

# WEGE ZUR DIGITALEN LOGISTIK

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Fabian Behrendt, B.Sc. Tom Assmann

## 1 Ausblick in die Zukunft der Logistik

Die Logistik wird in den kommenden Jahren und Jahrzehnten den Druck zur Wandlung und Entwicklung aus verschiedenen Richtungen verspüren. Die Digitalisierung von Gesellschaft und Wirtschaft ist eine der treibenden Kräfte, die nicht nur mit neuen technischen Lösungen neuartige effizientere Prozesse und Anlangen ermöglichen wird. Sondern sie hat auch die Kraft bestehende Geschäftsmodelle grundlegend zu ändern und »Neue« zu erschaffen. Wenn die Logistik diesen Weg der Wandlung selbstbewusst und aktiv mitgeht, hat sie die Chance wichtige globale Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen und Ihre essentielle Rolle als Querschnittsfunktion und Motor der Wirtschaft weiter zu entwickeln. Mit dem Jahresumsatz von 230 Mrd. €. avanciert die Logistik zum drittgrößten Wirtschaftsbereich in Deutschland [1]. Eine Stellung die ihre bisherige Rolle unterstreicht und weiteres Entwicklungspotential aufzeigt.

Der Ausblick in die Zukunft der Logistik ist die Betrachtung eines komplexen Wirkungsgefüges aus den Wünschen und Ansprüchen der Konsumenten, den Technologien die diese hervorrufen und erfüllen sowie den Handlungsrahmen der durch die Politik für globale Entwicklungen vorgegeben wird. Dieses System lässt sich mit den drei folgend beschriebenen Aspekten charakterisieren.

## 1.1 Konsumenten werden anspruchsvoller

In Deutschland und industrialisierten Ländern wird oft von einem Wertewandel in der Gesellschaft und besonders unter jungen Menschen gesprochen. Neue Arten des Wirtschaftens und Lebens entstehen und erfreuen sich steigender Umsetzung unter jungen und auch älteren Menschen. Es kann davon ausgegangen werden, dass Modelle wie die »Sharing Economy« [2], teilen statt besitzen, sich nicht nur in weitere Nutzerklassen sondern auf immer mehr Produkte ausweiten werden. Der Erfolg von Carsharing-Dienstleistungen und die Abnahme des privaten PKW-Besitzes [3] ist ein eindeutiges Indiz dieses Wandels. Die Logistik muss nach intelligenten Lösungen schauen, um an diesem Markt mitzuwirken.

Von steigender Bedeutung sind ebenso Technologien, die Nutzern ermöglichen jederzeit an jedem Ort mobil mit dem Internet verbunden zu sein. Menschen sind allzeit mit dem Internet verbunden, immer auf dem Sprung, hochgradig vernetzt und stellen einen hohen Anspruch an die Flexibilität ihrer Produkte und Dienstleistungen. Diese müssen passgenau auf die aktuellen Bedürfnisse zugeschnitten sein (z.B. »Cloud Computing«) und innerhalb kürzester Zeit bereitstehen. Dies sind Anforderungen, die ebenso die zunehmende Zahl vermehrt online aktiver, älterer Menschen stellen. Trotz teilweise eingeschränkter Mobilität wollen sie auf eine vielfältige Produktverfügbarkeit und erstklassige gesundheitliche Versorgung mit sehr guter Erreichbarkeit nicht verzichten.



Abbildung 1: Robotergestützte, automatisierte Produktion; © Nataliya Hora - Fotolia.com

Die Ansprüche an logistische Systeme hinsichtlich Volatilität, Flexibilität, Kundenservice und Durchlaufzeiten werden entsprechend zunehmen [vgl. 4]. Eine erhöhte Zahlungsbereitschaft für Extraservices wie Belieferung am gleichen Tag [5] wird jedoch nur bedingt den Kostendruck mindern, dem die Logistik ausgesetzt ist.

## 1.2 Die Industrie wird digital

Die Digitalisierung und Mobilisierung der Bevölkerung durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien wird die Industrie und Logistik maßgeblich prägen. Bereits jetzt werden mobile Anwendungen und Sensortechnologien zuerst von Endverbrauchern eingesetzt und finden anschließend den Weg in die Industrie [6].

Das sind Elemente bei der bevorstehenden Revolution der industriellen Fertigung, die sich hinter den Schlagwörtern »Internet der Dinge« und »Industrie 4.0« verstecken. Das Ziel ist die Produktion der Losgröße 1 zu konstanten Kosten. Das wird möglich durch Maschinen die automatisiert und autonom in einem intelligenten Netz agieren und ständig untereinander kommunizieren. Aufträge befinden sich selbststeuern in diesem System oder werden durch umfangreiche Echtzeitanformationen gelenkt [7]. Für die Logistik bedeutet dies Geschäftsmodelle flexibler auf deutlich kleinere Losgrößen auszurichten. Realisiert werden kann es durch die intelligente Bündelung von kleinteiligen Sendungen im Endkundenbereich, wie durch das »iBring«-Projekt [8] gezeigt. Ein weiterer Eckpfeiler ist die Erfassung von Bestands- und Zustandsdaten über den gesamten Wertschöpfungsprozess mittels intelligenter Sensoren und Informationstechnologie [9] um den Materialstrom zu synchronisieren und zu steuern. Mittels Methoden und Modelle des Digital Engineerings wird zudem das ganzheitliche, logistikgerechte Planen und Betreiben von Fabriken möglich [10].

Die Funktionsfähigkeit von Industrie und Logistik wird dabei entscheidend durch eine leistungsfähige Infrastruktur determiniert. Veränderte Warenströme über vernetzte Verkehrsträger stellen höhere Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Kapazität. Intelligente, auf Telematik basierenden, Verkehrssystemen sind dabei der Schlüssel zu einer effizienten Nutzung der bestehenden Infrastrukturressourcen [11]. Mittels vorausschauendem Verkehrsmanagement und -leitung, breitflächigem dynamischen Routing, effizienten Umschlagstechnologien und automatisierter Wartung und Störstellenfrüherkennung wird diesen Anforderungen begegnet [vgl. 5]. Dafür muss die Logistik aber bereits heute Einfluss auf die Verkehrsplanung von morgen nehmen.

## 1.3 Die Erde ist begrenzt

Die Logistik wird sich den Grenzen des Planeten nicht entziehen können. Wichtige Ressourcen werden knapp und einen größeren Anteil der Kosten einnehmen. Für

den Kraftstoff Öl werden sich Alternativen finden müssen, die über reine Substitute der Antriebsenergie hinausgehen und zu neuen Varianten des Transportes führen. Dabei kann der physische Transport selbst durch den Digitalen mittels neuen Technologien, wie z.B. das 3D-Druck-Verfahren, ersetzt werden. Ein anderer Faktor ist der steigende Druck aus Politik und Gesellschaft dem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen Einhalt zu gebieten. Das »Weißbuch Verkehr« der Europäischen Union [12] setzt klare Zielwerte. Bis zum Jahr 2030 muss die Logistik in Städten ohne den Ausstoß von CO<sub>2</sub> auskommen. Hieraus resultieren spannende Herausforderungen. Die Logistikbranche kann so demonstrieren, wie sie mit intelligenten Systemen dieser Anforderung in einer Zeit der zunehmenden Urbanisierung gewachsen ist.

## 2 Der Weg zur digitalen Logistik

Die nächsten Jahre und Jahrzehnte stellen eine große Herausforderung für die Akteure in und um die Logistik dar. Die Welt wird zunehmend »Digital«. Der Erfolg und die Bedeutung der Logistik stehen dabei in einem maßgeblichen Zusammenhang mit der Wahrnehmung ihrer Funktion als Querschnittsaufgabe der zunehmend digitalisierten Wirtschaft. Damit sie ihren Status als Motor dieser nicht verliert, muss sie konsequent den Weg hin zu einer digitalen Logistik einschlagen. Wie dies gelingen kann und aussehen wird, ist in den folgenden fünf Thesen dargestellt.

### 2.1 These 1: Neue Funktionalitäten und Dienste



Abbildung 2: Picken unterstützt durch Wearable Electronics

Die Digitalisierung von Produkten während ihrer Entwicklung, Erprobung, Produktion aber auch Nutzung macht es möglich, neue Funktionalitäten und Dienste zu generieren. Damit entsteht für Industriegüter ein neues Nutzerverhalten sowie für Konsumgüter ein anderes Verbraucherverhalten.

Deutlich wird dieser Prozess bei mobilen Telekommunikationsgeräten. Sind diese anfänglich mit stark begrenztem Funktionsumfang ausgekommen (Telefonieren, SMS) so verfügen sie jetzt über eine scheinbar unendliche Fülle an Funktionalitäten. In naher Zukunft wird diese Entwicklung dazu führen, dass Verbraucherelektronik und ankleidbare Elektronik (wearable electronics) integraler Bestandteil logistischer Prozesse wird - sowohl durch die Nutzung dieser Technik durch Logistikanbieter als auch durch die Einbindung der Konsumenten [13].

Für Unternehmen in der Logistik ergibt sich an dieser Stelle ein hohes Potential Kunden besser in den Wertschöpfungsprozess mit einzubeziehen, ihre Bedürfnisse hinsichtlich des Servicelevels und der Lieferqualität spürbar zu verbessern und Prozesse schlanker zu gestalten. Die Nutzung von bereits bekannter Geräte und Anwendungen aus dem privaten Bereich erhöht zudem die Akzeptanz unter den Mitarbeitern. Ein weiterer Vorteil liegt in der Flexibilität und Vielfältigkeit der Verbraucherelektronik, die somit geeignet ist, der steigenden Anforderung an Flexibilität und Wandlungsfähigkeit in logistischen Prozessen zu genügen.

Ebenso lassen sich im Bereich der Industriegüter beispielsweise bei der Instandhaltung von Maschinen und Anlagen signifikante Verbesserungen generieren. Mittels moderner Sensortechnik wird der Zustand einer Maschine kontinuierlich bezüglich Parametern wie Auslastungsgrad, Abnutzung von Komponenten oder Temperatur erhoben. Die Maschine steht dabei in ständiger Kommunikation mit passgerechten Anwendungen innerhalb einer Cloud, von denen die Zustandsdaten ausgewertet werden. Mit der Mustererkennung, die teilweise unter der Nutzung von Big Data Analysen erfolgt, können frühzeitig Rückschlüsse auf eventuelle Störfälle, Ausfallwahrscheinlichkeiten bzw. Überlastungen gemeldet und auf diese proaktiv reagiert werden. Sofort erfolgt die Bestellung von Ersatzteilen, die individuell im 3D-Druckverfahren produziert werden. Der Austausch kann somit während einer planmäßigen Produktionspause erfolgen. Es kann so möglich sein die Instandhaltungskosten mit dieser Anwendung drastisch zu reduzieren.

## 2.2 These 2: Dezentrale und direkte Vernetzung

Der zunehmend digitale Charakter der Dienstleistungen führt zu neuen Formen der dezentralen und direkten Vernetzung aller Beteiligten. Diese Vernetzung besitzt viele Ausprägungen, wie z.B. Machine to Machine- (M2M), Car to Car- (C2C) und Vehicle to Infrastructure communication (V2I). Maschinen und Anlagen werden mit einer Verschiedenartigkeit von Sensor- und Identifikationstechniken ausgestattet sein. Zu nennen sind hier zum Beispiel RFID, NFC, Barcodes und Visuelle Erkennung die kontinuierliche Informationen über den aktuellen und baldigen Zustand sammeln. Dazu kommen moderne drahtlose Kommunikationsstandards wie WLAN, 4G,

Bluetooth und LTE. Diese ermöglichen verschiedene Vernetzungsstrukturen die je nach Einsatzfall und konkreten Bedarf im logistischem System variabel gestaltet werden können.

Weiterhin ist eine zentrale Steuerung von Anlagen und Prozessen möglich, welche durch die ständige Kommunikation und hohe Vernetzung mit aktuellen Daten in Echtzeit durchgeführt werden kann. Bei verteilten Systemen unter zunehmender Informationsmenge ist jedoch eine dezentrale Vernetzung und Steuerung von Prozessen und Anlagen vorteilhaft. Mit den Konzepten der Schwarmintelligenz und des Cloud-Computings können vor Ort je nach Bedarf optimale Steuerungsentscheidungen getroffen werden und die Ressourcen für die Steuerung passgenau genutzt werden. Der Dezentralität kommt weiterhin eine entscheidende Bedeutung zu, wenn in dem System sehr kleine Losgrößen transportiert bzw. produziert werden. Mit der Zunahme an kleinteiligen Lieferungen und der Losgröße eins in der Industrie 4.0 ist die dezentrale Vernetzung der Schlüssel für effektive und schlanke Prozesse mit geringem Aufwand in der Steuerung.

## 2.3 These 3: Neue Kommunikationsformen

Die unterschiedlichen Ausprägungen der Vernetzung machen neue Kommunikationsarten notwendig und führen zu neuen Kommunikationsformen und -techniken. Hierbei kann man davon ausgehen, dass diese die Industrie und die Dienstleistungen insbesondere die Logistik der Zukunft prägen werden.



Abbildung 3: Wearable Electronics, Visuelle Unterstützung am Auge

Maschinen werden ihren Status als reines befehlsempfangendes Werkzeug ablegen. Mittels moderner und günstiger Sensoren wird es ihnen möglich sein, ihre Umgebung zu sehen, die Signale zu verarbeiten und auf bekannte und unbekannte Elemente und Vorgänge im Sichtfeld in angebrachter Weise zu reagieren. Die Fähigkeit des Se-

hens ist essentiell bei der Bearbeitung komplexer verschiedenartiger Bauteile auf einer Maschine, der Navigation im Raum oder zur Sicherheit am Arbeitsplatz. Sie eröffnet weiterhin unbekannte Möglichkeiten in der Steuerung von Anlagen und weitergehend sogar gesamter Fabrik- und Logistiksysteme durch die Fähigkeit der Analyse und Auswertung der Gestik von Menschen und Maschinen. Über begrenzte Distanzen wird so die Mensch-Maschine Kommunikation ohne technische Hilfsmittel an der Person realisierbar. Dazu zählt mehr als nur das Einschalten der Kaffeemaschine mit einem Winken der Hand aus dem Bett.

Die Mensch-Maschine-Interaktion wird zudem durch das Hören der Maschine auf eine neue Ebene gehoben. Erste Ansätze, wie die Sprachsteuerung von Autos oder Smartphones, gibt es bereits. Jedoch ist das Potential besonders im industriellen Bereich insbesondere der Logistik noch nicht ausgeschöpft. Komplexe Spracherkennungssoftware die konkrete Handlungsanweisungen in Aktionen von komplexen Maschinen umsetzen können, ermöglichen neuartige Anwendungen in Produktion und Logistik. Maschinen nehmen jedoch nicht nur Informationen auf, sie versenden sie auch. Mit der Fähigkeit des Sprechens eröffnen sich neue Wege der Informationsübertragung, die eine aktive und selbstständige Rückmeldung der Maschine über Zustand, Auftragsstatus, weitere Arbeitsschritte und mehr ermöglichen.

Mit diesen Technologien kann die Wartung und Instandhaltung von Anlagen sicherer und effizienter sein. Nötige Arbeitsschritte sind z.B. in aller Detailtreue auf einem Tablet hinterlegt und können bei der Ausführung synchron zum Arbeitsstand selbstständig audiovisuell unter Sprachunterstützung abgespielt werden. Brillen mit tragbaren Recheneinheiten und informationsdarstellenden Displays (Abbildung 3) hingegen stellen alle in dem Moment relevanten Information direkt vor dem Auge in richtiger Position zum Betrachtungsgegenstand dar.

#### **2.4 These 4: Adäquate Infrastrukturen**

Die Vielfältigkeit der Kommunikation ist nicht nur ein Resultat vorhandener Möglichkeiten und der jeweiligen Zweckmäßigkeit, sondern verlangt auch geeignete und adäquate Infrastrukturen. Diese müssen in der Lage sein, logistische Objekte zu erfassen, zu orten, Zustandsüberwachungen zu ermöglichen und diese online auszuwerten.

Adäquate Infrastrukturen stellen die Basis für ein logistisches System, bei denen eine enorme Mengen an Informationen in Echtzeit für einen reibungslosen und effektiven Ablauf erhoben, ausgewertet und zur Steuerung eingesetzt werden. Ein konsequentes Tracking & Tracing der eigenen Produkte setzt voraus, dass über den gesamten (Transport-)Prozess Informationen zum Standort, der Lage und dem Zustand zur Verfügung stehen. Moderne Telematik und Navigationslösungen, wie das entstehende

Galileo- und das etablierte GPS-System ermöglichen diese Anforderung nur in begrenztem Maße. Das Fraunhofer IFF erforscht aus diesem Grund am Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt neue Anwendungen und Technologien, die auf satellitenbasierten Ortungs- und Navigationslösungen basieren [14]. Daneben ist die Abdeckung in der Fläche mit einem leistungsstarken Mobilfunknetz eine weitere Grundvoraussetzung für eine leistungsfähige Logistik. Die Etablierung der beschriebenen IT-technischen Umgebungsintelligenz ermöglicht intelligente Logistikkäume. In diesen realisieren mobile Objekte auf der logistischen Infrastruktur sehr robust ablaufende Prozesse. Besonders in urbanen Umgebungen kann so die Logistik nachhaltig gestaltet werden. [15]

Der Begriff adäquate Infrastrukturen umfasst aber weit aus mehr. Er bezeichnet die Fähigkeit flexibel auf neue Technologien reagieren zu können und bauseitig eine technische Basis für diese vorzuhalten. Dies ist besonders wichtig, da der Bau und die Erneuerung von Infrastrukturen ein zeit- und kapitalintensives Vorhaben ist. Deutschland als Logistikstandort sollte unter diesem Gesichtspunkt dringend in die Forschung und die Erneuerung von Infrastrukturen investieren.

#### **2.5 These 5: Erweiterte Infrastrukturen**

Auf Basis erweiterter Infrastrukturen zur Kommunikation wird eine proaktive Online-Planung und Steuerung logistischer Prozesse möglich sein, sodass sich neue Märkte und Dienstleistungen um die Logistik erschließen. Dies führt zur Beschleunigung der logistischen Prozesse und macht ein Agieren statt Reagieren möglich.

Die Infrastruktur ändert mit dieser Fähigkeit ihre Rolle von einem passiven Verkehrsträger hin zu einem dezentralen und autonomen Steuerungselement der Güter- und Verkehrsströme. Neue Telematik und Navigationslösungen sowie die Vehicle-to-Vehicle Communication (V2V) und Vehicle-to-Infrastructure Communication (V2I) sind hierfür die technische Basis.

Der Verkehrsleitung auf den Transportwegen wird durch Telematik und V2I ein deutlich höherer Stellenwert zukommen. Anhand von umfänglichen Echtzeitinformationen können zur Beeinflussung des Verkehrs jederzeit und ortsgenau Maßnahmen zum Erhalt des Verkehrsstroms ergriffen werden. Möglich wird dies durch Mittel des Dynamic Pricings, des selektiven Überholverbots, individuelle Geschwindigkeitsbeschränkungen und weiterer. Die Einführung bestimmter Systeme und deren Einflussmöglichkeiten auf den Verkehrsfluss und individuelle Verkehrsteilnehmer sind in politischen Aushandlungsprozessen zu bestimmen. Die Kapazität des Verkehrsträger Straße wird zusätzlich durch die V2V und V2I gesteigert. Sie verringern durch treffsichere Prognosen des Verhaltens der weiteren Verkehrsteilnehmer signifikant die Zahl von Unfällen und Verkehrsbehinderungen und Folge unkoordinierter Fahrmanöver.

Besondere Chancen durch erweiterte Infrastrukturen ergeben sich bei der Kapazitätsausweitung und Förderung des umweltfreundlichen Verkehrsträgers Schiene. Besonders Telematik-, V2V- und V2I- Technologien ermöglichen deutlich geringere Zugabstände als in der herkömmlichen Blockstreckensteuerung. Die Beschleunigung von Umschlagsprozessen und die Verbesserung des Matchings verschiedener Relationen um Umschläge mit deutlich geringerem Zeitaufwand zu realisieren, stellen weitere Potentiale dar.

### 3 Zusammenfassung

Die Logistik ist der Motor der Wirtschaft [1]. Auf dem Weg zur Industrie 4.0 kommt ihr die besondere Rolle der Querschnittsfunktion zur intelligenten Integration von Prozessen und Wertschöpfungsketten zu. Die dargestellten fünf Thesen zeigen dabei die Entwicklungen auf, denen die Logistik bei ihrer Digitalisierung als Herausforderungen begegnen wird. Dies als Chance zu sehen, neue Technologien und Anwendungen zu nutzen und Eigene für effiziente Prozesse und Geschäftsmodelle zu entwickeln, wird der Garant für den Erfolg der gesamten Branche sein.

Die fünf Thesen sind dabei nicht einzeln und isoliert zu betrachten sondern bedingen sich gegenseitig. Abbildung 4 fasst sie strukturiert zusammen, erweitert um den Aspekt der Nachhaltigkeit.

Als Treiber für die Digitalisierung der Logistik sind drei Faktoren identifiziert. Diese stehen in einem engen Zusammenhang und lassen sich nicht voneinander isolieren. So führen neue Kommunikationstechniken automatisch zu neuen Funktionalitäten und der dezentralen Vernetzung. Diese ermöglicht neue Funktionalitäten die einhergehen mit dem Bedarf an neuen Kommunikationstechniken.

Die treibenden Faktoren benötigen jedoch eine Basis. Ohne die entsprechenden Infrastrukturen, die den adäquaten und erweiterten technischen Rahmen bieten, ist dem Potential der Digitalisierung Grenzen gesetzt. Die technischen Möglichkeiten sind nur vollständig nutzbar, wenn entsprechende Infrastrukturen für die Vielzahl der auf Kommunikationstechniken beruhenden mobilen Anwendungen bestehen. Das heißt, dass Mobilfunknetze sowie Navigationssysteme für die Ortung verlässlich funktionieren und den gesteigerten Anforderungen an die Kapazität entsprochen werden.

Die proaktive Onlineplanung und Echtzeitsteuerung baut auf den genannten vier Aspekten auf und ist ohne diese nicht realisierbar. Sie ermöglicht bei steigender Datenverfügbarkeit die präzise und effiziente Lenkung von komplexen Prozessen und Wertschöpfungsketten.

Quer zu der Digitalisierung der Logistik, die mittels erhöhten Kapazitäten, gesteigerter Flexibilität und effektiveren Prozessen, die eingangs genannten Herausforderungen bewältigen kann, liegt der Aspekt der Nachhaltigkeit. Nur

wenn sie bei der Planung, Implementierung, Umsetzung und Abwicklung von logistischen Prozessen und Infrastrukturen integriert ist, kann die Logistik durch die Digitalisierung den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck reduzieren. Unternehmen sollten diesem Ziel verstärkt Bedeutung beimessen, da auch Konsumenten umweltverträgliche Produktions- und Transportprozesse verstärkt als Kaufargument einbeziehen werden.

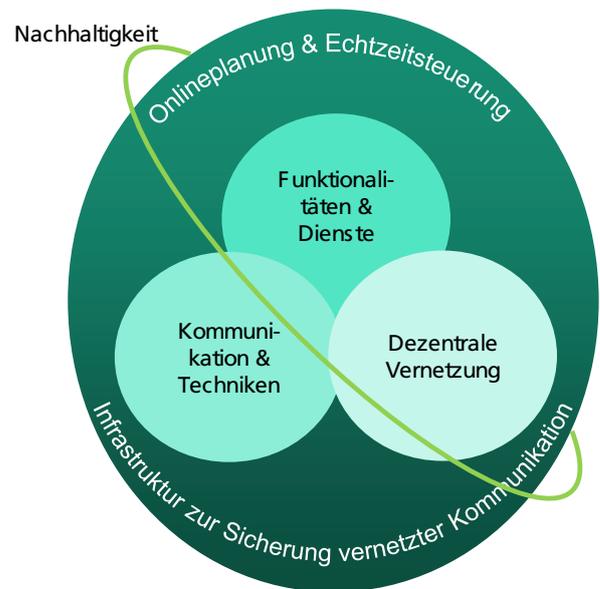


Abbildung 4: Wirkungsprinzip der dargestellten Thesen

### 4 Literatur

- [1] Bundesvereinigung Logistik: Der Wirtschaftsbereich Logistik ist ein Wachstumsmotor. Pressemitteilung, 10.04.2014, Bremen.
- [2] Werner, K.: Teilst du schon?. Süddeutsche Zeitung, Nr. 130, 2014, S.26.
- [3] Institut für Mobilitätsforschung: Mobilität junger Menschen im Wandel – multimodaler und weiblicher. München, 2011.
- [4] Garrel, von J., Schenk, M., Seidel, H.(2014): Flexibilisierung der Produktion - Maßnahmen und Status-Quo. In: Schlick, C. M., Moser, M., Schenk, M., (Hrsg): Flexible Produktionskapazitäten innovativ managen. Springer Vieweg, Berlin Heidelberg.
- [5] McKinsey&Company: McKinsey-Studie: Warenzustellung am selben Tag vor dem Durchbruch. Pressemitteilung, 08.04.2014, Düsseldorf.
- [6] DHL Trend Research: Logistics trend radar, Delivering insight today. Creating value tomorrow!, Version 2014. DHL Customer Solutions & Innovation, Troisdorf, 2014.
- [7] Hansen, W-R.: AutoID-Systeme und das Konzept Industrie 4.0. In: Seebauer, P. (Hrsg.): Software in der Logistik. Huss-Verlag, München, 2014.
- [8] iBring: <http://www.i-bring.de/>.

- [9] Richter, K., Ohme, K., Taubenneck, I.: Transparenz im Warentransport. In: Seebauer, P. (Hrsg.): Software in der Logistik. Huss-Verlag, München, 2014.
- [10] Schenk, M., Wirth, S., Müller, E.: Trends der Produktion und Logistik orientierten Fabrikgestaltung. In: Wolf-Kluthausen, H. (Hrsg.): Jahrbuch Logistik 2014, free beratung GmbH, Korschenbroich.
- [11] Schenk, M., Behrendt, F., Trojahn, S., Müller, A.: Verkehrsinfrastruktur - Entwicklungschancen durch effiziente Logistik. In: Wolf-Kluthausen, H. (Hrsg.): Jahrbuch Logistik 2014, free beratung GmbH, Korschenbroich.
- [12] Europäische Kommission: Weißbuch, Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem. Brüssel, 2011.
- [13] DHL: Low cost sensor technology, A DHL perspective on implications and use cases for the logistics industry. DHL Customer Solutions & Innovation, Troisdorf, 2013.
- [14] Galileo Testfeld:  
<http://www.iff.fraunhofer.de/de/labore/galileo-testfeld.html>.
- [15] Borstell, H., Kirch, M., Poenicke, O., Richter, K.: Lagerprozesse zeitnah erfassen. In: Hebezeuge Fördermittel, Heft 3, 2012.