlung zum Leseegerät Rückstreuung (Backscatter) und die Verwendung von Subharmonischen oder Oberwellen der Trägerfrequenz verwendet.

Während Arbeitsfrequenzen, maximale Feldstärken und Sendeleistungen durch internationale Abkommen und Normen festgelegt sind, werden die eingesetzten Modulationsverfahren hauptsächlich durch die Anforderungen der Anwendungen bestimmt, es kommen daher die unterschiedlichsten analogen und digitalen Modulationen zum Einsatz. Zusätzlich werden ausgefeilte Verfahren zur Fehlererkennung und -korrektur sowie zur Sicherstellung der Verfälschungs- und Abhörsicherheit eingesetzt. Ist die gleichzeitige Erkennung einer Vielzahl von Transpondern erforderlich (zum Beispiel Erfassung kompletter Warenpaletten im Wareneingang), werden zusätzlich Antikollisionsprotokolle und TDMA-Verfahren eingesetzt (Time Division Multiple Access, Aufteilung der Übertragungskapazität auf bestimmte Zeitschlitze des Übertragungskanals). Diese Verfahren sind zwischen verschiedenen Anwendungen im Allgemeinen nicht kompatibel, proprietäre Lösungen sind derzeit noch marktbeherrschend.

LF Niederfrequenzbereich

Für RFID-Anwendungen wird im LF-Band am häufigsten der Bereich zwischen 125 und 135 kHz verwendet. Die Übertragung ist in diesem Bereich unempfindlich gegen Metall und Feuchtigkeit im Übertragungsweg, eignet sich also zur Identifizierung von Objekten mit hohem Wasseranteil (zum Beispiel Tieridentifikation). Die typischen Reichweiten von circa 50 cm eignen sich für Identifikation im Nahbereich, wie zum Beispiel Zugangsberechtigungen und Wegfahrsperrern.

HF Hochfrequenzbereich

Für RFID-Anwendungen sind im HF-Bereich 4 Frequenzen freigegeben: 6,78 MHz, 13,56 MHz, 27,125 MHz und 40,680 MHz [1]. Typische Anwendungen sind vor allem Zugangskontrolle und Zeiterfassung, Ticketing und Diebstahlschutz.

UHF Dezimeterwellen

Im Bereich von 300 MHz – 3 GHz (UHF-Bereich) liegen auch Frequenzen anderer Anwendungen (zum Beispiel Mobilfunk, WLAN, terrestrischer Fernsehfunk). Um Beeinflussungen zu vermeiden, sind für RFID-Anwendungen die Frequenzen 433,920 MHz, 865 MHz, 915 MHz und 2,45 GHz reserviert. Die Anwendungen liegen hauptsächlich im Bereich Logistik- und Lagerwirtschaft, Warenverfolgung und Distribution. Erzielbare Reichweiten liegen im Bereich von circa 5 m.

SHF Mikrowellen

Im Bereich über 3 GHz sind 2 Frequenzbänder für RFID-Anwendungen reserviert.

Diese liegen im Bereich 5,8 GHz und 24,125 GHz [1]. Die Reichweiten im Bereich von 10 m eignen sich vor allem für Anwendungen der Fahrzeugidentifikation (Mautstellen) und der Logistik.

| | Niederfrequenz LF | Hochfrequenz HF | Ultrahochfrequenz UHF | Mikrowellen SHF |
|-------------------------------|--|--|---|---|
| Arbeitsfrequenzen | 100 - 135 kHz | 6,78 MHz (ISM) 13,56 MHz (ISM) 27,125 MHz (ISM) 40,680 MHz (ISM) | 433,920 MHz (ISM) 865 MHz (EU) 915 MHz (USA) 2,45 GHz (ISM) | 5,8 GHz (ISM) 24,125 GHz (ISM) |
| Typische Reichweiten | einige cm bis 1 m | bis 3 m | passiv bis 5 m aktiv bis 100 m | passiv bis 4 m aktiv bis 60 m |
| Kopplung Leser/Transponder | induktiv | induktiv | elektromagnetisch | elektromagnetisch |
| Lesegeschwindigkeit | langsam | langsam bis mittel | schnell | sehr schnell |
| Anwendungen | Tieridentifikation Produktionskontrolle Zutrittskontrollen Kfz-Wegfahrsperren | Handelsgüter (Einzelprodukte) Bibliotheken Ticketing (Personennahverkehr, Events, Skilifte) Zutrittskontrollen | Lager, Logistik Palettenidentifikation Kartonidentifikation (Handel) Temperatursensoren | Fahrzeugidentifikation Containeridentifikation Produktionskontrolle |

Tabelle 1: Übersicht - Typische Arbeitsfrequenzen für RFID-Systeme (nach [1])

Alle RFID-Systeme nutzen magnetische oder elektromagnetische Felder zur Detektion und Kommunikation im Nahbereich (meist einige Zentimeter bis Meter).

Bei der Betrachtung der Wirkungen dieser Felder auf die Umwelt muss nach den unterschiedlichen genutzten Frequenzbereichen differenziert werden. Für Deutschland wurden durch die Strahlenschutzkommission im Rahmen der 26. BImSchV [7] Grenzwerte festgelegt, die im wesentlichen auf den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzvereinigung IRPA bzw. der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung ICNIRP [8] basieren. RFID-Systeme dürfen daher bestimmte Maximalfeldstärken je nach ihren Arbeitsfrequenzen nicht überschreiten. Diese Grenzwerte sind so festgelegt, dass gesundheitliche Risiken für den Menschen mit Sicherheit ausgeschlossen werden können. Sie enthalten zudem großzügige Sicherheitspuffer für den Arbeitsschutz und noch größere zum Schutz der Allgemeinheit.

Die Detektorfelder werden von den RFID-Lesegeräten erzeugt, die RFID-Etiketten sind normalerweise inaktiv und senden daher keine eigenen Wellen aus, solange sie sich nicht im Erfassungsbereich eines Lesegerätes befinden. Der Aufenthalt von Menschen im Bereich der elektromagnetischen Felder der Reader ist außerdem normalerweise nur kurz (einige Sekunden) und räumlich auf den Detektorbereich beschränkt, was ebenfalls die Exposition begrenzt. Im beruflichen Bereich kann eine längere Aufenthaltsdauer jedoch nicht ausgeschlossen werden. Dies wird in den Grenzwerten berücksichtigt.

Da viele Systeme im Nahbereich arbeiten, können niedrige Feldstärken verwendet werden, die Abstände sind trotzdem im Allgemeinen größer als bei Nutzung eines Handys direkt in Kopfnähe. Von daher ist von einer relativ geringen Gefährdung durch diese Expositionen auszugehen.

Andererseits wird im Zusammenhang mit Warensicherungs- und RFID-Anlagen aber auch von Messungen hoher Feldstärken in der Nähe der Detektorantennen berichtet,

6. Elektromagnetische Umweltaspekte

die in Einzelfällen die festgelegten Grenzwerte erreichen oder überschreiten.

Bei Expositionsmessungen in der Schweiz wurden in stichprobenartig ausgewählten großen Shops und Warenhäusern in der Innenstadt von Zürich [11] teilweise erhöhte Werte bei den Detektierungsschleusen im Ausgangsbereich und bei den Deaktivierungsgeräten an den Kassen gemessen. Wenn die Detektierungsgeräte im Deckenbereich angebracht waren, ergaben sich insbesondere in Kopfhöhe höhere Messwerte.

Das **Bundesamt für Strahlenschutz** weist im Zusammenhang mit Warensicherungsanlagen darauf hin, dass bei Expositionsmessungen an Anlagen, die mit niederfrequenten Feldern (100 – 135 kHz) arbeiten, zwischen Sender und Empfänger Pulsspitzen mit hoher magnetischer Flussdichte auftreten können. Die von der ICNIRP empfohlenen Referenzwerte für die allgemeine Bevölkerung würden in vielen Fällen überschritten [12]. Auch bei Anlagen, die im Frequenzbereich zwischen 8,8 und 10,2 MHz arbeiten, wurden Überschreitungen der empfohlenen Referenzgrenzwerte für die Bevölkerung festgestellt. Für den Frequenzbereich zwischen 2400 und 2500 MHz lägen noch keine Informationen vor.

Da die Expositionsdauer in der Regel aber sehr kurz ist, besteht durch die Warensicherungsanlagen laut BfS jedoch keine gesundheitliche Gefährdung für die allgemeine Bevölkerung. Außerdem seien die Referenzwerte so festgesetzt, dass eine Überschreitung nicht in jedem Fall eine Überschreitung der Basisgrenzwerte für die Körperstromdichte beziehungsweise für die Energieaufnahme zur Folge hat.

Es wird aber darauf hingewiesen, dass für die **Träger aktiver oder passiver Körperhilfen** (wie zum Beispiel Herzschrittmacher, Infusionspumpen oder metallischer Implantate) **besondere Vorsichtsmaßnahmen** notwendig sind. Wer zu diesem Personenkreis gehört, sollte sich in jedem Fall beim behandelnden Arzt darüber informieren, ob bei seinem Gerät eine Beeinflussung durch Warensicherungsanlagen möglich ist. Vorsichtshalber sollte man sich nie länger als unbedingt nötig im Feldbereich aufhalten, das heißt die Anlagen so zügig wie möglich durchschreiten und sich im Fall von Warteschlangen im Kassenbereich nicht zwischen den Detektoren aufhalten.

Mit den gesundheitlichen Wirkungen der elektromagnetischen Felder von Warensicherungs-, RFID- und ähnlichen Systemen (zum Beispiel Metalldetektoren) beschäftigt sich auch ein ICNIRP-Bericht aus dem Jahr 2002 [9]. Er fasst die Ergebnisse einer Aktion aus dem 5. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union zusammen, die Empfehlungen an die EU zu Gesundheitsrisiken für die Öffentlichkeit durch die Benutzung von Diebstahlsicherungs- und ähnlichen Geräten erarbeitet hat [10]. An dieser Aktion arbeiteten internationale Experten der ICNIRP, der WHO (Weltgesundheitsorganisation), des Internationalen EMF-Projekts, der FDA (U.S. Food and Drug Administration, US Arzneimittelzulassungsbehörde) und europäischer Expertengruppen mit. Neben der Technologie und den Expositionseigenschaften der Sicherheitssysteme wurde auf mehreren internationalen Workshops der Stand der Forschung zu bekannten gesundheitlichen Wirkungen, möglichen Wirkungsmechanismen, zu Human-, Tier- und Zellstudien sowie möglichen Wechselwirkungen mit elektrischen oder elektronischen Körperimplantaten zusammengestellt und diskutiert.

Die meisten Warensicherungs- und RFID-Systeme arbeiten induktiv mit niederfrequenten magnetischen Feldern und Spulen als Antennen. Die Feldenergie beschränkt sich dadurch auf den Nahbereich der Antennen, die oft als Tore ausgebildet sind. Eine elektromagnetische Fernübertragung findet nicht statt. Eine Studie aus Finnland deutet darauf hin, dass bei üblichen Abständen der Kassensarbeitsplätze von circa 1 – 3 m zu den Toren die ICNIRP Grenzwerte an den Arbeitsplätzen sicher eingehalten werden. Überschreitungen fanden nur innerhalb der Tore statt.

Eine theoretische Untersuchung der Feldverteilung der magnetischen Felder sowie der induzierten Stromdichten durch Gandhi und Kang [14] weist einerseits darauf hin, dass eine Überschreitung der Referenzgrenzwerte nicht auch unbedingt eine Überschreitung der Basisgrenzwerte der induzierten Stromdichten bedeutet. Andererseits konnte in dieser Arbeit aber auch gezeigt werden, dass die magnetischen Felder sehr inhomogen sein und lokal sehr unterschiedliche Stärken aufweisen können. Die magnetischen Felder der Tore von Warensicherungsanlagen sind oft am stärksten in einer Höhe von circa 1 - 1,5 m über dem Boden, so dass die Exposition auch von der individuellen Größe der durchschreitenden Personen abhängig sein kann. Es wird von den Autoren aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine geringfügige Überschreitung der ICNIRP-Grenzwerte kein Grund zur Besorgnis ist, da bei deren Festlegung ausreichende Sicherheitspuffer berücksichtigt wurden, die auch individuelle Unterschiede in Alter, Größe, Gewicht und Empfindlichkeiten berücksichtigen.

Abschließend empfiehlt die ICNIRP zur Identifikation möglicher Gesundheitsrisiken weitere Studien und Standardisierungen. Insbesondere wird für erforderlich gehalten:

- dass die Hersteller zur Bewertung möglicher strahlungsbedingter Gesundheitsrisiken die relevanten technischen Informationen zu ihren Produkten zur Verfügung stellen, insbesondere hinsichtlich des physischen Designs, der genutzten Frequenzen, Feldintensitäten und Modulationsverfahren; die Hersteller sollten darüber hinaus diese Risikobewertung den Käufern zur Verfügung stellen;
- die Verbesserung der Dosimetrie und insbesondere die Entwicklung realistischer Computermodelle. Wichtig wären auch weitere experimentelle Studien zur Bestimmung der dielektrischen Gewebeeigenschaften. Besonders wichtig ist die Weiterführung der Untersuchungen zur Exposition betroffener Personengruppen, insbesondere bei hochexponierten Gruppen (betroffene Arbeitskräfte);
- der Beeinflussung medizinischer Hilfsmittel, wie zum Beispiel Herzschrittmachern, besondere Aufmerksamkeit zu schenken, die Gründe für solche Beeinflussungen näher zu erforschen und sie durch konstruktive Maßnahmen der Gerätehersteller zu minimieren.

Im Zusammenhang mit der RFID-Technologie stehen derzeit Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit stärker im Brennpunkt des öffentlichen Interesses als die Risiken durch die verwendeten elektromagnetischen Wellen.

7. Abschluss- betrachtung

Durch die zunehmende Durchdringung privater Lebensbereiche mit funktechnisch gekennzeichneten Waren nimmt die Besorgnis vor ständig zunehmender Kontrolle und Überwachung sowie vor weiterem Verlust an persönlichen Freiheiten und informationeller Selbstbestimmung zu.

Bei allen Vorteilen, die der Einsatz der RFID-Technik ermöglicht, wird die gesellschaftliche Akzeptanz der Technologie nicht zuletzt von ihrem verantwortungsvollen Einsatz bestimmt werden, der die individuellen Selbstbestimmungsrechte sichert.

Mit den elektromagnetischen Einflüssen auf die Umwelt dagegen scheint auch bei weiterer Zunahme der Nutzung, zumindest nach heutigem Erkenntnisstand, kein zusätzliches Risiko für die Bevölkerung verbunden zu sein.

[1] Finkenzeller, Klaus. RFID-Handbuch. Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2006. ISBN 3-446-40398-1

[2] White Paper RFID Technologie, Systeme und Anwendungen, BITKOM, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., 2005

[3] RFID Guide 2006, BITKOM, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., 2006

[4] Einführung in die RFID-Technologie, Christian Flörkemeier, Stephan Haller, Matthias Lampe, in: Elgar Fleisch, Friedemann Mattern (Eds.): Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Springer-Verlag, pp. 69-86, 2005

[5] c't 2004: Meyer, Angela; Schüler, Peter; „Mitteilbare Etiketten“, 2004, Ausgabe 9, Seiten 122-129

[6] FGF Newsletter 1/2005, Klaus Bäumer, „RFID: Redselige Plättchen“, http://www.fgf.de/publikationen/newsletter/einzeln/NL_05-01/RFID_Redselige_Plaettchen_01-05d.pdf

[7] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder vom 16. Dezember 1996 - 26. BImSchV), BGBl. I, S. 1966
http://www.bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bimschv_26/gesamt.pdf

[8] INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (ICNIRP), Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics April 1998, Volume 74, Number 4, p. 494 – 522, <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>

Literatur und Links

[9] ICNIRP STATEMENT RELATED TO THE USE OF SECURITY AND SIMILAR DEVICES UTILIZING ELECTROMAGNETIC FIELDS, Health Physics August 2004, Volume 87, Number 2, p. 187 - 196
<http://www.icnirp.de/documents/EASD.pdf>

[10] Possible Health Risks to the General Public from the Use of Security and Similar Devices (Denkbare Gesundheitsrisiken für die Öffentlichkeit durch die Benutzung von Diebstahlsicherungsgeräten und ähnlichen Geräten) Executive Summary of the Concerted Action QLK4-1999-01214
<http://www.icnirp.de/documents/ExSummary.pdf>

[11] Strahlende Sicherheit, K-Tipp Nr. 15, 20. September 2006,
http://www.wohngesundheit.ch/documents/19_MagnetischeStrahlung.pdf

[12] Informationen des Bundesamtes für Strahlenschutz zu
Warensicherungsanlagen
<http://www.bfs.de/elektro/papiere/warensich.html>

[13] Eskelinen T, Toivonen T, Juutilainen J, Jokela K., Worker's exposure to magnetic fields from EAS devices. Report for the Finnish Work Environment Fund. Kuopio: University of Kuopio; 2001 (in Finnish).

[14] Gandhi OP, Kang G., Calculation of induced current densities for humans by magnetic fields of electronic article surveillance devices. Phys Med Biol 46:2759–2771; 2001.