

ET-RFI-B36

Ausgewählte Anwendungsfälle

Identifikation mit Radiofrequenz (RFID)

Ralf S. Mayer

Hochschule Darmstadt h_da
University of Applied Sciences

Einleitung

Kaum eine Technologie ist in so starkem Wachstum begriffen wie RFID – also die Identifikation mit Radio-Frequenz. Kennzeichnungen von Produkten oder Dokumenten sind heute mittels Barcode (Strichcode) weit verbreitet und aus vielen Bereichen nicht mehr wegzudenken. Dennoch werden Grenzen in deren Anwendung deutlich. Hier bietet RFID für viele Probleme eine Lösung – vorausgesetzt, die grundlegenden Eigenschaften dieser Technologie, sind verstanden.

Nach wie vor ist der Barcode die günstigste Markierung eines Artikels durch massenhaftes und einfaches Bedrucken auf Verpackung oder Etikett. Seine begrenzte Informationsdichte jedoch erlaubt nur wenig mehr als eine (weltweit) eindeutige Nummer für die Identifikation des Produkts zu vergeben. Weitere Informationen wie Herstellungsort- und Datum oder die individuelle Identifikation wie eine Seriennummer sind bei Massenprodukten in der Regel nicht möglich.

Jedoch ist gerade dies beispielsweise bei Arzneimitteln, Ersatzteilen im sicherheitsrelevanten Bereichen oder verderblichen Lebensmitteln wie Fleischprodukten, bei denen bei zunehmender Globalisierung auch die Rückverfolgbarkeit und die Sicherstellung der Authentizität eine wichtige Rolle spielt, von großem Interesse.

In der Automatisierungstechnik, bei der Anlagen und Maschinen völlig selbstständig und unabhängig vom Menschen produzieren und arbeiten, bietet RFID vielfältige Möglichkeiten.

Sinkende Kosten machen RFID daher in vielen Bereichen zum Identifikationssystem der Wahl, das es gestattet, Prozesse nicht nur effizienter zu gestalten, sondern auch neue Dienstleistungen und Mehrwertangebote in den unterschiedlichsten Bereichen zu schaffen. In einigen Bereichen des täglichen Lebens ist RFID bereits heute schon so selbstverständlich geworden, dass wir sie gar nicht mehr bewusst wahrnehmen, wie beispielsweise die Wegfahrsperre im Kraftfahrzeug.

Die mögliche Informationsdichte und Lesbarkeit über gewisse Distanzen – möglicherweise auch unbemerkt – führen allerdings auch zu einer gewissen Skepsis gegenüber der RFID-Technologie. Allein die genaue Kenntnis über die Grundlagen und Funktionsweise dieser Technik, auch in physikalischer Hinsicht, erlaubt es, Möglichkeiten und prinzipielle Grenzen abzuschätzen, um anschließend rational und objektiv bewerten zu können.

Dabei ist RFID keineswegs eine neue Erfindung: Bereits im Weltkrieg wurden auf diese Weise Flugzeuge über Freund-Feind-Kennung identifiziert – Heute ist jedem, auch kleinen zivilen Flugzeugen, auf dem Radarschirm des Fluglotsen eine eindeutige Kennung inklusive der aktuelle Flughöhe zugeordnet.

Lernziele

Ziel dieser Kurseinheit ist die Einführung in die Technologie der Identifikation mittels Radiofrequenz (RFID). Dabei sollen die Kenntnisse über die Grundlagen und Funktionsweisen dieses Verfahrens vermittelt werden. Als Schlüsseltechnologie bei Logistik- und Warenwirtschaft und zunehmend auch in der Automatisierungstechnik erlangt RFID schnell wachsende Bedeutung in vielen Branchen.

In dieser Lehreinheit soll die Fähigkeit vermittelt werden, die einzelnen RFID-Standards für deren Eignung in unterschiedlichen Anwendungsfällen bewerten und auswählen zu können. Weiterhin werden praktische Aspekte bei der Einbindung von RFID in bestehende informationstechnische Umgebungen wie Softwareanwendungen und Datenbanken in Unternehmen angesprochen. Dabei spielt Kompatibilität, Wartung und Erweiterbarkeit sowie Zukunftssicherheit aus Unternehmenssicht eine wichtige Rolle.

Da Akzeptanz eine entscheidende Rolle spielt, zielt diese Kurseinheit auch auf die Fähigkeit ab, Chancen und Risiken beim Einsatz von RFID unter den verschiedensten Gesichtspunkten objektiv bewerten zu können.

Nach dem Studium dieser Kurseinheit sollen Sie

- die grundsätzliche Funktionsweise von RFID-Lesegeräten und RFID-Transpondern erläutern können,
- Vor- und Nachteile der eingesetzten Frequenzbereiche beschreiben und anhand typischer Anwendungsszenarien zuordnen können,
- ein Design für eine typische Anwendung in Automatisierung, Logistik oder Warenwirtschaft entwerfen und grundlegende Prozesse skizzieren können,
- Aspekte des Datenschutzes, der Sicherheit bezüglich Fälschung und ungewollten Zugriff auf Informationen benennen und bewerten können.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in Automatische Identifikationssysteme	1
1.1	Automatische Identifikationssysteme	1
1.1.1	Warum Identifikationssysteme	1
1.2	Gängige Identifikationssysteme	2
1.2.1	Barcode	2
1.2.2	Optical Character Recognition	2
1.2.3	Biometrie	3
1.2.4	Chipkarten	3
1.2.5	RFID-Systeme	3
1.2.6	Vergleich einiger Auto-ID-Verfahren	3
1.3	Prinzip von RFID	3
1.4	Transponder oder Tags	5
1.4.1	Passive Tags	5
1.4.2	Aktive Tags	5
1.4.3	Definition passiv – semi-passiv – aktiv	5
1.5	Frequenzbereiche	6
1.6	Typische Anwendungen	7
1.7	Zusammenfassung	7
1.8	Übungen	7
2	Grundlagen	9
2.1	Grundbegriffe Elektrotechnik	9
2.1.1	Spannung, Strom und Felder	9
2.1.2	Leistung	10
2.1.3	Widerstand	11
2.2	Schwingkreis	11
2.3	Maxwell und die Folgen	14
2.4	Induktive oder magnetische Kopplung	15
2.5	Resonanz	16
2.5.1	Resonanzkurve	18
2.5.2	Dämpfung und Gütefaktor	19
2.5.3	Dezibel	20
2.6	Elektromagnetische Wellen	21
2.6.1	Der geöffnete Schwingkreis	21
2.6.2	Lichtgeschwindigkeit, Frequenz und Wellenlänge	22
2.7	Antennen	24
2.7.1	Antennenformen	24
2.7.2	Charakteristik der Abstrahlung	25
2.7.3	Sendeleistung und Gewinn	25

2.7.4	Polarisation	26
2.8	Modulation	27
2.9	Reichweite	28
2.9.1	Reichweite von Feldern und Wellen	29
2.9.2	Absorption	30
2.9.3	Reflexion	30
2.9.4	Echoreichweite	31
2.10	Elektromagnetische Kopplung	32
2.11	RFID-Frequenzen und Eigenschaften	33
2.11.1	Eigenschaften der Frequenzen	33
2.11.2	Frequenzbänder	34
2.12	Zusammenfassung	35
2.13	Übungen	35
3	RFID-Systeme	36
3.1	Normen	36
3.2	Lesegeräte	36
3.3	RFID-Antennen	36
3.4	Tag-Bauformen	36
3.5	Codierung	36
3.6	Reichweite	36
3.7	Datenintegrität	36
3.8	Architektur	36
4	Anwendungen von RFID	37
4.1	Verbreitete Anwendungen mit RFID	37
4.2	RFID in der Automatisierung	37
4.3	Logistikanwendungen	37
4.4	Produktsicherheit und Verbraucherschutz	37
4.5	Mobile Computing und Near-Field-Technologie	37
4.6	Lokalisierung mit RFID	37
4.7	Zukünftige Anwendungen mit RFID	37
5	Systemarchitektur	38
5.1	RFID-Hardware	38
5.1.1	Antennen und Portale	38
5.1.2	Tag-Architektur	38
5.2	Software Infrastruktur	38
5.3	Middleware für RFID	38
5.4	Datenbanken	38
5.5	Automatisierung mit RFID	38
5.6	Prozessunterstützung	38
6	Sicherheit und Datenschutz	39
6.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen	39
6.2	Begrenzung der Reichweite	39
6.3	Abhörsicherheit	39
6.4	Verschlüsselung und Authentifizierung	39

6.5 EMV und Gesundheit	39
Lösungshinweise zu den Aufgaben	40
Glossar	41
Literatur	44
Stichwortverzeichnis	45

1 Einführung in Automatische Identifikationssysteme

1.1 Automatische Identifikationssysteme

In vielen Bereichen finden automatische Identifikationsverfahren – **Auto-ID** genannt – weite Verbreitung. In Logistik, Handel und Produktion (Warenwirtschaft) werden damit Informationen zu Personen, Tieren, Gütern und Waren bereitgestellt.

Am weitesten verbreitet sind Strichcode-Etiketten (engl. Barcode), die zwar äußerst preiswert sind, jedoch auch einige Nachteile aufweisen, siehe Abschnitt 1.2. Die allgemeine Lösung ist die Speicherung von Daten auf Silizium-Chips, welche der überwiegende Teil der neueren Verfahren nutzt.

Aus all diesen Techniken ragt RFID heraus, dem beispielsweise bis 2010 ein jährliches durchschnittliches Wachstum von 47 % in Europa, und weltweit 60 % vorausgesagt wird (Deu).

1.1.1 Warum Identifikationssysteme

In vielen Bereichen des öffentlichen Lebens, der Logistik und der Warenwirtschaft müssen Identitäten von Objekten und/oder Personen erfasst werden. Mit Identität kann in diesem Zusammenhang auch nur das Vorhandensein eines bestimmten Merkmals oder einer Eigenschaft gemeint sein wie das Vorhandensein einer Briefmarke oder eines gültigen Tickets für Kino oder Straßenbahn. Informationen, welche auf einem Medium vorhanden sind, sollen zur Verarbeitung oder Kontrolle auf ein anderes Medium oder System übertragen werden. Damit liegt ein **Medienbruch**¹ vor. Ein Medienbruch unterbricht den Verarbeitungsprozess und die Informationskette und kann zu zusätzlichen Fehlern, Verzögerungen und Kosten führen.

Medienbruch

Am höchsten sind die Medienbruch-Kosten bei Eingabe per Hand, gefolgt von Spracheingabe und Scannen von Barcode. RFID ist diesbezüglich, außer der direkte Vernetzung von eingebetteten Systemen (embedded systems), die beste Lösung, welche im Idealfall keine menschliche Intervention mehr erfordert, vergl. (FM05).

¹Informationen sind an Medien gebunden. . . . Informationen werden per Sprache, als Fax, per E-Mail, auf Papier, als Video oder elektronische Datei gespeichert und übermittelt. Ist bei der Verarbeitung der Information ein Übergang auf ein anderes Medium erforderlich, dann bedeutet dies einen Medienbruch (nach(ITW)).



Als Beispiel seien Kosten im ÖPNV aufgeführt. Der Verkauf in Zürich kostet allein 16% des Ticketpreises durch die Bereitstellung von Automaten, Versorgung mit fälschungssicherem Papier, Wartung und Reparatur. Ferner gehen in deutschen Großstädten etwa weitere 25% durch Schwarzfahrer verloren. Interne Abrechnungen im Verkehrsverbund können nur auf der ungenauen Basis aufwändiger Stichprobenzählungen erfolgen. Transaktionszeiten für Verkauf und Kontrolle im Fahrzeug und damit Wartezeiten sind erheblich, siehe (Fin06)

Barcodes zur automatisierten Erkennung von Produkten sind seit mehr als 20 Jahren im Einsatz. Zur **Diebstahlsicherung** in Kaufhäusern tragen auf Funketiketten die 1-bit Information, ob die Ware bezahlt wurde oder nicht.

1.2 Gängige Identifikationssysteme

Bevor wir auf die Funkidentifikation mit Radio Frequency Identification (RFID) eingehen, werden im Folgenden einige gängige Identifikationsverfahren kurz besprochen. In Abschnitt ... folgt eine kurze Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren.

1.2.1 Barcode

Der **Barcode** ist ein Binärbarcode aus einem Feld von parallel angeordneten Strichen² und Lücken, welche direkt auf das zu markierende Objekt aufgedruckt oder mittels eines bedruckten Etiketts angebracht wird, siehe Bild 1.1a mit EAN-Code.

Eindimensionale **Strichcodes** (1D) werden zur Codierung von bis zu 128 Zeichen verwendet. Bild 1.1b zeigt einen 2-dimensionalen Code (2D, Data Matrixcode), mit dem bis etwa 2300 ASCII-Zeichen dargestellt werden können, und der beispielsweise als Freimachungsvermerk bei Postsendungen verwendet wird.

**Barcode,
Strichcode**



(a) EAN128B



(b) 2D

Bild 1.1: 1- und 2-dimensionale Barcodes

1.2.2 Optical Character Recognition

Klarschriftleser ermöglichen das Erkennen von geschriebenem Text. Optical Character Retrieval/Recognition (OCR) findet Anwendung im Dienstleistungsbereich, wie das Registrieren von Bankformularen und Schecks sowie bei der Briefsortierung.

²engl. **bar** = Strich

1.2.3 Biometrie

Biometrie fasst die Erkennung biologischer Merkmale zusammen. Bekannte Verfahren sind die Erkennung des Fingerabdrucks, Auges (Iris), der Gesichtsform, Stimmmerkmalen und des Erbguts DesoxyriboNucleic Acid (DNA). Letzteres ist für die schnelle Identifikation aufgrund der aufwändigen Analyse und der damit verbundenen Kosten nicht geeignet. Für die übrigen existieren Geräte und Software.

1.2.4 Chipkarten

Chipkarten sind elektronische Datenspeicher mit eigenem Mikroprozessor und müssen in der Version mit Kontaktfeldern mit dem Lesegerät galvanisch³ in Verbindung gebracht werden.

1.2.5 RFID-Systeme

RFID-Systeme sind ähnlich der Chipkarten, jedoch erfolgt die Kopplung nicht über den direkten elektrischen Kontakt, sondern über elektromagnetische Felder, also Funk- oder Radar-Wellen. RFID-Etiketten müssen folglich mit dem Lesegerät nicht in Berührung, sondern nur in die Nähe gebracht werden. Der Leseabstand kann dabei – je nach Verfahren – einige Millimeter bis einige Meter betragen.

RFID

Bei RFID (Radio Frequency Identification) handelt es sich um eine Technologie, um Dinge aus der Ferne zu identifizieren.

1.2.6 Vergleich einiger Auto-ID-Verfahren

Tabelle 1.1 vergleicht einige Auto-ID-Verfahren. Die angegebenen Preise sind nur ungefähr, da insbesondere bei RFID – abhängig vom Frequenzbereich und dem Speichervolumen – in Zukunft mit zunehmend günstigeren Herstellungsverfahren zu rechnen ist.

1.3 Prinzip von RFID

Ein RFID-System besteht aus mindestens zwei Komponenten:

Lesegerät als Lese- oder bisweilen Schreib-/Leseinheit

Transponder ist am zu identifizierenden Objekt angebracht

³galvanische Kopplung: Herstellung eines geschlossenen Stromkreises

⁴Preise hängen stark von Stückzahlen ab und unterliegen dem üblichen raschen Wandel bei Elektronikkomponenten. Preise bei Auflagen bis zehntausend: 0.50-1.00 €, ab einer Mia. Stück: 0.05-0.10 €, vergl. (RFI). Derzeit noch ≥ 10 cent.

Tabelle 1.1: Vergleich Auto-ID-Verfahren (nach (Fin06))

Parameter	Barcode	OCR	Biometrie	Chipkarte	RFID
Anschaffungskosten	sehr gering	mittel	sehr hoch	gering	mittel
Preis Etikett/Tag	sehr gering	-	-	einige €	0.05-1 € ⁴
Datenmenge [Byte]	1 - 100, ≈ 3 k (2D)	1 - 100	-	16 - 64k	1 - 64k
Einfluß von Schmutz/Nässe	sehr stark	sehr stark	-	möglich	kein Einfluß
Einfluß optischer Abdeckung	totaler Ausfall	totaler Ausfall	-	-	kein Einfluß
Abnutzung	bedingt	bedingt	-	möglich	kein Einfluß
unbefugtes Kopieren	leicht	leicht	unmöglich	unmöglich	unmöglich
Lesegeschwindigkeit	gering ≈ 4 s	gering ≈ 3 s	sehr gering > 5 - 10 s	gering ≈ 4 s	sehr schnell ≈ 0.5 s
Lesentfernung	0 ... 50 cm	< 1 cm (Scanner)	direkter Kontakt	direkter Kontakt	0... 5 m

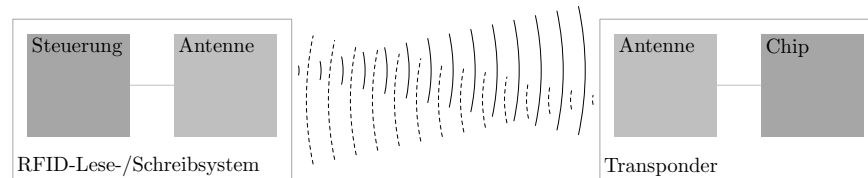


Bild 1.2: Funktionsweise von RFID

Das Lesegerät kann eine eigenständige Einheit darstellen oder mit einem Computersystem verbunden sein.

Transponder

Der **Transponder** ist der eigentliche Datenträger im RFID-System und besteht im Wesentlichen aus einer Antenne und einer elektronischen Schaltung auf einem Mikrochip. Der Transponder enthält keine Batterie. Er wird über die elektromagnetischen Wellen des Lesegeräts mit Energie versorgt, und sendet seine Kennung, ggf. auch weitere Daten an das Lesegerät zurück.

Luftschnittstelle

Die Übertragung zwischen Lesegerät und Transponder erfolgt über den freien Raum, die sogenannte **Luftschnittstelle**.

Für RFID werden sehr unterschiedlichen Frequenzbereiche, siehe Absatz 1.5, verwendet. Diese bestimmen die grundsätzlichen Eigenschaften wie in Reichweite, Lesegeschwindigkeit und übertragbare Datenmenge. Die Reichweite – also der

mögliche Abstand zwischen Lesegerät und Transponder – ist durch die Energie begrenzt, welche für die Energie- und Signalübertragung zur Verfügung steht.

1.4 Transponder oder Tags

1.4.1 Passive Tags

Ein RFID-Etikett wird üblicherweise als **Tag**⁵ bezeichnet.

Passive Transponder verfügen über keine eigene **Energieversorgung**. Die für den Betrieb benötigte Energie wird durch die Antenne des Transponders dem magnetischen oder elektromagnetischen Feld des Lesegerätes entnommen. Die Datenübertragung vom Transponder zum Lesegerät kann auf unterschiedliche Art erfolgen: zum einen durch Beeinflussung der vom Lesegerät ausgesendeten Wellen (siehe Lastmodulation) oder - im Bereich höherer Frequenzen - durch modulierte Rückstreuung.

Tag
passive
Transponder

Energie

1.4.2 Aktive Tags

Aktive Transponder verfügen über eine eigene Energieversorgung, z.B. eine Batterie oder Solarzelle. Diese dient nur der Spannungsversorgung für den Chip. dies kann notwendig sein um darauf flüchtige Daten zu speichern oder zu erfassen. Sie wird jedoch nicht dazu benutzt ein eigenes Hochfrequenzsignal zu erzeugen. Diese Definition wird in der Literatur jedoch leider widersprüchlich benutzt, siehe Abschnitt 1.4.3. Indirekt kann dies zu einer deutlichen Erhöhung der Kommunikationsreichweite beitragen, weil der Transponder dadurch in der Lage ist noch schwächere Signale des Lesegeräts zu detektieren.

aktive
Transponder

Geräte, welche selbstständig senden können, zählen nicht mehr zur RFID-Technologien, sondern zu den Kurzstreckenfunkgeräten (Telemetriesender, SRD), siehe auch (Fin06)

Telemetrie

1.4.3 Definition passiv – semi-passiv – aktiv

In der Literatur werden die Definitionen über RFID-Transponder teilweise widersprüchlich verwendet. Um die Übersicht zu behalten wollen wir noch einmal die Begriffe aufzählen und erläutern:

Hinweis

Passive RFID-Transponder benutzen ausschließlich die Energie aus dem vom Lesegerät erzeugten Felds, sowohl für die Aktivierung des Mikrochips, als auch zum Senden der Daten⁶

⁵engl. *tag* = Markierung, Kennzeichen, Marke

⁶Diese Definition passiver Tags wird in der Literatur einheitlich verwendet.

Semi-passive oder semi-aktive RFID-Transponder werden gleichbedeutend bezeichnet, siehe beispielsweise (Fin06; FM05). Sie besitzen eine interne Batterie zur Versorgung des Chip. Zum Senden von Daten wird ausschließlich die Energie aus dem Feld des Lesegeräts bezogen⁷.

Aktive RFID-Transponder Beispielsweise nach (FM05) besitzen diese eine Batterie, deren Energie sowohl für die Versorgung des Chip, als auch zum Senden verwendet wird. (Fin06) klassifiziert diese Bauart als Telemetriesender und nicht als echten RFID-Transponder⁸. Es soll hier der Vorschlag einer Abgrenzung durch die Festlegung gemacht werden, dass ein RFID-Transponder – auch ein aktiver – stets nur Leseanfragen beantwortet und niemals selbstständig sendet.

Bei dem anhaltenden RFID-Boom ist davon auszugehen, dass RFID- und Telemetriesysteme in den vielfältigen Anwendungen zunehmend vermischt werden. Die hohen Reichweiten, von denen zuweilen die Rede ist, sind in der Verwendung von Sendern mit eigener Energiequelle begründet.

Diese Aspekte werden wir auch bei den Grundlagen in Kapitel ?? im Zusammenhang mit Datenschutz besprechen.

1.5 Frequenzbereiche

Frequenzbereiche

Jedes System, welches elektromagnetische Wellen erzeugt oder abstrahlt, wird rechtlich als Funkanlage betrachtet. Keinesfalls darf ein RFID-System anderer Funkdienste wie Rundfunk, Fernsehen oder Zeitzeichensender sowie Mobilfunkdienste wie Polizei, Sicherheitsdienste und Flugsicherung beeinträchtigen. Daher sind Frequenzbereiche weltweit reguliert. Funkanlagen (ein RFID-System ist ein solches) müssen entweder aufwändig einzeln zugelassen werden oder in einem dafür zugelassenen Frequenzbereich nach festen Regeln operieren.

ISM

Für die Identifikation mit Radiofrequenz (RFID) können die ISM-Frequenzen (**Industry, Scientific, Medical**) genutzt werden. Diese Bereiche stehen für Hochfrequenznutzungen in Industrie, Wissenschaft und Medizin zur Verfügung. Beispiele hierfür sind Babyphone, Funkfernbedienungen, Mikrowellenherde oder Kurzwellenbestrahlung in der Medizin.

Leider sind diese Bereiche international **nicht** immer **einheitlich** geregelt, was den weltumspannenden Einsatz von RFID behindert. Dies betrifft oft nicht nur die verwendete Frequenz, sondern auch die zulässige Sendeleistung. Beispiel hierfür ist der Bereich Ultra High Frequency (UHF), welcher in Europa um 868 MHz, in den USA um 915 MHz liegt. Mehr dazu in den Kapiteln ?? und 3.

⁷Transponder dieser Art werden bei (Fin06) als **aktive Transponder** bezeichnet

⁸siehe Fußnote 7

1.6 Typische Anwendungen

RFID-Systeme finden überall dort Anwendung, wo folgende Rahmenbedingungen und Eigenschaften für das zu identifizierende Objekt und die Leseeinheit(en) in Frage kommen:

- kein direkter Sichtkontakt, Lesewinkel nicht definiert
- Unempfindlichkeit gegenüber rauen oder schwierige Umgebungsbedingungen wie Feuchtigkeit, Schmutz, Kälte oder Sonnenlicht (Barcodes) . . .
- schnelle und sichere Erfassung
- größere Lesedistanzen
- Pulkerfassung, Erkennen mehrerer Objekte gleichzeitig, Antikollision
- gesicherte Übertragung, Passwortschutz
- Fälschungssicherheit
- Individualisierung des Objekts, Schreiben/Verändern von Information

Diese Eigenschaften müssen nicht alle gleichzeitig zutreffen und hängen von den Anforderungen und der Auswahl der sehr unterschiedlichen RFID-Systeme ab, wie in den folgenden Kapiteln vertieft werden wird.

RFID umspannt heute einfachste Systeme wie **Warensicherung** (EAS) über **Zugangskontrolle**, **Artikel-** und **Tieridentifikation** bis hin zu komplexen Anwendungen wie den **elektronischen Reisepass**.



1.7 Zusammenfassung

In der Automatisierung spielt die Identifikation von Objekten eine entscheidende Rolle. Das Kapitel zählt die wichtigsten Verfahren der automatischen Identifikation (Auto-ID) auf und vergleicht die wichtigsten Eigenschaften. RFID ist etabliert für Diebstahlsicherung und Wegfahrsperrern und weist gegenüber dem Barcode viele Vorteile auf. Jedoch wirken derzeit der Preis für Tags und teilweise international uneinheitliche Standards der breiten Anwendung noch entgegen.

1.8 Übungen



Übungsaufgaben

- 1.1. Vergleichen Sie an Hand der Informationen aus diesem Kapitel Barcode und RFID und zeigen Sie einige Vor- und Nachteile des jeweiligen Prinzips auf.
- 1.2. Welche Funkfrequenzen dürfen von RFID genutzt werden?
- 1.3. Zählen Sie alle Ihnen bekannten existierende RFID-Anwendungen auf?
- 1.4. Wie können Transponder oder Tags grundsätzlich klassifiziert werden?

Glossar

- A** Ampère SI-Einheit für Strom.
- ADC** Analog Digital Converter. Analog-Digital-Wandler.
- AIP** Air Interface Protocol.
- ANSI** American National Standards Institute. Amerikanisches Mitglied der ISO.
- ASCII** American Standard Code for Information Interchange. 7-Bit Zeichencodedefestlegung.
- ASIC** Application Specific Integrated Circuit. Applikationsspezifischer Chip-Baustein.
- ASK** Amplitude Shift Keying. Amplitudenmodulation zur Signalisierung von Daten.
- ASN** Advanced Shipping Notification. Lieferavis.
- BCD** Binary Coded Decimal. Codierungsweise von Dezimalzahlen, bei der jede Ziffer durch 4 Bit dargestellt wird.
- BNetzA** Bundesnetzagentur. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. Deutsche Bundesbehörde (Regulierungsbehörde).
- CD** Compact Disc. Digital und Audio/Video.
- CDMA** Code Division Multiple Access. The spread spectrum modulation used in the Qualcomm system.
- CRC** Cyclic Redundancy Check. bitorientierte Checksummen-Fehlerüberprüfung mit Polynomresterzeugung.
- CMOS** Complementary Metal Oxide Semiconductor. S.a. MOS
- CPU** Central Processing Unit. Prozessor eines Rechner.
- DAC** Digital Analog Converter. Digital-Analog-Wandler
- DNA** DesoxyriboNucleic Acid. Desoxy-Ribonuklein-Säure: Träger des Erbguts.
- DIN** Deutsches Institut für Normung. Deutsche Normen oder DIN-Normen.
- DoD** Department of Defence. US-Verteidigungsministerium.
- DRAM** Dynamic RAM. Flüchtig Speicherbaustein.
- EAS** Electronic Article Surveillance. Warensicherung.
- EAN** European Article Numbering. Europäische Artikelnummer auf Barcodes (13 Zeichen), siehe auch UPC.
- EAN128** European Article Numbering 128. Europäische Artikelnummer mit 128 Zeichen, vergeben von GS1 GS1.

EIRP	Equivalent/Effective Isotropic(ally) Radiated Power. Gibt als Rechnungsgröße die Leistung an einer isotrop – in alle Raumrichtungen gleichmäßig – strahlenden Antenne an, um ein gegebenes Fernfeld zu erreichen.
EPC	Electronic Product Code. Hersteller-, Produkt- und Seriennummer, vergeben von GS1.
ERP	Effective Radiated Power. Rechnungsgröße wie EIRP, jedoch für $\lambda/2$ -Dipol mit 2.15 dB Gewinn, d.h einem Faktor 1.64.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute.
F	Farad. SI-Einheit der Kapazität, As/V.
FET	Field Effect Transistor. Feldeffekt Transistor.
FIFO	First In – First Out.
FSK	Frequency Shift Keying. Frequenzmodulation zur Signalisierung von Daten.
2-FSK	2-Frequency Shift Keying. FSK, wobei zur Signalisierung von Daten zwischen zwei Frequenzen geschaltet wird.
GDSN	Global Data Synchronisation Network.
GS1	Global Registry. Zentrale Netzwerkinstanz in GDSN.
GSM	Global System for Mobile communication. GSM is the new standard for digital cellular communication in Europe.
GPS	Global Positioning System. System zur Positionsbestimmung eines bewegten Objekts auf der Erde mittels Mikrowellen-Sender/Empfänger durch Empfang der Signale mehrerer geostationärer Satelliten.
ITU	International Telecommunications Union.
ISM	Industry, Scientific, Medical. Frequenzbereiche für Funkanwendungen in Industrie, Forschung und Medizin.
H	Henry. SI-Einheit der Induktivität, Vs/A.
h-da	Hochschule Darmstadt h_da .
HF	High Frequency. Kurzwellen. Frequenzen zwischen 3 MHz und 30 MHz.
Hz	Hertz. SI-Einheit für Frequenz, 1/s.
IC	Integrated Circuit. Integrierter Schaltkreis.
IEC	International Electric/ Electrotechnical Commission. Internationale Elektrotechnische Kommission seit 1906, beschäftigt sich mit Ausarbeitung von Empfehlungen.).
ISDN	Integrated Services Digital Network. Dienste integrierendes digitales Netz.
ISO	International Standard Organisation. (ISO).
LF	Low Frequency. Langwellen. Frequenzen zwischen 30 kHz und 300 kHz.
MOS	Metal Oxide Semiconductor.
MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. S.a. MOS u. FET

- NFC** Near Field Communication. RF-Übertragungsverfahren mit 13.56 MHz auf max. 20 cm.
- ÖPNV** Öffentlicher Personen Nahverkehr.
- OCR** Optical Character Retrieval/Recognition. Erkennung von geschriebenem Text.
- PC** Personal Computer.
- PSK** Phase Shift Keying. Phasenmodulation zur Signalisierung von Daten.
- 2-PSK** 2-Phase Shift Keying. PSK, wobei zur Signalisierung von Daten zwischen 0° und 180° geschaltet wird.
- RADAR** Radio Detection And Ranging. Funk-Erkennung und -Abstandsmessung.
- RAM** Random Access Memory. Schreib-Lese-Speicher.
- RFID** Radio Frequency Identification. Funkfrequenzkennzeichnung.
- ROM** Read Only Memory. Nur-Lese-Speicher.
- RMS** Root Mean Square. Quadratischer Mittelwert.
- SHF** Super High Frequency. Mikrowellen. Frequenzen zwischen 3 GHz und 30 GHz.
- SI** Système International d'Unités. Internationaler Standard über (metrische) Einheiten im Messwesen, seit 02.07.1969 in Kraft.
- SRAM** Static RAM. Statischer Speicherbaustein.
- SRD** Short Range device. Kurzstreckenfunkgerät, Telemetriesender.
- TDMA** Time Division Multiple Access.
- TDM** Time Division Multiplexing. Zeitmultiplexing.
- UPC** Universal Product Code. Barcode Standard in USA und Kanada (12 Zeichen), vergleichbar mit EPC.
- UHF** Ultra High Frequency. Ultrakurzwellen. Frequenzen zwischen 0.3 GHz und 3 GHz.
- SI** Système International d'Unités. Internationaler Standard über (metrische) Einheiten im Messwesen, seit 02.07.1969 in Kraft.
- SMD** Surface Mounted Device. Platzsparende Fertigungstechnik durch miniaturisierte Bauelemente.
- TTL** Transistor Transistor Logic. Bipolare Technologie bei IC's.
- V** Volt. SI-Einheit für Spannung.

Literatur

- [Deu] *Deutsche Bank Research*. <http://www.dbresearch.de>
- [ebe] *Isolde-Kurz-Gynasium, Hertzscher Dipol*. <http://www.ikg.rt.bw.schule.de/fh/eldy/hertz.html>
- [Fin06] FINKENZELLER, Klaus: *RFID-Handbuch*. Hanser Fachbuchverlag, 2006. – ISBN 3446403981
- [FM05] FLEISCH, Elgar ; MATTERN, Friedemann: *Das Internet der Dinge: Ubiquitous Computing Und Rfid in Der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen (Xpert.press)*. Springer, Berlin, 2005. – ISBN 3540240039
- [Her] *Dipolantenne - Wikipedia de*. <http://de.wikipedia.org/wiki/Dipolantenne/>
- [ISO] *ISO - International Organization for Standardization - Homepage*. <http://www.iso.ch/>
- [ITW] *IT-Lexikon: Fachwissen für IT-Professionals - ITWissen.info*. <http://www.itwissen.info/>
- [Ker06] KERN, Christian: *Anwendung von RFID-Systemen (VDI-Buch)*. Springer, Berlin, 2006. – ISBN 3540444777
- [KSW06] KORIES, Ralf ; SCHMIDT-WALTER, Heinz: *Taschenbuch der Elektrotechnik. Grundlagen und Elektronik*. Deutsch (Harri), 2006. – ISBN 3817117930
- [MG92] MEINKE, Hans H. ; GUNDLACH, Friedrich-Wilhelm: *Taschenbuch der Hochfrequenztechnik: Grundlagen, Komponenten, Systeme*. Springer, Berlin, 1992. – ISBN 3540547177
- [RFI] *RFID Journal - Tim Kröner*. <http://www.rfid-journal.de/>
- [Seg] SEGELSTEIN, D.: *The Complex Refractive Index of Water*. Kansas City, University of Missouri, Diplomarbeit
- [SS05] SCHOBlick, Robert ; SCHOBlick, Gabriele: *RFID Radio Frequency Identification*. Franzis, 2005. – ISBN 3772359205
- [Ung88] UNGER, Hans G.: *Hochfrequenztechnik in Funk und Radar*. Teubner, Stuttgart, 1988. – ISBN 3519100185
- [Zim00] ZIMMER, Gernot: *Hochfrequenztechnik. Lineare Modelle*. Springer, Berlin, 2000. – ISBN 3540667164

Stichwortverzeichnis

- Ω *siehe* Widerstand
 λ *siehe* Wellenlänge
 $\lambda/2$ -Dipol *siehe* Antenne
 ω *siehe* Kreisfrequenz
 (..... 27
- A *siehe* Strom
 Abkürzungen 41
 Absorption 24, 29, 30, 33
 Absorptionskoeffizient 30
 Absorptionslänge 30
 Ampère *siehe* Strom
 Antenne 21
 Dipol- 24
 Ferrit- 24
 Gewinn 25
 Mikrostrip- 25
 Patch- 25
 Schlitz- 24
 Antennenspule 16
 Ausweis
 elektronischer 7
 Auto-ID 1
- Backscatter-Systeme 30, 32
 Barcode 2
 Bogenmaß 13
- C *siehe* Kapazität
 c *siehe* Lichtgeschwindigkeit
- Dämpfung 19
 Datenrate 28
 maximale 28
 Datenschutz 32
 Datenübertragung 16, 31, 32
 dB *siehe* Dezibel
 Dezibel 20
 Diebstahlsicherung 2, 16
 Dipolantenne 24
- EAS 16
 Echoquerschnitt 31
 EIRP 25
 Energie 10
 Energiereichweite .. *siehe* Reichweite
 Energieversorgung 5, 15, 32
 ERP 25
 Euler-Zahl 30
- f *siehe* Frequenz
 Feld 9
 elektrisches 10
 Fern- 29
 Nah- 29
 Feldstärke 10
 Fernfeld 29
 Frequenz 23
 Arbeits- 28
 Kreis- 13
 RFID- 23, 34
 Träger- 28
 Frequenzbänder 34
 Frequenzbereiche 6, 34
 Freund-Feind-Kennung I
- Gesetz
 Lambert-Beer 30
 Gewinn *siehe* Antenne
 Glossar 41
 Güte 19
 Gütefaktor 19
- Hertz *siehe* Frequenz
 Hz *siehe* Frequenz
- I *siehe* Strom
 Impedanz 11
 Induktivität 12
 ISM 6, 34
 isotrop 24

J.....	<i>siehe</i> Energie	Rückstrahlquerschnitt.....	31
Joule.....	<i>siehe</i> Energie	Rückstreuquerschnitt.....	31
Kapazität.....	11	Radarquerschnitt.....	31
Kapazität		Reflexion.....	29, 30, 33
parasitäre.....	17	optischer Bereich.....	30
Kollision.....	29	Resonanzbereich.....	30
Kopplung		Reichweite.....	29, 32
elektromagnetisch.....	32	Energie-.....	29, 32
induktiv.....	15	maximale.....	31
induktivee.....	16	Reihenschwingkreis.....	<i>siehe</i>
magnetisch.....	15	Serienschwingkreis	
magnetische.....	16	Resonanz.....	15
Kreisfrequenz.....	<i>siehe</i> Frequenz	Resonanzbreite.....	20
L.....	<i>siehe</i> Induktivität	Resonanzfrequenz.....	13
Lösungen.....	40	Resonanzkatastrophe.....	19
Lastmodulation.....	16	Resonanzkurve.....	19
Leistung.....	10	RFID.....	3
Leistungsmaß.....	20	Tag.....	5
Lichtgeschwindigkeit.....	22	Schlitzantenne.....	<i>siehe</i> Antenne
Literatur.....	44	Schwingkreis	
Logistik.....	1	geöffneter.....	21
Luftschnittstelle.....	4, 16	Serien-.....	17
Maxwell		Seitenband.....	28
Durchflutungsgesetz.....	14	Sendeleistung	
Induktionsgesetz.....	14	äquivalente.....	25
Medienbruch.....	1	Serienschwingkreis.....	17
Mikrostripantenne....	<i>siehe</i> Antenne	Sicherheit.....	32
Mobilfunk.....	34	Spannung.....	9
Modulation.....	27, 31, 32	Spannungsüberhöhung.....	19
Last-.....	16	Strahler	
Nahfeld.....	29	isotroper.....	24
Ohm.....	<i>siehe</i> Widerstand	Kugel-.....	24, 25
P.....	<i>siehe</i> Leistung	Strichcode.....	2
Patchantenne.....	<i>siehe</i> Antenne	Strom.....	9
Phasenverschiebung.....	13	Tag.....	5
Polarisation		aktiv.....	<i>siehe</i> Transponder
lineare.....	26	passiv.....	<i>siehe</i> Transponder
zirkulare.....	26	Tastung	
Potenzial.....	9	Amplituden-.....	28
Potenzialdifferenz.....	9	Frequenzum-.....	28
Quellen.....	44	Phasenum-.....	28
R.....	<i>siehe</i> Widerstand	Telemetrie.....	5
		Transponder.....	4
		1-Bit-.....	16
		aktiv.....	5, 6
		passiv.....	5

semi-aktiv	6
semi-passiv	6
U	<i>siehe</i> Spannung
V	<i>siehe</i> Spannung
Verstärkungsmaß	20
Volt	<i>siehe</i> Spannung
W	<i>siehe</i> Leistung
Warensicherung	7
Warenwirtschaft	1
Watt	<i>siehe</i> Leistung
Wegfahrsperre	I
Wellenlänge	23, 34
Widerstand	11
komplexer	17
Wechselstrom-	17
Ws	<i>siehe</i> Energie
Zugangskontrolle	7