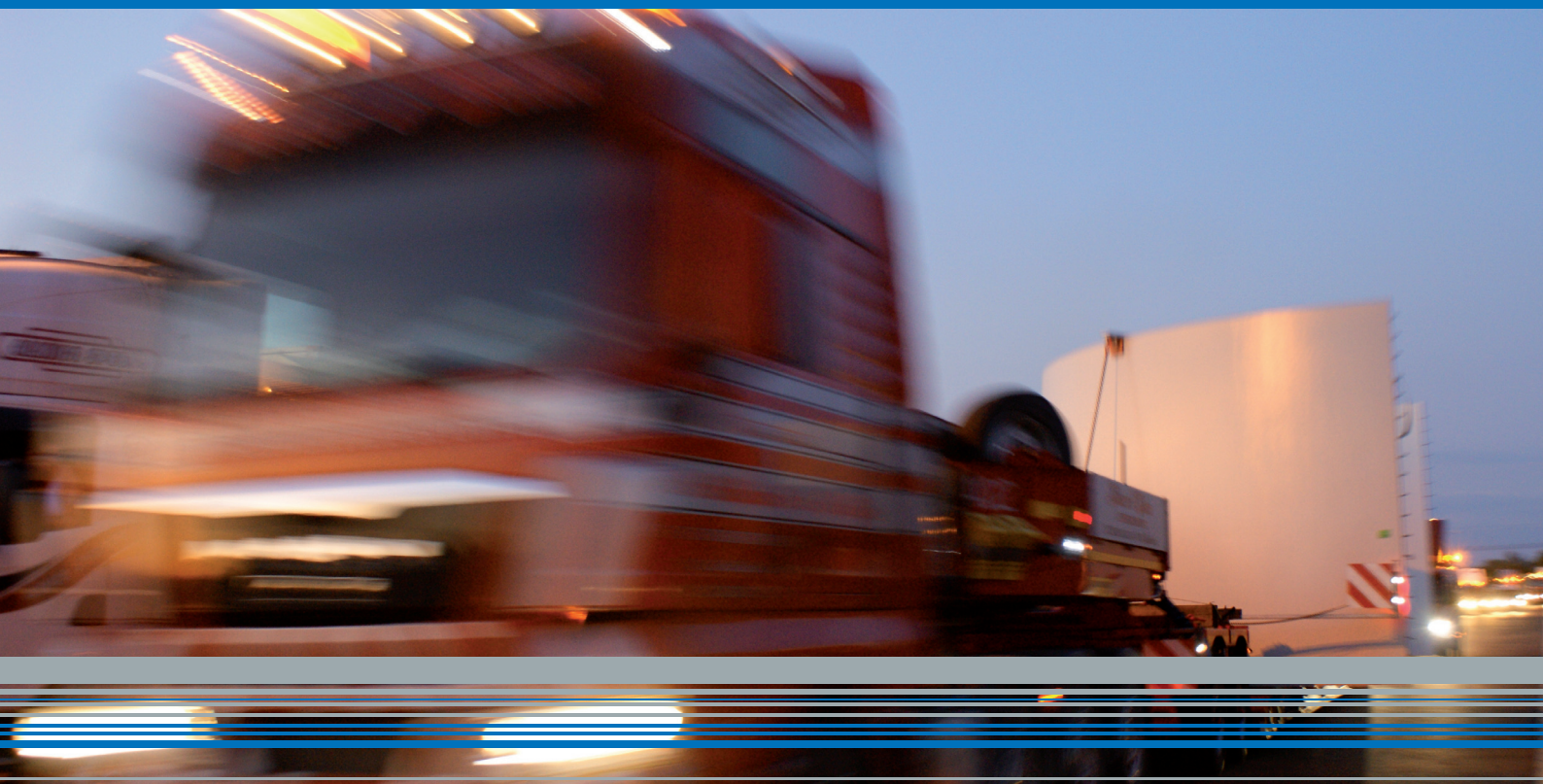


TAGUNGSBAND

16. MAGDEBURGER LOGISTIKTAGE »SICHERE UND NACHHALTIGE LOGISTIK«

29. JUNI – 1. JULI 2011



IM RAHMEN DER IFF-WISSENSCHAFTSTAGE

Parallelsequenz 3 – Galileo-Testfeld – Intelligente Logistik

EREIGNISBASIERTE STEUERUNG VON TRANSPORTPROZESSEN

Dipl.-Wi.-Ing. Pat.-Ing. Patrick Dittmer
Christian Gorltd M. Sc.
Dipl.-Wi.-Ing. Marius Veigt
BIBA - Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH

EREIGNISBASIERTE STEUERUNG VON TRANSPORTPROZESSEN

Dipl.-Wi.-Ing. Pat.-Ing. Patrick Dittmer, Christian Gorltdt, M. Sc., Dipl.-Wi.-Ing. Marius Veigt

1 Einleitung

Individualisierung – dieses Schlagwort prägt die Logistik und stellt sie vor neue Herausforderungen. Die Dynamik und Komplexität der Logistik veranlasst Wissenschaft und Forschung neue Konzepte und Methoden zu entwickeln. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können, verfolgt die Wissenschaft den Ansatz der Selbststeuerung, der eine dezentrale Steuerung autonomer logistischer Objekte ermöglicht. Informations- und Kommunikationstechnologien stellen die Autonomie logistischer Objekte wie Stückgüter, Ladungsträger und Transportsysteme sicher [1]. Auf operativer Ebene stellt die reaktive Planung und Steuerung den einfachsten Fall der Selbststeuerung dar. Für die Transportlogistik sollen Informations- und Kommunikationstechnologien eingesetzt werden, um die Qualität der Transporte zu erhöhen. Dies kann beispielsweise durch kürzere Lieferzeiten, einen erhöhten Servicegrad oder durch die Einhaltung der Transportbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, etc.) erreicht werden. Ausgangspunkt für die reaktive Steuerung stellt die Ermittlung von Ereignissen entlang der Transportkette dar, die die Geschäftsprozesse stören und somit zu Planänderungen der betroffenen Geschäftsprozesse führen.

Dieser Beitrag zeigt die Möglichkeiten, der ereignisbasierten Steuerung von Transportprozessen durch innovative Konzepte zu begegnen. Im Rahmen von zwei Forschungsprojekten werden Konzepte vorgestellt, die die Selbststeuerung in logistischen Strukturen ermöglichen. Abschließend werden die Auswirkungen auf die Selbststeuerung diskutiert und ein Ausblick dieser Methoden gegeben.

2 Motivation

In Deutschland wird voraussichtlich zum Jahr 2050 das Güterverkehrsaufkommen gegenüber heute um rund die Hälfte zunehmen, dabei wird sich die Güterverkehrsleistung mehr als verdoppeln. Von Randow geht davon aus, dass Deutschland innerhalb Europas Haupttransportland sein wird und die Verkehrsdrehscheibe Europas darstellt. Die Produktionsprozesse werden durch die Globalisierung verändert, 40 Prozent der Exportgüter Deutschlands stammen von importierten Vorleistungen. Der Bedarf an Transport und Logistik wird zukünftig stetig steigen und die Güter werden über immer größere Distanzen transportiert. Der Güterverkehr wird in den nächsten Jahren stetig wachsen. Ein Bedarf an intelligenter und somit ereignisbasierter Steuerung von Transportprozessen

lässt sich aus den Ausführungen ableiten. Gefordert sind Konzepte, die dem ansteigenden Güterverkehr entgegenwirken und nachhaltig zu einer Güterverkehrsvermeidung beitragen. Um dieses Verkehrswachstum nicht mit mehr Infrastruktur zu begegnen, verlangen Experten eine bessere Verknüpfung der Verkehrsträger. Darüber hinaus sollen die Transportketten mit Hilfe intelligenter Logistik sowie innovativen Technologien (z.B. Telematik, RFID etc.) stärker optimiert werden. Mögliche Lösungen können z.B. in einer räumlichen und ggf. zeitlichen Entmischung von Verkehren auf besonders stark belasteten Strecken liegen [2].

Steierwald verlangt einen integrativen Ansatz als ein mögliches Lösungskonzept den aufgezeigten Herausforderungen zu begegnen. Mögliche Verkehrskonzepte, die darauf abzielen, die Strategien zur Gestaltung des Güterverkehrs umzusetzen, sollten integrative Ansätze verfolgen, in denen Maßnahmen aus unterschiedlichen Handlungsfeldern zusammengefasst werden und diese in den Zusammenhang einer Gesamtverkehrsplanung, d.h. einer gemeinsamen Gestaltung von Personen- und Güterverkehr, gestellt werden [3].

Trotz fortschreitender Synchronisation von Material- und Informationsfluss gibt es weiterhin Informationslücken speziell in der Transportlogistik. Technologien zur Schließung dieser Informationslücken in den Transportprozessen, wie z. B. RFID, Telematik, etc., sind vielfach am Markt verfügbar und wirken sich effizienzsteigernd für die Anwender aus [4]. Spezielle Anforderungen ergeben sich aus den unterschiedlichen Anwendungsfeldern dieser Technologien. Bei der Betrachtung von Großladungsträgern wie Container oder Wechselbrücken ist die Identifikation durch RFID seit Jahren möglich. Ist eine Identifikation nicht ausreichend und die Nutzung einer terrestrischen Infrastruktur zur Ortung nicht vorhanden, ergeben sich spezielle Anforderungen wie Energieautarkie, intelligente Energiekonzepte und die Konfigurierbarkeit der Ortungsmodule. Durch die Berücksichtigung dieser Anforderungen bei der Entwicklung von intelligenten Telematikkonzepten scheint der Weg zur transparenten Transportlogistik damit geebnet.

3 Ereignisbasierte Steuerung von Transportprozessen

Bei der ereignisbasierten Steuerung informiert das logistische Objekt bei definierten Ereignissen eine übergeordnete Instanz, die daraufhin die Entscheidung trifft. Hierbei

muss das logistische Objekt bereits Informationserfassung und -verarbeitung leisten. In der Selbststeuerung werden zudem die Entscheidungsstrukturen innerhalb eines logistischen Systems dezentralisiert. Die »Selbststeuerung logistischer Prozesse ist gegeben, wenn das logistische Objekt Informationsverarbeitung, Entscheidungsfindung und -ausführung selbst leistet.« [5] S. 59. Das bedeutet, dass logistische Objekte ihren Weg durch ein Logistiksystem gemäß ihrer eigenen Zielsetzung selbst bestimmen, z.B. ein Container entscheidet selbst wann und womit er transportiert wird.

Durch die Dezentralisierung der Entscheidungen und somit der Steuerung wird ein komplexes Entscheidungssystem in viele, wesentlich weniger komplexe Teile zerlegt. Hierbei wird das Ziel verfolgt, dass diese selbststeuernden Objekte sehr flexibel sind, schnell auf Veränderungen reagieren können und somit in der Lage sind, in einem dynamischen Umfeld stets die für sich optimale Entscheidung treffen zu können. Durch das Zusammenwirken der logistischen Objekte soll eine positive Emergenz erzielt werden [6]. Das heißt, dass jedes Objekt zwar sein eigenes Ziel verfolgt, durch das Zusammenwirken der selbststeuernden Objekte jedoch das Ziel des Gesamtsystems erreicht wird.

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 637 entwickeln Wissenschaftler die methodischen Grundlagen, um eine selbststeuernde Logistik zu realisieren. Hierbei liegt der Fokus auf der Entwicklung von Selbststeuerungsmethoden mittels derer die logistischen Objekte die Entscheidungen treffen. Neben der grundlagenorientierten Forschung werden bereits erste Ansätze zur Anwendung gebracht.

Erste Schritte auf dem Weg zur Selbststeuerung könnten selbststeuernde Strukturen bilden. Diese repräsentieren lediglich einen Teil einer logistischen Kette und können die Teilnehmer in ihren Geschäftsprozessen unterstützen. Eine festgelegte Aufgabenontologie der logistischen Systeme stellt die ereignisbasierte Steuerung sicher, indem auftretende Ereignisse Aktionen auslösen, die Auswirkungen auf den Geschäftsprozess haben. Der Einsatz von Telematiksystemen an logistischen Objekten ermöglicht die Aufnahme von Umweltinformationen und Kommunikation in dezentralen Systemen, die diese Daten und Informationen verarbeiten. Konfigurationen sorgen darüber hinaus für eine dezentrale Interpretation von Umweltinformationen und veranlassen nur dann die Kommunikation von Ereignissen, wenn der Geschäftsprozess, der sich in der Konfiguration widerspiegelt, gestört wird. Die Integration von Sensorik trägt dazu bei, die logistische Umwelt besser zu erfassen und ermöglicht so eine dezentrale Entscheidungsfindung und ggf. auch eine Entscheidungsausführung. Die Konfiguration der Telematiksysteme gemäß dem vorherrschenden Ge-

schäftsprozess findet sich im Konzept der anpassbaren Telematik wieder. Durch zusätzliche Sensorik kann die Datendichte sowie Datenqualität erhöht werden und somit komplexere Entscheidungsausführungen unterstützen. Im Bereich der Lebensmittellogistik wird die Einführung dynamischer Mindesthaltbarkeitsdaten oder das Reifen von Früchten in speziellen Containern auf See durch das Konzept »Der Intelligente Container« ermöglicht.

3.1 Konzept »Anpassbare Telematik«

Im September 2006 erfolgte seitens des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) eine Ausschreibung zur Förderinitiative »Intelligente Logistik im Güter- und Wirtschaftsverkehr« [7], um Lösungen zu den genannten Herausforderungen zu erarbeiten. Die Mobilität von Menschen und Gütern ist ein wichtiger Bestandteil, um den Wohlstand der Gesellschaft aufrechtzuerhalten. Die Bundesregierung verfolgt die Sicherung und nachhaltige Entwicklung des Verkehrssystems, um die effiziente und umweltverträgliche Mobilität der Menschen und Güter zu gewährleisten [8]. Das vorliegende Konzept zeigt Potenziale der ereignisbasierten Steuerung von Transportprozessen auf, um einen konkreten Lösungsvorschlag für die genannten Herausforderungen zu formulieren.

Das Konzept der anpassbaren Telematik wurde in einem vom BMWi geförderten Projekt »Inwest – intelligente Wechselbrückensteuerung« entwickelt und in Feldversuchen auf den Praxiseinsatz erprobt [7]. Die Reduzierung des Verkehrsaufkommens sowie die Verbesserung der Zulaufsteuerung standen im Mittelpunkt der Untersuchungen. Im Projekt wurde ein Entscheidungssystem entwickelt, mit dem die Anwender in der Lage sind, ihre Tourenplanung unter Berücksichtigung der Verkehrsvermeidung zu optimieren. Es wurde eine intelligente Telematikeinheit sowie ein Softwaresystem entwickelt, welches zur Zielerreichung einen großen Beitrag leistete.

Bisherige Ansätze fokussieren in der Betrachtung meist nur eine Technologie isoliert. Inwest verfolgte eine Verknüpfung mehrerer Technologien, um so einen Mehrwert in der logistisch relevanten Informationsgewinnung und Informationsverarbeitung zu erreichen. Die Aufgabe der intelligenten Telematikeinheit ist es, an einen Ladungsträger (z.B. Container, Wechselbrücke) ereignisorientierte Daten zu erfassen und diese bei Bedarf über Funk an eine Zentrale zu übertragen. Die Grundfunktionen dieser technischen Einheit sind Kommunizieren, Orten sowie Identifizieren. Die Telematikbox ist dauerhaft an den Ladungsträgern befestigt und dient u.a. zur Ortung während des logistischen Prozesses. Die Datenaufnahme bzw. Datenakquise erfolgt durch diese Box und sie sendet Daten über das jeweilige Verhalten (z.B. La-

gern) des Ladungsträgers an die Softwarezentrale. Die Softwarezentrale verarbeitet die empfangenen Daten zu Informationen und leitet sie an die operativen IT Systeme der verschiedenen Anwender weiter.

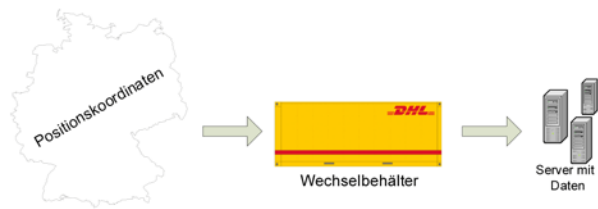


Abbildung 1: Funktionsablauf [9]

In diesem Projekt stand vor allem die Überprüfung des Praxiseinsatzes der entwickelten Systeme im Vordergrund. Insgesamt wurden über 100 Telematikeinheiten an Wechselbrücken verbaut, um diese im täglichen Einsatz zu evaluieren. Insbesondere der Datenaustausch zwischen mobilen Einheiten und der stationären Softwareanwendung stand im Mittelpunkt dieser Untersuchungen. Das Inwestsystem wurde aus unterschiedlichen Perspektiven evaluiert. Die Betrachtung der Betriebsdauer bzw. Anzahl der ausgefallenen Telematikeinheiten war ein wichtiges Merkmal, um die technische Zuverlässigkeit des Systems zu untersuchen. Im Projektverlauf wurden bereits frühzeitig Anwenderschulungen durchgeführt. Die Auswertung der Nutzerakzeptanz im Verlauf der Feldversuche stellte ein wichtiges Entscheidungsmerkmal über die spätere Anwendung im alltäglichen Praxiseinsatz dar. Durch die detaillierte Beobachtung im Prozessablauf konnten die Zielgrößen im Hinblick auf die Verkehrsreduzierung überprüft werden.

Das Konzept der anpassbaren Telematik soll nachfolgend genauer beschrieben werden, um ein Verständnis über den Ansatz ereignisbasierter Steuerung von Transportprozessen zu bekommen. Die anpassbare Telematik ermöglicht es, die Menge an Informationen und Kommunikation so gering wie nötig zu halten, um das Datenvolumen und die damit verbundenen Kosten niedrig zu halten. Die Anwendung des Konzeptes stellt ebenfalls einen langfristigen Betrieb ohne Wartungseingriffe (z.B. Batteriewechsel) sicher. Es ist ebenfalls sinnvoll die Telematikeinheit dem betrieblichen Geschäftsprozess entsprechend den Tourdaten anzupassen, um so ein effizientes Arbeiten zu ermöglichen. Die Telematik übermittelt die Daten erst bei entstehenden Ereignissen, die zuvor durch die Systemnutzer konfiguriert wurden. Darüber hinaus werden mit diesem Verfahren die Nutzer der Planungs- und Steuerungssysteme nicht mit nutzlosen Informationen überflutet [10].

Die anpassbare Telematik nutzt das Prinzip einer intelligenten Hardwarekonfiguration. Darunter wird verstan-

den, dass Telematik sich den jeweiligen Umweltgegebenheiten anpasst und in einen entsprechenden Status versetzt wird, welcher dem betriebswirtschaftlichen Zweck des Ladungsträgers entspricht. Bisher werden drei Konfigurationen genutzt (Lager, Tour, Unbekannt). Die Hardware kann dadurch an die reale Gegebenheit angepasste Ereignisse auslösen. Z.B. kann ermittelt werden, ob sich ein ausgewählter Ladungsträger zu bestimmten Zeitpunkten an einem Ort in einem bestimmten Umkreis befindet, so dass eine positive Beantwortung dieser Frage als »alles o.k.« zu werten ist und keine Meldung veranlasst, eine negative Beantwortung jedoch eine Abweichung an übergeordnete Systeme meldet. Die Benutzerschnittstelle ermöglicht die Anpassung des Systems durch den Anwender von außen.

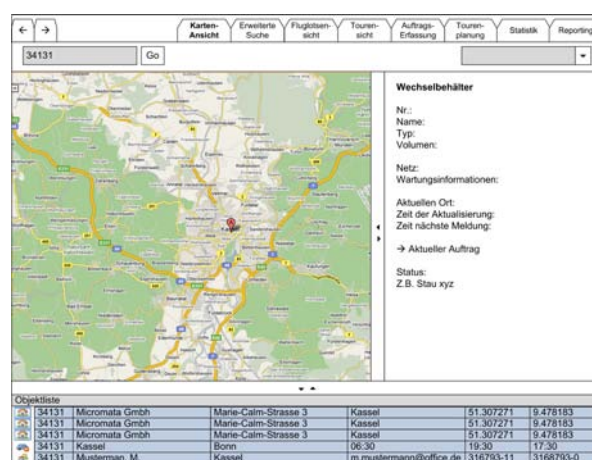


Abbildung 2: Benutzerschnittstelle [9]

Aus technischer Perspektive wird bei diesem Verfahren zwischen drei verschiedenen Konfigurationsmöglichkeiten unterschieden.

Meldemodus 0	Die Box meldet sich, wenn sie sich zum definierten Zeitpunkt im Fangkreis befindet. In der Regel ist dies die Abfahrtszeit.
Meldemodus 1	Die Box meldet sich, wenn sie sich zum definierten Zeitpunkt nicht im Fangkreis befindet. In der Regel ist dies die Ankunftszeit; die Box meldet sich nur bei verspäteter Ankunft.
Meldemodus 2	Die Box meldet sich zum definierten Zeitpunkt immer, der Fangkreis hat dabei keine Relevanz.

Die technische Zuverlässigkeit des Systems wurde in den Feldversuchen durch die Betriebsdauer ermittelt. Seit der Inbetriebnahme betrug die durchschnittliche Betriebsdauer 232 Tage bei 4,5 Meldungen pro Tag. 19 Einheiten sind aufgrund von technischen (z.B. Batterieausfall) sowie organisatorischen (z. B. Containerstapelung) Störungen in

den Feldversuchen ausgefallen. Die Benutzerfreundlichkeit des Systems wurde durch den Indikator der Nutzerakzeptanz ermittelt. Dieser errechnete sich aus dem Quotienten der Anzahl der konfigurierten Ortungseinheiten und der gesamten Menge der Ortungseinheiten in der Feldversuchsphase. Die durchschnittliche Nutzerakzeptanz lag bei ca. 70%. Eine wichtige Erfolgskennzahl für das Projekt war die Untersuchung der Verkehrseffekte.

Nachfolgend soll auf die Evaluierung der verkehrsrelevanten Wirkungen eingegangen werden. Das Konzept der anpassbaren Telematik stellt dem Nutzer zahlreiche Informationen bereit, welche bei der Disposition eine bessere Ausnutzung des vorhandenen Ladevolumens erwirkt. Die Füllgraderfassung ermöglicht dem Disponenten in Kombination mit der sog. Fluglotsensicht freie Kapazitäten der Wechselbehälter zu identifizieren, um diese Informationen bei der Planung mit einfließen zu lassen. Mögliche kritische Verspätungen kann der Disponent über die Abbildung der Geschäftsprozesse in Zuständen erkennen und bei seiner Entscheidungsfindung berücksichtigen.

Dieses Vorgehen schafft entlang der Lieferkette in dem untersuchten Praxisbeispiel eine hohe Transparenz. Die Auswertungen der Feldtestphase hat ein durchschnittliches Verkehrseinsparpotenzial von 10,4% ergeben. Dieses Einsparpotenzial bezieht sich ausschließlich auf ausgewählte Routen in dem Transportnetz der Praxispartner. Derzeit lassen die organisatorischen Abläufe keine Zwischenhalte von Wechselbehältern mit gleichzeitiger Auffüllung freier Kapazitäten zu. Um das volle Potential des Konzeptes zu erwirken, ist diese Restriktion bei der Weiterführung und Realisierung zu berücksichtigen sowie mögliche Herausforderungen zu lösen.

Die Untersuchung der anpassbaren Telematik auf Wirksamkeit hat ergeben, dass das erarbeitete Konzept der intelligenten Wechselbrückensteuerung zufriedenstellend funktioniert und von den Anwendern genutzt wird. Neben technischen Herausforderungen sind vor allem organisatorische bzw. prozessuale Fragestellungen für die volle Ausweitung des hier beschriebenen Ansatzes zu lösen.

Die Anwendung des hier vorgestellten Ansatzes ermöglicht neue Logistikkonzepte in Planung und Steuerung von Logistikdienstleistungen. Die Verwirklichung neuer Strukturen im Ladungsträgermanagement können erreicht werden und die technische Voraussetzung für die Umsetzung dezentraler selbststeuernder Logistikobjekte wird geschaffen [11].

Die anpassbare Telematik kann die Betreiber in verschiedener zeitlicher Dimension unterstützen. In strategischer Sicht trägt das Konzept zur Optimierung des Ladungsträ-

gerbestandes bei. Durch eine bessere Planung und Steuerung können Ladungsträger eingespart und dadurch Kosten reduziert werden. Auf der taktischen Ebene können die Planer die zur Verfügung stehenden Ladungsträger gezielt nach Kundenanforderungen einsetzen und somit den Bedürfnissen der jeweiligen Anwender zufriedenstellend begegnen. Das zur Verfügung stellen von Echtzeitinformationen weist die Disponenten auf mögliche Planabweichungen hin und sie können darauf mit einer gezielten Steuerung den Abweichungen entgegenwirken [10].

3.2 Konzept »Der Intelligente Container«

Neben Transporten in KEP-Netzwerken können durch den Einsatz von Telematik verschiedene Transporte überwacht werden. Bei der Betrachtung von Lebensmitteltransporten ergibt sich speziell bei leicht verderblichen Waren die Anforderung an einer Überwachung von relevanten Umweltbedingungen. Im Rahmen einer Innovationsallianz für vernetzte intelligente Objekte in der Logistik verfolgt die vom BMBF geförderte Innovationsallianz »Der Intelligente Container« die Überwachung und darauf aufbauend die Selbststeuerung von Objekten in der Logistik. Das Ziel des Intelligenten Containers ist die Überwachung der Qualität von Lebensmitteln auf Transporten und die Übermittlung von Änderungen der Qualität durch die Veränderung von logistischen Rahmenbedingungen. Darüber hinaus wird das Logistikkonzept FIFO durch das neue Konzept dynamisch FEFO (First Expires First Out) abgelöst. Die Verluste durch den Verderb von Lebensmitteln sollen reduziert werden [12].

Der Intelligente Container weist zwei Anwendungsszenarien auf. Zum einen wird der Seetransport von Bananen aus Costa Rica nach Europa betrachtet, zum anderen der Straßentransport von Fleischprodukten durch Europa. Logistisch unterscheiden sich diese Supply Chains besonders in der Auswahl der Ladungsträger. Bananen werden bereits nach der Ernte palettiert in einem Kühlcontainer transportiert. Die Container werden mit unterschiedlichen Transportmitteln transportiert: nach der Ernte der Bananen in Mittelamerika wird der Kühlcontainer per LKW zum Hafen transportiert, anschließend auf ein Schiff verladen und nach Europa verschifft. Bei Fleischtransporten hingegen findet ein häufiger Ladungsträgerwechsel in der Supply Chain statt. Abbildung 3 zeigt die unterschiedlichen Transporte zwischen den Teilnehmern der Supply Chain. In einem Depot werden die Lieferungen unterschiedlicher Lieferanten zu einer Sendung konsolidiert und anschließend an ein Zentrallager geliefert. Aus diesem Zentrallager werden Auslieferungsdepots versorgt, die dann eine Belieferung der Kunden mit kommissionierten Waren durchführen. In diesem Szenario gilt es, die unterschiedlichen Transporte zu überwachen und etwaige Qualitätsänderungen zu identifizieren.

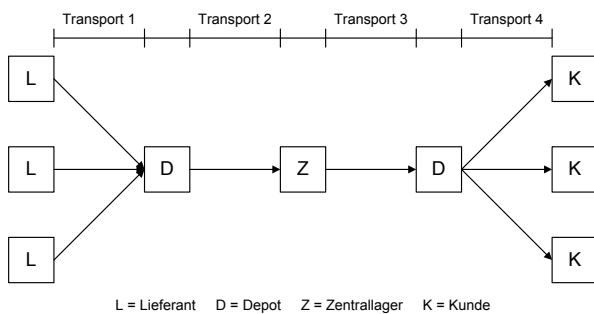


Abbildung 3: Supply Chain in der Lebensmittelbranche

Der technologische Ansatz jedoch ist bei beiden Anwendungsszenarien identisch. Unter der Prämisse der dezentralen Datenakquise und -verarbeitung befindet sich in den logistischen Objekten, Kühlcontainer bzw. Kühltrailer, ein Netzwerk aus Sensoren, die drahtlos relevante Umweltbedingungen ermitteln und an eine sog. Freight Supervision Unit (FSU) übermittelt [13]. Relevante logistische Umweltbedingungen sind Temperatur, Luftfeuchtigkeit und die Konzentration von Gasen innerhalb des Containers, über die die Änderung der Qualität von Lebensmitteln bestimmt werden kann. Weiterhin sieht das Konzept des Intelligenten Containers eine Verarbeitung der Sensordaten vor. Dazu werden warenspezifische Haltbarkeitsmodelle entwickelt und der FSU zur Verfügung gestellt, die in der Lage sind, über die gesammelten Informationen die Resthaltbarkeit zu berechnen [14].

Die dezentrale Ermittlung der Resthaltbarkeit erfolgt kontinuierlich, eine Kommunikation des Intelligenten Containers findet jedoch nur statt, wenn es zu Änderungen des geplanten Geschäftsprozesses kommt. Die Reduzierung des Kommunikationsaufwandes erfolgt neben der Reduzierung des Energieaufwandes aus betrieblichen Gründen. Stellvertretend sind die beiden wichtigsten Aspekte der Reduzierung des Kommunikationsaufwandes die sehr kostenintensive Satellitenkommunikation auf See und die Anforderungen der Anwender, nur Mitteilungen zu bekommen, die den Geschäftsprozess betreffen [14].

Vergleichbar zum Konzept der anpassbaren Telematik findet zum Beginn des Geschäftsprozesses eine Initialisierung der Telematikeinheit statt, bei der alle relevanten Informationen wie das Haltbarkeitsmodell, Schwellwerte für Alarmer sowie die Ausgangsqualität an die FSU übertragen wird. Während des Transportes erfolgt eine kontinuierliche Übertragung der Sensorwerte an die FSU, die diese Informationen interpretiert und die Resthaltbarkeit ermittelt. Kommt es nun zu einer Überschreitung der Schwellwerte, wird eine Alarmmeldung an eine Zentrale übermittelt, die diese Information den betroffenen Anwendern zur Verfügung stellt. Für den Fall, dass es zu einer weitreichenden Überschreitung der Schwellwerte kommt und diese Auswirkungen auf die Resthaltbarkeit

des Produkts haben, wird die Änderung der Resthaltbarkeit ebenfalls an die Zentrale übermittelt [13].

Das Konzept des Intelligenten Containers führt zu einem Paradigmenwechsel in der Logistik. Das Logistikkonzept FIFO (First In – First Out) kann durch die Transparenz in der Lieferkette in ein dynamisches Logistikkonzept geändert werden, dass die Resthaltbarkeit von Lebensmitteln berücksichtigt. Dynamic FEFO (First Expires – First Out) berücksichtigt dabei die durch die Haltbarkeitsmodelle prognostizierte Resthaltbarkeit und ermöglicht den Beteiligten der Lebensmittel-Lieferkette, ihre Bestände nach der Resthaltbarkeit zu verbrauchen [15].

4 Auswirkung auf die Selbststeuerung von Transportprozessen

Die beiden beschriebenen Konzepte unterstützen die Anwender, die aufgrund von Änderungen im Geschäftsprozess gezwungen sind, Entscheidungen zu treffen, um den logistischen Prozess an die neue Situation anzupassen.

Das Konzept Der Intelligente Container ermöglicht eine frühzeitige Reaktion auf Ereignisse, die sich auf den logistischen Prozess auswirken. Abbildung 4 zeigt beispielhaft ein Qualitätsmodell, dass dezentral die Änderung der Resthaltbarkeit errechnet. Die Reduzierung der Resthaltbarkeit hat unmittelbare Auswirkungen auf die nachgelagerten logistischen Prozesse.

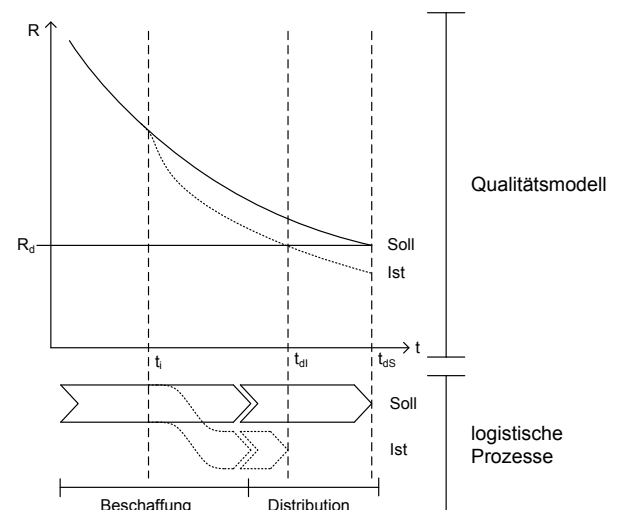


Abbildung 4: Auswirkungen von Ereignissen des Intelligenten Containers auf die Logistik

Die Resthaltbarkeit von Lebensmitteln kann durch ein Qualitätsmodell prognostiziert werden. Kommt es nun zu einer Änderung der logistischen Rahmenbedingungen, die sich negativ auf die Resthaltbarkeit auswirken, findet eine Reduzierung der Resthaltbarkeit statt. Das Haltbarkeitsmodell berechnet eine Ist-Haltbarkeit, die unmittelbare Auswirkungen auf die logistischen Prozesse hat. Bei

einer definierten Resthaltbarkeit bei der Distribution R_d sieht der logistische Soll-Prozess einen Termin der Distribution t_{ds} vor, der sich durch die Änderung der Resthaltbarkeit zeitlich nach vorn verschiebt. Dadurch kann bereits beim Auftreten des Ereignisses t_i ein logistischer Ist-Prozess angestoßen werden, der die reduzierte Resthaltbarkeit bei dem Distributionszeitpunkt t_{di} berücksichtigt. Zur Umsetzung dieser selbststeuernden Strukturen sind flexible logistische Prozesse notwendig, die eine zeitliche Änderung der Distribution erlauben.

Darüber hinaus sind Auswirkungen auf die vorgelagerten Prozesse der Supply Chain denkbar. Detektiert der Intelligente Container eine Reduzierung der Resthaltbarkeit, die nicht auf die logistischen Rahmenbedingungen zurückzuführen ist, können diese Informationen genutzt werden, um auf die Erzeugung der Lebensmittel Einfluss zu nehmen und so auf etwaige Qualitätsdefizite bei der Erzeugung hinzuweisen. Eine frühzeitige Identifikation dieser Defizite sorgt für eine geringe Infizierung des logistischen Systems mit Produkten, die nicht der geforderten Qualität entsprechen.

5 Fazit und Ausblick

Die hier vorgestellten Ansätze unterstützen den Gedanken ereignisbasierter Steuerung von Transportprozessen. Der Wirkungsbereich der Konzepte ist ganz unterschiedlich. So leistet die anpassbare Telematik einen großen Beitrag in der seit langer Zeit geforderten Verkehrsvermeidung bzw. Verkehrsentskopplung. Die Anpassung der Kommunikation-, Ortungs- und Identifikationssysteme an die realen Geschäftsprozesse erfordert ein Umdenken in der Planung und Steuerung von Transportprozessen und ermöglicht neue Potentiale der Prozessgestaltung. Der Ansatz des Intelligenten Containers konzentriert sich vorerst auf die Lebensmittelbranche. Das Erfassen von Zuständen während des Transports realisiert das zeitnahe Sammeln von Daten, die zur Entscheidungsfindung von großer Bedeutung sind, um eine hohe Kundenzufriedenheit zu erreichen. Beide Konzepte haben die Möglichkeiten der Selbststeuerung in der Logistik aufgezeigt. Zukünftig gilt es zu klären, welche Potentiale die Selbststeuerung in vor- bzw. nachgelagerten Prozessen, wie z.B. die Be- und Entladung von Ladungsträgern, ermöglicht. Auch sind weitere Möglichkeiten zu finden, die ein zeitnahe Aufzeichnen (monitoring) von Zuständen in Geschäftsprozessen entlang der gesamten logistischen Prozesskette zulässt, um diese bei der zentralen oder dezentralen Entscheidungsfindung einfließen zu lassen.

6 Literatur

- [1] M. Freitag, O. Herzog, B. Scholz-Reiter, *Industrie Management* 20, 23 (2004).
- [2] M. von Randow, in *Das Beste der Logistik, Innovationen, Strategien, Umsetzungen*, H. Baumgarten, (Springer, Berlin, 2008), S. 47–53.
- [3] G. Steierwald, H. D. Künne, W. Vogt, *Stadtverkehrsplanung, Grundlagen, Methoden, Ziele* (Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, ed. 2, 2005).
- [4] M. Schenk, K. Richter, in *Gelebtes Netzwerkmanagement, Festschrift für Albert F. Oberhofer zum 80. Geburtstag*, C. Engelhardt-Nowitzki, J. Wolfbauer, A. F. Oberhofer, (Cuvillier, Göttingen, ed. 1, 2005), S. 205–212.
- [5] K. Windt, F. Böse, in *Understanding Autonomous Cooperation and Control in Logistics, The Impact of Autonomy on Management, Information, Communication and Material Flow*, M. Hülsmann, K. Windt, (Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2007), S. 57–72.
- [6] K. Windt, M. Hülsmann, in *Understanding Autonomous Cooperation and Control in Logistics, The Impact of Autonomy on Management, Information, Communication and Material Flow*, M. Hülsmann, K. Windt, (Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2007), S. 4–16.
- [7] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, *Förderbekanntmachung »Intelligente Logistik im Güter- und Wirtschaftsverkehr«* (2006) (available at <http://www.intelligente-logistik.org/programm.html>).
- [8] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, *Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation. Mobilität und Verkehrstechnologien., Das 3. Verkehrsforschungsprogramm der Bundesregierung* (Berlin, 2008).
- [9] C. Gorltdt, M. Lewandowski, P. Dittmer, A. Podlich, *Industrie Management* 25, 25 (2009).
- [10] C. Gorltdt, P. Dittmer, in *Praxishandbuch Logistik*, U. H. Pradel, W. Süßenguth, J. Piontek, A. F. Schwolgin, (Dt. Wirtschaftsdienst, Köln, 2010), S. 1–14.
- [11] B. Scholz-Reiter et al., in *Intelligente Logistikprozesse, Konzepte, Lösungen, Erfahrungen*, G. Wäscher, K. Inderfurth, G. Neumann, M. Schenk, D. Ziems, (LOGISCH, Magdeburg, 2005), S. 166–180.
- [12] W. Lang et al., *IEEE Sensors Journal Special Issue on Cognitive Sensor Networks* 11, 688 (2011).
- [13] R. Jedermann, R. Schouten, A. Sklorz, W. Lang, O. van Kooten, in *Cold Chain-Management, Proceedings of the 2nd international Workshop Cold Chain Management*, J. Kreyenschmidt, B. Petersen, (Bonn, 2006), S. 3–18.
- [14] R. Jedermann, C. Behrens, R. Laur, W. Lang, in *Understanding Autonomous Cooperation and Control in Logistics, The Impact of Autonomy on Management, Information, Communication and Material Flow*, M.

Hülsmann, K. Windt, (Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2007), S. 365–392.

[15] R. Jedermann, J. Edmond, W. Lang, in Dynamics in Logistics, First International Conference, LDIC 2007, Bremen, Germany, August 2007, Proceedings, H.-J. Kreowski, H.-D. Haasis, B. Scholz-Reiter, (Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008), S. 231–240.

IMPRESSUM

16. Magdeburger Logistiktage
»Sichere und Nachhaltige Logistik«
29. Juni -1. Juli 2011, Magdeburg

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Logistik und Materialflusstechnik
Universitätsplatz 2 | 39106 Magdeburg
Telefon +49 391 67-18 604 | Telefax +49 391 67-12 646

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg
Telefon +49 391 4090-0 | Telefax +49 391 4090-596
ideen@iff.fraunhofer.de
<http://www.iff.fraunhofer.de>

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk,
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek, Prof. E. h. Dr.-Ing. Gerhard Müller,
Prof. Dr.-Ing. Klaus Richter, Dipl.-Ing. Holger Seidel

Umschlaggestaltung: Bettina Rohrschneider
Redaktion: Dipl.-Math. Annegret Brandau
Titelfoto: Bettina Rohrschneider
Fotos, Bilder, Grafiken: Soweit nicht anders angegeben,
liegen alle Rechte bei den Autoren der einzelnen Beiträge.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.
ISBN 978-3-8396-0281-2

© by Fraunhofer Verlag, 2011
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 800469 | 70504 Stuttgart
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-2500 | Telefax +49 711 970-2508
verlag@fraunhofer.de | <http://verlag.fraunhofer.de>

Alle Rechte vorbehalten
Für den Inhalt der Vorträge zeichnen die Autoren verantwortlich.
Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede
Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht,
ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt
insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die
Speicherung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch
berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der
Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und
deshalb von jedermann benutzt werden dürften.
Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder
Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist,
kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität
übernehmen.

© 06/2011 Institut für Logistik und Materialflusstechnik an der Otto-von-Guericke-
Universität Magdeburg, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF