



# Herausforderungen bei HF-RFID-Etiketten „on metal“

Konzeption und Implementierung von RFID-Systemen werden im Allgemeinen als IT-Aufgaben betrachtet. Ganz entscheidend für die Leistungsfähigkeit von Transpondern und Readern ist jedoch auch die physikalische Umgebung, in der sie eingesetzt werden. Ein Aspekt, der bei herkömmlichen IT-Projekten bislang jedoch kaum berücksichtigt wird. Besonders schwierig sind elektrisch leitende Umgebungen, wie metallische Gegenstände oder nicht-metallische Gegenstände, die in einem metallischen Umfeld eingesetzt werden. Beides wirkt sich negativ auf RFID-Systeme aus. Trotzdem sind RFID-Anwendungen auf Metall von großer wirtschaftlicher Bedeutung: Im industriellen Umfeld, im Automobilbau oder bei Anwendungen im Luftfahrtbereich werden RFID-Lösungen fast immer mit diesen Herausforderungen konfrontiert. Das gilt nicht nur für Lösungen im HF-Bereich (13,56 MHz), sondern vor allem auch im UHF-Bereich (860-940 MHz).

## Physikalische Grundlagen

HF-RFID-Systeme nutzen eine induktive Kopplung zwischen Transponder und Antenne zur Kommunikation und Datenübertragung. Die Feldlinien des Readerfeldes treffen dabei idealerweise rechtwinklig auf die Antennenschleifen des Transponders (Abb. 1).

Treffen magnetische Felder auf metallische, leitende Oberflächen werden Wirbelströme induziert, die entsprechend der Lenz'schen Regel dem Originalfeld entgegen gerichtet sind (Abb. 2).

Beide Felder resultieren dann in tangential zur Oberfläche ausgerichteten Feldlinien. Das entstehende Feld verläuft unmittelbar oberhalb der Oberfläche. Das hat zur Folge, dass herkömmliche HF-Transponder mit parallel zur Oberfläche ausgerichteten Antennenschleifen keine ausreichende elektromagnetische Kopplung mit der Reader-Antenne aufbauen können (Abb. 3).

Ein weiteres auftretendes Phänomen ist die Verstimmung von Transponder- und Reader-Antennen. Wechselwirkungen zwischen den metallischen Gegenständen und dem elektromagnetischen Feld der RFID-Systeme führen zu Kapazitätsänderungen des Systems und damit zu einer Verschiebung der idealen Arbeitsfrequenz hin zu höheren oder niedrigeren Frequenzen. Versuche haben gezeigt, dass sich die Frequenz von Transpondern, die nicht für den Einsatz auf Metall optimiert sind, leicht um mehr als ein 1 MHz nach oben oder unten verschieben kann. In bestimmten Konstellationen kann es zudem zu Reflektionen der Feldenergie durch metallische Oberflächen kommen.

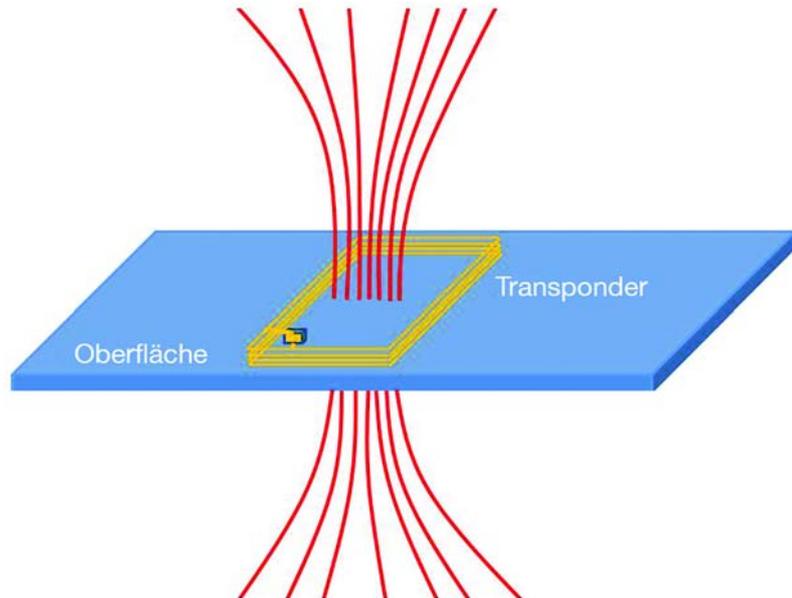


Abb. 1: nicht leitende Oberfläche

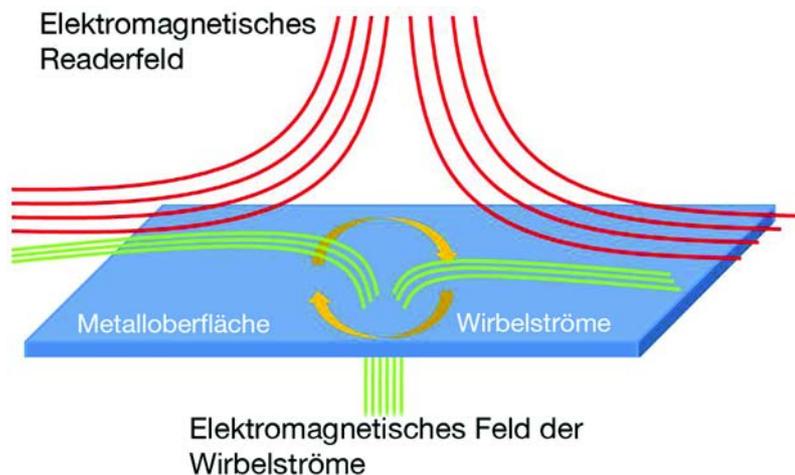


Abb. 2: Feldlinienverlauf bei metallischen Oberflächen

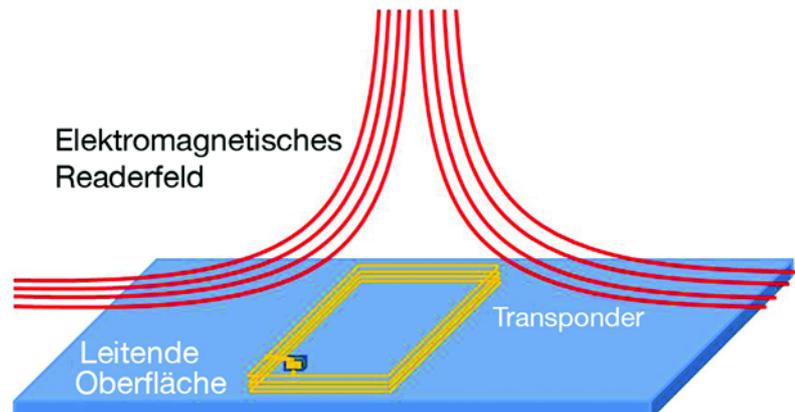


Abb. 3: leitende Oberfläche

All diese Effekte verändern die Lese- und Schreibraten sowie die Reichweite. Da die verschiedenen Einflüsse wiederum stark von Material und Geometrie der Umgebung abhängen, kann die System-Performance in realen Einsatzumgebungen kaum mit Ergebnissen, die in Laborumgebungen erzielt wurden, verglichen werden. Ein sorgfältiges Systemdesign und eine gründliche Konzeption auf Basis von Erfahrungen mit bestehenden, funktionierenden Lösungen können diese negativen Effekte jedoch weitestgehend vermeiden. So sind leistungsfähige RFID-Lösungen auch in schwierigen Umgebungen möglich.

### Systemdesign

Um den negativen Einflüssen metallischer Umgebungen entgegenzuwirken, können mehrere Maßnahmen ergriffen werden, die dazu führen, dass sich die Transponderleistung in metallischer Umgebung kaum von der ohne metallische Störeinflüsse unterscheidet. Durch den Einsatz von Widerständen parallel zu den Transponderantennen können Verstimmungen ausgeglichen und die ursprünglichen Frequenzeigenschaften der Transponder wiederhergestellt werden. Das ist jedoch aufwändig und teuer und wird deshalb nur in Labortests angewendet.

Besser sind Transponder, deren Antennen für den Einsatz in metallischen Umgebungen optimiert wurden und entsprechend der zu erwartenden Frequenzverstimmung bereits „vorverstimmt“ sind. Idealerweise wird dann auf Metall die richtige Frequenz von 13,56 MHz erreicht. Solche Transponder können jedoch nur auf metallischen Oberflächen eingesetzt werden, ohne deren Einfluss zeigen sie eine sehr schlechte Performance.

Eine andere Möglichkeit ist, Schirmungs- und Polymerschichten zwischen Transponderantenne und Metall anzubringen. Solche Schichten können sehr dünn sein und ermöglichen damit dünne Transponderetiketten. Reine Abstandshalter zwischen Transponderantenne und metallischer Oberfläche haben zwar ebenfalls positive Effekte, verändern jedoch die Bauform und die physikalischen Eigenschaften der Transponder so sehr, dass sie für viele Anwendungen nicht mehr geeignet sind.

### Anwendungsbeispiel

Die Identifikation von Bauteilen in Maschinen und Fahrzeugen ist eine weit verbreitete Anwendung für RFID. Im konkreten Fall mussten zumeist metallische Bauteile im eingebauten Zustand, d.h. hinter Kunststoffverkleidungen, identifizierbar werden. Eine optische Kennzeichnung durch Barcode oder DMC war daher nicht möglich. Beim Einsatz der Transponder mussten sowohl



**GEORG KOHL entwickelt und produziert leistungsfähige Mount-on-metal Tags.**

die Umgebungsbedingungen, bei denen das Metall der Umgebung die entscheidende Rolle spielte, als auch die Einbaumaße und die Zugänglichkeit der verbauten Teile berücksichtigt werden. Diese Anforderungen legen den erforderlichen Leseabstand (bei den HF-Etiketten auf Metall und auf Kunststoff ca. 8 cm), die maximale Etikettengröße (20 mm x 40 mm bzw. 50 mm x 50 mm), die maximale Etikettendicke (< 1 mm) und die Bauform der einsetzbaren Lese-/Schreibeinheit fest.

Bei Tests stellte sich heraus, dass neben der Transponderbauform auch die Form und Leistungsfähigkeit der Lese-/Schreibantenne eine Rolle spielt. Das optimale Ergebnis wurde erreicht, indem die Transponder mit Hilfe einer Schichtenarchitektur und einer Antennenverstimmung auf die Umgebung und die eingesetzten Leseantennen abgestimmt wurden. Schließlich waren die Leistungsparameter im metallischen Umfeld vergleichbar mit denen von Transpondern ohne Metallbeeinflussung.

### Zusammenfassung

Der Einsatz von RFID-Systemen im metallischen Umfeld ist bei Berücksichtigung der physikalischen und technischen Eigenschaften möglich. Ein sorgfältiges Systemdesign und umfassende Feldversuche im realen Einsatzumfeld sind jedoch unbedingte Voraussetzungen für einen erfolgreichen Echteininsatz. Die möglichen konstruktiven Veränderungen müssen dabei mit den Anforderungen der Anwendungen abgeglichen werden. Auch die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen muss im Auge behalten werden.

#### Transpondergröße

Dicke und Fläche eines Transponders unterliegen, je nach Anwendungsfall, besonderen Beschränkungen. Gerade bei Etiketten ist die Dicke ein wichtiger Parameter, denn der Abstand eines Transponders vom Metall beeinflusst seine Performance ganz entscheidend. Durch Abstandshalter kann die Trans-

ponderfunktion zwar verbessert werden, dem stehen jedoch meist bauliche Anforderungen der Anwendung entgegen. Sollen Transponder innerhalb einer Anwendung sowohl auf metallischen als auch auf nicht-metallischen Oberflächen eingesetzt werden, dürfen die Bauformen zudem nicht stark voneinander abweichen. Ein „on metal“-Etikett sollte daher in Größe und Dicke mit der „non metal“-Variante vergleichbar sein.

#### Weiterverarbeitung

Transponder werden meist weiterverarbeitet, z.B. durch Etikettierer oder Roboter automatisch aufgeklebt oder bedruckt. Beim Druck sind sowohl Thermotransfer-, Tintenstrahl- oder Laserdruckverfahren möglich. Von der Weiterverarbeitung hängen die Lieferform (auf Rolle, einzeln oder in Bahnen) sowie die Anforderungen an Oberfläche und Steifigkeit der Transponder ab.

#### Lese- und Schreibeigenschaften

Durch die Einflüsse metallischer Umgebung können die Lese- und Schreibeigenschaften eingeschränkt und verlangsamt werden. Sind die Transponderlese-/schreibaktionen in automatisierte Prozesse eingebunden, müssen die benötigten Zeiten mit den verfügbaren Zeitfenstern abgeglichen und eventuell eine Optimierung vorgenommen werden.

#### Transponderpreis

Die „on metal“-Ausstattung verteuert Transponder signifikant. Der Einsatz von Ferritfolien oder Widerständen zur Korrektur der Verstimmung von Transponderantennen auf Metall kann leicht zu einer Vervielfachung des Transponderpreises, verglichen mit dem der „non metal“-Variante führen.

Wenn neben der physikalischen und technischen Funktionsfähigkeit auch die anwendungsspezifischen Anforderungen beachtet und erfüllt wurden, steht einem erfolgreichen RFID-Einsatz nichts entgegen.

### Dr. Michael Groß

Geschäftsführer  
autoID systems GmbH, Brackenheim  
E-Mail: michael.gross@georgkohl.de