



ifm electronic

**Optimierung und Lösung
von technischen Abläufen
durch Sensorik, Kommunikations-
und Steuerungssysteme**

Schulungsunterlagen

Identifikationssystem RFID



Schulungsunterlagen Identifikationssystem RFID, Version 1.0

Hinweis zur Gewährleistung:

Sämtliche auf diesem Datenträger veröffentlichten Daten sind geistiges Eigentum der ifm bzw. wurden uns teilweise von Kunden oder Lieferanten zur exklusiven Nutzung überlassen. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass jedwede Verwertung (insbesondere Vervielfältigung, Verbreitung und Ausstellung) sowie Bearbeitung oder Umgestaltung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch ifm zulässig ist.

Diese Schulungsunterlagen wurden unter Beachtung der größtmöglichen Sorgfalt erstellt. Gleichwohl kann keine Garantie für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts übernommen werden.

Da sich Fehler trotz intensiver Bemühungen nie vollständig vermeiden lassen, sind wir für Hinweise jederzeit dankbar.

ifm electronic gmbh, Abteilung VTD-STV, Teichstr. 4, 45127 Essen, Tel.: 0201/2422-0,
Internet: www.ifm.com



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Sensoren in industriellen Prozessen	4
2	Grundlagen zur RFID-Technik	4
2.1	Elektromagnetische Wellen	4
2.1.1	Spektrum	4
2.1.2	Sender und Empfänger	5
2.1.3	Antennen	6
2.1.4	Bezeichnungen	6
2.2	Wechselwirkung	8
2.2.1	Energie	8
2.2.2	Kopplung	9
2.3	Zusammenfassung	9
3	Eigenschaften von RFID	10
3.1	wozu	10
3.2	Alternativen	11
3.3	RFID	13
3.3.1	1-bit-Systeme	13
3.3.2	Entwicklung	16
3.3.3	Standardisierung	18
3.3.4	Bauformen	18
3.3.5	Reichweiten	20
3.3.6	Datenübertragungsverfahren	21
3.3.7	Übertragungsfrequenzen	23
3.3.8	Fehlererkennung bei der Datenübertragung	24
3.3.9	Speicher	24
4	ifm-Geräte	25
4.1	Das System	25
4.2	Ansteuern per AS-Interface	25
4.2.1	AS-Interface kurz und knapp	25
4.2.2	Eigenschaften	27
4.3	Codierung	28
4.4	Praktischer Einsatz	28
4.5	Montagehinweise	28
4.6	Zusammenfassung	29
5	Applikationsbeispiele	30
5.1	RFID allgemein	30



1 Einleitung

1.1 Sensoren in industriellen Prozessen

In automatisierten Produktionsabläufen ist der Einsatz von Sensoren als Informationsgeber Voraussetzung. Sie senden die notwendigen elektrischen Signale über Positionen, Endlagen, Füllstände oder dienen als Impulsgeber.

Ohne zuverlässig arbeitende Sensoren ist die beste Steuerung nicht in der Lage, Prozesse zu steuern und/oder zu regeln.

2 Grundlagen zur RFID-Technik

Wer schon genau weiß, dass er das in 4 beschriebene System einsetzen wird, kann sich im Prinzip auf Montagehinweise und Anleitung beschränken. Wer aber z. B. verstehen möchte, wie ein solches System funktioniert, wer über dieses aktuelle Thema RFID mitreden möchte, der kann sich in Kapitel 1.1 und 3 ausführlich informieren. Es gibt eine Reihe von Fachbegriffen, die im Zusammenhang mit RFID immer wieder fallen. Die meisten davon sind hier erklärt. Das soll nicht jeden zum RFID-Experten machen, der jedes Detail der unterschiedlichen Systeme kennt. Weiter unten wird deutlich, dass die RFID-Technik ein umfangreiches Gebiet ist. Hier soll eine Idee, eine Vorstellung davon vermittelt werden, was RFID bedeutet, und wie das in 4 beschriebene System einzuordnen ist.

2.1 Elektromagnetische Wellen

2.1.1 Spektrum

RFID arbeitet, wie viele der Standardsensoren auch, berührungslos. Als Medium werden elektromagnetische Wellen verwendet. Daher wird im folgenden auf diese eingegangen. Dabei wird stark verkürzt und vereinfacht.

Es soll kurz an optoelektronische Sensoren erinnert werden. Dabei wird das Vorhandensein eines im allgemeinen lichtundurchlässiges Objekts dadurch erkannt, dass Licht auf den Empfänger fällt oder nicht. Je nach System, Lichtschranke oder Lichttaster ist das Objekt vorhanden oder nicht. Licht kann ja bekanntlich als elektromagnetische Welle aufgefasst werden. Auch Radar arbeitet mit elektromagnetischen Wellen, allerdings mit anderen Wellenlängen. Eine Übersicht zum gesamten elektromagnetischen Spektrum ist in Abbildung 1 dargestellt.

Es soll daran erinnert werden, dass die Frequenz mit der Wellenlänge zusammenhängt, siehe (1).

$$(1) \quad c = \lambda * f$$

$c = 3 * 10^8$ m/s: Lichtgeschwindigkeit

λ [m]: Wellenlänge

f [1/s]: Frequenz

Bei sichtbarem Licht beträgt eine typische Wellenlänge z. B.:



$500 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

Die entsprechende Frequenz ergibt sich aus (1) zu:
 $0,6 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$.

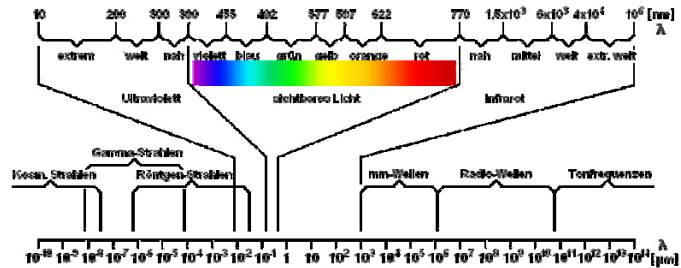


Abbildung 1: Elektromagnetisches Strahlungsspektrum

Radar

Radar beruht auf der Reflexion dieser Wellen und liefert nicht nur binäre Informationen sondern wird zur Positionsbestimmung verwendet. Auch ein Empfänger lässt sich zur Positionsbestimmung mittels Peilung verwenden. Man kann sogar die Form des Objekts bestimmen. Es ist aber nicht möglich, z. B. 2 Flugzeuge des gleichen Typs zu unterscheiden. Dazu muss ein Identifikationssystem verwendet werden.

Es gibt eine Reihe unterschiedlicher Methoden, ein solches System zu realisieren. Häufig stellt man es sich folgendermaßen vor: Wellen, die einen gewissen Informationsgehalt besitzen, werden gesendet. Diese werden auf der Gegenseite empfangen, ausgewertet und bewirken ggf. die Aussendung von Informationen in die umgekehrte Richtung. Dieser Effekt ist inzwischen aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken (Handy).

Diese Darstellung ist aber genau genommen nur für Systeme zutreffend, die in der sogenannten Fernzone arbeiten. Befindet sich der Empfänger in der Nahzone, dann ist ein anderes Bild besser. In der Nahzone wirkt der Empfänger unmittelbar auf den Sender zurück. Man spricht von der Kopplung zwischen Sender und Empfänger.

Bevor auf die Zonen eingegangen wird, soll zunächst das Senden und Empfangen kurz beschrieben werden.

2.1.2 Sender und Empfänger

wie werden die Wellen erzeugt?

Dabei wird der Umstand genutzt, dass die Beschleunigung elektrischer Ladungen mit der Ausstrahlung elektromagnetischer Wellen verbunden ist. Ein einfaches Beispiel ist ein elektrischer Schwingkreis. Hier werden ständig elektrische Ladungen beschleunigt und abgebremst. Dass dabei auch häufig ungewollt gesendet wird, ist der Hintergrund der EMV-Problematik. Charakterisiert werden Wellen durch ihre Frequenz und Amplitude. Bei einem Schwingkreis hängt die Frequenz der Wellen mit dessen Frequenz zusammen. Die elektrische bzw. magnetische Feldstärke stellt die Amplitude dar.

Trifft eine solche elektromagnetische Welle auf ein leitfähiges Objekt, so werden unter dem Einfluss der Felder Ladungen bewegt; ein Strom wird erzeugt. Da die Amplitude in der Regel gering ist, sind es auch sehr geringe Ströme bzw. Spannungen. Das Hauptproblem beim Empfänger ist deren möglichst störungsfreie Verstärkung.



Bei RFID ist das Senden und Empfangen, anders als bei der EMV, gewollt. Man möchte also, dass dieser Vorgang hier möglichst effektiv ist. Dazu werden Antennen verwendet.

2.1.3 Antennen

Die Antennentechnik ist ein umfangreiches Gebiet, das hier nicht ausführlich beschrieben werden kann. Bei Interesse ist es leicht, umfangreiche Literatur dazu zu finden. Wir beschränken uns hier auf einige kurze, anschauliche Angaben.

wie sieht eine Antenne aus?

Im Prinzip kann jedes leitfähige Objekt als Antenne betrachtet werden. Jedes Stück Draht kann z. B. als Antenne betrachtet werden. Es muss also gefragt werden, welche Eigenschaften das Objekt zu einer optimalen Antenne machen.

was ist optimal?

Zunächst soll geklärt werden, was in diesem Zusammenhang optimal bedeutet. Es sind im wesentlichen zwei Punkte

- Wirkungsgrad

Es soll ein möglichst großer Teil, der im Sender eingesetzten Energie in Form einer Welle ausgesendet werden. Beim Empfänger soll ein möglichst hoher Anteil der Energie der Welle in ein elektrisches Signal umgewandelt werden.

- Richtwirkung

Wenn Sender und Empfänger bestimmte Positionen haben, dann ist es natürlich wenig effektiv, wenn die Sendeleistung gleichmäßig in alle Richtungen, wie beim Rundfunk, ausgestrahlt wird. Es ist viel effektiver, wenn das vorzugsweise in Richtung des Empfängers geschieht. Umgekehrt sollte der Empfänger am empfindlichsten auf den Sender ansprechen, z. B. um Störeinflüsse gering zu halten.

Eine hohe Sendeleistung wird dann erreicht, wenn die Abmessungen der Antenne der halben Wellenlänge entspricht.

Ein Stück Draht wäre also ein guter Empfänger für mm-Wellen (siehe Abbildung 1). Auch ganzzahlige Bruchteile, also z. B. halbe Länge, bringen noch gute Ergebnisse. Besonders günstig wirkt sich hier der Umstand aus, dass jede Sendeanenne auch als Empfangsantenne zu gebrauchen ist und umgekehrt. Zwar gibt es auch noch jeweils Optimierungen, aber beim RFID wird ja gesendet und empfangen. Dafür genügt dann für jede Komponente jeweils eine Antenne.

welches Feld?

Es war hier immer die Rede von elektromagnetischen Feldern, nicht nur vom elektrischen oder nur vom Magnetfeld. Im Prinzip treten ja auch bei der elektromagnetischen Welle beide auf. In 2.2.1 genügt es, das Magnetfeld zu betrachten.

2.1.4 Bezeichnungen

Nach diesen einführenden Abschnitten werden einige Bezeichnungen erläutert, die beim Verständnis helfen.



Nah- und Fernzone

Die Unterscheidung dieser Zonen beruht darauf, dass die Feldstärke in unmittelbarer Nähe des Senders als näherungsweise räumlich konstant angesehen werden kann. Zeitlich ändert sie sich natürlich, so dass es zutreffender ist, hier von der Amplitude, d. h. der maximalen Feldstärke zu sprechen. Dagegen fällt sie in der Fernzone stark ab. Die Nahzone ist der Bereich, in dem der Abstand zum Sender klein ist im Vergleich zur Wellenlänge. Der Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz ist durch $f = \frac{c}{\lambda}$ gegeben.

Es gibt auch RFID-Systeme, die in der Fernzone arbeiten. Das haben sie mit vielen anderen Anwendungen in der Nachrichtentechnik gemeinsam, z. B. Handy, Fernsehen Radar usw. Die meisten RFID-Systeme, wie auch das hier vorgestellte System, arbeiten im Nahbereich, genauer gesagt, im remote-coupling-Bereich.

In der RFID-Technik unterscheidet man sogar 3 Zonen

- close-coupling (bis ca. 10 mm, z. B. Zutrittskontrolle)
- remote-coupling und (bis ca. 100 cm, siehe unten)
- long-range. (darüber hinaus, noch Spezialfall)

Reader

Diese Kurzbezeichnung wird gerne verwendet, obwohl sie eigentlich nur einen Teil der Funktionen beschreibt. Sende-Empfangs-Einheit trifft es schon besser. In einem RFID-System muss es einen Teilnehmer geben, der die anderen auffordert, sich zu identifizieren. Falls diese keine eigene Stromversorgung haben, werden sie vom Sender mit Energie versorgt. Die Rückmeldung wird dann von der Sende-Empfangs-Einheit aufgenommen, ausgewertet und, innerhalb eines Automatisierungssystems, an eine zentrale Leitstelle weitergeleitet. Auch eine rein binäre Funktion kommt vor: z. B. richtiges Objekt vorhanden. Wenn diese Einheit auch dazu dient, andere Teilnehmer mit einer Identifikation zu versehen, dann spricht man auch vom Schreib-/Lesekopf.

tag

Damit werden Teilnehmer eines RFID-Systems bezeichnet (engl. Kennzeichen, Etikett), die an Objekten befestigt werden, um diese identifizieren zu können. Die tags werden vom reader aktiviert, um sich zu identifizieren bzw. werden von einem Schreib-/Lesekopf auch beschrieben (siehe Transponder).

aktiv

Es gibt verschiedene RFID-Systeme, die sich u. a. dadurch unterscheiden, dass entweder alle Komponenten mit Strom versorgt werden oder, dass es nur eine aktive Komponente gibt, die eine Stromversorgung braucht. Die anderen Komponenten, die tags, werden über elektromagnetische Wellen von dieser mit Strom versorgt. Aktiv bedeutet also in diesem Zusammenhang: mit Strom versorgt. Man spricht von aktiven oder passiven tags.

Transponder

Dieser Begriff wird im Zusammenhang mit RFID meist gleichbedeutend mit tag verwendet. Eigentlich ist es schon eine etwas ältere, allgemeinere Bezeichnung. Im folgenden wird der allgemeine Begriff kurz erläutert. Ein Transponder ist ein - meist drahtloses - Kommunikations-, Anzeige- oder Kontrollgerät, das eingehende Signale aufnimmt und automatisch darauf antwortet. Der Begriff Transponder ist zusammengesetzt aus den Begriffen Transmitter und Responder. Transponder können passiv oder aktiv sein.

Unter passiven Transpondern versteht man Systeme, die die zur Kommunikation und zur Abarbeitung interner Prozesse benötigte Energie ausschließlich aus dem Feld der Schreib-/Leseinheit beziehen.



Passive Transponder arbeiten also eigenenergieelos. Aktive Systeme verfügen dagegen über eine eigene Energieversorgung oft in Form einer Batterie. Dadurch sind mit aktiven Transpondern nicht nur größere Kommunikationsreichweiten möglich, auch die Verwaltung größerer Datenspeicher bzw. der Betrieb integrierter Sensorik wird realisierbar. Neben den Reinformen passiver bzw. aktiver Systeme existieren semiaktive Transponder.

Ein passiver Transponder erlaubt es, ein Objekt zu identifizieren. Magnetstreifen sind Beispiele hierfür. Ein aktiver Sensor (in Verbindung mit dem Computer) liest und decodiert die Daten, die der passive Transponder enthält. Die Schreib-/Leseinheit wird also hier auch als Sensor bezeichnet, wenn man sich auf die Lesefunktion beschränkt

Einfache aktive Transponder werden zum Beispiel bei der Lokalisierung, Identifizierung und Navigation von Flugzeugen verwendet: Der im Flugzeug eingebaute Transponder empfängt ein kodiertes Signal einer Überwachungs- und Kontrollstelle und beantwortet dieses Signal auf einer vorgegebenen Frequenz mit den erforderlichen Daten, ebenfalls in kodierter Form (eingestellter Transpondercode und Höhe in Fuß/Flightlevel). Dieses Antwortsignal wird von der Überwachungsstelle empfangen und mit dem Radarecho zusammen dargestellt.

Fernsehsatelliten benutzen Transponder, die einfach das auf einer Frequenz empfangene Signal auf einer anderen Frequenz wieder zurückstrahlen

Man sieht, dass Transponder also wirklich praktisch die gleiche Bedeutung hat wie tag.

2.2 Wechselwirkung

2.2.1 Energie

Wie kann man sich diese Stromversorgung mittels elektromagnetischer Wellen vorstellen?

Induktion

Es ist ganz ähnlich wie beim induktiven Sensor. Man muss sich nur erinnern, dass mit einer elektromagnetischen Welle, die durch eine Fläche tritt, eine Änderung des magnetischen Flusses verbunden ist.

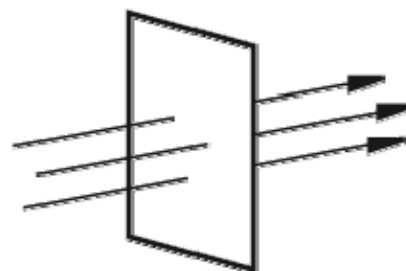


Abbildung 2: Magnetischer Fluss

Denkt man sich die Fläche von einer Drahtschleife begrenzt, so wird in dieser eine elektrische Spannung induziert, was dazu führt, dass ein Strom fließt. Z. B. beim Transformator ist bekannt, dass sich die Spannung vervielfacht, wenn man nicht nur eine Windung hat sondern viele. Sie ist der Anzahl der Windungen proportional. Entsprechend steigt dann auch die Stromstärke. Der Empfänger besteht somit u. a. aus einer Spule. Mit dem erzeugten Strom wird ein Kondensator aufgeladen, der dann den Prozessor mit Strom versorgt.



Feldstärke Um Störungen anderer Geräte und erst recht Gesundheitsschäden zu vermeiden, ist die Energie der vom Schreib-/Lesekopf ausgestrahlten Wellen begrenzt. Somit hat auch das Magnetfeld eine relativ geringe Stärke. Bei der verwendeten Frequenz von 125 kHz (diese bedingt ja die Änderungsrate des magnetischen Flusses) ist eine Feldstärke von mindestens 20 μT (Mikrotesla) erforderlich, damit der passive Teilnehmer arbeiten kann.

Reichweite Das hat zur Konsequenz, dass die Reichweite in RFID-Systemen mit passiven Teilnehmern erheblich geringer ist als bei aktiven Teilnehmern. Im ifm-System beträgt die Lesedistanz maximal 20 mm bei einer Vorbeifahrtgeschwindigkeit bis 0,5 m/s. Das Schreiben geschieht statisch über einen Abstand von maximal 10 mm. Die Sendeleistung kann ja aus den oben genannten Gründen nicht beliebig erhöht werden. Eine sehr große Windungszahl oder eine großflächige Spule würde den passiven Teilnehmer groß, schwer und teuer machen. Das sind aber gerade die Gründe, die dazu geführt haben, dass die schon länger bekannten RFID-Systeme mit ausschließlich aktiven Teilnehmern, aktiven tags, keine große Verbreitung gefunden haben.

Der Vollständigkeit halber soll noch erwähnt werden, dass auch eine Energieübertragung mit Mikrowellen über größere Entfernungen denkbar ist, z. B. terrestrische Energieversorgung durch Solarkraftwerke im Welt-raum. Voraussetzung dafür ist u. a. eine Bündelung von hoher Präzision. Diese Technik ist aber noch im Projektstadium.

2.2.2 Kopplung

Das Magnetfeld hat nur in der Nahzone genügend Intensität, um genutzt zu werden. Sende- und Empfangsantennen sind dabei einfach zwei Spulen. Wie in 2.2.1 beschrieben wurde, liefert es die Energie, die der tag für seinen Betrieb benötigt.

Transformator Es verhält sich dann nicht so, dass man zwei Einheiten hat, den Schreib-/Lesekopf und das Tag, die senden und empfangen können, wie z. B. Funkmast und Handy. In der Nahzone gibt es einfachere Möglichkeiten. Man bezeichnet auch die Wechselwirkung der oben beschriebenen Spulen als transformatorische Kopplung. Man stellt sich dabei das System der beiden Spulen als Transformator, genauer als Lufttransformator vor. Diese Art der Kopplung ist bei den induktiven Sensoren wohlbekannt. Hier wird sie zur Erkennung leitfähiger Objekte verwendet. Die Wechselwirkung des Standardsensors mit dem Objekt ist ein Spezialfall für diese Kopplung. Speziell beim K0/1-Sensor wird die Kopplung von Spulen ausgewertet.

Allen diesen Anwendungen dieser Kopplung ist gemeinsam, dass die Rückwirkung der Sekundärspule, bei RFID ist das die des tags, auf die Primärspule, bei RFID ist das die des Schreib-/Lesekopfes, ausgewertet wird. Eine gängige Methode bei RFID besteht darin, dass die Impedanz des Sekundärkreises verringert wird. D. h. die Spule des Tags wird praktisch kurzgeschlossen. Es gibt also zwei Zustände der Spule im tag:

- hochohmig und
- niederohmig

Der Schreib-/Lesekopf setzt das in eine Bitfolge um, in der die Identifikation codiert ist.

2.3 Zusammenfassung



In 3 wird die praktische Anwendung dieser Grundlagen ausführlich beschrieben. Hier sollen kurz die wesentlichen Punkte zusammengefasst werden.

3 Punkte

Um die unterschiedlichen Systeme besser überblicken zu können, sollen drei wesentliche Eigenschaften, die allen gemeinsam sind, zusammengefasst werden.

1. Elektronische Identifikation

RFID-Systeme ermöglichen eine eindeutige Kennzeichnung von Objekten durch elektronisch (im evtl. wiederbeschreibbaren Festpeicher des Prozessors) gespeicherte Daten.

2. Kontaktlose Datenübertragung

Die Daten können zur Identifikation des Objekts berührungslos ausgelesen werden.

3. Senden auf Abruf (on call)

Ein gekennzeichnetes Objekt sendet seine Daten nur dann, wenn ein dafür vorgesehenes Lesegerät diesen Vorgang abrufen.

Komponenten des tag

Ein passives tag, besteht im wesentlichen aus drei Komponenten:

- Spule

Diese hat mehrere Funktionen. Sie dient, wie erläutert, zur Energieversorgung, außerdem als Sende- und Empfangsantenne.

- Prozessor

Enthält einen wiederbeschreibbaren Festpeicher für den Identifikationscode. Wertet die Signale aus und veranlasst entsprechende Aktionen.

Es gibt im wesentlichen zwei Aktionen

- das tag sendet seine Identifikation
- das tag erhält eine Identifikation

3 Eigenschaften von RFID

3.1 wozu

Objekte mit tags zu versehen erlaubt es, sie dadurch eindeutig zu identifizieren sowie drahtlos Daten auszutauschen. Das Potenzial der RFID erstreckt sich dabei weit über die einfache Identifikation von Objekten und bietet die Möglichkeit, Daten lokal zu speichern, zu erfassen und am Objekt zu verarbeiten bzw. Steuerungsentscheidungen zu treffen. Für die volle Ausschöpfung dieses Potenzials sind noch technologische Fragestellungen der Integration der RFID in technische Systeme zu lösen, Standardisierungsvorgaben mit dem Ziel einer global einsetzbaren Technik voranzutreiben und Anwendungen zu forcieren, in denen tags über die Grenzen geschlossener Kreise hinaus eingesetzt werden. Vision ist ein universell einsetzbares, kostengünstiges Processing Label (PL), das die Funktionalitäten der Datenspeicherung, Sensordatenerfassung und Datenverarbeitung vereint.

in Industrie und Handel

Die berührungslose Identifikation von Teilen aller Art mit Hilfe von Radiowellen, RFID, ist eine bewährte Technik, die schon seit über zwei Dekaden in der Automatisierung eingesetzt wird, zum Beispiel in der Automobilindustrie oder in der Lagerlogistik. Ein bekannter Hersteller hat seit dieser Zeit bis 2005 RFID-Systeme mit weltweit mehr als einer Viertelmillion installierter Schreib-/Lesegeräte geliefert.



Warensicherungssystem

Damit bezeichnet man Einrichtungen in Geschäften zur Sicherung der Waren bzw. zum Verhindern von Diebstählen. Dabei werden Waren mit speziellen Warensicherungsetiketten ausgestattet, die entweder am Produkt verbleiben und bei Umgehung der Deaktivierung an der Kasse durch Detektionseinrichtungen z.B. am Ausgang erkannt werden können, oder so an der Ware befestigt sind, das spezielle Lösungseinrichtungen zum Entfernen benötigt werden. Im ersten Fall soll der ausgelöste "stille" oder "laute" Alarm den Dieb noch im Geschäft entlarven, und z.B. ein Taschenkontrolle des Personals erlauben. Im zweiten Fall soll das Etikett abschrecken, da der Dieb mit der Beschädigung der Ware beim improvisierten Entfernen rechnen muss.

Nach Angaben des Einzelhandels lassen sich durch die Installation von Warensicherungssystemen die Inventurdifferenzen zwischen 30% und 70% reduzieren. Der Schaden durch Diebstähle beim Einzelhandel in Deutschland wird mit 3-5 Milliarden Euro/Jahr angegeben.

Bisher kam RFID überwiegend in geschlossenen Kreisläufen zum Einsatz - beispielsweise zur Materialflusssteuerung und deren Optimierung. Inzwischen geht es zunehmend um Anwendungen über die gesamte Supply Chain, das heißt von der Zulieferung der Einzelkomponenten, der Produktion der Güter und deren Distribution bis schließlich hin zum Endverbraucher. Insbesondere von großen Handelskonzernen wie Metro oder Wal-Mart werden RFID-Projekte vorangetrieben, um deren Wertschöpfungskette zu optimieren. Unter anderem sollen die Versorgungskette transparenter, die Lagerkosten verringert und die Lieferkette bis auf das einzelne Produkt nachvollziehbar werden. Bereits mehr als ein Dutzend große Logistikprojekte hat ein Hersteller mit RFID-Technik realisiert, etwa bei Airbus, Kaufhof Warenhaus AG und Otto-Versand.

Kritik

Es gibt auch schon erste Versuche, kassenlose Supermärkte zu betreiben. Die Waren werden, wie auch bisher, in einen Einkaufswagen gepackt. Dann wird am Ausgang eine Schleuse passiert, in der ein Lesegerät die tags aller Waren abliest. Diese müssen dazu natürlich alle mit einem tag versehen sein. Die Summe der Einkäufe wird ermittelt und der Betrag vom Konto abgebucht. Dieser Ablauf ist aber in die Kritik geraten, weil damit der "gläserne" Kunde realisiert wird. Das Handelsunternehmen weiß dann genau wer wann welches Produkt gekauft hat. Besonders provoziert hat die Kritik, dass einzelne Unternehmen diese Erfassung als Testbetrieb eingeführt hatten, ohne die Kunden darüber zu informieren. Das System der ifm eignet sich allerdings nicht für solche Anwendungen. Durch den relativ geringen Abstand zum Schreib-/Lesegerät ist es nur für industrielle Anwendungen, speziell in der Transport- und Lagertechnik, brauchbar.

3.2 Alternativen

Man erhält einen Überblick zu den Alternativen, wenn man sich etwas mit der Vorgeschichte beschäftigt. Das wird zunächst am Beispiel des EPC gezeigt.

Vom Barcode zum EPC

Herzstück des EPC Network ist der Electronic Product Code, der die nächste Generation des Barcodes verkörpert. Der EPC soll der maßgebliche globale Standard zur Produktidentifizierung werden. Er ermöglicht eine weltweite, automatische und akkurate Identifikation des Produktes innerhalb der Versorgungskette (Supply Chain) eines Unternehmens in Echtzeit.



Die Entstehung von Selbstbedienungsläden und Supermärkten in der Mitte des 20. Jahrhunderts warf plötzlich das Problem von längeren Wartezeiten an den Kassen auf. Überlegungen wie man Kassiervorgänge beschleunigen oder gar automatisieren könnte führten zur Entwicklung erster maschinenlesbarer Codes zur automatischen Identifikation von Produkten.

Nach verschiedenen Ansätzen entwickelte man Strichcodes (Barcodes), die von entsprechenden Lesegeräten erkannt werden konnten. Sie dienten zunächst der schnelleren Abfertigung von Kunden an speziellen Kassen und um die Zahl von fehlerhaften menschlichen Dateneingaben zu verringern. Schnell wurde offensichtlich, dass man mit Hilfe eines universellen Barcode-Standards nicht nur Kassiervorgänge, sondern sämtliche Material- und Warenflüsse optimieren konnte.

Bereits 1973 wurde in den USA der Uniform Product Code (UPC), ein 12-stelliger Strichcode, als Standard eingeführt, betreut und verwaltet vom Uniform Code Council (UCC). Kurz darauf machte man sich in Europa Gedanken über ein ähnliches System, das zum UPC kompatibel sein sollte. Im Jahr 1977 wurde deshalb die European Article Association, heute EAN International, gegründet. Das Ergebnis war ein 8- bzw. 13-stelliger Strichcode, die Europäische Artikelnummer (EAN). Im heutigen EAN.UCC Standard wurde der nordamerikanische UPC in die EAN integriert, was durch die zunehmende Globalisierung der Versorgungsketten notwendig wurde.

So wie jedes Auto mittels Kennzeichen identifiziert werden kann, wird in Zukunft jedes hergestellte Produkt zur eindeutigen Identifizierung seinen eigenen, individuellen EPC bekommen.

Die Entwicklung des EPC wird von den beiden Hauptorganisationen zur Überwachung von Barcode Standards, der Uniform Code Council und der EAN International, unterstützt. Im September 2003 gründeten die beiden Organisationen ein Nonprofit Joint Venture, dessen Hauptaufgabe in der kommerziellen Vermarktung des EPC liegt. Die EPCglobal Inc. übernimmt damit die Funktion des Auto-ID Center.

Identifikationssysteme

Zu den automatischen Identifikationssystemen gehören Barcode Systeme, Optical Character Recognition, Biometrische Verfahren und RFID-Systeme.

Barcode

Das ist ein numerischer Code, er besteht aus parallelen Strichen unterschiedlicher Breite. Es gibt verschiedene Arten von Barcodes. Sie unterscheiden sich in der Codierung der Informationen. Die Information ist entweder nur in der Strichbreite enthalten oder in der Strichbreite und der Breite der Lücke. Eine typische Anwendung ist im Kaufhaus zu finden. Jede Produktgruppe erhält im Werk eine bestimmte Kennnummer. Sie ist in Form des Barcodes auf den Produkten abgelegt. So ist es möglich, dass im Kaufhaus die Waren über ein Lesegerät geführt werden und kurz darauf der Preis ausgegeben werden kann.

Datamatrix

Eine Weiterentwicklung des Barcodes ist der Datamatrixcode DMC. Einfach gesagt, ist es die zweidimensionale Erweiterung des Barcode. Er ermöglicht es, erheblich mehr Informationen auf einer kleineren Fläche unterzubringen. Es handelt sich dabei um einen echten Matrix-Code mit Reed-Solomon-Fehlerkorrektur (aktuell ECC200), Norm: ISO/IEC 16022.



Diese 2-D-Codeart gewinnt zur Zeit (2003, 2004) stark an Bedeutung. Beispiele sind z.B. die elektronische Briefmarke (STAMPIT), der 2D-Pharmacode, Teilekennzeichnungen in Luft- und Raumfahrtindustrie und in der Medizintechnik. Die Deutsche Bahn AG testet einen 2-D-Barcode ("Aztec") auf ihren "Online-Tickets".

Von EAN International ist diese Codeart kürzlich für EAN-Anwendungen zugelassen worden.

Die ifm electronic hat schon ein DMC-Lesegerät, den efector dualis, im Programm. Es ist daher folgerichtig, dass nun auch ein RFID-System verfügbar ist.

OCR

Das System Optical Charakter Recognition dient zur Erkennung einer stilisierten Schriftart. Dieses System findet zum Beispiel Anwendung beim automatischen Einlesen von Banküberweisungen.

Biometrie

Bei biometrischen Verfahren werden individuelle Körpermerkmale zur Identifikation herangezogen. Dabei sind zum Beispiel Fingerabdrücke, die Sprache oder die Iris auszuwerten.

3.3 RFID

3.3.1 1-bit-Systeme

Vorläufer

In den 1960ern wurden die ersten kommerziellen Vorläufer der RFID-Technik auf den Markt gebracht. Es handelte sich dabei um elektronische Warensicherungssysteme (engl. *Electronic Article Surveillance*, EAS) mit 1 Bit Speicherkapazität. Durch Prüfung der Markierung (vorhanden/fehlt) sollte Diebstahl reduziert werden. Die Systeme basierten auf Mikrowellentechnik oder Induktion.



Abbildung 3: Ware mit tag

1 Bit

In einem Bit ist natürlich nur die Information enthalten "Objekt vorhanden" bzw. "...nicht vorhanden". Die bekannten Einrichtungen beim Ausgang vieler Geschäfte bestehen aus großflächigen Spulen. Ein 1-bit-tag besteht meist aus einem speziell abgestimmten Schwingkreis. Er wird durch das Feld dieser Spulen zur Resonanz angeregt. Damit kann erkannt werden, dass eine Ware, bei der das tag nicht entfernt wurde, das Geschäft verlässt.

wie geht das?

Als Illustration, dass schon diese, scheinbar einfache, Technik nicht ganz trivial ist, werden kurz ein paar Details beschrieben. Es gibt hier verschiedene Techniken. Als Beispiele werden das RF- und das elektromagnetische Verfahren beschrieben.



RF	<p>Das Radiofrequenz (RF)-Verfahren arbeitet mit L-C-Schwingkreisen als Sicherungsmittel, welche auf eine definierte Resonanzfrequenz abgeglichen sind. Ursprünglich wurden dazu Induktivitäten aus gewickeltem Kupferlackdraht mit angelötetem Kondensator im Kunststoffgehäuse (Hartetikette) verwendet. Heute benutzt man dazu zwischen Folie geätzte Spulen als Aufklebeschildchen. Damit der Dämpfungswiderstand nicht zu groß, und damit die Güte der Schwingkreise nicht zu klein wird, muss die Dicke der Aluminium-Leiterbahnen auf den 25µm starken Polyethylen-Folie wenigstens 50 µm betragen. Zur Herstellung der Kondensatorplatten werden 10 µm dicke Zwischenfolien verwendet.</p>
Resonanz	<p>Durch das Lesegerät (Detektionsgerät) wird ein magnetisches Wechselfeld im Radiofrequenzbereich erzeugt. Nähert man den L-C-Schwingkreis dem magnetischem Wechselfeld, so wird über die Spule des Schwingkreises Energie aus dem Wechselfeld in den Schwingkreis eingekoppelt (Induktionsgesetz). Entspricht nun die Frequenz des Wechselfeldes der Resonanzfrequenz des L-C-Schwingkreises, so wird der Schwingkreis zu einer Resonanzschwingung angeregt. Der dadurch im Schwingkreis fließende Strom wirkt seiner Ursache, also dem von außen einwirkenden magnetischem Wechselfeld entgegen. Dieser Effekt macht sich in einer kleinen Änderung des Spannungsabfalls über der Generatorspule des Transmitters bemerkbar und führt letztendlich zu einer Abschwächung der messbaren magnetischen Feldstärke. Auch in einer optionalen Sensor-spule ist eine Änderung der induzierten Spannung messbar, sobald ein resonanter Schwingkreis in das magnetische Feld der Generatorspule eingebracht wird.</p> <p>Die relative Stärke dieser Änderung ist abhängig vom Abstand der beiden Spulen zueinander Generatorspule – Sicherungsmittel, Sicherungsmittel – Sensor-spule) sowie der Güte Q des angeregten Schwingkreises (im Sicherungsmittel).</p>
wobbeln	<p>Diese ist in der Regel sehr gering und damit schwierig zu erkennen. Um eine sichere Erkennung der Sicherungsmittel zu erreichen, ist es aber notwendig, ein möglichst ausgeprägtes Signal zu erhalten. Dies wird durch einen kleinen Trick erreicht: Die Frequenz des erzeugten Magnetfeldes ist nicht konstant, sondern wird „gewobbelt“. Dabei überstreicht die Generatorfrequenz fortlaufend den Bereich zwischen zwei Eckfrequenzen. Als Frequenzbereich steht den gewobbelten Systemen dazu der Bereich 8,2 MHz ±10% zur Verfügung.</p> <p>Immer dann, wenn die gewobbelte Generatorfrequenz genau die Resonanzfrequenz des Schwingkreises (im Transponder) trifft, beginnt dieser einzuschwingen und erzeugt dadurch einen ausgeprägten Dip der Spannungen an der Generator- sowie der Sensor-spule. Auch Frequenztoleranzen der Sicherungsmittel, bedingt durch Fertigungstoleranzen oder metallische Umgebung, spielen durch das „Abtasten“ eines ganzen Frequenzbereiches keine Rolle mehr.</p>
Entschärfung	<p>Da die Etiketten an der Kasse nicht abgelöst werden, müssen sie so verändert werden, dass ein Ansprechen der Diebstahlsicherung ausgeschlossen ist. Hierzu werden die gesicherten Produkte an der Kasse auf ein Gerät gelegt – den Deaktivator –, das ein ausreichend starkes Magnetfeld erzeugt, um mit der induzierten Spannung den Folienkondensator des Transponders zu zerstören. Die Kondensatoren besitzen dazu eigen-seingebaute Sollkurzschlussstellen, so genannte Dimple. Das Durchschlagen der Kondensatoren ist irreversibel und verstimmt den Schwingkreis so stark, dass dieser durch das Wobbelsignal nicht mehr angeregt werden kann.</p>



Sendeantenne

Zur Erzeugung des benötigten magnetischen Wechselfeldes im Detektionsbereich der Sicherungsanlage werden großflächige Rahmenantennen eingesetzt. Die in Säulen integrierten Rahmenantennen werden zu Durchgangsschleusen kombiniert. Die klassische Bauform ist aus jedem größeren Kaufhaus bekannt. Mit dem RF-Verfahren werden Schleusenbreiten von bis zu 2 m erreicht. Bei der relativ niedrigen Detektionsrate von ca. 70% zeigt sich ein relativ starker Einfluss von bestimmten Produktmaterialien. Vor allem Metalle (z. B. Konservendosen) beeinflussen die Resonanzfrequenz der Etiketten sowie die Kopplung zur Detektorspule und beeinflussen damit die Detektionsrate negativ. Um die genannte Schleusenbreite und Detektionsrate zu erreichen, müssen Etiketten von 50 x 50 mm zum Einsatz kommen.

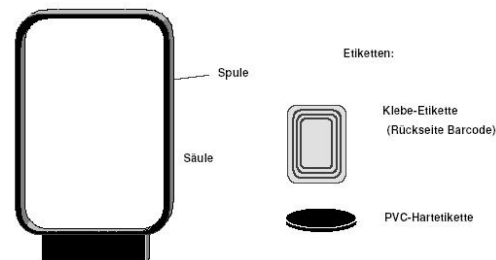


Abbildung 4: RF Verfahren

Eine große Herausforderung für die Systemhersteller besteht in der Eigenschaft verschiedener Produkte, ebenfalls Resonanzfrequenzen aufzuweisen (z. B. Kabeltrommeln). Liegen diese Resonanzfrequenzen innerhalb des Wobbelbereiches $8,2 \text{ MHz} \pm 10\%$, werden unweigerlich Fehlalarme ausgelöst.

Elektro-magnetische Verfahren

Ein weiteres Verfahren arbeitet elektromagnetisch. arbeiten mit starken magnetischen Feldern im NF-Bereich von 10 Hz bis etwa 20 kHz. In den Sicherungsmitteln befindet sich ein weichmagnetische amorpher Metallstreifen mit einer steiflankigen Hysteresekurve. In einem starken magnetischen Wechselfeld wird dieser Streifen periodisch ummagnetisiert und bis in die magnetische Sättigung geführt. Das stark nichtlineare Verhältnis zwischen angelegter Feldstärke H und magnetischer Flussdichte B nahe der Sättigung, sowie der sprunghafte Wechsel der Flussdichte B nahe dem Nulldurchgang der angelegten Feldstärke H erzeugen Harmonische der Grundfrequenz des Sicherungsgerätes (d. h. Schwingungen mit ganzzahligen Vielfachen), die von diesem empfangen und ausgewertet werden können. Das lässt sich weiter optimieren, was hier nicht genauer beschrieben wird.

Ausführung

Die Sicherungsmittel sind als Etiketten in Form selbstklebender Streifen von einigen cm bis 20 cm Länge erhältlich. Aufgrund der extrem niedrigen Arbeitsfrequenzen eignen sich elektromagnetische Systeme als einzige für metallhaltige Waren. Nachteilig wirkt jedoch die Lageabhängigkeit der Etiketten aus: Für eine sichere Detektion müssen die magnetischen Feldlinien des Sicherungsgerätes senkrecht durch den amorphen Metallstreifen laufen.



Abbildung 5: Beispiele für tags

Entschärfung

Zur Deaktivierung sind die Etiketten mit einer hartmagnetischen Metallschicht umgeben oder partiell mit hartmagnetischen Plättchen bedeckt. An der Kasse werden die Sicherungsmittel deaktiviert indem mit einem starken Permanentmagneten der Metallstreifen überstrichen wird. Hierdurch werden die hartmagnetischen Metallplättchen magnetisch. Dabei sind die Metallstreifen so ausgelegt, dass die Remanenzfeldstärke der Metallplättchen ausreicht, um den amorphen Metallstreifen in der Sättigung zu halten, sodass das magnetische Wechselfeld der Sicherungsanlage nicht mehr wirksam werden kann. Durch Entmagnetisierung können die Etiketten jederzeit wieder reaktiviert werden. Der Prozess der De- und Reaktivierung ist beliebig oft durchführbar. Aus diesem Grunde lag das Haupteinsatzgebiet der elektromagnetischen Warensicherung ursprünglich bei Leihbibliotheken. Wegen der kleinen (mind. 32 mm kurze Streifen) und preiswerten Etiketten werden diese Systeme zunehmend auch im Lebensmitteleinzelhandel eingesetzt.

Felderzeugung

Um die erforderlichen Feldstärken zur Ummagnetisierung der Permalloy-Streifen zu erreichen, wird das Feld von zwei Spulensystemen in den Säulen zu beiden Seiten des schmalen Durchgangs erzeugt. In den beiden Säulen sind mehrere Einzelspulen, typischerweise 9 bis 12, die in der Mitte schwächere und außen stärkere Magnetfelder generieren. Damit sind heute Schleusenbreiten bis zu 1,50 m realisierbar, wobei noch Detektionsraten von 70% erreicht werden.

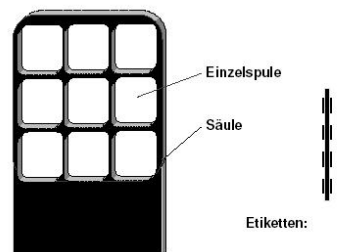


Abbildung 6: Elektromagnetisches Verfahren

3.3.2 Entwicklung

Die 1970er brachten zahlreiche neue Entwicklungen und Einsatzmöglichkeiten für die RFID-Technik. Ein Schwerpunkt lag dabei auf Anwendungen für die Landwirtschaft, wie beispielsweise Tierkennzeichnung.



aktueller Gag

Genau dieses Verfahren, das z. B. auch zur Identifizierung von Haustieren eingesetzt werden soll, wird sogar schon bei Menschen verwendet. Ein tag mit geringen Abmessungen wird unter die Haut am Oberarm gespritzt. Diese Kennzeichnung dient zur Einlasskontrolle bei Diskotheken. Die Akzeptanz scheint zu zeigen, dass dieses als schick empfunden und kaum abgelehnt wird. Gerade dieses Beispiel gibt wieder zu grundsätzlicher Kritik am Einsatz von RFID Anlass, siehe 3.1.

Gefördert wurde die Technologie in den 1980ern besonders durch die Entscheidung mehrerer amerikanischer Bundesstaaten sowie Norwegens, RFID-Transponder im Straßenverkehr für Mautsysteme einzusetzen.

In den 1990ern kam RFID-Technik in den USA verbreitet für Mautsysteme zum Einsatz. Es folgten Systeme für Zugangskontrollen, bargeldloses Zahlen, Skipässe, Tankkarten, elektronischen Wegfahrsperrern etc. 1999 wurde mit Gründung des Auto-ID Centers am MIT die Entwicklung eines globalen Standards zur Warenidentifikation eingeläutet. Mit Abschluss der Arbeiten zum Electronic Product Code (EPC) wurde das Auto-ID Center 2003 geschlossen. Gleichzeitig wurden die Ergebnisse an die von Uniform Code Council (UCC) und EAN International (heute GS1 US und GS1) neu gegründete EPCglobal Inc. übergeben.

Beispiel

Electronic Product Code Type 1 (96 Bit Version)

01. 0000A89. 00016F. 000169DC0
Bestandteile

- Header
- 8-bit EPC-Manager
- 28-bit Objekt-Klasse
- 24-bit Seriennummer
- 36-bit

Der erste Block, der sogenannte Header, gibt Auskunft über die Version des EPC. Im zweiten Block steht der EPC-Manager, also das Unternehmen, welches für die folgenden Blöcke verantwortlich ist. Der dritte Block, Objekt-Klasse genannt, gibt Auskunft über die Art des Produkts (die SKU). Der vierte Block stellt eine einmalige Seriennummer dar und identifiziert ein einzelnes Produkt innerhalb einer Objekt-Klasse.

von der Rolle

Dass die RFID-Technik schon in größeren Stückzahlen eingesetzt wird ist daran zu sehen, dass es tags als Massenware von der Rolle gibt. Sie werden z. B. wie Etiketten auf Objekte geklebt. Sie lassen sich auch wie ein Etikett bedrucken.

Damit sind nicht nur die einfachen 1-Bit-Systeme gemeint sondern auch tags mit Prozessor. . In diesem Zusammenhang werden sie auch als smart label bezeichnet.





Abbildung 7: Bedrucken von smart labels

Der Drucker kann sogar gleichzeitig das tag beschreiben, d. h. mit einem Identifikationscode versehen. Damit wird einer der Vorteile dieser Technik deutlich.

Der Aufdruck kann nachträglich kaum noch geändert werden, tags sind in der Regel wiederbeschreibbar.



Abbildung 8: Smart label mit Aufdruck

Der Aufdruck kann z. B. auch aus einem Barcode bestehen.

3.3.3 Standardisierung

Standards sind notwendig

Zur Verbreitung dieser Technik in großem Maßstab sind drei wesentliche Voraussetzungen zu erfüllen. Die erste davon ist die Standardisierung nach EPCglobal (Electronic Product Code) und ISO. Nur so ist die Interoperabilität zwischen Produkten, Datenträgern (tags) und Schreib-/Lesegeräten unterschiedlicher Anbieter möglich. Es gibt z. B. die „Future Store Initiative“ der Metro-Gruppe, in der auch IBM, Intel, SAP und Siemens mitarbeiten. Ziel ist es dabei, einheitliche RFID-Standards für den Handel zu entwickeln. Die zweite Voraussetzung für Anwendungen über die gesamte Supply Chain ist die Integration in die IT-Welt bezüglich Unternehmensplanungs-(ERP-) und MES-Systeme (Manufacturing Execution Systems).

kein durchgängiger Standard

Aktuell (2005) gibt es Standards (Normen) nur für eingeschränkte Teilgebiete. Das erklärt die oben beschriebenen Anstrengungen hier weiter zu kommen. Eine Vereinheitlichung wird die Akzeptanz weiter fördern.

Preis

Die wichtigste Voraussetzung für den breiten Einsatz der RFID-Technik im Handel ist aber der Stückpreis für so genannte Einweg-tags. Denn sie bilden den größten Kostenfaktor bei Logistikkösungen für Massenprodukte, bei denen jedes Produkt gekennzeichnet wird. Man geht heute davon aus, dass schon innerhalb weniger Jahre preisgünstige Polymer-tags, bei denen die Schaltung auf leitenden Kunststoff gedruckt wird, im Cent-Bereich hergestellt werden können. Bei der Kennzeichnung von Paletten, Gebinden oder höherwertigen Gütern ist bereits heute der Einsatz der RFID-Technik wirtschaftlich, denn hier spielt der tag-Preis nicht diese entscheidende Rolle.

3.3.4 Bauformen

Tear Shape-Transponder

Transponder (tags) gibt es in den unterschiedlichsten Formen. Die Form hängt vom verwendeten System ab. Dieses ist durch das Einsatzgebiet bestimmt, siehe Applikationsbeispiel. Auch z. B. das Material des Gehäuses ist auf die Anwendung anzupassen. finden Einsatz als Schlüsselanhänger, zum Beispiel bei der Zutrittskontrolle.



Disk-Transponder

werden bei der Zufahrtkontrolle bei Parkhäusern eingesetzt. Die Disk wird mittels eines Saugnapfes an der Windschutzscheibe des Autos befestigt.

Mini-tags

finden Einsatz in Messwerkzeugen, zur Messmittelverwaltung und Speicherung von Toleranzdaten. Diese Transponder sind resistent gegen viele aggressive Flüssigkeiten, da sie in schwarzes Epoxyd eingegossen sind.



Abbildung 9: Beispiele für Bauformen

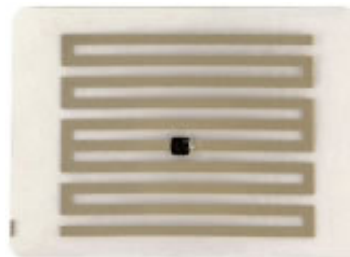


Abbildung 10: Flaches tag

Das kleine schwarze Viereck in Abbildung 10 ist der Chip (Prozessor mit wiederbeschreibbarem Festspeicher).

Eine typische Ausführung ist in den sogenannten smart labels (siehe 3.3.2) zu finden.

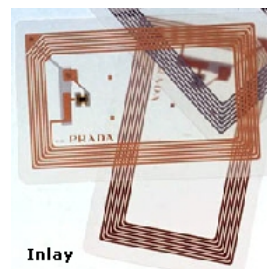


Abbildung 11: Smart label

Wenn man sich das in der Vergrößerung ansieht, dann erkennt man die typischen Bestandteile eines tags.

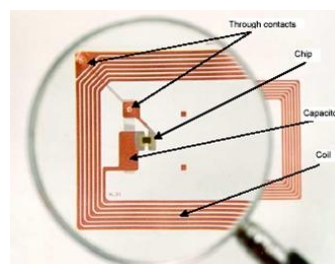




Abbildung 12: tag vergrößert

Diese Abbildung 12 kann man als Muster für ein beliebiges tag ansehen. Man erkennt:

- Antenne (hier in Form einer Spule, was auf induktive Kopplung hinweist, siehe 2.2.2)
- Prozessor (es ist also kein 1-Bit-System wie in 3.3.1 beschrieben)
- Kondensator (zur Energiespeicherung, wenn keine Stromquelle zu sehen ist, dann ist das tag passiv)

Häufig, auch im System der ifm, werden zylinderförmige tags verwendet.

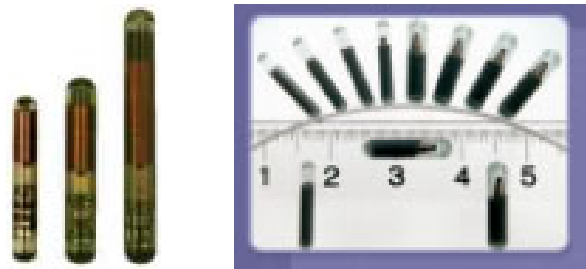


Abbildung 13: Zylinderförmige tags

In Abbildung 13 ist zu erkennen, dass es von diesem Typ sehr kleine Bauformen gibt. Diese werden z. B. Tieren injiziert, um sie zu markieren, siehe 5.

3.3.5 Reichweiten

Die RFID-Systeme werden bezüglich ihrer Reichweite in drei Bereiche unterteilt, Close Coupling-, Remote Coupling- und Long-Range-Systeme (vgl. 2.1.4).

3.3.5.1 Close Coupling

Bei Close Coupling-Systemen liegt die Reichweite im Bereich zwischen 0 – 1 cm. Diese Systeme finden in Bereichen Anwendung, bei denen ein hoher Sicherheitsstandard verlangt wird. Für Systeme mit hohen Sicherheitsanforderungen sind größere Datenmengen erforderlich, welche diese Systeme bereitstellen können.

Der Betrieb von Close Coupling-Systeme ist im Frequenzbereich zwischen 1 Hz und 30 MHz möglich. Dieser Frequenzbereich wird bei der Realisierung dieser Systeme nicht vollständig ausgenutzt. Hierbei ist zu beachten, dass bei Systemen mit einer geringeren Übertragungsfrequenz weniger Energie übertragen wird, als bei Systemen mit einer höheren Trägerfrequenz.

Um eine ausreichende Energieübertragung zu gewährleisten, arbeiten die Systeme mit einer Trägerfrequenz im kHz- und im MHz-Bereich.

Die Datenübertragung erfolgt bei Close Coupling-Systemen entweder über eine induktive oder kapazitive Kopplung zwischen Lesegerät und tag. Bei der induktiven Kopplung entspricht die Anordnung der Spule im Lesegerät zur Transponderspule einem Transformator. In der Transponderspule wird eine Spannung induziert, die sich proportional zur Frequenz des Erregerstromes verhält.

Aufgrund des geringen Abstandes zwischen Lesegerät und tag ist eine kapazitive Kopplung bei diesen Systemen ebenfalls möglich. Anwendung finden die Close Coupling-Systeme bei elektronischen Türschließenanlagen oder bei kontaktlosen Chipkartensystemen mit Zahlungsfunktion.

Einteilung



3.3.5.2 Remote Coupling

Remote Coupling-Systeme verfügen über eine Reichweite von bis zu 1 m. Die Kopplung zwischen Lesegerät und tag ist bei Remote Coupling-Systemen induktiv (magnetisch).

90-95% aller verkaufter RFID-Systeme gehören zu den induktiv gekoppelten Systemen.

Remote Coupling-Systeme arbeiten bei Frequenzen zwischen 100 kHz und 135 kHz, 6,75 MHz, 13,56 MHz und 27,125 MHz.

3.3.5.3 Long-Range

Mit Long-Range-Systemen werden Reichweiten von 1 m – 10 m und größer erreicht. Diese Systeme arbeiten im Mikrowellenbereich, bei Frequenzen von 915 MHz, 2,45 GHz, 5,8 GHz, 24,125 GHz.

Das System unterscheidet sich von den beiden anderen in der Energieversorgung der Transponder und im Datenübertragungsverfahren.

3.3.6 Datenübertragungsverfahren

Bei RFID-Systemen werden unterschiedliche Verfahren zur Datenübertragung verwendet. Einige häufig vorkommende Verfahren und Bezeichnungen werden kurz beschrieben. Es ist zu unterscheiden zwischen Voll- und Halbduplexverfahren.

Voll duplexverfahren (FDX)	Das Voll duplexverfahren zeichnet sich dadurch aus, dass Energie- und Datenübertragung gleichzeitig stattfinden. Der Sender bewirkt eine ständige Energieübertragung, wenn das System aktiv ist. Parallel dazu erfolgt die Datenübertragung zwischen Sender und Empfänger.
Arten	Bei der Datenübertragung gibt es auch verschiedene Arten. Beim Voll duplexverfahren gibt es Systeme mit einer sequenziellen Datenübertragung zwischen Sender und Empfänger. Es gibt auch Systeme mit einer parallelen Datenübertragung zwischen Sender und Empfänger.
sequenziell	Zu den Systemen mit einer sequenziellen Datenübertragung zählen die Lastmodulation und das Verfahren des modulierten Rückstrahlquerschnitts.
parallel	Es erscheint zunächst überraschend, dass hier auch parallele Übertragung möglich ist. Der Trick besteht darin, gleichzeitig verschiedene Frequenzen zu nutzen. Bei Systemen mit paralleler Datenübertragung werden „subharmonische“ oder „anharmonische“ Verfahren eingesetzt.
Lastmodulation	Sie wird bei induktiv gekoppelten Systemen eingesetzt. Für diese Modulationsart ist die Resonanzfrequenz des Transponders auf die Sendefrequenz des Lesegeräts abzustimmen. Sobald ein tag in das magnetische Wechselfeld eines Lesegerätes gelangt, gerät er in Resonanz. Dies bewirkt, dass dem Feld zusätzliche Energie entzogen wird. Über den Speisestrom der Antenne des Lesegerätes kann die zusätzlich entnommene Energie ermittelt werden.
backscattering	Das Verfahren des modulierten Rückstrahlquerschnitts wird fast ausschließlich bei Systemen im Mikrowellenbereich eingesetzt. Der Rückstrahlquerschnitt gibt Aufschluss darüber, wie stark ein Objekt elektromagnetische Wellen reflektiert. Antennen in Resonanz weisen einen besonders starken Rückstrahlquerschnitt auf.

Der modulated backscatter, entspricht in der Wirkung der ASK-Modulation (Amplitude Shift Keying, das wird hier nicht erklärt).



subharmonisch	Das subharmonische Verfahren wird häufig bei einer Arbeitsfrequenz von 128 kHz eingesetzt. Das bedeutet, dass die Sendefrequenz des Lesegerätes 128 kHz beträgt. Im Transponder erfolgt eine ganzzahlige Teilung, meist wird die Frequenz halbiert. Das erzeugte Signal wird mit den Daten im tag moduliert und zurück an das Lesegerät gesendet. Für die Realisierung dieses Verfahrens ist eine Transponderspule mit Mittelanzapfung notwendig.
anharmonisch	<p>Beim anharmonischen Verfahren erfolgt die Datenübertragung durch FSKModulation. Das Lesegerät überträgt zum tag Erregerimpulse, die diesen mit Energie versorgen. Parallel zur Spule ist ein Kondensator C_1 geschaltet. Sobald ein Erregerimpuls empfangen wird, schwingt der Resonanzkreis. Aufgrund der Verluste im Schwingkreis klingt die Schwingung wieder ab. Der darauffolgende Erregerimpuls, mit umgekehrter Polarität, bewirkt ein erneutes Anschwingen des Resonanzkreises. Zur Datenübertragung wird die Resonanzfrequenz des Schwingkreises verändert. Dies geschieht durch den Kondensator C_2, der ebenfalls parallel der Spule angebracht ist. Die Resonanzfrequenzen können stark schwanken, deshalb erfolgt bei der Demodulation eine Auswertung der Resonanzfrequenzdifferenz.</p> <p>Das tag besteht aus einem Mikrochip und einer Spule. Der Chip enthält zusätzlich zur Steuerung und Spannungserzeugung auch zwei Kondensatoren. Dieses Datenübertragungsverfahren wird bei Fixcodesystemen angewendet. Ein Fixcodesystem besteht aus einer Leseinheit und mehreren Codeträgern. Jeder Codeträger besitzt einen nicht veränderbaren Code. In der Leseinheit sind die verschiedenen Codes abgelegt. Solche Systeme werden zum Beispiel bei der Zutrittskontrolle eingesetzt. Sobald ein Code eingelesen wird, der in der Datenbank abgelegt ist, wird der Zugang frei gegeben.</p>
Vorteil	Einfache und kostengünstige Realisierung der Transponder
Nachteile	Geringe Flexibilität und geringer Wirkungsgrad
Halbduplexverfahren (HDX)	<p>Das Halbduplexverfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die Energieübertragung und die Datenübertragung zwischen Lesegerät und tag abwechselnd stattfinden.</p> <p>tags, die im Halbduplexbetrieb arbeiten, besitzen einen Kondensator auf dem Mikrochip, zur Speicherung der Versorgungsspannung. Sobald ein tag in das Feld eines Lesegerätes gelangt, wird er aktiviert. An der Antennenspule des tags wird eine Spannung induziert. Sie wird gleichgerichtet und lädt einen Kondensator auf. Somit steht dem Mikrochip eine Versorgungsspannung zur Verfügung. Der tag generiert ein vom Energieträger unabhängiges Datensignal und sendet dieses an das Lesegerät. Es erfolgt abwechselnd eine Versorgungsphase und eine Datenübertragsphase. In der Versorgungsphase wird der Kondensator geladen und während der Datenübertragung wird er teilweise wieder entladen. Bevor eine neue Versorgungsphase beginnt, wird der Kondensator entladen. Die vollständige Entladung des Kondensators ist erforderlich, um einen sicheren Power-On-Reset des Mikrochips zu gewährleisten.</p>
typische Werte für Zeiten	<p>Die Versorgungsphase dauert 60 ms, die Datenübertrags- und die Entladephase dauern jeweils 20 ms.</p> <p>Dieses Verfahren wird hauptsächlich bei induktiv gekoppelten Systemen eingesetzt.</p>
Vorteil	Durch getrennte Daten- und Energieübertragung können beide Funktionen getrennt voneinander optimiert werden.



Nachteil	<p>Erzielen eines besseren Wirkungsgrades als bei Vollduplexverfahren. Relativ hohe Herstellungskosten Das ist einer der Gründe warum diese Systeme für industrielle Anwendungen, jedoch weniger für den Consumerbereich (kassenloser Einkauf, siehe 3.1) geeignet sind.</p>
3.3.7 Übertragungsfrequenzen	
Funk	<p>RFID-Systeme erzeugen elektromagnetische Wellen und strahlen sie ab. Aus diesem Grund sind sie als Funkanlagen zu betrachten. Es gibt spezielle Frequenzbereiche für Funkübertragungen, die nicht in die üblichen Bereiche der Nachrichtentechnik passen. Diese Frequenzbereiche werden als ISM-Frequenzbereiche bezeichnet.</p>
ISM	<p>steht für Industrial, Scientific, Medical.</p> <p>Auch die RFID-Systeme sind in den ISM-Frequenzbändern anzutreffen. Die Anwendung bestimmt die Auswahl des Frequenzbereichs.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frequenzbereich 9 kHz - 135 kHz Dieser Frequenzbereich gehört nicht zu den ISM-Frequenzbereichen. Deshalb erfolgt hier eine starke Nutzung durch andere Funkdienste. Die Trägerfrequenzen von RFID-Systemen in diesem Bereich liegen, je nach Hersteller, zwischen 120 kHz und 135 kHz. Durch die Verwendung von Spulen mit Ferritkern, ist eine miniaturisierte Transponderbauform möglich. In diesem Bereich finden passive Transponder Einsatz. • Frequenzbereich 13,56 MHz Der Vorteil dieses Frequenzbereichs ist, dass eine schnelle Datenübertragung (typisch 106 kBits/s) realisierbar ist. Aufgrund der hohen Taktfrequenz ist der Einsatz von Signalverschlüsselungsverfahren möglich. • Frequenzbereich 433,050 MHz – 434,790 MHz <p>Dieser ISM-Bereich befindet sich im Amateurfunkband. In diesem Bereich sind Systeme untergebracht, wie zum Beispiel, Telemetrie-Systeme, drahtlose Kopfhörer, anmeldefreie LPD-Walkie-talkies für Nahbereichsfunk und viele andere Anwendungen.</p>
UHF	<p>Dieser Frequenzbereich liegt bei Werten, die in der Funktechnik als UHF bezeichnet werden (0,3 bis 3 GHz, Dezimeterwellen).</p>
RFID	<p>Es gibt z. B. auch schon ein RFID-System eines Herstellers im Ultra-Hochfrequenz-(UHF-)Bereich, das den Anforderungen der Normen von EPCglobal und ISO/IEC 18000-6 entspricht und für die UHF-Bänder in Europa sowie in Nordamerika geeignet ist. Die UHF-Technik erlaubt große Distanzen zwischen den Schreib-/Lesegeräten und den auf Produkt oder Ware befestigten Datenträgern (Tags) bei gleichzeitig geringen Kosten je Datenträger.</p> <p>Wegen seiner robusten Bauform mit Schutzart IP65 und der zuverlässigen Erfassung von Tags auch auf größeren Distanzen eignet sich das System besonders für den Einsatz in Lagerhäusern oder Verladerrampen. Maximal vier Antennen sind gleichzeitig an ein Schreib-/Lesegerät anschließbar. Das RFID-System kommuniziert mit PCs oder Steuerungen und lässt sich so in die vorhandene Automatisierungs- sowie IT-Landschaft integrieren. Seit Ende 2004 laufen bereits Piloteinsätze. Der Markt erfordert eine schnell reagierende Lieferkette. RFID bietet zukunftsweisende Möglichkeiten</p>



3.3.8 Fehlererkennung bei der Datenübertragung

Ein anderer Bereich der Codierung stellt die Fehlersicherung dar. Bei jeder Datenübertragung treten Fehler auf, sei es bei der Übertragung mittels Leitungen oder über Funk. Deshalb ist es wichtig, im Empfänger eine Fehlererkennung oder eine Fehlerkorrektur zu integrieren. Zur Fehlererkennung gibt es verschiedene Verfahren, diese unterscheiden sich bezüglich der Sicherheit einen Fehler zu finden. Je größer die Übertragungssicherheit ist, desto höher ist auch der Aufwand für die Fehlererkennung.

Tritt ein Übertragungsfehler auf, besteht die Möglichkeit, die Informationen nochmals zu senden oder eine Fehlerkorrektur anzuwenden. Zur Erzeugung von Prüfcodes werden verschiedene Methoden eingesetzt. Das sind Querparität, Längsparität und Zyklische Blocksicherung.

3.3.8.1 Querparität (VRC = Vertical Redundancy Check)

Die Überprüfung der Querparität ist die bekannteste und einfachste Art der Fehlererkennung. Hierbei wird der Information ein Bit hinzugefügt, welches als Paritätsbit bezeichnet wird. Der Wert des Paritätsbits ist abhängig von der Anzahl, der auf 1 gesetzten Bits. Wird auf gerade Parität (even parity) überprüft, so muss die Anzahl der auf 1 gesetzten Bits, einschließlich dem Paritätsbit, gerade sein. Bei ungerader Parität (odd parity) muss die Anzahl der auf 1 gesetzten Bits ungerade sein.

Es ist offensichtlich, dass eine gerade Anzahl von Biffehlern nicht erkennbar ist. Ein Paritätsgenerator für gerade Parität lässt sich einfach erzeugen, durch XOR-Verknüpfung aller Datenbits.

3.3.8.2 Längsparität (LRC = Longitudinal Redundancy Check)

Dieses Verfahren wird bei Datenblöcken angewendet. Die Vorgehensweise ist ähnlich, wie bei der Erzeugung der Querparität. Die Bildung der Längsparität erfolgt durch die rekursive XOR-Verknüpfung aller Datenbytes eines Datenblocks. Das hat zur Folge, dass ein weiteres Byte entsteht, welches die Informationen bezüglich der Längsparität enthält. Auch dieses Verfahren liefert nur eine geringe Fehlererkennung.

Es besteht auch die Möglichkeit die Verfahren zur Erzeugung der Querparität und der Längsparität zu kombinieren. Die Blockfehlerrate wird dadurch um den Faktor 10^{-4} verringert.

3.3.8.3 Zyklische Blocksicherung (CRC = Cyclic Redundancy Check)

Die zyklische Blocksicherung ist erheblich aufwendiger in der Erzeugung, aber auch deutlich wirkungsvoller bei der Fehlererkennung. Bei dieser Sicherung handelt es sich um ein mehr mathematisches Verfahren. Ein charakteristisches Merkmal dieses Codes ist, dass er sich durch rückgekoppelte Schieberegister realisieren lässt.

3.3.9 Speicher

Bezüglich der Speicherart ist zu unterscheiden zwischen drei Arten von Transpondern.

Die Read-only-Transponder sind mit einem ROM ausgestattet. Bei der Herstellung wird eine Seriennummer vergeben und im ROM abgelegt. Die Transponder senden als Kennung ihre Seriennummer, sobald sie in das HF-Feld eines Lesegerätes gelangen. Der Vorteil ist die äußerst preisgünstige Fertigung der Transponder.

Beschreibbare Transponder verfügen über ein SRAM mit einem Speicherbereich von 1 Byte bis 64 KByte, je nach Anwendung. Die Datenübertragung erfolgt blockweise. Das heißt, eine definierte Anzahl von Bytes werden zu einem Block zusammengefasst und als ganzes übertragen. Dadurch ist eine einfache Adressierung im Chip möglich.



Bei Transpondern mit Kryptofunktion ist ein zusätzlicher Speicher nötig, in dem der geheime Schlüssel abgelegt wird. Das bewirkt, dass ein Auslesen und Überschreiben des Speicherinhalts durch unberechtigte Personen nicht möglich ist.

4 ifm-Geräte

Die ifm electronic bietet mit dem DTS125 eine Komplettlösung zum Codieren und Identifizieren mittels RFID-Technologie.

4.1 Das System

Identifizieren und Codieren mit RFID und AS-Interface

Qualität und effiziente Ablaufsteuerung sind wichtige Faktoren für die industrielle Produktion. Verfolgung von Paletten, intelligente Bearbeitungsabläufe sowie die Identifikation von Baugruppen sind wichtige Schlüsselapplikationen in der heutigen Fertigungsumgebung. Das rf-Identifikationssystem (radio frequency identification) von ifm electronic ist speziell für die beschriebene Produktionssteuerung entwickelt worden. Neben der zuverlässigen Lese- und Schreibtechnologie kommt dem Anschluss und der Auswertung eine besondere Bedeutung zu: Der kompakte Sensorkopf hat bereits die Antenne und die Auswertung integriert. Die Übermittlung der Daten erfolgt über die integrierte AS-i-Schnittstelle die je nach Wunsch an einem SPS-Master, oder aber an ein Gateway zu höheren Bussystemen angeschlossen ist. Sicher identifizieren und codieren. RFID-Technologie und AS-Interface. Ein Novum unter den Identifikationssystemen!

Komponenten

Das System DTS125 besteht aus:

- Schreib-/Lesekopf DTA100 und zwei Ausführungen von tags
- tag E80301 für die Einschraubmontage, Bauform M5 oder
- tag E80302 mit integriertem E80301 in dreieckiger Bauform mit Aussparungen für die Verschraubung.



Abbildung 14: Schreib- Lesegerät und Tag

4.2 Ansteuern per AS-Interface

4.2.1 AS-Interface kurz und knapp

Was ist eigentlich AS-Interface (AS-i) ? Das Aktuator-Sensor-Interface (Kurzschreibweise AS-i) ist ein intelligentes Verdrahtungssystem mit einfacher Elektromechanik zur Schnellmontage.



Einfache Sensoren und Aktuatoren lassen sich mit diesem Zweileiter-Feldbus inklusive der Spannungsversorgung konkurrenzlos günstig installieren. Durch die herstellerübergreifende Kompatibilität und Austauschbarkeit sämtlicher Produkte (Zertifizierung über den AS-i Verein, AS-interface), ergibt sich eine hohe Marktakzeptanz und weltweite Verbreitung.

Bei AS-i geht die Philosophie, im Gegensatz zu anderen Feldbussen, hin zu feinstrukturierten Lösungen. Dies bedeutet, dass nicht nur Vor-Ort-Kästen durch E-/A- Module ersetzt werden, sondern jede funktionale Einheit (z.B. ein Zylinder) von einem integrierten E-/A-Modul gesteuert wird. Für eine Anlage hat dies eine wesentlich einfachere Dokumentation, Programmierung und Erweiterbarkeit zur Folge.

Damit reduzieren sich die Kosten für Montage, Inbetriebnahme und Wartung drastisch.



Abbildung 15: Schattenlogo für zertifizierte Komponenten

Verdrahtung

Der Verdrahtungsaufwand wird durch AS-i drastisch reduziert, da die herkömmliche Parallelverdrahtung jedes einzelnen Sensors/Aktuators zur Steuerung entfällt. Lediglich die gelbe ungeschirmte AS-i Leitung (AS-i Flachkabel) oder auch eine herkömmliche Rundleitung (z.B. NYM 2x1,5mm²) muss verlegt werden.

Die AS-i Slaves werden dann über Flachkabel-Abgriffe und/oder Modulunterteile per AS-i Durchdringungstechnik verpolungssicher mit der profilierten gelben AS-i Leitung verbunden. Das Abmanteln der Leitung und Abisolieren der Adern entfallen. Bei Verwendung von Rundleitungen wird die Durchdringungstechnik durch Klemmenadaption in speziellen Modulunterteilen ersetzt.

Durch den Einsatz von AS-i erübrigen sich eine Vielzahl von Klemmen, Verteilerkästen, Ein-/Ausgangskarten und Leitungssträngen. AS-i erlaubt über seine Feldanschlungen (Feldmodule oder intelligente Systemlösungen) den kostengünstigen Anschluss von bis zu jeweils 124 binären Sensoren und Aktuatoren pro AS-i Strang. Diese 124 binären Eingänge und Ausgänge verteilen sich auf maximal 31 AS-i Slaves à 4E/4A.

Version 2.1

Ab dieser Version erhöht sich die maximale Anzahl von Slaves auf 62. Es lassen sich dann bis zu 248 binäre Sensoren und 186 binäre Aktuatoren anschließen. Bei den intelligenten Systemlösungen hat die Praxis bisher gezeigt, dass es hierbei genügt, die Systeme bis zu 31 Slaves aufzubauen.

Slaves

Der AS-i Slave stellt die Verbindung zwischen AS-i Master (Steuerung) und der Peripherie (Sensoren / Aktuatoren) her. Busfähige Sensoren und Aktuatoren mit integriertem AS-i Slave lassen sich genauso wie AS-i E-/A-Module problemlos in das System einbinden. Ihre Eigenschaften werden durch Profile festgelegt.

Die „intelligenten“ Sensoren / Aktuatoren (Intelligente Systemlösungen) liefern detailliertere Informationen an die Steuerung ohne zusätzliche Verdrahtung. Eine solche intelligente Systemlösung ist der Schreib-/Lesekopf DTA100.



Netzteile	Für die Übertragung von Daten und Energie auf der 2-adrigen AS-i Leitung wird ein spezielles AS-i Netzteil benötigt. Das Netzteil liefert die AS-i Spannung (29,5 ... 31,6 V DC) und beinhaltet die erforderliche Datenentkopplung für die Kommunikation. Die AS-i Netzteile werden je nach Anforderungen bemessen.
Master	Der AS-i Master dient zur permanenten Überwachung und Steuerung der Kommunikation mit den AS-i Slaves. Gleichzeitig werden vom AS-i Master die Informationen der an die AS-i Slaves angekoppelten Sensoren/Aktuatoren über eine Schnittstelle der Steuerung zur Verfügung gestellt. Die Steuerung kann dann entweder eine SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung), eine PC-Steckkarte oder ein AS-i Controller sein. In einer SPS ist der AS-i Master eine steckbare Baugruppe, im AS-i Controller ist der AS-i Master fest integriert.
Controller	Der AS-i Controller der ifm electronic ist ein kompaktes industrietaugliches AS-i Mastersystem. Es sind wahlweise ein oder zwei AS-i Master integriert, so dass maximal 248 Ein- und 248 Ausgänge (max. 62 AS-i Slaves à 4E/4A je AS-i Controller) bedient werden können. Ab Version 2.1 erhöhen sich diese Werte noch. Eine Vor-Ort-Diagnose kann durch das eingebaute Display in Verbindung mit den 2 Bedientasten erfolgen. Hierüber werden z.B. fehlerhafte Slaves, Konfigurationsfehler oder AS-i Spannungsfehler angezeigt. Für die Inbetriebnahme sind Adressier- und Projektierfunktionen verfügbar. Der AS-i Controller besitzt eine volle SPS-Funktionalität. Er kann nach dem Programmierstandard IEC 61131-3 von jedem PC über die serielle Schnittstelle programmiert werden. Über genormte Schnittstellen (z.B. Profibus-DP, Interbus, DeviceNet, RS232, RS485, usw.) kann der AS-i Controller an übergeordnete Systeme angekoppelt werden.
Stellenwert	Auf Basis des (Feldbus-)Systems Äs-Interface sind bedingt durch den einfachen Systemaufbau durchgängige und vor allem wirtschaftliche Systeme vom Sensor / Aktuator bis hin zur Leitebene möglich. Durch die zu anderen übergeordneten Bussystemen offene Struktur, stellt Äs-Interface diesen gegenüber keine Konkurrenz dar. Es ist vielmehr eine technische und wirtschaftliche Ergänzung in der Anlagenstruktur. Aus diesen Gründen findet ein häufiger Einsatz in der Industrie- wie auch in der Gebäudeautomation statt. Mit dem großen Produktspektrum vieler Hersteller und der übergreifenden Kompatibilität bietet Äs-Interface Integrationslösungen von unterschiedlichsten Sensoren und Aktuatoren in fast alle Automatisierungssysteme.
Analogprofil	Nicht nur binäre Sensoren sondern auch analoge, z. B. Drucksensoren, lassen sich in ein AS-i System einbinden. Seit Version 2.1 ist deren Handhabung besonders einfach, so dass man von plug-and-play sprechen kann. Ein analoger Slave kommuniziert nicht nur bis zu 2*4 Bit wie beim Standardslave sondern bis zu 16 Bit. Durch dieses Datenprotokoll lassen sich nicht nur (digitalisierte) Analogwerte austauschen sondern alle Arten von Daten, die über eine binäre Information hinausgehen, z. B. Zählwerte.
DTS125	<p>4.2.2 Eigenschaften</p> <p>Beim RFID-System der ifm electronic wird dieses Analogprotokoll verwendet. Das bedeutet, es sind nicht nur binäre Informationen verfügbar (korrektes Objekt/falsches Objekt). Es lässt sich der Code des tag auslesen und verarbeiten. Darüber hinaus können auch tags mit einem Code versehen (beschrieben) werden.</p>



Das System wird per AS-Interface angesteuert und bietet echtes „Plug and Play“, da eine aufwendige Montage durch Parallelverdrahtung entfällt. Die Spannungsversorgung erfolgt aus AS-i, eine separate Stromversorgung ist nicht erforderlich.

Der Schreib-/Lesekopf wird als Analog-Slave entsprechend Profil 7.4 im AS-i-Netzwerk betrieben. Zusätzliche Hardware oder Softwarebausteine sind somit nicht nötig. Bis zu 31 Lese-/Schreibmodule lassen sich an einem AS-i-Strang anschließen

4.3 Codierung

15 Bit

Beim System DTS125 werden 15 Bit Daten verwendet.

4.4 Praktischer Einsatz

Beim System DTS125 wird das Prinzip der induktiven Kopplung verwendet (siehe 2.2.2). Es ist somit ein remote coupling System (siehe 3.3.5). Das bedingt, dass sich das tag relativ nahe am Schreib-/Lesekopf befinden muss. Bevor genauer gesagt wird, was "relativ nahe" bedeutet, muss noch ein anderer Aspekt in Betracht gezogen werden.

Zeit

Auf das passive tag wird durch Induktion Energie übertragen. Erst dann arbeitet der Prozessor und bewirkt durch Beeinflussung der Kopplung, dass Daten übermittelt werden. Diese Prozesse dauern eine gewisse Zeit. Eine Übertragung dauert 66 ms. Dabei werden 2*16 Bit aus einem tag gelesen. Die Information setzt sich zusammen aus 16 Bit Nutzdaten und 16 Bit zur Datensicherung und Identifizierung.

Fehler

Das erlaubt es Maßnahmen zur Fehlerentdeckung und – unterdrückung zu treffen. Es können bis zu 4 Bitfehler mittels BCH Code entdeckt und 1 Bit repariert werden.

Beeinflussung

Grundsätzlich können alle Geräte die in der Nähe der 125 kHz arbeiten das Gerät stören. Geräte wie z. B. Handy, Frequenzumrichter, Bluetooth..., arbeiten aber in höheren Frequenzbereichen Damit sind Störungen durch diese Geräte sehr unwahrscheinlich.

Geschwindigkeit

Nur bei einem statischen Objekt genügt die Angabe eines maximalen Abstands. Bei dynamischen Objekten, die z. B. auf einem Förderband am Schreib-/Lesekopf vorbeigeführt werden, muss zusätzlich beachtet werden, dass sie sich lange genug in dessen Nähe aufhalten müssen, damit der gesamte Vorgang, Energie- und Datenübertragung, zuverlässig ablaufen kann. Das Beschreiben von tags ist nur bei statischen Objekten möglich, weil dieser Vorgang noch erheblich mehr Zeit beansprucht als das Lesen.

Werte

Die Lesedistanz beträgt maximal 20 mm bei einer Vorbeifahrtgeschwindigkeit bis 0,5 m/s. Das Schreiben geschieht statisch über einen Abstand von maximal 10 mm.

Der Schreib-/Lesekopf beinhaltet neben der Antenne die komplette Auswertung und die Schnittstelle zu AS-i.

4.5 Montagehinweise

In 4.4 wurde der Mindestabstand zwischen tag und Schreib-/Lesekopf genannt. Bei der Montage der Geräte können zwei Arten von Fehlern auftreten:

- Höhenversatz und
- Winkelversatz



Welche Bedeutung der Höhenversatz hat, lässt sich aus Abbildung 16 erkennen.

Abbil-

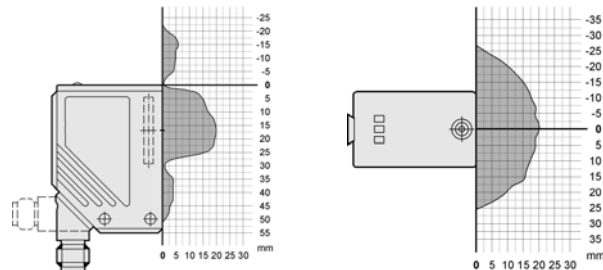


Abbildung 16: Charakteristik des Sende-/Empfangskopfes

Auch aus den Überlegungen in 2.2.2 kann man sich klarmachen, dass die Spulen von Sender und Empfänger sich direkt gegenüberstehen sollten. Die Geräte, auch die tags, sind mit Markierungen versehen, die die Spulenmitte anzeigen. Damit kann die Sendespule und die Empfängerspule genau Mitte auf Mitte ausgerichtet werden.

Wenn die Spule des Senders senkrecht zu der des Empfängers angeordnet ist, dann ist keine induktive Kopplung möglich. Den zulässigen Winkelversatz zeigt Abbildung 17. Er beträgt 20°.

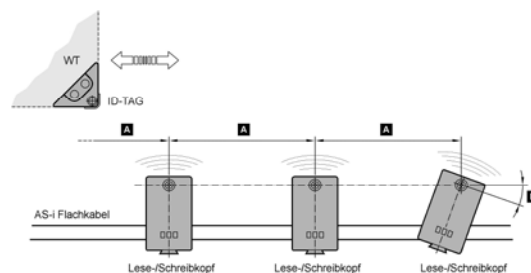


Abbildung 17: Winkelversatz

Da die Spulen nicht kreisförmig sind sondern eine Vorzugsrichtung haben, sollten sie auch nach Möglichkeit parallel zueinander stehen. Wenn der Winkel im Extremfall um 90° abweicht, dann ist keine Kommunikation mehr möglich.

4.6 Zusammenfassung

Das RF-Identifikationssystem für die Produktionssteuerung.

- DTS125: Industrietaugliches Identifikationssystem in 125 kHz Technologie.
- Codierung von Werkstückträgern in geführten Fördersystemen.
- Inbetriebnahme schnell und einfach durch AS-i: Plug and Play.
- Lese-/Schreibkopf mit wenig Platzbedarf durch schmale Bauform.
- Kompakt und kostengünstig: Antenne und Auswertung in einem Gehäuse.

Innovation in der Produktionssteuerung Die stetige Steigerung des Automatisierungsgrades in modernen Fertigungsanlagen wird zunehmend durch Identifikationssysteme unterstützt. Ihre Aufgaben sind z.B. die Kontrolle oder Freigabe von Produktionsschritten, bzw. die Zuordnung produktbegleitender Informationen.



DTS125 bietet eine kompakte und einfache Alternative für Applikationen, wo zum Beispiel eine optische Identifikation aufgrund von Umweltbedingungen nicht einsetzbar ist.

DTS125 ist das weltweit erste RF-Identifikationssystem für AS-Interface. Es eröffnet die Möglichkeit Codeträger (ID-TAGs) auszulesen oder zu beschreiben und dabei die Vorteile des AS-Interface zu nutzen.

DTS125 kann sogar in bestehende AS-i Netzwerke integriert werden und ist sofort betriebsbereit, eine spezielle Software zur Parametrierung ist nicht erforderlich.

5 Applikationsbeispiele

RFID Systeme sind schon weit verbreitet. Einige allgemeine Beispiele werden kurz angesprochen. Es ist leicht, im Internet eine Fülle weiterer Beispiele zu finden

5.1 RFID allgemein

Öffentlicher Personennahverkehr

Jeder Fahrgast erhält eine Chipkarte. Die Chipkarte ist mit einem beliebigen Geldbetrag zu laden. Bei jeder Fahrt mit einem öffentlichen Verkehrsmittel wird ein entsprechender Betrag abgebucht. Für jeden Fahrgast kann automatisch der günstigste Tarif ermittelt werden. Bei häufiger Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel ist auch rückwirkend eine Vergünstigung des Fahrpreises möglich. Durch die Chipkarte wird jeder Fahrgast vor Antritt der Fahrt überprüft. Dadurch haben Schwarzfahrer kaum mehr eine Chance unbemerkt in das Fahrzeug zu gelangen.

Zutrittskontrolle

Bei den herkömmlichen Zutrittskontrollsystemen ist die Handhabung umständlich. Die Chipkarten müssen in der richtigen Lage in ein Lesegerät gesteckt werden. Schon bei geringen mechanischen Defekten der Chipkarte treten Lesefehler auf. RFID-Systeme haben einen großen Vorteil gegenüber den herkömmlichen Zutrittskontrollsystemen. Das tag muss nur in einem geringen Abstand am Lesegerät vorbeigeführt werden. Es gibt sogar Systeme bei denen der Transponder nicht einmal mehr aus der Tasche genommen werden muss.

Tieridentifikation

Eingesetzt werden RFID-Systeme in der Rinderhaltung und bei Brieftauben-Preisflügen. Jedes Tier erhält einen Transponder mit einer Seriennummer. Bei der Rinderhaltung sind folgende Ausführungen von Transpondern üblich, Halsband- und Ohrmarkentransponder, injizierbare Transponder und Boli. Die injizierbaren Transponder befinden sich in einem Glasgehäuse, das bei den Rindern unter dem Dreiecksknorpel injiziert wird. Beim Bolus handelt es sich um einen Transponder, der in einem säurebeständigen, zylindrischen Gehäuse untergebracht ist. Der Transponder wird im Vormagentrakt abgelegt.

Der Nutzen der RFID-Systeme in der Rinderhaltung liegt darin, die Tiere individuell zu erfassen. Somit ist es möglich für jedes Tier eine spezielle Futterration bereitzustellen. Ebenfalls kann die abgegebene Milch jeder Kuh im einzelnen gemessen und aufgezeichnet werden. Dies bedeutet also, dass durch die RFID-Systeme eine Automatisierung bei der Rinderhaltung möglich ist.

Beim Brieftauben-Preisflug dient das Identifikationssystem dazu, die genaue Flugzeit der Tauben zu erfassen. Jede Taube ist mit einem Ring ausgestattet, der den Transponder enthält.



Elektronische Wegfahrsperre	<p>Im Zündschlüssel ist ein tag integriert. Das Lesegerät ist am Zündschloss angebracht. Sobald der Schlüssel im Schloss umgedreht wird, erfolgt die Aktivierung des Lesegeräts. Die elektronische Wegfahrsperre bewirkt, dass die gesamte Elektronik des Fahrzeugs außer Betrieb gesetzt wird. Dadurch ist es nicht mehr möglich durch einfaches Kurzschließen oder Durchtrennen einzelner Kabel die elektronische Wegfahrsperre zu umgehen.</p> <p>Eine weitere Variante ist das keyless-go System.</p>
Sportliche Veranstaltungen	<p>Bei sportlichen Veranstaltungen, wie zum Beispiel Marathonläufen, erfolgt die Zeitmessung der Sportler durch ein RFID-System. Die Läufer tragen ein tag am Schuh. Auf dem Boden sind Antennen ausgelegt, die eine Kommunikation zwischen Lesegerät und Transponder ermöglichen. Bei Probeveranstaltungen wurde ermittelt, dass bei einer Startbreite von 4 m über 1000 Läufer bis zu acht mal in der Minute registriert werden können.</p>
Bevorzugte Applikationen	<p>Für RFID-Systeme wie DTS125 sind natürlich vielfältige Anwendungen denkbar. Die Eigenschaften des Systems führen dazu, dass es für manche Anwendungen besser geeignet ist als für andere. Dafür sollen hier Beispiele beschrieben werden.</p>
Behälteridentifikation der Transport- und Lagertechnik	<p>Jeder Behälter ist mit einem Transponder versehen. Auf dem tag können verschiedene Daten gespeichert werden, wie zum Beispiel Art des Inhalts, der Hersteller, das Volumen, der max. Fülldruck, usw.. Durch den Einsatz eines RFID-Systems gibt es keine Verwechslungen bei Behältern mehr. Bei jeder neuen Befüllung eines Behälters erhält der Inhalt ein „Verfallsdatum“, das auf dem Transponder gespeichert wird.</p>
Industrieautomation	<p>In der Industrie werden Werkzeuge für CNC-Maschinen mit Transpondern versehen. Dies bewirkt eine Verringerung der Unfallrisiken und der Fehlbedienungen. Mit einem RFID-System können Werkzeuge nach verschiedenen Kriterien überprüft werden. Abgenutzte Werkzeuge sind zu ermitteln und zu ersetzen. Die Reihenfolge der Werkzeuge im Magazin ist zu überprüfen, um falsche Bestückungen ausschließen zu können. Die einzelnen Produktionsschritte können mit einem RFID-System überwacht werden. Das Werkstück erhält vor Beginn der Bearbeitung einen Transponder. Auf ihm werden alle durchgeführten Fertigungsschritte und Prüfergebnisse dokumentiert.</p>

E N D E