

Rückverfolgbarkeit durch smarte Verpackungen

Zuverlässige RFID-Kennzeichnung von Verpackungen

Der RFID-Einsatz auf allen Verpackungsebenen wird am Institut für Distributions- und Handelslogistik (IDH) des gemeinnützigen Vereins zur Förderung innovativer Verfahren in der Logistik (VVL) e. V., Dortmund untersucht. Dabei werden insbesondere technische, logistische und wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt.

Immer neue Lebensmittelskandale zeigen jedem Endkunden die Wichtigkeit der gesetzlich vorgeschriebenen lückenlosen Rückverfolgbarkeit. Die Herkunft von Produkten kann derzeit zwar vom Erzeuger über Produzenten bis zum Handel nachgewiesen werden. Die Kennzeichnung auf Produkten selbst ist aber für den Kunden oft nicht aussagekräftig, da eine Losnummer ohne den Zugriff auf die dahinterstehenden Datenbanken keine weiteren Informationen liefert. Denkbar ist es also, dass Kunden über internetfähige Mobiltelefone mit eingebautem RFID-Leser einen Transponder auslesen oder über eine eingebaute Kamera einen optischen Code erfassen können. Mit einer Losnummer oder einem EPC ist es möglich, die (automatisch generierte) Homepage sogar für einzelne Artikel mit weiteren Zusatzinformationen anzusehen.

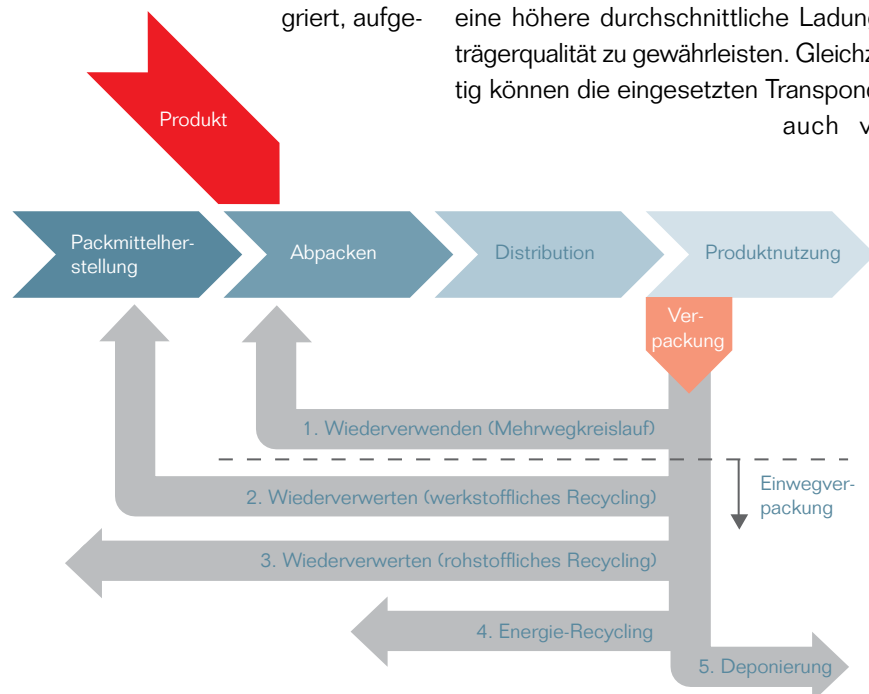
Lebenszyklus von Verpackungen

Verpackungen dienen auf unterschiedlichen Ebenen dazu, Produkte zu schützen, transportierbar und lagerfähig zu machen und leichter zu identifizieren. Selbst bei transparenten Packstoffen kann nicht auf alle für die Lieferkette notwendigen Informationen geschlossen werden. So werden verschiedene Technologien eingesetzt, um die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden

Informationen zu markieren. Bei der Herstellung von Einweg-Packmitteln steht oft schon fest, welche Produkte in welcher Menge für welchen Zielmarkt eingepackt werden sollen, so dass eine Bedruckung mit statischen Daten direkt erfolgen kann. Andere Informationen wie die Chargennummer oder das Mindesthaltbarkeitsdatum fallen oft erst beim Abpackvorgang an, so dass diese Daten bei diesem Prozess nachträglich integriert, aufge-

Grund, warum sich i. d. R. teurere RFID-Lösungen zuerst in Mehrwegsystemen etablieren. Dort gibt es durch die Nutzung eines wieder verwendbaren Identifikators gleichzeitig Vorteile im Poolmanagement und somit eine verursachergerechte Kostenverrechnung zwischen den beteiligten Partnern.

So eignet sich die RFID-Technologie im Mehrwegmanagement schon für den Poolbetreiber, um mit weniger Aufwand eine höhere durchschnittliche Ladungsträgerqualität zu gewährleisten. Gleichzeitig können die eingesetzten Transponder auch von



druckt oder aufetikettiert werden müssen. Diese Form der Nachkennzeichnung führt zu höheren Kosten, die in eine Gesamtkostenrechnung mit aufzunehmen sind. RFID-Etiketten jedoch bieten als einziges Identifikationsverfahren die Möglichkeit, Daten entlang der Logistikkette beliebig oft zu aktualisieren.

Einwegverpackungen werden bei der Produktnutzung entsorgt und müssen sich bereits bei einem Umlauf amortisiert haben. Das gilt insbesondere für die verwendete Identifikationslösung. Bei Mehrwegverpackungen hingegen lassen sich die Kosten des Packmaterials aber auch die Kosten für den verwendeten Identifikator aufgrund der Anzahl der Umläufe aufteilen. Das ist auch ein

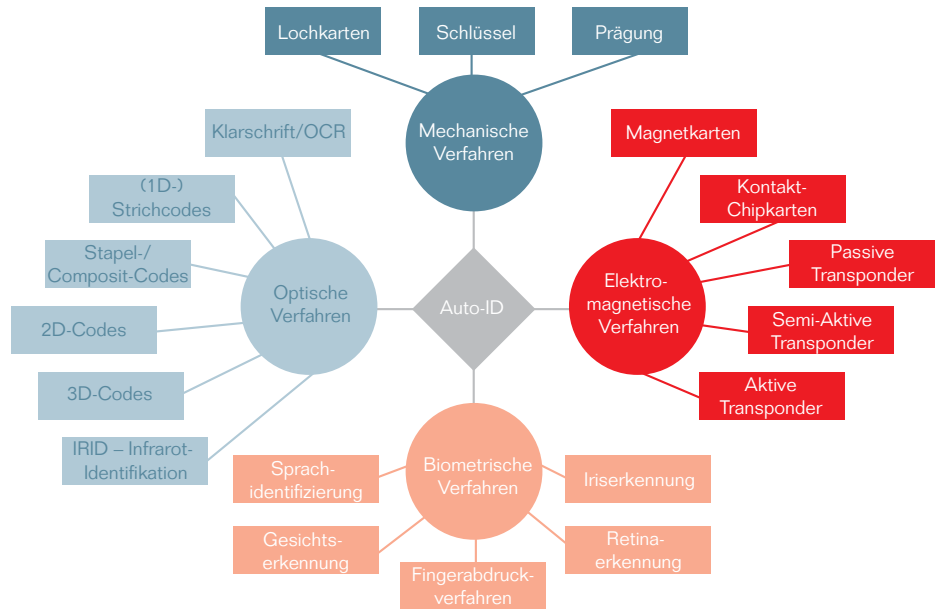
allen weiteren Partnern in der Lieferkette für eigene Anwendungen genutzt werden und eine Win-win-Situation entstehen lassen. Am Ende des Lebenszyklus von Mehrweg- und auch Einwegverpackungen lässt sich durch integrierte Transponder die Entsorgungsqualität erhöhen,

Wahl der richtigen Identifikationstechnologie

Die verfügbaren Identifikationstechnologien haben verschiedene Eigenschaften, die je nach Anwendungsfall zu anderen Vorteilhaftigkeiten führen können. Es muss je nach Leistungsfähigkeit, Kosten und weiteren Randbedingungen abgewogen werden, welche Technologie geeig-

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Jansen
Dipl.-Ing. Karsten Oltersdorf
Institut für Distributions- und Handelslogistik
(IDH) des VVL e. V. Dortmund
www.idh.vvl-ev.de

net ist. In der Übersicht sind die verschiedenen Auto-ID-Verfahren ihren grundlegenden Funktionsprinzipien zugeordnet. Grundsätzlich kann eine Einteilung in mechanische, optische, elektro-magnetische und biometrische Verfahren vorgenommen werden. Die mechanischen Verfahren zur Identifikation wurden vor allem in der Zeit eingesetzt, als optische und elektronische Verfahren noch nicht zur Verfügung standen, da diese in der Regel zuverlässiger sind. Sie haben heute keine große Bedeutung mehr und wurden vor allem durch optische Verfahren ersetzt.



Für die Kennzeichnung von Artikeltypen haben sich Strichcodes z. B. im Handel und in vielen Bereichen der Logistik durchgesetzt, da die Codierungen bei Sichtverbindung relativ gut erfassbar sind und günstig ausdrückbar sind. Der Speicherbedarf hat sich mit der Zeit immer weiter erhöht, so dass für größere Datenmengen erst die gestapelten Strichcodes (stacked barcode) und die kombinierten (composite) Codes entwickelt wurden. Diese Hybrid-Lösungen werden derzeit nur noch in speziellen Branchen eingesetzt. 3D-Codes nutzen entweder Farbinformationen und stellen sich als farbige 2D-Codes dar oder werden mit holographischen Verfahren in transparenten Medien codiert. Mit holographischen Verfahren lassen sich sehr große Datenmengen abspeichern, da an jedem Raumpunkt, je nach Blickwinkel unterschiedliche Informationen, gespeichert sind.

Infrarot-Identifikation nutzt nicht dem für das menschliche Auge sichtbare Licht, sondern Wellenlängen im IR-Bereich. So kann mit speziellen Farben für das Auge unsichtbar codiert werden, was die Verpackungsgestaltung nicht beeinflusst. Zu der Gruppe der elektromagnetischen Verfahren zählen die Magnetkarten, auf denen die Informationen durch Codierung mit magnetischen Nord- und Südbereichen auf Magnetstreifen eingesetzt werden. Zutrittssysteme und EC-Karten funktionieren nach diesem Prinzip. Chipkarten wie Telefonkarten oder SIM-Karten werden über einen definierten Kontakt ausgelesen.

Messungen an UHF-Transpondern

UHF-Transponder arbeiten mit einer deutlich höheren Frequenz als HF-Systeme und können Daten mit wesentlich höheren Taktraten austauschen. Es können somit höhere Reichweiten als bei den induktiven Systemen erreicht werden, allerdings breitet sich das Fernfeld nicht so regelmäßig wie das Nahfeld aus, so dass durch Reflexionen Interferenzen entstehen, die zur Überlagerung von Wellen und dabei auch zur Auslöschung führen. In Punkten destruktiver Interferenz sind Transponder nicht auslesbar. Im Labor LogIDLab® wurden umfangreiche Vermessungen von UHF-Transpondern durchgeführt. Dabei hat sich wieder die Richtungsabhängigkeit von UHF-Dipolen gezeigt.

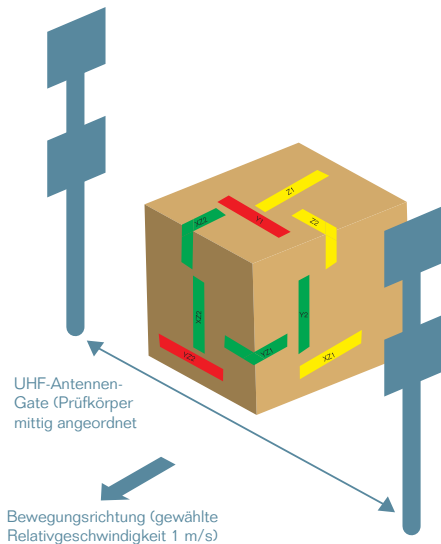
Da unterschiedliche Packgüter andere dielektrische Eigenschaften besitzen, spielt auch die Wahl des UHF-Transponders eine entscheidende Rolle. Viele am Markt erhältliche UHF-Transponder sind mit ihrer Antenne genau an den Chip ange-

passt und können möglichst viel Energie bei der optimalen Frequenz von 868 MHz in den Transponderchip einkoppeln. Befinden sich in der Nähe der Transponder Produkte mit anderen dielektrischen Eigenschaften als Luft, wird der Transponder verstimmt, da sich die Resonanzkurve hin zu niedrigen Frequenzen verschiebt. Da die RFID-Reader diese Verschiebung um 20 MHz bis 50 MHz nicht ausgleichen, dürfen und weiterhin auf den in Europa zugelassenen Kanälen zwischen 866 MHz und 868 MHz senden müssen, reduziert sich bei schmalbandigen Transpondern die Reichweite drastisch.

Im Projekt eePID (embedded & encoded Packaging ID) entwickelt das IDH Dortmund zusammen mit dem Institut für theoretische Elektrotechnik und Hochfrequenztechnik (HFT) der Leibniz-Universität Hannover eine Transponderlösung, die unempfindlicher gegenüber Störeinflüssen der verschiedenen Untergründe reagiert. Grundlage dafür ist ein vom HFT entwickeltes breitbandiges Antennendesign, welches sich durch konjugiert-komplexe Leistungsanpassung an den Chip auszeichnet. Damit ist es möglich, Transponder sowohl in den unterschiedlichen Fre-

Erfassung von 96 bit EPC-Daten mit unterschiedlichen Technologien		
Datenträger	Erfassungssystem	Typische Leserate (1/s)*
Handschrift	Mensch	0,1
OCR-Schrift	OCR-Scanner	1
Barcode	Laser-Scanner	ca. 5
2D-Code	Kamera-Scanner	ca. 5
HF-Tag	HF-Reader	10
UHF-Tag	UHF-Reader	100

*Die Leserate kann sich je nach verwendeten Komponenten stark unterscheiden und ist hier als Größenordnung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Verfahren angegeben.



Ermittlung der optimalen Ausrichtungen von UHF-Transpondern im Antennengate an einem Prüfkörper in Abhängigkeit von variablen Prüfparametern (nach VDI4472-10/). Bezogen auf ein UHF-Antennengate die Transponderpositionen an Packstücken oder Paletten dargestellt, die sich besonders gut (grün), durchschnittlich (gelb) und besonders schlecht auslesen lassen (rot).

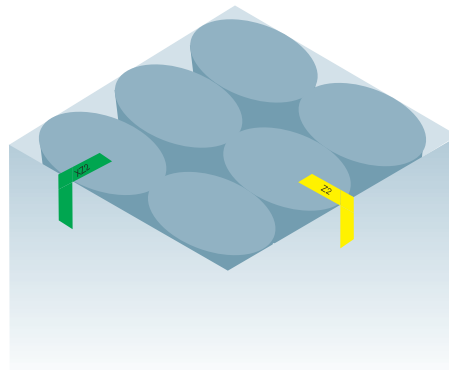
quenzbereichen weltweit (Europa: 868 MHz, USA: 915 MHz und z. B. Japan: bis 956 MHz) einzusetzen, als auch flexibel auf neue Untergründe zu reagieren. Somit führt eine Verschiebung des Resonanzverhaltens der entwickelten Transponder durch beliebige Untergründe nicht sofort zur Unlesbarkeit, sondern nur zu einer etwas geringeren Reichweite.

Mit diesen Transpondern wurden Versuche mit verschiedenen Produkten durchgeführt. Die Reichweite der breitbandigen Transponder ist zwar etwas geringer als die von schmalbandigen Transpondern, dafür lassen sie sich auch in der Umgebung unterschiedlicher Materialien deutlich zuverlässiger auslesen. Die Verstärkung durch den Materialeinfluss wird also in bestimmten Grenzen kompensiert. Die Durchdringung von Paletten mit Flüssigkeiten hingegen ist unabhängig vom verwendeten Transponder nicht zu verbessern. Da Ladungsträger oder Packstücke gerade bei Kommissioniervorgängen nicht zwangsläufig mit der Transponderseite nach außen gedreht werden, liegt es nahe, die entsprechenden Behälter diagonal mit zwei oder mehr Transpondern auszustatten. Damit kann der Ausfall eines Transponders kompensiert werden und die

Richtungsunabhängigkeit bzw. die Erfassungsquote gesteigert werden.

Die Frage ist dann, welche ID oder welchen EPC die Transponder erhalten sollen. Wenn alle Transponder den gleichen EPC enthalten, stellt es sich für das Lesesystem so dar, als wenn nur ein Transponder erfasst wird. Für die Datenverarbeitung ist das sicherlich von Vorteil, da so mit einfachen Mitteln die Zuverlässigkeit einer RFID-Lösung erhöht werden kann. Der Nachteil ist aber, dass so der User Memory auf dem Transponder nicht nutzbar ist. Es folgen in diesem Fall sofort Redundanz- und Inkonsistenzprobleme, da nicht alle Transponder die gleichen Informationen enthalten und nicht mehr festgestellt werden kann, auf welchem Transponder die aktuellen Informationen stehen.

Die andere Variante ist, Statusbits zu vergeben, so dass der erste Teil des EPC gleich ist, aber im Seriennummernbereich



Ermittlung des optimalen Ausleseortes („sweet spot“) für Transponder an kreisrunden Verpackungen. Zur Bestimmung optimaler Anbringensorte von Transpondern an Packstücke muss aber auch die Art und Lage des Packgutes berücksichtigt werden. Sind z.B. runde Metall Dosen in einer Kartonage aus Wellpappe verpackt, ist ein Transponder besser auslesbar, wenn sich kein Metall direkt dahinter befindet.

die Transponderposition an der Palette, dem Behälter oder dem Packstück codiert ist. Damit ist es nicht nur möglich zu erfassen, in welcher Richtung ein Gate passiert wird (Warenein- oder -ausgang), sondern sogar in welche Richtung das Objekt orientiert ist. Für bestimmte Anwendungen zum Beispiel zur Maschinensteuerung bietet sich ein solches Vorgehen an, mit günstigen passiven Transpondern eine Lage- und Positionserkennung durchzu-



Erfassung der Ausrichtung von Objekten durch linear polarisierte RFID-Antennen

führen. So kann die rechte Seite mit „0“, die linke Seite mit „1“ codiert sein und damit erfasst werden, in welcher Ausrichtung sich ein Objekt bewegt. Dabei ist aber auch zu berücksichtigen, dass durch Reflexionen bei einer Vorbeibewegung nicht immer eindeutig aus der früheren Erfassung auf die kürzere Lesedistanz geschlossen werden kann.

UHF-Dipol-Transponder haben darüber hinaus die Eigenschaft, polarisiert zu sein. Das heißt, wenn sie mit zirkular polarisierten Lesesystemen ausgelesen werden, können sie beliebig in der zum Lesegerät orthogonalen Ebene gedreht sein, um erfasst zu werden. Bei linear polarisierten Lesesystemen müssen die Transponder in der Polarisationsebene der Antenne ausgerichtet sein, damit sie mit einer gewissen Reichweite erfassbar sind. Somit ist es möglich, wenn die Ausrichtung eines Transponders auf einem Packstück bekannt ist, mit einer drehbaren linear-polarisierten Antenne oder mehreren Antennen in bekannter Ausrichtung auf die Orientierung eines Packstückes zu schließen. So kann ohne aufwendige Sensorik erfasst werden, dass ein Packstück mit Elektronikteilen oder Flaschen aufrecht transportiert wird.

Zur Vereinheitlichung von Verpackungen mit RFID-Transpondern wurde der Richtlinienausschuss VDI 4472 Blatt 13 gegründet. Damit soll die Richtlinienreihe auch für Verpackungen auf Transportverpackungs- und Produktverpackungsebene ausgeweitet werden. Um alle Interessen der entsprechenden Branchen zu berücksichtigen, ist es notwendig, dass sich die entsprechenden Industrievertreter zusammenfinden, um eine breite Akzeptanzbasis für diesen Standardisierungsansatz zu erhalten.

Abo *ident*

Impressum

ident

Das führende Anwendermagazin für Automatische Datenerfassung & Identifikation
Es erscheinen 7 Ausgaben und ein Jahrbuch pro Jahr.

Offizielles Organ der AIM-D e. V.

Herausgeber:
Ident Verlag und Service GmbH
Heinrich-Heine-Str. 5, 63322 Rödermark, Germany
Tel.: +49 (0)6074 / 92 08 81, Fax: +49 (0)6074 / 93 33 4
E-Mail: vdl@ident.de, Internet: www.ident.de

Chefredakteur:
Dipl.-Ing. Thorsten Aha (V.i.S.d.P.)
Durchstr. 75, 44265 Dortmund, Germany
Tel.: +49 (0)231 / 72 54 60 90, Fax: +49 (0)231 / 72 54 60 91
E-Mail: aha@ident.de

Redaktion:
Tim Rösner, Prof. Dr.-Ing. Klaus Krämer
Thomas Wöhrle (freier Journalist)
Maria Meriemque-Aha (Marketing)

Verlagsleiter:
Eckhard von der Lühe
Tel.: +49 (0)6074 / 92 08 81, Fax: +49 (0)6074 / 93 33 4
E-Mail: vdl@ident.de

Anzeigenleiter:
Bernd Pohl
Tel.: +49 (0)6074 / 92 08 81, Fax: +49 (0)6074 / 93 33 4
E-Mail: pohl@ident.de

Abo-/Leserservice:
Karin von der Lühe
Tel.: +49 (0)6074 / 92 08 81, Fax: +49 (0)6074 / 93 33 4
E-Mail: vdl@ident.de

Redaktionsbeirat:
Prof. Dr.-Ing. D. Arnold, Universität Karlsruhe (TH)
Manfred Arnoldi, ADC-Distribution
Wolf-Rüdiger Hansen, Geschäftsführer AIM-D e.V.
Prof. Dr.-Ing. Rolf Jansen, IDH / VVL e.V.
Prof. Dr.-Ing. R. Jünemann
Bernhard Lenk, Datalogic Automation GmbH
Heinrich Oehlmann, Eurodata Council
Peter M. Pastors, Institut für angewandte Kybernetik und interdisziplinäre Systemforschung
Prof. Dr. Michael ten Hompel, Fraunhofer IML
Josef Vogel
Frithjof Walk, Vorstandsvorsitzender AIM-D

Herstellung: Strube OHG, Stimmerswiesen 3, 34587 Felsberg

Gestaltung/Layout/Produktion:
raum-x kommunikationsdesign GbR
Huckarder Straße 12, 44147 Dortmund, Germany
Tel.: +49 (0) 2 31/84 79 60-35, Fax: -36
E-Mail: mail@raum-x.de, www.raum-x.de

Bezugsbedingungen:
Jahresabonnement Euro 66,- (Einzelheft Euro 9,10)
Einzelheft außerhalb des Abonnements Euro 11,50 zuzüglich Versandkosten, inkl. 7% MwSt. Ausland auf Anfrage. Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres die Kündigung erfolgt ist.

Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Rödermark.
© Ident Verlag & Service GmbH, Rödermark.
ident ist eine eingetragene Marke der Ident Verlag & Service GmbH.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urhebergesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Der Verlag gestattet die Übernahme von ident-Texten in Datenbestände, die ausschließlich für den privaten Gebrauch eines Nutzers bestimmt sind. Die Übernahme und Nutzung der Daten zu anderen Zwecken bedarf der schriftlichen Zustimmung durch die Ident Verlag & Service GmbH.

Mit Namen gekennzeichnete Artikel geben die Meinung des jeweiligen Autors wieder und decken sich nicht notwendigerweise mit der Auffassung der Redaktion. Die Redaktion behält sich vor, Leserbriefe / E-Mails – mit vollständiger Anschrift / E-Mail-Adresse – auch gekürzt zu veröffentlichen.

Die ident-Redaktion und die Ident Verlag & Service GmbH, Rödermark übernehmen trotz sorgfältiger Beschaffung und Bereitstellung keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Genauigkeit der Inhalte. Für den Fall, dass in ident unzutreffende Informationen veröffentlicht oder in Programmen oder Datenbanken Fehler enthalten sein sollten, kommt eine Haftung nur bei grober Fahrlässigkeit oder Vorsatz des Verlages oder seiner Mitarbeiter in Betracht.

Alle Anbieter von Beiträgen, Fotos, Illustrationen stimmen der Nutzung in der Zeitschrift ident, im Internet und auf CD-ROM zu. Alle Rechte einschließlich der weiteren Vervielfältigung zu gewerblichen Zwecken liegen bei der Ident Verlag & Service GmbH, Rödermark. Für Unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotomaterial wird keine Haftung übernommen und können von der Redaktion nicht zurückgesandt werden.

Bestellungen beim Buch- oder Zeitschriftenhandel oder beim Verlag, ISSN 1432-3559
Erklärung gem. § 5 des hessischen Pressegesetzes:
Ident Verlag & Service GmbH, Rödermark
ISSN 1432-3559



Mit dem ABO immer im Vorteil !

1

Die ident kommt sieben mal im Jahr sowie ein Jahrbuch der Branche direkt ins Haus.

2

Sie erhalten kompetent aufbereitete Anwendungsberichte, aktuelle Fachinformationen, ausführliche Produktbeschreibungen und Branchennews aus dem gesamten Bereich der Automatischen Identifikation und Datenerfassung.

3

Die ident verbindet branchenübergreifend Informationen aus Wissenschaft, Industrie und Anwendung.

4

Ein gut strukturiertes Anbieterverzeichnis – der ident Markt – sorgt für den direkten Draht zur Branche.

Ident Verlag & Service GmbH
ident-Leserservice
Heinrich-Heine-Straße 5
D-63322 Rödermark

Tel.: +49 (0)60 74 / 92 08 81
Fax: +49 (0)60 74 / 93 33 4
E-Mail: vdl@ident.de
Internet: www.ident.de

Ident Verlag & Service GmbH
ident-Leserservice
Heinrich-Heine-Straße 5

D-63322 Rödermark

ident Abonnement

Bitte liefern Sie mir ab sofort die *ident* zum Abo-Preis von € 66,- im Jahr inkl. MwSt., zzgl. Versandkosten (= 7 Ausgaben und ein Jahrbuch). Das Abo verlängert sich nur dann um ein Jahr, wenn es nicht 8 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres gekündigt wird.

Firma

Name

Vorname

Position

Branche

E-Mail

Straße / Postfach

PLZ / Ort

Datum / 1. Unterschrift

Garantie: Diese Vereinbarung kann innerhalb von 10 Tagen schriftlich bei der Ident Verlag & Service GmbH widerrufen werden.

Gesehen, gelesen, unterschrieben

Datum / 2. Unterschrift

Sie zahlen erst nach Erhalt der Rechnung oder per Bankeinzug:

Kontonummer

Bankinstitut / Bankleitzahl