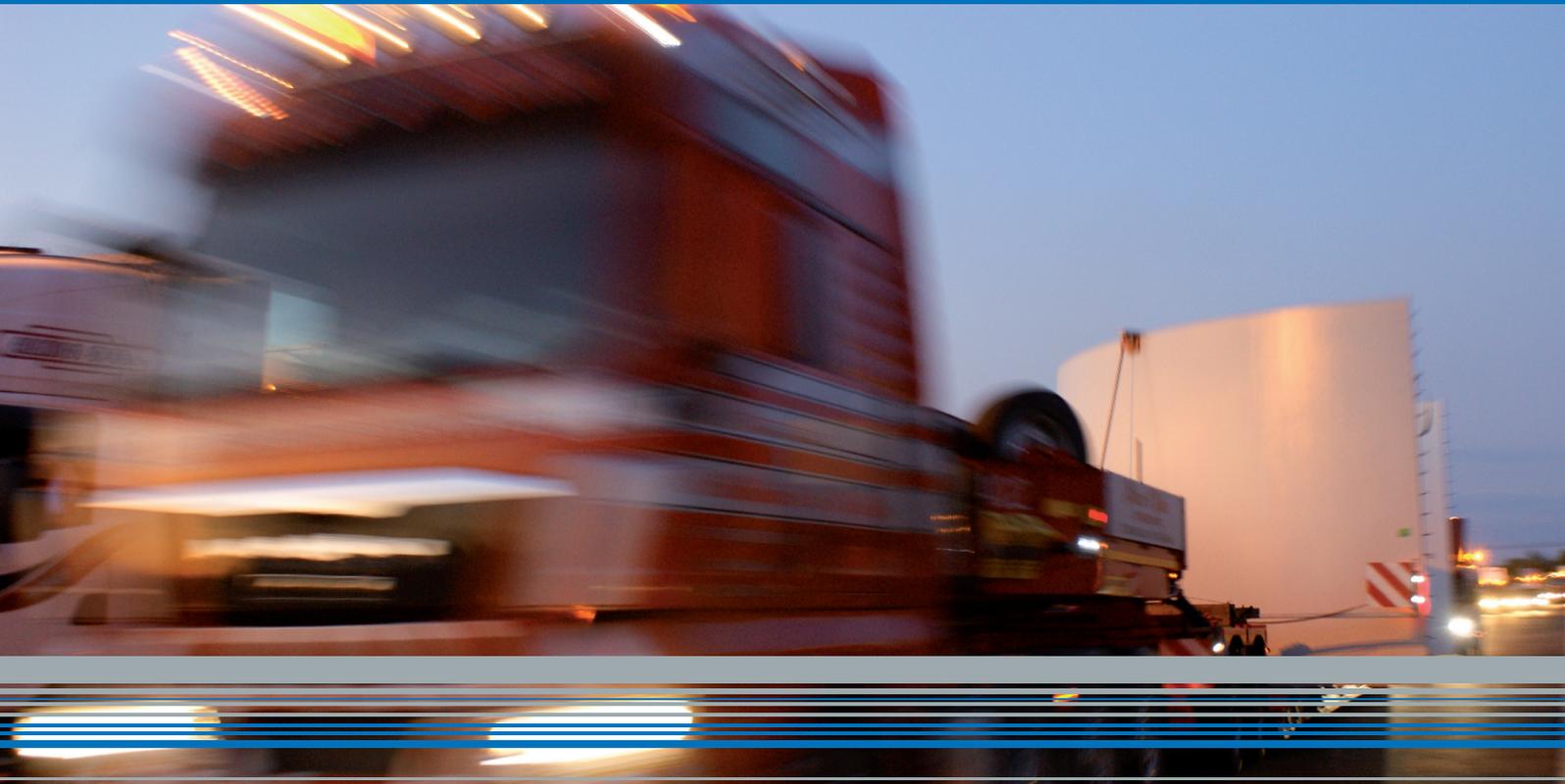


TAGUNGSBAND

**16. MAGDEBURGER LOGISTIKTAGE
»SICHERE UND NACHHALTIGE LOGISTIK«**

29. JUNI – 1. JULI 2011



IM RAHMEN DER IFF-WISSENSCHAFTSTAGE

Workshop 3 – Galileo-Testfeld – Intelligente Logistik

GPS-BASIERTES TRACKING & TRACING

Prof. Dr. Matthias Klumpp
Christof Kandel M. Sc.
Sascha Bioly
ild Institut für Logistik und Dienstleistungsmanagement,
FOM Hochschule für Ökonomie und Management Essen

LEBENS LAUF



Christof Kandel M. Sc.

FOM Hochschule für Oekonomie & Management

2005 - 2009

Studium des Wirtschaftsingenieurwesens (Maschinenbau und Wirtschaft) an der Universität Duisburg-Essen mit dem Schwerpunkt »Produktionswirtschaft und Industriebetriebslehre«, Abschluss Bachelor of Science.
Abschlussarbeit: »Risikoanalyse des Einsatzes eines Regalbediengerätes auf der Basis einer seilgetriebenen Stewart-Gough-Plattform«

2008

Werksstudent: VOITH Paper GmbH in Krefeld, Projektmanagement

2008 - 2010

Werksstudent: Siemens Energy AG in Duisburg, Procurement & Logistics

2009 - 2010

Studium des Wirtschaftsingenieurwesens (Maschinenbau und Wirtschaft) an der Universität Duisburg-Essen mit den Schwerpunkten »Produkt Engineering“ und „Technology & Operations Management«, Abschluss Master of Science.
Abschlussarbeit: „Erarbeitung eines ganzheitlichen Bewertungskonzeptes für hybride Montagesysteme“

Seit 2010

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am ild Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement der FOM Hochschule für Oekonomie & Management

GPS-BASIERTES TRACKING & TRACING

Prof. Dr. Matthias Klumpp, Christof Kandel M. Sc., Sascha Bioly

1 Einleitung

Aktuelles Hauptziel von logistischen Prozessänderungen ist neben der Ausschöpfung von Kosteneinsparpotenzialen vor allem die Berücksichtigung des Megatrends nachhaltige Logistik im Rahmen der betrieblichen Leistungserstellung. Dies wird durch zahlreiche Studien- und Umfrageergebnisse bestätigt. Eine Studie von DHL ergab, dass 56 % der befragten Geschäftskunden es für wahrscheinlich halten, in den nächsten zehn Jahren ein Unternehmen, das »grüne« Transport- und Logistiklösungen einsetzt, einer günstigeren Lösung vorzuziehen [1]. Dies wird durch Umfrageergebnisse des Bundesverbands Materialwirtschaft unterstützt: Sowohl das Thema Green Logistik als auch die Erfassung und Reduzierung von CO₂-Emissionen hat für 68 % der befragten Unternehmen eine hohe Bedeutung; darüber hinaus werden als Gründe für Umweltschutzaktivitäten vor allem das steigende Umweltbewusstsein der Kunden sowie die Imagesteigerung des eigenen Unternehmens angegeben [2]. Ermittlungen von transportbedingten Treibhausgasemissionen sind in der Transport- und Logistikbranche noch nicht weit verbreitet. Das liegt zum einen an der Tatsache, dass eine Abgrenzung der transportbedingten Emissionen durch die Unternehmen sehr unterschiedlich erfolgt, als auch daran, dass die Besonderheiten und Komplexität logistischer Dienstleistungen, wie tägliche Auslastungsschwankungen oder die Verschiedenartigkeit der zu transportierenden Güter nur schwer im Rahmen standardisierter Ermittlungsverfahren berücksichtigt werden können [3]. Die Ermittlung von sendungsbasierten Emissionen ist für Logistikdienstleister vor allem in Paket- oder Stückgutnetzwerken eine Herausforderung. Die individuelle Zuordnung der Emissionen auf eine Produkteinheit ist kaum möglich. In der Regel wird mit Jahresdurchschnittswerten gerechnet, wobei die Emissionen dabei unabhängig von Größe, Gewicht oder vom transportierten Weg einzelnen Sendungen zugeordnet werden [4]. Eine Möglichkeit die beschriebene Problematik im Rahmen der Ermittlung bzw. Zuordnung von Emissionen auf einzelne Sendungen zu lösen, stellt eine stetige Sendungsverfolgung mit GPS (Global Positioning System) dar. Im vorliegenden Beitrag werden dazu im ersten Teil aktuell eingesetzte Verfahren im Bereich des Tracking & Tracing präsentiert und das GPS.LAB des ild Institut für Logistik- und Dienstleistungsmanagement der FOM Hochschule für Oekonomie & Management vorgestellt. Im zweiten Teil werden auf der Basis einer beispielhaft durchgeführten Sendungsverfolgung und der daraus ermittelten Daten transportbedingte und sendungsbasierte Treibhausgasemissionen berechnet. Im Anschluss wird Ausblick auf weitere Anwendungsmöglichkeiten eines

Tracking & Tracing-Systems in Produktion und Logistik und den damit einhergehenden Vorteilen für die betriebliche Leistungserstellung getätigt, bevor der Beitrag mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick geschlossen wird.

2 Tracking & Tracing in der Logistik

2.1 Verfahren der Sendungsverfolgung

In der Praxis von Kurier-, Express- und Paketdiensten (KEP) gehört die Möglichkeit der Sendungsverfolgung mittlerweile zum Standardservice vieler Anbieter am Markt. Der Kunde bekommt eine Identifikationsnummer der Sendung, mit deren Hilfe er sich im Internet über den Auftragsstatus informieren kann. Die Umsetzung in der KEP-Branche erfolgt durch den Einsatz von Barcode-Scannern. Durch die vorhandenen Beschränkungen der Güter hinsichtlich Größe und Gewicht kann das Scannen der mit Barcodes versehenen Sendungen automatisiert durch den Einsatz von Rund-um-Scannern erfolgen. In Stück- und Sammelgutverkehren ist die Implementierung eines Tracking & Tracing Systems aufgrund der Verschiedenartigkeit der Sendungen mit einem erhöhten personellen Aufwand verbunden [5].

Neben dem Barcoding kommt in der logistischen Praxis die Technologie der Radio Frequency Identification (RFID) zur Sendungsverfolgung zum Einsatz. Dabei wird ein RFID-Transponder, der der Form von Klebe-Etiketten, Kreditkarten oder Kunststoffmünzen ähneln kann, an der Sendung positioniert und durch einen an Laderampen, Gabelstaplern oder beispielsweise Rolltoren installierten RFID-Reader ausgelesen. Auf den RFID-Transpondern können dann Identifikationsnummern der Waren in Kombination mit zahlreichen produktbezogenen Informationen, wie Gewicht, Lagertemperatur oder Herstellungsdatum gespeichert werden. Kritisiert wird die RFID-Technologie häufig aufgrund hoher Investitionskosten und mangelnden Möglichkeiten des Datenschutzes [6]. Da bei beiden beschriebenen Verfahren die Informationen nur übermittelt werden können, wenn sich Barcode und Scanner oder Transponder und Reader in Reichweite befinden, kann das Tracking nur an definierten Orten erfolgen. Es ist also lediglich nachvollziehbar, wann die verfolgten Sendungen an den definierten Lesestationen angekommen sind, bzw. bearbeitet wurden. Bei diesem »Event-Monitoring«, welches durch beide Verfahren realisiert wird, existiert also weiterhin eine Ungewissheit darüber, was mit der Sendung zwischen zwei bekannten Ortungspunkten passiert. Deshalb wird sowohl das Barcoding als auch die RFID den diskreten Trackingverfahren zugeordnet. Zusätzlicher Nachteil ist die Organisation international agierender Stückguttransporteure in offenen

Logistiknetzen. Dadurch sind an einem Transport oft mehrere Partner beteiligt und durch die zahlreichen Schnittstellen ist es nahezu unmöglich eine durchgängige Datenerfassung und -darstellung zu gewährleisten, da eine Integration der gleichen Informationsinfrastruktur dadurch bei verschiedensten Partnern nötig wird und keine einheitlichen Standards existieren [5].

Anders hingegen ist es bei einem GPS-basiertem Tracking: Durch die Ausstattung von Sendungen mit GPS-Empfängern kann die Position des GPS-Moduls mit Hilfe der Satellitennavigation jederzeit bestimmt werden, unabhängig davon, ob sich eine Leseinheit in Reichweite befindet. Wird das GPS-Modul zusätzlich noch mit einer Kommunikationsmöglichkeit ausgestattet, kann die Position der Sendung in Echtzeit an eine Datenbank weitergegeben werden, wodurch eine durchgängige Sendungsverfolgung realisiert werden kann. Eine derartige Sendungsverfolgung wird deshalb auch als stetig bezeichnet [7]. Zusätzlich bekommt der Auftraggeber die Möglichkeit eine Sendungsverfolgung ohne notwendige Infrastruktur des Spediteurs durchzuführen. Der Zugang zu den Trackingdaten ist bei vielen Anbietern mit Hilfe einer Web-Applikation möglich, so dass lediglich ein Internetzugang verfügbar sein muss. Dies ist auch in großen Logistiknetzen mit überschaubarem Aufwand realisierbar. Der Spediteur hat lediglich dafür zu sorgen, dass ein GPS-Tracking-Modul der Sendung beigelegt wird.

Die Vorteile einer stetigen Sendungsverfolgung sind vielfältig: Eine transparentere Transportkette, eine Verbesserung der Lieferengpasserkennung, eine hohe Planungssicherheit für Kunden und Disponenten und eine Steigerung der Kundenzufriedenheit [8]. Zusätzlich können die aufgezeichneten Trackingdaten zur Optimierung von Planungsprojekten genutzt werden und im Rahmen des Supply Chain Event Management kann ein Echtzeit-Tracking, also die Übermittlung der Positionsdaten über Telekommunikationsnetze zu einem Controlling der Logistikprozesse genutzt werden um im Bedarfsfall einzugreifen. Zusammenfassend führt eine stetige Sendungsverfolgung zu einer kontinuierlichen Verbesserung der logistischen Leistungserstellung. Kritisiert wird die Technik häufig durch eine vorhandene Ungenauigkeit der GPS Positionsmeldungen und das Vorhandensein sogenannter GPS-Schatten, beispielsweise in Tälern oder im Bereich von Hochhäusern in denen kein Empfang möglich ist. Aktuell kommt ein Tracking & Tracing mit GPS-Technologie kaum zum Einsatz, da eine verkehrsträgerunabhängige Stromversorgung über einen längeren Zeitraum häufig nicht realisierbar ist. Für einzelne Container-sendungen oder Eisenbahnwaggons wird teilweise bereits eine GPS-basierte Sendungsverfolgung eingesetzt, allerdings mit sehr geringen Ortungsintervallen um Energie zu sparen, so dass auch dabei kaum von einer stetigen Verfolgung gesprochen werden kann [9].

Um auch mit vorhandenen diskreten Trackingverfahren eine quasi-stetige Verfolgung zu realisieren, existieren Ansätze und Modelle die Telematiksysteme der Verkehrsträger mit Barcoding oder RFID in intelligenten IT-Systemen zu kombinieren. Dabei wird in der Regel ein diskretes Trackingverfahren auf Sendungsebene mit einem stetigen Trackingverfahren auf Verkehrsträgerebene kombiniert. Durch eine eindeutige Zuordnung von Sendungen zu Verkehrsträgern kann der Weg von Sendungen oder Sendungseinheiten (Paletten, Gitterboxen, Pakete, etc.) exakt nachverfolgt werden, wenn das Transportmittel über ein Telematiksystem verfügt, wie es beispielsweise bei Flottenmanagementsystemen üblich ist. An seine Grenzen stößt dieses System allerdings auch, wenn einzelne Transportträger nicht über Satellitenortungssysteme verfügen oder bestimmte Umschlagsplätze nicht mit RFID-Readern ausgestattet sind [10]. In flexiblen Logistiknetzen behindern derartige Lösungen zukünftige Flexibilität und Variabilität der logistischen Leistungserstellung. Zusammenfassend ist in Abbildung 1 eine Übersicht und Aufteilung der verschiedenen vorgestellten Trackingverfahren zu entnehmen.

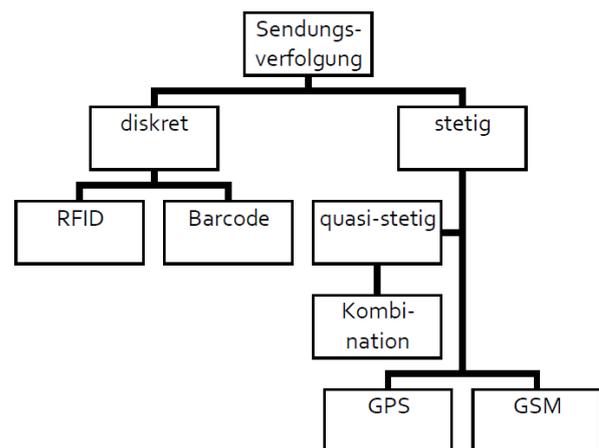


Abbildung 1: Einteilung von Trackingverfahren.

2.2 GPS.LAB des ild Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement

Seit 2011 ist das Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement (ild) der FOM Hochschule für Oekonomie & Management (Essen) durch eine Geräteförderung des Landes Nordrhein-Westfalen in der Lage ein modernes GPS Tracking & Tracing System der Firma AIS Advanced InfoData Systems GmbH (Ulm) zur Sendungsverfolgung einzusetzen. Unter dem Namen GPS.LAB wurde am Institut ein Labor für den Betrieb des Systems eingerichtet. Ein Trackingmodul besteht, wie in Abbildung 2 dargestellt, aus drei Bestandteilen:

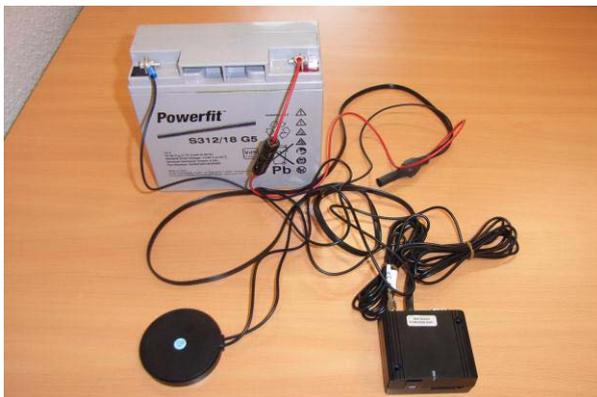
– Zentrales Element ist der GPS-Empfänger. Diese Black-Box ist mit einer SIM-Karte ausgestattet um die Signale direkt an einen Server zu übermitteln, damit diese in

Echtzeit dem Anwender zur Verfügung stehen. Die Übermittlungsintervalle können individuell eingestellt werden.

– An die Blackbox wird zum einen die GPS-Antenne angeschlossen. Die eingesetzten Antennen verfügen über starke Empfangsleistungen, so dass GPS-Signale auch bei Transporten innerhalb von Planen und Kofferaufbauten zu empfangen sind. Dieses wurde durch Tests in Wechselbrücken mit verschiedenen Aufbauten bereits belegt.

– Des Weiteren wird die Black Box mit einem leistungsfähigen Akku verbunden, um das Problem der boardnetzunabhängigen Stromversorgung zu lösen. Die Akkus sind so ausgelegt worden, dass eine GPS-Position über einen Zeitraum von mindestens 48 Stunden via GPRS übermittelt werden kann.

Aufgrund der aufgeführten technischen Spezifikationen der Trackingmodule können bei Transporten somit Paletten, Gitterboxen, Transportbehälter oder einzelne Güter mit einem GPS-Modul versehen werden und auch in intermodalen Transporten bei Verkehrsträgerwechsel durchgängig verfolgt werden. Des Weiteren erhalten die Messergebnisse eine hohe Genauigkeit. Eine weitere Besonderheit des GPS.LAB ist, dass ein Ortungssignal nicht nur nach Überschreitung der vorgegebenen Intervalle in Bezug auf Zeit, Strecke oder Richtung gesendet wird, sondern zusätzlich auch vom Benutzer zu jedem beliebigen Zeitpunkt individuell angefordert werden kann.



Die GPS-Messpunkte können mit Hilfe einer Software auf der Basis von Map & Guide dargestellt werden. Neben der Darstellung der getrackten Strecke auf dem Kartenwerk sind der Abruf zahlreicher Informationen sowie ein Export der Daten im MS-Excel Format möglich. So stehen neben den Positionsdaten in Form von Koordinaten, die dann mit Karteninformationen in konkrete Orts- und Straßenangaben überführt werden, auch Informationen über den Zeitpunkt der Messung, die Geschwindigkeit, die Entfernung zwischen zwei Messpunkten sowie die kumulierte Entfernung für weitere Anwendungen zur Verfügung.

3 Einsatzmöglichkeiten eines GPS Tracking & Tracing-Systems in der Logistikpraxis

3.1 Berechnung von transportbedingten CO₂-Emissionen auf der Basis von GPS Messdaten

Da Treibhausgasemissionen von Unternehmen oder produktbezogene Emissionen, die bei der Herstellung von Produkten angefallen sind, mittlerweile von Kunden und Investoren in ihre Kauf- bzw. Investitionsentscheidungen einfließen, wird vom Unternehmen immer häufiger eine Berichterstattung der Klimagasemissionen verlangt und es ergeben sich deshalb indirekte Gewinne oder Verluste aufgrund von Kundenzu- oder -abwanderungen [11]. Die Ermittlung von produkt- oder dienstleistungsbezogenen ökologischen Fußabdrücken ist dabei mit zahlreichen Abgrenzungsproblemen behaftet [12].

Für die Berechnung von transportbedingten Emissionen ergeben sich ganz eigene Probleme: Die Verlader sind auf die Emissionswerte angewiesen, die sie von ihren Logistikdienstleistern geliefert bekommen. Jedes Transportunternehmen berechnet seine Emissionen aufgrund fehlender Standards unterschiedlich. Diese Unterschiede werden sich durch den veröffentlichten Normentwurf DIN EN 16258:2011 »Energieverbrauch und THG-Emissionen im Zusammenhang mit Transportdienstleistungen (Personen und Güterverkehr)« reduzieren, jedoch wird es weitere zwei Jahre dauern, bis die Norm endgültig veröffentlicht wird. Außerdem ist die Vergleichbarkeit der ausgewiesenen Daten verschiedener Logistikdienstleister durch zahlreiche zu treffende Annahmen auch bei Anwendung der Norm nicht garantiert [13]. Je mehr unterschiedliche Akteure in einer Supply Chain agieren, desto größer wird dementsprechend die angesprochene Datenvielfalt. Hinzu kommt häufig eine fehlende Nachvollziehbarkeit oder Berichterstattung des zurückgelegten Weges einzelner Sendungen, beispielsweise aufgrund spezifischer Depot-Struktur des Logistik-Netzwerkes, Umfahrungen von Staus, unbekannter Umschlagpunkte oder des tatsächlichen Kraftstoffverbrauchs, da dieser häufig betriebsbedingt nicht veröffentlicht werden soll. Mit Hilfe einer stetigen Sendungsverfolgung auf Basis von GPS kann der Verlager, unabhängig vom Logistikdienstleister, nachvollziehen, welchen Weg die verschiedenen Produkte zurückgelegt haben und damit seine eigene transportbedingte CO₂-Berechnung durchführen. Die Daten innerhalb eines Produktionsnetzes sind dadurch vergleichbar und eine Unsicherheit über die Ermittlung der Daten ist nicht vorhanden.

Anhand der Trackingdaten kann der tatsächlich gefahrene Weg festgestellt werden. Durch die Zuordnung von Trackingmodulen zu einzelnen Sendungen kann nachvollzogen werden an welcher Position die einzelnen Sendungen be- und entladen wurden. Die ermittelten Schadstoffemissionen der gesamten Tour können aufgrund der Kenntnisse des transportierten Teilstückes und der Sendungsgewichte auf die verschiedenen Sendungen verteilt

werden. Wenn die Kraftstoffverbräuche sowohl für das unbeladene und als auch für das voll beladene Fahrzeug bekannt sind, können die sendungsbasierten CO₂-Emissionen entsprechend den Formeln in Abbildung 3 berechnet werden [14].

$$CO_2 \text{ Emission}_{\text{Sendung}} \left[\frac{\text{kg CO}_2}{100 \text{ km}} \right] = EV_{\text{ist}} \cdot CO_2 \text{ Faktor} \cdot \frac{\text{Weg}}{100} \cdot TL$$

Formel 2:

$$EV_{\text{ist}} \left[\frac{\text{Kraftstoff in l}}{100 \text{ km}} \right] = EV_{\text{leer}} + (EV_{\text{voll}} - EV_{\text{leer}}) \cdot \frac{NL_{\text{ist}}}{NL_{\text{max}}}$$

EV = Energieverbrauch; NL = Nutzlast; TL = Teillast der Sendung in % von NL_{ist}

Abbildung 3: Formel zur Berechnung von sendungsbasierten CO₂-Emissionen.

Als CO₂-Faktor kann 3,174 kg CO₂e/l Diesel angenommen werden. Dieser Wert definiert den Ausstoß klimaschädlicher Gase in Kohlenstoffdioxid-Äquivalenten. Berücksichtigt sind darin neben reinen Kohlenstoffdioxidemissionen auch weitere klimafeindliche Gase wie Methan oder Lachgas sowie die bereits während des Herstellungsprozesses des Kraftstoffes entstandenen Treibhausgasemissionen [14].

Um dies exemplarisch aufzuzeigen wurden interne Materialtransporte der FOM Hochschule für Oekonomie & Management mit Tracking-Modulen versehen, die bei einer Rundreise vom Studienzentrum Essen zu den Studienzentren Duisburg, Düsseldorf und Dortmund verteilt oder abgeholt wurden. Diese Transporte wurden mit einem firmeneigenem VW Transporter (Baujahr 2007, 1,9 l-TDI, 75 kW, Diesel, Leergewicht (inkl. Fahrer) 1.900 kg, Nutzlast 900 kg, zulässiges Gesamtgewicht 2.800 kg, Kraftstoffverbrauch/leer 7,4l/100km, Kraftstoffverbrauch/voll 8,9l/100km) am 24. März 2011 durchgeführt. Die Sendungsgewichte wurden vom Fahrer bei Beladung mit Hilfe einer Waage bestimmt.

Die Sendungsdaten können Tabelle 1 entnommen werden.

Dadurch, dass jede Sendung ein eigenes GPS-Signal sendet, kann die gesamte Ladung des Fahrzeuges für jeden Abschnitt der Rundreise dargestellt werden und es können mit Hilfe der aufgeführten Formeln sendungsbezogene CO₂-Werte wie beschrieben ermittelt werden. Mit Hilfe der technischen Fahrzeugspezifikationen und der Sendungsgewichte konnten mit Formel 2 aus Abbildung 3 die spezifischen Kraftstoffverbräuche für jeden Streckenabschnitt berechnet werden. Mit diesem Wert und Formel 1 können dann, wie in Tabelle 2 dargestellt, sendungsbezogene Emissionen berechnet werden. Diese Emissionen spiegeln dann den tatsächlich für sie angefallenen Wert in Bezug auf Distanz und Auslastung wider. Bei genauerer Betrachtung der Ergebnisse fällt auf, dass erhebliche Unterschiede der den Sendungen zugerechneten Emissionen bestehen. So wird den Seminararbeiten ein höherer CO₂-Wert zugerechnet, als dem deutlich schwereren Messematerial und ein vielfach höherer Wert, als den nur geringfügig schweren Klausuren. Dies hängt zum einen mit der beförderten Strecke, aber vor allem mit der Auslastung des Fahrzeuges auf dem entsprechenden Teilstück zusammen. Sendungen gegen Ende der Tour müssen aufgrund der sinkenden Fahrzeugauslastung höhere Emissionswerte zugerechnet werden, als Sendungen zu Beginn bei voll ausgelastetem Fahrzeug. Leerfahrten verstärken diesen Effekt zusätzlich und erschweren die Zuordnung von Emissionen auf bestimmte Produkte [15]. Dieser Berechnungsansatz ist aus diesem Grund realitätsnah und wird erstmals durch ein vollständiges Tracking und Tracing der einzelnen Sendungen ermöglicht.

Daraus wird ersichtlich, dass eine Durchschnittsberechnung, wie sie zum Beispiel die Deutsche Post für ihre Paketdienstleistungen veröffentlicht, nicht realitätsgetreu ist. In Stückgutnetzwerken ist dies aufgrund stärker variierender Gewichte auch nicht sinnvoll [4]. Einfache Allokationsmethoden stoßen hier an ihre Grenzen. Je nach Branche und Kunde kann es aber wichtig sein, sendungsbezogene realitätsnahe Treibhausgasemissionen als Logistikdienstleister ausweisen zu können, um Aufträge von Verladern zu erhalten. Ein stetiges Trackingsystem kann die nötigen Daten dafür liefern.

Sendung	Gewicht [kg]	Abschnitt	Distanz [km]	EV_ist [l/100 km]	Anteil an NL_ist [%]	CO ₂ e Ausstoß je Strecke [kg]	CO ₂ e Ausstoß je Sendung [kg]
Messematerial	170	E → DU	22,2	7,78	73,91	4,054	4,054
		E → DU	22,2	7,78	6,52	0,358	
Klausuren	15	DU → D	25,7	7,50	25,00	1,529	1,887
		E → DU	22,2	7,78	19,57	1,073	
2 Drucker	45	DU → D	25,7	7,50	75,00	4,558	
		D → DO	67,4	7,49	81,82	13,133	18,774
Seminararbeiten	10	D → DO	67,4	7,49	18,18	2,914	
		DO → E	39,7	7,42	100,00	9,346	12,260

Tabelle 1: Berechnung der transportbedingten, sendungsbezogenen Schadstoffemissionen der Rundreise

3.2 Steuerung von Logistikprozessen in Produktionsnetzwerken

In einem Produktionsnetzwerk sind verschiedene Firmen, wie Rohstofflieferanten, Produzenten oder Logistikdienstleister mit dem Ziel vereint gemeinsam wertschöpfend zu agieren. Dabei können Akteure in einem oder in mehreren Produktionsnetzwerken agieren und jederzeit ein- und austreten. Es existieren dementsprechend zahlreiche Schnittstellen die zum einen exakt definiert und zum anderen intensiv aufeinander abgestimmt sein müssen. Das erfordert neben einem hohen Maß an Kommunikation vor allem funktionierende und transparente logistische Prozesse [16]. In Abbildung 4 ist der grundsätzliche Aufbau einer Sendungsverfolgung in Produktionsnetzwerken schematisch dargestellt.

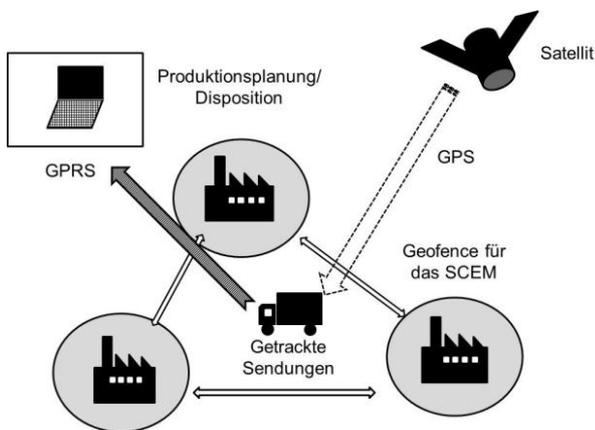


Abbildung 4: Integration eines GPS-Tracking-Systems in ein Produktionsnetzwerk

Ein Echtzeit-Tracking hilft hierbei vor allem in der Disposition bei der Abstimmung zwischen Logistik- und Produktionsprozessen. Die Einhaltung zeitlicher Restriktionen ist von besonderer Bedeutung, wenn eine rechtzeitige Anlieferung der Sendung aufgrund von Just-in-Time bzw. Just-in-Sequence Produktionsplanung unumgänglich ist. Eine verspätete Anlieferung kann in diesem Zusammenhang einen kurzzeitigen Stillstand der Produktion bewirken. Durch die Abbildung der Positionsdaten und die damit verbundene Hochrechnung des Ankunftszeitpunkt können rechtzeitig Maßnahmen eingeleitet werden, um dieses zu verhindern. Idealerweise können die Trackingdaten in diesem Zusammenhang als Input für ein Supply Chain Event Management dienen. Durch ein stetiges Monitoring der Logistikprozesse kann in Echtzeit eine Abweichung von vorgegebenen Soll-Zuständen identifiziert werden, beispielsweise muss eine Lieferung eine festgelegte Entfernung von einer Produktionsstätte zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht haben, ansonsten müssen Gegenmaßnahmen eingeleitet werden [17]. Gespeicherte Tracking-Daten bieten demnach auch Unterstützung bei der Optimierung und Planung bestehen-

der Produktions- und Logistikprozesse. Durch Analyse der aufgezeichneten Transportstrecken können Engpässe und Probleme erkannt und diese zukünftig verhindert werden. Gerade für diesen Anwendungsfall bietet eine stetige Sendungsverfolgung gegenüber einer diskreten Lösung erhebliche Vorteile, da Logistik und Produktion desto besser aufeinander abgestimmt werden können, je genauere Informationen zur Verfügung stehen [5].

4 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag stellt prinzipiell die Anwendungsmöglichkeiten von stetigen Trackingverfahren auf Basis von GPS dar. Erstmals können Transportrouten einzelner Sendungen genau verfolgt werden und liefern eine exakte Datengrundlage für die Auswertung und Optimierung logistischer Prozesse. Die ersten Anwendungsfelder wurden im Bereich der CO₂-Berechnung und der Steuerung von Logistikprozessen bereits identifiziert und sollen in der Forschung der kommenden Jahre weiter untersucht werden, um Handlungsempfehlungen für Unternehmen zu entwickeln.

Für die Berechnung transportbedingter Schadstoffemissionen ist es wichtig einfache aber trotzdem realitätsnahe Berechnungsmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen, durch die eine Vergleichbarkeit von produktbezogenen Schadstoffemissionen möglich gemacht wird. In Produktionsprozessen dienen Trackingergebnisse in erster Linie dazu die logistischen Prozesse innerhalb eines Produktionsnetzwerkes zu analysieren und zu verbessern. Darauf aufbauend ist es zusätzlich denkbar die Trackingdaten einer GPS-Sendungsverfolgung zur Echtzeitsteuerung von Produktionsprozessen zu verwenden, indem diese als Parameter in Produktionsplanungssysteme integriert werden und beispielsweise im Sinne eines Supply Chain Event Management definierte Prozesse bei festgelegten Situationen auslösen

Aus den ersten Rückmeldungen von Praxisunternehmen ist zu entnehmen, dass für weitere vielfältige Anwendungen ein hohes Interesse an einem Einsatz eines stetigen Tracking & Tracing-Systems besteht. Daher soll das GPS.LAB vorrangig dazu dienen, genau derartige betriebswirtschaftlich interessante Anwendungsfelder in Wertschöpfungs- und Transportketten zu identifizieren und gemeinsam mit Praxispartnern zu pilotieren.

5 Literatur

- [1] Deutsche Post AG (Hrsg.) (2010): Delivering Tomorrow, Zukunftstrend nachhaltige Logistik. Bonn.
- [2] Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik; Duale Hochschule Baden-Württemberg (2009): BME-Umfrage: Green Logistics - hohe Bedeutung auch in Krisenzeiten. Frankfurt, Lörrach.

- [3] Lohre, D./Herschlein, S. (2010): Grüne Logistik, Studie zu Begriffsverständnis, Bedeutung und Verbreitung von »Grüner Logistik« in der Speditions- und Logistikbranche. Institut für Nachhaltigkeit in Verkehr und Logistik, Hochschule Heilbronn, Bonn.
- [4] Kranke, A. (2009): Sonderfall CO₂-Ermittlung, Management CO₂-Berechnung: Paket- und Stückgutnetzwerke. In: VerkehrsRundschau, Ausgabe 47 (2009), S. 44.
- [5] Schöch, R./Hillbrand, C. (2006): Ein integrierter Ansatz für diskrete und stetige Sendungsverfolgung auf Stückgutebene mittels RFID und GSM. In: Mattfeld, C.C./Suhl, L. (Hrsg.): Informationssysteme in Transport & Verkehr. Paderborn: DS&OR Lab, S. 89-102.
- [6] Wannenwetsch, H. (2010): Integrierte Materialwirtschaft und Logistik. Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion. 4., aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- [7] Wannenwetsch, H./Nicolai (2004): E-Supply-Chain-Management, Grundlagen - Strategien - Praxisanwendungen. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler-Verlag.
- [8] Carlino, M./Confessore, G./Liotta, G. (2009): Potentials of satellite-based traceability services in logistics. In: Proceedings of the European Navigation Conference - Global Navigation Satellite Systems 2009, Neapel, Italien, S. 1-6.
- [9] Dodel, H./Häupler, D. (2010): Satellitennavigation. 2. Korrigierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- [10] He, W./Ten, E.L./Lee, E.W./Li, T.Y. (2009): A solution for integrated track and trace in supply chain based on RFID & GPS. In: Proceedings of the 14th IEEE Conference on Emerging Technologies & Factory Automation, Mallorca, Spain, S. 1-6.
- [11] Nill, M. (2009): Vertrauen schaffen in die Berichterstattung von Klimagasemissionen. In: Umweltwirtschaftsforum, Ausgabe 17 (2009), S. 219-224
- [12] Finkbeiner, M. (2009): Carbon Footprinting-opportunities and threats. In: International Journal of Life Cycle Assessment, Ausgabe 14 (2009), S. 91-94.
- [13] Kranke, A. (2011): Standard zur CO₂-Ermittlung. In: VerkehrsRUNDschau, Ausgabe 13/2011, S. 28-30.
- [14] Kranke, A. (2009): CO₂-Berechnung. Wie Sie die CO₂-Emissionen bei LKW-Transporten konkret berechnen können. Exklusive Basisdaten. In: LOGISTIK inside, Ausgabe 5 (2009), S.47-49.
- [15] Wick, C./Klumpp, M (2010): Logistics Carbon Footprinting in Practice. In: Blecker, T./Kersten, W./Lüthje, C. (Eds.): Innovative Process Optimization Methods in Logistics, Emerging Trends, Concepts and Technologies. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- [16] Meers, S./Hennes, G./Nyhuis, P. (2010): Logistische Herausforderungen in Produktionsnetzen. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jahrgang 105 (2010), Ausgabe 11, S. 949-952.
- [17] Steven, M./Krüger, R. (2004): Supply Chain Event Management für globale Logistikprozesse: Charakteristika, konzeptionelle Bestandteile und deren Umsetzung in Informationssysteme. In: Spengler, T./Voss, S./Kopfer, H. (Hrsg.): Logistik Management, Prozesse, Systeme, Ausbildung. Heidelberg: Physica-Verlag, S. 179-195.