

Wildauer Schriftenreihe Logistik  
*herausgegeben von Herbert Sonntag*

Wildauer Schriftenreihe  
Logistik

Band 5

herausgegeben von  
Herbert Sonntag

**LOGISTIK**

**Herbert Sonntag (Hrsg.)**

# **Logistik, RFID und Mittelstand**

**Wildauer Schriftenreihe**



Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek:  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliographie;  
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet  
über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

*Herbert Sonntag (Hrsg.)*  
»Logistik, RFID und Mittelstand«  
Wildauer Schriftenreihe Logistik, Band 5  
ISBN 978-3-936527-19-3

Herausgeber der Wildauer Schriftenreihen:  
Der Präsident der Technischen Fachhochschule Wildau

Herausgeber der Wildauer Schriftenreihe Logistik:  
Prof. Dr.-Ing. Herbert Sonntag

Technische Fachhochschule Wildau · Bahnhofstraße · 15745 Wildau · Germany  
Tel. +49 3375 508-0 · [www.tfh-wildau.de](http://www.tfh-wildau.de)

1. Auflage, März 2009  
© Verlag News & Media, Berlin 2009  
Gesamtherstellung: News & Media, Berlin  
[www.newsmedia.de](http://www.newsmedia.de)  
Printed in Germany

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Technischen  
Fachhochschule Wildau. Insbesondere die Übernahme auf Datenträger aller Art  
oder fotomechanische Wiedergabe ist untersagt.

# Inhalt

Grußwort <i>László Ungvári</i> .....	7
Grußwort <i>Wolf-Rüdiger Hansen</i> .....	9
Einführung des Herausgebers <i>Herbert Sonntag</i> .....	11
<b>Überblicksartikel</b>	
<i>Frank Gillert</i> Praxisgerechte Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen bei der Einführung von RFID .....	13
<i>Oliver Pütz-Gerbig</i> RFID-Etiketten – Smart-Label für Smart Objects .....	20
<i>Daniel Büth</i> RFID und Mittelstand – ein Überblick über die RFID-Technologie und geltende Standards .....	25
<i>Claudia Kehrmann, Sebastian Krautz</i> RFID-Technologie in der Logistik .....	31
<b>Fallstudien</b>	
<i>Uwe Meinberg, Paul Koch, Jens Trebus</i> Automatische Lokalisierung und Identifikation von Transportbehältern .....	37
<i>Nils Meyer-Larsen</i> Transparente Containertransporte durch Supply Chain Visibility .....	47
<i>Mike Lange</i> Einsatzfelder der RFID-Technologie in der Logistik des Clusters Forst und Holz .....	54
<i>Bernd Scholz-Reiter, Michael Teucke, Mehmet-Emin Özsahin</i> Selbststeuerung für intralogistische Anwendungen in der Bekleidungsindustrie mit Hilfe der RFID-Technologie .....	64

<i>Bertram Meimbresse, Marcel Janke</i>	
Rückverfolgung von Lebensmitteln durch RFID – die Logistikkette wird transparent .....	72
<i>Klaus Richter, Cathrin Plate, Bernd Gebert</i>	
RFID-gestützte Baustellenlogistik im industriellen Großanlagenbau .....	80
<i>Stefan Brunthaler, Bertram Meimbresse, Claudia Kehrmann</i>	
RFID in der Logistikkette: Buchdruck – Verlag – Endnutzer .....	89
<i>Dieter Skrobotz</i>	
Prinzipien des RFID-Einsatzes in Gebäuden .....	97
<b>Anhang</b>	
Das RFID-Labor der TFH Wildau .....	101
Autoren .....	103

## Grußwort

*László Ungvári*



Ein Markenzeichen der Lehre und Forschung an der TFH Wildau ist die enge Verzahnung verschiedener Fachgebiete. Im 5. Band der »Wildauer Schriftenreihe zur Logistik« wird diese Verzahnung am Beispiel Logistik und Telematik dargestellt.

Ein Resultat der Zusammenarbeit beider Fachgebiete ist der zunehmende Einsatz von RFID. Mit RFID können Objekte automatisch identifiziert und geortet werden. Zielgerichtet eingesetzt kann die neue Technologie die Transparenz und Effektivität in der Logistik erhöhen. Die in diesem Band zusammen getragenen Fallstudien zeigen eine enorme Bandbreite bei den Anwendungen, vom Containertransport über die Forstlogistik bis hin zum Bauwesen. Die Beispiele zeigen aber auch, dass noch erhebliche Potenziale in vielen Bereichen der Technik und Produktion vorhanden sind.

Die TFH Wildau beschäftigt sich schon seit mehr als fünf Jahren mit dem Thema RFID und seinen praktischen Anwendungen. Seit 2005 wurden gemeinsam mit industriellen Anwendern mehrere Forschungsprojekte zum Thema durchgeführt. Zielrichtungen dieser Projekte waren effizientere Transporte, sichere Identifikation und die Integration der RFID-Technologie in komplexe logistische und telematische Systeme. Im Jahr 2007 hat das RFID-basierte Projekt »RÜFILOG« den Technologie-Transferpreis des Landes Brandenburg 2007 gewonnen.

Eine technische Basis dieses Erfolges ist das RFID-Labor an der TFH Wildau, das mit Unterstützung des Brandenburger Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur eingerichtet wurde. Das Labor wird stetig ausgebaut und dem technischen Fortschritt angepasst, um auch zukünftige FuE-Aktivitäten zu unterstützen. Darüber hinaus ist das RFID-Labor Referenzlabor für die Anwendung von RFID im Bibliothekswesen. Die Einführung dieser Technologie in der Bibliothek der TFH Wildau, in deren Zuge circa 300.000 Medien neu gelabelt wurden, ist im RFID-Labor fachlich begleitet worden. Schnellere Abläufe bei Ausleihe und Rückgabe, mehr Transparenz bei der Bestandserfassung sowie verbesserte Arbeitsbedingungen waren das Ergebnis.

Unsere Studenten profitieren von der anwendungsbezogenen Forschung und Entwicklung. Sie werden kontinuierlich mit den neuesten technischen und technologischen Fortschritten – darunter auch RFID – vertraut gemacht und so

besonders praxisnah auf das Berufsleben vorbereitet. Die Höhe der eingeworbenen Drittmittel je besetzte Professur durch den Wissens- und Technologietransfer betrug im Haushaltsjahr 2006 die Rekordhöhe von 90.250,- €. Dank dieser engagierten Arbeit zahlreicher Professoren und Lehrbeauftragter genießt die TFH Wildau sowohl in der Region als auch national und international einen sehr guten Ruf. Das überzeugt nicht zuletzt auch die Studierenden, was die stetig wachsenden Studentenzahlen unserer Hochschule belegen. Im Wintersemester 2008/2009 waren am 21.10.2008 3.634 Studierende eingeschrieben – damit ist die TFH Wildau die größte Fachhochschule des Landes Brandenburg.

Ich hoffe, dass der 5. Band der »Wildauer Schriftenreihe zur Logistik« den Praktikern besonders des Mittelstands neue Anregungen gibt und die enge Kooperation zwischen Wissenschaft und Praxis befördert.

Prof. Dr. László Ungvári

*Präsident der Technischen Fachhochschule Wildau*

## Grußwort

*Wolf-Rüdiger Hansen*



Das Akronym RFID hat oft den Anschein eines Zauberwortes. Das rührt daher, dass die Wirkung, die von RFID ausgeht, unsichtbar ist, denn sie beruht auf elektromagnetischen Wellen. Deswegen muss man einen RFID Tag nicht sehen, um ihn mit einem RFID Reader lesen zu können. Er kann sich auf der Rückseite eines Klebeetiketts oder in einem Karton befinden.

So gibt es schon länger zahlreiche RFID-Anwendungen in Produktionsanlagen oder intralogistischen Systemen, in denen Produktionsvorgänge oder Transportweichen unsichtbar durch RFID Tags auf den bewegten Objekten gesteuert werden. Diese Erfahrungen haben die Forscher des MIT in Boston zu Beginn dieses Jahrtausends auf die ganze Welt übertragen, als sie zusammen mit den Experten aus der Konsumgüter-Industrie das Konstrukt »Internet der Dinge« entwarfen. Das sollte eine Infrastruktur innerhalb des bestehenden Internets werden, in der die Daten über alle Artikel und Transportbehälter des Handels gesammelt und für die Schaffung von Transparenz in den Lieferketten genutzt werden sollten.

Die Euphorie war groß, der Weg dahin ist jedoch steinig. Bis heute ist nicht klar, wie dieses Internet der Dinge zum Leben erweckt werden wird. Die Hürden sind zahlreich und man wundert sich, dass sich die Verfechter anscheinend über kritische physikalische Sachverhalte hinweggesetzt haben:

So haben sie unterschätzt, dass die elektromagnetischen Wellen zahlreichen Hindernissen unterliegen, die Erkennungsprobleme für die RFID Tags zur Folge haben. Das gilt zum Beispiel wegen der Dämpfungswirkung zahlreicher Materialien und wegen der durch Reflektionen verursachten Störsignale. In der Folge merkte man, dass es nicht genügt, dass RFID Tags an Kartons angebracht sind, sondern sie müssen so angebracht und die Karton müssen so auf der Palette positioniert werden, dass ihre Signale von RFID-Antennen empfangen werden können. So begannen andere Forscher, organisatorische Richtlinien für die RFID-gerechte Verpackung zu entwickeln, die sich zum Beispiel in der VDI/AIM-Richtlinie 4472 »Anforderungen an Transpondersysteme zum Einsatz in der Supply Chain« vom Mai 2008 niedergeschlagen haben. Technik und Organisation müssen – wen wundert es – einhergehen, um zu erfolgreichen Lösungen zu kommen.

Die gegenwärtige Marktentwicklung zeigt, dass nicht der globale Wurf bevorsteht, sondern dass die RFID-Ausbreitung erfolgreich aber sehr viel kleinteiliger und branchendifferenzierter verläuft, als die RFID-Gurus es vorhergesehen haben. Das bestätigen uns besonders die mittelständischen RFID-Lieferanten des Industrieverbandes AIM. Ihr Geschäft wächst stetig, weil viele Anwender immer wieder neue RFID-Lösungen implementieren, aber oft gar kein Interesse haben, darüber öffentlich zu sprechen.

Deswegen investieren wir viel Energie, um Forscher und Unternehmer anzuregen, bei der Weiterentwicklung der Technologie eng zusammen zu arbeiten, und zu veröffentlichen, was mit RFID alles möglich ist. Dieser Band der Wildauer Schriftenreihe Logistik legt anschaulich Zeugnis darüber ab, in welcher breit gefächerten Projekten die RFID-Entwicklung stattfindet. Wir wünschen den dargestellten Projekten viel Erfolg bei der Umsetzung und weiteren Ausbreitung von RFID.

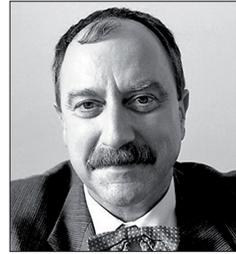
Wolf-Rüdiger Hansen

*Geschäftsführer AIM-D e. V., Lampertheim*

AIM-D e. V. ist der Industrieverband für Automatische Identifikation, Datenerfassung und Mobile Datenkommunikation. AIM-D ist innerhalb der weltweiten AIM-Community zuständig für Deutschland, Österreich, Schweiz.

## Einführung des Herausgebers

*Herbert Sonntag*



Die Schriftenreihe Logistik der TFH Wildau widmete sich aktuellen Schwerpunktthemen oder bildete den Sammelband für die Beiträge der Wildauer Logistikkonferenzen. Wir haben dies nun mit dem Band 5 in einem gewissen Zeitabstand in einer etwas gewandelten Ausrichtung wieder aufgenommen. Der vorliegende Band 5 der Schriftenreihe Logistik der TFH Wildau ist einem Thema gewidmet, das gerade in den letzten Jahren viele Anwendungen und Innovationen insbesondere im Bereich der Logistik bestimmt hat. Daraus haben sich eine Projektvielfalt und ein Schub der Integrationsphantasie in vielen Bereichen der Logistik ergeben. Das ist auch dem Inhalt vieler Arbeiten aus Forschung und Transfer in mittleren und kleinen Unternehmen – dem Mittelstand – zu entnehmen. Dabei ist die Basistechnologie des RFID (Radio Frequency Identification) durchaus bereits in den Jahrzehnten davor entwickelt worden. Die notwendige Einbettung in die informationstechnische Umwelt und die rapide gefallenen Kosten der Technologie haben jedoch zum breiten wirtschaftlichen Durchbruch erst in den letzten Jahren geführt. Dabei sind viele Anwendungen im Hinblick auf Zuverlässigkeit noch nicht im erforderlichen Bereich und lassen in den nächsten Jahren auf weitere Entwicklungen in der technologischen Basis hoffen. Ich denke dabei beispielsweise an eine fehlerfreie Pulkerfassung der Güter in einem Warenkorb oder Logistikbehälter. Dagegen ist die Durchsetzung der Anwendungslösungen in der Großbehältertechnik bereits erfolgreich und weitgehend voran geschritten.

An der TFH Wildau sind in den letzten Jahren einige Projekte und Arbeiten im Umfeld der RFID-Technologie auf den Weg gebracht worden, deren interessante Ergebnisse auch Teil des vorliegenden Bandes sind. Darüber hinaus haben wir weitere wegweisende Arbeiten aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen aufgenommen. Allen Autoren und Akteuren sei hier für die vergleichsweise schnelle Bearbeitung und redaktionelle Korrektur Dank gesagt.

Kein Werk gelingt ohne einen unermüdlichen Kümmerer um die organisatorischen Aufgaben. Deshalb gilt mein besonderer Dank dem Koordinator meiner Forschungsgruppe Verkehrslogistik und meines Instituts für Transport und

Logistik Dipl.-Ing. Bertram Meimbresse, der der charmante Organisator und auch manchmal der nachdrückliche Mahner auf dem Weg zur Fertigstellung dieses Sammelbandes war.

Im März 2009

Prof. Dr.-Ing. Herbert Sonntag  
*Verkehrslogistik und*  
*Vizepräsident der Technischen Fachhochschule Wildau*

# Praxisgerechte Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen bei der Einführung von RFID

*Frank Gillert*

## **Kurzfassung**

RFID behält auch 2009 den Stellenwert einer Schlüsselanwendung in Industrie und Handel. Dabei werden die Anwendungen weniger unternehmensübergreifend ausfallen, sondern in vielen Fällen als so genannte geschlossenen Anwendungen umgesetzt. Hierbei kann auf die aktuell erreichte Reife der Technologie und der Standards gesetzt werden. Die Unsicherheit der zu erwartenden Wirtschaftlichkeit wird aber auch 2009 noch ein Hemmnis darstellen, da zwar bei erfolgter Umsetzung von Projekten eine sehr positive Sicht herrscht, diese jedoch in der Abschätzung vor Projektbeginn nicht erwartet wird. Hier kann die TFH-Wildau mit einem abgestimmten Konzept von betriebswirtschaftlicher und technologischer Unterstützung insbesondere den regional ansässigen mittleren und kleinen Unternehmen eine realistische Vorprojektschätzung bieten.

## **Abstract**

RFID will remain one of the key applications in industry and retail trade in 2009. Most of the applications will be closed loop applications rather than cross-company implementations. It can be relied on the level of maturity in technology and standards. However, the challenge of anticipating the economic benefits will still hinder broader acceptance, although productive implementations have a very positive perception by the owners. The University of Applied Sciences at Wildau offers sound concepts to become more certain about the economic and technological risks in RFID implementations. Especially small and medium companies in the area of Berlin and Brandenburg can benefit from the expertise at Wildau.

## **Keywords**

RFID; AutoID; Internet der Dinge; epcglobal; Wirtschaftlichkeit; Implementierung

## **1 Einführung**

Auch im Jahr 2009 wird RFID ein bedeutendes Thema im Umfeld der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sein. Dies haben unlängst zur Jahresfrist erschienene, explorative Studien bestätigt. Dabei ist es sehr wohl von Bedeutung zu betonen, dass es ein Thema und nicht das Thema sein wird. In dieser sprachlichen Nuance bestätigt sich die fortschreitende Emanzipation der

RFID-Anwendungen, der Wandel von der Hype-geprägten Diskussion hin zur praxisorientierten Umsetzungsdebatte. Gleichwohl bleibt die zögerliche Haltung vieler Unternehmen gegenüber einer Nutzung des Konzeptes bestehen.

Insbesondere die Studie des FTK in Zusammenarbeit mit dem Informationsforums RFID e. V. in Berlin spiegelt die Sicht der Anwender und hier besonders die Sicht des Mittelstands. Dabei sind zwei Erkenntnisse sehr erhellend und bilden den Kern dessen, was Unterstützung gerade kleiner und mittlerer Unternehmen hinsichtlich RFID bedeuten sollte. Folgende Sachverhalte sind in der Studie augenfällig (FTK 2008):

1. Rund 50 % der befragten Unternehmen, die RFID einsetzen, erreichen einen ROI innerhalb von 2 Jahren, weitere 28 % innerhalb von 5 Jahren. Knapp 80 % stehen dem Einsatz von RFID in ihrem Unternehmen positiv gegenüber.
2. Die »fehlende Wirtschaftlichkeit« als wesentlicher Hinderungsgrund für die detaillierte Beschäftigung bzw. die Einführung RFID sehen ca. 27 % als großes, knapp 28 % als mittelgroßes Problem an. Immerhin knapp 21 % sehen es noch als kleines Problem.

Diese große Diskrepanz zwischen ex ante durchgeführten Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen und ex post ermittelten Erfahrungswerten zeigt die Problematik der RFID-Debatte. Ursachen für diesen Sachverhalt liegen vermutlich in der Tatsache begründet, dass in den ex ante Untersuchungen Zusatzeffekte häufig nicht erkennbar sind und erst in der Umsetzung, also ex post, unter Beteiligung aller Betroffenen im Unternehmen kreativ erarbeitet werden. Wieso aber ist es so schwer, im Vorfeld eine Abschätzung des Nutzens zu ermitteln? Zum einen fehlt aus Sicht des Autors weiterhin eine kumulierte »best practise«-Basis auf die Berater und Planer zugreifen können. Zumeist sind es singuläre Erfahrungen aus einzelnen Projekten, deren Übertragbarkeit jedoch dadurch eingeschränkt ist. Zum anderen wird immer noch zu wenig auf einen ganzheitlichen Ansatz Wert gelegt; RFID ist für viele weiterhin ein »Additiv« im Gemenge der nötigen Prozessstrukturen und nicht – was sehr viel wichtiger wäre – ein innovativer Prozessansatz. Der technologiezentrische Ansatz in der Betrachtung von RFID sollte einem anwendungsorientierten Ansatz weichen (vgl. auch Gillert, F. und Hansen, R. 2007).

## 2 Geschlossene und offene Anwendungskonzepte

Grundsätzlich lassen sich zwei Anwendungskonzepte voneinander unterscheiden. Zum einen die geschlossenen Anwendungen, bei denen Objekte, Daten und Prozesse in einer Hand liegen. Und zum anderen die offenen Systeme, bei denen RFID unternehmensübergreifend eingesetzt wird. Obwohl die offenen Systeme, z. B. Anwendungen zwischen Konsumgüterherstellern und Handel in der Hauptsache die Vision des »Internet der Dinge« (siehe grauen Kasten) repräsentieren, muss akzeptiert werden, dass die wenigsten aktuellen Projekte diesem Anspruch

gerecht werden. Aufgrund des Querschnittcharakters der RFID-Technologiebasis, sind vielfältige Nutzungskonzepte denkbar und sinnvoll. Der Anspruch muss daher sein, die Prozesse zunächst detailliert zu analysieren, um dann über Optimierungen nachzudenken, die eventuell auch durch die Einführung von RFID unterstützt werden können. Vielleicht ist aber auch der Barcode, insbesondere als so genannter 2-D Code eine praktikable Lösung. Gerade diese AutoID-Technologie wird in vielen Branchen eingesetzt, oder alternativ zu RFID diskutiert. Ein Internet der Dinge, nämlich die Zuordnung von Informationen zu Objekten auf einer globalen Plattform, bei der jedes Objekt seine eigene »Homepage« erhält, ließe sich auch mit einer 2-D Lösung realisieren. Auch hier kann aufgrund der vorhandenen Speicherkapazitäten, eine Serialisierung der Objekte vorgenommen werden.

### **Das Internet der Dinge – ein visionärer Gestaltungsraum**

Das Internet der Dinge kann als potenzieller Gestaltungsraum im Rahmen einer Informatisierung (auch Gillert, F. und Hansen, R. 2007) von Objekten beschrieben werden. Gestaltungsraum deswegen, weil eine stringente Konzeptionierung fehlt, bzw. im wissenschaftlichen Diskurs unterschiedliche Forschungsansätze verfolgt werden. Einigkeit besteht darin, dass die Voraussetzung für das Internet der Dinge in der eindeutigen Referenzierbarkeit der realen Objekte in der IT-Applikation besteht. Dazu dient ein Digital Object Identifier (DOI), der branchen- oder anwendungsabhängig standardisiert ist.

Werden die DOI mittels der Lese-Schreibgeräte-Adressen lokalisierbar gemacht, lässt sich daraus ein Uniform Resource Locator (URL) ableiten, also eine Analogie zum Internet selbst herstellen. Das Objekt erhält damit seine eigene »Homepage«. Daneben existiert aber auch eine etwas andere Sicht, bei der nicht nur von einer Referenzierung in einer IT-Infrastruktur mittels DOI ausgegangen wird, sondern durch dezentrale Speicherung von Daten auf dem Transponder sowie zukünftig auch das Vorhandensein von Sensorik und Aktuatorik eine autonome Selbststeuerung der Objekte gewährleistet werden kann.

Es kann davon ausgegangen werden, dass weder die eine noch die andere Stoßrichtung singular bestehen wird. Vielmehr werden die Ansätze durch erweiterte Interoperabilität anwendungsgerecht verschmelzen.

*Fazit:* Das Internet der Dinge ist kein festes Konzept, sondern umschreibt die Gestaltbarkeit von Geschäftsprozessen und -modellen mittels telematischer Technologien, insbesondere RFID.

Die Studie des Fraunhofer Instituts IIS weist für die geschlossenen Anwendungen im Behältermanagement, der Produktionslogistik oder der Inventarisierung heute bereits die höchsten Potenziale aus Sicht der Anbieter von RFID auf (Ahrens, C. und Pflaum, A.. 2008). In vielen Fällen werden derartige Projekte weniger stark in

der Fachwelt diskutiert, als die offenen Systeme im Rahmen des Internets der Dinge. Daraus ergibt sich aber, dass häufig die Sicht auf RFID seitens z. B. kleiner und mittlerer Unternehmen durch diese visionären, offenen Ansätze geprägt ist und damit die Praxisrelevanz bezweifelt wird. Zudem ist mit den unternehmensübergreifenden Anwendungen ein wesentlich höherer initialer Aufwand im Rahmen der Transaktionskosten verbunden. Ganz zu schweigen von dem zu leistenden Aufwand hinsichtlich der peripheren IT-Infrastrukturen. Damit mag u. a. begründet sein, warum eine große Zahl von in der FTK Studie befragten Unternehmen die fehlende Wirtschaftlichkeit als wesentliches Erschwernis ansehen.

### 3 Der Weg aus dem Dilemma

Die »gefühlte« Unsicherheit in der Vorhersagbarkeit der Wirtschaftlichkeit des RFID-Einsatzes kann als Kombination aus den zu erwartenden Kosten als Folge der o. g. IT-Infrastrukturinvestitionen und des Zweifels an der allgemeinen Zukunftssicherheit interpretiert werden. Ersteres ist leicht auszuräumen, in dem eine Potenzialanalyse um stark visionäre Ansätze »erleichtert« wird. Der zweite Aspekt erfordert hingegen eine Steigerung von Vertrauen hinsichtlich der Informationen zu RFID. Damit sind die Neutralität und die durch Erfahrung generierte Kompetenz der Informationsquelle gemeint. Darüber hinaus ist es von entscheidender Bedeutung, dass eine ergebnisoffene Analyse unterstützt wird.

Spiegelt man diese Aussagen erneut an den Umfrageergebnissen des FTK (2008) im Hinblick auf die Frage »*Welche Form der Unterstützung würden Sie sich für einen erfolgreichen Einsatz von RFID wünschen*« bestätigt sich der Wunsch nach Neutralität in der Beratung mit 35,2 %, aber gleichzeitig auch der Wunsch nach Kostenfreiheit dieser Beratung. Gleichzeitig besteht aber auch der starke Wunsch im Internet (49 %) und durch Info-Materialien (gedruckt) (41,3 %) »unverbindlich« informiert zu werden. Dass dies u. U. genau die gegenteiligen Effekte haben kann, die hinter dem Wunsch nach Kostenfreiheit vermutet werden dürfen, lässt sich an zwei Punkten aufzeigen:

1. Wird der Einsatz von RFID aufgrund von im Web oder in Printmedien enthaltenden Informationen ohne detaillierte Potenzialanalyse verworfen, kann dies zu Ergebniseinbußen und verminderter Zukunftsfähigkeit des Unternehmens führen. Dabei ist die Frage zu beantworten, wer befasst sich mit der Informationsbeschaffung zu RFID im Unternehmen? Wird das Thema individuell motiviert von einer Einzelperson verfolgt oder existiert eine interdisziplinäre Teamstruktur?
2. Wird eine Beratung kostenfrei angeboten, kann die Gegenfinanzierung als Einpreisung bei der Umsetzung vermutet werden. Liegt dieses Geschäftsmodell zu Grunde kann darüber hinaus vermutet werden, das der Anbieter der Beratung eine Umsetzung in seinem Sinne forcieren wird. Damit ist die Neutralität der

Beratung nicht mehr zu erwarten. Zudem ist die Quote der Umsetzung von Projekten gering, so dass diejenigen, die ein Projekt umsetzen, eine Vielzahl von erfolglosen Beratungen finanzieren müssen.

Eine mögliche Verschärfung der Brisanz der genannten Erwartungshaltung der Unternehmen ist dabei in der Tatsache zu sehen, dass lediglich 20 % der KMU (immerhin 69,7 % der an der Umfrage beteiligten Unternehmen) die »relevanten Kostenaspekte beim Einsatz von Hard- und Software« kennen; noch schlechter sieht es bei der Kenntnis von »definierten Branchen- und Technologiestandards« mit 17,8 % aus.

Beide Aspekte geben jedoch der Unsicherheit in der Wirtschaftlichkeitsprognose hauptsächlich Nahrung. Gleichzeitig muss in der aktuellen gesamtwirtschaftlichen Situation aber auch den Wünschen der Unternehmen Rechnung getragen werden. Auf Basis der aktuellen Umfrageergebnisse und den umfangreichen Erfahrungen an der TFH Wildau wird im Weiteren ein Stufenmodell für die Unterstützung speziell von KMU vorgeschlagen, das zum einen eine neutrale und ergebnisoffene Unterstützung, bei gleichzeitiger Kosten/Nutzen Balance ermöglicht.

#### **4 Stufenweise zu Wissen, Entscheidung und Umsetzung**

Die TFH Wildau bietet insbesondere kleineren und mittleren Unternehmen vielfältige Möglichkeiten, eine Wissensbasis zu AutoID und RFID zu erarbeiten (siehe Abb. 1). Dabei ist entscheidend, dass die Verbindlichkeit, mit der ein Engagement verbunden ist, angemessen im Zeitverlauf zunimmt. Dies bedeutet, es entsteht keine »Lock-In-Situation«, die längerfristige Aufwändungen generiert, obwohl eine Weiterführung nicht Ziel führend wäre. Dazu dient ein einleitendes Potenzialgespräch, in dem zunächst zwischen einem erfahrenden Hochschullehrer und einem Vertreter des Unternehmens eine erste Abschätzung der richtigen Vorgehensweise erarbeitet wird. Dabei ist entscheidend, dass es sich bei den Gesprächspartnern der TFH Wildau um praxisorientierte Experten handelt, die mögliche Potenziale auf Basis einer erfahrungsorientierten best-practice Plattform erkennen können. Darüber hinaus wird über die aktive Rolle der TFH Wildau innerhalb von Branchenverbänden sichergestellt, dass alle relevanten Rahmenbedingungen, die durch Standardisierungen und Mandate gegeben sind, Berücksichtigung finden.

Ausgehend von diesem Gespräch kann der Bedarf eingeschätzt werden und entschieden werden, ob eine allgemeine Weiterführung der Informationsgewinnung über Fachseminare der TFH Wildau sinnvoll ist oder, ob bereits eine unternehmensspezifische Potenzialanalyse erfolgen sollte. Für diese bieten sich ein- bis zweitägige, auf die Bedürfnisse des Unternehmens abgestimmte Workshops an, die zur Voraussetzung haben, dass die Fachabteilungen (Einkauf, Produktion, Logistik, Marketing etc.) beteiligt werden. Unter diesen Bedingungen

kann ein realistisches Ergebnis erzielt werden und es wird im Unternehmen das »Weiterdenken« motiviert. So können die eingangs erwähnten ex post Zusatzefekte antizipiert werden. Ein weiteres Ergebnis des Workshops ist die Ausarbeitung fokussierter Zielprozesse im Unternehmen. Werden zu diesem Zeitpunkt keine Zielprozesse erkannt, sollte der angestoßene Diskussionsprozess im Unternehmen weitergeführt werden und über abgestimmte Wiedervorlagezeitpunkte mit der jeweiligen IST-Situation abgeglichen werden.

Sind Zielprozesse definiert und positiv entschieden, wird der nächste Schritt, die Prozessanalyse, eingeleitet. An diesem Punkt steigen die Verbindlichkeit und der Aufwand an. Es kann vorab keine pauschale Abschätzung der Dauer, dieses nun als Projekt zu bezeichnenden Stadiums, gegeben werden. Sicherlich ist von einem Aufwand von mindestens einigen Personentagen auszugehen. In dieser Phase wird die konkrete Wirtschaftlichkeit aber auch die technische Machbarkeit analysiert. Die Hauptarbeit wird direkt Vorort im Unternehmen vorgenommen sowie begleitend im AutoID/RFID Labor der TFH Wildau.

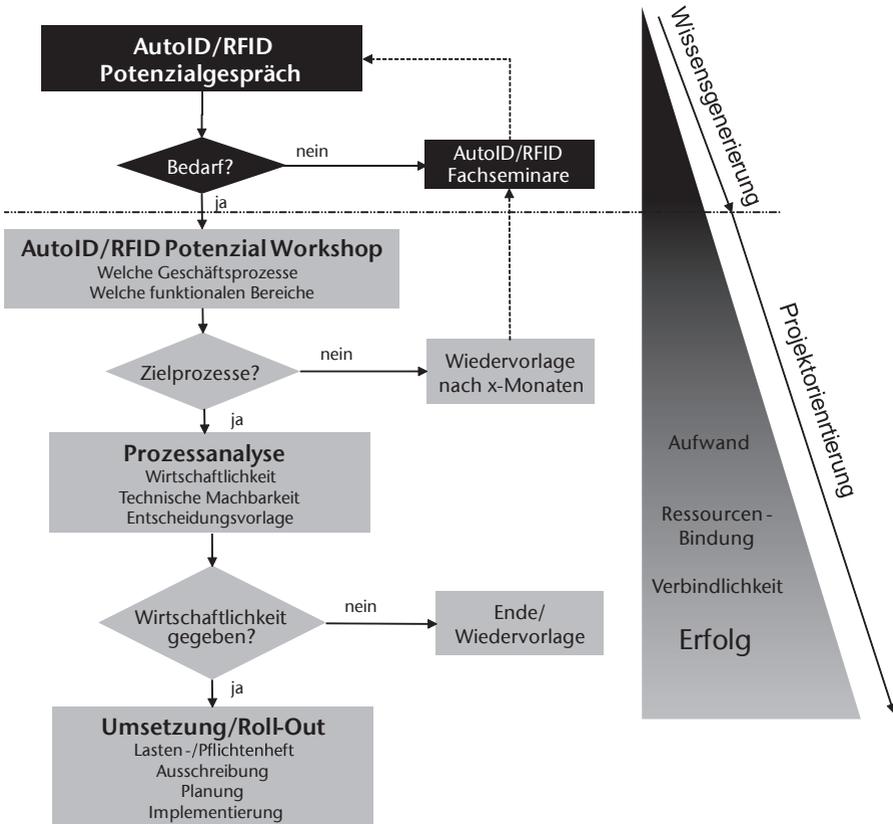


Abb. 1: Stufenmodell zur aufwandsgerechten AutoID/RFID Implementierung

Das Ergebnis dieser Stufe ist die Entscheidung für oder gegen eine Einführung von AutoID oder RFID Konzepten. Aus der langjährigen Projekterfahrung des RFID-Teams an der TFH Wildau werden die Ergebnisse in managementgerechte Entscheidungsvorlagen auf Basis der in den Unternehmen üblichen Investitionsrechnungsverfahren umgesetzt. Vor diesem Hintergrund kann eine fundierte Entscheidung getroffen werden.

Die Umsetzung und ihre Begleitung kann seitens der TFH Wildau mit Hilfe üblicher Projektmanagementstrukturen unterstützt werden. Dabei kann auf den unlängst erschienenen und unter Federführung von Experten der TFH Wildau erstellten AIM<sup>1</sup>-Leitfaden (AIM 2008) zur Systemintegration zurückgegriffen werden. Dieser Leitfaden berücksichtigt die Besonderheiten für die Implementierung von RFID und sichert eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit im Projekt.

## Quellen

Ahrens, C. und Pflaum, A. (2008): Kurzmarktstudie zu Trends und Perspektiven des RFID-Einsatzes, FhG IIS, Nürnberg Dezember 2008

AIM (2008). (Verband für Automatische Identifikation, Datenerfassung und Mobile Datenkommunikation, Hrsg.). Leitfaden für die Systemintegration von AutoID- und RFID-Systemen, Lampertheim August 2008, [www.aim-d.de](http://www.aim-d.de)

FTK Dortmund (2008). Electronic Commerce-Kompetenzzentrum Ruhr: RFID – ein Thema für den Mittelstand, <http://www.ec-ruhr.de/pdf/broschuere-rfid-umfrage.pdf>

Gillert, F. und Hansen, R. (2007). RFID für die Optimierung von Geschäftsprozessen, Hanser Verlag, München 2007

Wolfram, G. (2008). Towards the Intranet of Goods – RFID in Retail, Konferenzbeitrag, EC-Internet of Things Konferenz, Nizza Oktober 2007

---

1 AIM Deutschland e.V. ist der Industrieverband für Automatische Identifikation (Auto-ID), Datenerfassung und Mobile Datenkommunikation mit Sitz in Lampertheim

# RFID-Etiketten – Smart-Label für Smart Objects

*Oliver Pütz-Gerbig*

## **Kurzfassung**

RFID-Label haben sich in den letzten Jahren neben SmartCards zu den wichtigsten Datenträgern bei RFID-Anwendungen entwickelt, besitzen immer häufiger eine komplexe Funktionalität und müssen zunehmend schwierigsten Umgebungsbedingungen gerecht werden. Die Fähigkeit, produktspezifische Daten auf RFID-Labels zu speichern und mit geeigneten Lesesystemen zu erfassen, wird die uns umgebenden Objekte und Alltagsgegenstände zu intelligenten Objekten (»Smart Objects«) machen und bildet die Basis für ein zukünftiges »Internet der Dinge«.

## **Abstract**

Beside SmartCards RFID labels are the most important data medium for RFID applications in the last years. More and more frequently they have complex functions and they are used increasingly in challenging environments. The capability of RFID labels to carry production relevant data on-board and to exchange this data with suitable readers will enable the common items/objects to be intelligent and clever (»smart objects«). This capability is the basis for „Internet of Things« in the future.

## **Keywords**

Smart-label; smart-objects; RFID-environments; RFID-applications

## **1 Die Entwicklung des RFID-Label-Markts**

RFID (»Radio Frequency Identification«) hat sich weltweit als Schlüsseltechnologie für AutoID-Systeme etabliert und besitzt Anwendungspotenziale in nahezu allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen. Der wirtschaftliche Effekt des RFID-Einsatzes wird besonders schnell ersichtlich und berechenbar, wenn innerhalb der Prozesskette und des Lebenszyklus eines Produkts mehrere Funktionalitäten genutzt werden können.

So wird in der Industrie neben der »reinen« Identifikation von Objekten auch die Automatisierung der Produktion sowie die effiziente Steuerung des Warenflusses oft mit demselben RFID-Transponder realisiert, wodurch enorme Wertschöpfungspotenziale gehoben werden können.

Um einzelne Bauteile, Verbrauchsmaterialien, individuelle Produkte und Komponenten zu identifizieren, sind meist RFID-Datenträger erforderlich, die einerseits schnell und automatisch applizierbar sind und andererseits auf Grund hoher Objektstückzahlen kostengünstig sind. Hier bietet das RFID-Label ideale

Voraussetzungen: basierend auf der HF (13,56 MHz)- und UHF (868 MHz)-Technik lassen sich die Transponder-Antennen auf Folie ätzen (Cu oder Al) oder sogar drucken (Silberleittinte). Dies ermöglicht in Verbindung mit einer hocheffizienten Chip-Bestückungstechnologie hohe Produktionsraten bei gleich bleibend hoher Qualität. Moderne Label-Konvertierungsmaschinen verarbeiten die aus Antenne und Chip bestehenden sog. RFID-Inlays nach kundenspezifischen Vorgaben zu vielfältig einsetzbaren RFID-Etiketten, den Smart Labels.

Die Herausforderungen liegen jeweils im Detail, denn kein Kundenprozess gleicht dem anderen. Die individuellen Anforderungen jeder einzelnen Anwendung erfordern dafür heute ein breites Spektrum an RFID-Label-Varianten mit unterschiedlichsten Eigenschaften. Anspruch eines modernen Herstellers von RFID-Labels ist es, für jede Anwendung das optimale, oft kundenspezifisch entwickelte RFID-Label anzubieten. Attraktive Stückkosten spielen beim Einsatz von RFID-Labels immer eine wichtige Rolle. Es darf aber nicht übersehen werden, dass der Business-Case in der Anwendung von der Betrachtung der gesamten Prozesskette abhängt und nicht nur vom Preis des RFID-Labels.

## **2 Herausforderungen und anspruchsvolle Produkt-Lösungen**

### **((rfid))-onMetal-Label**

Inzwischen erobern intelligente RFID-Systeme immer weitere Einsatzbereiche. Ein Beispiel dafür sind RFID-Labels auf metallischen Untergründen. Werden solche Labels auf massiven Metalluntergründen eingesetzt, kommt es aufgrund der physikalischen Wechselwirkungen des elektromagnetischen Feldes mit der metallischen Umgebung zu teilweise erheblichen Einschränkungen bei der Lese- und Schreibreichweite. Ein Manko, das inzwischen der Vergangenheit angehört, denn moderne UHF-on-Metal-Labels machen sich die Metallumgebung sogar zunutze: Ihr spezielles Antennendesign arbeitet mit gewollten elektromagnetischen Kopplungen zwischen Label und Untergrund. So wird das Metall selbst zur erweiterten Antenne und sorgt für eine zuverlässige Datenübertragung mit großen Reichweiten.

### **((rfid))-HighTemp-Label**

Völlig neue Möglichkeiten eröffnen ((rfid))-HighTemp-Labels z. B. in der Automobil- und Maschinenbauindustrie. Beispielhaft dafür ist das »Karosserie-Tracking«: Um den Produktionsprozess einer Autokarosserie vom Rohbau bis zur Auslieferung des Fahrzeugs steuern zu können, waren bisher mehrere unterschiedliche Systeme erforderlich. Da sich in der Lackierstraße (»Paint Shop«) viele herkömmliche Identifikationssysteme nicht einsetzen lassen, wurden Produktionsdaten beim Übergang vom Rohbau zur Lackierung bisher von einem Datenträger auf ein anderes System übertragen. Oft wurden dabei teure proprietäre, aktive RFID-Systeme eingesetzt, und zwar meist nicht am Fahrzeug selbst, sondern an einem

Fördersystem (»Skid«). Dieser Medienbruch ist aufwendig, arbeitsintensiv und zudem eine der größten Fehlerquellen beim Tracking. Nachteile, die sich mit innovativen RFID-HighTemp-Labeln ausschalten lassen: Diese Label verbleiben durchgängig auf der Karosserie und sind zudem deutlich günstiger in der Herstellung und Handhabung als alle bisherigen Systeme. Die neuen Hightech-RFID-Label müssen nicht nur auf metallischen Untergründen funktionieren und besonders flach konstruiert sein, sondern auch Temperaturen bis zu 210 °C standhalten und gegenüber den chemischen Bedingungen einer Lackierstraße beständig sein.

### **((rfid))-FlagTags**

Eine geeignete Alternative zum UHF-onMetal-Label sind auch »FlagTags«. Dank ihres speziellen Aufbaus ist eine variable Antennenposition möglich, sie verfügen über eine Reichweite bis zu vier Metern, sind besonders preiswert und flexibel einsetzbar. Die spezielle Konstruktion lässt ebenfalls den Einsatz auf metallischen Flächen zu.

### **((rfid))-Plasto-Label**

Gegen raue Umwelteinflüsse können RFID-Label mit einer Polyurethanharz-Beschichtung geschützt werden. Sie sind damit gegenüber Wettereinflüssen genauso beständig wie gegenüber Feuchtigkeit, Fetten und Schmierölen. Zusätzlich erzielt man einen mechanischen Schutz, z. B. gegenüber Stößen und Schlägen.

### **((rfid))-Windshield-Label**

Speziell auf Glasuntergründen abgestimmte RFID-UHF-Label steuern zum Beispiel die Verladeprozesse nach der Produktion von PKWs. Jedes Fahrzeug wird dafür mit diesem Speziallabel an der Windschutzscheibe ausgestattet. Die besondere Ausführung ermöglicht das Auslesen der Daten während der Fahrt aus mehreren Metern.

### **((rfid))-inMold-Label**

Spezielle Labelausführungen erlauben auch die direkte Integration in Bauteilen bei Kunststoffspritzprozessen (Mehrwegtransportbehälter, Kunststoffgehäuse) oder bei der Produktion von faserverstärkten Karosserieteilen aus Kunststoff. Das RFID-Label wird damit integraler Bestandteil des Bauteils und kann nicht mehr ohne Zerstörung des Bauteils selbst entfernt werden. Zusätzliche Vorteile sind die hohe Beständigkeit des Labels gegenüber Feuchtigkeit (Wasch- und Reinigungsprozesse, Witterung).

### **((rfid))-TamperProof-Label**

Ein weiterer bedeutender Aspekt im Zusammenhang mit der Rückverfolgbarkeit von Produkten ist die zunehmende Notwendigkeit manipulations- und fälschungssicherer Kennzeichnungslösungen. Im Zusammenspiel mit RFID bietet sich ein idealer Ansatz, um Fälschungsschutz und logistische Tracingfunktionen

intelligent miteinander zu verbinden. Die Rückverfolgbarkeit der (Original-) Produkte kann damit angesichts globaler Produktions- und Vertriebswege über die gesamte Distributionskette hinweg gewährleistet werden. Bei hoher Manipulationsgefahr sorgen beispielsweise spezielle Label-Anstanzungen, Klebstoffe und Antennen-Chip-Ausführungen dafür, dass die Funktionalität dieser sog. TamperProof-Label bei jedem Ablöseversuch zerstört wird.

### **3 Typische Applikationen für RFID-Label**

#### **Tracking & Tracing**

Jedes mittels RFID-Label gekennzeichnete Bauteil wird von RFID-Schreib-Lesegeräten an wichtigen Schnittstellen oder Knotenpunkten innerhalb der Logistikkette identifiziert, vom übergeordneten Datennetzwerk erfasst, weiterverarbeitet und ggf. mit zusätzlichen Daten beschrieben. Mit Hilfe dieser auf dem RFID-Tag gespeicherten Daten lassen sich die einzelnen Produktionsschritte effizient durchführen und steuern. Das dezentrale Speichern von Produktionsdaten erhöht die Ausfallsicherheit des Systems, ermöglicht das störungsfreie Aus- und Einschleusen von Bauteilen innerhalb der Fertigungslinie z. B. bei Nacharbeit und senkt daher die Fehlerquote signifikant. Die sequenzielle Bearbeitung in den Produktionsstufen hängt von der Abfrage des Dateninhalts eines RFID-Labels ab: nur wenn das Originalbauteil gemäß Fertigungsplan mit seinen individuellen Daten zweifelsfrei identifiziert wird und die für den nachfolgenden Prozess relevanten Daten verifiziert werden konnten, wird die Anlage für die Weiterbearbeitung freigegeben. Der gezielte Zugriff auf Daten am Bauteil ermöglicht auch, individuelle Systemeinstellungen für den Fertigungsprozess vollautomatisch durchzuführen. RFID-Label können somit ein Fahrzeugleben lang am Bauteil oder an der Karosserie bleiben und ermöglichen damit eine zweifelsfreie Rückverfolgbarkeit auch noch nach Jahren. Das erhöht die Transparenz und Sicherheit für Hersteller und Endkunden gleichermaßen – etwa bei Produkthaftungsfragen. Bei sicherheitsrelevanten Komponenten ist die Rückverfolgbarkeit der Produkthistorie inzwischen sogar vom Gesetzgeber vorgeschrieben. Typische auf einem RFID-Label programmierte Daten betreffen neben den individuellen Produktdaten und einer einzigartigen Identifikationsnummer (»Unique ID«) den Bearbeitungsstatus innerhalb der Produktion, Qualitätsparameter, Fertigungsbedingungen und -zeitpunkt. Selbstverständlich verhindern moderne Verschlüsselungstechnologien dabei jeden nicht legitimierten Zugriff auf vertrauliche Daten.

#### **BMW – Instrumententafel**

##### **Traceability der Instrumententafel im 3-er BMW**

BMW kennzeichnet bereits seit Einführung der aktuellen 3-er Baureihe die Instrumententafel während der Herstellung mit RFID-Labeln. Auf Grund der positiven

Erfahrungen und den nachgewiesenen wirtschaftlichen wie logistischen Vorteilen ist die Realisierung auch für andere Baureihen vorgesehen. Bereits bei der Produktion der sog. Sprühhaut wird das RFID-Label eingeklebt. In allen weiteren Produktionsschritten, Montageprozessen bis hin zum Verbau im Fahrzeug werden auf dem Label Produktions- und Qualitätsdaten abgespeichert. Damit wird eine automatische Steuerung der Prozesse ermöglicht sowie eine durchgängige Dokumentation der Produktionshistorie erzielt. Besonders wichtig ist dies in diesem Zusammenhang für die Dokumentationspflicht von sicherheitsrelevanten Bauteilen (hier: Airbag), für dessen ordnungsgemäße Funktion bestimmte Produktionsschritte zwingend erforderlich sind und einwandfrei durchgeführt werden müssen. Nur bei eindeutiger Verifikation der dafür notwendigen Produktions- und Qualitätsdaten an jeder Identifikationsposition wird der nachfolgende Bearbeitungsprozess freigegeben. Über diesen Nutzen hinaus ermöglicht der Einsatz des RFID-Labels eine offline-fähige Produktion, die durch die dezentrale Datenerhaltung am Bauteil selbst beispielsweise Nacharbeit und Aus- bzw. Einschleusen von einzelnen Bauteilen ohne störende Beeinflussung des Fertigungsprozesses zulässt.

## **Ford – Outbound-Logistik**

### **Fahrzeug-Tracking bei der Auslieferung**

Um die Fahrzeuge auftragsgesteuert von der Montagelinie zur vorgesehenen Verladestation zu dirigieren, werden RFID-Label automatisch auf die Seitenscheiben der Fahrzeuge aufgebracht. Hierbei erfolgt die Verknüpfung mit den bereits am Fahrzeug befindlichen individuellen Daten eines Barcodes. Auf den RFID-Tags werden neben dem der Fahrzeug-Identifikationsnummer auftragsspezifische Daten gespeichert, die eine eindeutige Zuordnung der Fahrzeuge zum Bestimmungsort ermöglichen. Noch in der Montagelinie werden verschiedene Qualitätsprüfungen (z. B. Dichtigkeitsprüfung) über RFID gesteuert. Vorteilhaft ist, dass in dieser Phase noch notwendige Veränderungen in der Logistik über das Back-End eingesteuert werden können. Beim Verlassen der Werkshalle erfolgen automatische Prüfungen der Dateninhalte während der Fahrt. Die erzielbaren Lesereichweiten von etwa 2 m erlauben den Fahrern die Signalisierung der vorgesehenen Park- bzw. Verladeposition im Vorbeifahren. Durch stationäre Lesesysteme werden die möglichen Fahrstrecken überwacht und erlauben die Datenaktualisierung in Echtzeit. Neben der Minimierung bisher nötiger manueller Scan-Vorgänge wird die Transparenz der Auslieferung erhöht: Fahrzeugpositionen können jederzeit abgerufen werden, was eine Optimierung der Durchlaufzeiten ermöglicht. Gleichzeitig sind Kostenreduzierungen durch höhere Produktivität und gesunkene Quote fehlgeleiteter Fahrzeuge erzielbar.

# RFID und Mittelstand – ein Überblick über die RFID-Technologie und geltende Standards

*Daniel Büth*

## **Kurzfassung**

Der folgende Artikel liefert eine kurze Übersicht über die derzeit weltweit verfügbaren RFID Frequenzbänder. Es wird ein kurzer Überblick über den augenblicklichen Stand der RFID Technik geliefert und Beispiele für verschiedene Applikationen aufgezeigt. Den Schwerpunkt des Artikels bildet das Thema RFID Standardisierung. Es wird eine Unterscheidung zwischen verpflichtenden Standards wie Funkvorschriften und freiwilligen Standards, wie beispielsweise Luftschnittstellenstandards getroffen. Der Artikel zeigt die relevantesten Standards in den jeweiligen Kategorien auf und zeigt einen kurzen Ausblick und zukünftige Herausforderungen.

## **Abstract**

The following article gives a short overview over the different RFID frequency bands which are available all over the world. The actual state of the art of RFID technology is shown as well as different applications for the different frequency bands. The main topic of the article is RFID standardisation. The report makes differentiation between compulsive standards like radio regulations and volunteer standards like air interface standards. The article names the most important standards in the different categories and shows a short forecast for future requirements and tasks.

## **Keywords**

Frequenzbänder; verpflichtende Standards; Funkvorschriften; freiwillige Standards; Luftschnittstellen

## **1 RFID und verwendete Frequenzen**

RFID ist eine Zukunftstechnologie, welche immer weitere Verbreitung und Anerkennung findet. Oftmals werden RFID Systeme zum Tracken und Tracen von verschiedenen Gegenständen und als Check-In/Check-Out Lösung auf Lagerplätzen und in Verleihsystemen verwendet. Neben diesen klassischen Applikationen bietet die Technologie eine Vielzahl weiterer Anwendungsmöglichkeiten, so dass ein breites Anwendungsspektrum vorhanden ist. Derzeit sind RFID Systeme für verschiedene Arbeitsfrequenzen verfügbar:

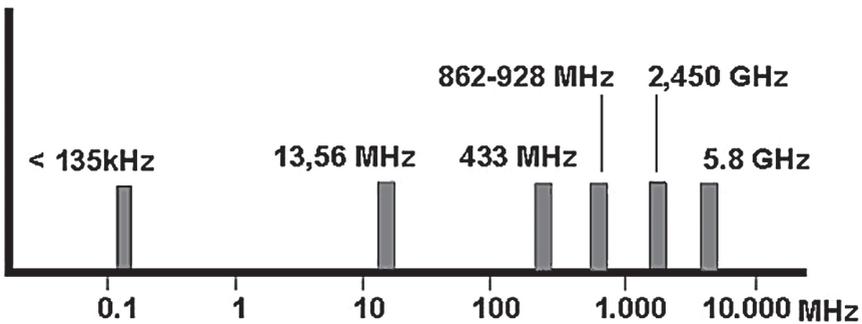


Abb. 1: RFID Frequenzbänder

Die verwendete Arbeitsfrequenz des Systems ist abhängig von den Anforderungen der Applikation. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die benötigte Lesereichweite. 13,56 MHz HF Systeme finden überwiegend Anwendung in Verleihsystemen wie Bibliotheken oder in Zugangskontrollsystemen, wie der Ticketkontrolle. Da hier der Transponder sehr dicht an das Lesegerät, bzw. die Leseantenne herangebracht werden kann, sind nur kurze Lesereichweiten bis zu maximal 1m notwendig. UHF Systeme (862-928MHz) werden hingegen überwiegend für das Warenflussmanagement in der Logistik angewandt. Hier werden, z. B. beim Verladen von Paletten, Lesereichweiten von bis zu mehreren Metern benötigt.

Speziell im UHF Frequenzbereich ist die Technologie augenblicklich vor entscheidende Herausforderungen gestellt. Eine besondere Herausforderung besteht darin, dass es für diesen Frequenzbereich keine weltweit einheitlichen Frequenzregularien gibt, wie es in den anderen Bändern der Fall ist. So ist in Europa der Frequenzbereich von 865-868 MHz für RFID Applikationen reserviert, während hingegen in den USA der Bereich von 902-928 MHz genutzt wird. Hinzu kommen eine Vielzahl davon abweichender Frequenzen auf dem asiatischen Markt. Dies stellt Reader- und Taghersteller vor die Aufgabe, Geräte und Transponder speziell für den jeweiligen Frequenzbereich fertigen zu müssen.

## 2 Stand der Entwicklung von Standards

Eine Vielzahl von neuen Möglichkeiten wird durch die rasante Entwicklung des Marktes erschlossen. Ständige Verbesserungen der verfügbaren Hardware tragen zu einer höheren Leserate und Reichweite bei. Neu entwickelte Transponder verfügen ebenfalls über verbesserte Eigenschaften, die z. B. die Montage auf kritischen Materialien, wie Metall oder Flüssigkeiten ermöglichen. Dazu bieten Transponder auf dem heutigen Stand der Technik mehr Speichermöglichkeiten, so dass eine Vielzahl von Informationen auf einem Tag gespeichert werden kann. Dies können z. B. Herstellerinformationen, Wartungsprotokolle oder allgemeine

Informationen zu dem jeweiligen Artikel oder zu einer mit diesem Gegenstand verknüpften Person oder Sache sein. Die auf dem Tag gespeicherten Informationen können vom Anwender individuell auf den Transponder geschrieben, abgerufen und gelöscht werden. Von großer Bedeutung ist ebenfalls die Implementierung von verschiedener Sensorik in die Transponder, durch die sich ebenfalls eine Vielzahl neuer Anwendungsmöglichkeiten ergibt. So kann damit z. B. überprüft werden, ob während des Transports von Gegenständen der Artikel extremen Belastungen (z. B. Stöße, Luftfeuchtigkeit, Temperatur) ausgesetzt war, oder ob die Kühlkette bei verderblichen Produkten auf dem Weg vom Hersteller zum Endkunden unterbrochen wurde.

Auf dem Gebiet der RFID Technologie laufen zurzeit eine Vielzahl verschiedener Standardisierungsaktivitäten. Grundsätzlich lassen sich Standards in zwei verschiedene Hauptkategorien gliedern. Dies sind verpflichtende Standards und freiwillige Standards. Zu den verpflichtenden Standards zählen Funkvorschriften, sowie Standards bezüglich elektromagnetischer Felder. Freiwillige Standards beschreiben beispielsweise die Kommunikation über die Luftschnittstelle, legen Datenprotokolle fest, definieren Test- und Prüfmethode, oder beschreiben spezifische Applikationen im Detail.

**Funkvorschriften** gelten für die Kommunikation zwischen Readern und Transpondern und haben daher wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung des Systems. Derzeit gültige Funkvorschriften werden von ETSI (European Telecommunications Standards Institute) entwickelt. ETSI ist offiziell verantwortlich für die Entwicklung von Standards im ICT (Information and Communication Technologies) Bereich in Europa. Die mehr als 700 Mitglieder der Organisation stammen aus der ganzen Welt und kommen aus verschiedenen Branchen und Sektoren. Dies sind beispielsweise Hersteller, Service Provider, Forschungseinrichtungen und Endkunden. Auf Grund dieser Zusammensetzung sind die entwickelten Standards sehr eng an den Bedürfnissen des Marktes orientiert. Funkvorschriften zählen zur Kategorie der verpflichtenden Standards. Derzeit sind folgende Funkvorschriften in Europa gültig:

- ETSI EN 300 220 - Funkparameter 25 MHz - 1000 MHz
- ETSI EN 300 330 - Funkparameter 9 kHz - 30 MHz
- ETSI EN 300 440 - Funkparameter 1 GHz - 40 GHz
- ETSI EN 302 208 - Funkparameter 865 - 868 MHz

Eine überarbeitete Version des Standards EN 302 208 wurde im Jahr 2008 veröffentlicht und ermöglicht den Einsatz von passiven Transpondern im Frequenzbereich von 865 – 868 MHz, dem so genannten UHF-Band. In diesem Standard werden die Anforderungen zur optimalen Ausnutzung der vorhandenen Frequenzen beschrieben. Beispielsweise wird eine maximale Sendeleistung von 2 W ERP (= Effective Radiated Power) spezifiziert. Die Vorschrift gilt sowohl für fest installierte als auch mobile Reader. Weiterhin können sowohl interne als auch externe Antennen benutzt werden.

Der Standard sieht vor, dass in dem verfügbaren Spektrum vier Sendekanäle mit einer Kanalbandbreite von 200 kHz zur Verfügung stehen.

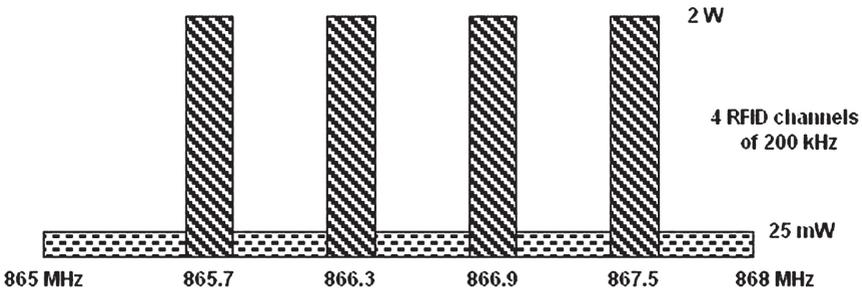


Abb. 2: UHF-Kanalordnung

Zwischen den einzelnen Kanälen ist ein Schutzband von 600 KHz angesiedelt. Dieses Band ist reserviert für die Tagantwort. Dadurch ist der Betrieb von mehr als einem Reader pro Kanal im Dense Reader Mode möglich. Die Tagantwort wird durch eine Zwischenfrequenz in die benachbarten Kanäle verschoben und interferiert dadurch nicht mit den von anderen Readern ausgesendeten Informationen. Somit ist nun der Aufbau von großen UHF RFID Installationen und Systemen mit beliebig vielen Readern auf engstem Raum möglich.

Die bedeutendsten Standards, welche sich mit der Thematik der **elektromagnetischen Felder** befassen sind im Folgenden gelistet:

- ICNIRP Guidelines - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
- EC Directive 1999/519/EC
- EN 50364
- EN 50357

Diese Standards beschäftigen sich im Wesentlichen mit verschiedenen gesundheitlichen Aspekten. So werden unter anderem Sicherheitsvorkehrungen beschrieben, welche für den Betrieb von Funksystemen notwendig sind. Dies beinhaltet beispielsweise Mindestabstände zwischen einer Person und einer aktiven Antenne. Des Weiteren werden Grenzwerte für die maximale Abstrahlung und die zulässige Feldstärke eines Systems definiert. Ebenfalls sind in diesen Standards Prüfmethoden zur Einhaltung der Grenzwerte vorgesehen.

Die bedeutendsten Organisationen, welche sich mit der Erstellung und Veröffentlichung von freiwilligen Standards beschäftigen sind ISO und EPCglobal. ISO (International Standardisation Organisation) ist eine der weltweit größten Standardisierungsorganisationen. Der Hauptsitz der Organisation befindet sich in Genf (Schweiz). Der Schwerpunkt der Standardisierungsaktivitäten liegt im Bereich der technischen Standards. ISO Standards sind weltweit bekannt und akzeptiert. Die veröffentlichten Standards werden von nahezu allen User Gruppen

angewandt. ISO Standards werden mit dem Ziel veröffentlicht, die Entwicklung, Herstellung und Verteilung von Gütern und Dienstleistungen effizienter und sicherer zu gestalten. Ebenfalls zielen sie darauf ab, den Handel zwischen verschiedenen Ländern einfacher und fairer zu machen und Regierungen eine technische Grundlage zur Gesetzgebung zu bieten.

EPCglobal ist eine von der Industrie getriebene Standardisierungsorganisation. Schwerpunkt der Arbeiten sind von den Bedürfnissen der Industrie getriebene Standards rund um den Electronic Product Code mit dem Ziel, eine höhere Transparenz und Effizienz in der gesamten Supply Chain zu schaffen. Des Weiteren sollen eine höhere Qualität des Informationsflusses zwischen verschiedenen Unternehmen und ihren Handelspartnern ermöglicht werden. EPCglobal wurde im Oktober 2003 als Nachfolgeunternehmen des MIT Auto-ID Centre, dem ursprünglichen Erfinder der EPC Technologie, gegründet. EPCglobal verwaltet das EPC Netzwerk und spezifiziert Standards auf dem Gebiet der Luftschnittstellen, Testprozeduren, Datenschnittstellen und Informationsdienste.

**Freiwillige RFID-Standards** können im Wesentlichen in vier verschiedene Kategorien unterteilt werden: Luftschnittstellen, Testmethoden, Datenprotokolle und Anwendungsstandards. Für verschiedene Nutzer der RFID Technologie, wie beispielsweise Endanwender, Systemintegratoren, Softwarehersteller, Readerhersteller und Transponderhersteller sind jeweils bestimmte Standards relevant.

Anwendung der Standards unterteilt nach Usergruppen	
Endanwender	Auswahl der Luftschnittstellen
	Ggf. Auswahl der Datenprotokolle
Systemintegrator, Anwendungsprogrammierer	Implementierung der Datenprotokolle
	Berücksichtigung der Anwendungsstandards und Einsatzempfehlungen
Readerhersteller	Implementierung der Luftschnittstellen
	Implementierung der Datenprotokolle
	Anwendung der entsprechenden Testmethoden
Hersteller von Transponder-ICs	Implementierung Luftschnittstellen
	Anwendung der entsprechenden Testmethoden

Tab. 1: Anwender der Standards

Im Bereich der freiwilligen Standards kommt eine besondere Bedeutung der Definition der Luftschnittstelle zu. Durch ein einheitliches Protokoll wird der weltweite Einsatz der Technologie ermöglicht und die Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen an unterschiedlichen Standorten gesichert. Der

bedeutendste Luftschnittstellenstandard ist der ISO 18000 Standard mit seinen verschiedenen Teilen:

- ISO/IEC 18000-1:2008 – Referenz-Architektur und Parameterbeschreibung
- ISO/IEC 18000-2:2004 – Frequenzen unterhalb 135 kHz
- ISO/IEC 18000-3:2008 – 13.56 MHz
- ISO/IEC 18000-4:2008 – 2.45 GHz
- ISO/IEC 18000-6:2004 – 860-960 MHz, Typ A, B und C
- ISO/IEC 18000-7:2008 – 433 MHz

Von enormer Bedeutung für Applikationen im UHF Band ist der EPCglobal Standard *Class1 Generation2 UHF RFID Protocol for Communications at 860 MHz ... 960 MHz*. Der Standard ist bekannt als der Gen2 Standard. Er definiert die physikalischen und logischen Anforderungen an ein passives Transpondersystem mit einer Betriebsfrequenz zwischen 860 MHz und 960 MHz. Der Standard ist absolut konform mit dem ISO Standard 18000-6c.

### 3 Ausblick

Eine der wichtigsten Aufgaben für die Zukunft wird die Entwicklung von geeigneten Sicherheitsstandards sein. Hier gilt es noch eindeutig zu klären, wie Daten, speziell personenbezogene Daten, auf einem Chip gespeichert und gegen unautorisierten Zugriff geschützt werden können. Gleiches gilt für die Übertragung der Daten über die Luftschnittstelle und die anschließende Verarbeitung der Daten durch das System. Eine eindeutige Regelung wird zu einer noch höheren Akzeptanz der Technologie in der Bevölkerung beitragen.

### Quellen

- Finkenzeller (2002). »RFID-Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten«, Carl Hanser Verlag, ISBN 3-446-22071-2
- Walk, Büth, Desch, Rödiger, Gauby, Neubauer (2008). »Final Report Work package 3 – RFID Standards and Radio Regulations«
- Wolfram, Gampl, Gabriel (2008). »The RFID Roadmap: The next Steps for Europe«, Springer Verlag, ISBN 978-3-540-71018-9

# RFID-Technologie in der Logistik

*Claudia Kehrmann, Sebastian Krautz*

## **Kurzfassung**

RFID gestützte Systeme ermöglichen in der Logistik Prozessautomatisierung, Steigerung der Informationstransparenz und Prozessoptimierung. RFID selbst stellt lediglich eine Technologie dar. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Wahl der richtigen Hardware- und Softwarekomponenten. Integriert man diese sinnvoll in die Unternehmensprozesse, so kann die Wirtschaftlichkeit deutlich erhöht werden. In keiner anderen Branche ist der Einsatz von RFID so weit fortgeschritten wie in der Logistik. Die Vorteile liegen hier in der automatisierten Unterstützung der Verfolgung des Warenbestandes und der Objektbewegungen, der Kommissionierung und der Warenübergabe zwischen Versender und Empfänger. Die Auswahl an RFID-Transpondern ist groß. Dabei spielen Frequenz, Transponderform, Antennenstrukturen und verarbeitete Materialien eine entscheidende Rolle. Der Beitrag gibt einen technischen Überblick über den RFID-Einsatz in der Logistik.

## **Abstract**

In the logistics RFID based systems enable companies to automate their business processes, to improve the transparency of information and therefore to optimize the company's processes. The RFID technology itself is merely a technology. It is important to employ the right hardware and software components. By integrating them expediently in the business processes, the profitability can increase considerably. There is no other branch in which the application of RFID is more talked about than the logistics. Additional benefits lie in the automated support of tracing inventory and object movement, the collating and the delivery of goods. There is a sizable assortment of RFID transponders, offered by different manufacturers. They differ in frequency and form as well as the structure of the antenna component and the used materials. The article gives a technical overview of RFID used in logistics.

## **Keywords**

Prozessautomatisierung, Prozessoptimierung, Logistik, Auto-ID, Pulkerfassung

## **1 RFID Einsatzgebiete in der Logistik**

Die Radiofrequenz-Identifikation – kurz RFID – ist wie der Barcode eine Auto-Identifikations-Technologie (Auto-ID). Sie ermöglicht es, automatisch Objekte berührungslos und ohne Sichtkontakt zu identifizieren. Ein RFID-System setzt sich zusammen aus:

- einem Datenträger, dem so genannten Transponder,
- einem Schreib-/Lesegerät, welches sowohl mobil als auch stationär sein kann, und
- der entsprechenden Software zur Auswertung.

Der Begriff »Transponder« setzt sich aus den Teilen transmitter (Sender) und responder (Empfänger) zusammen. Transponder können mit individuellen Daten beschrieben und gelesen werden. Die Übertragung von Daten zwischen Transponder und Lesegerät erfolgt mittels Funktechnik oder induktiver Kopplung. Im Vergleich zum Barcode bietet RFID Vorteile wie den berührungslosen Datenaustausch, d. h. dass kein Sichtkontakt von Objekt und Lesegerät notwendig ist. Ebenso sind die Wiederbeschreibbarkeit der Transponder sowie die Pulkerfassung (das Erfassen mehrerer Datenträger gleichzeitig) Vorteile von RFID.

RFID gestützte Systeme unterstützen in der Logistik die Transportabwicklung (z. B. Transportbelege ohne Medienbruch), Lagerwirtschaft (z. B. schnelle fehlerfreie Warenübergabe), Bestandsmanagement (einfacher schneller Zugriff), Auftragsabwicklung (automatisierte Dokumentation), Transportplanung (flexible Routenplanung) (Ehmer, P., Heng, S. und Heymann, E., 2008).

Transponder	Frequenzbereich	Branchen	Einsatzbereiche Logistik	Vorteile	
NF (passiv)	125 kHz	Logistik, Tourismus, Handel, Industrie	Zugangskontrolle, Zeiterfassung	Diverse Bauformen, keine Absorption durch Flüssigkeiten, lange Lesbarkeit der Daten, hohe Temperaturtoleranz	
NF (passiv)	134 kHz	Logistik, Tourismus, Handel, Industrie	Zugangskontrolle, Zeiterfassung		
HF (passiv)	13,56 MHz	Logistik, Tourismus, Handel, Industrie	Warenkennzeichnung, Lagerverwaltung, Diebstahlschutz, Verfolgung innerhalb der Lieferkette (Paletten, Einzelprodukte)	Antikollisionstechnik, geringe Abschirmung durch Flüssigkeiten, Standardisierte Frequenz nach ISO	
UHF (passiv)	868 MHz	Industrielle Produktion, Verkehrs telematik, Handel, Logistik	Diebstahlschutz, Lagerverwaltung, Behältermanagement, Verfolgung innerhalb der Lieferkette (Paletten, Einzelprodukte)	Hohe Reichweite, Verwendung von Antenne macht viele Bauformen möglich, hohe Übertragungsraten, gleichzeitige Erfassung von bis zu 600 Transpondern	
UHF (aktiv)	868 MHz	Industrielle Produktion, Verkehrs telematik, Automotive	Palettenverfolgung, Verfolgung hochwertiger Produkte	Sehr hohe Reichweite, hohe Übertragungsrate, lange Haltbarkeit	
Mikrowelle (aktiv)	2,45 GHz	Mautsysteme Automotive		Antennen können gerichtet werden, hohe Temperaturfestigkeit, sehr hohe Speicherkapazität, einfache Antennenkonstruktionen möglich, hohe Übertragungsraten	
Mikrowelle (aktiv)	5,4 GHz	Mautsysteme Automotive			

Tab. 2: Transponder, Quelle: TFH Wildau

## 2 Frequenzbereiche und Transpondertypen

Die verschiedenen Transpondertypen lassen sich anhand ihrer Frequenzbereiche gruppieren. Da kein bestimmter Frequenzbereich vorgeschrieben ist, haben sich verschiedene nationale und internationale Lösungen entwickelt.

Frequenzbereich	RFID Sendefrequenzen	Art des Transponders
NF (Niederfrequenz)	100 kHz bis 135 kHz	passiv
HF (Hochfrequenz)	13,56 MHz	vorwiegend passiv
UHF (Ultrahochfrequenz)	865 MHz bis 869 MHz	passiv, semi-passiv, aktiv, semi-aktiv
Mikrowellenband	2,4 GHz und 5,8 GHz	Aktiv, semi-aktiv

Tab. 1: Typische Sendefrequenzen RFID in Europa, Quelle: Forschungsinst. f. Telekommunikation

Passive Transponder haben keine eigene Energieversorgung. Sie werden aktiviert, wenn Sie sich im Erfassungsbereich des zugehörigen Schreib-/Leseegeräts befinden. Aktive Transponder sind mit einer eigenen Energiequelle ausgestattet und haben deswegen höhere Leistungsparameter, wie z. B. eine deutlich erweiterte Reichweiten sowie eine geringere Störnempfindlichkeit. Die höhere Leistung

	Nachteile	Eigenschaften		
		Übertragungsart	Reichweite (m)	Häufigste Formen
	Geringe Reichweite, Ausrichtung der Transponder beim Auslesen von Relevanz, geringe Datenraten, bedingte Beeinflussung durch Metall	Induktive Kopplung	bis 0,2 m	Chipkarte oder Plastikmarken
			bis 0,5 m	Chipkarte oder Plastikmarken
	Ausrichtung der Transponder beim Auslesen von Relevanz, starke Beeinflussung durch Metall	Induktive Kopplung	bis 1,5 m	Chipkarte oder Smart-Label
	Frequenzbereich weltweit nicht einheitlich, hohe Absorbtiionsrate durch Flüssigkeiten, Entstehung von Leselöchern	Elektromagnetische Wellen	bis 4 m	Klebeetikett
	Frequenzbereich weltweit nicht einheitlich	Elektromagnetische Wellen	bis 100 m	RFID Komponente mit Plastikgehäuse
	Keine Transponder ohne eigene Energieversorgung, hohe Absorbtiionsrate durch Flüssigkeiten, Störanfälligkeit durch andere Funktechnologien	Mikrowelle	bis 100 m	RFID Komponente mit Plastikgehäuse
		Mikrowelle	bis 300 m	RFID Komponente mit Plastikgehäuse

zieht bei den aktiven Transpondern jedoch auch höhere Produktionskosten nach sich. Deshalb werden sie vorrangig bei der industriellen Produktion genutzt, wo sie über einen längeren Zeitraum bzw. mehrfach eingesetzt werden können. In der Logistik werden Transponder häufig auf der Umverpackung aufgebracht und somit nur einmal verwendet. Deswegen steht gegenwärtig in der Logistik aus Kostengründen der Einsatz passiver Transponder im Vordergrund.

Die gängigsten Frequenzbereiche (Quelle: Bundesnetzagentur), die in der Logistik zum Einsatz kommen, sind in der Tabelle grau hinterlegt. Der LF- sowie der HF-Bereich haben aufgrund des benutzten physikalischen Prinzips der induktiven Kopplung nur eine begrenzte Sendereichweite von bis zu 50 cm. Der UHF-Bereich hingegen erweitert durch die Anwendung des Backscatter-Prinzips und die verwendete Nahfeld-Funktechnik die Reichweite des Systems erheblich, in speziellen Fällen sogar bis zu 100 Meter. Die häufigsten Einsatzbereiche für RFID in der Logistik liegen im HF (13,56 MHz) oder UHF(868 MHz)-Bereich.

### 3 Technische Randbedingungen beim Transpondereinsatz

Um die Implementierung verschiedener RFID-Systeme zu unterstützen, wurden im RFID-Labor der TFH Wildau Tests durchgeführt. Getestet wurden u. a. Lesereichweiten, versetzte Lage, Verhalten gegenüber Störstoffen und elektromagnetische Verträglichkeit. Nachfolgend einige Ergebnisse, welche die Bandbreiten der technischen Parameter zeigen.

#### 3.1 Test Lesereichweiten HF und UHF

Um die Lesereichweiten der einzelnen Transponder zu testen, wurde das entsprechende Lesegerät an einer festen Position montiert. Der Transponder wird an einer beweglichen Vorrichtung befestigt und dann in vorher definierten Schrittweiten vom Lesegerät entfernt. Zwischen Lesegerät und zu testendem Transponder befinden sich hierbei keine Störstoffe.

	HF	UHF
Reichweite	35 cm	600 cm

Durch die unterschiedlichen Reichweiten eignen sich die Transponder der einzelnen Frequenzbereiche für verschiedene Einsatzgebiete. Der HF-Bereich ist geeignet, um einzelne oder wenige Objekte zu erfassen, beispielsweise ein Buch in der Ausleihe. Der UHF-Bereich hingegen kann für die Erfassung von ganzen Paletten und den darin befindlichen Einzelobjekten beim Passieren eines Tores genutzt werden.

#### 3.2 Test Versetzte Lage HF und UHF

Bei diesem Test wurden wie bei der Erkennung der Lesereichweiten Transponder und Lesegerät an den jeweiligen Vorrichtungen befestigt. Danach werden die

Transponder in 45, 60 und 90 Grad zum Lesegerät ausgerichtet. Anschließend wurden die Transponder in definierten Schrittweiten vom Lesegerät entfernt.

Ausrichtung	HF	UHF
45°	32,5 cm	390 cm
60°	23,5 cm	390 cm
90°	Nicht erkannt	390 cm

An den Ergebnissen folgt, dass die Reichweite der HF-Transponder bei zunehmendem Winkel stark abnimmt. Daher sind HF-Transponder in Bereichen einzusetzen, in denen der Transponder oder das Lesegerät genau ausgerichtet werden können. Bei UHF muss lediglich beachtet werden, dass die Reichweite bei einer versetzten Lage reduziert ist, grundsätzlich jedoch vom Winkel weitgehend unabhängig ist.

### 3.3 Test Störstoffe HF und UHF

Dieser Test soll zeigen, wie sich die Transponder verhalten, wenn zwischen ihnen und den Lesegeräten Stoffe befinden, die die Übertragung stören könnten. Dafür wurden nach einander verschiedene Stoffe in das Feld zwischen Transponder und Lesegerät eingebracht.

Störstoff	HF	UHF
Papier	Erkannt	Erkannt
Folie	Erkannt	Erkannt
Karton	Erkannt	Erkannt
Alufolie	Nicht erkannt	Nicht erkannt

Für den praktischen Einsatz bedeutet das, dass einfache Störstoffe keinen Einfluss auf die Erfassungsreichweiten haben. Zu beachten ist, dass metallische Stoffe die Erkennung von Transpondern verhindern, daher werden zum Beispiel Transponder in Metallboxen nicht erkannt.

### 3.4 Test Elektromagnetische Verträglichkeit HF und UHF

Unter elektromagnetischer Verträglichkeit versteht man, wie sich die Erfassung von Transpondern verändert, wenn man elektronische Geräte ins Feld bringt.

	HF	UHF
Erfassung	Ja (20 cm)	Ja (100 cm)

Es ist festzustellen, dass hochfrequente Geräte wie Radios oder Handys die Erkennung von Transpondern nicht beeinflussen, jedoch die Lesereichweiten reduzieren. Das heißt, es ist grundsätzlich kein Problem RFID in einem Umfeld einzusetzen, in dem beispielsweise WLAN vorhanden ist.

## 4 Fazit

RFID ist eine in der Logistik erfolgreich erprobte Basistechnologie zur Objektidentifikation. Erst deren sinnvolle Integration in die Prozesse eines Unternehmens steigert Effizienz, Prozessqualität und somit die Wirtschaftlichkeit. RFID eröffnet gegenüber der Barcodetechnologie durch die Verwendung von Funktechnologien und wiederbeschreibbaren Medien neue Möglichkeiten bei der Automatisierung von Unternehmensprozessen. Die Einsatzgebiete sowie der Einsatzumfang von RFID werden größer. Während der Umsatz durch RFID in Deutschland in den Jahren 2006 bis 2016 um ca. 19 Prozent pro Jahr steigen soll, wird weltweit sogar mit Zuwachsraten von 25 Prozent pro Jahr gerechnet (Heng, 2008).

Weltweit befassen sich zahlreiche Unternehmen mit der RFID-Technologie. Die gegenwärtige Zielsetzung von Logistikdienstleistern ist es, zusätzliche Mehrwertdienste bei gleichzeitiger Kostensenkung anzubieten. Dies macht es erforderlich, den Material-, Daten- und Informationsfluss enger miteinander zu verknüpfen. Die RFID-Technologie kann hierbei ein wichtiges Hilfsmittel sein. So werden heute beispielsweise bereits jährlich 1,3 Mio. Warenpaletten weltweit mit RFID ausgestattet (Ehmer, P., Heng, S. und Heymann, E., 2008).

Die technischen Anforderungen bei der Umsetzung von RFID-Projekten sind jedoch deutlich höher als beim Barcode. Dies beeinflusst auch die Kosten für die Einführung der RFID-Technologie. Die Relation zwischen Kosten und Erträgen beschränkt gegenwärtig den Einsatz in der Logistik meist auf größere Transporteinheiten und hochwertige Produkte (Ehmer, P., Heng, S. und Heymann, E., 2008). Deshalb sollte bei der Planung von RFID-Projekten eine vorhergehende technische Evaluierung der geplanten Systeme und eine fachlich-technisch orientierte Einsatzunterstützung vorgenommen werden.

## Quellen

- TFH Wildau(2007). Projekt »PrintChain – Implementierung eines RFID-Standards in der Druckerzeugnis-Logistikkette«
- FTK Forschungsinstitut für Telekommunikation. »Grundlagen der RFID-Technologie«, RFID Support Center der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. – Institut Materialfluss und Logistik
- Bundesnetzagentur (2008). »Frequenzzuordnung«
- Heng, S. (2008). »RFID-Vehikel für den effizienten Datenaustausch«, Deutsche Bank Research, Frankfurt am Main
- Heng, S. (2006). »RFID-Funkchips Zukunftstechnologie in aller Munde«, Deutsche Bank Research, Frankfurt am Main
- Ehmer, P., Heng, S. und Heymann, E. (2008). »Logistik in Deutschland: Wachstumsbranche in turbulenten Zeiten«, Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 432. Frankfurt am Main

# Automatische Lokalisierung und Identifikation von Transportbehältern – Auf dem Weg zu Prozesstransparenz und Null-Suchzeiten

*Uwe Meinberg, Paul Koch, Jens Trebus*

## **Kurzfassung**

Materialflüsse sind nur durch vollständige und synchronisierte Informationsflüsse beherrschbar. Die notwendigen Voraussetzungen hierfür stellen die sichere und eindeutige Lokalisierung und die Identifikation der Transportbehälter dar. Dieser Artikel stellt ein technisches System, bestehend aus einer Echtzeit-Ortungskomponente und einer RFID-basierten Identifikationskomponente, für den Einsatz in industriellen Fertigungsbereichen vor. Das Flurförderzeug dient als mobiles Gate, welches permanent lokalisiert wird. Die vorgestellte Lösung überzeugt durch hohe Anpassbarkeit an bestehende Infrastrukturen. Darüber hinaus funktioniert das System auch in metallischen Industrieumgebungen problemlos.

## **Abstract**

Material flows can be controlled only by complete as well as synchronized information flows. For this purpose, the essential preconditions are both robust object localization and unambiguous identification of the transport containers. This paper describes a technical system dedicated for any industrial production area. It is composed of both a real time locating component as well as a RFID based identification component. The ground conveyor serves as a mobile gate, which is localized constantly. The presented solution convinces by high adaptability according to existing industrial infrastructures. Moreover, it works without difficulties in any metallic environment.

## **Keywords**

Tracking and Tracing System; RFID; Echtzeit-Ortung; Lokalisierung und Identifikation; Null-Suchzeiten

## **1 Motivation**

Ständig steigender Kostendruck in der Wirtschaft zwingt zur permanenten Überprüfung der intralogistischen Abläufe in den Unternehmen. Ziel dieser Aktivitäten ist eine ganzheitliche Optimierung aller Betriebsabläufe. Dabei stehen bei der Planung von Transportleitsystemen neben der Optimierung des Lagers auch mögliche Anforderungen der Zukunft und Fragen der Chargenverfolgung,

beispielsweise aufgrund von Kundenforderungen oder gesetzlicher Rückverfolgbarkeit, im Vordergrund. Diese Trends führen dazu, dass sich inzwischen nicht mehr allein große Unternehmen mit der Optimierung der Intralogistik beschäftigen, sondern zunehmend auch kleine und mittelständische Unternehmen (KMU).

Betrachtet man die Situation speziell in den Fertigungsbereichen von KMU der metallverarbeitenden Industrie, so stellt man fest, dass sehr oft Halb- und Fertigerzeugnisse je nach Größe in Transportbehältern (z. B. Gitterboxen) oder auf Holzpaletten transportiert werden. In der Nähe der Arbeitsstationen sind viele kleine Lagerbereiche (als Puffer- oder Zwischenlager) für die Behälter eingerichtet.

Diese Zwischenlager haben zumeist die Organisationsform eines Bodenplatzlagers und kommen vor allem in Unternehmen mit geringem Sortiment und großen Ladeeinheiten zum Einsatz. Speziell für KMU hat dieser Lagertyp einige wichtige Vorteile. Hierzu gehören unter anderen die geringen Investitionskosten im Vergleich zu anderen Lagertypen sowie die Möglichkeit der flexiblen Lagerortzuweisung und ein hoher Flächen- und Raumnutzungsgrad. Dem stehen jedoch Nachteile, wie z. B. fehlender Einzelzugriff, Verletzung des FIFO-Prinzips bei kombinierter Ein- und Auslagerung sowie häufige Umlagerungen gegenüber (Gudehus, T. 2005).

Wenn es sich auch um die denkbar einfachste Art der Lagerung handelt, bildet die Bodenplatzlagerung ohne Regale nach wie vor eine hochflexible und kostenminimale Möglichkeit Transportbehälter zu lagern. Die flexible Lagerung im Bodenlager geht häufig mit dem Prinzip der chaotischen Lagerhaltung einher. Um bei der willkürlichen Zuordnung von Lagerplätzen die Übersicht nicht zu verlieren, ist es erforderlich, die Standorte der einzelnen Transportbehälter zu dokumentieren. In der Realität erfolgt diese Dokumentation, wenn überhaupt, nur mit unzureichender Genauigkeit oder mit hohem manuellem Aufwand für die Mitarbeiter.

Resultierend treten unterschiedlich schwerwiegende Probleme in der Produktionslogistik auf: Mitarbeiter suchen zu lange und unsystematisch in Bodenblocklagerbereichen nach Transportbehältern, aktuelle Fertigungsstände der Aufträge sind nicht genau abrufbar und an Kunden können daher keine genauen Liefertermine kommuniziert werden. Eine detaillierte (Rück-)Verfolgung von Fertigungsaufträgen ist langwierig und nur mit unwirtschaftlichem Aufwand möglich.

### **1.1 Prozesstransparenz als intralogistische Anforderung**

Materialflüsse sind nur durch vollständige und synchronisierte Informationsflüsse beherrschbar. Eine hohe Transparenz der Prozesse in Materialfluss und Lager bildet die entsprechende Grundlage für eine Optimierung der Intralogistik und somit für einen effizienten Lagerbetrieb. Prozesstransparenz bedeutet, dass im Idealfall der Aufenthaltsort eines jeden Transportbehälters zu jeder Zeit bekannt ist und sein Weg entlang der einzelnen Prozessschritte verfolgt werden kann.

Hierzu ist es zunächst einmal notwendig, dass die Transportbehälter eindeutig identifizierbar und genau ortbar sein müssen – entweder direkt oder indirekt über die Position des Flurförderzeuges. Die notwendigen Voraussetzungen für transparente und synchronisierte Material- und Informationsflüsse stellen folglich die sichere und eindeutige Lokalisierung und die Identifikation der Objekte dar. Mit Hilfe dieser Daten kann eine lückenlose Dokumentation der Materialflüsse als Voraussetzung für hohe Prozesstransparenz erfolgen.

Daneben stellt die Flexibilität des logistischen Systems eine weitere wichtige intralogistische Anforderung dar. Häufig besteht bei der Auswahl des Logistiksystems gerade für KMU ein Dilemma. Hochautomatisierte Systeme bieten zwar hohe Transparenz und eindeutige Identifikation der Objekte, sind aber im Gegensatz zu den am Anfang beschriebenen manuellen Bodenlagern oft zu kosten- und platzintensiv. Besonders für KMU gilt, dass der Mensch in Bezug auf die Lagerverwaltung nach wie vor die höchste Flexibilität bietet. Er kann an vielen Stellen durch automatische Anlagen nicht wirtschaftlich ersetzt werden (Arnold, D. und Furmans, K. 2007).

In diesem Zusammenhang versprechen RFID-basierte Informationssysteme zur automatischen Transportbehälterverfolgung, ergänzt durch innovative Echtzeit-Ortungstechnologie, Prozesstransparenz und Null-Suchzeiten. Das Ziel eines Einsatzes von RFID-basierten Informationssystemen in den Lagerbereichen von KMU ist es, die Vorteile kostengünstiger und flexibler Bodenlager für KMU zu nutzen und die Nachteile (z. B. chaotische Lagerhaltung) durch automatische Lokalisierung, Identifikation und Dokumentation der Transportbehälter zu minimieren. Auf Dauer kann die Intralogistik nur zielführend arbeiten, wenn es gelingt, diese innerhalb kurzer Zeit auf sich verändernde Prozesse anzupassen.

## **2 Flurförderzeuge als zentrale Kommunikationsschnittstelle**

Aus den beschriebenen intralogistischen Anforderungen bilden die präzise Lokalisierung und die sichere Identifikation von Gegenständen und Personen den Kernbereich der Lösung. Sämtliche Bewegungen von Transportbehältern in den Produktionsbereichen müssen mit Ausgangslagerort und Ziellagerort lokalisiert werden. Die Grundkonzeption beinhaltet eine RFID-Behältererkennung, über die automatisch erfasst werden kann, was transportiert wird. Wo die Transportbehälter abgestellt werden, wird mit einem Ortungssystem ermittelt.

### **2.1 Automatische Lokalisierung**

Die zentrale Anforderung einer lückenlosen Verfolgung (Tracking) aller Transportbehälter wird mittels eines Echtzeit-Ortungssystems (RTLS – Real Time Location System) realisiert. Die georteten Objekte sind hierbei die Flurförderzeuge, nicht die Transportbehälter. Da jeder Transportbehälter durch ein Flurförderzeug

bewegt wird, kann somit indirekt die aktuelle Position der Transportbehälter ermittelt werden. Die technische Lösung ist wirtschaftlicher und robuster, weil weniger Objekte direkt geortet werden müssen.

Die Lokalisierung muss mit hoher Genauigkeit und in Echtzeit erfolgen, um Mehrdeutigkeiten und Fehler möglichst von vornherein auszuschließen. Es wurden umfangreiche Tests in industrieller Umgebung in Bezug auf die geeignete Ortungstechnologie vorgenommen. Die Wahl fiel auf das UWB-Echtzeit-Ortungssystem von Ubisense. Es arbeitet im Frequenzbereich des Ultrabreitbands (UWB – Ultrawideband) von 3,4 GHz bis 8,5 GHz. Herkömmliche WLAN-Modelle scheiterten an der Metallreflexion. Ortsfeste Systeme, die etwa im Fußboden verlegt werden, waren zu aufwändig und zu unflexibel für künftig eventuell veränderte Lagerzonen. Das UWB-Ortungssystem bietet Lösungen, die mit anderen Systemen nicht möglich wären.

Das besondere Potential von UWB-basierter Ortung im Vergleich zu bestehenden Funktechnologien besteht im fast vollständigen Eliminieren von sogenannten Multipath-Effekten. Dieser Effekt entsteht, wenn irgendwelche Gegenstände ein Funksignal mehrmals reflektieren. Beim Empfänger überlagern sich die zeitverschobenen Signale (Interferenz) und schwächen sich dadurch in der Regel ab. Im schlimmsten Fall verschiebt sich durch die entstehenden Laufzeitunterschiede die Phase zwischen zwei Signalen um 180 Grad, wodurch die Funkwellen einander fast vollständig auslöschen. Die UWB-basierte Ortung zeichnet sich durch eine extreme Störempfindlichkeit und hohe Präzision aus. Andere Technologien haben speziell bei der Ortung in Gebäuden das Problem, dass sie aufgrund von Reflexionen nur mit zum Teil hoher Ungenauigkeit orten können. So lokalisieren bestehende Technologien wie WLAN oder Bluetooth in diesen Umgebungen mit maximalen Genauigkeiten von zwei bis fünf Metern. Das hier verwendete UWB-basierte RTLS ist hingegen in der Lage, Objekte mit einer Genauigkeit von 15 cm in 3D zu orten – trotz der metallischen Umgebung der Bodenblocklager.

Das UWB-Ortungssystem besteht prinzipiell aus drei Komponenten: aus aktiven, batteriebetriebenen Tags, Sensoren und einer speziellen Software. Die aktiven Tags sind jeweils auf dem Dach des eingesetzten Flurförderzeuges angebracht (siehe Abb. 1). Die Tags erzeugen Impulssignale im Frequenzbereich zwischen 6 und 8,5 GHz. Die Sensoren sind an der Decke der Produktionshalle befestigt. Sie erfassen die von den Tags der Stapler gesendeten Signale und werten sie aus. Die Ortung erfolgt bis zu 20-mal pro Sekunde. Vorteil dieses Ultrabreitbandes: In seinen Frequenzbereichen kann auch unter schwierigen Umgebungsbedingungen, wie etwa im Umfeld von Flüssigkeiten und Metallen, zuverlässig und mit hoher Genauigkeit gearbeitet werden. Die Reflexionen eines solchen Umfeldes, die den Einsatz anderer Ortungssysteme stören, wirken sich im UWB-Bereich kaum aus.

Die Ortungsinformationen geben auf 15 cm genau den Standort des Flurförderzeuges in den in virtuelle Planquadrate unterteilten Produktionsbereichen wieder und werden von der Systemsoftware aufgezeichnet und visualisiert. Die

Daten können Anwendern oder IT-Systemen bereitgestellt werden. Damit ist eine präzise Lokalisierung unabhängig von bestehenden Infrastrukturen (z. B. Fahrwege) einfach realisierbar und problemlos anpassbar an reale Layoutveränderungen (z. B. Lagerbereiche). Es ist egal, welche Routen gewählt werden oder welche Bereiche für die Lagerung der Transportbereiche verwendet werden. Die Positionskoordinaten der Standorte der Transportbehälter werden erfasst, so lang sich das Flurförderzeug innerhalb des Gesamtbereiches des RTLS aufhält.

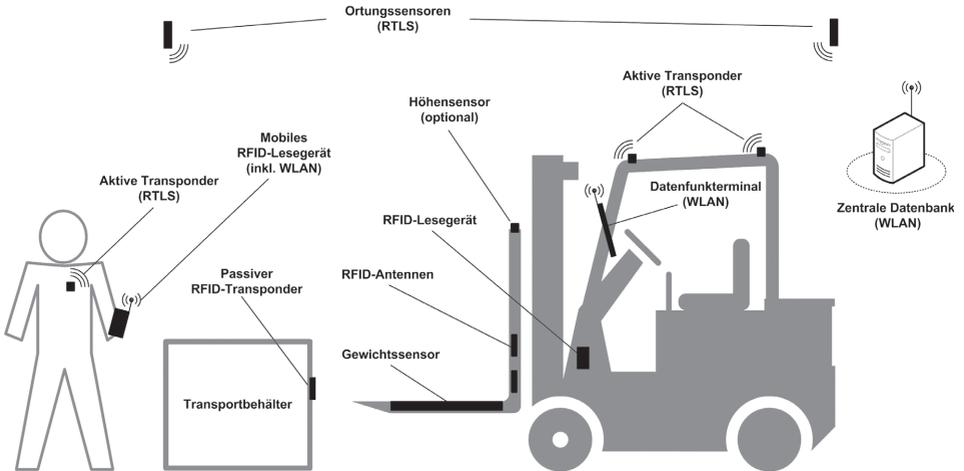


Abb. 1: Verwendete Geräte für das Gesamtsystem

## 2.2 Automatische Identifikation

Die Transportbehälter sind zwecks automatischer Identifikation mit robusten RFID-Transpondern gekennzeichnet. Alle Transportvorgänge erfolgen mit Flurförderzeugen, die mit einer RFID-Antenne ausgerüstet sind (siehe Abb. 1). Sobald ein Gabelstapler einen Transportbehälter aufnimmt, wird der Behälter-Chip über kurze Distanz von der RFID-Antenne des Staplers identifiziert.

Der robuste industrietaugliche UHF-RFID-Reader ist auf die elektrischen und mechanischen Einbau- und Einsatzbedingungen des Flurförderzeuges ebenso angepasst, wie die RFID-Transponder, welche die Transporthilfsmittel kennzeichnen. Die Position der Transponder ist so gewählt, dass sie vor mechanischer Beschädigung geschützt sind. Darüber hinaus weist die RFID-UHF-Antenne eine sehr kompakte Bauform auf und wird zum Schutz vor Umwelteinflüssen in einem speziell angefertigten Hartplastikgehäuse untergebracht. Dieses äußere Antennengehäuse ist dann direkt am Gabelbaum des Flurförderzeuges befestigt.

Durch die Ausstattung des Flurförderzeuges mit RFID-Technologie wird ein mobiles Gate geschaffen, das bei jedem Transportprozess die Echtzeitinformationen über die Veränderung der Lagersituation direkt an eine zentrale Datenbank

weitergeben kann. Somit wird das Flurförderzeug zum direkten Koppellement zwischen Material- und Informationsfluss. Auf diese Weise sind Behälter und Auftrag miteinander verknüpft.

Rauere Industrieumgebungen, wie sie beispielsweise in Unternehmen der metallverarbeitenden Industrie vorherrschen, stellen hohe Anforderungen an die Technik. Bei der Anwendung von RFID-basierenden Identifikationssystemen sind beispielsweise bestimmte Rahmenbedingungen problematisch. Wasser und Metall erweisen sich beim Lesevorgang als äußerst störend. So ist es beispielsweise aus physikalischen Gründen nicht möglich, einen RFID-Tag durch metallische Materialien hindurch zu lesen. Metallische Arbeitsgeräte, Bauteile und Transportbehälter verursachen außerdem elektromagnetische Reflektionen. Diese Reflektionen dürfen keine Störungen bei der RFID-Technik, dem Ortungssystem und den Kommunikationssystemen verursachen.

Trotz der physikalischen Schwierigkeiten gibt es inzwischen geeignete Hardware auf dem Markt. So werden an den metallischen Transportbehältern spezielle On-Metal-Tags angebracht, die gegen metallische Reflexionen unempfindlich und mit Blick auf die rauen Betriebsbedingungen entsprechend robust sind.

Eine hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit der RFID-Technik und des Ortungssystems ist für die sichere Prozessdokumentation entscheidend, aus diesem Grund müssen die Systeme völlig resistent gegen Störungen in rauen Industrieumgebungen sein. Nur ein zuverlässiges und robustes Gesamtsystem kann der Forderung der Unternehmen nach einem störungs- und ausfallsicheren Betrieb gerecht werden.

### **2.3 Automatische Gewichtsermittlung der Transportbehälter**

Die Gabelzinken des Flurförderzeugs sind mit einer speziellen Waage ausgestattet. Auf diese Weise können Sensoren das Gewicht der Behälter ermitteln, ohne dass zusätzliche Fahrwege absolviert werden müssen. Die Bauform des Wägemoduls ist nahezu identisch mit Standardgabelzinken. Damit ist eine Beeinträchtigung des Sichtfeldes des Gabelstaplerfahrers, besonders beim hohen Ein- und Ausstapeln, ausgeschlossen.

### **2.4 Datenfunkterminal am Flurförderzeug**

Auf jedem Flurförderzeug ist ein industrielles Datenfunkterminal installiert. Dieses dient als Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI – Human-Machine-Interface) sowie zur lokalen Datenverarbeitung. Die automatisch erzeugten Daten vom RFID-Reader einerseits und vom Wägemodul andererseits werden auf dem Datenfunkterminal lokal verarbeitet und gespeichert. Der Datenaustausch mit dem zentralen Server erfolgt über ein WLAN-Netzwerk (siehe Abb. 1).

### 3 Dokumentation als Prozessschritte

Flurförderzeuge führen alle Bewegungen der Transportbehälter durch. Die Grundidee der durchgängigen Dokumentation des Materialflusses ist es, den Informationsfluss in der gewünschten Detaillierung direkt am Flurförderzeug und synchron zu speichern. Diese Synchronisierung wird durch eine sinnvolle Zerlegung des Materialflusses in eine Kette von Einzeltransporten ermöglicht. Jeder Transportvorgang wird hier als Prozessschritt betrachtet. In der Gesamtheit der dokumentierten Prozessschritte ergeben sich unterschiedliche logische Prozessketten.

Die Generierung eines Prozessschritts erfolgt lokal im Datenfunkterminal des Flurförderzeugs über einzelne Events des Wägemoduls in den Gabelzinken. Prinzipiell wird ein Prozessschritt durch das Anheben des Transportbehälters begonnen und durch das Absetzen desselben abgeschlossen. Sobald das Flurförderzeug einen Transportbehälter aufnimmt, wird mit Hilfe der Wägemoduls ein Event und somit ein Zeitstempel erzeugt. Anhand dieser Zeitstempel werden in der Software die entsprechenden Ortungs- und RFID-Daten aus den Rohdaten gefiltert (siehe Abb. 2). Beim Absetzen eines Transportbehälters wird durch die Gabelstaplerwaage wieder ein Event ausgelöst. Anhand des zugehörigen Zeitstempels werden - wie schon beim Start - die aktuelle Position des Flurförderzeugs und somit die Position des Transportbehälters aus den Rohortungsdaten des RTLS gefiltert. Alle Informationen aus diesem Transportvorgang werden anschließend als Prozessschritt in der Datenbank des Systems dokumentiert.

Der Prozessschritt-Datensatz speichert Informationen von Start- und Zielpunkt eines Transportvorganges. Die aktuellen Bewegungsdaten eines Auftrags, wie z. B. Bruttogewicht, werden ebenfalls als Prozessschrittdaten abgelegt.

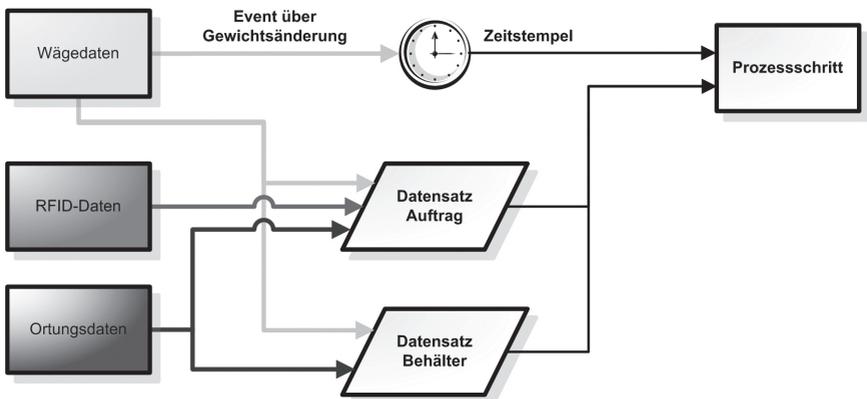


Abb. 2: Prinzip der Prozessschrittgenerierung

### 3.1 Ausfallsicherheit durch redundante Datenhaltung

Neben hoher Flexibilität bezüglich realer Materialflusststrukturen weist das Gesamtsystem eine hohe Ausfallsicherheit auf. Zentrale Bedeutung hat hierbei die gewollte Informationsredundanz, die aus der Speicherung der Ortungsdaten und der Behälteridentifikationsdaten resultiert. Durch eingebaute Logiken in der Systemsoftware kann indirekt auf den jeweils anderen Informationsteil geschlossen werden. Darüber hinaus sind die Daten, die das jeweilige Flurförderzeug generiert, sowohl lokal als auch auf dem zentralen Server gespeichert.

Im Falle eines zeitweisen Ausfalls des UWB-Ortungssystems springen spezielle Software-Logiken ein, um den Standort anhand gespeicherter Prozessschritte zu ermitteln. Wenn dagegen lokale Lesefehler der RFID-Technik am Flurförderzeug auftreten, wird die aktuelle Position des Flurförderzeuges mit den gespeicherten Behälterpositionen in der Datenbank verglichen. Im Ergebnis wird so indirekt der fragliche Transportbehälter identifiziert.

Durch die Summe der möglichen Redundanzüberprüfungen wird die Prozesssicherheit deutlich verstärkt sowie eine lückenlose Chargenverfolgung sichergestellt.

## 4 Pilotimplementierung bei Ortrander Eisenhütte GmbH

Die Ortrander Eisenhütte GmbH ist Produzent und Lieferant von Eisengussteilen. Mehr als 17 Mio. Euro wurden in den vergangenen Jahren investiert, um die Produktionslinien zu erweitern. Neben einer modernen Formlinie und neuen Maschinen zur Weiterbearbeitung von Gussteilen wurden weitere Montagebänder und ein modernes Auslieferungslager eingerichtet. Mehr als 35.000 t umfasst gegenwärtig die jährliche Gusskapazität – 45 % davon Produkte für Haushalt und Maschinenbau, 30 % Heizgeräte und 25 % für den Automotive-Bereich. Mittlerweile sind bis zu 10.000 Behälter im Umlauf. Bei diesem stark gewachsenen Produktionsaufkommen waren die alten, wenig automatisierten Materialflüsse, Lagerungs- und Informationsprozesse nicht mehr zeitgemäß. Produktivität und Lieferqualität wurden zunehmend beeinträchtigt, daher musste gehandelt werden.

Das mittelständische Unternehmen suchte nach einer Lösung, die trotz schwieriger Bedingungen weitgehend automatisierte Erfassungsprozesse ermöglicht, den Produktionsprozess und die Lagerung transparent hält. Unter Einbindung des Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme (ALI) in Cottbus entschied sich die Unternehmensführung für eine umfassende, ganzheitliche Lösung, die neben transparenter Behälterverfolgung und Stellplatzerfassung geeignet war, die Durchlaufzeiten der Aufträge zu reduzieren und die Bestandsmengen auszuweisen. Das hier beschriebene Forschungsprojekt geht jetzt nach umfangreichen Tests zur Wahl der geeigneten

Komponenten in die Integrationsphase. Wenn alle Parameter stimmen, werden die Komponenten im 4. Quartal 2008 in die Prototypen eines prozessbegleitenden Gesamtsystems für ein ganzheitliches Flow-Konzept überführt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die wesentlichen Anforderungen an die technischen Komponenten in rauen Umgebungen industrieller Produktion bei Ortrander sicher erfüllt werden. Diese sind neben der sicheren Funktionsweise im metallischen Umfeld eine hohe Robustheit gegen Stöße, Hitze und Verschmutzung. Die Tests im Produktionsumfeld bei Ortrander haben gezeigt, dass ausführliche Versuche vor Ort unabdingbar sind, um die sichere Funktionsweise und die Robustheit der technischen Komponenten unter realen Bedingungen nachweisen zu können.

## 5 Fazit und Ausblick

RFID-basierte Informationssysteme bieten in Verbindung mit fahrerbedienten Flurförderzeugen zukünftig große Potentiale zur automatischen Dokumentation der Prozesse in Materialfluss und Lager. Diese Prozesstransparenz bildet die Grundlage für eine Optimierung der Intralogistik und somit für einen effizienten Lagerbetrieb auch bei kleinen und mittelständischen Unternehmen.

Voraussetzung hierfür ist jedoch eine sichere und eindeutige Lokalisierung und die Identifikation der Objekte. Das verwendete Ortungssystem auf Basis der UWB-Technologie bietet die notwendige hohe Genauigkeit, um Objekte selbst in schwierigen Umgebungen sicher in Echtzeit orten zu können. Daneben ermöglicht die UWB-Echtzeitortung die Flexibilität, welche im Umfeld von chaotischen Bodenblocklagern ohne automatische Lagerplatzzuweisung erforderlich ist.

An dieser Stelle unterscheidet sich der hier vorgestellte Lösungsansatz vom Forschungsprojekt »Identprolog« (Baginski, R. Wehking, K.-H. Rahn, K.-P. 2007). Wegen der Echtzeitortungskomponente ist das vorgestellte System schneller an bestehende Produktionslayouts und Lagerstrukturen anpassbar. Im aufwendigsten Fall werden in der Systemsoftware Lagerbereiche neu definiert, wenn bei der Einfahrt des Flurförderzeuges in definierte Zonen Ereignisse automatisch ausgelöst werden sollen. Eine Festlegung und Vorbereitung der Fahrwege für Flurförderzeuge ist jedoch nicht erforderlich. Vielmehr können abweichende Routen der Förderzeuge oder neue Lagerbereiche sofort verwendet werden.

In weiteren Ausbaustufen ist vorgesehen, Prozess- und Einlagerungssteuerungen über das Flurförderzeug dem Fahrer vorzugeben. Mittels der zweiten RFID-Antenne am Gabelbaum können zusätzlich Lagerplätze identifiziert werden und somit automatische Einlagerungskontrollen in Regallagerplätzen ermöglicht werden. Der so erreichbare komplett transparente Materialfluss wird es ermöglichen, Optimierungsstrategien für die Intralogistik zeitnah anzupassen. Mithilfe mobiler RFID-Lesegeräte können auch abseits der Flurförderzeuge Prozessdaten direkt von

den Transpondern an den Transportbehältern ausgelesen werden sowie Statusinformationen geschrieben werden. Mit der Einführung der persönlichen Anmeldung des Gabelstaplerfahrers am System, wird dieser nur die für ihn vorgesehenen Fahraufträge auf seinem Datenterminal angezeigt bekommen. Echtzeitinformationen zu Bearbeitungsständen von Aufträgen werden die Voraussetzungen für ein kontinuierliches Monitoring der Produktionsplanung und -steuerung schaffen.

All diese Funktionen werden in der Praxis eine bessere Ressourcenauslastung, die Senkung der internen Logistikkosten, die Vermeidung von Fehlern aufgrund menschlicher Fehleingaben und die Reduzierung von manuellem Dokumentationsaufwand ermöglichen.

## Quellen

- Arnold, Dieter; Furmans, Kai. (2007): Materialfluss in Logistiksystemen. Mit 19 Tabellen. 5., erw. Aufl. Berlin: Springer.
- Baginski, Ralf; Wehking, Karl-Heinz; Rahn, Klaus-Peter (2007): Neue Zielführungssysteme für Flurförderzeuge. In: Jahrbuch der Logistik, Korschbroich: free beratung GmbH, S. 216-221.
- Gudehus, Timm (2005): Logistik. Grundlagen, Strategien, Anwendungen / . 3., neu bearb. Aufl. Berlin: Springer.

# Transparente Containertransporte durch Supply Chain Visibility

*Nils Meyer-Larsen*

## **Kurzfassung**

Terminalbetreiber und Operateure intermodaler Containertransporte stehen heutzutage vor umfangreichen Herausforderungen. Ständig steigende Transportvolumina, Engpässe in der Hinterlandanbindung von Terminals, komplexe logistische Ketten mit einer Vielzahl von Beteiligten, bestehende Informationslücken und erhöhte Sicherheitsanforderungen stellen Probleme dar, die sowohl von der Transportwirtschaft als auch von Seiten der Behörden bewältigt werden müssen. Die beiden zentralen Faktoren im heutigen internationalen intermodalen Containertransport, Sicherheit auf der einen und Logistik auf der anderen Seite, stellen dabei unterschiedliche und häufig widersprüchliche Anforderungen. Der Faktor Sicherheit ist von Vorschriften und Regularien geprägt; der Faktor Logistik sieht primär das logistische Optimierungs- und Einsparpotenzial durch die automatisierte Identifikation entlang der Transportkette. Verstärkte Sicherheitsmaßnahmen und eine optimierte Supply Chain Visibility, d. h. die gezielte Verfügbarkeit von Daten über Transportmittel, Ladung und Inspektionsergebnisse kann z. B. dazu führen, dass der Zoll des Empfängerlandes die Waren schon vor ihrer Ankunft freistellt. Die komplette Transportkette wird auf diese Weise für den Kunden erheblich verlässlicher und vorhersagbarer.

## **Abstract**

Container terminal and transport operators are currently facing several challenges. The strong growth in container transport, bottlenecks in hinterland connections, complex logistics chains consisting of many actors, information gaps as well as new security regulations are challenges to be managed by industry and administration. The main factors in today's international intermodal container transport, logistics and security, are aiming at different objectives and sometimes lead to contradictory strategies. Enhanced security measures together with shared data on cargo, vehicles, and inspection results shall lead to trade facilitation and pre-arrival clearance from customs in the importing country; the whole transport chain performance shall become more reliable and predictable.

## **Keywords**

Supply Chain Visibility; Container Security; Elektronisches Siegel; RFID; SCEM; Container Scanning

## 1 Einführung

Terminalbetreiber und Operateure intermodaler Containertransporte stehen heutzutage vor umfangreichen Herausforderungen. Ständig steigende Transportvolumina, Engpässe in der Hinterlandanbindung von Terminals, komplexe logistische Ketten mit einer Vielzahl von Beteiligten, bestehende Informationslücken und erhöhte Sicherheitsanforderungen stellen Probleme dar, die sowohl von der Transportwirtschaft als auch von Seiten der Behörden bewältigt werden müssen (vgl. APL Logistics, 2003 und European Commission, 2001). Die beiden zentralen Faktoren im heutigen internationalen intermodalen Containertransport, Sicherheit auf der einen und Logistik auf der anderen Seite, stellen dabei unterschiedliche und häufig widersprüchliche Anforderungen. Der Faktor Sicherheit ist von Vorschriften und Regularien (überwiegend durch das Sicherheitsbestreben der USA initiiert) geprägt; der Faktor Logistik sieht primär das logistische Optimierungs- und Einsparungspotenzial durch die automatisierte Identifikation entlang der Transportkette.

Das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) trägt der zunehmenden Bedeutung dieser Schwerpunkte durch seinen Kompetenzbereich »Auto-ID und Sicherheit im Containerverkehr« am Standort Bremerhaven Rechnung. Um die Akteure im intermodalen Containertransport, hierbei handelt es sich gerade im Hinterlandverkehr häufig um kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), zu unterstützen, wurden die hier angesiedelten Projekte CHINOS (Container Handling in Intermodal Nodes – Optimal and Secure!) und INTEGRITY (Intermodal Global Door-To-Door Container Supply Chain Visibility) ins Leben gerufen. Beide Projekte werden von der EU gefördert und durch das ISL koordiniert. Sie untersuchen, wie innovative Technologien, etwa Radio Frequency Identification (RFID) und Supply Chain Event Management (SCEM), die Effizienz und die Sicherheit der Transportprozesse optimieren kann.

Verstärkte Sicherheitsmaßnahmen und eine optimierte Supply Chain Visibility, d.h. die gezielte Verfügbarkeit von Daten über Transportmittel, Ladung und Inspektionsergebnisse kann z. B. dazu führen, dass der Zoll des Bestimmungslandes die Waren schon vor ihrer Ankunft freistellt. Die komplette Transportkette wird auf diese Weise für den Kunden erheblich verlässlicher und vorhersagbarer.

## 2 Optimierung von Terminalschnittstellen durch RFID

Eine deutliche Verbesserung der Transportprozesse kann die Einführung innovativer IT-Technologien wie RFID und automatische Schadensdokumentation bieten. Das durch das ISL koordinierte Projekt CHINOS – »Container Handling in Intermodal Nodes – Optimal and Secure« untersucht und erprobt die Einsatzmöglichkeiten dieser neuen Technologien entlang der intermodalen

Containertransportkette (CHINOS, 2006). Gerade durch RFID kann zum einen durch die Verwendung elektronischer Siegel die Sicherheit erhöht werden und zum anderen durch die vollautomatische Identifikation von Containern mit Hilfe von Container-Tags eine deutliche Optimierung der Prozesse stattfinden, da diese nicht mehr manuell durchgeführt werden müssen.

Aufgrund des weltumspannenden Containerverkehrs macht es keinen Sinn, Tests mit technologischen Insellösungen durchzuführen. Vielmehr muss die verwendete Technologie auf den weltweiten Normierungsbestrebungen basieren. So ist davon auszugehen, dass das Container-Tag als passiver Transponder im UHF-Bereich von 860 – 960 MHz spezifiziert werden wird. Als Grundlage hierfür existiert die ISO-Norm 10374, die in Kürze durch die ISO 10891 aktualisiert und ersetzt werden wird. Das elektronische Siegel hingegen wird durch die ISO 18185 spezifiziert, die inzwischen weltweit gültiger Standard ist.

Das jüngst erfolgreich beendete Projekt PIER, gefördert durch die BIS Bremerhaven aus Mitteln des Landes Bremen und die Deutsche Telekom, bewies die grundsätzliche Machbarkeit des RFID-Einsatzes an den Terminalschnittstellen des North Sea Terminals Bremerhaven (NTB). Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Szenarien definiert, um den Einsatz von RFID in der Praxis zu untersuchen. Gegenstand der Untersuchungen waren Binnenschiff-Transporte aus dem Neustädter Hafen in Bremen zum Containerterminal in Bremerhaven, LKW-Rundläufe im norddeutschen Raum sowie die Abfertigung von Containerzügen auf dem Containerterminal. Zur Anwendung kamen passive Container-Tags im UHF-Frequenzbereich, die durch Handheld-Lesegeräte an der Kaje, am Truck-Gate und bei der Bahnabfertigung ausgelesen wurden. Die Tests sind insgesamt sehr erfolgreich verlaufen. Die Container Tags konnten unter allen Umständen ausgelesen werden. Die Handhabung des Lesegerätes fügt sich in allen Szenarien harmonisch in die bestehenden Geschäftsprozesse ein und führt zu deutlichen Vereinfachungen und Beschleunigungen der Betriebsabläufe bei der Aufnahme der Containerdaten.

CHINOS verfolgt gegenüber dem Vorprojekt einen sehr viel weiteren Ansatz. Insgesamt 13 Partner aus Deutschland, Griechenland und Österreich, darunter die dbh Logistics IT AG, Eurogate Technical Services, i2dm Consulting and Development, Tricon Consulting, T-Systems und die National Technical University of Athens, sollen Technologie, Organisation sowie Prozess- und Systemintegration entlang der kompletten Container Supply Chain untersuchen. Praxispartner sind NTB, Polzug, Team Lines, das Cargo Center Graz aus Österreich und der Hafen Thessaloniki sowie GAC Shipping aus Griechenland. Das Projektvolumen des durch die Europäische Kommission geförderten Projektes beträgt insgesamt ca. 2,5 Mio. Euro.

Während der ersten Projektphase wurden fundierte Untersuchungen durchgeführt und die zu entwickelnden Systeme spezifiziert. Zunächst wurden die Geschäftsprozesse der beteiligten Umschlagsbetriebe in Bremerhaven, Graz



### 3 Supply Chain Event Management

Ein weiterer Ansatz des CHINOS-Projektes bezieht sich auf eine verbesserte Überwachung der Containertransporte. Durch einen Supply Chain Event Management-Ansatz (SCEM) sollen die Disponenten bei der Überwachung der Transporte unterstützt werden. Dabei wird der physische Transportablauf mit den Planungen anhand von Ereignissen, die während des Transportes auftreten, verglichen. Läuft alles nach Plan, erfolgt keine Meldung, so dass überflüssige OK-Messages vermieden werden. Wenn aber Abweichungen vom geplanten Transportablauf und damit Probleme auftreten, informiert das System den Disponenten proaktiv, so dass dieser zum frühestmöglichen Zeitpunkt eingreifen kann.

Da im Bereich der Sicherheit von Transportnetzwerken in den nächsten Jahren zusätzliche Anforderungen zur Transportkettenüberwachung auf die Transportwirtschaft zukommen werden, ist auch die Übertragung der Erkenntnisse vom Logistik- auf den Sicherheitsbereich Gegenstand von Forschungsprojekten am ISL, die auch in Zusammenhang mit der europäischen Strategie GMES (Global Monitoring of Environment and Security) zu sehen sind. Auf der Basis des SCEM-Systems für logistische Ereignisse entwickelt das ISL mit dem »Security Event Manager« einen Demonstrator für die sicherheitsrelevante Überwachung von Transporten. Innerhalb einer Analyse wurden zunächst die sicherheitsrelevanten Ereignisse bei Transporten identifiziert, z. B. das Verlassen der zugewiesenen Route des Fahrzeuges bzw. unerlaubter Stillstand oder sensorische Meldungen, z. B. Öffnung der Containertür. Diese Ereignisse sollen, neben den Plandaten eines Transports, in einem Demonstrator unter Anwendung des SCEM-Ansatzes ausgewertet werden. Um das Risiko für einen Transport zu beziffern, soll der Security Event Manager einen Security-Status berechnen, welcher das aktuelle Gefährdungspotenzial darstellt. Dabei soll der Status bestimmte Werte annehmen, wie z. B. »sicher«, »leicht gefährdet«, »gefährdet« oder »kritisch«. Sollte das so errechnete Gefährdungspotenzial zu hoch sein, werden proaktiv entsprechende Aktionen ausgelöst, z. B. die Benachrichtigung des zuständigen Mitarbeiters per eMail.

Eine Schwierigkeit bei der Berechnung des Security-Status ist die Vielzahl der Restriktionen, die mit einem sicherheitskritischen Ereignis verknüpft sein können. So ist z. B. bei einem Stillstand-Ereignis eines LKWs zu berücksichtigen, wo er sich befindet (etwa Waldstück oder Sicherheitsparkplatz), um was für eine Tageszeit es sich handelt (tagsüber oder nachts) und wie lange er sich dort befindet. Ferner können auch vorausgegangene Ereignisse erheblichen Einfluss auf die Sicherheit haben, etwa wenn die zugewiesene Strecke verlassen wurde.

Da die Anzahl der Fallunterscheidungen sehr groß ist, soll für die Auswertung Fuzzy Logic eingesetzt werden, mit deren Hilfe man menschliche Einschätzungen in linguistische Variablen (z. B. »Ein Event hat schwerwiegende Folgen«) abbilden und dadurch eine unscharfe Bewertung durchführen kann. Hier steht die Befragung von Experten im Vordergrund, deren Einschätzungen, unter welchen Umständen ein Transport sicher bzw. gefährdet ist, in dem System abgebildet werden sollen.

## 4 Supply Chain Visibility

Das Projekt INTEGRITY wurde im Sommer 2008 gestartet und hat zum Ziel, neue Prozeduren und Softwarelösungen zu entwickeln und zum Einsatz zu bringen, die die Transparenz und damit die Vorhersagbarkeit globaler Containertransporte vom Versender bis zum Empfänger erheblich verbessern werden (INTEGRITY, 2008). Das Projekt wird von der Europäischen Kommission im 7. Rahmenprogramm gefördert und kooperiert mit mehreren EU-Direktoraten.

Um eine optimierte Supply Chain Visibility herzustellen, wird INTEGRITY Informationen unterschiedlicher Quellen auswerten. Folgende Datenquellen sollen einbezogen werden:

- RFID zur Identifizierung der Container
- Elektronische Siegel bzw. Container Security Devices
- Container Scanning
- Radiation Portals
- Satellitenverfolgung von Schiffen und anderen Transportmitteln
- Abgleich mit verfügbaren Datenbeständen

Eine optimierte Supply Chain Visibility wird zu einer verbesserten Verlässlichkeit und Vorhersagbarkeit von Transportprozessen führen. Verschiedene organisatorische und technische Maßnahmen können die Sicherheit der Transportkette verbessern und gleichzeitig die logistischen Prozesse optimieren.

Unterschiedliche Maßnahmen, z. B. die Einführung des ISPS Codes im Jahre 2004 und das C-TPAT Programm der USA verbesserten die Sicherheit in Teilen der internationalen, intermodalen Transportkette. Ein umfassender weltweiter Ansatz, der die Kette von ihrem Ursprung zum Ziel abdeckt, ist allerdings noch nicht vorhanden. Erste Ansätze hierzu wurden von den USA mit den Programmen OSC (Operation Safe Commerce) und SST (Smart and Secure Trade Lanes) gemacht. Ein wichtiger Schritt im Hinblick auf die Absicherung der Transportoperatoren ist der EU Customs Code, der durch das Generaldirektorat Taxation and Customs Union (DG TAXUD) herausgegeben wurde, mit seinem AEO (Authorised Economic Operator)-Ansatz. Die Kooperation zwischen den Zollbehörden unterschiedlicher Länder wird derzeit etwa im SSTL-Projekt zwischen der EU und China diskutiert.

Wenn die unterschiedlichen Zollbehörden sich z. B. auf Bedingungen einigen, unter denen Waren bereits vor ihrer Ankunft im Bestimmungsland freigestellt werden können, würde dies den Transportprozess beschleunigen und zu einer verbesserten Verlässlichkeit und Vorhersagbarkeit der Transportkette führen.

Viele der genannten Verfahren und Technologien existieren bereits, ohne dass sie jedoch in ein umfassendes Gesamtkonzept einbezogen sind. INTEGRITY setzt als Integrationsprojekt genau hier an, indem es existierende Technologien und verbesserte Geschäftsprozesse mit gesetzlichen und administrativen Vereinbarungen zwischen Behörden und der Industrie zusammenbringt und so eine Win-win-Situation für beide Zielgruppen schafft.

Herzstück des Projekts ist die Entwicklung des »Shared Integrated Container Information System« (SICIS), welches es autorisierten Unternehmen und Behörden ermöglicht, auf Planungs- und Statusinformation ausgewählter Transporte zuzugreifen. Proaktive Planung nach dem Supply Chain Event Management (SCEM)-Ansatz erlaubt es, während des Ablaufs eines Transports auftretende Probleme vorherzusagen, bevor sie störend in Erscheinung treten. Logistische Daten werden dabei mit sicherheitsrelevanten Informationen von elektronischen Siegeln, Container Security Devices sowie Container-Scans kombiniert. Zusammen mit der Integration des AEO-Konzepts wird es so möglich sein, im Rahmen von INTEGRITY Lösungen aufzubauen, die die Belange sowohl der Logistikpartner als auch der Zollbehörden berücksichtigen. Um diese Ziele zu erreichen, wird INTEGRITY darüber hinaus auf die Ergebnisse anderer Projekte wie z. B. des EU-China Customs Projekts (SSTL – Smart and Secure Trade Lanes) zurückgreifen.

Im Rahmen von INTEGRITY werden Experten unterschiedlicher Wissensgebiete ihre Erfahrungen und Erwartungen austauschen und diskutieren. Hierzu zählen die Britische und die Niederländische Zollbehörde, Terminalbetreiber aus Yantian, Felixstowe und Rotterdam, Betreiber von Inland-Terminals aus Duisburg und Venlo, Verloader wie z. B. XEROX und A.S. Watson sowie 3PLs wie DHL Global Forwarding und Seacon Logistics; weiterhin wissenschaftliche Einrichtungen wie die Erasmus Universität Rotterdam und die Cross-border Research Association aus Lausanne und nicht zuletzt der Technologieanbieter OHB Teledata aus Bremen.

Für die Validierung der Ergebnisse von INTEGRITY wurde einer der weltweit am meisten frequentierten Transportkorridore ausgewählt: vom Hafen Yantian in China über Rotterdam bzw. Felixstowe in das Europäische Hinterland. Es ist geplant, während der Testphase des Projekts etwa 5.000 Container mit Hilfe der entwickelten Systeme zu verfolgen, um die Vorteile dieses Ansatzes in der Praxis zu demonstrieren. Die Kooperation mit dem ebenfalls im 7. Rahmenprogramm geförderten Projekt SmartCM wird es erlauben, das INTEGRITY-Konzept auf weitere Transportkorridore auszuweiten.

## Quellen

APL Logistics (2003) Adding Security and Value to the Supply chain, [http://www.apl.com/news/documents/security\\_white\\_paper.pdf](http://www.apl.com/news/documents/security_white_paper.pdf)

CHINOS (2006), <http://www.chinos-rfid.eu>

European Commission (2001), White Paper – European transport policy for 2010: time to decide, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg

INTEGRITY (2008), <http://www.integrity-supplychain.eu>

# Einsatzfelder der RFID-Technologie in der Logistik des Clusters Forst und Holz

*Mike Lange*

## **Kurzfassung**

Im Wirtschaftssektor Cluster Forst und Holz kann RFID-Technologie zur Erhöhung der Prozesstransparenz sowohl im Bereich der Wald- und Forstwirtschaft als auch in der Weiterverarbeitenden Industrie genutzt werden. Ein Haupteinsatzfeld ist die Identifikation von Rundholz von der Einschlagstelle im Wald bis zum Abnehmer. In diesem Beitrag werden technische Anforderungen beim Einsatz von RFID im Outdoorbereich und Erfahrungen mit der Technologie zur Kennzeichnung von Rundholz vorgestellt. Bisherige Erkenntnisse zeigen, dass RFID in der Forst-Holz-Kette technisch realisierbar ist und Optimierungspotential aufweist. Bisher zu wenig beleuchtet wurden dagegen Wirtschaftlichkeitsaspekte, wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht.

## **Abstract**

By the use of RFID-technology, the transparency of processes can be improved in the forest based sector. It can be applied as well in the forest management as in the wood based industry. An important operational area is the identification of roundwood during transportation from the forest stands to the factory. This article gives an overview over technical requirements for using RFID in outdoor applications and presents RFID applications for labelling timber during or after harvesting. Recent research results indicate that there are no major obstacles to use RFID for optimizing supply logistics in the »forest-timber« chain. However, further research is needed to gain insight into economic aspects of distinct RFID-applications.

## **Keywords**

RFID, Holzlogistik, Rundholzidentifikation, Holzerntekette, Technische Anforderungen

## **1 Einführung**

### **1.1 Wirtschaftssektor Cluster Forst und Holz**

Mit über eine Million Beschäftigten und mehr als 160 Mrd. Euro Umsatz pro Jahr bildet die Forst- und Holzwirtschaft einen wichtigen Wirtschaftszweig in Deutschland. In der Holzernte werden etwa 48 Mio. m<sup>3</sup> Holz pro Jahr eingeschlagen (BMLEV 2009). Vor allem in ländlichen Raum haben sich Cluster gebildet, in denen sich ganze Wertschöpfungsketten konzentrieren. Neben den Waldbesitzern und forstwirtschaftlichen Betrieben gehören zum Cluster Forst und Holz

(Abb. 1) unter anderem die Holzindustrie und deren Dienstleister für Holzernte und -transport. Der Erfolg des Clusters basiert vor allem auf der Stärke kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU). Die zum Teil hoch spezialisierten Sägewerke und die regionale Holzwerkstoffindustrie bilden mit hochmodernen Maschinen den Grundstein für den Erfolg der sehr exportorientierten Branche. Hinzu kommen Papier und Zellstoff produzierende Werke, die Möbelindustrie und das Holzhandwerk. Zudem hat sich in den letzten Jahren ein umfangreiches Feld an Akteuren im Bereich erneuerbarer Energien entwickelt, dass Dendromasse (holzartige Biomasse) energetisch nutzt. In den Jahren 2005 bis 2007 ist das Cluster stark gewachsen. Der guten Verkaufssituation der Ver- bzw. Bearbeiter standen jedoch höhere Holzpreise sowie teilweise Versorgungsengpässe für Holzabnehmer und ihre Dienstleister gegenüber.

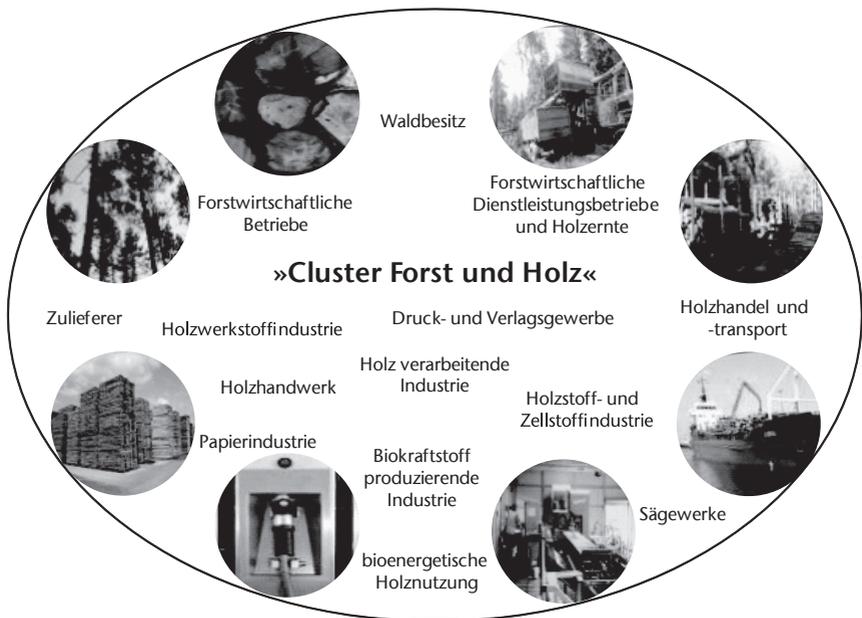


Abb. 1: Cluster Forst und Holz (Lange et al. 2008)

Dies bedeutet zunehmenden Druck für die Unternehmen im Cluster, ihre Prozesse straffer und effektiver zu organisieren. Für die Holzindustrie machen die Beschaffungskosten für Holzrohstoffe 30-50 % der Gesamtkosten aus. Bis zu 40 % dieses Anteils wiederum setzen sich aus Logistikaufwendungen zusammen (Lange et al. 2008). Die Realisierung möglichst geringer Beschaffungskosten ist daher ein entscheidender Wettbewerbsfaktor des Clusters. Optimierungsmöglichkeiten bieten die Beschaffungs-Logistik von Holz aus dem Wald bis hin zur Lagerung im Werk sowie die Logistik der industriellen Verarbeitungsprozesse (Frommhold et al. 2008).

## 1.2 Bedeutung des Einsatzes innovativer Identifikationstechnologien im Cluster

Neben der hochmechanisierten Holzernte mit Harvester und Forwarder und der Automatisierung von Produktionsabläufen in der Holzbe- und -verarbeitung, stehen in den letzten Jahren zunehmend moderne Informations- und Identifikationstechnologien im Blickfeld der Logistik. Für die RFID-Technologie werden dabei zahlreiche Einsatzfelder im Cluster gesehen, da klassische Identifikations- und Kennzeichnungsmöglichkeiten bisher zu hohen Fehlerquoten in den Prozessen und zu zusätzlichen Kosten oder Umsatzausfällen führten. Bisherige Einsatzgebiete konzentrieren sich vor allem auf die Wald- und Forstwirtschaft. Darüber hinaus werden im industriellen Bereich und der Möbelindustrie (Sauter 2006) weitere mögliche Anwendungsgebiete mit Mehrfachnutzen im Lager- und Logistikbereich, der Produktionsfortschrittskontrolle bis hin zum Service- und Instandhaltungsbereich gesehen. Der objektbezogene Einsatz der RFID-Technologie kann dabei sowohl innerhalb geschlossener Prozessebenen (z. B. innerhalb eines Holzwerkes oder eines Dienstleistungsunternehmens) als auch in offenen Prozessketten mit mehreren Akteuren entlang der Wertschöpfungskette bis hin zum Kunden stattfinden, z. B. zur Warenverfolgung und Produktentwicklung eines Möbelstückes bei verschiedenen Herstellern. Es ist sogar ein künftiger Einsatz in einer Chain of Custody für Holz<sup>1</sup> denkbar, um das Produkt vom Rohstoff bis zum Endverbraucher zu kennzeichnen und rückzuverfolgen sowie für Zertifizierungsmöglichkeiten zu nutzen. Im nachfolgenden Kapitel werden einige Praxisanwendungen und Ergebnisse aus Forschungsprojekten mit dem Schwerpunkt Rundholzidentifikation mittels der RFID-Technologie beschrieben.

## 2 Anwendungen und Entwicklungsfelder von RFID im Cluster Forst und Holz

### 2.1 Holzerntekette und Holzlogistik

Der Einsatz von RFID-Technologie bei der Bereitstellung von Rundholz wird seit längerem von Forschungsinstitutionen und Unternehmen untersucht. Ziel des Einsatzes der RFID-Technologie in der Wald- und Forstwirtschaft ist es, Informationsflüsse in der Holzlogistikkette beginnend mit der Holzernte im Wald über Zwischenlagerung im Wald, dem Transport bis hin zum Umschlag im verarbeitenden Werk zu verbessern. Vereinzelt wurden bereits Praxisanwendungen implementiert, wie das von den Cambium Forstbetrieben (Odenwald) genutzte Log-Tracking-System (LTS). Dieses System dient als Instrument zur lückenlosen Rückverfolgung von Stammholz und zur Holzkennzeichnung sowie Identifizierung

---

1 Die Chain of Custody (CoC) Zertifizierung ist die Zertifizierung der holzverarbeitenden Industrie. Damit kann nachgewiesen werden, dass das verarbeitete Holz aus ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt. Weiterhin zeigt das Unternehmen, dass es ein System besitzt, mit dem der Holzfluss vom (z. B. nach Kriterien von PEFC – Pan European Forest Certification Council) zertifizierten Wald bis zum Einzelhändler nachvollzogen werden kann (DIN CERTCO 2008).

des Holzverkäufers. Weitere Erfahrungen zu den technischen Anforderungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurden in Forschungsprojekten zur Optimierung der Holzlogistik gemacht (vgl. z. B. Kunz und Czaja 2005; Holzmann et al. 2006, Korten und Kaul 2008). In der klassisch definierten Holzerntekette sind zahlreiche Akteure in Form von Waldbesitz, Verwaltung und Dienstleistungsunternehmen vertreten, die für die Prozesse Holzeinschlag, Rückung, Verkauf, Transport und Lagerung involviert sind (siehe Schultze et al. 2006). Die für die Teilprozesse benötigten Schnittstellen zwischen den Akteuren sind durch Medienbrüche gekennzeichnet (Frommhold et. al. 2008). Informationen zum Holz, die für den Verkauf benötigt werden oder Vermessungsgrundlagen, sowie nähere Informationen zum Lagerort im Wald müssen oft mehrfach aufgenommen werden oder fehlen gänzlich. Dies erschwert die Prozessabläufe und birgt Gefahren, wie Holzschwund, der in einigen Unternehmen nicht selten bis zu 15 % der umgesetzten Holzmenge ausmacht. Untersuchungen zeigen, dass der Nutzungsanteil moderner Informations- und Kommunikationslösungen in der Holzlogistik bei unter 25 % liegt (Erhardt 2008). Papier, Fax und Mobiltelefon sind die gängigen Hilfsmittel (s. auch Abb. 2). Spezielle Identifikations- oder Logistiksoftware sucht man vor allem bei KMU oft vergeblich. Genau hier setzt die RFID-Technologie an. Mit Hilfe von RFID wird eine automatische Identifizierung des Holzes in den Einzelprozessen und damit die Rückverfolgung ermöglicht. Ein weiterer Vorteil ist die Wiederverwendbarkeit der Transponder, was vor allem gegenüber dem Einsatz von Einwegnummernplättchen oder Barcodeanhängern ein entscheidender wirtschaftlicher Vorteil ist. Dazu kommt, dass die Technologie gut für die Witterungsbedingungen in der Wald- und Forstwirtschaft geeignet ist. Jedoch ist bei der Entwicklung und Implementierung der RFID-Technologie auf einige technologische und prozessbedingte Anforderungen zu achten.

## **2.2 Technische Anforderungen**

Korten und Schneider (2006) sowie Kaul (2008) haben an der TU München die technischen Anforderungen für den Einsatz der RFID-Technologie in der Holzerntekette analysiert. Die Untersuchungen wurden sowohl in der motormanuellen Holzernte (überwiegend Stammholzeinschlag mit der Motorsäge) als auch in der hochmechanisierten Ernte (Industrie- und Stammholz mit Vollerntegeräten) vorgenommen. Den Ergebnissen zufolge, muss zunächst eine Informationsflusskette mit den dazugehörigen Akteuren als Best-Case-Variante definiert und vorab analysiert werden. Nur so lässt sich erkennen, wie die Einbindung der Technologie in bestehende Prozesse bestmöglich realisiert werden kann und welche Daten in den Informationsprozess einfließen sollen. Eine Ist-Analyse ist dabei aufgrund der Individualität für jede Prozesskette vorzunehmen.



Abb. 2: (links + Mitte) klassische Holzkennzeichnung, (rechts) Transponder für Holzkennzeichnung

Der Gesamterfolg der Realisierung hängt letztlich auch davon ab, ob alle beteiligten Akteure eine Win-Win-Situation aus der Nutzung der Technologie ziehen können. Die Ergebnisse des Projektes der TU München zeigen, dass neben der Schwundreduzierung und einer bessere Steuerung der Prozesse zahlreiche Vorteile im operativen Ablauf erreicht werden können. So konnte z. B. eine aufwendige Zuordnung des Holzes zum Eigentümer durch den RFID-Einsatz vermieden werden. Besonders hilfreich hat sich die Variante der Holzkennzeichnung mit Tags im Stammholzbereich gezeigt, da hier mit höherwertigem Holz gearbeitet wird, wo ein Stamm nicht selten einen Wert im dreistelligen Euro-Bereich hat. Für den Transpondereinsatz stellt sich zunächst die Frage, welche Typen für den Einsatz im Außenbereich geeignet sind. Neben der TU München hat sich die TFH Wildau im Rahmen des Holzlogistikprojektes OPERA<sup>2</sup> mit diesen technischen Anforderungen eingehend befasst. Untersucht wurden die technischen Komponenten hinsichtlich der Funktionstüchtigkeit, Befestigungsmöglichkeiten, Leseentfernungen, Störstoffe, Sichtbarkeit sowie mechanischer Beanspruchungen unter verschiedenen Witterungs- und Umgebungsbedingungen. Bei den Tests wurde – soweit möglich – nach VDI-Richtlinien (VDI 2006) vorgegangen. Grundanforderung für die Nutzung im Wald ist eine witterungsstabile und eine robuste Bauweise. Eine Reihe von Herstellern hat sich bereits auf solche Bauweisen spezialisiert (Beispiele Abb. 2, rechts). Es handelt sich dabei überwiegend um passive Transpondertypen ohne eigene Energieversorgung.

Als Grunddaten werden am Anfang der Informationskette nach Korten und Kaul (2008) Produktinformationen des Holzes (z. B. Eigentümer, Baumart, Qualität, etc.) in die Informationskette eingespeist. Sie werden mithilfe von outdoorfähigen MDE-Geräten<sup>3</sup> bereits im Wald direkt nach der Holzernte oder der Rückung der Stämme aufgenommen (s. Abb. 3). Diese sind mit einer Software zur Holzdatenaufnahme ausgerüstet. Die Produktinformationen werden über eine ID (in diesem Fall Stamm- und Los-Nr.) in einer speziellen Datenbank verknüpft. Diese Nummer dient dann zur Identifizierung bzw. Erfassung des Transponders in den

2 Optimierung zwischen Polter und Rampe bei Eichen- und Kiefern schwachholztransporten zur Reduzierung der Gesamtverwertungskosten mit Low-Budget-Ausrüstung, Teilprojekt TP 4.1 BMBF-Verbund Oakchain  
 3 MDE – Mobile Daterfassung

einzelnen Prozessen mittels eines RFID- Lesegerätes. Die für die Kommunikation genutzten Frequenzbereiche befinden sich überwiegend im Bereich der Niederfrequenzen (LF – Low-Frequency), z. B. 125 kHz, aber auch im Hochfrequenzbereich (z. B. 13,56 MHz) teilweise auch im Bereich UHF. Außen- und Labortests im Projekt OPERA zeigten, dass im LF-Bereich im Vergleich zu den anderen Frequenzbereichen nur geringe Lesereichweiten (max. 5-8 cm) zur Datenübertragung erreicht werden konnten. Dafür ist die Störanfälligkeit gegenüber Wasser, Metall und Verschmutzung geringer als im HF-Bereich.

### 2.3 Einsatzszenarien und Praxistauglichkeit

Für den Einsatz der RFID-Technologie zur Kennzeichnung von Rundholz wurden im Projekt OPERA grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten der Poltererkennzeichnung unterschieden.

#### a) Manuelle Einzelstammkennzeichnung:

Bei Stammholz (Ernte motormanuell) bzw. höherwertigen Holz werden die Transponder an jedem Stamm einzeln an der Stirnseite angebracht (s. Abb. 3). Für die Anbringung der Transponder werden meistens herstellerspezifische Hilfsmittel benötigt, z. B. Spezialnägel. Die Anbringung erfolgt größtenteils von der Holzindustrie bzw. einer beauftragten Person (z. B. Holzeinkäufer). Nächster Schritt ist die Aufnahme der alphanumerischen Kennung (ID) des Stammes auf das MDE-Gerät, das mit einem integrierten RFID-Reader ausgerüstet ist. Die auf den Transponder gespeicherte ID wird als Polter- oder Losnummer (i. S. eines Auftrages) zusammen mit weiteren Holzdaten verknüpft. Im Idealfall werden weitere Informationen, wie eine Wegebeschreibung, der Polterort als GPS-Koordinaten und vom jeweiligen Mitarbeiter in ein Verwaltungssystem via Schnittstelle übertragen oder sogar zeitnah per Funk übermittelt.



Abb. 3: (links) Einlesen der Transponder-ID mit MDE, (rechts) Bestimmung der Lesereichweite

Nach Verarbeitung und Ergänzung werden die Daten im nächsten Schritt für die Transportorganisation und -durchführung genutzt. Im Praxisszenario des Projektes OPERA erfasst der Holzspediteur die Transponder zur Holzerkennung beim Abtransport des Holzes im Wald erneut. Die Poltererkennung zur richtigen Erkennung

der ID wird zusammen mit Transportinformationen auf einem PDA in Verbindung mit einem digitalen Lieferschein mitgeführt. Gegenüber derzeit praktizierten Lösungen mit Papier und klassischen Holzkennzeichnungsmethoden ergibt sich in diesem Anwendungsfall eine erhebliche Zeit- und Aufwandsersparnis (ca. 5 min je Lkw-Ladestelle in Abhängigkeit der Anzahl anzufahrender Ladestellen) bei der Erfassung. Dies wird durch den Wegfall aufwendiger Such- und Abgleichvorgänge zwischen der Kennzeichnung des Holzes und den mitgeführten Holzlisten erreicht. Die Suche mit Holzlisten in Papierform und deren Abgleich mit unkenntlichen Nummern auf dem Stamm fällt weg. Zusätzlich werden Fehlerquoten bei der Erkennung reduziert.

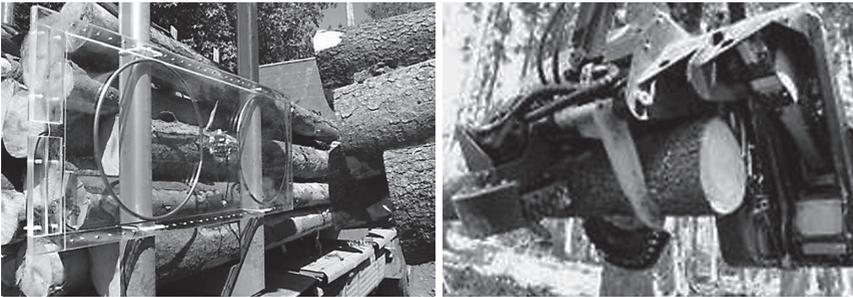


Abb. 4: (links) Erfassungsantenne am Lkw, (rechts) Harvesterkopf mit Transponderapplikationsvorrichtung (Foto Kaul 2008)

Das Einlesen einzeln gekennzeichnete Stämme über eine speziell am Holz-Lkw angebrachte Antenne ist ebenfalls technisch möglich (siehe Korten und Kaul 2008). Die Stämme werden dazu an der Antenne mit der Stirnseite einzeln (Abb. 4, Foto links) vorbeigeführt, von der Leseinheit erkannt und die ausgelesenen Informationen auf einer im Führerhaus befindlichen PC- oder MDE-Einheit gespeichert. Um dies praxistauglich umzusetzen, werden jedoch sichere Lese-reichweiten von min. 0,5 Metern empfohlen. Zusätzlich ist ein erhöhter Hardwareinsatz nötig. Für die hochmechanisierte Holzernte untersuchten Korten und Kaul (2008) Möglichkeiten der Einzelstammkennzeichnung mit geringerem Arbeitsaufwand. Hierbei wurden RFID-Transponder direkt bei der Ernte mittels einer speziellen Vorrichtung am Harvesterkopf an den Stammabschnitten angebracht (Abb. 4, Foto rechts). Die Nummer des Transponders wird dann mit den Holzdaten der einzelnen Stammabschnitte im Protokoll des Harvesters verknüpft. Als günstige Alternative zur Einzelstammerfassung mittels MDE ist bei Beladung der Stämme (soweit nicht hochwertig) eine Pulkerfassung am Fahrzeug sinnvoll. Die technische Lösung hierfür sowie für eine Pulkerfassung über ein Gate als Wareneingangsbestätigung wird derzeit in einem Projekt der TU München am Beispiel Buchenstammholz untersucht (Kaul 2008). Die praxistaugliche Umsetzung dieser Lösung erfordert jedoch einen hohen Hardwareaufwand. Die Möglichkeit

des Einsatzes beschränkt sich daher aus Kostengründen auf höherwertige Sortimente für die Sägeindustrie.

b) Polterkennzeichnung/Industrieholz:

Bei Industrie- und Schwachholzsortimenten (in Losen) wäre die Harvester-Variante, wie von der TU München untersucht, zu kostenintensiv und aus Praxissicht nur mit einem geringen Nutzen verbunden. Für solche Sortimente reichen ein bzw. wenige Transponder pro Los für die Identifizierung des Holzes aus. Im Rahmen des Projektes OPERA wurden als Befestigungsmöglichkeiten daher für die Los- bzw. Polterkennzeichnung einfachere Anbringungsmöglichkeiten definiert: a) Befestigung an einem Stamm des Polters; b) Befestigung an verschiedenen Stellen des Polters; c) Befestigung an einem stehendem Baum oder Kennzeichnungspfahl in unmittelbarer Nähe des Polters (gleichzeitig als Wegweiser nutzbar) oder d) Kennzeichnung an einem geeigneten Punkt an der letzten Wegekreuzung vor Erreichen des Polters. In jedem Fall ist darauf zu achten, dass möglichst große und farblich gut erkennbare Transpondertypen genutzt werden.



Abb. 5: (links) Befestigung an einem Weg-Kennzeichnungspfahl, (rechts) Industrieholzpolter

Bei der Abfuhr des Holzes werden jeweils mit der letzten Fuhre des Polters die Transponder vom Frachtführer entfernt und im Wareneingang an den Holzabnehmer übergeben. Von dort aus bietet sich dann die Möglichkeit, die Transponder einer neuen Informationskette zuzuführen. Die technische Lösung für eine Pulkerfassung über ein Gate als Wareneingangsbestätigung wird derzeit in einem Projekt der TU München am Beispiel Buchenstammholz untersucht (Kaul 2008).

## 2.4 Wirtschaftliche Aspekte

Neben den technischen Anforderungen und Machbarkeitsprüfungen müssen auch wirtschaftlichen Aspekte betrachtet werden. Dazu gehören u. a. Investitionskosten für den Systemaufbau. Dies ist von Art und Menge der eingesetzten Transponder abhängig und welche Investitionen im Hardwarebereich getätigt werden müssen. Die rasante Technologieentwicklung (z. B. Gen 2) und die zunehmende

Anwenderzahl wirken sich zunehmend positiv auf die Entwicklung der Investitionskosten aus. Grundsätzlich fallen bei der Implementierung eines RFID-Systems – je nach Frequenzbereich und technischen Anforderungen – folgende Kosten an (o. Gw.) (RFID Basis 2008):

Transponder	0,30 – 35 Euro / Stück
Lesegeräte	50 – 5.000 Euro / Stück
Antennen und Multiplexer	15 – 300 Euro / Stück
Controller	500 – 2.000 Euro / Stück
Kabel	7 Euro / m

Tab. 1: Investitionskosten für Hardware

Zusätzlich entstehen noch Kosten, die von der jeweiligen Prozesskette abhängig sind. Dazu gehören Anpassungskosten, Softwarekosten, Integrationskosten, Instandhaltungskosten und nötige Schulungskosten. In ihren Untersuchungen kamen Korten und Kaul (2008) auf zusätzliche Systemkosten von ca. 1,50 € pro Festmeter bei der motormanuellen Ernte und auf 4,50 € pro Festmeter bei der hochmechanisierten Ernte. Dieser Unterschied zeigt, dass besonders die motormanuellen Holzernte durch den Einsatz der RFID-Technologie profitieren könnte.

### 3 Zusammenfassung

Die vorgestellten Forschungserkenntnisse zeigen, dass mit der RFID-Technologie Optimierungen erreicht werden können. Technisch ist der Einsatz unproblematisch. Aufgrund der bisher noch geringen Einsatztiefe sind wirtschaftliche Schlussfolgerungen schwer möglich. Hier bedarf es weiterer Praxisprojekte mit Langzeitbeobachtung und genauerer Bestimmung der Systemkosten. Zusätzlich sollten Neuentwicklungen im Bereich RFID beobachtet und auf Praxistauglichkeit geprüft werden. Aktive oder semiaktive Transponder könnten zukünftig einen weiteren Mehrwert bieten. Eine weitaus größere Herausforderung neben der reinen Identifikation des Holzes im Wald ist jedoch die Nutzung der RFID Technologie entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Wald über das Werk bis hin zum Endkunden: Hier ist mit einem hohen technischen Integrationsaufwand zu rechnen.

### Quellen

- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMLEV) (2008). »Müller: Deutschland hat größte Holzvorräte Europas« Pressemitteilung Nr. 160, Ausgabedatum 20.10.2008
- DIN CERTCO (2008). »PEFC – Chain of Custody Zertifizierung“, TÜV Rheinland Umwelt,

- [http://www.dincertco.de/de/produkte\\_und\\_leistungen/produkte/umwelt/pefc\\_chain\\_of\\_custody\\_zertifizierung.html](http://www.dincertco.de/de/produkte_und_leistungen/produkte/umwelt/pefc_chain_of_custody_zertifizierung.html), 06.01.2008
- Ehrhardt, I. (2008): »Offroad-Navigation« Vortrag im Rahmen BranchenTransfer Logistik, Workshop »Optimierte Holzlogistik – Perspektiven innovativer IuK-Technik«, 18.03.2008, Wildau
- Franke, W.; Dangelmaier, W. (Hrsg.) (2006) »RFID – Leitfaden für die Logistik: Anwendungsgebiete, Einsatzmöglichkeiten, Integration, Praxisbeispiele«, Gabler-Verlag,
- Frommhold, H.; Sonntag H., Lange, M.; Syben, R. (2008). »Optimierungsmöglichkeiten der regionalen Rundholzlogistik und Anforderungen an moderne IuK-Technologien aus Sicht kleiner und mittlerer Unternehmen in Brandenburg« Abschluss-Bericht Projekt »Profil Holzlogistik«, Wildau – Eberswalde
- Holzmann, M.; Verhoff, S.; Sauter, U.H. (2006). »Der Freiburger Transponderzyklus« in Zeitschrift AFZ – Der Wald, Nr.13/2006, S.716 -721
- Kaul, C. (2008) »Der Einsatz von Radio Frequency IDentification (RFID) in der modernen Holzerntekette« Vortrag im Rahmen BranchenTransfer Logistik: »Optimierte Holzlogistik – Perspektiven innovativer IuK-Technik«, 18.03.2008 Wildau
- Korten, S.; Kaul, C. (2008) »Rundholzmarkierung mit Transpondern« in LWF aktuell, Nr.65, Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft und Zentrum Wals-Forst-Holz, Freising, S. 5-7
- Korten, S.; Schneider, J. (2006) »Reorganisation der Informations- und Warenflussprozesse in der Holzerntekette mit Hilfe der Transpondertechnologie« Schlussbericht AiF-Projekt Nr. 14186, Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaften und Angewandte Informatik der TU München, Fachgebiet Logistik der Universität Dortmund, S.161
- Kunz, U.-T.; Czaja, F. (2005) »Entwicklung einer grundlegenden Methodik zur Bewertung der Auswirkungen des RFID-Einsatzes auf die Prozesskette« in »RFID in der Logistik – Erfolgsfaktoren für die Praxis«, Hamburg 2005, S.119-142
- Lange, M., Jahnke, M. (2008) »Testbericht RFID Holzlogistik«, Laborbericht im Rahmen des BMBF-Projektes »OPERA« FKZ 0330576, Wildau. unveröffentlicht
- Lange, M.; Schultze, M.; Sonntag, H. (2008). »Herausforderungen, Anforderungen und Lösungsansätze zur Steigerung des Innovationsgrades in der Holzlogistik in Berlin-Brandenburg« in »Logistikinnovationen – Erfolg in einem vernetzten Europa«, Dokumentation zur Berlin-Brandenburg-Konferenz 2008, IHK Ostbrandenburg, Potsdam – Wildau, S. 113-123
- RFID Basis (2008) »Kosten von RFID-Systemen« in RFID Basis – das Informationsportal, <http://www.rfid-basis.de/kosten.html>, 06.01.2008
- Sauter, M. (2006). RFID in der Möbelindustrie« Präsentation im Rahmen des 2. Workshop RFID »Intelligente Funketiketten – Chancen und Herausforderungen, 04./05.07.2006, Erlangen
- Schultze, M.; Lange, M.; Sonntag, H. (2006). »Optimisations of the timber supply chain« In LogForum. Vol. 2/06, No 5, Hochschule für Logistik Poznan
- VDI e.V. (2006) »VDI 4472 Blatt 1 – Anforderungen an Transpondersysteme zum Einsatz in der Supply Chain«

# Selbststeuerung für intralogistische Anwendungen in der Bekleidungsindustrie mit Hilfe der RFID-Technologie

*Bernd Scholz-Reiter, Michael Teucke, Mehmet-Emin Özsohin*

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Projekts »Selbststeuerung für intralogistische Anwendungen in der Bekleidungsindustrie«, das von der Stiftung Industrieforschung unter dem Kennzeichen S 803 gefördert wird.

## **Kurzfassung**

Dieser Beitrag stellt Ansätze zur intralogistischen Prozessverbesserung für kleine und mittelständische Unternehmen in der Bekleidungsindustrie durch die Anwendung dezentraler Datenhaltung an logistischen Objekten mittels RFID-Technologie vor. Informationslücken entlang der Wertschöpfungskette der Bekleidungsindustrie wirken sich in kostenintensiven Umleitungen der Warentransporte oder der Notwendigkeit großer Puffer bzw. Sicherheitsbestände und hohen Lagerkosten aus. Diese können gerade für kleine und mittelständische Unternehmen, welche weniger automatisiert sind und flexibler agieren müssen als größere Wettbewerber, die Wettbewerbsfähigkeit vermindern. Den beschriebenen Informationsproblemen können auf dezentraler Datenverwaltung basierende logistische Prozesse entgegenwirken. In diesem Beitrag werden für eine solche dezentrale Datenhaltung Einsatzfelder aufgezeigt, welche speziell kleinen und mittleren Bekleidungsunternehmen einen Mehrwert im Hinblick auf eine logistische Leistungsverbesserung bieten können. Die Entwicklung und Bewertung von Lösungen für solche dezentralen Anwendungen und die Einbeziehung der RFID-Technologie leistet damit einen Beitrag zur Implementierung von Selbststeuerungskonzepten in der logistischen Anwendung.

## **Abstract**

The paper presents solutions to improve intra-logistic processes in the apparel industry by RFID technology based, decentralized data management applications. Information gaps along apparel supply chains result in cost intensive transport redirections or the necessity to provide large safety stocks and accompanying high costs. Such information gaps may decrease productivity and competitiveness in particular for small and medium enterprises (SME), whose processes are less automated, and who have to be more flexible than larger competitors. These information problems may be alleviated by logistic processes using decentralized data management. The paper presents application areas for decentralized data management, which has value added regarding intra-logistic process efficiency in particular for SME within the apparel branch. Development and evaluation of such decentralized applications using RFID technology contribute towards the implementation of autonomous control strategies in logistics.

## Keywords

Bekleidungsindustrie; Selbststeuerung; Intralogistik; RFID-Technologie, dezentrale Datenhaltung

## 1 Einführung

Die Bekleidungsindustrie fertigt als mittleres Glied der so genannten textilen Kette aus textilen Vorprodukten fertige Bekleidungsprodukte und liefert diese an den Einzelhandel. Neben dem klassischen Saisongeschäft und dem Lagergeschäft für modische Artikel wird insbesondere Never-out-of-Stock (NOS) Belieferung als Form des kontinuierlichen Warennachschubs und der branchenspezifische Form des Efficient Replenishment-Ansatzes durchgeführt (Steffen, 2001). Die zeitliche Diskrepanz zwischen den durch die Kunden geforderten Lieferzeiten von wenigen Tagen beim NOS-Geschäft und den Wiederbeschaffungszeiten der Waren durch die Lieferanten erfordert eine Lagerlieferung. Eine hohe Anzahl an Varianten erhöht tendenziell den Lagerbestand, da für jede Artikelvariante ein Puffer- und Sicherheitsbestand vorgehalten werden muss (Bruckner, Müller, 2003).

Die starke internationale Arbeitsteilung ist gekennzeichnet durch die Verlagerung der Produktion in Schwellen- und Entwicklungsländer, häufig im asiatischen Raum (Grömling und Matthes 2003). Eine effiziente Steuerung der geografisch verteilten Wertschöpfungsketten von Bekleidungsunternehmen erfordert aktuelle, genaue und korrekte Datenbestände der produzierten, versandten, im Transport zum Distributionszentrum befindlichen bzw. dort eingegangenen Warenbestände hinsichtlich Art und Anzahl sowie Verteilung der verschiedenen Konfektionsgrößen. Informationsprobleme wirken sich in kostenintensiven Umleitungen der Warentransporte oder der Notwendigkeit hoher Sicherheitsbestände und somit hohen Lagerkosten aus. Die aufgezeigten Probleme besitzen in der Bekleidungsindustrie erhebliche Bedeutung (Bruckner und Müller, 2003) und können gerade für kleine und mittelständische Unternehmen der stark preisabhängigen und mit niedrigen Handelsspannen operierenden Bekleidungsindustrie die Wettbewerbsfähigkeit vermindern.

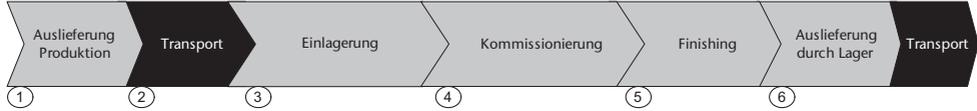
## 2 Intralogistische Prozesse in der Bekleidungsindustrie

Eine Ursache der beschriebenen Informationsprobleme besteht in der mangelnden informationstechnischen Kontrolle intralogistischer Prozesse, welche bei der Warenauslieferung in den Produktionswerken sowie in den Distributionszentren ablaufen.

Der Begriff Intralogistik umfasst gemäß der Definition des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA) »...die Organisation, Steuerung,

Durchführung und Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses, der Informationsströme sowie des Warenumschlags in Industrie, Handel und öffentlichen Einrichtungen« (Arnold, 2005). Die intralogistischen Prozesse, welche entlang der Prozesskette in der Bekleidungsindustrie ablaufen, sind in Abbildung 1 dargestellt.

**Hauptprozesse**



**Teilprozesse**



Abb. 1: Intralogistische Prozesse in der Prozesskette der Bekleidungsindustrie

In der Bekleidungslogistik werden zwei wesentliche logistische Ablaufprinzipien unterschieden. Zunächst existiert das Prinzip »Hängeware«, bei welchem die meist höherwertigen Bekleidungsartikel auf einem Träger (Kleiderbügel) aufgehängt gelagert und transportiert werden, sowie das Prinzip »Liegeware«, bei welchem Lagerung und Transport, der meist weniger empfindlichen Artikel in liegendem, meist gefaltetem, Zustand erfolgt. Beim Prinzip »Hängeware« ist aufgrund der Vereinzelnung und sequentiellen Handhabung der Ware der Automatisierungsgrad höher und damit auch die automatisierte Datenerfassung bereits stärker ausgeprägt. Bearbeitung und Handhabung der »Liegeware« zeichnen sich demgegenüber durch einen niedrigen Automatisierungsgrad bzw. durch eine hohe Arbeitsintensität und einen sich daraus ergebenden, relativ hohen Anteil der Lohnkosten an den Gesamtkosten der Bekleidungsprodukte aus (Mannel und Schmidt, 2003). In diesem Beitrag wird der Fokus auf die »Liegeware« gelegt. Typische intralogistischen Prozesse für Liegeware in der Bekleidungsindustrie werden nachfolgend in Anlehnung an Ten Hompel und Schmidt (2005), Arnold (2006) sowie Mannel (2006) beschrieben.

Nach der Erbringung der Transportleitung und der Entlastung des Spediteurs ist die *Warenannahme* der erste Schritt in der intralogistischen Prozesskette im Lager. Basierend auf dem Lieferavis, einem angekündigten Wareneingang, wird die eintreffende Lieferung mit der Bestellung abgeglichen. Außerdem werden die Avis-Daten häufig direkt in das Warenbestandssystem übernommen. Hiermit wird der Wareneingangsprozess erheblich beschleunigt, da bei nachfolgender positiver Prüfung die Daten lediglich bestätigt werden müssen. Allerdings werden dabei fehlerhafte Avisa nicht korrigiert. Neben dem logischen Abgleich von bestellter und eingehender Ware erfolgt die physische Überprüfung der eingetroffenen Ware durch die manuelle *Sortierung*. Dazu gehört in der Regel für alle Güter die Prüfung auf Art und Menge, welche im Allgemeinen als Wareneingangsprüfung

verstanden wird (Ten Hompel, Schmidt 2005). In vielen Unternehmen der Bekleidungsindustrie wird aber nur eine Stichprobenprüfung durchgeführt (Mannel, 2006). In der *Lagerung*, dem letzten Schritt des Hauptprozesses *Einlagerung*, werden die Lagereinheit, z. B. Paletten, gebildet, die Verteilung der Güter auf die Lagerbereiche und die Vergabe des Lagerplatzes durchgeführt.

Die der Bestellung bzw. dem Warenabruf durch den Kunden folgende *Kommissionierung* beinhaltet die Entnahme von kundengerechten Bedarfsmengen als Teilmengen größerer Einheiten einzelner Artikel und deren Zusammenführung und Bereitstellung für die Versendung. In dem Hauptprozess *Endbearbeitung* bzw. *Versandvorbereitung* werden die kommissionierten Güter für die Auslieferung an den Einzelhandel vorbereitet. Dabei werden länderspezifische Etiketten an den Bekleidungsgegenständen positioniert und kundenspezifische Bündel sortiert. Vor dem Versand, dessen Aufgabe in der Zusammenstellung der Versandeinheiten entsprechend der Aufträge und der Verladung der Waren in ein Transportmittel besteht, werden die Güter im letzten intralogistischen Hauptprozess, der Auslieferung durch das Lager, gemäß ihres Auslieferungsortes in Kartons verpackt und als Versandeinheit bereitgestellt. Neben den unmittelbaren Hauptprozessen werden auch mittelbare Prozesse in der Intralogistik, wie z. B. die körperliche Bestandsaufnahme während der Inventur, durchgeführt. Alle Gegenstände (Lagereinheiten) sind zu identifizieren und zu klassifizieren und durch Zählen oder Messen mengenmäßig zu erfassen (Ten Hompel, Schmidt 2005).

### **3 Einsatz der RFID-Technik in intralogistischen Prozessen der Bekleidungsindustrie**

Beim Konzept der Selbststeuerung logistischer Prozesse (Freitag, 2004, Scholz-Reiter, 2006) werden Funktionalitäten für Planung und Steuerung des logistischen Systems auf die einzelnen logistischen Objekte, z. B. Warenartikel, Ladehilfsmittel oder Transportmittel, verlagert. Damit können diese autonom ihren Weg innerhalb des betrachteten Logistiknetzwerks bestimmen (Windt, 2005). Die Realisierung der Selbststeuerung logistischer Prozesse basiert auf der Verfügbarkeit geeigneter Informations- und Kommunikationstechnologien. Die Implementierung von selbststeuernden Anwendungen in der Logistik ist als ein evolutionärer Prozess zu betrachten, bei welchem die Implementierung von Anwendungen und Technologien zur dezentralen Datenhaltung und mobilen Datenverarbeitung durch die logistischen Objekte einen wichtigen Teilschritt darstellt. Dazu zählt insbesondere die Radiofrequenzidentifikationstechnik (abgekürzt: RFID-Technik). Die RFID-Technik ermöglicht die automatische Identifizierung von Gegenständen mittels elektromagnetischer Wellen. Ein RFID-System besteht aus einem Transponder, der sich am oder im Gegenstand befindet, sowie einem Lesegerät zum Auslesen der Transponderdaten. Durch eine Mid-dleware mit Schnittstellen

zu weiteren Softwareprogrammen und Datenbanken können die dezentral auf Transpondern gespeicherten Daten weiterverarbeitet werden (Finkenzeller, 2006, Gillert, 2006). Erste RFID-Anwendungen werden in der Bekleidungsindustrie bzw. im Bekleidungshandel bereits verwendet. Entsprechende Projekte sind z.B. bei der Kaufhof Warenhaus AG, bei Gerry Weber und bei dem BekleidungsHersteller Gardeur initiiert worden (Quiede, 2004, Berger, 2006, Schmidt und Mannel, 2003, und Mannel, 2006). Für den Einsatz der Radiofrequenztechnik (RFID- Technik) in der textilen Lieferkette sind bereits durch den Verein Deutscher Ingenieure Anforderungen festgelegt (VDI, 2006).

Durch den Einsatz der RFID-Technologie in der *Einlagerung*, als ersten Hauptprozess der Intralogistik, können Informationen, welche durch den Zulieferer bereitgestellt werden, gegengezeichnet werden. Einen Überblick über Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technik zur dezentralen Datenhaltung gibt Tabelle 1.

Prozessschritt	Objekt-ebene	Einsatz der RFID-Technik zur dezentralen Datenhaltung
Vor Produktionsversand	Artikel / Packstück	a) Permanente Transponderapplikation durch Artikeletikettierung b) Temporäre Transponderapplikation an Artikel (z. B. an Preislabel) c) Transponderapplikation am Packstück
Produktionsversand – Artikelverpackung	Artikel / Packstück	Automatische Artikelzählung zur Warenavisierung durch stationäres (Tunnelreader bzw. Gate), oder mobiles integriertes Lesegerät
Produktionsversand – Container-Stuffing	Packstück	Automatische Artikelzählung zur Warenavisierung durch stationäres (Tunnelreader bzw. Gate), oder mobiles integriertes Lesegerät
Warenannahme	Packstück / Artikel	Automatische Packstück- oder Artikelzählung zur Wareneingangsprüfung und Aviskontrolle durch stationäres, oder mobiles integriertes Lesegerät
Lagerung	Packstück	Einlagerungskontrolle durch mobiles Lesegerät oder intelligentes Regalfach (»Smart Shelfdesk«)
Kommissionierung	Artikel	Entnahmekontrolle durch intelligentes Regalfach (»Smart Shelfdesk«)
Versand	Artikel	Automatische Versandkontrolle und Lieferscheinerstellung mittels Tunnelreader an Förderband

Tab. 1: Überblick über den Einsatz der RFID-Technik zur dezentralen Datenhaltung

Eine Lösung zur Warenzählung für die Erstellung von Warenavisen beim Warenversand durch die Produktion bzw. für die Warenprüfung im Rahmen der Warenannahme im Distributionszentrum soll hierbei näher beschrieben werden. Werden beispielsweise bereits in der Produktion die Bekleidungsstücke mit Transpondern ausgestattet und diese mit Identifikationsnummern der Bekleidungsstücke versehen, können diese Datensätze an die Distributionszentren geschickt

werden. Einer Problematik der Falschinterpretation von Packlisten, welche Informationen über das produzierte und versandete Bekleidungsstück bspw. in unterschiedlichen Schriftzeichen beinhalten, kann dadurch entgegengewirkt werden.

In der zweistufigen Erstellung dient in der ersten Stufe ein Tunnelreader zur Pulkerfassung von Informationen auf den mit RFID-Transpondern bestückten und sich in einem Paket befindlichen Warenartikeln. Die ermittelten Informationen bzgl. Güte und Quantität der Objekte werden dann auf einen auf der Verpackung, in diesem Fall ein Karton, befindlichen Transponder geschrieben. In der zweiten Stufe werden die Verpackungen in einen Container gefüllt und durch Auslesen mittels mobilen Lesegeräts dem Container zugeordnet. Anhand der Informationen in der ersten und der zweiten Stufe können dann automatisch Packlisten generiert werden, die den genauen Inhalt einerseits des Containers sowie der Pakete mit den Objekten beinhalten und als Warenavis für Distributionszentrum und ggf. dem Zoll dienen. Diese Packliste kann durch eine Gegenlesung der Transponder in der Warenannahme des Distributionszentrums und einem entsprechenden Vergleich mit einer durch den Versand erstellten Packliste zuverlässige Daten bzgl. der gelieferten Bekleidungsstücke führen.

#### 4 Auswirkungen

In der gesamten Bekleidungsindustrie hat die Intralogistik in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Der Anteil der Kosten für die Intralogistik beträgt ca. 80% der gesamten Logistikkosten. Dies wird durch die starke Zunahme des Warenanteils aus Asien, die Verbreiterung der Sortimente und die Beschleunigung der »Produktlebenszyklen« (Kollektionen) verursacht. Personalintensive und damit teure Prozesse der Intralogistik im Modebereich ergeben sich aus der aus der manuellen Warenhandhabung, der aufwendigen Aufbereitung von Waren vor allem aus Fernost sowie dem hohen Retourenanteil (Arnold, 2005).

Der Einsatz der beschriebenen, dezentralen Anwendungen auf Basis der RFID-Technologie in der Intralogistik der Bekleidungsindustrie eröffnet nachfolgend beschriebene Verbesserungspotentiale: Einen Anhaltspunkt für die Quantifizierung gibt eine Fallstudie, bei der bei einer Lagermenge von 300.000 Stück und einer an einem Tag eingehenden Warenmenge von bis zu 10.000 Stück eine Zeitdauer von 30 bis 60 Minuten für die Wareneingangskontrolle und Avisprüfung mittels manueller Paketzählung ermittelt wurden und für durchschnittlich 0,5 % bis 1 % der Waren fehlerhafte Avisdaten festgestellt wurden.

- **Reduzierung von Lagerbeständen:** Wegen des verringerten Fehlmengenrisikos aufgrund falscher Warenavis kann der Sicherheitsbestand der Waren innerhalb des Lagers reduziert werden. Weiterhin können die durch fehlerhafte Warenzählung verursachten, überzähligen Bestände eingespart werden.

- **Reduzierung der Durchlaufzeiten zeitkritischer Waren:** Bei einer dezentralen Steuerung können die Waren für zeitkritische Aufträge am Wareneingang direkt zur Kommissionierung bzw. dem Warenversand weitergeleitet werden, die Zeitdauer für die Wareneingangsprüfung entfällt.
- **Vermeidung von Wertverlusten von ca. 3 % bis 5 % durch Verbesserung der Restmengensteuerung:** Aufgrund dynamischer Nachfrageänderungen können ca. 5 % bis zu 10 % der bereits produzierten Waren keinem Kundenauftrag bzw. keiner Bestellung zugeordnet werden. Durch einen laufenden, aktuellen Überblick kann der Vertrieb geeignete Maßnahmen ergreifen, um die Waren zeitnah abzusetzen. Bisher werden entsprechende überschüssige Waren häufig erst nach Eintreten eines erheblichen Wertverlusts von ca. 30 % bis 50 % bei Lagerinventuren identifiziert.

## 5 Fazit und Ausblick

Die Maßgeblichkeit der Intralogistik für die Leistung der gesamten Lieferkette bis zum Point of Sale ist in der Bekleidungsindustrie unumstritten. Fehlende oder fehlerhafte Informationen entlang der stark internationalisierten Lieferkette der Bekleidungsindustrie wirken sich negativ auf die Prozesseffizienz und Wettbewerbsfähigkeit aus. Durch den Einsatz von RFID-Labeln auf Artikel- und Packstückebene bestehen Möglichkeiten, intralogistische Prozesse mittels dezentraler Datenhaltung und darauf basierender Applikationen, z. B. automatischen Warenzählprozessen bei Verpackung, Versand und Wareneingang zu verbessern. Damit kann sowohl die manuelle Vereinnahmung abgelöst als auch eine höhere Bestandssicherheit zu gewährleistet werden. Dies kann Potentiale im Hinblick auf die Reduzierung von Lagerbeständen und Lagerdurchlaufzeiten sowie eine Verbesserung der Restmengensteuerung eröffnen.

## Quellen

- Arnold, D (Hrsg.) (2006): »Intralogistik. Potentiale, Perspektiven, Prognosen«, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Arnold, D, Isermann, H, Kuhn, A, Furmans, K, Isermann, H, and Tempelmeier, H (Hrsg.) (2007): »Handbuch Logistik«, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Berger, D (2006): »Neuer Dress-Code setzt Trends. Automatisierte Prozesse mit RFID optimieren die Logistik beim Bekleidungshersteller Gardeur«, in: RFID im Blick, Ausgabe Mai 2006, Verlag & Freie Medien, Amelinghausen.
- Bruckner, A, Müller, S. (2003): »Supply Chain Management in der Bekleidungsindustrie«, Köln.

- Freitag, M., Herzog, O., Scholz-Reiter, B. (2004): Selbststeuerung logistischer Prozesse – Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen, in: *Industrie Management* 20 (2004) 1, S. 23-27.
- Grömling, M, Matthes, J (2003): »Globalisierung und Strukturwandel der deutschen Textil- und Bekleidungsindustrie«, Köln.
- Mannel, A (2006): »Prozessorientiertes Modell der ökonomischen Auswirkungen des RFID-Einsatzes in der Logistik«, Deutscher Fachverlag, Frankfurt (M).
- Pfohl, HC, Gomm, M, Shen, X (2007): »China: Textil- und Bekleidungs-Supply Chain zwischen Deutschland und China«, in: *Jahrbuch der Logistik* 2007, S. 258-264.
- Quide, U (2004): »RFID-Umsetzung in der Kaufhof Warenhaus AG«, online: <http://www.fir.rwth-aachen.de/ihr/dateien/041203unterlagen-quiede.pdf>. Abgerufen am 17.12.2008.
- Schmidt, J, Mannel, A (2003): »Einsatzpotentiale der Transpondertechnologie in der Bekleidungsindustrie«. Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie, Köln.
- Steffen, M (2001): »Strategische Netzwerke für komplexe Konsumgüter am Beispiel der industriellen Maßkonfektion«, Frankfurt (M.).
- Ten Hompel, M, Schmidt, T (2005). »Warehouse Management. Automatisierung und Organisation von Lager- und Kommissioniersystemen«, Springer Verlag, 2. korrigierte Auflage, Berlin Heidelberg.
- VDI 4472 Blatt 1+2: »Anforderungen an Transpondersysteme zum Einsatz in der Supply Chain«, Ausgabedatum: 2006-11, <http://www.vdi.de/vdi/vrp/richtliniendetails/index.php?ID=9716317>.
- Windt, K, Böse, F, Philipp, T, 2006: *Autonomy in Logistics – Identification, Characterisation and Application*. In: *International Journal of Robotics and CIM*, Pergamon Press Ltd, 2006.

# Rückverfolgung von Lebensmitteln durch RFID – die Logistikkette wird transparent

*Bertram Meimbresse, Marcel Janke*

## **Kurzfassung**

Die Richtlinie der Europäischen Kommission EG-Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates No. 178/2002, wirksam ab dem 1. Januar 2005, fordert die Einführung von effektiven Verfahren zur Rückverfolgung von Lebensmitteln und Nahrungsprodukten. Dies hat insbesondere Bedeutung für Logistikunternehmen, die in die Lebensmittel-Transportketten integriert sind. Durch das Projekt RÜFILOG »Rückverfolgung durch Einsatz der RFID-Technik in der Transportlogistik von kleinen und mittleren Unternehmen mit dem Anwendungsfall Kühl- und Frischewaren« wurde bestätigt, dass der Einsatz von RFID in Transportketten erhebliche Vorteile bringt, wie höhere Effizienz, geringerer personeller Aufwand und schnellere Rückverfolgung von Waren entlang der Transportketten und -netze. Das Projekt wurde gefördert durch die Stiftung Industrieforschung.

## **Abstract**

The European Union EC-regulation No. 178/2002 of the European Parliament and of the Council, which came into force on the 1st January 2005, created the need for an efficient procedure for the backtracking of food and food products. This influences especially the companies which carryout logistics processes along the transport chain. Through the RÜFILOG project »Backtracking through the application of RFID-Technology in Transport Logistics for small and medium-sized enterprises for cool and fresh goods«, it has been proven that the use of RFID technology within a transport chain can provide real benefits including greater efficiency, less user-interaction and, of course, faster traceability of goods that have passed through the transport chain. RÜFILOG was promoted by the support of the Foundation for Industrial Development.

## **Keywords**

RFID; Logistik; Lebensmittel, Rückverfolgung; IT-System

## **1 Einführung**

Die Rückverfolgbarkeit von Warenflüssen in der Lebensmittelindustrie spielt in der Logistik eine große Rolle. Durch gesetzliche Auflagen wie der EG-Verordnung 178/2002 (European Commission 2002) sind entsprechende Verfahren

einzuführen, um eine Rückverfolgbarkeit durch alle Produktions-, Verarbeitungs- und Distributionsstufen zu gewährleisten. Damit soll gewährleistet werden, dass im Schadensfall (z. B. Kontaminierung einer Konserve mit Glassplittern) zeitnah alle Informationen über die Standorte aller Teilmengen der betreffenden Produktionscharge ermittelt werden können, unabhängig von der konkreten Transportkette, möglicher Zwischenlagerung oder Umkommissionierung. Zur Umsetzung dieser Forderung mit dem Schwerpunkt »kleine und mittlere Unternehmen (KMU)« wurde im FuE-Vorhaben RÜFILOG ein geeignetes Verfahren entwickelt, implementiert und getestet. Dabei entstand ein Informationssystem, das es den Beteiligten auf einfache Weise ermöglicht, ihre Warenströme zu erfassen, zu dokumentieren und Daten zu recherchieren. Die Implementierung erfolgte auf Basis eines modularen und automatisierten Systems, welches die benötigten Informationen für den jeweiligen Prozessbeteiligten retrospektiv sammelt, aufbereitet und auswertet. Weiterhin stellt das System durch definierte Nahtstellen die Weiterleitung an den nächsten Prozessbeteiligten sicher, der mit seinen generierten Informationen den geforderten Ist-Stand der Rückverfolgung herstellt (saldierende und vernetzte Informationsketten). Bei der Entwicklung dieses Systems wurde der Fokus auf die Schlüsseltechnologie RFID gelegt. Diese Technologie erlaubt es, Basisdaten zu einem Artikel in Verbindung mit den Versanddaten in einem sog. RFID-Label zu speichern und IT-seitig zu verknüpfen. Mit Unterstützung der beteiligten Industriepartner, ReiCo Spedition, Frischdienst Berlin und Nordmilch eG wurde der Prototyp des RÜFILOG-Systems im Praxiseinsatz getestet. Mit dem Vorhaben wurde gezeigt, dass moderne RFID/EPC (Electronic Product Code)-Systeme auch von und mit KMU erfolgreich implementiert werden können.

Mit dem gewählten Ansatz werden die Umsetzungsbarrieren besonders für KMU reduziert, Informationstransparenzen und Ansatzpunkte für durchgängige Branchenlösungen in Transportnetzwerken geschaffen, die unabhängig von den In-Haus-Lösungen großer Marktakteure sind. Durch die Offenlegung der Schnittstellen ist die Einbettung in andere Systeme sowie die Integration von anderen Systemen gewährleistet.

Das Vorhaben war in fünf Arbeitspakete unterteilt:

AP 1: Analyse der Basislogistikprozesse

AP 2: Gestaltung der Informations- und Logistikprozesse für das Soll-Konzept

AP 3: Konzeption und Realisierung des Softwaretools

AP 4: Test des Systems und Anwendung

AP 5: Kosten-Nutzen-Untersuchung des Logistikkonzepts

## 2 Zielstellungen von RFID-Anwendungen in der Handelslogistik

Die Metro Group ist der Vorreiter bei der Nutzung und Einführung von RFID in der Supply Chain. Bekannt geworden ist Metro durch die Future Store Initiative, die beispielhaft an einem Supermarkt in Rheinberg bei Düsseldorf die Zukunft des Handels aufzeigt ([www.future-store.org](http://www.future-store.org)). Die Metro zeichnete nach eigenen Angaben 2005 über 400.000 Paletten mit RFID-EPC-Labeln aus. Die Metro verspricht sich davon eine Verkürzung der Vereinnahmung einer Palette im Wareneingang von bisher 90 auf 70 Sekunden. Der zeitliche Aufwand zum Abgleich einer kompletten LKW-Warenladung durch den Lagerarbeiter sinkt sogar von 15 auf 3 Minuten.

Die Rewe Gruppe setzt ebenfalls auf RFID-Lösungen mit EPC. So wurde ein RFID-Projekt zusammen mit der Brauerei Gaffel durchgeführt, um gelabelte Flaschenkästen bei Rewe-Händlern und bei Gaffel zu verfolgen. Die Herausforderung dabei lag in der Beeinträchtigung der Lesbarkeit durch Metalle und Flüssigkeiten. Darüber hinaus begann Rewe 2005 mit einem RFID-Echtbetrieb im Distributionszentrum Norderstedt. Dort werden seitdem täglich im Durchschnitt 75 Paletten mit über 50 verschiedenen Artikeln im Trockensegment mittels RFID im Wareneingang identifiziert. Ferner ist RFID im Logistikprozess der Einlagerung und Nachschubsteuerung implementiert. In Bezug auf den Einsatz von RFID auf Artekelebene vertritt Rewe den Standpunkt, dass dies unter den derzeitigen Kosten-Nutzen-Aspekten noch nicht sinnvoll sei. Eine solche Anwendung wäre frühestens erst in 5 Jahren realisierbar (Hunold, M. 2006).

Die Bénédicta Group in Frankreich startete einen 3-monatigen RFID-Versuch in Verbund mit Barcode im Lebensmittelbereich. Der Hersteller setzt EPC-konforme passive RFID-Label der Gen2 Spezifikation ein und enkodiert jedes RFID- und Barcode-Label mit einer einzigartigen ID-Nummer. Die RFID-Lesegeräte und Barcode-Scanner dokumentieren die Warenausgänge und die Wareneingänge bei EGTN (Entreprise Générale de Transport du Nord), ein Unternehmen, bei dem die Waren verpackt werden sowie bei FM Logistics, einem Logistikdienstleister. Dabei soll die eingesetzte RFID-Technologie dem Partner EGTN insbesondere Hilfestellung beim Kommissionieren leisten (Bacheldor, B. 2006).

## 3 Erwarteter Nutzen des RFID-Einsatzes bei der Rückverfolgbarkeit

Die RFID-Technologie bietet vielerlei Vorteile in Hinblick konventioneller Identifikationstechnologien wie Barcode, Chipkarten, OCR (Optical Character Recognition) o. ä. Der Hauptnutzen dieser Technologie besteht darin, dass eine Versandeinheit anhand sicht- und kontaktlose Identifikation an jedem Meldepunkt, wo ein entsprechendes RFID-Lesegerät installiert ist, identifiziert werden kann. Dies bedeutet für die Rückverfolgbarkeit, dass die gesamten Bewegungsdaten vom

Warenausgang beim Hersteller über Transport und Wareneingang beim Empfänger bis zur Einlagerung erfasst, dokumentiert und ausgewertet werden können. Die pulkorientierte, sicht- und kontaktlose Identifikation über eine Distanz von mehreren Metern ist dabei ein entscheidender Vorteil dieser Technologie. Dieser Vorteil spiegelt sich auch in den verkürzten Prozesszeiten bei der Vereinnahmung der Versandeinheiten im Wareneingang wider.

Der Nutzen des RFID-Einsatzes im RÜFILOG-Vorhaben besteht in:

- Elektronische Speicherung/Archivierung, Aufbereitung und Darstellung der Rückverfolgbarkeitsdaten (z. B. Online-Web-Abfrage)
- Wegfall der papierbehafteten Dokumentation und dadurch Vermeidung von Fehlinterpretationen bei unleserlicher Handschrift
- Recherchefunktion zur zeitnahen Übergabe von Artikeldaten im Schadensfall
- Verknüpfung mit anderen Systemen (Kommissionierlösungen, Lagerverwaltungssystemen) und Kommunikationstechnologien (UMTS, GSM/GPRS, WLAN, Bluetooth)
- Verbindung mit anderen Auto-ID-Technologien z. B. Barcode als Referenzierung
- Zusatznutzen durch Verkürzung der Prozesszeit bei der Vereinnahmung im Wareneingang (automatische Warenidentifikation) und dadurch Zeit- und Kosteneinsparungen
- Erweiterungsfähigkeit (Ausweitung auf Behältnisse/Ladungsträger [Quadt, A., 2005])
- Soll/Ist-Abgleich von Warenlieferungen

#### **4 Technisches Konzept**

Das RÜFILOG-System ist eine IT-Plattform, die aus Hardware- und Software-Komponenten besteht. Durch Verbindung dieser Komponenten wird es ermöglicht, dass einerseits Daten von Versandeinheiten erhoben werden und online via Internet versendet werden. Andererseits können Abfragen über einen autorisierten Web-Login zum Verbleib bzw. zur Verfolgung und schlussendlich zur gesamten Historie von Versandeinheiten durchgeführt werden. So können zum Beispiel in Echtzeit Artikel hinzugefügt, bearbeitet oder auch gelöscht werden. Ebenso ist es möglich, Fahrer-, KFZ- und Firmendaten online hinzuzufügen, zu verändern oder zu löschen. Mit der Funktion »Report« können einzelne Aktionen, die die Anwender durchgeführt haben, protokolliert werden. Folgende Abbildung zeigt schematisch die prinzipielle Funktionsweise des Systems.

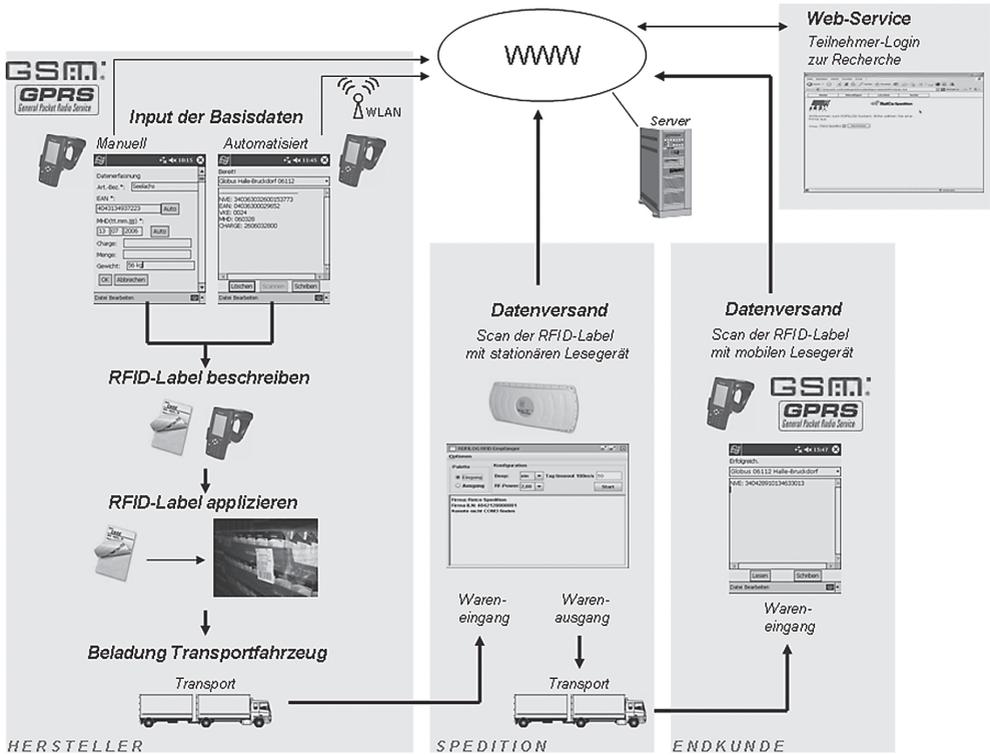


Abb. 1: Schema des RÜFILOG-Systems

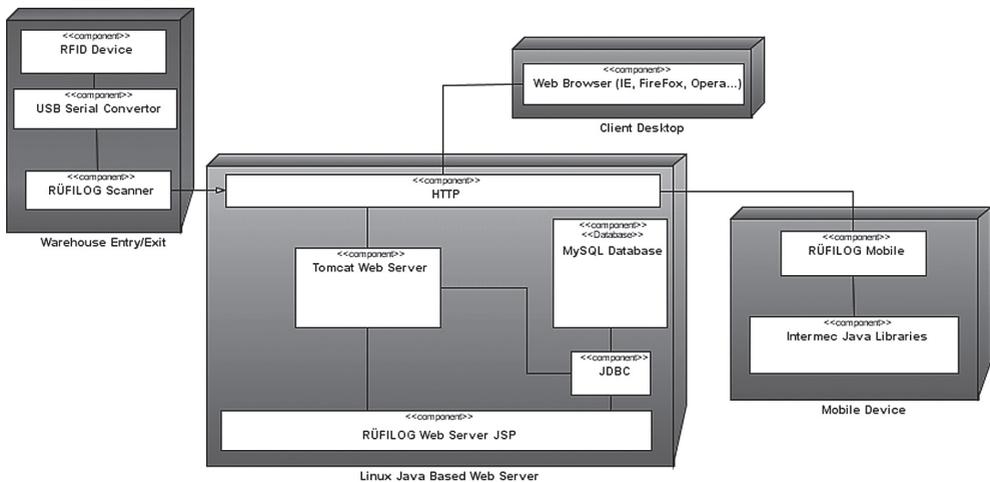


Abb. 2: Softwarearchitektur

## 5 Labor- und Praxistests

Für den Einsatz der Hardwarekomponenten wurden folgende Anforderungen identifiziert:

Allgemein	Anforderungen
Anwendungsfall	Europalette (Gebinde) 800x1200, halbe Europalette 400x600
Produktart	H-Milch, H-Kakao (Trockenware), Frischfisch (Frischware)
Physikal. Umgebung	H-Milch → 16°C bis 18°C, Frischfisch → ca. 4°C
Einsatzort	Lager, möglichst metallfreie Umgebung
RFID	Anforderungen
Frequenzbereich	UHF (Ultrahochfrequenz) 868 MHz, Passives System
Speicher RO/RW	96 Bit ja/ja
Aktionswinkel	mind. 50°
Spezifikation	ISO 18000-6, EPC
Operationsentfernung	1,5 m bis 3 m
Antikollision	ja, mindestens 20 Label pro Sekunde
Temperatur	-20°C bis +60°C
Beständigkeit	Verunreinigung, Feuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Metall
Betriebszeit	mind. 8 h pro Tag
Label	konform zu EAN-Etikett (12 x 15,2 cm), 50 % der Ladungsträgerhöhe
Kommunikation stationär (mobil)	Ethernet, USB (USB, WLAN mind. 11 MBit/s, GPRS)

Tab. 1: Übersicht Anforderungsprofil

Zur Auswahl der Systemkomponenten wurden Labortests im UHF- (868 MHz) und HF-Bereich (13,56 MHz) durchgeführt. Folgende Versuche wurden aufgebaut und mit allen RFID-Schreib-/ Lesegeräten durchgeführt: Allgemeine Erfassbarkeit (Lesereichweiten), Versetzte Lage des Transponders, Geschwindigkeit am Gate, Störstoffe, Elektromagnetische Verträglichkeit, Sprühwasser und Einsatz von Stahlrollcontainern (metallische Umgebung). Folgende Hardwarekonfiguration wurde anschließend ausgewählt: RFID-Lesegerät (stationär) UDL 500, deister, RFID-Lesegerät (mobil) MDE 751/761 Serie 700, Intermec und RFID-Barcodedrucker PM4i Intermec.

Als RFID-Label für die Praxistests (4 Monate) wurden Intermec ISO 18000-6B Label eingesetzt. Diese Label zeigten während der Labor- und Praxistests gute Ergebnisse bei Erfassbarkeit und Reichweite. Jedoch kam es bei der Be- bzw. Entladung vereinzelt zum Abreißen des Labels. Für künftige Anwendungen wird deswegen der Einsatz von so genannten Flag-Tags empfohlen. Der Transponder ist dabei in ein bewegliches Fähnchen integriert, sodass Schäden vermieden werden. Weiterhin wird empfohlen, für den künftigen Betrieb Label der Spezifikation EPC Class 1 Gen 2 (ISO 18000-6C) zu verwenden, da diese in einem größeren Abstand

vom Lesegerät und in höherer Anzahl im Pulk identifiziert werden können. Während des Praxistests sind Erfassungsraten von 83 % und 89 % mit nur einem stationären Lesegerät ermittelt worden. Würde man bei einem flächendeckenden Einsatz wie üblich zwei bis vier Geräte im Verbund einsetzen, so ist davon auszugehen, dass die Erfassungsraten 100% erreichen. Das bedeutet für den praktischen Einsatz nahezu keine Verlustraten bei der Identifikation von Versandeinheiten.

## 6 Kosten-Nutzen-Betrachtung des RÜFILOG-Systems

Zur Veranschaulichung soll hier ein Szenario gerechnet werden, dass den personellen, zeitlichen und finanziellen Aufwand einer behördlichen Rechercheanfrage aufzeigt. Es werden hier sechs behördliche Anfragen an ein Unternehmen pro Jahr angenommen. Diese Anfragen sind laut Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz Brandenburg sofort zu bearbeiten und als Ergebnisbericht schnellstmöglich an die Behörde zu übergeben. Für die Recherche werden je zwei Mitarbeiter beauftragt. Je Recherche werden insgesamt drei Arbeitstage veranschlagt. Pro Jahr sind für sechs Recherchefälle ca. 5.400 € durch das betroffene Unternehmen aufzubringen, um den Behörden eine richtlinienkonforme Dokumentation zu übergeben. Diese Summe hätte das Unternehmen investieren können, um sich an das Rückverfolgbarkeitssystem anschließen zu lassen, um behördliche Anfragen einfach und mit erheblicher Zeitersparnis mit dem angebotenen Web-Service zu recherchieren. Hinsichtlich der Amortisation ergibt sich bei Zugrundelegung der genannten, vermiedenen Aufwendungen und der Anschaffungskosten für eine Insellösung (20.000 € Hardware und laufende Kosten RFID-Label 3.000 € = 50.000 Stück zu 0,05 €/Stck. (Kreitner, R. 2005, gibt dies als erreichbaren Margenpreis für 2010 an) + 500 € Fehlerkosten) ein Zeitraum von 2,5 Jahren. Für Unternehmen, die sich lediglich an das System anschließen lassen wollen, würde sich die Amortisationszeit deutlich verkürzen, da nur Anschluss- und laufende Kosten anfallen.

## 7 Fazit und Ausblick

Das RÜFILOG-System wurde im prototypischen Einsatz bei drei Unternehmen implementiert und in Echtzeit getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass alle Daten zur Rückverfolgung dokumentiert und archiviert werden konnten. Diese Daten standen den Partnern fortwährend für die eigene Nutzung zur Verfügung.

KMU haben oft verschiedene IT-Strukturen. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Arbeitsweise des RÜFILOG-Systems. Das System ist so konzipiert, dass es entweder in vorhandene Strukturen eingebunden werden kann oder als Stand-Alone-Lösung betrieben wird. Eine Stand-Alone-Lösung ist sinnvoll, wenn die

Anbindung an eine vorhandene Schnittstelle nicht möglich ist, oder nur mit hohem Aufwand realisiert werden kann. Eine Einbindung in eine vorhandene Software-Lösung z. B. durch modularen Anbau, ist vorteilhaft, wenn keine proprietären Lösungen eingeführt werden sollen.

Das RÜFILOG-System kann um zusätzliche Funktionalitäten im Logistikbereich erweitert werden. Denkbar sind Anbindungen an Kommissioniersysteme oder der Einsatz von intelligenter RFID-Technik. Bei der intelligenten RFID-Technik werden Sensoren eingesetzt, die in der Lage sind Temperatur, Druck und Beschleunigungen sowie weitere Umweltdaten zu messen und in Verbindung mit einem Ortungssystem an einen zentralen Leitstand zu melden (Werle, O. und Böckle, M., 2006). Weitere Praxisuntersuchungen sind nötig, um bspw. Warenwirtschafts- und Enterprise Resource Planning-Systeme (WWS- und ERP-Systeme) in die Rückverfolgung einzubeziehen. Die Möglichkeit freigegebene Dateninhalte eines ERP-Systems mit den Daten einer Versandeinheit zu verknüpfen und abrufbar zu machen, würde die Kette bis zur Urerzeugung bzw. bis zum Anbau transparent machen.

## Quellen

- European Parliament and Council (2002), Verordnung EG 178/2002, Brüssel, 2002. <http://eur-lex.europa.eu/>
- Kreitner, R. (2005), Innovationen der Zukunft. Studienarbeit FH München, 2005
- Hunold, M. (2006), Quantensprung für den Handel, RFID im Blick, Ausgabe 07-08/2006, S.26
- Werle, O. und Böckle, M. (2006), Engmaschiges Sicherheitsnetz, RFID im Blick, Ausgabe 02/2006, S. 26
- Balcheldor, B. (2006), <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2697>, Abruf: 09.10.2006
- Quadt, A. et al. (2005), RFID in der Logistik – aktueller Entwicklungsstand, AAC EC Aachen, 22.6.2005

# RFID-gestützte Baustellenlogistik im industriellen Großanlagenbau

*Klaus Richter, Cathrin Plate, Bernd Gebert*

## **Kurzfassung**

Die RFID-Technologie bietet ein enormes Verbesserungspotenzial in logistischen Prozessen. Dabei erobert diese Technik zunehmend Gebiete außerhalb der Warenlogistik wie z. B. Errichtungs- und Rückbauprozesse im großtechnischen Anlagenbau, die betriebliche Instandhaltung oder das Werkzeugmanagement. Im Beitrag werden Erfahrungen und Ergebnisse aus Anwendungen der RFID-Technologie in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) des Anlagenbaus aufgezeigt. Anhand konkreter Vorgaben aus den Unternehmen wurde u. a. ein RFID-basiertes Internet-Baustellenportal entwickelt, welches die Lieferprozesse im Sinne eines »gesicherten Warenübergangs« unterstützt, aber auch die Lager- und Errichtungsvorgänge auf einer Baustelle monitort und visualisiert. Anhand der technischen Lösung konnte gezeigt werden, dass RFID-Systeme erfolgreich von KMU implementiert werden können und zur Steigerung der Produktivität und Service-Qualität beitragen.

## **Abstract**

RFID technology holds tremendous potential to improve logistics processes and is increasingly capturing domains outside distribution logistics such as construction and dismantling operations in large scale plant manufacturing, industrial maintenance and tool management. Applications of RFID technology in small and medium-sized enterprises (SME) in the plant manufacturing industry have yielded interesting experiences and results. Among other applications, an RFID based Internet construction site portal has been developed on the basis of concrete specifications from companies. It supports delivery processes to secure the transit of goods and also monitors and visualizes storage and construction operations at a construction sites. This technical solution demonstrates how RFID systems can be implemented effectively by SME and boost productivity and the quality of service.

## **Keywords**

Großanlagenbau; Baustelle; passiv UHF; WLAN-Ortung; Webservices; mobile Endgeräte

## **1 Baustellensituationen im Großanlagenbau**

In einzelnen Phasen des Lebenszyklus von Produktionsanlagen, wie der Anlagenerrichtung, einer planmäßigen Anlagenrevision oder bei Umrüstung und Modernisierung, kommt es am Anlagenstandort zu Baustellensituationen. Diese

treten in verschiedenen Branchen wie Chemische Industrie, Energieerzeugung, Lebensmittelindustrie usw. auf. Sie sind durch eine hohe Komplexität sowohl der Planungs- als auch der Ausführungsprozesse gekennzeichnet.

Aufgrund des hohen Termindrucks während der Vorhabensdurchführung werden an die Versorgungsprozesse (externe Anlieferung, innerbetrieblicher Transport, Bereitstellung, Vormontage etc.) und die Koordination der verschiedenen Ressourcen sehr hohe Anforderungen gestellt. Innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters muss eine beträchtliche Menge an Material (Alt- und Neumaterial, Rest- und Hilfsstoffe) umgeschlagen und für den Einbau vorbereitet, und gleichzeitig eine hohe Anzahl an internen und externen Mitarbeitern sowie Hilfsmitteln gesteuert und disponiert werden. Problematisch ist hierbei, dass einerseits die Vielzahl der Ressourcen sowie die Komplexität der Prozesse, andererseits das Auftreten ungeplanter Ereignisse wie unpassende Wetterbedingungen, Anlieferverzögerungen, Falschliefereien etc., eine hohe Varietät an Störungen erzeugen. Erschwerend kommt hinzu, dass durch das Fehlen einer gemeinsamen Informations- und Steuerungsplattform der Baustellen-Akteure keine Möglichkeit zur Überwachung von Vorgängen und somit zeitnahe Erkennung von Abweichungen oder Störungen besteht. Abstimmung und Kommunikation erfolgen quasikontinuierlich in aufwändigen Projektmeetings mit anschließender Papier-Dokumentation der Ergebnisse (Zeugträger, 1998).

### **1.1 Produktivität auf Baustellen**

Untersuchungen in den USA haben gezeigt, dass die Hauptursache von Störungen häufig eine unzureichende Materialversorgung auf der Baustelle ist. Diese verursacht bis zu 50 % an Produktivitätsreduzierung (vgl. Perdomo-Rivera, 2004). Durch den Einsatz von RFID (Radio Frequenz Identifikation) wiederum, lassen sich auf einer Baustelle 25 % der Arbeitszeit für die Warenverrechnung und Einpflege der Daten in ein Materialverwaltungssystem einsparen (BTSC, 2003). Andere Aussagen gibt es aus Untersuchungen im Hochbau in Deutschland (vgl. Abb. 1). Der Anteil der produktiven Arbeitszeit liegt hier nur zwischen 30 bis 50 %. Ursachen hierfür sind in der Regel Aktivitäten, wie Material suchen, identifizieren, transportieren, umlagern sowie zugehörige Wegezeiten.

### **1.2 Relevante logistische Ressourcen und Prozesse auf Baustellen**

Anhand durchgeführter Analysen von industriellen Baustellen-Prozessen im Rahmen verschiedener Forschungs- und Industrieprojekte wurde eine Vielzahl an logistischen Ressourcen/Objekten identifiziert: neu beschafftes Material / Komponenten (beginnend mit Fertigungsende oder Versand beim Lieferanten), Werkzeuge und Spezialequipment (z. B. Rüstungen/Schalungen, Leihgeräte wie Autokran), Transport- und Betriebsmittel (z. B. LKW, Gabelstapler), Transport- und Ladehilfsmittel (z. B. Gitterboxen, Paletten, Fässer) sowie Personal (eigenes und betriebsfremdes Personal).

## %-Anteile der Tätigkeit gemessen an der Gesamtzeit Ausbau

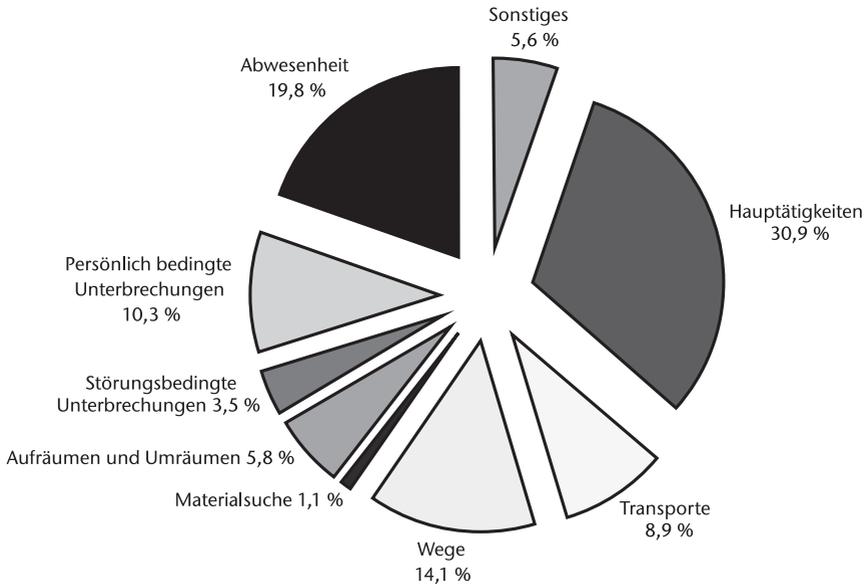


Abb. 1: Arbeitszeitanteile in Baustellensituationen (Blömeke, 2001)

Die Analyse der logistischen Prozesse ergab, dass die physischen Logistikprozesse mit Relevanz für Produktivitätsverbesserungen sich auf die folgenden Vorgänge fokussieren lassen (Baust, 2006), (Plate, 2006), (Richter, 2006), (Schenk, 2006): Versand von Teilen/Komponenten und Anlieferung von neuen (gesicherter Warenübergang) auf der Baustelle, Ein- und Umlagerung von Teilen (gesicherte Lagerung), Vormontage, Verbau von Teilen, Ausleihe, Nutzung und Rückgabe von Werkzeugen (gesicherte Ausleihe) und Diebstahlsicherung von beweglichen logistischen Objekten.

In Zusammenhang mit diesen Vorgängen kommt es in der Praxis aufgrund der Komplexität der Prozesse und der Varietät der Ressourcen zu Problemen. Mit Blick auf den Entwurf RFID-basierter Prozessketten seien die folgenden als Referenz für Lösungsansätze beispielhaft genannt:

- die Anlieferung von Teilen und Material erfolgt nicht zum vereinbarten Termin (früher oder später als vereinbart),
- die Anlieferungen von Teilen und Material kann nicht oder nicht vollständig nachvollzogen werden (Artikel, Menge, Anlieferort),
- Materialbewegungen und die aktuellen Lagerorte von Materialien oder Werkzeugen sind zu einem Bedarfszeitpunkt nicht bekannt,
- der Status von Ressourcen (belegt, frei) ist nicht bekannt und
- der Bauausführungsfortschritt ist nicht bekannt.

Da Baustellen im Rahmen von Anlagenbauprojekten durch einen hohen Zeit- und Kostendruck gekennzeichnet sind, ist es notwendig, Wege zu finden, Störungen zu vermeiden und Prozesse der Identifikation und Lokalisierung von benötigten Ressourcen möglichst effizient und transparent abzuwickeln.

## 2 Lösungsansatz

Zur Einhaltung der Zeit- und Kostenziele bei solchen Anlagenbauvorhaben ist eine gesicherte Informationsversorgung der verschiedenen Beteiligten notwendig. Dabei können als Informationsträger zur Schließung bestehender IT-technischer Lücken und zur Vermeidung von Medienbrüchen RFID-Systeme (RFID-Transponder), Radio Frequenz (RF)-basierte Ortungssysteme und mobile Endgeräte eingesetzt werden. Die Informationserfassung erfolgt dabei dezentral über mobile Endgeräte mit entsprechender Ausstattung. Die Informationsbereitstellung für die verschiedenen Akteure kann über eine zentrale Webplattform erfolgen, welche unterschiedliche modulare Anwendungen integriert und die Nutzung über ein Rechte- und Rollenkonzept sicher gestaltet.

Der Nutzen von an Baustellenumgebungen angepassten Systemen zur Identifikation, Ortung und Überwachung verschiedenster logistischer Ressourcen lässt sich an verschiedenen Vorteilen festmachen (Richter, 2006):

- Reduzierung von unproduktiven Zeiten (z. B. Such-, Warte- und Rüstzeiten) und von Fehlerquellen durch manuelle und wiederholte Eingabe gleicher Daten in verschiedene (akteursbezogene) IT-Systeme.
- Chaotische Lagerplatzverwaltung mit den damit verbundenen Vorteilen der Platzersparnis.
- Möglichkeit der Bildung von Produktivitätskennziffern für die Anlagenbaufortschrittskontrolle (Wer hat Wann und Wo Was geliefert/abgenommen/umgelagert/montiert/verbaut).
- Effizientere Kommunikation zwischen allen Beteiligten und beschleunigte Informationsflüsse.
- Vorausschauendes und effektives Agieren durch proaktive Location Based Services.

### 2.2 Gesicherter Warenübergang

Die manuelle Kontrolle von Versandpapieren und Material beim Be- und Entladen der Transporte von der Fertigung eines Lieferanten zur Anlagenbaustelle ist zeitaufwändig und fehlerträchtig. Es treten Situationen auf, in denen die Bestätigung der Ankunft von Lieferungen und Materialien auf der Baustelle sowie die Einweisung zu einem Entladeort durch nicht autorisierte Personen erfolgen. Die korrekte Dokumentation des Warenübergangs zwischen Fertigung des Herstellers, dem Spediteur und der Warenannahme auf der Baustelle kann insbesondere

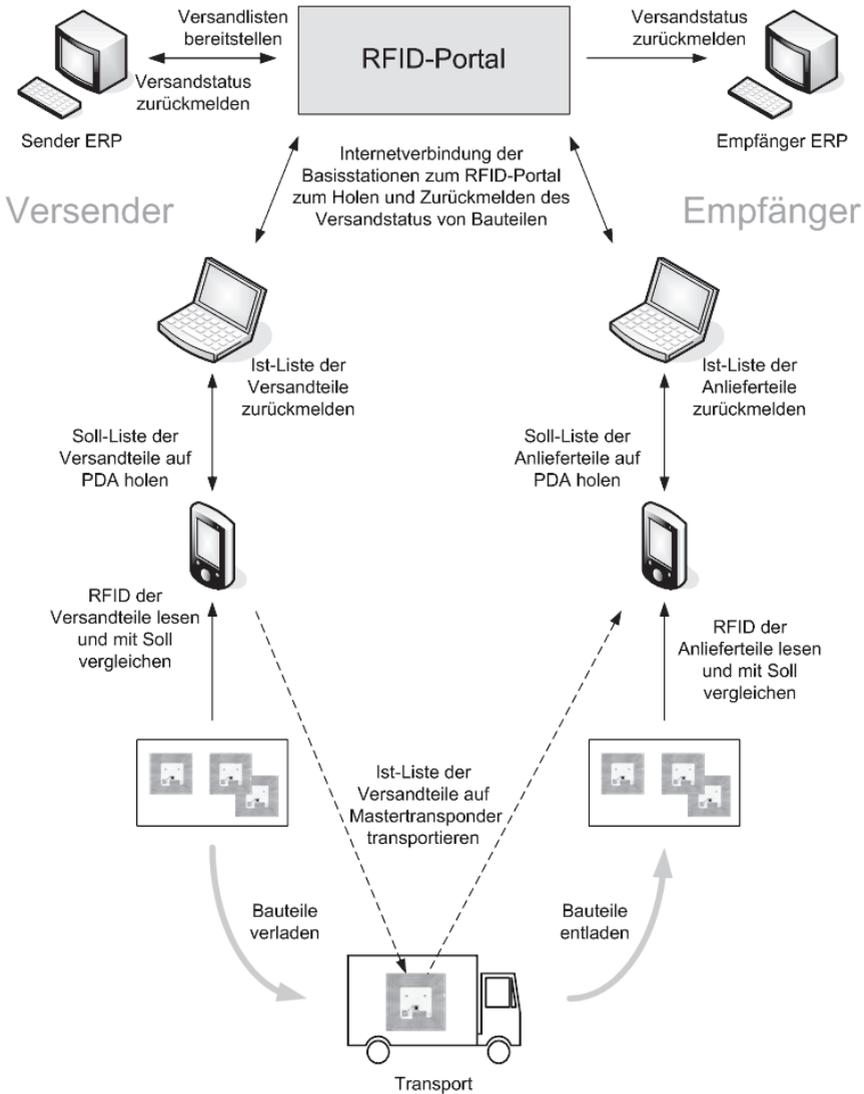


Abb. 2: Funktionen des »Gesicherten Warenübergang« (Linke, 2006)

bei Großbaustellen oftmals nicht garantiert werden, wodurch Missverständnisse und Streitfälle provoziert werden. Als Folge werden Packlisten und Lieferscheine IT-technisch erstellt, dann aber manuell korrigiert und geprüft, bis das Ergebnis in ein anderes IT-System einfließt. Das Hantieren mit den Belegen und das Vergleichen der Lieferpositionen kostet Zeit und kann bei schlechten Wetterbedingungen schwierig für die Mitarbeiter sein. Um die Prozesse des Versands

zur und der Warenannahme auf der Baustelle transparenter und IT-technisch durchgängig zu gestalten, wurde die Funktion des »Gesicherten Warenübergangs« gestaltet. Als Partner bei der Definition der Anforderungen an diese Funktion und bei deren praktischer Erprobung wirkte das Unternehmen Stahlbau Magdeburg GmbH (Linke, 2006), (Baust, 2006) sowie ein Endkunde intensiv mit. Das Unternehmen Stahlbau Magdeburg GmbH sieht im Einsatz der RFID-Technologie die Möglichkeit, zukünftig die Geschäftsprozesse mit den Endkunden effizienter und transparenter zu gestalten, um damit die eigene Marktattraktivität und Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern.

Die Komponente »Gesicherter Warenübergang« ist eine datenbankgestützte Web-Anwendung und Teil des Gesamtsystems »RFID-Portal«. Das RFID-Portal stellt die Schnittstellen zu den ERP-Systemen der Lieferanten und deren Kunden (z. B. Generalunternehmer auf der Anlagenbaustelle) bereit. Mobile Endgeräte vor Ort (z. B. PDA Personal Digital Assistant, Handheld) werden über eine Internet-Verbindung einer Arbeitsstation (Webservice) mit dem Modul verbunden. Durch eine automatische Synchronisation der mobilen Endgeräte mit dem RFID-Portal werden sie mit aktuellen Lieferscheinen oder Packlisten versorgt und melden die Ist-Zustände nach der Zusammenstellung einer Lieferung zurück. Generelle Voraussetzung ist die Kennzeichnung der zu versendenden Objekte mit RFID-Tags. Im konkreten Projekt erfolgte dies mit passiven HF-Tags (13,56 MHz) als Anhänger am Objekt.

Der Empfänger synchronisiert seine mobilen Endgeräte ebenfalls mit dem RFID-Portal. Dadurch erhält er Zugang zu den aktuellen Lieferdaten und bestätigt durch Abscannen der RFID-Kennzeichnung den Wareneingang auf der Baustelle (Schenk, 2006). Die Abbildung 2 zeigt den Material- und Informationsfluss der Logistikkette.

Durch die echtzeitnahe Rückmeldung des aktuellen Lieferstatus in das zentrale Modul ist die transparente Dokumentation des Waren- und Eigentumsüberganges zwischen Lieferant, Transporteur und Kunde jederzeit gegeben. Durch Hinzufügen weiterer Status ist die Ausdehnung des Systems auf beliebige Prozesse, z. B. die Fertigung im Stammhaus des Lieferanten oder auf die Endmontage auf der Baustelle möglich.

### **2.3 Lagerplatz- und Materialverwaltung auf der Baustelle**

Die eingesetzte GIS-basierte Lagerplatz- und Materialverwaltung setzt auf der Existenz der RFID-Daten aus dem Wareneingang auf der Baustelle auf. Die Daten der Lieferpositionen stehen elektronisch zur Verfügung und können zuvor festgelegten Lagerplätzen (logisch, geografisch) zugeordnet werden. Dadurch werden die Materialbestandsverwaltung und die Materiallokalisierung auf der Baustelle vereinfacht. Weiterhin kann die GIS-Funktion (Geografisches Informations-System) für die Visualisierung einer Ortung mit aktiven RFID-Komponenten bzw. die Ortungshistorie von beliebigen Objekten auf der Baustelle verwendet werden (s. Abb. 3).

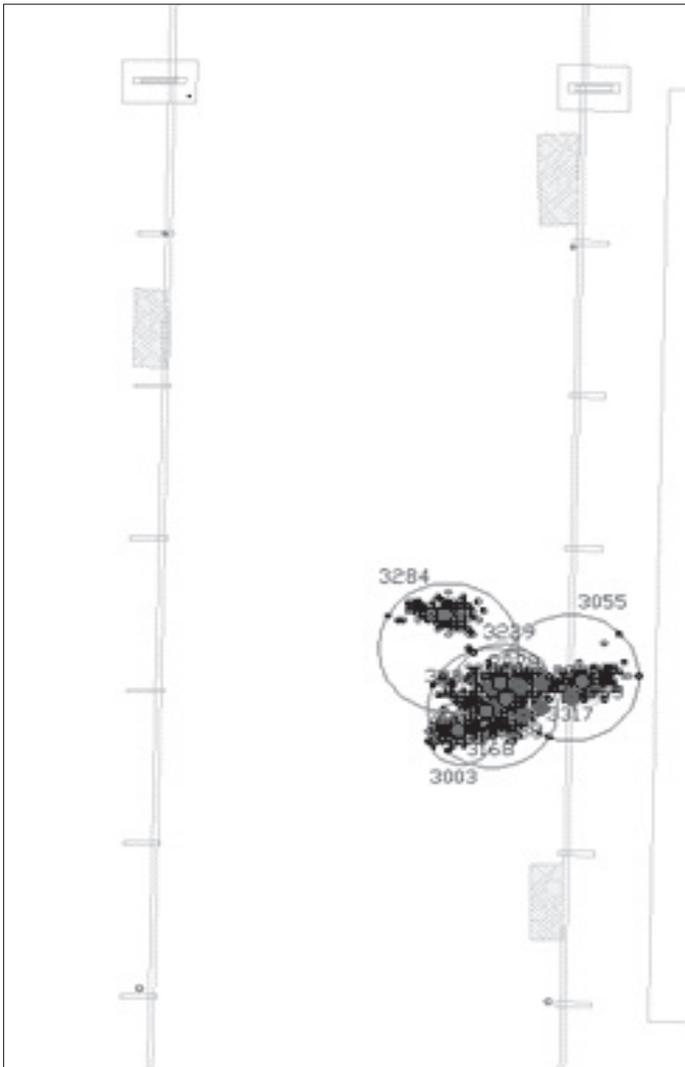


Abb. 3: Ortung von mit aktiven RFID-Tags gekennzeichneten Bauteilen auf einer Freilagerfläche (Baust, 2006)

Mit Hilfe der Funktion Lagerplatzverwaltung kann die Belegung von Lagerflächen auf Baustellen organisiert, verwaltet und dokumentiert werden. Es können vielfältige Informationen zu den Lagerflächen (z. B. Art des Lagers) und deren Belegung mit Objekten wie Paketen/Gebinden, Artikeln und Einzelpositionen hinterlegt und hinsichtlich verschiedenster Aspekte strukturiert abgerufen werden. Den

Lagerflächen können zuvor definierte Objekte entweder über das mobile Endgerät oder über das RFID-Portal zugewiesen werden. Einlagerungs-, Umlagerungs- und Auslagerungsprozesse können verfolgt werden.

#### **2.4 Eindeutige Identifikation von Bauteilen und Materialien**

In der Praxis ist das Picken (manuelle Entnahme) eines Teiles aus dem Baustellenlager bei Vorhandensein sehr vieler ähnlicher Teile nicht allein mit Augenmaß möglich. Zur eindeutigen Identifizierung eines zu verbauenden Teiles ist der manuelle Vergleich zwischen Bauteilsignatur und Bauplan unerlässlich. Der manuelle Vergleich ist aufwändig und fehleranfällig, weil die Artikel- bzw. Bauteilkennzeichnung in der Regel eine lange Ziffernfolge ist. Mittels des PDA ist durch Scannen der RFID-Tags eine schnelle Identifikation der Bauteile möglich. Weitere Informationen wie Länge, Breite, Höhe und Gewicht werden dem Monteur auf dem Display angezeigt und unterstützen ihn, z. B. bei der Entscheidung, welches Anschlagmittel für den Transport oder die Montage zu verwenden ist.

### **3 Zusammenfassung und Ausblick**

Durch die entwickelten Lösungen wurde deutlich, wie sich mit dem Einsatz innovativer Technologien in der Baustellenlogistik deutliche Effizienz- und Effektivitätsvorteile realisieren lassen. Die mit Hilfe des RFID-Portals überwachten und gesteuerten Prozesse zeichnen sich insbesondere durch eine verbesserte inner- und zwischenbetriebliche Koordination sowie eine Verringerung der Medienbrüche aus. Hierdurch können sowohl eine höhere Prozessqualität als auch eine verkürzte Prozessdauer durch Reduzierung unproduktiver Zeiten erreicht werden, die sich zudem in einer Senkung der Prozesskosten auswirken. Konkrete Prozessverbesserungen sind dabei etwa:

- Verringerung des unternehmensinternen und zwischenbetrieblichen Koordinationsaufwands bei eintretenden Störungen im Projektverlauf,
- permanente und schnellere Informationsverfügbarkeit,
- transparente Information über die Verfügbarkeit von Materialien, Betriebsmitteln, Werkzeugen etc. vor Ort auf der Baustelle und
- Vereinfachung und Automatisierung der administrativen Prozesse im Bereich Dokumentation.

Voraussetzung ist dabei, dass die im Rahmen eines Anlagenbauvorhabens temporär kooperierenden Unternehmen bereit sind, bestehende Prozesse in Frage zu stellen und gegebenenfalls neu entworfene anzunehmen. Ein entscheidender Faktor bei der Umsetzung ist die Akzeptanz der neuen Technologien durch die betroffenen Mitarbeiter.

Derzeit ist die IT-gestützte Integration der mobilen Arbeitsplätze der anlagenbaulichen Funktionen auf der Baustelle in elektronisch abgebildete

Geschäftsprozesse nur gering ausgeprägt, die hieraus entstehenden Effizienz- und Effektivitätsvorteile bleiben im Wesentlichen ungenutzt. Der hohe Marktdruck in der Produktions- (Anlagenbetreiber), Maschinen- und Anlagenbaubranche (Hersteller, Dienstleister, Generalunternehmer) zwingt Unternehmen zur Erschließung neuer Arten von Wettbewerbsvorteilen.

Die Nutzung innovativer, mobiler und leitstandsgestützter Technologien zur Schaffung neuartiger mobiler Geschäftsprozesse stellt dabei zwar einerseits gerade in der traditionsbewussten Anlagenbaubranche eine deutliche Herausforderung dar. Andererseits aber können gerade durch die Schaffung einer über Zeit und räumliche Distanz hinweg integrierten Prozesskette erhebliche Verbesserungen bei Kosten, Zeit und Qualität erzielt werden, die in benötigten Wettbewerbsvorteilen resultieren. »Erfolg durch Prozessinnovation« ist damit kein leeres Schlagwort, sondern entscheidende Herausforderung im Wettbewerb; die Schlüsselrolle spielt dabei der richtige Einsatz und der Mix innovativer Technologien.

## Quellen

- Baust (2006). Projekt »RFID-gestützte Baustellenlogistik«, 2005-2006, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, gefördert von der Stiftung Industrieforschung, ZB-Nr. S697
- Blömeke, M. (2001). »Die Baustellenlogistik als neues Dienstleistungsfeld«. – Dissertation, Uni Dortmund, 2001
- BTSC Breakthrough Strategy Committee (2003). »Breakthrough Process and Charter“. – BTSC Document 2003-02, 2003, S. 51
- Linke, D.; Mohrenweiser, D. (2006). »Einsatz von RFID im Anlagenbau – Piloterfahrungen mit RFID-gestützter Logistik für den Stahlbau«. – 27. VDI/VDEH Forum Instandhaltung, Tagung Lahnstein bei Koblenz, 16. und 17. Mai 2006, Tagungsband VDI-Berichte Nr. 1927, S. 65-74
- Perdomo-Rivera, J. L. (2004). »A Framework for a Decision Support Model for Supply Chain Management in the Construction Industry“. – Blacksburg, Virginia, 2004
- Schenk, M.; Richter, K. (2006). »Mobile Business in der Baustellenlogistik großtechnischer Anlagen«. – In: DACH Mobility 2006, Tagungsbandbeitrag, 17. und 18. Oktober 2006, Ottobrunn
- Richter, K.; Plate, C.; Gründler, U. (2006). »Prozessgestaltung auf industriellen Baustellen«. – In: REFA-Nachrichten 1/2006, 59. Jahrgang, S. 24-28.
- Plate, C., Roeben, H., Richter, K. (2005). »Einsatz von RFID Systemen im Shutdown-Management komplexer Anlagen«. – 35. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik »INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE!«, 19. bis 22. September 2005, Bonn, Tagungsband Band 1, S. 282-286.
- Zeugträger, K. (1998). »Anlaufmanagement für Großanlagen«. – Fortschrittberichte VDI Reihe 2 Nr. 470, Düsseldorf: VDI Verlag, 1998.

# RFID in der Logistikkette Buchdruck-Verlag-Endnutzer

*Stefan Brunthaler, Bertram Meimbresse, Claudia Kehrmann*

## **Kurzfassung**

Die Potentiale zur Effizienzsteigerung entlang der Logistik- und Prozesskette Druckerzeugnisse durch den Einsatz von RFID sind beträchtlich. Um diese Potentiale zu nutzen, sind RFID-Transponder möglichst zeitig in den Herstellungsprozess zu integrieren. Jedoch haben die Mitwirkenden entlang der PrintChain-Kette gegenwärtig unterschiedliche RFID-Systeme im Einsatz. Der Beitrag analysiert die Randbedingungen der Implementierung in der Prozesskette und erläutert die Vorgehensweise und Testergebnisse beim Entwurf eines Dual-Labels, welches Transponder für die unterschiedlichen Systeme (HF und UHF) zusammen führt.

## **Abstract**

The potentials to augment efficiency along the logistics supply and process chain of print products by the application of RFID systems are considerable. To capitalise these potentials it is important to integrate RFID transponders within the production process early. At present the participants of the »print chain« use different types of RFID systems. The article analyses the boundary conditions of the implementation and explains the approach and test results of a designed dual label that includes different physical systems (HF and UHF technology).

## **Keywords**

RFID; Druckerzeugnisse; Dual-Label; Label-Position

## **1 Einleitung**

Im Forschungsvorhaben PrintChain II, gefördert durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg, wurde die Implementierung eines RFID-Standards entlang der Logistik und Prozesskette Druckerzeugnisse (Herstellung – Handel – Nutzung) untersucht. Weiterhin wurden die Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf weitere Anwendungsbereiche, speziell dem Aktenmanagement, geprüft und Anforderungsprofile für archivaugliche Langzeittransponder erstellt. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Implementierung entlang der Logistik- und Prozesskette Druckerzeugnisse. Der im Projekt benutzte Begriff »RFID-Standard« beschreibt das erforschte, systematisierte und evaluierte Wissen zur fachgerechten Implementierung von RFID in der Prozesskette PrintChain, von der Herstellung bis zum Käufer und Nutzer von Printmedien.

Folgende Fragestellungen wurden untersucht:

1. Welche Voraussetzungen sind für die Implementierung von RFID im Produktionsprozess der Druckindustrie zu schaffen?
2. Wie können RFID-Transponder in den Produktionsablauf der Druckerzeugnisse integriert werden und ggf. im Produktionsablauf hergestellt werden?
3. Wie sieht die optimale Bauweise für solche RFID-Transponder aus?

Grundsätzlich soll im Vorhaben eine Optimierung der Prozesse entlang der Logistikkette für Druckerzeugnisse erzielt werden. Endanwender wie z. B. Bibliotheken, Verwalter von Akten- und Dokumentenbeständen erwarten durch die RFID-Integration eine Verbesserung ihrer Betriebsprozesse, wie z. B. Inventarisierung sowie Dokumentenaus- und -rückgabe. Im Forschungsvorhaben PrintChain II wurde deswegen ein RFID-Transponder entwickelt und getestet, welcher für den Einsatz in allen PrintChain-Stufen entlang der Logistik- und Prozesskette geeignet ist.

Transponder oder TAG ist in der RFID-Technologie die Bezeichnung für eine auf oder in einem beliebigen Trägermedium angebrachte RFID-Funk-Elektronik. Als Label werden Transponder mit einer Konfektionierung als Etikett bezeichnet. Sie können als Trägermaterial sowohl Papier, als auch Folien oder Stoffe haben und werden größtenteils selbstklebend hergestellt und als vereinzelbare Objekte in Rollenware geliefert. Aufgrund der Untersuchungen im Projekt wurde ein neuartiges **Dual-Label** mit kombinierten HF- und UHF-Strukturen entworfen (Frequenzbereiche HF 13,56 MHz und UHF von 866 bis 868 MHz). Dieses Label ermöglicht es, für alle Stufen entlang der Prozesskette die jeweils optimale RFID-Anwendungslösung einzusetzen (HF wird im Bibliothekswesen bereits flächendeckend verwendet. Fachbuchhandlungen und Hersteller favorisieren UHF-Technologie).

Bei der Entwicklung des Dual-Labels wurde festgestellt, dass die Kombination von induktiver Kopplung (HF-Bereich) und Funk (UHF-Bereich) bei geeigneter Anordnung der HF- und UHF-Strukturen problemlos möglich ist. Mit einem HF/UHF Dual-Label ist es möglich, für jeden Einzelprozess der technologischen Kette bis zum Endnutzer die jeweils optimale RFID-Technologie einzusetzen.

## 2 Produktionstechnische Einflüsse

Hauptsächlich werden zwei Arten von Druckerzeugnissen unterschieden, welche für den Einsatz von RFID in Frage kommen. Dies sind zum einen Broschüren, welche per Klebebindung gebunden werden und ein Softcoverumschlag erhalten und zum anderen Bücher, welche per Fadenheftung gebunden werden und dann einen Hardcoverumschlag erhalten. Während des Produktionsprozesses der einzelnen Komponenten (siehe Abb. 1, Beispiel Buch) sind verschiedene Randbedingungen zu beachten. Diese wurden systematisch analysiert, um die Anforderungen für eine optimale Integration eines RFID-Transponders zu definieren. Bei

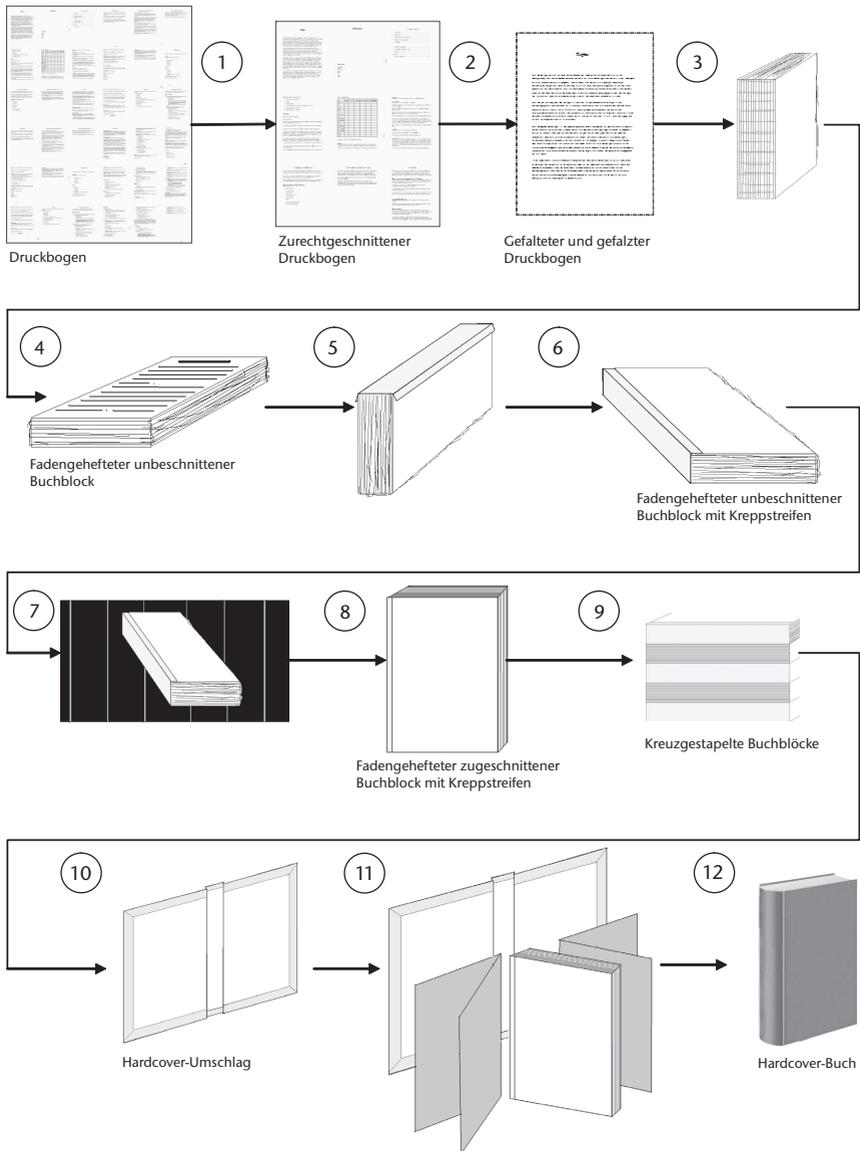


Abb. 1: Beispiel Produktionsablauf Buch

der Analyse des Produktionsablaufs wurden alle Prozesse betrachtet, welche ab dem Zeitpunkt des Einbringens des Transponders in das Druckerzeugnis ablaufen und deswegen Haltbarkeit und technische Parameter des RFID-Transponders beeinflussen können. Dies sind:

- Buchblock anlegen
- Ableimen
- Trocknen und Pressen
- Schneiden
- Stapeln
- Schutzumschlag anlegen

Da an den Prozessen teilweise mehrere Maschinen beteiligt sind, wurden die Analysen auf Maschinenebene konzipiert und durchgeführt. Darüber hinaus sind weitere Aspekte betrachtet worden, die Einfluss auf die Transponder haben können zum Beispiel beim Lagern, beim Transport oder bei der Nutzung.

Bei der Analyse der produktionstechnischen Einflüsse wurde festgestellt, dass der Heißkleber, der z. B. bei Broschüren verwendet wird, der kritische Punkt ist. Der Kleber würde nach Einbringung des Transponders in den Broschürenrücken ca. drei Minuten mit einer Temperatur von rund 180° Celsius auf das Inlet und die Elektronik einwirken.

### 3 Labellayout

An ein RFID-Dual-Label, welches in Druckmedien (z. B. Bücher, Broschüren, Umschläge, Ordner, etc.) integriert wird und gleichzeitig im gesamten PrintChain genutzt werden soll, müssen bestimmte Anforderungen bezüglich der Bauform und der Maße gestellt werden. Um die Nutzung der RFID-Technologie in allen PrintChain Stufen zu ermöglichen, wurde daher im Projekt eine Hybridlösung konzipiert. Dazu wurden eine HF-Transponder-Lösung und eine UHF-Transponder-Lösung mit Ihren jeweiligen Komponenten, wie Antennenstruktur und Chip, kombiniert. Als Referenz für den Entwurf wurde neben dem Einsatzgebiet Großhandel auch der Einsatz in Bibliotheken herangezogen: Die zuerst eingeführte HF-Transponder-Technologie wird in vielen Bibliotheken in Deutschland bereits genutzt. Die hier gemachten Erfahrungen zeigen deutlich die Grenzen der HF-Technik, insbesondere bei der Erfassungssicherheit an den Sicherungs-Gates und der Inventarisierung im Regal. In diesen Bereichen könnte die UHF-Technologie in Zukunft wesentliche Verbesserungen bringen. Um einen fließenden Übergang von der HF- zur UHF-Technologie zu realisieren, muss allerdings eine Lösung konzipiert werden, welche keine große Anpassung der momentan genutzten Systeme an die neue Technologie erforderlich macht. Dies ist in psychologischer (Gewohnheit) und ökonomischer Sicht ein Label, welches zwei Technologien kombiniert.

Zur Findung der optimalen Lösung eines Hybridlabels wurden im RFID-Labor der TFH Wildau verschiedene HF-UHF-Kombinationen zusammengestellt, getestet und ausgewertet. Während der Tests (Distanzmessung, Versetzte Lage, Störstoffe, EMV – Elektromagnetische Verträglichkeit, Resonanzfrequenzmessung) konnte festgestellt werden, dass eine sehr gute Funktionsfähigkeit des Transponders

davon abhängig ist, dass UHF- und HF-Struktur physisch weitgehend unabhängig voneinander sind und damit optisch getrennt. Getestet wurden acht im RFID-Labor entworfene Hybridlabel. Die folgende Struktur wurde in den Tests als besonders leistungsfähig ermittelt:

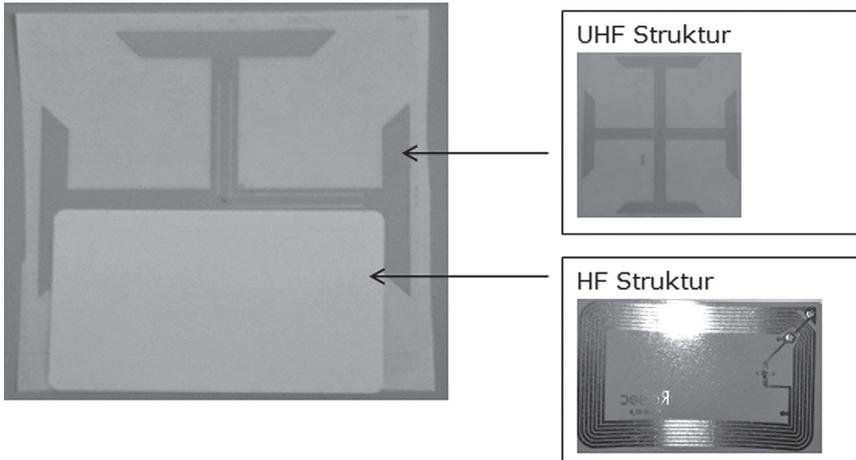


Abb. 2: PrintChain Label V2.0

Daher wurden mit diesem Label weitere Tests zur Anwendung in der Bibliothek und Praxistests in der Buchbinderei Stein und Lehmann durchgeführt. Die Tests mit den Dual-Labeln ergaben wesentliche Erkenntnisse für die spätere industrielle Gestaltung:

- HF- und UHF-Strukturen dürfen nicht direkt ineinander angeordnet sein. Die Spule des HF-Labels wirkt für die Antenne des UHF-Labels einerseits bedämpfend, andererseits als hybrides Antennenelement, wodurch die Leistungseigenschaften des Duallabels im UHF-Bereich stark eingeschränkt werden. Im HF-Bereich wird die Ansprechentfernung leicht reduziert, da die metallische Struktur im Inneren der Spule dämpfend wirkt.
- Bei einer Anordnung nebeneinander ist die Wirkung der Spule als hybrides Antennenelement entscheidend. In diesem Fall sollten die HF- und UHF-Struktur besser so angeordnet werden, dass die Spule in Fortsetzung der Hauptachse der UHF-Dipolstruktur angeordnet wird.
- Als UHF-Antenne sollte vorzugsweise eine Variante mit elliptischer oder kreisförmiger Polarisation gewählt werden.
- Die besten Ergebnisse werden dann erzielt, wenn das Duallabel noch beide Einzelstrukturen deutlich erkennen lässt. Es ist nur eine Teilüberdeckung von Spule und Antenne zulässig.

## 4 Optimale Position des Duallabels im Druckerzeugnis

Zur einwandfreien Erfassung von Labels im gesamten PrintChain ist deren optimale Positionierung im Buch zu ermitteln. Momentan wird der Transponder im Anwendungsfall Bibliotheken in den inneren Buchdeckel an zyklisch wechselnden Positionen appliziert. Wird ein Transponder bei der Fertigung in den Buchdeckel integriert, so kommt es beim Lesen von Buchblöcken im Regal, z. B. im Handel und in Bibliotheken, durch die schlechten Koppelbedingungen der senkrecht zueinander stehenden Spulen des Lesegerätes und des Transponders zu erheblichen Überschneidungen der Lesebereiche wodurch die Erfassung extrem schwierig wird und an die Selektions- und Unterscheidungsfähigkeit des Systems sehr hohe Anforderungen gestellt werden. Unter diesen Bedingungen ist die geforderte Erfassungsrate von über 95 % nur in Ausnahmefällen zu erwarten. Auch beim Versand im Karton tritt diese Anordnung häufig auf. Der Vorteil dieser Transponderposition besteht andererseits in der guten Lesbarkeit bei der Auflage von mehreren Büchern im Stapel (bis etwa 10) flach auf eine Leseantenne (Selbstverbucher in Bibliotheken).

Werden Transponder im Buchrücken integriert, sind beim Scannen einer Buchreihe nachteilige Überschneidungen nur zu einem geringen Teil zu erwarten da eindeutige Lesebereiche existieren. Andererseits können Bücher mit dieser Transponderposition bei Geräten wie Selbstverbuchern nicht im Stapel flach aufgelegt werden, sondern müssen durch entsprechende Eingabelösungen mit dem Rücken zur Antenne geführt werden. Jedoch hat die Integration des Transponders – abgesehen von seinen Abmessungen – in den Buchrücken einen wesentlichen Nachteil. Bei der Nutzung, d. h. beim Auf- und Zuschlagen, des Buches wird der Transponder mit dem Buchblockrücken gefaltet und geknickt. Dies kann zur Beschädigung des Transponders führen. Ein einwandfreies Funktionieren des Transponders ist somit nicht mehr gewährleistet. Um dennoch die Anforderung der Integration in den Buchrücken zu erfüllen, wurde eine Position in Buchrückennähe gesucht, die eine vorteilhafte Wirkung auf den Erfassungsbereich der Transponder hat. Gewählt wurde die Anbringung in der Nähe des Buchfalzes. Die vorgestellte Lösungsvariante ist sowohl bei der Produktion von Büchern als auch bei der Produktion von Broschüren möglich.

Die vorgestellte Lösungsvariante erfordert für die definierten Stationen der Beteiligten entwicklungs-technisch und somit auch finanziell nur einen geringen Aufwand, da nicht in vorhandene Hardware eingegriffen werden muss. Das automatische Einbringen des Transponders in den Buchfalz erfordert aber ein zusätzliches Gerät, die in jedes Buch – unabhängig von der Art des Druckerzeugnisses – einen Transponder automatisiert integrieren kann. Ein zusätzlicher Investitionsaufwand resultiert auch aus der Bauweise der Duallabel, da zwei unterschiedliche Komponenten auf einem Basisträger kombiniert werden müssen.

## 5 Fazit

### Labeldesign

Die Tests mit den Dual-Labels ergaben wesentliche Erkenntnisse für die spätere industrielle Gestaltung:

- HF- und UHF-Strukturen dürfen nicht direkt ineinander angeordnet sein. Die Spule des HF-Labels wirkt für die Antenne des UHF-Labels einerseits bedämpfend, andererseits als hybrides Antennenelement, wodurch die Leistungseigenschaften des Duallabels im UHF-Bereich stark eingeschränkt werden. Im HF-Bereich wird die Ansprechentfernung leicht reduziert, da die metallische Struktur im Inneren der Spule dämpfend wirkt.
- Bei einer Anordnung nebeneinander ist die Wirkung der Spule als hybrides Antennenelement entscheidend. In diesem Fall sollten die HF- und UHF-Struktur besser so angeordnet werden, dass die Spule in Fortsetzung der Hauptachse der UHF-Dipolstruktur angeordnet wird.
- Als UHF-Antenne sollte vorzugsweise eine Variante mit elliptischer oder kreisförmiger Polarisation gewählt werden.
- Die besten Ergebnisse werden dann erzielt, wenn das Duallabel noch beide Einzelstrukturen deutlich erkennen lässt. Es ist nur eine Teilüberdeckung von Spule und Antenne zulässig.

### Positionierung

Duallabel sollten in Falznähe in den Buchblock oder den Einband eingebracht werden. Beim Inlet-Entwurf für Spule und Antenne müssen vor allem elektrisch wirksame parasitäre Elemente zur UHF-Dipolstruktur vermieden werden. Die Durchdringung der Spule durch das HF-Feld darf nicht durch größere metallische Strukturen im Inneren geschwächt werden.

### Implementierung in der Produktion

Die Implementierung sollte in der Buchbinderei erfolgen. Sollten inzwischen bekannt gewordene Versuche zum Druck von Inlet-Strukturen und nachträglichem Aufbringen eines vorbereiteten Chipträgers erfolgreich sein, könnte der Vorgang auch in die Druckerei verlagert werden.

### Tests der gegenseitigen Beeinflussung

In Bezug auf die gegenseitige Beeinflussung der HF- und UHF-Komponenten wurde festgestellt, dass:

- das UHF-Gate durch das HF-Gate negativ beeinflusst wird, wenn das UHF-Gate durch das HF-Gate hindurch arbeitet. Sollte der gleiche Erfassungsbereich genutzt werden, so müsste im UHF-Bereich mit genau ausgerichteten, in einiger Entfernung angebrachten Richtantennen und ggf. einem Multiplexing der Funktionen HF/UHF gearbeitet werden.

- das HF-Gate durch das UHF-Gate in seiner Funktion nicht eingeschränkt wird, wenn von außen ein UHF-Gate in den Erfassungsbereich strahlt, und
- dass die HF- und UHF-Transponder sich gegenseitig nicht beeinflussen.

Im Ergebnis kann festgestellt werden, dass der Einsatz von Dual-Labeln entlang der Logistik- und Prozesskette und in Bibliotheken unter Beachtung bestimmter Aufstellungsbedingungen der Technik bei Erhaltung der vollen Leistungsfähigkeit beider Systeme möglich ist. So funktioniert speziell die UHF-Komponente in Bezug auf den Diebstahlschutz und die Inventur, die HF-Komponenten in Bezug auf Ausleihe, Rückgabe und ggf. Transportsteuerung einwandfrei.

### **Weiterführende Literatur**

Arbeitsgruppe RFID, URL: <http://www.bibliotheksportal.de/hauptmenue/themen/rfid/ag-rfid/>

Finkenzeller, K. »RFID-Handbuch«, Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten, ISBN 3-446-40398-1

Zahn, S. (2007). »Einsatzmöglichkeiten von RFID in Bibliotheken«, Fachhochschule Stuttgart - Hochschule der Medien, B.I.T. Verlag, ISBN 3934997198, 9783934997196

Kern, C. (2007). Reihe: VDI-Buch Anwendung von RFID-Systemen, XXII, 242 S. 169 Abb., ISBN: 978-3-540-44477-0

# Bauliche Anforderungen beim RFID-Einsatz in Gebäuden

*Dieter Skrobotz*

## **Kurzfassung**

Bei der Implementierung von RFID-Systemen ist die Berücksichtigung baulicher Besonderheiten wichtig, um Probleme mit der verwendeten Funktechnik zu vermeiden. Ausgehend von den Erkenntnissen der Bauakustik werden im Beitrag Grundsätze für die optimale, funktechnische Gestaltung von RFID-Systemen erläutert.

## **Abstract**

Within the implementation of RFID based systems it is important to consider the characteristic of buildings, to avoid problems of the used radio technologies. Based on the knowledge of the architectural acoustics, the article explains the optimal, radio technical design of RFID systems.

## **Keywords**

RFID; Systemintegration; Gebäudeplanung; HF-Technik; Bauakustik; HF-Bauphysik

## **1 Einführung**

In der Logistik werden zur Identifikation und Verfolgung von Waren, Behältnissen und Transportmitteln immer mehr RFID-Systeme eingesetzt. Bei diesen Systemen handelt es sich um typische Nahfeld-Funklösungen. Dabei wird bisher noch viel zu wenig berücksichtigt, dass der Einsatz von Funksystemen nur dann optimal möglich ist, wenn bestimmte Umgebungsbedingungen gegeben sind. Errichter und Betreiber von RFID-Systemen sollten sich über diese Bedingungen ausreichend informieren, um einen sicheren und störungsfreien Betrieb ihrer Technik zu gewährleisten.

So sind zum Beispiel an Gebäude, in welchen Funksysteme betrieben werden sollen, bestimmte bautechnische Mindestanforderungen zu stellen. Diese Mindestanforderungen sind noch nicht ausreichend bekannt und werden in der Praxis deshalb meist nicht berücksichtigt. Ursache sind offensichtlich fehlende Kenntnisse in der Bauwirtschaft zu Funksystemen, HF-Technik (HF = Hochfrequenztechnik) und HF-Feldern.

Ein wichtiges Gebiet der Bauphysik ist die Bauakustik, die gleichfalls mit Feldern zu tun hat, welche sich in Räumen ausbreiten. Trotz des gänzlich anderen Frequenzbereiches kann Wissen aus dem Akustikbereich genutzt und übertragen werden, um die komplexen Zusammenhänge des HF-gerechten Bauens verständ-

licher zu machen und wichtige Hinweise für die vorausschauende Planung von Gebäuden zu geben.

## 2 Grundsätze des RFID-Einsatzes in Gebäuden

Wenn ein Funksystem wesentlicher Bestandteil der Funktionalität eines Gebäudes ist oder sein soll, z. B. bei einem großen Bürogebäude, welches mit funkgestützter Gebäudeautomation ausgerüstet ist, einer Halle für ein Hochregallager mit funkgestützter Ortung und Identifikation der Objekte des Lagerbestandes oder eines Bibliotheksgebäudes mit RFID-Bibliothekssystem, muss bereits bei Planung und Gestaltung des Gebäudes auf die spätere Nutzung von Funksystemen im Objekt eingegangen werden. Gleiches gilt für notwendige Nachrüstungen und Veränderungen bei Aufstellung der Technik in einem bestehenden Gebäude.

**Zu berücksichtigende Prinzipien** (»Die 10 Gebote der HF-Bauphysik«):

### 1. Resonanz-Vermeidung

Im Bauwerk sollten keine elektrisch leitenden Objekte sein, z. B. Schmuckelemente, Tragsysteme, Verspannungen mit Drahtseilen, Treppengeländerteile, Torelemente, die Abmessungen haben, welche der Wellenlänge des eingesetzten Systems oder Teilen davon entsprechen, vor allem nicht  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{4}$  mal der Wellenlänge. Sie werden zu parasitären Antennenstrukturen (»Scheinantennen«) und lösen völlig unerwartete Systemstörungen aus.

[In der Bauakustik gilt: Keine Objekte einsetzen, die in Resonanz zu Tönen mitschwingen können.]

### 2. Reflektions-Berücksichtigung

Großflächige, metallische Reflektoren, z. B. stark verspiegelte Glasscheiben, Tragwerke oder metallische Hallenwände bzw. dichte Bewehrungen mit Maschenweiten oder Metallregale deutlich kleiner als  $\frac{1}{8}$  der Wellenlänge, reduzieren die Ausbreitung sowohl nach draußen, als auch im Inneren des Gebäudes. Hier ist vorab zu klären, welcher Effekt zu vermeiden bzw. gewünscht ist.

[In der Bauakustik gilt: Keine Baumaterialien und -konstruktionen einsetzen bzw. entwerfen, die den Schall in bestimmte Richtungen ungewollt verstärken oder dämpfen.]

### 3. Interaktions-Vermeidung

Die Richtcharakteristika von Antennen, auch Antennenspulen in Gate-Konstruktionen, müssen bekannt sein und deren Wellenausbreitung bei der Aufstellung im Raum berücksichtigt werden. Systemkomponenten, die im gleichen Frequenzbereich arbeiten, z. B. Antennen weiterer Schreib-Lesestationen, müssen zu anderen Antennenkonstruktionen einen so großen Abstand haben, dass der gegenseitige Empfang unerwünschter Signale einen Unterschied von mind. 60 dB, (besser >80dB) hat, um sich in ihrer Funktion nicht zu stören.

Bei der Planung der räumlichen Aufteilung sollte dies berücksichtigt und ggf. ausgemessen werden, um störende Interferenzen zu vermeiden.

[In der Bauakustik gilt: Schallquellen müssen entweder in voneinander getrennten Räumen betrieben werden oder mit entsprechend angepasster geringerer Intensität arbeiten, um sich gegenseitig nicht zu stören.]

#### **4. Geeignete Abstände**

Eingesetzte Abschirmungen zwischen Systemkomponenten zur Erreichung eines ausreichenden Signalabstands verändern die Feldverteilung. Das Gleiche gilt für die Aufstellung von Antennen im Abstand von Teilen der Wellenlänge vor einem leitenden Reflektor (verspiegelte Scheiben, Bewehrungen, metallische Wände, Träger). Damit kann die Reichweite eines Funksystems stark vergrößert, aber auch ungewöhnlich eingeschränkt werden. Auch diese Besonderheiten können zu Forderungen nach veränderten Raum- und Gebäudestrukturen führen. HF-Abschirmungen sind jedoch nur wirksam, wenn sie geerdet sind.

[In der Bauakustik gilt: Mit einer entsprechenden Raumgestaltung und speziellen Materialien kann man den Nachhall so beeinflussen, dass eine gewünschte Raumakustik entsteht.]

#### **5. Externe Störpotentiale berücksichtigen**

Das HF-Störpotential an einem Ort, an dem ein Gebäude errichtet werden soll, muss bekannt sein. Das betrifft sowohl das in der Luft als auch auf den Versorgungsleitungen gemessene HF-Störpotential in allen Frequenzbereichen. Bei starken Störern, wie sie z. B. in der Umgebung von Sendestationen oder in Industriegebieten auftreten können, müssen Abschirmmaßnahmen im Baukörper vorgenommen werden.

Gleiches gilt auch für RFID-Anwendungslösungen in speziell HF-empfindlichen Umgebungen, wie Elektronikfertigungen oder wissenschaftlichen Einrichtungen mit empfindlichen Empfangsgeräten oder großen HF-Generatoren.

[In der Bauakustik gilt: Eine lärmsensible Nutzung, z. B. ein Tonstudio, in einer verkehrs- und/oder lärmreichen Umgebung muss besonders gut akustisch gedämmt werden, um Beeinflussungen von außen zu vermeiden. Zur Bewertung sind vorhergehende Messungen durchzuführen.]

#### **6. Parasitäre Ausbreitung verhindern**

Bei Funksystemen auf der Basis von Powerline, d.h. unter Nutzung der 230V Installation im Gebäude, muss darauf geachtet werden, dass geschirmte Starkstromleitungen eingesetzt werden, weil sonst das gesamte Leitungsnetz als abstrahlendes Element im Sinne einer Antenne wirkt. (EMV-Sicherheit und Elektrosmog). Daher sollten in unmittelbarer Umgebung von RFID-Anlagen verlaufende Starkstromleitungen zur Vermeidung von Störungen des Identifikationssystems abgeschirmt werden.

[In der Bauakustik gilt: Ein übersehenes Lüftungsrohr kann die ganze Raumakustik durcheinander bringen und unerwünschte »Mithöreffekte« erzeugen.]

### **7. HF Durchdringungs-Eigenschaften berücksichtigen**

Hochfrequenz durchdringt je nach Frequenzbereich unterschiedlich stark verschiedene Baumaterialien. Je höher die Betriebsfrequenz der eingesetzten Systeme ist, umso notwendiger ist eine gegenseitige ungehinderte Sicht zwischen Sender und Empfänger, was auch bauliche Konsequenzen haben kann.

### **8. Installationsumgebung anpassen**

Verbindungskabel zwischen den Teilkomponenten von RFID-Systemen sollten nach den Standards für IT-Netze behandelt werden. Dazu gehören ggf. geschirmte Kabelkanäle und eine getrennte Leitungsführung zur Elektroinstallation.

### **9. Platzbedarf berücksichtigen**

Antennen strahlen HF-Felder mit bestimmten Richtdiagrammen ab. Die baulichen Gegebenheiten müssen eine Anbringung von Antennen oder die Aufstellung von Gate-Konstruktionen am technisch notwendigen Ort ermöglichen. Bei einer Nachrüstung müssen ausreichende Abstände zur Resonanz- und Reflektionsvermeidung sowie gegenseitigen Störungen eingehalten werden.

### **10. Aktive und passive Störsicherheit im Gebäude berücksichtigen**

Bei der Planung müssen mögliche gegenseitige Beeinflussungen von funkgestützter Gebäudetechnik und RFID-Systemen erkannt und ausgeschlossen werden. Das betrifft auch Funk-Toröffnungssysteme, wie sie im Logistikbereich oft vorkommen.

## **3 Fazit**

Planer und Errichter von Funksystemen in Gebäuden sollten berücksichtigen, dass der Betrieb solcher Anlagen in enger Wechselwirkung mit ihrer Umgebung erfolgt. Die hier vorgestellten vereinfachten Grundregeln geben Hinweise dafür, wie man durch eine HF-gerechte Gestaltung dieser Umgebung eine weitgehend störungsfreie Arbeit solcher Systeme gewährleisten kann.

## **Weiterführende Literatur**

Ahrens, C. und Pflaum, A.(2008): Kurzmarktstudie zu Trends und Perspektiven des RFID-Einsatzes, FhG IIS, Nürnberg Dezember 2008

Montagerichtlinien für RFID Geräte in Bibliotheken, draft, public (B) 2009-01-16 N90100-de-ID-B.doc, FEIG ELECTRONIC GmbH, Lange Straße 4, D-35781 Weilburg-Waldhausen

Dieter Maute »Technische Akustik und Lärmschutz«, ISBN: 3446402225, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG Literatur- und Fachbuch, München , März 2006 – kartoniert – 217 S.

## Das RFID-Labor der TFH Wildau

Die Technische Fachhochschule Wildau betreibt seit mehreren Jahren Lehre und Forschung im Bereich des Einsatzes von RFID-Lösungen in Industrie, Handel und Logistik. Folgerichtig wurde im Jahr 2006 das RFID-Labor der TFH Wildau gegründet. Im Vordergrund der Laborarbeit steht der Support für die Entwicklung neuer Anwendungsfelder und kundenbezogene Systemlösungen. Gegenwärtige Projektfelder sind u. a. das Bibliothekswesen, die Transportlogistik und die Gebäudesicherheit. Im Labor befinden sich 14 RFID-Hardware-Lösungen im Frequenzbereich von 125kHz bis 2,4GHz. Neben Systemtests und Entwicklungsarbeiten werden auch Schulungen und Lehrveranstaltungen durchgeführt. Eine Forschungsgruppe aus Logistikern und Telematikern entwickelt mit Hilfe der Labortechnik RFID-Lösungen für Unternehmen im Rahmen von Projekten wie RÜFILOG (Rückverfolgung der Versorgungskette im Lebensmittelbereich) und PrintChain (Implementierung eines RFID-Standards entlang der Druckerzeugnis-Logistikette). Folgende Tabelle skizziert die einzelnen Arbeitsplätze des Labors:

AP	Ausstattung	Frequenzen	Anwendungsbeispiele
1	1) Standardleser von Texas Instruments mit Gateantenne und Ferritkernantenne 2) Lesegerät von Scomtec mit Transpondergate	134.2 kHz 13.56 MHz	Diebstahlschutz Warenein- und Warenausgang Erfassungsbereiche (Handel und Logistik)
2	1) Lese-/Schreibgerät mit integrierter Antennen von FEIG ELECTRONIC	13.56 MHz	Zutrittskontrollsystem Personenidentifikation (Tourismus, Industrie, Handel)
3	1) Lese-/Schreibgerät mit integrierter Antenne von Megaset 2) Lese-/Schreibgerät mit integrierter Antenne von Siemens	125 kHz 13.56 MHz	RFID Einkaufswagen-Kasse Zutrittskontrollsystem (Handel, Tourismus)
4	1) Lese-/Schreibgerät von FEIG ELECTRONIC mit Pad Antenne und Loop Antenne	13.56 MHz	Bücher labeln Ausleihfunktionen Diebstahlschutz (Bibliothekswesen, Toolmanagement)
5	1) Lesegerät mit integrierter Antenne von FEIG ELECTRONIC 2) Lese-/Schreibgerät mit integrierter Antenne von FEIG ELECTRONIC 3) Lesegerät mit integrierter Antenne von Deister Electronic	125 kHz 125 kHz 868 MHz	Wareneingangsideifikation Warenausgangsideifikation Rückverfolgbarkeit Zutrittskontrollsystem (Logistik, Tourismus, Handel, Industrie)

AP	Ausstattung	Frequenzen	Anwendungsbeispiele
6	1) Entwicklungsumgebung C# 2) Entwicklungsumgebung Java 3) Datenbanksysteme		Entwicklungsrechner
7	1) Lesegerät mit integrierter Antenne von IDENTEC SOLUTIONS 2) Lesegerät mit integrierter Antenne von Siemens 3) Lesegerät von FEIG ELECTRONIC	868 MHz 2.4 GHz 865- 928 MHz	Montagelinien Fertigungsstraßen Verfolgung Lokalisierung (Industrielle Produktion, Verkehrstelematik, Handel, Logistik)

## Autoren



### Prof. Dr.-Ing. Stefan Brunthaler

studierte Maschinenbau an der TU Berlin. Er promovierte 1985 summa cum laude bei Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Beitz am Institut für Maschinenkonstruktion und Konstruktionstechnik der TU Berlin. Danach war Prof. Brunthaler zunächst Unternehmer und arbeitete an der methodischen Entwicklung von Softwaresystemen. Seit 2003 ist er an der TFH Wildau als Hochschullehrer tätig.

**Kontakt:** Technische Fachhochschule Wildau, Wildau,  
stefan.brunthaler@tfh-wildau.de



### Dipl.-Ing. (FH) Daniel Büth

studierte Informationstechnik mit Studienschwerpunkt Telekommunikation an der Fachhochschule Koblenz. Seit seinem Abschluss 2006 arbeitet er für die Firma FEIG ELECTRONIC GmbH in Weilburg als System Application Engineer. Er hat sich spezialisiert auf RFID Anwendungen im UHF Frequenzband. Zu seinen Aufgaben zählen der technische Support von bestehenden Kundenapplikationen, sowie Projektberatung und Analyse neuer Installationen und Anwendungen. Des Weiteren beschäftigt er sich mit dem Thema RFID Standardisierung.

**Kontakt:** FEIG ELECTRONIC GmbH, Weilburg, daniel.bueth@feig.de



### Dipl.-Inf. Bernd Gebert

studierte Informatik an der Universität Magdeburg. Er war ab 2001 wiss. Mitarbeiter an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, zuständig für die Entwicklung von Web-Anwendungen und Simulation. Seit 2002 ist er Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, und bearbeitet Aufgaben in den Themenfeldern Ereignisgesteuerte Simulation, 3D-Visualisierung, Anwendungsentwicklung, Auto-ID Techniken und alternative Ortungstechniken.

**Kontakt:** Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF,  
Magdeburg, bernd.gebert@iff.fraunhofer.de



### Prof. Dr.-Ing. Frank Gillert

studierte Maschinentechnik, Studiengang Maschinebau, an der TU Dortmund, Abschluss 1993. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Logistik, TU Dortmund, sind die Schwerpunkte seiner Arbeit die Identifikationstechnologien in logistischen Systemen, spez. RFID. Er ist Ko-Autor und Autor von Studien und Veröffentlichungen sowie des Fachbuches »RFID für die Optimierung von Geschäftsprozessen«. Herr Gillert ist als Mitglied in vielen Beiräten zum Thema AutoID/RFID tätig.

**Kontakt:** Technische Fachhochschule Wildau, Wildau, frank.gillert@tfh-wildau.de



### **Wolf-Rüdiger Hansen**

ist Unternehmensberater und Geschäftsführer des Industrieverbandes AIM-D e. V. in Lampertheim, Deutschland ([www.AIM-D.de](http://www.AIM-D.de)). Er war über 30 Jahre in der IT-Industrie in Führungspositionen in Vertrieb, Marketing und Consulting tätig. Seit über fünf Jahren konzentriert er sich als unabhängiger Berater auf den Einsatz von AutoID- und speziell RFID-Systemen für die Optimierung von Geschäftsprozessen. Herr Hansen besitzt ein Diplom in Physik von der Technischen Universität Darmstadt und ist Koautor des Buches »RFID for the Optimization of Business Processes«, Wiley Verlag, London, 2008.

**Kontakt:** AIM-D e. V., Lampertheim, [wolf-ruediger.hansen@aim-d.de](mailto:wolf-ruediger.hansen@aim-d.de)



### **Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Marcel Janke**

absolvierte ein Studium in Wirtschaftsingenieurwesen im Studiengang Logistik an der Technischen Fachhochschule Wildau und graduierte im Jahr 2004. Er war in den Jahren 2005 bis 2007 als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Verkehrslogistik der TFH Wildau tätig und bearbeitete bis 2008 Projekte im RFID-Bereich. Die Schwerpunkte seiner Arbeit liegen sowohl in der Analyse von internen und externen Logistik- und Geschäftsprozessen als auch in der Anforderungsermittlung zum Einsatz von RFID-Technik. Seit 2008 ist er als Projektleiter in der Dr. Brunthaler Industrielle Informationstechnik GmbH mit Sitz in Berlin tätig.

**Kontakt:** Dr. Brunthaler Industrielle Informationstechnik GmbH, Berlin, [majanke@drb.insel.de](mailto:majanke@drb.insel.de)



### **Claudia Kehrmann B. Eng.**

studierte Telematik an der Technischen Fachhochschule in Wildau. Seit 2008 war sie im Rahmen des Forschungsvorhabens PrintChain II an der Technischen Fachhochschule Wildau tätig und dort für die Projektorganisation und Projektbearbeitung zuständig. Seit 2009 ist sie als Projektkoordinatorin in einem Projekt des Fachbereichs Luftfahrttechnik und Luftfahrtlogistik der Technischen Fachhochschule Wildau beschäftigt.

**Kontakt:** Technische Fachhochschule Wildau, Wildau, [ckehrman@igw.tfh-wildau.de](mailto:ckehrman@igw.tfh-wildau.de)



### **Dipl.-Ing. Paul Koch**

studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus und System Dynamics an der Universität in Bergen (Norwegen). Seit 2005 am Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme, Cottbus, als wissenschaftlicher Mitarbeiter beschäftigt. Die Schwerpunkte seiner Arbeit liegen in den Themenfeldern RFID-basierte Informationssysteme sowie Modellierung und Simulation von Logistiksystemen.

**Kontakt:** Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme (ALI), Cottbus, [paul.koch@ali.fraunhofer.de](mailto:paul.koch@ali.fraunhofer.de)



### **Sebastian Krautz B. Sc.**

studierte Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule in Ingolstadt. Seit 2008 war er im Rahmen des Forschungsvorhabens PrintChain II an der Technischen Fachhochschule Wildau tätig und dort für die technische Betreuung und Projektbearbeitung zuständig.

**Kontakt:** Technische Fachhochschule Wildau, Wildau,  
sebastian.krautz@tfh-wildau.de



### **Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Mike Lange**

studierte Wirtschaftsingenieurwesen, Studiengang Logistik, an der Technischen Fachhochschule Wildau, Abschlussjahr 2004. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Verkehrslogistik an der TFH Wildau, sind die Schwerpunkte seiner Arbeit die Materialflusslenkung und Prozessorganisation in der Logistik sowie die Rund- und Energieholzlogistik. Er koordiniert zudem das Innovationsnetzwerk Holzlogistik Berlin-Brandenburg und ist als Berater am Institut für Transport und Logistik im Technologie- und Weiterbildungszentrum e. V., Wildau, tätig.

**Kontakt:** Technischen Fachhochschule Wildau, Wildau,  
mike.lange@tfh-wildau.de



### **Dipl.-Ing. Bertram Meimbresse**

studierte Technologie des Straßentransports an der Fakultät »Verkehrskybernetik« der Hochschule für Verkehrswesen »Friedrich List« in Dresden. Er war viele Jahre mit Planungen, Analysen und Konzepten für den städtischen Güterverkehr befasst. Seit dem Jahre 2004 ist er Koordinator der Forschungsgruppe Verkehrslogistik an der Technischen Fachhochschule Wildau. Er betreut nationale und internationale FuE-Projekte an der Schnittstelle von Logistik und IT-Anwendungen.

**Kontakt:** Technische Fachhochschule Wildau, Wildau,  
bertram.meimbresse@tfh-wildau.de



### **Prof. Dr.-Ing. Uwe Meinberg**

Studium der Elektrotechnik, danach Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik in Dortmund. 1989 Promotion zum Dr.-Ing. an der Universität Dortmund. 1996 Übernahme der Geschäftsführung eines Softwarehauses, das mit Beratungs- und Softwarelösungen vornehmlich in den Bereichen Logistik für Automobilzulieferer und Flughäfen tätig war. Seit Dezember 2002 ordentlicher Professor, Lehrstuhl »Industrielle Informationstechnik«, an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus. In Personalunion leitet er dort auch das Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme.

Aus den Forschungsarbeiten des Lehrstuhls und den industrieorientierten Projekten des Anwendungszentrums hat sich das »Kompetenzzentrum Teilverfolgung« entwickelt, es unterstützt Industriepartner in technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Fragen im Kontext zur Objektverfolgung auf der Basis neuer Technologien und Techniken, wie z. B. mehrdimensionaler Barcodes oder RFID.

**Kontakt:** Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme (ALI), Cottbus,  
uwe.meinberg@ali.fraunhofer.de



### **Dr. Nils Meyer-Larsen**

studierte Physik an der Universität Hamburg, Abschluss 1996, und promovierte am Deutschen Elektronen Synchrotron (DESY) in Hamburg. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik, Bremerhaven, sind die Schwerpunkte seiner Arbeit Auto-ID und Sicherheit im Containerverkehr. Dr. Meyer-Larsen ist seit mehreren Jahren als Projektleiter nationaler und internationaler Projekte tätig. Er koordiniert derzeit das CHINOS-Projekt und ist technischer Koordinator des INTEGRITY-Projektes.

**Kontakt:** Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL), Bremen/Bremerhaven, meyer-larsen@isl.org



### **Dipl.-Wirt.-Ing. Mehmet-Emin Özşahin**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA im Forschungsbereich Intelligente Produktions- und Logistiksysteme.

**Kontakt:** BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen,  
oetz@biba.uni-bremen.de



### **Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Cathrin Plate**

studierte Elektrotechnik an der Technischen Universität Magdeburg und ist seit 1995 am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF) in Magdeburg beschäftigt. Sie leitet Projekte zu differenzierten Themen des Instandhaltungs- und After-Sales-Servicemanagements in Unternehmen verschiedener Branchen. Sie ist Ansprechpartner des Fraunhofer IFF in der Kooperation »Maintenance Team RFID« von VDI-Fachausschuss Instandhaltung sowie Forum Vision Instandhaltung e. V. FVI.

**Kontakt:** Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg, cathrin.plate@iff.fraunhofer.de



### **Oliver Pütz-Gerbig**

Nach abgeschlossenem Hochschulstudium an der Universität Kaiserslautern als Diplom-Physiker begann Herr Pütz-Gerbig seinen beruflichen Werdegang 1988 bei einem Textilmaschinen-Hersteller im Bereich Systemautomatisierung/Sensorik-entwicklung. Im Jahre 1997 wechselte er als Projektleiter RFID-Entwicklung zu AEG ID Systeme GmbH in Ulm und übernahm 1998 die Vertriebsleitung. Seit 2004 ist Herr Pütz-Gerbig bei der Schreiner Group GmbH & Co. KG in München tätig. Als Leiter des RFID Competence Centers zählen die technologische Beratung der Vertriebsabteilungen in den Geschäftsbereichen, weltweites RFID Business Development und die Leitung strategischer RFID-Projekte in der technischen Industrie zu seinem Verantwortungsbereich.

**Kontakt:** Schreiner Group GmbH & Co. KG, Oberschleissheim,  
puetz-gerbig@schreiner-online.de



### **Dr.-Ing. Klaus Richter**

ist seit 2000 in leitender Position am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF) in Magdeburg tätig. Seit mehr als 20 Jahren beschäftigt er sich mit Forschungs- und Industrieprojekten in den Bereichen Telematik, RFID, Ortung, Logistik und Instandhaltungsmanagement sowie der Materialflusstechnik in verschiedenen Unternehmen. Ein Hauptaufgabenfeld besteht in der Entwicklung funkbasierter intelligenter Objekte für Anwendungen in Logistik- und Materialflussprozessen. Er ist persönliches Vorstandsmitglied im LI-CON Logistics e. V., welcher sich mit der Standardisierung und Zertifizierung von RFID-Systemen für logistische Anwendungen beschäftigt.

**Kontakt:** Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF,  
Magdeburg, klaus.richter@iff.fraunhofer.de



### **Prof. Dr.-Ing. Bernd Scholz-Reiter**

ist geschäftsführender Direktor der »Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH an der Universität Bremen« (BIBA) und ist Leiter des Forschungsbereichs Intelligente Produktions- und Logistiksysteme (IPS) im BIBA. Gleichzeitig leitet er das Fachgebiet Planung und Steuerung produktionstechnischer Systeme an der Universität Bremen.

**Kontakt:** BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen,  
bsr@biba.uni-bremen.de



### **Dipl.-Ing. Dieter Skrobotz**

studierte Hochfrequenztechnik und Elektroakustik an der TH Ilmenau, Abschluss 1967. Er arbeitete als Entwicklungsingenieur, Mitarbeiter der Forschungsorganisation, Abteilungsleiter Vervielfältigung und Leiter des Rechenzentrums im Institut für Nachrichtentechnik in Berlin. Nach 1990 war er Geschäftsführer einer Weiterbildungs- und später Mitinhaber einer Gebäudeautomationsfirma.

In seiner beruflichen Tätigkeit erwarb er spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet der IT-Technologie, der Gebäudeautomation, der Verkehrstelematik, der Sicherheitsforschung und im Bildungsbereich. Von 2003 bis 2007 arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent an der TFH Wildau im Fachgebiet Telematik. Seither ist er freier Mitarbeiter in verschiedenen Projekten an der TFH Wildau im Gebäudetelematik- und RFID-Bereich. Er ist Fachbetreuer des dortigen RFID-Labors. Herr Skrobotz ist Vorstandsmitglied in der Deutschen Telematikgesellschaft (TelematicsPro). Er hat bisher in 14 Forschungs- und Entwicklungsprojekten auf den Gebieten Verkehrstelematik, Gebäudetelematik, Sicheres Gebäude, RFID und Nahfeld-Funkkommunikation mitgearbeitet. Für einen großen Teil davon war er Projektentwickler und -manager.

**Kontakt:** Technische Fachhochschule Wildau (RFID-Labor), Wildau,  
dieter.skrobotz@tfh-wildau.de



### **Dipl.-Wirtsch.-Ing. Michael Teucke**

arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Bremen, Fachgebiet Planung und Steuerung produktionstechnischer Systeme.

**Kontakt:** BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen,  
tck@biba.uni-bremen.de



### **Dipl.-Ing. Jens Trebus**

studierte Wirtschaftsingenieurwesen, Studiengang Fabrikbetrieb, an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, Abschluss 2004. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme, Cottbus, liegen die Schwerpunkte seiner Arbeit auf dem Themenkomplex »Objektgebundene Datenflüsse in Wertschöpfungsnetzen mittels RFID«.

**Kontakt:** Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme (ALI), Cottbus, jens.trebus@ali.fraunhofer.de