

Zum Einsatz der Telematik in der Supply Chain

Prof. Dr. Claus C. Berg, München und Prof. Dr. Rolf Jansen, Dortmund

Der logistische Prozeß der Wertschöpfung in beliebigen Bereichen des Wirtschaftsgeschehens ist ohne die Dimensionen Raum und Zeit nicht vollständig erfassbar. Räumliche und zeitliche Eigenschaften des Objekts der Betrachtung sind es, die Grundlage logistischer Managementaufgaben des Planens, Steuerns und Kontrollierens sind. Damit sind sie auch Grundlage jener informationellen Welt, die mit der exakten Beschreibung von Ist- und Sollprozessen die Umsetzung der Managementaufgaben erst ermöglicht.

Zur Exaktheit der Erfassung von Zeiten und Orten

Wenn wir den Grad der Exaktheit von Informationen betrachten, gehen wir häufig davon aus, daß die Genauigkeit der Planvorgaben wesentlich über die Effektivität des Managementprozesses entscheidet. Dabei wird zuweilen übersehen, daß die mangelnde Exaktheit der Ist-Beschreibung eine Fehlerquelle darstellt, die ebenfalls zu einem hohen Abweichungsgrad in der Aufgabenerfüllung des Managementprozesses führt.

Kostenanalysen des Wertschöpfungsprozesses und Leistungskennzahlen der Distribution, wie Lieferzeit, Lieferfähigkeit und Liefertreue, haben in der Vergangenheit daher zunächst den *zeitlichen* Aspekt des Gesamtprozesses in den Vordergrund der Betrachtung gerückt. Untersuchungen der Kapitalbindungskosten einerseits und des entgangenen Umsatzes bei mangelnder Verfügbarkeit eines Gutes andererseits sind nur einige Beispiele. Dies erkennend, haben die Gestalter jener informationellen Welt, die mit PPS-Systemen und prozeßorientierter Kostenrechnung das betriebliche Geschehen möglichst exakt wider zu geben bemüht sind, den Faktor Zeit zu einer wichtigen Maßgröße der Effektivität des Prozessmanagements erhoben. Ortsangaben spielten eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Auch war die Identifikation eines Produkts nicht vorrangig.

In den letzten dreißig Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurde eine Entwicklung in Gang gesetzt, die das klassische Prinzip der Arbeitsteilung der industriellen Produktion in eine neue Dimension erhob. Konnte man zunächst die Abläufe arbeitsteiliger Fertigung noch hinreichend räumlich konzentriert ansehen, hat sich die *Dislozierung* der einzelnen Arbeitsprozesse in den letzten Jahren in ungeahntem Tempo entwickelt. Im Rahmen der Entscheidungen zu mehr Fremdbezug und Outsourcing ist der Prozentsatz der in einem einzigen Werk gefertigten Produktkomponenten stetig gesunken. Musterbeispiele lieferte die Automobil- und Elektrotechnikindustrie, der inzwischen eine Vielzahl von Branchen gefolgt ist. Dies war aber nur ein erster Anstoß, der Feststellung des örtlichen Prozessaufenthalts eines Produkts größere Aufmerksamkeit zu widmen. Die exakte Beschreibung eines Wertschöpfungsprozesses bedurfte mehr und mehr der Integration der *örtlichen* Komponente. Diese Entwicklung wird in mehrfacher Hinsicht verstärkt.

Zur Bedeutung von Ortung und Identifikation

Betrachten wir zunächst die Zunahme von Steuerungskonzepten, die in Abkehr von traditionellen PPS-Systemen der dezentralen Intelligenz bei effizienter Vernetzung einen höheren Wirkungsgrad des Managementprozesses zubilligen. Ihre hohe

Leistungsfähigkeit verdanken diese Systeme ihrer hohen Flexibilität in der Steuerung und schnellen dezentral getroffenen Entscheidungen. Voraussetzung dazu ist eine informationelle Vernetzung im Echtzeitbereich. Neben dem Faktor Zeit spielt damit die Identifikation und Ortung der Produkte und Produktkomponenten eine zentrale Rolle. Es gilt schließlich hohen Fehlerraten bei der Bestandsführung, hohem Suchaufwand für falsch eingelagerte Waren, erhöhten Sicherheitsbeständen, fehlender Navigation der Transportmittel, etc entgegenzuwirken.

Die im gleichen Zeitraum gewachsene und teilweise schon globale Dislozierung der einzelnen Phasen des Wertschöpfungsprozesses führt zu Transporten in unterschiedlichen Transportgefäßen (Verkehrsmitteln), auf unterschiedlichen Verkehrsträgern und in Regionen mit unterschiedlichen Kommunikationsstrukturen. In gleichem Maße hat der Ortungsbedarf zugenommen. Der klassische Weg, Objekte zu orten, ist die Feststellung ihres zeitlichen Aufenthalts an bestimmten räumlich definierbaren Punkten, wobei in der Regel Zugang und Abgang(z.B. im Lager) bzw. Durchlauf (z.B. beim Zoll, an der Warenkasse) erfasst wird. Orte, an denen der Aufenthalt eines Objekts zu einem bestimmten Zeitpunkt festgestellt wird, unterliegen der Gestaltung nach technischen und wirtschaftlichen Regeln und sind nicht beliebig vermehrbar. Der Ort der Erfassung definiert den Ort des Objekts und damit das Genauigkeitsraster seiner örtlichen Identifizierung in der Wertschöpfungskette.

Besonders im Handel entwickelte sich in den letzten Jahrzehnten eine Bedarfslage für Produktidentifizierung und -ortung. Die im Zuge einer möglichst lückenlosen Anpassung an den speziellen Kundenbedarf gestaltete Sortimentsbreite einer Produktgruppe vergrößerte den Bestandsführungs- und Nachlieferungsaufwand erheblich. Eine effiziente Kundenbedarfsdeckung durch Micromerchandising erfordert zur Nachbestellung eine variantengenaue Erfassung des Abverkaufs, die mit dem Scanning von Barcodelabeln nur sehr zeitaufwendig zu realisieren ist.

Wirtschaftliche Machbarkeit und technische Kompatibilität des Einsatzes von Telematiksystemen im Gütertransport

Erst die militärisch genutzte Ortung von mobilen Objekten auf der Grundlage des Einsatzes von Satelliten eröffnete die Möglichkeit, auch Objekte unabhängig von vorher definierten Aufenthaltsorten der Erfassung bezüglich ihrer zeitlichen und räumlichen Eigenschaften zu beschreiben. Die Anbringung von Transpondern (*Transmitter + Responder*) an beweglichen Ladegefäßen zur Sendungsverfolgung von Containern und Bahnwaggons sowie die Ortung von Last- und Personenkraftwagen mittels GPS-Antennen zum Zwecke des Tracking und Tracing war dann entwicklungs-technisch gesehen nur eine logische Konsequenz.

Grundlegende Vorteile der Verkehrstelematik lassen sich wie folgt grob zusammenfassen: Reduzierung von Leerfahrten, höhere Kapazitätsauslastung der Touren, Flexibilisierung der Auftragsabwicklung, Möglichkeit der schnelleren Reaktion auf Änderungen der Auftragsituation, Verringerung von Fehlern in Kommunikationsprozessen, Verringerung der Anzahl der Fehllieferungen usw. [1] [2] [3]

Für die Darstellung der technischen Grundlagen soll Abbildung 1 einen Einblick in die Übertragungsmöglichkeit von Daten der Informationen geben.

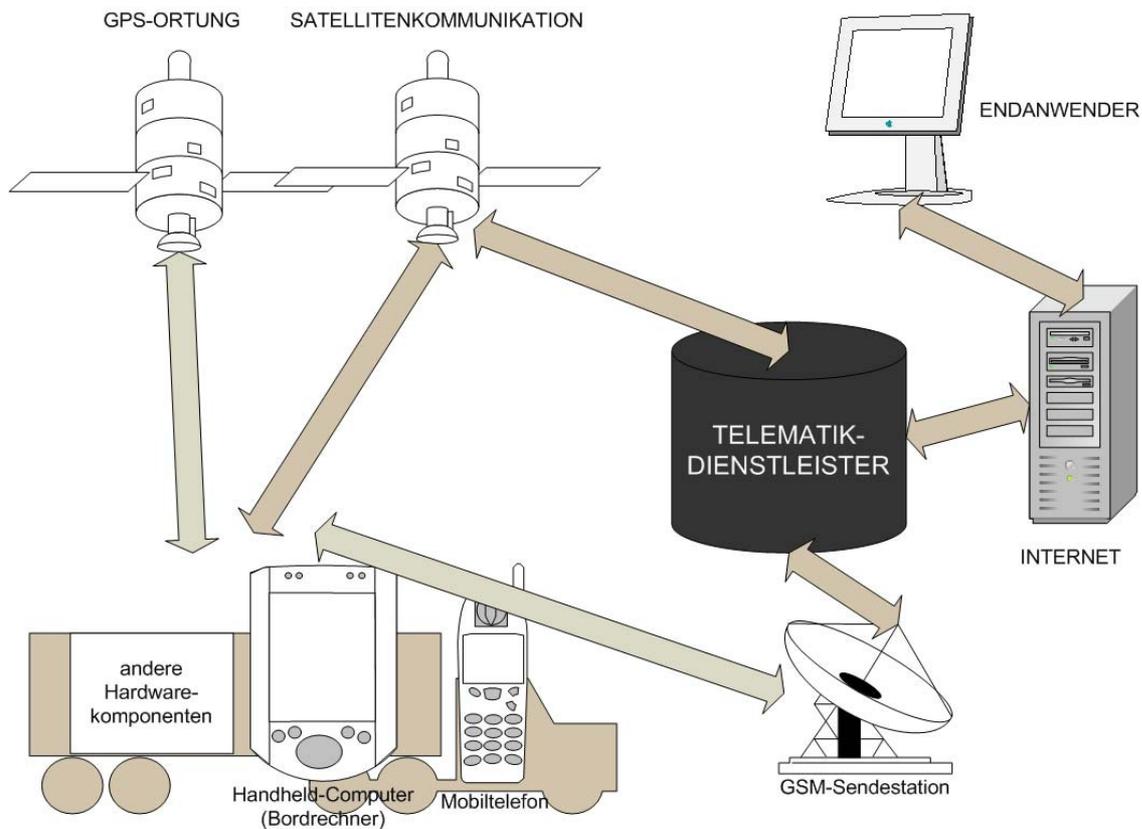


Abbildung 1: Funktionsweise von Telematik hinsichtlich Übertragung und Fahrzeugausstattung [4]

Für den Einsatz von Telematiksystemen im Straßen- oder Schienengüterverkehr benötigt jedes Fahrzeug Peripheriegeräte, um die Daten aufnehmen und weitergeben zu können. In vielen Systemen findet man Bordcomputer (mit angeschlossenen GPS-Empfänger, GSM-Handy, Handheld-Computer, Barcode-Scanner, Drucker). Hierbei muss darauf geachtet werden, dass eine Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Bordcomputer existiert.

Die Schnittstelle kann über CAN-Bus erfolgen, der eine Verbindung zwischen Sensoren und Bordcomputer bildet und somit eine Erfassung und Bündelung von Daten ermöglicht. Verschiedene Systemanbieter haben hierzu gemeinsame Schnittstellenprotokolle entwickelt, um eine Kompatibilität zwischen den in der Regel fahrzeugabhängigen Systemen zu ermöglichen. Es ist hierbei zu beachten, dass der Einsatz von Bordcomputer-Systemen einen großen Funktionsumfang hat, da nahezu alle Informationen von Unternehmen aus eingesehen und gegebenenfalls sogar kontrolliert und gesteuert werden können. Die Übertragungsart kann hierbei sowohl über Global Standard for Mobile Communications (GSM)-Netz, Satellitenkommunikation als auch Global Positioning System (GPS)-Ortung erfolgen. [5]

Des Weiteren werden einfache kostengünstige Mobilfunktelefon-Lösungen gerade in kmU (kleinen und mittelständigen Unternehmen) angewandt, um Kosten zu sparen

und einen Einstieg in die Telematik zu bekommen. Die Daten, wie Standort oder Auftragsdaten, werden über Wireless Application Protocol (WAP) oder Short Message (SMS) übertragen, wobei beides GSM-gestützte Lösungen über Handy sind, die nicht für alle Anwendungsfelder der Telematik einsetzbar sind, jedoch die Möglichkeit bieten, internetbasierte Daten dem Kunden zur Verfügung zu stellen. [6]

Für die Transportlogistik, speziell im Straßengüterverkehr, gibt es zahlreiche Anwendungen der Telematik, von denen eine Auswahl kurz hinsichtlich Einsatzbereiche und jeweiliger Vorteile in Bezug auf Risiken im Transport dargestellt werden soll:

1. Auftragsmanagement und Transportplanung [7] [8] sowie Flottenmanagement und technische Fahrzeugüberwachung [9] [10] [11]

Zwischen der Auftragsannahme und der Transportdurchführung lassen sich Softwaresysteme wie elektronische Disposition, Tourenplanung oder Auftragsverwaltung einordnen, die sich auf Telematikanwendungen stützen. Beispielsweise können Änderung der Daten des Auftrages (wie Bestimmungsort) in Echtzeit über Telematik an das Softwaresystem im Unternehmen übertragen und berücksichtigt werden. Ein wesentlicher Zusammenhang besteht zwischen den Instrumenten der Tourenplanung und der Telematik, da sich Standortänderungen der Fahrzeuge direkt durch den Fahrer in das System (z. B. Map & Guide) einpflegen lassen.

Typische Unternehmen, die Software für das Fuhrparkmanagement unter Nutzung von Telematiksystemen anbieten, sind PTV Planung Transport Verkehr AG oder die transport data/ NUSYS Telematik Systemhaus GmbH, die die Weitervermittlung der Daten an den Kunden über Internetplattformen realisieren.

2. Sendungsverfolgung [12] [13] [14]

Mit Hilfe von sogenannten Tracking & Tracing-Systemen kann der zeitliche Ablauf eines Transportes erfasst und als Kundeninformation weitergegeben werden. Hierbei werden quasi sichere Daten, wie Zeitpunkt des Verlassens der Ware vom Lieferanten, Umfang der Sendung laut Lieferschein (Kontrolle durch Kommissionierer oder über elektronische Identifikation) kombiniert mit telematischen Ortungen, um den Lauf der Ware aufzuzeigen und an den Kunden zu übermitteln.

Die Informationen werden den Kunden nicht nur per Telefon oder Fax bei Anfrage, sondern auch nach Bedarf im Internet zur Verfügung gestellt werden. Dies trägt im Wesentlichen zur Erhöhung der Serviceleistungen bei und erhöht die Kundenbindung. Eine GSM-Lösung (über Eingabe von Informationen am Handy) bieten die Zebraxx AG und auch w3logistics an, es sind auch Lösungen bekannt, die die direkte Satellitenkommunikation nutzen.

3. Mauterhebung [15] [16] [17] [18]

Im Zuge der geplanten Erhebung für deutsche Autobahnen finden telematische Systeme ebenfalls Anwendung. Die für die Mautgebühr

relevanten Fahrzeugdaten werden einmalig in einer On-Board Unit (OBU), die in die Fahrzeuge eingebaut wird, gespeichert.

Die Präzision von GPS lässt das System auch unterscheiden, ob der LKW eine mautpflichtige Autobahn oder eine parallel daneben verlaufende Landstraße nutzt. Grundsätzlich sollen die Systeme laut Ausschreibung auch eine DSRC-Schnittstelle besitzen, inwiefern diese derzeit funktionsfähig ist, ist nicht bekannt.

Verkehrstelematik im internationalen Einsatz

Zur Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten der Verkehrstelematik bieten sich in Südeuropa Länder an, die einen hohen wirtschaftlichen Stellenwert haben, wie z. B. Italien. So lässt sich insbesondere eine Studie italienischer Transportverbände heranziehen, die folgende Einflussfaktoren darstellt:

- **Stetig steigendes Verkehrsaufkommen**
Der alpenquerende Straßengüterverkehr wird in den nächsten Jahren zusammenbrechen, sollte der LKW-Transport um jährlich 2,5 Prozent wachsen [19]. Dies lässt den Schluss zu, dass zur Überwindung dieses Problems in den nächsten Jahren hoher Handlungsbedarf bestehen wird. Im Zuge einer Transportplanung muss eine Effizienzsteigerung der Transporte durch die Vermeidung von Leerfahrten und Tourenoptimierung erfolgen.
- **Mauterhebung**
Die Mauterhebung verläuft in Italien über die eigene normierte DSRC¹-Technologie, die sowohl Autobahnen, als auch Brücken und Tunnel bemaute [20]. Da sich die Art der Mauterhebung in Italien von der in Deutschland geplanten Datenerfassung unterscheidet, impliziert dies ebenfalls Harmonisierungsbedarf.
- **Fehlende Orientierungs- und Navigationsmöglichkeiten**
Grundsätzlich treten bei der Auslieferung an Bestimmungsorte für ortsunkundige Fahrer Probleme in der Orientierung und Navigation auf, die zu verzögerten Auslieferungszeiten und somit zu verminderter Lieferqualität führen.
- **Bestimmungen rechtlicher und wirtschaftlicher Art**
Ein erheblicher Wettbewerbsnachteil entsteht deutschen Transportunternehmen durch die teilweise Mineralöl-Steuererstattungen [21], die es den ausländischen Transportunternehmen ermöglichen, unter dem Preis deutscher Transportdienstleister anzubieten.

Hieraus entsteht erheblicher Handlungsbedarf, da die deutschen Transportdienstleister langfristig nur über einen erhöhten Servicegrad höhere Preise rechtfertigen können werden.

Die oben geschilderten Umstände stellen Situationen dar, aus denen unter anderem Risiken resultieren, mit denen deutsche Transportunternehmen Tag für Tag umgehen müssen.

¹ Dedicated Short Range Communication, auch Mikrowellen-Kurzstreckenfunk genannt

Risikomanagement mit Verkehrstelematik

Risiken sind Bestandteil jeder Geschäftstätigkeit und bedeuten sowohl eine Gefahr als auch eine Chance für unternehmerischen Erfolg. Gerade durch den bewussten und kontrollierten Umgang mit Risiken können Wettbewerbsvorteile realisiert werden, wenn das Risiko selbst als Steuerungsgröße begriffen und die aktive Gestaltung ermöglicht wird. Grundsätzlich gilt es somit, leistungswirtschaftliche Risiken als Betrachtungsobjekt zu identifizieren, da spezifische Bedingungen zu typischen Risikosituationen führen, die es zu untersuchen und zu bewerten gilt. Erst wenn die Höhe des Risikos festgestellt ist, kann dessen Bewertung erfolgen, wobei bei deutschen Transportdienstleistern im Allgemeinen von risikoaversen (risikoscheuen) Unternehmen auszugehen ist. Dies bedeutet, dass versucht wird, jedes Risiko in seiner Höhe und Ausprägung zu minimieren.

Die Speditionswirtschaft kann durch Anstrengungen im Risikomanagement in Verbindung mit Bestrebungen zur Erhöhung der Logistiksicherheit darüber hinaus einen Bonus bei Transportversicherern erreichen [22]. Grundsätzlich ist zu sagen, dass Versicherer Eigeninitiative durch Analysen der Unternehmen und damit einhergehender Steuerung des Risikos laut einer Presseinfo der s.a.f.e.² vom 20.01.2003 bei der Ausarbeitung von Versicherungsverträgen belohnen [23]. Die Business Geomatics berichtete bereits Ende letzten Jahres über erste Preisnachlässe, die Versicherte bei Einsatz von Telematiksystemen (Eurowatch) erreichen können [24].

Problemfeld internationale Transporte

Die Probleme, die die Anwendung der Telematiksysteme in europäischen Ländern erschweren, sind einerseits die Übertragungsformen der Daten und andererseits die funktionale Anwendbarkeit der telematischen Systeme. So ist beispielsweise bei Verwendung von GSM-Lösungen zur Übermittlung von Standorten die Netzabdeckung schlechter und der Versand der Daten kostenintensiver.

Beim Einsatz von Telematiksystemen mit Dateneingabe oder -abfrage sind vor allem bei Speditionen, die ausländische Frachtführer einsetzen, Probleme vorhanden. Bei fehlendem Sprachangebot können diese Systeme auch bei funktionierender Datenübertragung nicht die zgedachte Aufgabe erfüllen. Die bisher dargestellten Anwendungsfelder der Telematik ermöglichen eine Risikoreduktion für Transporte, z. B. über die genaue Ortung der Fahrzeuge und die Datenabfrage für Aufträge. Dies ermöglicht die Realisierung oben genannter Vorteile der Telematik und erhöht die Zuverlässigkeit der Aussage über Lieferzeitpunkt und Auftragsstruktur.

Das Ziel künftiger Forschung muß insbesondere darin liegen, die Einsatzfelder der Telematik in ausgewählten Ländern zu verifizieren und die Risikoveränderung zu messen, um insbesondere kmU in die Lage zu versetzen, sowohl ihr Risiko über den Einsatz von Telematik zu steuern, als auch das Aushandeln von Rabatten bei Versicherern zu ermöglichen.

Innerbetrieblicher Einsatz telematischer Systeme

Die bisherigen Ausführungen haben sich auf die Ortung von Sendungen im außerbetrieblichen Bereich konzentriert. Mit Produktidentifikation hatte das noch wenig zu tun. Schließlich durchdringen GPS-Signale keine geschlossenen

² s.a.f.e. Schutz- und Aktionsgesellschaft für die Entwicklung von Sicherheitskonzepten in der Spedition mbH mit Sitz in Bonn

(überdachten) Räume und keine Container oder ähnliche Transport- und Ladegefäße. Außerdem ist ihre mittlere Ortungsgenauigkeit von 10 m selbst für eine Lagerplatzverwaltung zu ungenau.

Lösung der Probleme mit RFID ?

So konzentriert sich derzeit das Interesse auf Techniken der Radio Frequency Identification (RFID). Dieses seit über fünfzig Jahren bekannte Verfahren scheint plötzlich der Stein des Weisen zu sein. Man sieht allerdings weniger in der Ortung der Produkte seine besondere Qualifikation als vielmehr in der Identifikation. So verspricht man sich Chancen bei der Identifizierung gefälschter Markenartikel und Pharmaprodukte und bei der Materialverfolgung. Aber das hieße, die Möglichkeiten mit RFID logistische Prozesse wirtschaftlicher zu gestalten, zu unterschätzen. RFID-gesteuerte Prozesse können wegen ihrer Pulkfähigkeit (Mehrfachlesung) auch ohne Verpackungsöffnung mehrere Produkte gleichzeitig erfassen, sofern die Verpackung aus nicht ferromagnetischem Material ist. Mit der Mehrfachlesung und der Hinterlegung von Daten auf den Transpondern zur Realisierung einer dezentralen Datenhaltung und Mitführung produktspezifischer Informationen am Produkt eröffnen sich erhebliche Einsparungen durch Automatisierung der Prozesse in der industriellen Fertigung und im Handel, ja zur fundamentalen Umgestaltung der Planungs- und Steuerungssysteme.

Insbesondere die bislang vernachlässigte Steuerung innerbetrieblicher Prozesse mit echtzeitnaher Bestandsführung und Lokalisierung von Vor- und Endprodukten sowie die Gewährleistung einer um ein Vielfaches beschleunigten Datengewinnung beim Input und Output der einzelnen Produktionsphasen könnte von RFID profitieren.

Der gegenwärtige Stand der Technik, der zum Teil viel zu früh als Verkaufsschlager angepriesen wird, birgt noch erheblichen Forschungsbedarf, bevor die Vision vollautomatisierter Fertigungs- und Distributionsprozesse Wirklichkeit wird. Zum Beleg seien nur einige wenige Probleme genannt, die den wirtschaftlichen Einsatz der RFID-Technologie behindern.

Notwendiger Forschungsbedarf

Die aufgrund ihrer Bauform (Selbstklebeetikett) und der vergleichsweise niedrigen Transponderkosten für eine Produktapplikation besonders geeignete 13,56-MHz-Technologie ist im 90° Winkel zur Antenne gar nicht oder nur mit großem technischem Aufwand erfassbar. Eine lageunabhängige Erfassung lässt sich nur mit aufwendigen Tunnel- oder Gatekonstruktionen erreichen. Bei 3-D-Tunnelkonstruktionen wird dabei in extrem schneller Abfolge zwischen den verschiedenen Antennen für die drei Dimensionen hin- und hergeschaltet. Das bedeutet aber, daß die Wahrscheinlichkeit der gleichzeitigen Erfassung vieler sich im Feld befindlicher Transponder geringer ist. Dies könnte negative Folgen für eine Vollständigkeitsprüfung einer Sendung und das Beschreiben aller Transponder einer Packeinheit auf einem mit hoher Geschwindigkeit laufenden Förderband haben. Bei multidirektionalen Gates tritt das Phänomen auf, daß bei größeren Packstücken (mit vielen Einzelgütern) nicht alle Transponder gleichzeitig erfasst werden. Dies wiederum birgt die oben beschriebenen Probleme der Vollständigkeitsprüfung und der Beschreibung. Die Verfügbarkeit von Transpondern mit wiederbeschreibbaren Chips ermöglicht eine dezentrale Datenhaltung und damit die einfache Realisierung des beleglosen Güterverkehrs.

Die aufgrund ihrer Bauform (Label), den vergleichsweise niedrigen Transponderkosten und der Lageunabhängigkeit für eine Produktapplikation besonders geeignete, passive 868 MHz UHF- (Ultra High Frequency-) Technologie birgt das Problem des möglicherweise zu großen und nur mit hohem technischem Aufwand abgrenzbaren Erfassungsbereiches in sich. Die elektromagnetischen Wellen eines UHF-Systems breiten sich im Raum aus und werden an vielen Materialien reflektiert. Es gibt bisher keine technische Lösung, die im hohen Maße sicherstellt, daß auch nur die Transponder erfasst werden, die erfasst werden sollen. Auch sind in Europa bisher keine wiederbeschreibbaren, passiven UHF-Transponder verfügbar, die einen beleglosen Güterverkehr ermöglichen würden.

Das Transpondersystem mit der weitesten Verbreitung und den variabelsten verfügbaren Transponderbauformen (125 kHz) lässt sich aufgrund der noch nicht verfügbaren Labeltechnologie und der zu geringen Lesereichweite im Augenblick nicht für eine Produktapplikation verwenden.

Es bedarf daher einer eingehenden Untersuchung, inwieweit RFID-Systeme im 13,56-MHz- und im 868-MHz-Bereich für die Realisierung von automatischen Fertigungsprozessen geeignet und welche technischen Maßnahmen zu ergreifen sind. Dies muss mit der Erstellung von Demonstratoren zum Beweis der Praxistauglichkeit einhergehen.

Die bisher getätigten Untersuchungen haben gezeigt, daß die Implementierung bzw. Applikation der Transponder in bzw. an unterschiedlichen Produkten, Verpackungen, Ladungsträger, Werkzeugen und Warenbegleitpapieren sowie die Übertragung der gewünschten Daten schon in einer Reihe von Fällen realisierbar ist, auch unter Berücksichtigung der „schwierigen“ Umgebungsbedingungen, wie sie regelmäßig bei der Produktion, dem Transport und der Lagerung dieser Applikationsträger auftreten.

Dies gibt die Hoffnung, daß sich in absehbarer Zukunft auch mittelständische Unternehmen finden werden, überhaupt über den Einsatz der Transpondertechnologie nachzudenken und darüber, ob auf Basis dieser neuen Technologie eine Leistungsrechnung zu vertretbaren Kosten aufgebaut werden kann. Dazu bedarf es aber einer Kalkulationsbasis für die Einführung von RFID-Systemen, die nicht nur die Kosten des Transponders sondern sämtliche Kosten der Reorganisation und der Personalschulung sowie Verbesserungen der Steuerungsleistung in eine Wirtschaftlichkeitsrechnung einbringt.

Quellenverzeichnis

- [1] Schmidt-Auerbach Markus, Optimierte Prozesse-Telematik, in: Der Handel, Vol. 0, Nr. 3/2003, S. 32-34
- [2] o.V. Ganzheitliche Tracking-Systeme für Verlager und Logistikdienstleister, in: Distribution 1-2/2003, S. 15
- [3] Internetquelle vom 21-05-2003
http://www.verkehrsforum.de/magazin/archiv/2_98/2_98_8.html

- [4] Internetquelle vom 20-05-2003
Andres Marco, Telematiksysteme für die e-logistik, FTK (Forschungsinstitut für Telekommunikation), Veröffentlichung im Internet vom 06.02.2002
http://www.elog-center.de/service/downloads/broschueren/telematik_broschuere.pdf
- [5] Schneiderei G., Voß S., Mobilkommunikationseinsatz im Rahmen des Informationsmanagements für logistische Dienstleister. in: P. Kischka, H.-W. Lorenz, U. Derigs, W. Domschke, P. Kleinschmidt, R. Möhring (Hrsg.): Operations Research Proceedings 1997, Selected Papers of the Symposium on Operations Research (SOR 97) Jena. Springer, Berlin, 563-568.
- [6] Löwer Chris, Im roten Bereich-Mobilfunk, Satellitennavigation und Bordrechner, in: Wirtschaftswoche, Nr. 21-2003, 15.05.2003, S. 112-115
- [7] Krüger, Manfred, Internetgestützte Transportplanung mit webbasierter Lösung, in: Logistik für Unternehmen, 3/2002, S. 27-29
- [8] Lasch R, Janker C., Deckl A., Telematik im Straßengüterverkehr, 1998, Arbeitspapiere zur mathematischen Wirtschaftsforschung, Heft 160, Herausgeber: Institut für Statistik und mathematische Wirtschaftstheorie der Universität Augsburg
- [9] Internetquelle vom 20-05-2003
o.V. Siemens Telematics
http://fp.is.siemens.de/traffic/DE/de_its/support/dl_ct/pdf_dl_ct/telematics_de.pdf
- [10] Veil Peter, Telematikbasierte Dienstleistungen für Nutzfahrzeuge- Status und Ausblick am Beispiel von fleetboard, Vortrag im Rahmen des Forums der Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e.V., Telematik im Güterverkehr, München, 10. April 2003
- [11] o.V., Disponieren mit Telematik, in: FM- Das Logistik-Magazin, 06/2003, S. 44
- [12] o.V., Routen-Sicherung für LKWs, in: Protector, 06/2003, S. 32
- [13] o.V., Sicherheit bei der Schenker AG-Neue Zeit angebrochen, in: Protector, 06/2003, S. 12-13
- [14] Messerschmidt Christian, Prozessübergreifende Nutzung von Telematik und Internet in der globalen Distributionslogistik, Vortrag im Rahmen des 18. Deutschen Logistikkongress, Berlin, 17.-19.10.2001
- [15] Fell Fabian, Funktionsweise und Sicherheit von Toll Collect, Seminararbeit an der Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Kommunikationssicherheit, WS 2002-2003
- [16] Internetquelle vom 10-06-2003
<http://www.uni-stuttgart.de/wechselwirkungen/ww2001/berner.pdf>

- [17] Internetquelle vom 10-06-2003
fela- DSRC / GNSS-CN- Das ganze Spektrum der Mautsysteme
http://www.fela.ch/elektroniktelecom/de/produkteprojekt/gebhrenefassung/maut_d.pdf
- [18] Tartler Jens, Verzögerung bei der Maut bleibt zunächst straffrei, in: Financial Times Deutschland, 30-06-2003, S. 9
- [19] Internetquelle vom 15-08-2003
http://www.transportweb.de/news.php/56010,de_nachrichten_tw
- [20] Internetquelle vom 15-08-2003
Dr. Jürg Uhlmann „Entwicklung eines europatauglichen Erfassungsgerätes auf der Basis des schweizerischen TRIPON“
http://www.fela.ch/elektroniktelecom/de/news/tripon_eu.pdf
- [21] Internetquelle vom 10-06-2003
http://www.svg-koblenz.de/pdf/2001/1_2_2001.pdf
- [22] Presseinformation vom 08.07.2003 der s.a.f.e. Schutz- und Aktionsgesellschaft für die Entwicklung von Sicherheitskonzepten in der Spedition mbH (Bonn)
- [23] Presseinformation vom 20.01.2003 der s.a.f.e. Schutz- und Aktionsgesellschaft für die Entwicklung von Sicherheitskonzepten in der Spedition mbH (Bonn)
- [24] o.V., Mit GPS auf Verbrecherjagd, Business Geomatics, Nr. 8, 29.11.2002, S. 14