

## Magnetismus gegen flinke Finger

**Bei elektronischen Diebstahlsicherungen spielen magnetische Materialien eine entscheidende Rolle.**

Seit in Paris 1852 das erste Kaufhaus Bon Marché eröffnet wurde, ist der Ladendiebstahl als Massendelikt eine Begleiterscheinung der Konsumwelt. Was betriebswirtschaftlich mit dem harmlosen Terminus „Inventurdifferenz“ bezeichnet wird,



**Abb. 1:** Den Eingangsbereich von Kaufhäusern dominieren oft die großflächigen Rahmenantennen der elektronischen Diebstahlsicherung.

verursacht dem bundesdeutschen Einzelhandel jedes Jahr Milliardenverluste. Kein Wunder, dass die betroffenen Unternehmen – vor allem im Kosmetik- und Textilgewerbe – erhebliche Summen in Sicherheitssysteme investieren. Neben Detektiven und Videoüberwachung nehmen heutzutage vor allem eine Reihe von elektronischen Warenversicherungssystemen den Kampf gegen die Ladendiebe auf.

Alle Systeme der elektronischen Artikel-Sicherung (EAS), so der Fachbegriff, funktionieren nach dem gleichen Prinzip: Ein Sicherungsetikett an der Ware muss dabei eine Schleuse passieren, die ein elektromagnetisches Feld erzeugt, etwa großflächige Rahmenantennen (Abb. 1). Nobelboutiquen bevorzugen oft dezent im Boden verlegte Drahtschleifen. Das Etikett löst einen Alarm aus, wenn die Kasse umgangen wurde. An der wird nämlich das Etikett entfernt oder deaktiviert,

sodass der ehrliche Kunde das Geschäft unbehelligt verlassen kann. Unbezahlte Waren, d. h. aktive Etiketten, empfangen hingegen ein Signal und werden angeregt, ihrerseits ein Signal auszusenden. Die verschiedenen Systeme unterscheiden sich in der Art der elektromagnetischen Strahlung und damit zusammenhängend in der Funktionsweise und im Material des Etiketts.

Am ältesten sind Sicherungssysteme, die Radiofrequenzen (RF) nutzen (meist ein Frequenzband um 8,2 MHz). Das Etikett besteht dabei aus einem Schwingkreis (Abb. 2a), der – etwa wie bei einem Radio – auf die Sendefrequenz abgestimmt ist und im Resonanzfall Energie aus der eingestrahlten Strahlung absorbiert, was in der Empfangsantenne detektiert wird. Das RF-Signal ist periodisch um die Resonanzfrequenz moduliert, sodass die Absorption ebenfalls periodisch auftritt und sich somit von anderen Absorptionen unterscheiden lässt. Die Etiketten der RF-Systeme sind relativ preiswert herzustellen, lassen sich aber leider auch recht einfach durch metallische Gegenstände abschirmen und kommen deshalb hauptsächlich im Textileinzelhandel zum Einsatz. RF-Systeme sind zudem störanfällig gegenüber anderen Schwingkreisen, beispielsweise in Hörgeräten oder Handys, die relativ häufig die für alle Beteiligten ärgerlichen Fehlalarme auslösen.<sup>1)</sup>

### Oberwellen als Warnsignal

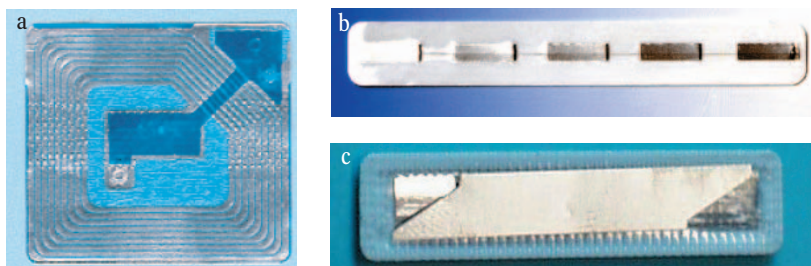
Radiofrequenzen sind nicht das einzige Mittel, Ladendiebe elektromagnetisch zu stoppen. Sicherungssysteme neuerer Bauart nutzen zunehmend elektromagnetische und sog. akustomagnetische Detektionstechniken. Sie verwenden weichmagnetische Metallstreifen als Sensorelemente, deren Ummagnetisierungsverhalten in einem Wechselfeld zur Alarmauslösung genutzt wird. Begleitet werden die Sensor-

streifen meist noch von hartmagnetischen Streifen, die für das Aktivieren bzw. Deaktivieren des Etiketts zuständig sind.

Elektromagnetische Systeme sind vor allem in Europa verbreitet; in den USA findet man sie nur noch in Bibliotheken. Sie werden auch als „harmonische“ Systeme bezeichnet, was auf das Funktionsprinzip hindeutet. Gerät ein aktiviertes Etikett in das magnetische sinusförmige Wechselfeld der Schleuse, wird es periodisch ummagnetisiert und erzeugt auf diese Weise in den Empfängerspulen eine induzierte Spannung. Diese ist aber nun nicht mehr sinusförmig, sondern hat einen hohen Anteil harmonischer Oberwellen. Das liegt daran, dass während des Ummagnetisierens die Permeabilität ständig wechselt – um bis zu einen Faktor 1000 – und somit die Magnetisierung nicht den gleichen Verlauf wie das äußere Magnetfeld zeigt. Der Oberwellenanteil und damit die Erkennungssicherheit ist um so höher, je stärker das Erregerfeld ist; allerdings setzt nicht zuletzt der Strahlenschutz einer Verstärkung dieses Feldes Grenzen. Außerdem muss das Bestreben dahin gehen, auch bei kleinen Feldstärken eine gute Ummagnetisierung zu erreichen, damit sich die Etiketten von Einkaufswagen, Schlüsseln und anderen magnetischen Materialien unterscheiden und so Fehlalarme vermeiden lassen. Der entscheidende Faktor, den es für die Funktionsfähigkeit des Systems zu optimieren gilt, ist somit der Entmagnetisierungsfaktor des Sensorstreifens: Je kleiner der Querschnitt, desto besser. Deshalb sind diese Streifen in der Regel nur 1 bis 2 mm breit und 20 bis 30  $\mu\text{m}$  dick. Der Nachteil: Auch das emittierte Signal ist dann relativ klein und begrenzt die Schleusenbreite auf etwa einen Meter.

Neben dem Sensorstreifen sitzen auf dem Etikett noch kürzere magnetisch halbharte Streifen (Abb. 2b). Zur Deaktivierung werden diese Streifen magnetisiert, und zwar jeweils bis zur Sättigung. Dadurch wird der Sensorstreifen effektiv in mehrere kurze Stücke unterbrochen mit jeweils sehr hohem Entmagnetisierungsfaktor, sodass er sich nicht mehr durch das Wechselfeld in die Sättigung bringen lässt. Damit bleibt das charakteristische Oberwellenmuster aus. Die Antenne reagiert nicht – der Kunde kann unbehelligt das Kaufhaus verlassen.

1) Eindeutiger Vorteil der RF-Technologie ist, dass sie sich zur Speicherung und zum Auslesen von Daten eignet (z. B. als Skipass, s. Physik Journal, Dezember 2002, S. 64), was für die Zukunft zahlreiche Kombinationen aus Sicherungssystemen und Identifizierungsaufgaben vorstellbar macht.



**Abb. 2:** Die verschiedenen Sicherungsetiketten im Überblick: Radiofrequenzsystem mit durchgedruckter Schaltung für den

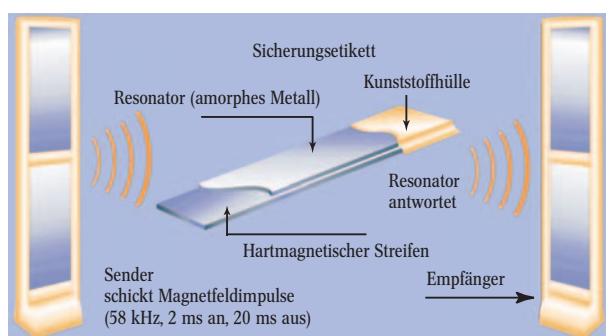
elektrischen Schwingkreis (a), elektromagnetisches System (b) und akustomagnetisches System (c).

## Warenschutz, den man knicken kann

Auf der Suche nach einem System, das dem Kunden nicht zumutet, sich durch einen schmalen Ausgang drängen zu müssen, andererseits aber trotzdem zuverlässig funktioniert, wurden vor etwa zwölf Jahren akustomagnetische Systeme entwickelt, die sich inzwischen in den USA quasi zum Standard geäußert haben. Das liegt vor allem an ihrer geringen Fehlerquote, denn fälschlicherweise verdächtige amerikanische Kunden zögern nicht mit Schadensersatzklagen, die Unternehmen empfindlich treffen können.

striktion auch umgekehrt funktioniert, ein schwingender magnetostruktiver Metallstreifen also ein magnetisches Wechselfeld aussendet. Das machen sich akustomagnetische Sicherungssysteme zunutze, indem sie das Etikett mit einem Magnetfeldimpuls im Ultraschallbereich (58 kHz) „beschallen“ und in der anschließenden Sendepause auf dessen Antwort lauschen, da der Sensorstreifen auch nach Abschalten des Magnetfeldes noch wie eine Stimmgabel weiterschwingt.

Das abwechselnde Empfangen und Senden bildet den großen Vorteil des akustomagnetischen Verfah-



**Abb. 3:**  
Funktionsweise  
des akustomagnetischen  
Warensicherungssystems  
(Quelle: Siemens)

Akustomagnetische Systeme beruhen auf dem Prinzip der Magnetostruktion. Dahinter verbirgt sich die Eigenschaft vieler Ferromagneten, unter dem Einfluss eines Magnetfeldes ihre Länge zu ändern, da sich der Atomabstand geringfügig ändert. In einem magnetischen Wechselfeld beginnt ein magnetostruktiver Streifen mit der Frequenz des Feldes zu schwingen, vor allem, wenn genau die akustische Resonanzfrequenz getroffen wird. Bei amorphen Metallen, einer relativ neuen Werkstoffgruppe, ist der Effekt besonders ausgeprägt. Die Atome amorpher Werkstoffe sind – im Gegensatz zu herkömmlichen Metallen – völlig ungeordnet, ähnlich wie in einer Flüssigkeit oder Schmelze und analog zu Glas, weshalb man amorphe Metalle auch als metallische Gläser bezeichnet. Die amorphen Streifen in Sicherungsetiketten bestehen typischerweise zu 75 bis 85 % aus Eisen, Nickel und Kobalt und zu 15 bis 25 % aus Silizium und Bor. Der wichtigste Vorteil amorpher Werkstoffe ist ihre hohe mechanische Streckgrenze, die eine Zerstörung der magnetischen Eigenschaften durch Knicken etc. praktisch unmöglich macht.

Die Anregung des Metallstreifens ist aber nur die halbe Miete; entscheidend ist, dass die Magneto-

rens, da der Empfänger hier sehr viel empfindlicher als beim elektromagnetischen System ausgelegt werden und damit weiter vom Sender entfernt werden kann; Schleusenbreiten von einigen Metern sind dadurch realisierbar. Es gibt aber auch schon RF-Systeme mit Echo, welche die Trägheit des Schwingkreises ausnutzen.

Das Etikett eines akustomagnetischen Systems besteht aus einer kleinen weißen Kunststoffbox und ist etwa 40 mm lang, je nach Ausführung 8 bis 14 mm breit und nur knapp 1 mm hoch. Am Boden der Box befindet sich ein dünner hartmagnetischer Streifen, der abwechselnd magnetisiert ist und mit dem sich das Etikett ein- und ausschalten lässt. Im aktivierten Zustand ist er magnetisiert, im deaktivierten entmagnetisiert, was die Resonanzfrequenz verstimmt und den amorphen Metallsensor unempfindlich macht. Für potenzielle Diebe enttäuschend: Die Entmagnetisierung benötigt ein langsam abklingendes, starkes magnetisches Wechselfeld und lässt sich nicht mal eben mit einem Dauermagneten bewerkstelligen.

ULRICH KILIAN