

# Ortung und Identifikation – Konzepte und Lösungen für eine sichere Intralogistik

Die Ortung und Identifikation von Waren, Betriebsmitteln und Ladungsträgern gewinnt in allen Bereichen der Logistik zunehmend an Bedeutung – sei es in der Transportlogistik, der Warendistribution in Innenstadtbereichen, beim reviden-unsicheren Umschlag von Waren oder Ladungsträgern oder auch in der innerbetrieblichen Logistik von Produktionsunternehmen. Die Herausforderung besteht dabei in den steigenden Anforderungen an eine Echtzeitfähigkeit der Informationsbereitstellung in zentralen Systemen, wie innerbetrieblichen ERP-Systemen oder Flotten- und Auftragsmanagementsystemen.

Diese Anforderungen werden zunehmend durch Branchenverbände formalisiert. So hat beispielsweise der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) im November 2009 einen Leitfaden zur „Identifikation und Traceability in der Elektro- und Elektronikindustrie“ für die gesamte Wertschöpfungskette veröffentlicht.

Um den wachsenden Anforderungen an die Identifikation und Traceability in Wertschöpfungsketten gerecht zu werden, ist eine kontinuierliche echtzeitbasierte Warenüberwachung mit Angaben zur aktuellen Position und zu Warenzuständen erforderlich. Somit ist sowohl in der innerbetrieblichen Logistik als auch in Umschlagknoten das Vorhalten intelligenter Infrastrukturen sowie im Bereich der Transporte der Einsatz intelligenter Transportmittel notwendig, um eine durchgängige Warenverfolgung und -überwachung gewährleisten zu können.

Das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg unterstützt Unternehmen als Forschungs- und Entwicklungspartner, ihre Logistikprozesse durch die Integration von bild- und funkgestützten Ortungs- und Identifikationstechnologien sicherer und effizienter zu gestalten. Mit dem patentierten Prinzip der Modenverwirbelungskammer für RFID-Gates und einem bildbasierten Ortungssystem für die Intralogistik werden zwei Systemlösungen vorgestellt:

## Homogener Funkraum für maximale Leserate

Zur sicheren Identifikation von Gütern und Waren in der Supply Chain wurde am Fraunhofer IFF das patentierte Verfahren der Modenverwirbelungskammer (MVK) für UHF-RFID-Anwendungen entwickelt. Die Funktion des Verfahrens liegt in der automatisierten sicheren Inventarisierung der sich im metallisch abgeschirmten Bereich der Modenverwirbelungskammer befindlichen Güter auf Item- oder Förderhilfsmittel-Ebene (z.B. Paletten) mittels RFID-Technologie im 868MHz-Band



Abbildung 1: RFID-Tunnelgate zur vollständigen Inventarisierung der in Kartons verpackten Kleidungsstücke – Foto: Martin Kirch, Fraunhofer IFF

(UHF). Dazu werden in den definierten Raum mehrere RFID-Antennen integriert, über die mittels veränderlicher Amplituden- und Phasenänderung eine homogene Feldstärkeverteilung erreicht wird. Die homogene Feldstärkeverteilung bildet die Grundlage für eine sichere Detektion aller im Raum befindlichen Transponder. Durch die gleichverteilte Feldstärke und die Reflektorflächen der Raumbegrenzung kann an jedem Punkt – auch unter schwierigsten Bedingungen – ein sicheres Auslesen aller getaggtten Objekte erreicht werden. Selbst bei für RFID-Verfahren schwer erfassbaren Objekten, wie beispielsweise mit Flüssigkeiten gefüllten Flaschen, ist eine sichere Identifizierung möglich.

Im Vergleich zu herkömmlichen Systemen zur Erfassung RFID-getaggtter Waren in Logistik-Prozessen (z.B. Gate-Anwendungen im Warenein- und -ausgang zur Pulkerfassung) ist es mit der patentierten MVK-Technologie möglich, unter Verwendung einer minimalen Leseleistung

- die ortsunabhängige Leseparameter eines/mehrerer Transponder(s) in der Modenverwirbelungskammer durch homogene Feldstärkeverteilung zu erhöhen,
- eine vollständige Unabhängigkeit der räumlichen Transponderausrichtung von der Lesbarkeit zu gewährleisten und
- Fehllesungen von Transpondern in der unmittelbaren Umgebung (Falsch-Positiv-Lesung) durch den abgegrenzten Lesebereich zu vermeiden.

Die Technologie lässt sich für verschiedene Logistik-Anforderungen vielfältig anwenden und in Bezug auf die Größe der

Ausführung skalieren. So wurden durch das Fraunhofer IFF bereits Intelligente Ladungsträger (vom Luftfracht- bis zum Seecontainer) und zahlreiche Tunnelgates (von der Pulkerfassung getaggtter Waren in Paketen bis zur Erfassung ganzer LKW-Ladungen) realisiert und erfolgreich eingesetzt.

## Sichere Erfassung getaggtter Textilien in einer weltweiten Lieferkette

Ein erfolgreiches Anwendungsbeispiel stellt die Zusammenarbeit mit DHL Solutions & Innovations (DSI), dem Innovationsbereich der Deutschen Post DHL dar. Im Zusammenhang mit dem RFID-Roll-Out des Bekleidungs Herstellers Gerry Weber wurde 2010 gemeinsam ein RFID Tunnelgate (Abbildung 1, Modenverwirbelungskammer mit Gravitationsrollenbahnen) entwickelt. Mit dieser RFID Applikation ist DHL Global Forwarding in der Lage, bereits am Anfang der Transportkette im Produktionsland China eine vollständige Erfassung der in Kartons verpackten Kleidungsstücke durchzuführen und diese Daten Gerry Weber zur Verfügung zu stellen. Dazu wird mittels Barcode-Handscanner der Barcode des Kartons gescannt und der Karton anschließend über die Rollenbahn durch das Tunnelgate (Modenverwirbelungskammer) geschoben, wo eine kontaktlose automatisierte RFID-Erfassung den Inhalt des Kartons erfasst und mit der Karton-ID „verheiratet“. Diese aggregierten Daten werden an die zentrale DPDHL Auto-ID Plattform gesendet, dort abgespeichert und anschließend an das Logistik- und Transportmanagementsystem von Gerry Weber weitergeleitet. Mit dieser frühen, bereits im Produktionsland stattfindenden

vollständigen kartonbezogenen Erfassung des gesamten zu transportierenden Warenbestands steigert Gerry Weber die Transparenz seiner Lieferkette vom Hersteller über die einzelnen Lager- und Umschlaghäuser bis in die Shops.

Der Einsatz einer MVK im Logistikprozess ermöglicht ohne erheblichen Mehraufwand, den Ein- und Ausgang in einem Lager auf Item-Ebene automatisiert vollständig zu dokumentieren. So können beispielsweise Fehlmengen noch vor Beginn des internationalen Transports direkt im Herstellerland erkannt werden, geplante Warenbestände in Echtzeit aktualisiert und so frühzeitig ein Nachbestellungsprozess bei Gerry Weber angestoßen werden.

Die in den Verteilzentren in Deutschland für die einzelnen Shops bei einem Kontraktlogistikdienstleister ebenfalls per Hand zusammengestellten Lieferungen werden direkt beim Warenausgang ebenfalls durch ein RFID-Tunnelgate geschoben und so auf Vollständigkeit kontrolliert.

Durch die Integration des patentierten MVK-Prinzips in Ladungsträger und Gate-Anwendungen werden Transportprozesse und Lieferketten sicherer, transparenter und schneller, da langwieriges manuelles Kontrollieren und Dokumentieren – z.B. mit Barcodescannern – entfällt.

### Bildbasiertes Ortungssystem für die Intra-logistik

Neben der Erfassung der Waren und Güter ist in der Intra-logistik für das echtzeitnahe und revisionssichere Management betriebsinterner Logistikprozesse eine automatisierte Identifikation, Verfolgung und Zustandserfassung von Betriebsmitteln, Ladungsträgern oder Halbzeugen besonders hilfreich. Handelsübliche IP-Kameras bieten ein großes Potenzial, automatisiert Identifikations- und Ortungsaufgaben für echtzeitnahe Prozessfreigaben auf einer bestehenden Infrastruktur in einer hohen Skalierbarkeit und Genauigkeit durchzuführen. Das vom Fraunhofer IFF entwickelte bildbasierte Ortungsverfahren ist flexibel auf die unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen anpassbar. Der Rückgriff auf bereits bestehende Videoüberwachung bietet die Chance, mit geringem Investitionsaufwand einen großen Mehrwert zu erreichen. Im einfachsten Falle müssen an den zu betrachtenden Betriebsmitteln oder Ladungsträger nur flächige 2D-Code-Marker (Fiducials) installiert werden – eine geringe Investition für den Betreiber der Anlage.

Die beschriebene bildbasierte Ortung ist bspw. besonders für den Einsatz in der Verwaltung von Bodenlagerflächen mit der Einlagerung palettiertes Waren und Güter



Abbildung 2: Betriebsmittel mit optischem Marker zur Ortung in der Intra-logistik – Foto: Martin Kirch, Fraunhofer IFF

geeignet. Das in Abbildung 2 sichtbare Beispiel stammt aus der prototypischen Anwendung in einem metallverarbeitenden Unternehmen. In der chaotischen Lagerhaltung von Aluminiumbarren und Stahlbrammen auf freier Fläche können durch das System Wareneingänge und Auslagerungen automatisch überwacht werden und Prozessschritte freigegeben werden. Der jeweilige Lagervorgang wird echtzeitnah ortsbezogen erfasst und automatisiert in die Datenbank des Lagerverwaltungssystems übertragen, das damit den laufenden Auftrag abschließt und die Freigabe für den nächsten Prozessschritt erteilt. Mit den Videodaten können die Warenein- und -ausgänge auch begleitend bildlich dokumentiert werden.

Die Positionsbestimmung der Betriebsmittel oder Ladungsträger über die auf den Dächern installierten flächigen 2D-Codes wird mittels einer Analyse von Bildern, die durch Netzwerkkameras aufgenommen werden, durchgeführt. Je nach Systemkonfiguration stehen dabei weit mehr als 20.000 verschiedene Fiducials zur Verfügung. Die Marker werden dabei nach dem speziellen Verfahren der Modifizierten Hammingdistanz derart ausgewählt, dass sie sich maximal voneinander unterscheiden. Dadurch wird eine sichere Detektion auch unter schlechten Sichtbedingungen (Staub, Schmutzpartikel, etc.) erreicht.

Die Ortung der Betriebsmittel kann sich auf ein frei definiertes 2D-Meter-Koordinatensystem (bspw. Hallenkoordinaten) beziehen, wobei mit üblichen Kameraaustattungen in logistischen Infrastrukturen Ortungsgenauigkeiten von bis zu  $\pm 0,25$  m

bei einer Reaktionszeit von wenigen Sekunden erreicht werden. Dazu ist pro Kamerasicht lediglich die Vermessung von vier Punktkorrespondenzen notwendig. Auf Basis von optimierten Bildanalyse-Algorithmen werden die Fiducials eindeutig identifiziert und deren Position und Ausrichtung bestimmt. Die Ausrichtung der Fiducials ist beispielsweise eine notwendige Information, wenn durch die Ortung eines Gabelstaplers die genaue Position einer abgegebenen oder aufgenommenen Palette ermittelt und dokumentiert werden soll.

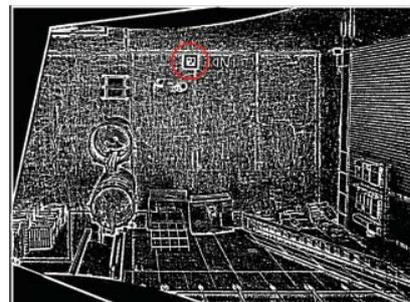


Abbildung 3: Binärbild als Grundlage für die Identifikation und Ortung der Fiducials

Die am Kameraserver als Grundlage für die Bildauswertung zur Verfügung stehenden Binärbilder (Abbildung 3) besitzen gegenüber den Fotos der Kameras einen reduzierten Informationsgehalt und erlauben keine Erkennung und Identifikation von Personen oder ungekennzeichneten Objekten. Die Bilder werden im Normalbetrieb des Ortungssystems nicht aufgezeichnet.

Im Rahmen großflächiger Anwendung lässt sich die Video-Ortung auch mit einer groben Funkortung zu einem Hybrid-System kombinieren. In einem solchen zweistufigen Ortungsverfahren werden in einer ersten Stufe die zu lokalisierenden Betriebsmittel oder Container durch die Nutzung eines zellbasierten Ortungsverfahrens grob geortet. Dadurch wird für den hochgenauen Ortungsprozess bereits eine Vorauswahl der zu untersuchenden Kamera- und Bildbereiche möglich. Der Datentransfer großer Bilder im Unternehmensnetzwerk und die Antwortzeit des gesamten Ortungssystems werden minimiert.

das System einfache Verfahren der Bildverarbeitung integriert werden, so dass beispielsweise über Bilddifferenz-Analyse Veränderungen im Lagerzustand etc. sichtbar gemacht werden. Somit eignet sich das Verfahren der Virtuellen Draufsicht perspektivisch auch für allgemeine Überwachungsfunktionen in Leitständen in denen eine Gesamtsicht auf sensible Bereiche von Bedeutung ist.

#### Galileo-Testfeld für Ortung und Identifikation in Verkehr und Logistik

Als Entwicklungs- und Testinfrastruktur steht dem Fraunhofer IFF seit Anfang 2010 das Galileo-Testfeld für Ortung und Identifikation

burger Hafen GmbH) zu Test- und Entwicklungszwecken zur Verfügung. Im Fokus stehen funk- und bildbasierte Verfahren zur durchgängigen Ortung und Identifikation logistischer Objekte vom Paket bis zur LKW- oder Schiffsladung.

Neben dem Forschungsbetrieb durch die beteiligten Forschungspartner ist das Galileo-Testfeld vor allem auf die Auftragsforschung ausgerichtet. Die nutzbaren Testinfrastrukturen werden jedoch auch Unternehmen für deren individuellen Entwicklungen und Tests zur Verfügung gestellt. Sie sind bei Bedarf ebenfalls flexibel beim Kunden vor Ort einsetzbar.

Das Fraunhofer IFF steht als Technologieberater bereit und bietet Schulungs- und Weiterbildungsangebote an, um Unternehmen bei der Integration von RFID-Anwendungen, wie dem MVK-Prinzip oder optisch basierten AutoID- und Ortungstechnologien in Ihre Logistik-Prozesse zu unterstützen.

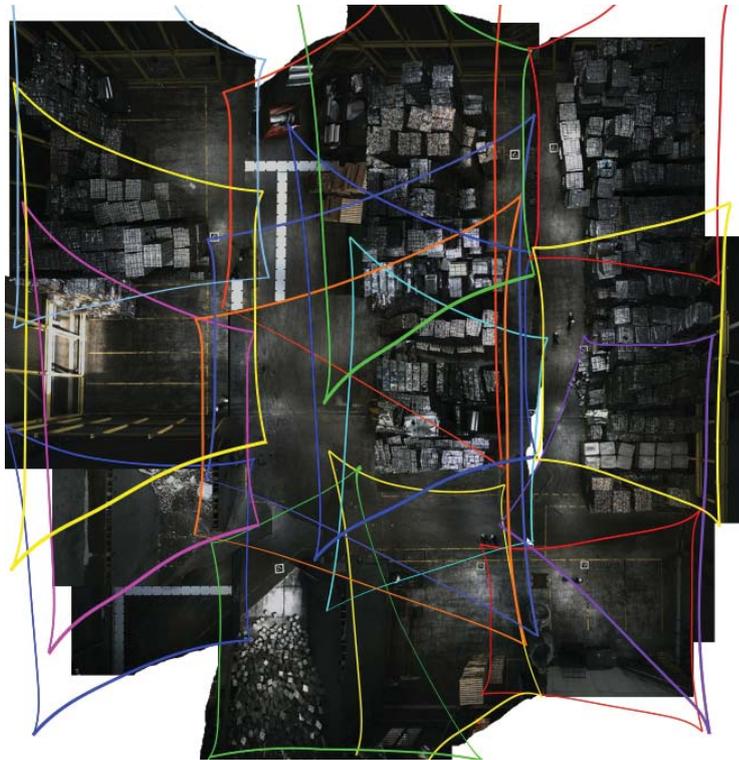


Abbildung 4: Beispiel einer virtuellen Draufsicht mit Visualisierung der einzelnen Kamerasichten – Bild: Fraunhofer IFF

#### Anwendung der virtuellen Draufsicht

Zur Nutzung der Videotechnik mit mehreren Kameras in einer Ortungsanwendung ist es notwendig, die Sichtbereiche der einzelnen Kameras zu entzerrern und zu kombinieren, um für die Bildauswertungsalgorithmen zur Identifikation und Verortung der markierten Betriebsmittel ein Gesamtbild des überwachten Bereiches bereit zu stellen.

Eine solche virtuelle Draufsicht kann mit sehr geringem Kalibrierungsaufwand (4 Punkte/Bild) erstellt werden. Neben dem Einsatz dieses System in Echtzeit (virtuelle Draufsicht als Videostream) können in

Identifikation in Verkehr und Logistik zur Verfügung. Diese aus Mitteln des Landes Sachsen-Anhalt und dem Konjunkturpaket II geförderte Infrastruktur wird durch die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg geleitet und fachlich durch das Fraunhofer IFF sowie das Magdeburger Institut für Automation und Kommunikation ifak betreut. Durch die dort vorhandenen intelligenten Infrastrukturen und Transportmittel wird die durchgängige Verfolgung und Überwachung von Warenströmen weiter entwickelt. Dabei stehen Indoor- als auch Outdoor-Umgebungen (produktives Testumfeld im Hanseterminal der Magde-

#### Autoren:



Dipl.-Ing. Martin Kirch



Dipl.-Ing. Dipl.-Sporting. Hagen Borstell



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Olaf Poenicke



Prof. Dr.-Ing. Klaus Richter

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg