

**Zeitschrift:** Bulletin Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik  
**Band:** 96 (2005)  
**Heft:** 23

**Artikel:** RFID : drahtlose Identifikation  
**Autor:** Jacob, Peter / Dübendorf, Empa  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857880>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# RFID – drahtlose Identifikation

## Eine Technologie mit Potenzial

RFIDs sind die Barcodes von morgen – drahtlos werden die Etiketten identifiziert. Eine Batterie brauchen die Etiketten nicht, die Energie wird durch das elektrische Feld übertragen. Doch es gibt nicht die eine RFID-Technologie für alle Anwendungen: Einmal ist die Distanz zu gross, dann stört der Metallbehälter oder der flüssige Inhalt. Deshalb gibt es Nah- und Fernfeld-RFIDs in verschiedenen Frequenzbereichen.

Nur wenige wissen, was sich hinter dem eigenartigen Kürzel «RFID» versteckt, aber praktisch jeder trägt es in der Hand- oder Hosentasche: Radio Frequency Identification Devices. Was sich – äusserlich kaum wahrnehmbar – im Auto- oder Türschlüssel, in Zugangskarten und Skipässen, im Mantelknopf oder

*Peter Jacob, Empa Dübendorf*

sonst wo verbirgt, erleichtert uns den Alltag: Über die RFID-Technologie werden Zugangsberechtigungen geprüft und Lagerbestände sortiert.

Doch zunächst einmal zur Technik: Moderne Mikrochips enthalten Millionen Transistoren und verbrauchen trotzdem so wenig Strom, dass bereits die über eine Funkantenne übertragene Energie ausreicht, um den Chip anlaufen zu lassen. Ein RFID-Chip vereint auf einem winzigen, dünnen Siliziumplättchen von etwa 2×3 mm Grösse einen elektronischen Speicher, ein so genanntes EEPROM, einen Sende-Empfänger, eine Schaltung zur Spannungsregelung und allerlei Elektronik, um diese Komponenten zu steuern. Der Chip hat nur zwei Aussenanschlüsse, über die er mit einer kleinen Antenne verbunden ist. Die Antenne kann entweder eine winzige Spule sein (Bild 1) oder, etwa in Etiketten eingearbeitet, ein kleiner offener Faltdipol (Bild 2). Während wir im ersten Fall von einer induktiven Nahfeldkopplung sprechen, bezeichnet der zweite Fall die Fern-

feldtransponder, für deren Energieübertragung das elektrische Feld dominiert.

### Wie wird die Energie übertragen?

Um zu verstehen, wie mit diesen Methoden genügend Energie für den Chip übertragen werden kann, zunächst ein Beispiel aus dem Alltag: Elektrische Zahnbürsten. Diese sind meist kabellos und müssen zum Aufladen des Akkus in ihre Halterung gesteckt werden. Wer genauer hinschaut, wird in dieser Halterung keine Steckkontakte für die Stromübertragung finden: Am unteren Ende des Griffs ist – durch das Plastikgehäuse voll-

ständig umschlossen – eine Spule eingearbeitet. Das Pendant dazu im passgenauen Aufnahmestück der Halterung. Fliesst nun in der Spule der Halterung ein Wechselstrom, wird in die Spule im Griff ein Strom induziert. Dieser wird mit Dioden gleichgerichtet und dem Akku zugeführt.

Da das Magnetfeld der Spule im Halter mit der dritten Potenz der Entfernung abnimmt, funktioniert dieses Prinzip nur in nächster Nähe – wir sprechen vom Nahfeld. Nach gleichem Prinzip funktionieren die Nahfeld-RFID-Transponder: Statt der Zahnbürstenhalterung dient ein Schreib-/Lesegerät, in das eine Spule eingearbeitet ist, als Energiespender. Da sich der Chip – im Gegensatz zur Zahnbürste – mit wenigen Mikroampere bei Spannungen zwischen 2 und 5 Volt begnügt, sind Reichweiten von einigen Zentimetern bis zu maximal einem halben Meter möglich (Bild 3). Solche RFIDs arbeiten in Frequenzbereichen bis 13,56 MHz (siehe Tabelle).

Verwendet man höhere Frequenzen, etwa im Bereich des Mobilfunks (860 MHz), sprechen wir von Fernfeldtranspondern, da das hier für die Energieübertragung dominierende elektrische Feld nur noch proportional zur Entfernung abnimmt (die Energie des Feldes nimmt entsprechend im Quadrat zur Entfernung ab). Reichweiten von einigen Metern sind damit kein Problem. Spulen

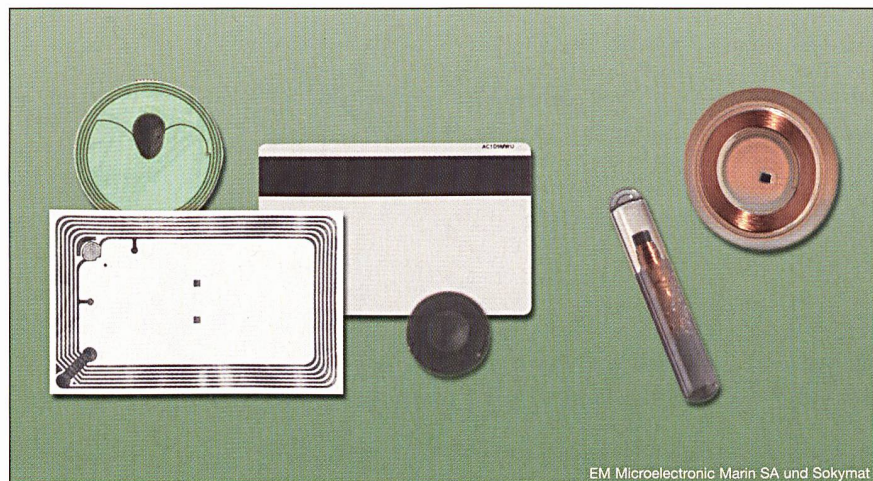


Bild 1 Beispiele für Bauformen und Kapselung von Spulenantennen. Bei den Glas-Tags (rechts) sieht man den Ferritkern mit aufgewickelter Kupferdrahtspule als Antenne aus der Vergussmasse herausragen.

Frequenzbereich	Ungefährer maximaler Leseabstand	Betrieb in metallischer Umgebung	Geschwindigkeit der Datenübertragung	Temperaturempfindlichkeit (Frequenzverschiebung!)
125 kHz	50 cm	machbar	Max. 4 kBit/s	gering
13,56 MHz	50 cm	sehr schwierig	etwa 25 kBit/s	gross
868-915 MHz	einige Meter	äusserst schwierig	etwa 1 MBit/s	gross
2,45 GHz	einige Meter	nicht möglich	abhängig von der Chipgeneration	gross

RFID-Frequenzen und Eigenschaften

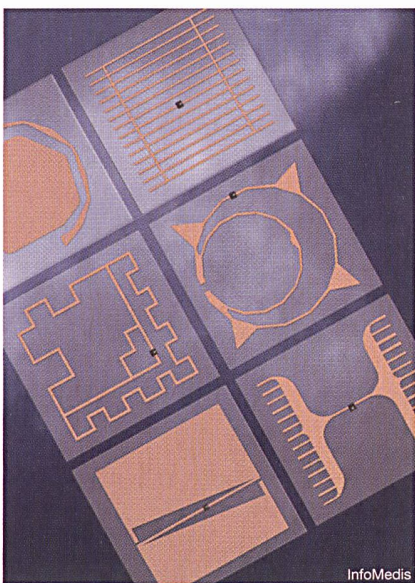


Bild 2 Ausführungsbeispiele für RFID-UHF-Dipol-Antennen-Inlays für Fernfeld-Transponder

dernissen kommt es bei den elektromagnetischen Wellen je nach örtlicher Phasenlage und der Empfangsantenne zu Verstärkungen und Auslöschungen, die den Empfang beeinträchtigen. Da dieses physikalische Prinzip auch für die Fernfeld-RFIDs gilt, ist es wichtig, dass diese beim Auslesen bewegt werden, um sicherzustellen, dass sie sich wenigstens kurzzeitig in einem Empfangsmaximum befinden. Fernfeld-RFIDs arbeiten in Frequenzbereichen ab 860 MHz (siehe Tabelle).

Werden noch grössere Reichweiten benötigt – etwa einige hundert Meter – so greifen die Entwickler auf aktive RFID-Transponder zurück. Diese sind aber wesentlich teurer, grösser, und in ihrer Lebensdauer/Wartungsfreiheit begrenzt: Sie versorgen den Sender über eine eingebaute Langzeitbatterie mit Energie, sobald der Empfänger feststellt, dass er sich

in Reichweite eines Lesegeräts befindet. Dies sei jedoch nur am Rande bemerkt, dieser Artikel beschränkt sich auf die batterielosen, passiven RFIDs.

### Nicht nur lesen, auch schreiben

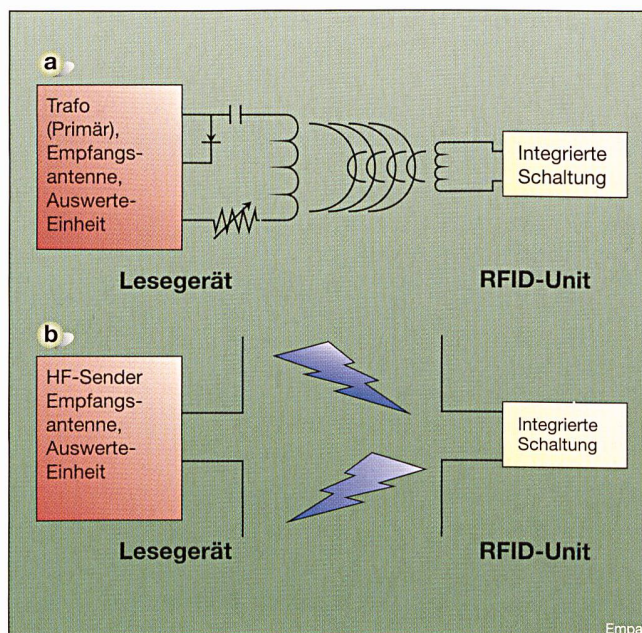
Wird nun ein RFID-Transponder oder -Tag, wie diese öfters bezeichnet werden, durch Annähern an ein Lesegerät mit Strom versorgt, so beginnt er, seine im Speicherteil befindlichen Daten auszusenden. Die Spule oder der Faltdipol dienen neben ihrer Funktion als Energieversorger auch als Sende- und Empfangsantenne. Die Datenübertragung ist in beide Richtungen möglich – der Speicher im Chip muss also nicht vor dem Einbau in den Autoschlüssel programmiert werden – dies geschieht auf die selbe Weise wie das Auslesen – nur eben umgekehrt als Daten- und Befehlsfluss vom Schreib-/Lesegerät zum Chip. Die Datenübertragung erfolgt dabei mit Hilfe der so genannten Lastmodulation: Vereinfacht gesagt befindet sich der Transponder in einer «variablen Resonanz» zum Anregungsfeld des Lesegeräts, so dass diesem Feld minimal mehr oder weniger Energie entzogen wird, was sich im Stromfluss der Antenne des Schreib-/Lesegeräts als entsprechende Impulse bemerkbar macht.

Neben den bereits erwähnten Reichweitenunterschieden zwischen den beiden RFID-Arten gibt es noch eine Reihe weiterer Vor- und Nachteile, die je nach Transpondertyp und Frequenzbereich berücksichtigt werden müssen (wobei hier nur die wichtigsten Aspekte aufgezeigt werden). Während infolge der grösseren

sind in diesem Frequenzbereich allerdings ungeeignet als Antennen – man verwendet stattdessen offene Faltdipole. Auch hiermit lässt sich für den Betrieb der genügsamen Chips ausreichend Energie übertragen. Die Sache hat aber einen Haken: Wer sich an die Physikexperimente mit der Lecherleitung erinnert, weiss, dass die Energieübertragung variiert, je nachdem, ob der Empfänger an einem Spannungsbauch oder einem Nulldurchgang liegt. In der Praxis kennt das jeder vom Autoradio: Man hat einen schönen Sender eingestellt – ist aber an der Reichweitengrenze. Schon beim langsamen Zurollen auf eine rote Ampel bemerkt man, wie der Empfang zu flackern anfängt, und schon eine halbe Rad-drehung Vor- oder Zurückrollen kann die Empfangsqualität drastisch verbessern oder verschlechtern. Durch die Reflexionen an Hauswänden und sonstigen Hin-

Bild 3 Prinzip der Nah- und Fernfeld-RFID

(a) Ein HF-tauglicher «Trafo» dient sowohl der Chip-Energieversorgung als auch der Datenübertragung bei den Nahfeld-RFIDs. (b) Bei den Fernfeld-RFIDs dient eine Dipolantenne der Chip-Energieversorgung und der Datenübertragung.



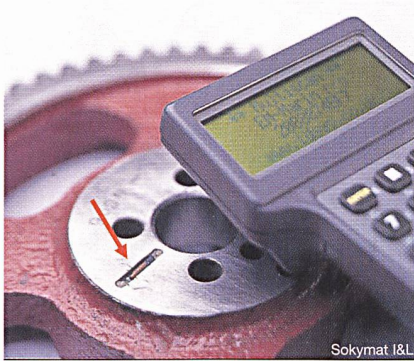


Bild 4 Glasgekapselter RFID-Nahfeldtransponder, eingeklebt in Metall

Bandbreite bei höheren Frequenzen eine raschere Datenübertragung und auch die Übertragung grösserer Datenmengen möglich sind, sind die dafür notwendigen Dipolantennen – selbst bei sehr kurzen Wellenlängen – im Gegensatz zu den Spulen bei niederfrequenten RFIDs nicht beliebig miniaturisierbar. Hinzu kommt ihre starke Resonanzverstimmung bei metallischen oder flüssigen Umgebungen – also zum Beispiel als Klebeetikett-RFID auf Getränkeflaschen, Fässern oder Metallwerkzeugen. Deshalb sind Fernfeld-RFIDs in solchen Umgebungen entweder gar nicht oder nur mit speziell entwickelten Antennen und Montagevorrichtungen einsetzbar. Induktive Nahfeld-RFIDs hingegen sind hier weit weniger empfindlich. Auch können diese Antennen nahezu beliebig miniaturisiert und der jeweiligen Anwendung angepasst werden (Bild 4). Eine Zusammenfassung der wesentlichen Aspekte ist in der Tabelle enthalten.

### RFID im Autoschlüssel

Die wohl ältesten und am meisten verbreiteten Anwendungen von RFIDs sind die Wegfahrsperrung im Autoschlüssel (Bild 5) und Zugangsberechtigungen in Schlüsseln oder berührungslosen Chipkarten, wie man sie vom Skilift her kennt. Hier werden die in der RFID gespeicherten Kenndaten mit denen des Systemcomputers bzw. Bordcomputers im Auto verglichen. Nur bei Übereinstimmung erfolgt Freigabe. Bei Autos der gehobenen Preisklassen lassen sich im Schlüssel zusätzlich persönliche Daten speichern, wie die Sitzposition oder die Einstellung der Spiegel. Wird das Auto nun von verschiedenen Personen mit ihrem persönlichen Schlüssel benutzt, erfolgen diese Einstellungen bei Fahrtantritt automatisch. Während in Schlüsseln Nahfeldtransponder eingesetzt werden, sind in Chipkarten, Tags und Etiketten beide Arten in Anwendung.

### RFID ersetzt Barcode

In vielen Bereichen werden die bisher üblichen Barcode-Labels durch RFIDs ersetzt oder ergänzt werden. Der Vorteil gegenüber reinen Barcode-Labels liegt auf der Hand: Die Nähe eines Lesegeräts genügt, es muss nicht mehr jedes einzelne Teil optisch erfasst werden wie beim Barcode-Leser. Zudem lassen sich weit grössere Datenmengen nicht nur speichern, sondern auch verändern. Dies ist beim Tracking, dem Verfolgen von Prozessen und Abläufen oder im Paketversand hilfreich, da jeder einzelne Schritt in der RFID als erledigt, bzw. als noch nicht erledigt gespeichert und aktualisiert werden kann. In der Autoindustrie hat man sich diese Eigenschaft zu Nutzen gemacht, indem der Rohkarosserie eine RFID anhaftet, in der alle gewünschten Sonderausstattungen gespeichert sind und spezielle Prozessschritte wie Nachbesserungen verfolgt werden können. Eine andere Anwendung findet sich in Grosswäschereien. Hier werden täglich tausende nahezu gleiche Kittel für Klinik-Personal gewaschen und können dank eines in einen Knopf eingearbeiteten Transponders der jeweiligen Abteilung und Person zugeordnet werden.

Diese beiden Anwendungen zeigen auch die Vielfalt an Anforderungen an die RFIDs, die sich im Fehlen schlüsselfertiger RFID-Lösungen niederschlägt: Während das RFID-Tag in der Autoproduktion kurzzeitig sehr hohe Temperaturen, etwa beim Schweißen an der Karosserie, aushalten muss, unterliegt der Kleiderknopf extremen Feuchte- (Waschen), Verformungsdruck- (Bügelmaschine) und Temperaturbelastungen (Bild 6). Weitere, heute etablierte Anwendungen finden

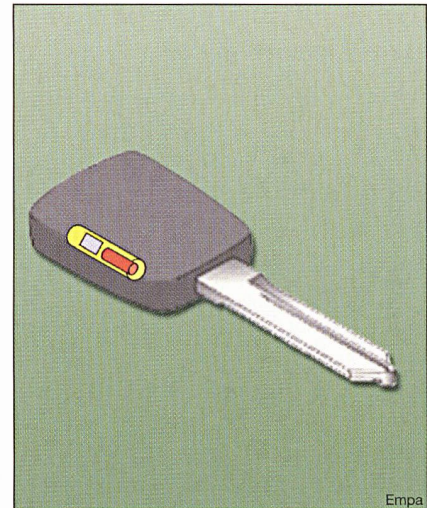


Bild 5 Wegfahrsperrung identifiziert die RFID im Autoschlüssel

Transponderschlüssel mit Chip (grau) und Spule (rot) in Glas- oder Kunststoffkapsel (gelb)

sich in der Nutztierhaltung: Die RFID weist die Herkunft des Tieres nach, zum Beispiel bei einem Verdacht auf BSE. Aber auch bei Werkzeugen werden RFID-Tags verwendet: So kann durch eine Rückgabekontrolle vermieden werden, dass bei der Flugzeugwartung versehentlich ein Werkzeug in der Turbine liegen bleibt.

### Massgeschneiderte Transponder

Die unterschiedlichen Anforderungen punkto Bauform, Zuverlässigkeit oder Umgebungsbedingungen erfordern massgeschneiderte Lösungen. Während bei grossen Stückzahlen die Anpassungen



Bild 6 RFIDs in Wäschereien

Hohe Anforderungen punkto Zuverlässigkeit unter extremen Bedingungen (Nässe, Temperatur, Druck)

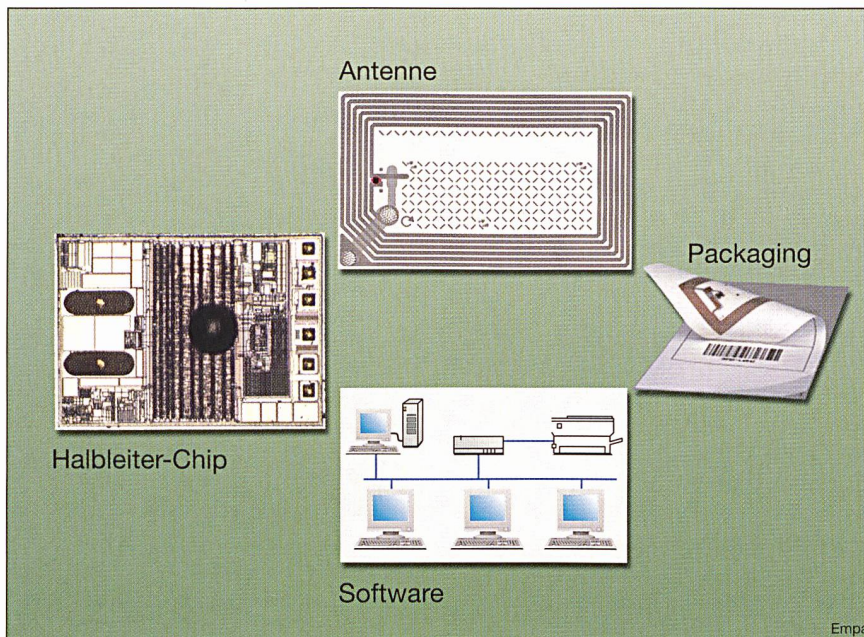


Bild 7 Komponenten eines RFID-Tags am Beispiel einer Klebeetikette

von den Herstellern der RFID-Komponenten übernommen werden, übernehmen diese Aufgabe im mittelständischen Bereich selbstständige Systemintegratoren. Die Anpassungen betreffen den Chip, die Antenne, die Verbindungstechnik, das Gehäuse, die Lese- und Schreibgeräte bis zur EDV-Integration (Bild 7). Aus zukaufbaren, weitgehend standardisierten Einzelkomponenten und Herstellungsverfahren «strickt» der Systemintegrator eine Lösung, die der Anwendung gerecht wird.

### RFIDs haben Potenzial

Die Vorteile der RFID-Technik gegenüber den verbreiteten Barcodes, aber auch gegenüber den heute üblichen Sicherheitstechniken, lassen das gewaltige Potenzial dieser Technik erahnen. Stichworte für absehbare und zukünftige Mas-

senanwendungen sind Kaufhaus-Preissetiken, Banknoten, biometrische Pässe oder Kunden- und Kreditkarten. Im mittelständischen Bereich stehen die Medizintechnik, Sicherheitsdienste, Personalisierung von Produkten und die Kopplung von RFIDs mit Sensoren im Mittelpunkt der Entwicklung – oder stehen teilweise bereits in Anwendung.

Die Vielfalt der möglichen Anwendungen eröffnet zwangsläufig Diskussionen und kritische Fragen rund um den Datenschutz und die Datensicherheit, aber auch punkto Sinn und Zweck gewisser Anwendungen. Eine kürzliche Studie der Empa St. Gallen im Auftrag des deutschen Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik hat hierzu erste Antworten erarbeitet, soweit sich diese aus dem heutigen Stand der Technik absehen lassen. Aber auch Wettbewerbshüter werden sich mit dem Thema befassen müssen: So

werden schon heute von manchen Herstellern Verbraucherteile wie Druckerpatronen mit versteckten RFIDs ausgestattet, um den Betrieb mit zwar technisch passenden, aber nicht markengebundenen Ersatzteilen zu erschweren oder zu verunmöglichen: Fehlt das RFID-Tag, bleibt der Drucker trotz neuer Patronen blockiert.

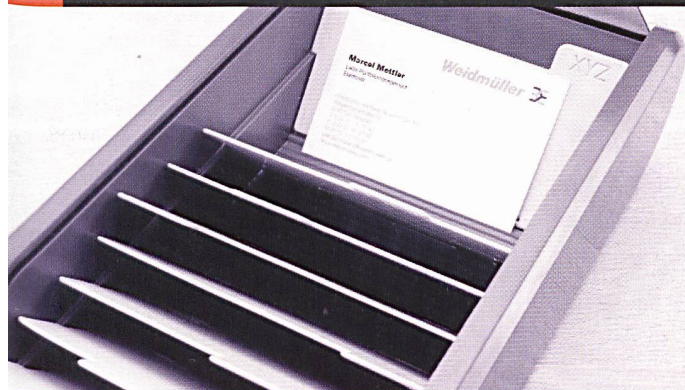
Zum Glück – für den Verbraucher – sind solche aus wettbewerblicher Sicht protektiven Anwendungen eher noch die Ausnahme. Die Technologie hat dagegen bereits zahlreiche nützliche Anwendungen hervorgebracht und ihr Potenzial unter Beweis gestellt. Diese Chancen sind auch für die Schweiz nicht unwesentlich, denn bei der Entwicklung und der Produktion der Komponenten, vom Mikrochip über die Antenne, dem Gehäuse bis zur Systemintegration sind Schweizer Firmen gut vertreten und bestens etabliert. Mit diesem Startvorsprung bietet sich diesen zumeist mittelständischen Unternehmen eine ausgezeichnete Chance in einem wachstumsstarken High-Tech-Gebiet.

### Angaben zum Autor

**Peter Jacob** studierte bis 1981 physikalische Technik in München und arbeitete anschliessend im IBM Halbleiterwerk Sindelfingen, wo er die Produkt-Ausfallanalyse aufbaute. 1992 wechselte er zu Hitachi in den Bereich der Rasterelektronen-Mikroskopie, zuständig für Kundens Schulungen und Applikationsberatung. Seit 1993 arbeitet er in der Schweiz, zunächst an der ETH Zürich (Schwerpunkte: Mikro- und Leistungselektronik, Zuverlässigkeitstechnik, Elektronikschrott-Recycling); 1997, nach Auflösung der Professur für Zuverlässigkeitstechnik wechselte er mit seiner gesamten Gruppe und Aufgaben an die Empa. Dort ist er zu 50% als Principal Engineer schwerpunktmässig für Mikroelektronik/Mikrostruktur-Ausfalluntersuchungen im Rahmen des dort angesiedelten Industriepools zuständig. Neben Lehraufträgen für die MNT Euregio Bodensee Fachhochschule und die TU München sowie vielen Industriekontakten widmet er die andere Hälfte seiner beruflichen Aktivität Fehler- und Zuverlässigkeitsanalysen bei EM Microelectronic Marin SA, einem der führenden RFID-Chiphersteller.  
Empa, 8600 Dübendorf, peter.jacob@empa.ch

# DIE ERSTE ADRESSE FÜR INDUSTRIAL ETHERNET-KOMPONENTEN.

UND WAHRSCHEINLICH DIE EINZIGE, DIE SIE BRAUCHEN WERDEN.

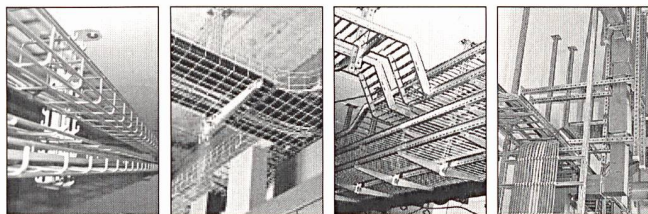


Wer Industrial Ethernet störungsfrei realisieren will, sollte ausschließlich mit industrietauglichen Komponenten arbeiten. Kein Problem – wenn Sie bei der richtigen Adresse einkaufen: Weidmüller. Denn Weidmüller bietet ein umfassendes Portfolio an Komponenten, die speziell für Industrial Ethernet entwickelt, gefertigt und geprüft wurden. Im Internet erfahren Sie mehr:

[www.weidmueller.com/industrialeternet](http://www.weidmueller.com/industrialeternet)

Wer alles gibt, gibt nie zu wenig

**Weidmüller**



## LANZ – chemins de câbles modernes

→ Ménageant les câbles → A montage sans vis  
→ Avantageux → E 30/E 90 → Coordinables

- Canaux G LANZ
- Multichemins LANZ
- LANZ Briport
- Tubes d'installations électriques Inst-Alum et ESTA
- Colliers LANZ pour installations coordonnées
- Chemins à grille plastifiés
- Multichemins à grande portée
- Colonnes montantes LANZ

Acier plastifié, galvanisé ou inoxydable A4. Charge utile élevée selon CEI 61537. Label de conformité CE. Certifiés ISO 9001. Canaux G et multichemins testés pour résistance au feu E 30/E 90. Matériel de support à denture anti-glissement avec certificat de chocs ACS 3bar.

Livrable du stock chez lanz oensingen sa et tous les grossistes.

lanz oensingen sa Tél. 062 388 21 21 Fax 062 388 24 24

Je suis intéressé par \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Veuillez m'envoyer la documentation.

Pourriez-vous nous rendre visite à une date à convenir par téléphone? Nom / adresse / tél. \_\_\_\_\_

**LANZ** lanz oensingen sa  
CH-4702 Oensingen Südringstrasse 2  
Téléphone 062 388 21 21 Fax 062 388 24 24  
[www.lanz-oens.com](http://www.lanz-oens.com) info@lanz-oens.com

fk5



[www.domotechnica.de](http://www.domotechnica.de)

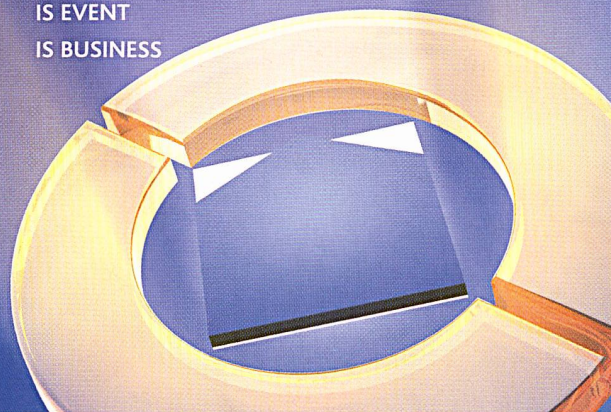
KÖLN | 13. – 16.02.2006

# BACK FOR BUSINESS

Die Branchenmesse für Hausgeräte ist zurück in der Mitte Europas. Da, wo der Erfolg zu Hause ist. Mit allen Standortvorteilen. Neu ausgerichtet auf Zukunft am Platz für Weltmessen in Köln. Als Trendmesse mit den Schwerpunktthemen Design und Lifestyle. Als Ordermesse. Als Erfolgsmesse. Als Ihre Messe. Willkommen in Köln!

**domotechnica** » großgeräte  
» kleingeräte  
**+components** » components

IS BACK  
IS LIFESTYLE  
IS DESIGN  
IS EVENT  
IS BUSINESS



Handelskammer Deutschland-Schweiz  
Tödistrasse 60, 8002 Zürich  
Tel. 044 283 61 11  
Fax 044 283 61 21  
info@koelnmesse.ch

**koelnmesse**  
we energize your business