



Ostfalia

Hochschule für angewandte
Wissenschaften

Kirsten Wegner

Überwindung der letzten Meile – Analyse innovativer Logistik- konzepte und technischer Lö- sungen

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften
– Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel

EXPLORATIONEN 02/2018

Fachbeiträge Handel und Logistik

Kirsten Wegner

Überwindung der letzten Meile – Analyse innovativer Logistikkonzepte und technischer Lösungen

Explorationen (Fachbeiträge Handel und Logistik) Nr. 02/2018

<https://doi.org/10.26271/opus-1335>

Herausgeberin:

Fakultät Handel und Soziale Arbeit, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Herbert-Meyer-Str. 7, 29556 Suderburg, Web: <https://www.ostfalia.de/cms/de/h/>

Autorin:

Kirsten Wegner, Dr. rer. pol., Professorin für Logistikprozesse im Handel, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Handel und Soziale Arbeit

Creative Commons Lizenz CC BY

© 2018 bei der Autorin

Zitiervorschlag:

Wegner, K. (2018): Überwindung der letzten Meile – Analyse innovativer Logistikkonzepte und technischer Lösungen, Explorationen (Fachbeiträge Handel und Logistik), Nr. 02/2018.

<https://doi.org/10.26271/opus-1335>

Inhaltsverzeichnis

1	Erfassung, Systematisierung und Klassifizierung von Konzepten zur Letzten Meile	1
1.1	Grundlagen und Rahmenbedingungen	1
1.2	Organisatorische Konzepte	4
2	Technologische Innovationen: Analyse der Bedeutung von Technologien für die Letzte Meile (Logistik 4.0)	8
2.1	Logistik 4.0: Internet der Dinge	9
2.2	3D-Druck	11
2.3	Elektromobilität	12
2.4	Zustellroboter und (teil-)autonom fahrende Fahrzeuge	13
3	Ableitung und Entwicklung von Zukunftsperspektiven für die mögliche Verknüpfung logistischer Konzepte und existierender Technologien für die Lösung der Problematiken der „letzten Meile“	18
4	Übertragbarkeit der Lösungen auf konkrete Aufgabenstellungen der Praxis	22
	Literaturverzeichnis	23

1 Erfassung, Systematisierung und Klassifizierung von Konzepten zur Letzten Meile

1.1 Grundlagen und Rahmenbedingungen

Neben dem Bevölkerungswachstum sind Urbanisierung und steigendes Güterverkehrsaufkommen aktuelle Megatrends.¹ Wirtschaft, Logistik und nicht zuletzt die Nachfragestrukturen und -muster auf Konsumentenseite wandeln sich ständig. Durch die weltweit stetig steigende Zahl an Internetnutzern gewinnen Online-Shops in allen Bereichen des Handels eine immer größere Bedeutung. Gleichzeitig erschließt der Online-Handel weitere Waren- und Produktgruppen (derzeit insb. im Bereich Lebensmittel) mit Auswirkungen auf den KEP-Bereich, aber auch auf die Nachfrage nach Logistikflächen in Innenstadtnähe. Während im Jahr 2013 noch 39 Mio. private Nutzer in Deutschland Waren oder Dienstleistungen für private Zwecke über das Internet gekauft haben, waren es im Jahr 2015 bereits rund 47 Mio. Menschen.² Die verschiedenen Branchen des Online-Handels haben in Deutschland in den letzten 4 Jahren ihre Umsätze von ca. 25 Mrd. Euro auf knapp 53 Mrd. Euro gesteigert und somit mehr als verdoppelt. Im Jahr 2017 erzielte das Onlinegeschäft in Deutschland einen Umsatz mit Waren in Höhe von rund 58,47 Milliarden Euro.³ Weitere Zuwächse sind prognostiziert. Als Folge daraus wird die Anzahl der zu transportierenden Pakete an Privathaushalte durch KEP-Dienstleister in Zukunft noch weiter ansteigen. Insbesondere die Zahl der Kleinsendungen⁴ hat in den letzten Jahren durch Entwicklungen, wie z.B. der Einführung des „Amazon Prime“-Lieferservices, immer mehr an Bedeutung gewonnen. Schnelle Lieferungen begünstigen, dass heute auch Produkte des täglichen Bedarfs (z. B. Lebensmittel oder Drogerieartikel) im Internet bestellt werden können. Häufig kommt es vor, dass Bestellungen erst kurz vor dem Bedarfszeitpunkt abgegeben werden und nicht mit anderen benötigten Waren kombiniert werden. Die eben genannten Entwicklungen führen allerdings dazu, dass immer mehr Artikel in immer kleineren Liefereinheiten versendet werden müssen (Atomisierung der Lieferungen). Zudem werden die Lieferungen oftmals von unterschiedlichen KEP-Diensten durchgeführt. Dadurch ist es kaum noch möglich, Bestellungen zu bündeln. Hinzu kommt, dass Lieferungen immer schneller erwartet werden und die Anforderungen der Endkunden an die Flexibilität der KEP-Dienste

¹ Deckert, C. (2016), S. 33.

² Vgl. Statistisches Bundesamt (2016).

³ Vgl. Statista (o.J.).

⁴ Vgl. hierzu und im Folgenden Wannewetsch, H.; Nicolai, S. (2004), S. 171.

zunehmen.⁵ Die „Logistik der letzten Meile“ wird getrieben durch die veränderten Anforderungen der Endkunden:

- Konsumenten sind immer seltener zuhause anzutreffen
- Einkaufsvolumina über das Internet steigen an
- Schnelligkeit der Lieferung
- Wunsch nach ökologisch nachhaltigem Nahverkehr
- Flexible Zustellwünsche (zeitlich und örtlich)
- Wunsch nach Vermeidung von Lärm und Emissionen

Die rapide Zunahme des Online-Handels verhalf zwar in den vergangenen Jahren einer Vielzahl neuer Dienstleister in die Gründung, belastet jedoch das „System Stadt“ immer stärker.⁶ Hier sind Lösungen zur Überwindung der sog. *letzten Meile* gefragt. Die letzte Meile (engl. *last mile*) beschreibt in der Distributionslogistik die Auslieferung der Ware von den Verteilzentren vor Ort hin zum Kunden und umfasst die letzte Wegstrecke, die die Ware zum Kunden zurücklegt.⁷ Im Vergleich zu den restlichen Transportabschnitten ist dieses letzte Wegstück in der Regel das teuerste,⁸ da immer mehr Ware in kleinen Liefereinheiten an immer mehr unterschiedliche Kunden an immer unterschiedlichere Anlieferpunkte gebracht werden muss. In der Regel wird diese Aufgabe von KEP-Dienstleistern übernommen, die sich aufgrund der in den letzten Jahren stetig weiter ansteigenden Sendungsvolumina unterschiedlichen Problemen und Herausforderungen gegenüber sehen:⁹

- steigende Anzahl an Single-Haushalten aufgrund der demographischen Entwicklung,
- steigende Atomisierung der Lieferungen (Sendungsstrukturen / -relationen),
- Anstieg der Sendungszahlen im Bereich der Kleinsendungen,
- stetig steigende Flexibilität aufgrund der Mobilitätsentwicklungen,
- Erwartungshaltung der Kunden nach schnellstmöglicher Lieferung aufgrund der Möglichkeiten des 24-Stunden-Online-Shopping,
- technische Probleme, Retourenprobleme,
- steigende Komplexität hinsichtlich der Beschaffenheit der Waren (Stückgewichte, Sperrigkeit etc.),
- teilweise hohe Empfindlichkeit der zu transportierenden Waren.

⁵ ebd.

⁶ Vgl. Lonien, J. (2016), S. 3.

⁷ Vgl. Klaus, P.; Krieger, W. (2004), S. 277.

⁸ Vgl. Hausladen, I. (2016), S. 191.

⁹ Vgl. hierzu auch Bicking, A., (2016), S. 11 sowie Wannewetsch, H. (2014), S. 649.

Der Versandhandel entwickelt sich weg von der Prozessorientierung hin zur endkunden-orientierten Dienstleistung, d.h. der Kunde bestimmt nicht mehr, wann oder wohin das Paket geliefert wird, sondern er wird zum Prozessgestalter.¹⁰ Vor dem Hintergrund des zunehmenden Online-Handels durch e-Commerce und MobileShopping und gestiegener Kundenanforderungen erwarten Konsumenten Zustellangebote, die sich flexibel und individuell an ihre Lebensgewohnheiten anpassen und nach diesen richten. Dabei ist Kunden neben den für sie passenden Empfangsoptionen besonders eine schnelle und zuverlässige Lieferung ihrer Bestellung wichtig: Sie wünschen sich eine schnellstmögliche Lieferung ihrer bestellten Waren möglichst noch am selben Tag direkt vor ihre Haustür (Same Day Delivery). Dabei möchten sie sich idealer Weise noch den Liefertermin selbst aussuchen. Durch die wachsende Mobilität sowie die steigende Anzahl an berufstätigen Frauen und Single-Haushalten (in 2014 waren schon knapp 40% aller Wohnungen Single-Haushalte)¹¹ ist die Chance der persönlichen Entgegennahme eher geringer geworden. Einige Händler, wie z.B. die Plattform Liefery, haben erkannt, dass sie mit flexiblen Lieferoptionen Kunden gewinnen können. Dementsprechend steigt der Druck auf die gesamte Logistik-Branche, diese Lösungen auch anzubieten.¹²

Ballungszentren sind aus Sicht der Logistik vor allem von einer hohen Empfänger- bzw. Stopp- und Paketdichte geprägt.¹³ Gleichzeitig bergen die dicht besiedelten Innenstädte für die Logistikdienstleister große Herausforderungen: Stau und Engpässe in der Infrastruktur, knappe Flächen, eingeschränkte Parkmöglichkeiten sowie Nutzungskonkurrenz zwischen Wohnen und Gewerbe im öffentlichen Raum. Kunden äußern verstärkt den Wunsch nach ökologisch nachhaltigem Nahverkehr und möchten, dass Lärm und Emissionen vermieden werden. Eine Lösung liegt darin, die innerstädtischen Verkehrsströme zeitlich und räumlich zu verlagern. Beispielsweise könnten Zulieferverkehre in die Nacht oder den frühen Morgen verlegt werden, wenn Straßen ohnehin frei sind. Auch eine Bündelung von Transporten trägt dazu bei, die Verkehrssituation in den Städten zukünftig zu entschärfen, weil auf diese Weise die Anzahl der Fahrten reduziert wird. Zu einer Verringerung von Emissionen trägt auch die Nutzung von Elektrofahrzeugen bei (vgl. Kap. 2.3).

Die Letzte Meile stellt für die Anbieter und Dienstleister eine der großen Herausforderungen innerhalb der Logistik dar. Die Neuerungen im B2C-Sektor in den vergangenen Jahren und der stetige Anstieg der Internet-Nutzer und der daraus

¹⁰ Vgl. Pieringer, M. (2017).

¹¹ Vgl. Statistische Bundesamt (2014).

¹² Vgl. Seemann, A. (2017), S. 54.

¹³ Vgl. Raiber, S.; Bernecker, T. (2016), S. 28.

resultierenden steigenden Online-Bestellungen zwingen zu einer vertieften Weiterbearbeitung des Themenfeldes „Letzte Meile“ und zur raschen Entwicklung neuer Konzepte. Grundsätzlich lassen sich existierende Lösungskonzepte in organisatorische Konzepte (vgl. Kap. 2) und technologische Innovationen (vgl. Kap. 3) unterteilen.

1.2 Organisatorische Konzepte

Organisatorische Konzepte zur Überwindung der letzten Meile lassen sich grundsätzlich in Hol- und Bringprinzip unterscheiden.¹⁴ Beim **Holprinzip** (Pull-Prinzip) holt der Verbraucher die benötigte Ware von einem günstig gelegenen Übergabeterminal ab bzw. lässt sie abholen, beim Bringprinzip (Push-Prinzip) versorgt der Lieferant den Abnehmer aktiv mit den Waren auf Basis entsprechender Versorgungspläne bzw. die Ware wird dem Kunden bis direkt an die Haustür geliefert. Im Handel ist die Bedeutung der Abhollogistik (Selbstabholung¹⁵) in den letzten Jahren gestiegen. Beispiele für Holsysteme sind folgende (vgl. auch Abb. 1):¹⁶

- **Packstation:** Entwickelt von der Deutschen Post/ DHL sind diese halbautomatischen Paketstationen (Packstationen) unabhängig von den verschiedenen Geschäftsbereichen (C2C, B2C oder B2B) nutzbar. Aufgrund der hohen Filialdichte der Post in Verbindung mit den steigenden Marktanteilen der Paketstationen werden diesem System sehr gute Zukunftschancen eingeräumt.
- **Schließfachsystem** (sog. Shopping Box): Der Shopping-Box-Kunde kann sich per Telefon, Fax oder E-Mail Waren wie z.B. Lebensmittel, Drogerieartikel, Bücher etc. bestellen und diese später in der Shopping Box abholen, wo seine Warensendung – entweder ungekühlt, gekühlt oder tiefgekühlt – deponiert ist. Bei Abholung ist eine Identifikation mit EC-Karte und persönlicher Kundennummer am Bedienterminal nötig, damit sich das angezeigte Fach öffnet. EDEKA Südbayern testet bspw. die „Edeka Box“ am Ingolstädter Werksgelände des Autoherstellers Audi.¹⁷ Am Stuttgarter Hauptbahnhof läuft seit März 2017 das Pilotprojekt „BahnhofsBox“.¹⁸ Den Verkaufsautomaten „Regiomat“ können landwirtschaftliche

¹⁴ Vgl. im Folgenden Lucke (2012), S. 52.

¹⁵ Vgl. hierzu Hertel et al. (2011), S. 199.

¹⁶ Vgl. hierzu Piontek, J., 2016, S. 203f.

¹⁷ Vgl. Pieringer (2017), S. 72.

¹⁸ Vgl. Welt (2017).

Erzeuger mit Produkten bestücken und - dank innovativer Technik können auch Anforderungen von besonders empfindlichen Waren, z.B. von Metzgerei-Produkten, Gemüse, Obst und Eiern, erfüllt werden - direkt für den Endkunden zur Verfügung stellen.¹⁹

■ *Pick-Points*: Die Waren werden an gut erreichbare Übergabepunkte, wie z.B. Tankstellen, Kioske, Videotheken (sog. Pick-Points) geliefert, wo sie der Kunde möglichst rund um die Uhr abholen kann.²⁰ Aufgrund der permanenten Öffnungszeiten wird das System der Pick-Points sowohl von Privatpersonen, Versandhandelsunternehmen und Paketdiensten als auch von Techniker- und Außendienstorganisationen für die Annahme und Herausgabe sowie das Versenden von Paketen genutzt. Der Kunde wird per SMS oder E-Mail über die Ankunft der Sendung benachrichtigt, die innerhalb von zehn Tagen abzuholen ist. Bei Abholung hat sich der Kunde auszuweisen und die zuvor übermittelte Pick-Point-Paketnummer vorzulegen.

Dabei wird häufig die steigende Anzahl der automatischen Abholstationen und „Pick-Up“-Stellen als mögliche Lösung für das letzte Meile-Problem gesehen.²¹ Mit mehr als 2.500 Abholstationen deutschlandweit ist die Deutsche Post / DHL aktuell Marktführer auf diesem Gebiet. Andererseits wird auf Basis einer Analyse von Rahmenbedingungen und Standortfaktoren für die Einrichtung von „Pick-Up“-Stellen kritisiert, dass sich diese vielfach an Verkehrsknotenpunkten (z.B. an Bahnhöfen oder an Hauptstraßen) befinden, so dass der Endkonsument letztlich die Ware selbst abholen muss – häufig mit seinem privaten Pkw.²²

Wird der Endkunde vom Lieferanten aktiv mit den Waren auf Basis entsprechender Versorgungspläne versorgt oder die Ware wird bis an die Haustür geliefert, so wird vom **Bring-Prinzip** (Push-Prinzip) gesprochen. Hierbei übernimmt der Hersteller den Transport der Ware bis zum Kunden. Beispiele sind Post- und Paketzustelldienste, der Pizza-, Blumen-, Medikamenten-Lieferservice sowie die Möbelauslieferdienste. Bei der Strom-, Gas- und Wasserversorgung sowie der Telekommunikation wird die letzte Meile mit Hilfe fester Anlagen, wie Leitungen und Rohre, überwunden.²³ Ein Beispiel für das Bringsystem im Bereich der Kleinsendungen ist die klassische Hausbelieferung. Ein Paketdienst liefert die Warensendung bis an die Haustür und

¹⁹ Vgl. REGIOMAT (2018).

²⁰ Vgl. Schnedlitz, P. et al. (2013), S. 258.

²¹ Vgl. z.B. Morganti et al. (2014), die die Problematik am Beispiel Frankreich analysiert haben.

²² Vgl. ebd.

²³ Vgl. Piontek, J., (2016), S. 200.

übergibt diese nach Quittierung auf dem mobilen Datenerfassungsgerät persönlich an den Empfänger.

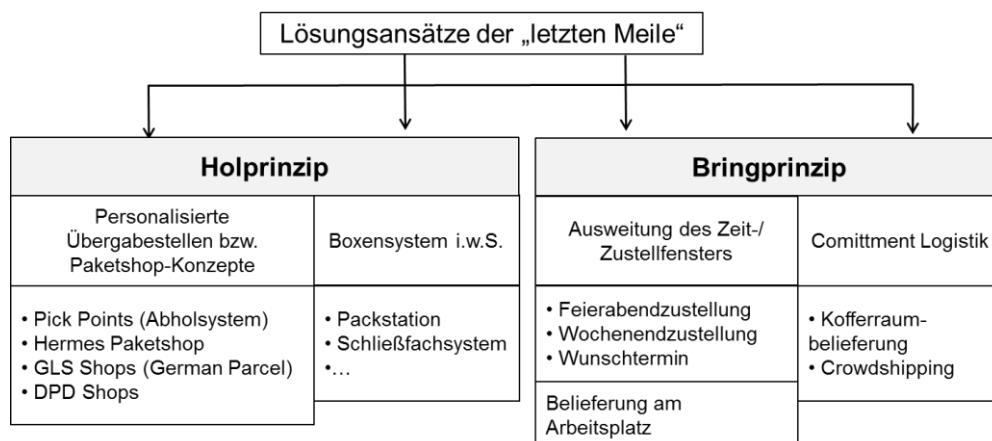


Abb. 1: Lösungsansätze der Letzten Meile²⁴

Auch wenn das Bring-Prinzip die ursprüngliche Variante der Zustellung darstellt, gibt es hier ebenfalls neuere Entwicklungen: Seit Mai 2015 testen Amazon, DHL und Audi in einem Kooperationsprojekt die **Warenauslieferung in den Kofferraum** der Empfänger. Das Projekt beschränkt sich zunächst auf Bestellungen bei dem Online-Versandhändler Amazon, die mit DHL in den Kofferraum bestimmter Modelle des Herstellers Audi ausgeliefert werden.²⁵ Mithilfe einer GPS-gestützten App kann DHL das Auto des Empfängers finden und den Kofferraum öffnen. Der Mitarbeiter des KEP-Dienstleisters legt das Paket in den Kofferraum und verschließt diesen wieder. Der Kofferraum verriegelt sich anschließend automatisch. Nach der Zustellung erhält der Empfänger eine Zustellbestätigung per E-Mail.²⁶ Auch Besitzer eines Smart können ihre Autos seit Herbst 2016 als mobile Lieferadresse für ihre Paketsendungen nutzen.²⁷ Der KEP-Dienstleister Nox NachtExpress hat in Zusammenarbeit mit Mercedes-Benz Van, Sortimo und Fischer ein Pilotprojekt zur schlüssellosen Kofferraumbelieferung für Handwerksunternehmen entwickelt.²⁸ Ziel ist es, deren Materialvorrat kurzfristig nachts wieder aufzufüllen und auf diese Weise Beschaffungsfahrten vor Arbeitsbeginn zu reduzieren.

²⁴ In Anlehnung an Wannewetsch, H. (2002), S. 325 sowie Kummer, S. et al. (2013), S. 396.

²⁵ Vgl. Schwan, S. (2015).

²⁶ Vgl. Schwan, S. (2015).

²⁷ Vgl. Seemann, A. (2017), S. 55 sowie Smart (2018).

²⁸ Vgl. o.V. (2017a).

Commitment-Logistik beschreibt eine Transportkooperation, bei der Onlineshops mit regionalen KEP-Dienstleistern zusammenarbeiten, um Expresslieferungen in Großstädten schnell und zu gewünschten Zeiten zu realisieren. Bei der Buchung hilft ein webgestütztes Auftragserfassungssystem, über das die Kunden zusätzlich ihre Lieferung jederzeit verfolgen können.²⁹ Im Bereich der Commitment-Logistik sind bspw. die Start-ups „Sennder“ und „Liefery“ angesiedelt, die für den Transport auf eigene Kurierfahrer zurückgreifen. „Sennder“ entwickelte das System bereits weiter und nutzt neben privaten Kurieren auch Fernbusse für die Überwindung längerer Strecken.³⁰

Ein weiteres vielversprechendes Konzept der Zukunft stellt **Crowdshipping** dar. Beim Crowdshipping fungieren Privatpersonen als Paketzusteller und erhalten eine Entlohnung für die von ihnen durchgeführten Transporttouren.³¹ Einige Start-ups, wie bspw. „Packator“, „Sennder“ und „ÜberBringer“ (allesamt Start-Ups aus Berlin) bieten diese Form des Transports im E-Commerce bereits in Deutschland an. In der Vergangenheit versuchten sich bereits DHL, Walmart und Amazon auf dem Crowdshipping-Markt zu positionieren, verfolgten ihr Vorhaben jedoch aufgrund der Komplexität des Systems nicht weiter.³² Untersuchungen zeigen jedoch, dass Kunden durchaus bereit sind, sich von bekannten Personen Lieferungen bringen zu lassen.³³ Ähnlich funktioniert die Idee der sog. **Mitbring-Plattformen**, die die Schaffung regionaler Zustellnetze beinhaltet.³⁴ Nutzer in ländlichen Regionen können über Apps Dinge kaufen und sich die Sendung von ihrem Nachbarn, der sich gerade in der Stadt befindet, zustellen lassen. Vor allem Berufspendler, die noch Platz in ihrem Fahrzeug haben, könnten so als private Lieferanten eingesetzt werden: Denkbar ist, dass sie Pakete mit in die Stadt nehmen und diese dort entweder direkt zustellen oder einem Zustelldienst übergeben.³⁵ Ein Beispiel für eine Mitbring-Plattform ist die App „On My Way“, die Amazon entwickelt. Ziel dieser Anwendung ist es, Privatpersonen gegen ein kleines Entgelt als Zusteller einzusetzen. Auf diese Weise will der Online-Versandhändler die Kosten und Lieferzeiten beim Zustellen von Paketen verringern.³⁶ Bis zur Realisierung sind allerdings noch einige Probleme zu lösen. Noch ungeklärt ist beispielsweise die Frage, wo die Pakete zum Abholen zwischengelagert werden sollen oder Haftungsfragen im Falle von Qualitätseinbußen

²⁹ Vgl. Piontek (2016), S. 201.

³⁰ Vgl. Pieringer, M. (2015).

³¹ Vgl. Kolf (2017) sowie Mehmman et al. S. 117ff.

³² Vgl. Kolf (2017).

³³ Vgl. exemplarisch Devari et al. (2017).

³⁴ Vgl. Raiber, S.; Bernecker, T. (2016), S. 31.

³⁵ Vgl. Lehmacher, W. (2015), S. 32.

³⁶ Vgl. Gassmann, M. (2015).

oder Verlusten der Pakete.³⁷ Ein weiterer offener Punkt ist der Datenschutz.³⁸ Eine ähnliche Lösung stellen Kombi-Service-Hausbesuche dar. So könnten mobile Pflegedienste auf ihrer Tour auch Pakete bei ihren Kunden abliefern.³⁹ Leider konnten keine Pflegeservices recherchiert werden, die das Konzept bereits umsetzen.

Einige Städte setzen City-Logistik durch die **Nutzung bereits vorhandener Infrastruktur** um. Beispielsweise das Projekt **Cargo Tram** in Dresden, das den Verkehr in den Innenstädten durch die Nutzung des Straßenbahnnetzes zu entlasten versucht.⁴⁰ Dahinter steckt die Idee, ein Stadtgebiet zumindest teilweise durch umgerüstete Straßenbahnen zu beliefern und so das Verkehrsaufkommen und die dadurch verursachten Emissionen zu reduzieren.⁴¹ Im Rahmen des Pilotprojektes „**kombiBUS**“ in der Uckermark werden regionale Produkte mit Linienbussen als Transportmedien befördert und auf diese Weise der Personennahverkehr mit dem Warentransport kombiniert.⁴² Ein ähnliches Projekt führt **DHL** in Schweden durch:⁴³ DHL hat eine Kooperation dem ÖPNV in weit entfernten ländlichen Regionen in Schweden, wo mit Hilfe von Linienbussen Warensendungen in die dünn besiedelte Gegenden geliefert werden.

2 Technologische Innovationen: Analyse der Bedeutung von Technologien für die Letzte Meile (Logistik 4.0)

Aufgrund der steigenden Energie- und Rohstoffpreise sowie einer gestiegenen politischen und gesellschaftlichen Relevanz ergibt sich sowohl auf Seiten der Logistikdienstleister als auch bei den Handelsunternehmen ein großes Interesse an neuen Technologien und Konzepten zur Energieoptimierung und Ressourcenschonung. Diese Entwicklung wird zudem durch die Endkunden vorangetrieben, die einen immer höheren Anspruch an die umweltschonende Herstellung und Lieferung der Produkte stellen (sog. „leise Logistik“), gleichzeitig aber schnellstmöglich beliefert werden möchten. Technische Innovationen können grundsätzlich eine Verminderung bspw. von Schadstoffemissionen oder Geräuschbelastungen ermöglichen oder dem Kostenanstieg durch verbesserte

³⁷ Vgl. n-tv (2015).

³⁸ Vgl. Bousonville (2016), S. 34.

³⁹ Vgl. Internet & Gesellschaft (o.J.), S. 19.

⁴⁰ Vgl. Erd (2015), S. 80 – 81.

⁴¹ Vgl. ebd.

⁴² Vgl. Sommer, U. (2017).

⁴³ Vgl. hierzu und im Folgenden Forslund, L. et al. (2016).

Produktivität entgegenwirken. Im Folgenden werden die technologischen Innovationen beschrieben, die ein hohes Einflusspotenzial auf die letzte Meile haben.

2.1 Logistik 4.0: Internet der Dinge

Im Zusammenhang mit der letzten Meile ist seit längerem der Einsatz intelligenter Lösungen zur nachhaltigen Gestaltung der City Logistik (auch *Urban Retail Logistics*) in der Diskussion.⁴⁴ Die fortschreitende Entwicklung in der Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK) ermöglicht heutzutage, dass sich intelligente, sich selbst steuernde Objekte temporär zielgerichtet zur Erfüllung von Aufgaben vernetzen.⁴⁵ Im Bereich der Produktion wird dies mit dem Begriff *Industrie 4.0* umschrieben. In der Logistik wird von *Logistik 4.0* gesprochen, wenn sich mehrere technische Geräte, wie Fahrzeuge, Ladehilfsmittel und Güter, miteinander verbinden und letztlich Teilnehmer am Internet werden. Logistische Prozesse lassen sich durch die konsequente Nutzung internetbasierter Technologien und Anwendungen weiter integrieren und vernetzen. Neben den logistischen Kernprozessen werden in eine vollständige Vernetzung auch Assistenzsysteme und Geräte mit lokaler Intelligenz einbezogen (selbstfahrende Autos und Förderfahrzeuge, Kameras, Detektoren, mobile Endgeräte etc.).⁴⁶ Durch dieses sog. „Internet der Dinge“ kann mit Hilfe entsprechender Sensoren (RFID, QR-Codes) bzw. Mikrocomputer an bzw. in diesen Geräten insbesondere deren Zustand (wie Füllgrad, Temperatur, Ort) ausgelesen und weitergemeldet und durch die Auswertung des Zustands ein Nutzen generiert werden.⁴⁷

Eine grundlegend neue Herangehensweise für die Logistikprozesse der letzten Meile ist die Möglichkeit, dass aufgrund der fortschreitenden Entwicklung der IuK-Technologien die Ware in Form eines Pakets den Kunden findet bzw. finden kann.⁴⁸ Dazu müssen Logistikunternehmen jedoch rechtzeitig Kenntnis darüber erlangen, was der Kunde will und welche Schwierigkeiten auf der letzten Meile auftreten können. Ein Beispiel in der Logistik ist die Sendungsverfolgung von Paketen vom Startpunkt beim Absender bis hin zum Empfänger (*Tracking and Tracing*): Während beim Tracking die Identifikationsaufgabe an definierten Identifikationspunkte oder fortlaufend per Satellitenortung im Fokus steht, handelt es sich beim Tracing um eine lückenlose Sendungsverfolgung zwischen Quelle und Senke (Ziel) sowie die

⁴⁴ Vgl. Auffermann, C.; Lange, V. (2012), S. 208ff.

⁴⁵ Vgl. BITKOM (2014), S. 9.

⁴⁶ Vgl. Wegner, U.; Wegner, K. (2017), S. 282.

⁴⁷ Vgl. ZF-Friedrichshafen 2016, S. 34.

⁴⁸ Vgl. Schwenger, B. (2016), S. 7.

Datenarchivierung, z.B. beim Paketversand.⁴⁹ Es lässt sich an bestimmten Stationen ablesen und weitermelden, wann das Paket eine entsprechende Station (z.B. das Versandzentrum) passiert hat.

Für die letzte Meile liefert das Internet der Dinge viele nützliche Informationen, da es Fahrzeuge mit der Umwelt vernetzt: ⁵⁰ Je mehr stationäre Sensoren an den Straßen und mobile Sensoren in den Fahrzeugen ihre Zustandsmeldungen über das Internet austauschen, desto besser kann durch geeignete Auswertungen daraus ein Abbild des tatsächlichen Verkehrsaufkommens gewonnen werden. Dies wiederum ermöglicht es, den Verkehrsfluss um stark belastete oder bereits durch Stau oder Sperrung blockierte Straßenabschnitte herumzuführen, was insbesondere für die Zustellverkehre zu möglichst geringen Verspätungen führen kann. Auch helfen solche Daten bei einer dynamischen Umplanung von Zustellrouten. Parallel ist es möglich, dem Sendungsempfänger jederzeit eine aktualisierte Eintreffzeit mitteilen zu können. Bei der Brief- oder Paketkastenleerung ermöglicht das Internet der Dinge den Fahrern, durch einen im Briefkasten angebrachten Sensor zu erfahren, ob der Briefkasten leer ist oder Sendungen enthält. Wenn er leer ist, braucht der Fahrer nicht zu stoppen und kann gleich zum nächsten Sammelpunkt weiterfahren.

Bereits 2020 soll es weltweit 50 Milliarden sog. "Smart Objects" geben, d.h. Geräte, z.B. Sensoren oder Maschinen, die in großem Stil Daten produzieren und über das Internet miteinander austauschen.⁵¹ Da das Internet die Selbststeuerung von Geräten stark begünstigt, ist damit zu rechnen, dass in fünf Jahren „Smart Objects“ eine aktive Rolle in selbststeuernden Logistiknetzen übernommen haben werden.⁵² Andere Techniken wie das autonome Fahren und die Digitalisierung profitieren von den Möglichkeiten und dem weiteren Ausbau des Internets der Dinge.

Die existierenden IuK-Technologien sind stetig weiter zu entwickeln, damit sie der fortschreitenden Digitalisierung und Vernetzung von Datenströmen auch in Zukunft Rechnung tragen können. Die Aufgabe der Logistik muss dabei sein, dem Empfänger die gleiche Convenience, die er beim Online-Einkauf erlebt, auch beim Empfang seiner Pakete zu ermöglichen:⁵³ Erst mit der zunehmenden Verbreitung des ‚Internet der Dinge‘ werden sich Potenziale der sog. „Sharing Economy“ auch in der Logistik erschließen lassen.⁵⁴

⁴⁹ Vgl. Wegner, U.; Wegner, K. (2017), S. 107.

⁵⁰ Vgl. Wegner, U.; Wegner, K. (2017), S. 282 sowie im Folgenden ZF-Friedrichshafen (2016), S. 34.

⁵¹ Vgl. Buck, C. (2013), S. 1.

⁵² Vgl. ZF-Friedrichshafen (2016), S. 34.

⁵³ Vgl. Bicking, A. (2016), S. 11.

⁵⁴ Vgl. Kap. 2 zur Commitment-Logistik.

2.2 3D-Druck

Beim 3D-Druck werden dreidimensionale Bauteile überwiegend aus Kunststoff, Keramik oder Metall auf Basis einer digitalen Bauanleitung (z.B. einer CAD-Datei) computergesteuert im Rahmen eines schichtenförmig schrittweisen Produktionsprozesses (additive Fertigung) hergestellt.⁵⁵ Zwar noch eine relativ junge Technik, hat der 3D-Druck in den letzten Jahren insbesondere bezüglich der zu verarbeitenden Werkstoffe, der Nutzung verschiedener Werkstoffe für die Fertigung eines Produktes und der Komplexität der zu fertigenden Teile große Fortschritte gemacht.⁵⁶ Der Vorteil gegenüber der herkömmlichen Fertigung besteht darin, dass nahezu nur das Material für das zu fertigende Teil benötigt wird und dadurch deutlich weniger Ausschuss entsteht. Der 3D-Druck ist nicht nur für die Einzelfertigung wie beispielsweise von Prototypen und Ersatzteilen geeignet, sondern wird in steigendem Maße auch für die Serienfertigung verwendet.

Die Auswirkungen für die Logistik der letzten Meile, liegen dabei in der Verkürzung bzw. (ggf. in Teilbereichen) in der Vermeidung der letzten Meile: Kunden müssen Teile nicht mehr über weite Strecken geliefert bekommen, sondern die Teile werden an einem zentralen Ort, der näher am Kunden liegt, ausgedruckt.⁵⁷ Rund 1,9 Mrd. Euro betrug der weltweite Umsatz 2015 mit Produkten aus additiver Fertigung. Laut einer Studie der Strategieberatung PwC Strategy soll sich das Marktvolumen bis 2030 auf 22,5 Mrd. Euro fast verzehnfachen, die Steigerungsraten werden je nach Branche zwischen 13% und 23% pro Jahr erwartet.⁵⁸ Künftig ist es denkbar, dass Hersteller einzelne Bauteile, die nur in kleinerer Auflage benötigt werden, selbst ausdrucken und damit Zeit und Kosten gegenüber der bisherigen Lieferkette einsparen. Zukunftsszenarien zufolge ist es möglich, dass große Hersteller solche Drucker in ihren Vertragswerkstätten aufbauen, die Originalersatzteile drucken. Auf diese Weise ließen sich Margen im Service- und Reparaturbereich durch geringere Logistik- und Lagerkosten deutlich erhöhen.

Wurde diese Technik anfangs nur in der Industrie und der Forschung eingesetzt, so gibt es mittlerweile bereits erste 3D-Drucker für den privaten Bereich, wenn auch nur

⁵⁵ Vgl. hierzu und im Folgenden ZF-Friedrichshafen (2016), S. 36.

⁵⁶ Vgl. AUTONOMIK (2016).

⁵⁷ Vgl. BVL (2015).

⁵⁸ Vgl. Woher, M. (2018).

mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit. Das Szenario, dass 3D-Drucker immer mehr auch in Privathaushalten Einzug halten, liegt jedoch in weiter Ferne.⁵⁹

2.3 Elektromobilität

Erste innovative technische Ansätze zur Betrachtung der letzten Meile sind im Umfeld der Energielogistik zu finden.⁶⁰ Um das Problem von steigenden Emissionen in Form von Abgasen und Lärm in den Griff zu bekommen, wollen Transportdienstleister vermehrt alternative und damit emissionsfreie Antriebe einsetzen. Hierbei spielt Elektromobilität eine große Rolle. Die Anzahl der Elektroautos in Deutschland hat sich in den letzten zehn Jahren nahezu verzwanzigfacht (vgl. Abb. 2). Gründe dafür sind u.a. der energieeffiziente Antrieb, die Emissionsfreiheit aber auch die Laufruhe von Elektromotoren. Deshalb setzen auch immer mehr Paketdienste auf Elektromobilität.

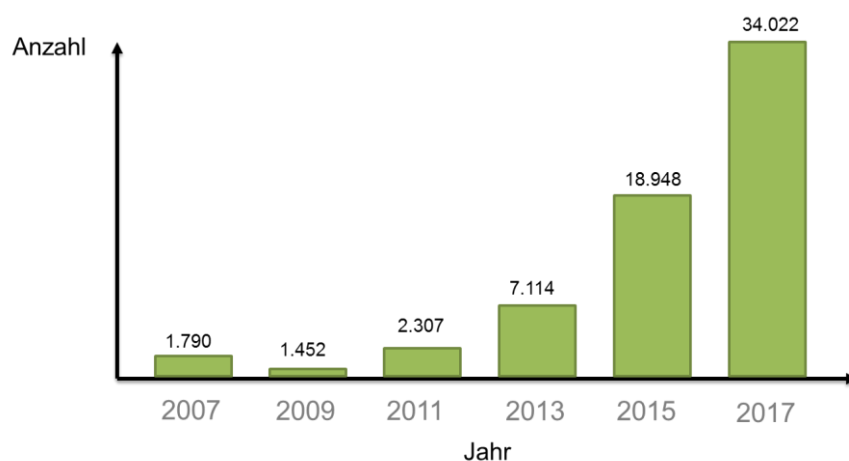


Abb. 2: Anzahl der Elektroautos in Deutschland⁶¹

Im Jahr 2011 wurde von dem Unternehmen StreetScooter GmbH auf der IAA in Frankfurt das erste betriebsbereite Elektroauto präsentiert.⁶² Mittlerweile ist das Unternehmen in der Deutschen Post/ DHL aufgegangen. Der Postkonzern hat in einem Pilotprojekt in Bonn alle Zustellfahrzeuge auf Elektrofahrzeuge umgestellt.

⁵⁹ Vgl. BVL (2015), Mallée, T. (2015), S. 32f.

⁶⁰ Vgl. Mauch, W. (2011), S. 72ff.

⁶¹ Vgl. Statista (2018). Am 1. Januar 2018 gab es 53.861 Elektroautos in Deutschland.

⁶² Vgl. Kampker, A. et al. (2016), S. 304 sowie Kampker, A.; Gerdes, J.; Schuh, G. (2017).

Somit ist Bonn der erste Standort bundesweit mit einem CO₂-freien Fahrzeugkonzept.⁶³ Weiterhin sind mittlerweile Elektrofahrräder für die Zustellung von Briefen und Paketen in der Stadt entwickelt worden. Die Fahrräder sind mit einem Elektroantrieb ausgestattet, der dem Kurierfahrer eine Tretunterstützung beim Ausliefern bietet.

In Städten sind Elektrofahrzeuge von Vorteil, weil hier die Fahrtstrecken kürzer sind und Verbrennungsmotoren bei hohem Start-Stopp-Verkehr und Kurzstrecken einen umso höheren Kraftstoffverbrauch und technischen Verschleiß hätten. Außerdem entfallen bei Elektrofahrzeugen Kraftstoffkosten. Die geringe Reichweite spricht jedoch gegen einen Einsatz in ländlichen Gegenden. Das Projekt ELMO (Elektromobile urbane Wirtschaftsverkehre) kommt zu der Erkenntnis, dass die Potenziale einer Eignung und Einsetzbarkeit batterieelektrisch angetriebener Nutzfahrzeuge in stadtnahen Belieferungsverkehren noch nicht ausgeschöpft sind.⁶⁴

2.4 Zustellroboter und (teil-)autonom fahrende Fahrzeuge

Eine Reihe von Unternehmen (u. a. Hermes, Metro, Domino's) testen zurzeit unabhängig voneinander die Auslieferung von Waren durch **automatische Lieferroboter** des Herstellers Starship Technologies. Unter einem Zustellroboter ist ein fahrerloses Transportmittel zu verstehen, das nicht für den Verkehr auf öffentlichen Straßen gedacht ist und dem Zweck dient, einzelne Sendungen über kürzere Strecken zu einem privaten Endempfänger zu transportieren.⁶⁵ Der von dem Unternehmen Starship in Estland entwickelte und im August 2014 erstmals vorgestellte Roboter, ist in der Öffentlichkeit der präsenteste seiner Art. Der Lieferroboter, der mit einer Geschwindigkeit von bis zu 5 km/h auf Gehwegen fährt und Waren bis maximal 15 kg in einem Umkreis von 5 km transportieren kann, verfügt über neun Kameras, die ihm bei der Orientierung im Straßenverkehr helfen. Obwohl der Roboter somit in der Lage ist, autonom zu navigieren und zu fahren, ist jedes Gerät dauerhaft per Internet und GPS mit einem Mitarbeiter in der Leitzentrale (sog. *Operator*) von Starship verbunden.⁶⁶ Der Operator überwacht die verschiedenen Roboter (bis zu 100 Stück gleichzeitig) und kann bei Störungen im Lieferablauf eingreifen.⁶⁷ Der Empfänger kann den Roboter mithilfe einer App verfolgen und wird bei dessen Eintreffen über die App oder per SMS informiert. Der Roboter ist in der Lage, von einer zentralen Ladestation, ein Ziel im Radius von bis

⁶³ Vgl. DHL (2016).

⁶⁴ Vgl. Stütz, S. et al. (2016).

⁶⁵ ZF-Friedrichshafen (2016), S. 43.

⁶⁶ Vgl. Maienschein, B. (2016).

⁶⁷ Vgl. Bertram, I. (2016).

zu 5 km zu erreichen. Die Lieferzeit beträgt zwischen 5 und 30 Minuten und kann vom Kunden per Smartphone-App individuell bestimmt werden.⁶⁸

Der Logistikdienstleister Hermes kooperiert mit dem Unternehmen Starship Technologies für ein Pilotprojekt in Hamburg und testete im Herbst 2016 mit drei Starship-Robotern in Hamburg die Paketzustellung in drei Bezirken Hamburg-Ottensen, Rothenbaum und Volksdorf.⁶⁹ Der Starship-Roboter (vgl. Abbildung 3) ist ca. 50 cm hoch und 70 cm lang und hauptsächlich für die Paketzustellung an Privatkunden und -haushalte vorgesehen. Hermes setzt die Roboter für die Auslieferung von hinterlegten Sendungen im Paketshop ein, die sonst persönlich vom Kunden abgeholt werden müssen. Für dieses Projekt wurden im Vorfeld Testempfänger in den oben genannten Bezirken von Hamburg festgelegt, die der Roboter beliefert. Die Roboter verkehren überwiegend auf Gehwegen mit Schrittgeschwindigkeit und erkennen dank der integrierten Kamera und Sensoren mögliche Gefahren oder Hindernisse auf dem Weg. Dabei bewegen sie sich selbständig in Fußgängerzonen und auf Fußwegen. Fahrradwege oder Straßenfahrstreifen werden nur kurz, (z.B. zum Kreuzen von Straßen), und nur nach Rücksprache mit dem Operator genutzt. Zebrastreifen und Ampelsysteme werden vom System automatisch erkannt und entsprechend verarbeitet.⁷⁰

Der Roboter besitzt ein gesichertes Fach, in dem ein bis zu 15 kg schweres Paket transportiert werden kann.⁷¹ Mit einem einmaligen Zugangscodex kann das Gerät geöffnet und die Ware entnommen werden.⁷² Durch die Zusendung dieses Sicherheitslinks per SMS lässt sich das unbefugte Öffnen des Faches vermeiden.

⁶⁸ Vgl. Starship Technologies (o.J.).

⁶⁹ Vgl. ZF-Friedrichshafen (2016), S. 43.

⁷⁰ Vgl. Maienschein, B. (2016).

⁷¹ Vgl. Maienschein, B. (2016).

⁷² Vgl. Welt (2016); Wilkens, A. (2017).



Abbildung 3: Hermes Starship-Roboter in Hamburg⁷³

Eine weitere Firma, die Zustellroboter entwickelt, ist *Marathon Targets*, die zusammen mit der Lieferkette Domino's einen Roboter für die Lieferung von heißen Speisen entwickelt hat.⁷⁴ Weiterhin ist „Relay“ zu nennen, ein Roboter der Firma Savioke speziell für die Lieferung in Gebäude wie Hotels oder Hochhäusern.⁷⁵ Die meisten Empfänger können so in 20-30 Minuten erreicht werden.

Zustellroboter tragen dem steigenden Wunsch der Endverbraucher nach umweltschonenden Lieferungen Rechnung, da sie nahezu emissionsfrei arbeiten. Die besten Voraussetzungen für den Einsatz von Zustellrobotern bieten suburbane Gebiete mit einer Bebauung durch Einfamilien- und Doppelhäuser. Als realistische Einsatzorte sind daher kleine und mittelgroße Städte mit einer Einwohnerdichte von rund 1.000 Einwohnern/km² zu sehen.⁷⁶ Typische Anwendungsfelder stellen somit weniger Berlin, Hamburg, Köln oder München dar, als eher Erfurt, Wiesbaden, Leipzig etc. Für den Lebensmitteleinzelhandel in urbanen Gebieten bieten Transportroboter eine interessante Möglichkeit zur Schließung der Lücke, „die zwischen Anforderung einer schnellen (...) Lebensmittellieferung und einer auf Abendzustellung ausgerichteten industrialisierten Same Day Delivery klafft“.⁷⁷ Da sich der Roboter auf Fußwegen mit Schrittgeschwindigkeit bewegt, könnte seine Anwendung in Innenstädten eher problematisch sein, weil der Roboter auf stark

⁷³ Hermes (2017).

⁷⁴ Vgl. Marathon Targets (2016).

⁷⁵ Vgl. Digitaltrends (2016).

⁷⁶ Vgl. ZF-Friedrichshafen (2016), S. 45.

⁷⁷ Vgl. ZF-Friedrichshafen (2016), S. 45.

genutzten Strecken zu oft anhalten müsste. Er ist also eher auf weniger frequentierte Strecken ausgelegt.⁷⁸

Für eine vollständige Integration in die Lieferkette ist das Konzept hinter dem Zustellroboter noch nicht ausgereift. Es fehlt an klaren rechtlichen Rahmenbedingungen, die den Einsatz der Fahrzeuge im gesamten Bundesgebiet regeln. Derzeit entscheidet jede Kommune in Eigenverantwortung über den Einsatz.⁷⁹ Auf Grund des Designs und der bisher durchgeführten Feldtests wird deutlich, dass der Roboter auf B2C-Sendungen spezialisiert ist. Eine Zustellung an gewerbliche Kunden ist aufgrund der geringen Ladekapazität des Zustellroboters nicht zu erwarten.⁸⁰ Fraglich bleibt auch, in wie weit die neue Technik und eine unpersönliche Belieferung vom Kunden akzeptiert wird. Die Produzenten versuchen deshalb ihre Roboter möglichst „niedlich“ aussehen zu lassen. Für die Zeit nach 2030 ist eine Verzahnung von Zustellrobotern mit hausintegrierten Abladepunkten für Pakete denkbar, um auch die regelmäßige Zustellung der letzten Meile zu automatisieren.⁸¹

Auch der Deutsche Paketdienst (DPD) wartet mit einer digitalen Innovation zur Überwindung der letzten Meile in Städten in Form eines autonom fahrenden Kleinfahrzeuges auf.⁸² Ziel eines Projekts, das innerhalb der Kooperation des Lehrstuhls für Fahrzeugtechnik (FTM) der TU München, der Tongji University of Shanghai und mit Finanzierung durch die MAN Truck & Bus AG durchgeführt wurde, war es, einen Prototyp für ein urbanes Lieferfahrzeug, das Tricycle, aufzubauen.⁸³ Das Schweizer Start-up-Unternehmen TeleRetail startete mit dem „Retail One“ eine autonom fahrende Transportkapsel für den Lieferverkehr im Testbetrieb. Allerdings unterliegen all diese automatisierten Zustelltechnologien einigen Restriktionen und werden zunächst in urbanen Gebieten erprobt.⁸⁴ DHL und Amazon testen darüber hinaus Drohnen an Orten, wo ein Transport über etablierte Infrastrukturen schlecht möglich ist.⁸⁵

⁷⁸ Vgl. Bertram, I. (2016).

⁷⁹ Vgl. ZF-Friedrichshafen (2016), S. 45.

⁸⁰ Vgl. ZF-Friedrichshafen (2016), S. 44.

⁸¹ Vgl. ZF-Friedrichshafen (2016), S. 45.

⁸² Vgl. DPD GmbH, (2016).

⁸³ Vgl. Höfer, A. et al. (2015).

⁸⁴ Vgl. o.V. (2017b).

⁸⁵ Vgl. DHL (2017).

Elektromobilität	MAN eTruck	48kw DHL/ Streetscooter : Reichweite: 80km max. Geschw. 80 km/h	
	Mercedes Vision Van (75 kw E-Antrieb Reichweite: 270km	Norweg. Staatspost „Posten Norge“ „Paxter“ Reichweite: 90Km max. Geschw. 45 km/h	
autonomes Fahren	Tesla, Google, DPD		Transportkapsel „Retail One“ (TeleRetail)
Drohnen	<u>DHL</u> : Geschwindigkeit: 70 km/h Radius: 15 km		<u>Amazon</u> : Geschwindigkeit: 30 km/h Radius: 15 km
Zustellroboter	Starship Technologies	Hermes (Hamburg) Metro (D´dorf) Schweizer Post	Marathon Targets + Domino´s Starship + Domino´s Saviok „Relay“
schlüssellose Kofferraumbelieferung	Amazon DHL Audi	DHL Smart	NoxNachtExpress, Sortimo und Fischer, Mercedes Benz Van

Abbildung 4: Alternative Belieferungskonzepte in der Praxis

Der Einsatzbereich der Flugdrohne dürfte sich aufgrund bestehender Sicherheitsbedenken und restriktiver Regulierung auf Sondereinsätze beschränken, da die Nutzung des Motorflugs im Gegensatz zum Bodentransport sehr energieaufwändig ist und nur geringe Nutzlasten bietet.⁸⁰ Ein umfassenderer Drohneneinsatz wird in Bezug auf bestehende Anforderungen eines leisen Transports ohnehin kritisch betrachtet. Bodengebundene Systeme, wie z.B. Zustellroboter oder Transportkapseln, bieten hingegen Möglichkeiten, das bestehende Risiko erfolgreicher Zustellung an Privatpersonen insbesondere in mittelgroßen Städten deutlich zu reduzieren, etwa indem Empfänger eine „Paketzustellung auf Zuruf“ durch autonome Fahrzeuge, wie Zustellroboter initiieren. Trotz der weiter steigenden Automatisierung wird jedoch der menschliche Zulieferer weiterhin von hoher Bedeutung sein.⁸¹ Nicht zuletzt auch deshalb, weil die Kunden einer Lieferung durch Drohnen oder Roboter doch mehrheitlich skeptisch gegenüberstehen.⁸² Abbildung 4 fasst die oben dargestellten Konzepte zusammen.

⁸⁰ Vgl. ZF-Friedrichshafen (2016), S. 52.

⁸¹ Vgl. Nusser, B. (2016).

⁸² Vgl. dpa (2016).

3 Ableitung und Entwicklung von Zukunftsperspektiven für die mögliche Verknüpfung logistischer Konzepte und existierender Technologien für die Lösung der Problematiken der „letzten Meile“

Untersuchungen zum Themenkomplex „Letzte Meile“ gibt es seit längerem aus dem Bereich der Stadtplanung mit dem Fokus auf Flächen und öffentlicher Infrastruktur in Städten.⁸⁹ Strukturell geht es um eine Neuordnung von Mobilitäts- und Logistikprozessen, die aufgrund des starken Bevölkerungswachstums in Ballungsgebieten ohnehin unter Druck geraten. Exemplarisch sind an dieser Stelle die Standortwahl im Falle eines unternehmenseigenen Distributionszentrums, die Auswahl eines adäquaten Logistikdienstleistungsunternehmens, die Festlegung von Versandoptionen (z.B. Wahl des Transportmittels – Straße, Schiene, Luftweg, Standard- versus Express-versand) oder die Bestimmung des Leistungsumfangs im Falle eines Outsourcing zu nennen.⁹⁰

Lösungen für die letzte Meile in urbanen Gebieten werden vor allem in der City-Logistik entworfen. Die ersten City-Logistik-Konzepte kamen bereits in der Mitte der 1990er Jahre auf. Viele wurden praktisch umgesetzt. Die meisten bezogen sich auf eine Kooperation von Transportunternehmen und Warenbeziehern. Durch Bündelung der Transportwege sollte die Fahrtenanzahl in das Innenstadtgebiet reduziert werden.⁹¹ Besonders in Europa und in Japan wurde der städtische Güterverkehr genauer analysiert, um Daten zu erheben.⁹² Bisherige Untersuchungen zu dem Thema kommen zu der Erkenntnis, dass es bisher nicht gelungen ist, umfassende Konzepte in einem großen Maßstab zu implementieren und wirtschaftlich erfolgreich zu betreiben.⁹³ In der wissenschaftlichen Literatur werden strukturelle und technologische Aspekte hauptsächlich voneinander getrennt und nicht vernetzt untersucht. In Deutschland waren im Jahr 1997 mehr als 120 Konzepte in Planung oder Erprobung. Am Ende des Jahres 2002 waren weniger als 15 dieser Konzepte noch aktiv.⁹⁴ Es gibt vereinzelt Projekte zur City-Logistik⁹⁵ im Sinne einer „Koordination und Kooperation von Warenströmen im Güternahverkehr“, deren Umsetzung jedoch überwiegend nicht vollständig geglückt ist bzw. deren Übertragbarkeit auf anderen Ballungszentren oder gar den ländlichen Raum

⁸⁹ Vgl. Deckert (2015).

⁹⁰ Vgl. Hausladen, I. (2016), S. 192.

⁹¹ Vgl. Müller, M. et al. (2006), S. 4.

⁹² Vgl. Erd, J. (2015), S. 39.

⁹³ Vgl. Erd, J. (2015) sowie ZF Friedrichshafen (2016).

⁹⁴ Vgl. Sonntag, H.; Meimbresse, B. (2008), S. 1.

⁹⁵ Vgl. Wolpert, S. (2013), S. 47; Erd, J. (2015), S. 80ff. sowie Stütz, S. et al. (2016) zum Projekt City-Logistik in Bottrop.

Probleme aufwirft.⁹⁶ Der ländliche Raum steht vor einer ganz anderen Herausforderungen: Das Wachstum städtischer Regionen führt zu einem Rückgang der ländlichen Bevölkerung. Im Jahr 2050 werden Prognosen zur Folge nur noch 16% der deutschen Bevölkerung auf dem Land leben (vgl. Abb. 5). Diese Entwicklung führt in ländlichen Regionen zunehmend zu Strukturproblemen. Aufgrund der abnehmenden Marktgröße sind suburbane Räume für Unternehmen unattraktiv. Die niedrige Nachfrage zwingt Betriebe zur Bevorratung, die eine hohe Kapitalbindung verursacht.⁹⁷ Für die Landbevölkerung wird es zunehmend schwieriger, die Dinge des täglichen Bedarfs zu beschaffen.⁹⁸ Der Lebensmitteleinzelhandel zieht sich zunehmend zurück, viele Arztpraxen, Banken und Postfilialen schließen.⁹⁹ Auch andere Angebote wie beispielsweise der Öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) sind meist nur stark beschränkt zugänglich. Durch das Wachstum des Online-Handels wird es den Menschen auf dem Land ermöglicht, über dasselbe Warenangebot zu verfügen wie die Stadtbewohner.¹⁰⁰ Voraussetzung ist hierbei, dass die Haushalte eine ausreichend leistungsstarke Internetverbindung besitzen. Allerdings stellen die ländlichen Strukturen auch KEP-Dienstleister vor große Herausforderungen. Eine Belieferung mit traditionellen Konzepten ist für diese kaum wirtschaftlich. Dies ist bedingt durch die langen Distanzen zwischen den einzelnen Empfängern und die daraus resultierende geringe Stopp- und Paketdichte. Eine optimale Fahrzeugauslastung ist somit nahezu unmöglich. Services wie Express-Lieferungen werden nicht oder nur zu hohen Preisen angeboten, da sie entweder für die Dienstleister nicht rentabel sind oder eine schnelle Lieferung aufgrund der schlechten Straßeninfrastruktur und der damit verbundenen Fahrzeiten nicht realisiert werden kann. Auch Alternativlösungen wie Paketshops sind aufgrund des Rückzugs stationärer Geschäfte kaum erfolgreich.¹⁰¹ Zu prüfen ist, ob sich die oben dargestellten bereits existierenden Hol- und Bring-Konzepte (vgl. Kap. 2), für den ländlichen Raum anwenden lassen.

⁹⁶ Vgl. Wolpert, S. (2013), S. 47; Erd (2015), S. 80ff.

⁹⁷ Vgl. Lehmacher, W. (2015), S. 29.

⁹⁸ Vgl. Raiber, S.; Bernecker, T. (2016), S. 27.

⁹⁹ Raiber, S. und Bernecker, T. (2016), S. 27.

¹⁰⁰ Vgl. Lehmacher, W. (2015), S. 29.

¹⁰¹ Vgl. Raiber, S.; Bernecker, T. (2016), S. 30f.

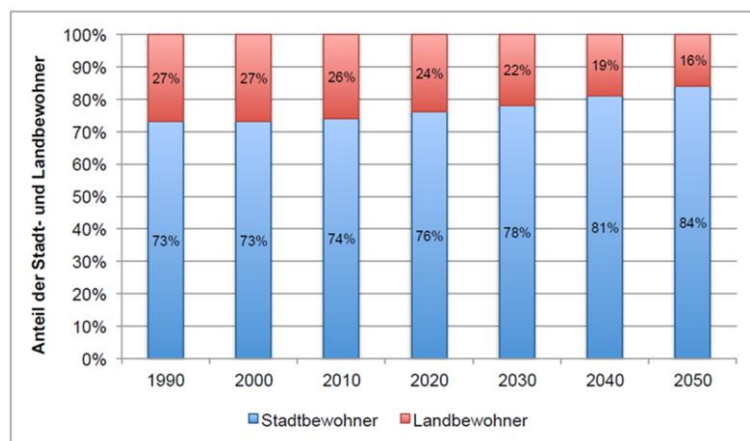


Abb. 5: Prognose der Entwicklungen des Anteils von Stadt- und Landbewohnern in Deutschland von 1990 bis 2050¹⁰²

Generelle Trends einer zunehmenden digitalen Durchdringung sozialer und ökonomischer Vorgänge, das Entstehen und Wachsen des Internets der Dinge und die Verbreitung des 3D-Drucks bergen neue Chancen für Logistikunternehmen und stoßen gesellschaftliche Diskussionen an. Schon heute bieten die Digitalisierung und die technologischen Entwicklungen im Rahmen von Industrie 4.0 bzw. Logistik 4.0 erhebliche Potenziale für Prozessverbesserungen und innovative Dienstleistungen. Eine Verknüpfung mit den Möglichkeiten, die die fortschreitende Digitalisierung grundsätzlich bieten könnte, ist jedoch bisher nicht erfolgt.¹⁰³

Technische Entwicklungen werden die Gestaltung der letzten Meile mit Blick auf das Jahr 2030 in unterschiedlichem Ausmaß beeinflussen.¹⁰⁴ Autonome Transportsysteme, wie selbstfahrende Lkw, Roboter oder Flugdrohnen, befinden sich heute in der Pilotphase und sind für die letzte Meile der nahen Zukunft grundsätzlich eine Option.

Die Bewältigung der zunehmenden räumlichen Disparitäten zwischen Stadt und Land wird sich zu einer zentralen Herausforderung – nicht nur im Themenfeld der letzten Meile – entwickeln. Ziel der Entwicklung innovativer Lieferkonzepte muss sein, auch in Dörfern ein vergleichbares Service-Niveau anbieten zu können wie in den Ballungsräumen. Dabei ist jedoch noch ungeklärt, inwieweit sich die oben vorgestellten logistischen Konzepte und Technologien auf den ländlichen Raum und dessen kleine Gemeinden übertragen lassen. Jedoch droht dem ländlichen Raum

¹⁰² Vgl. Statista (2015).

¹⁰³ Vgl. Zsikovits, H. (2013) sowie Hausladen, I. (2016), S. 192.

¹⁰⁴ Vgl. hierzu und im Folgenden ZF-Friedrichshafen 2016, S. 52.

und hier insbesondere kleineren Ortschaften und Dörfern ohne ein entsprechendes Gegensteuern ein gänzliches Wegbrechen von Versorgungsinfrastrukturen und damit ein (weiteres) Zurückfallen gegenüber der Stadt bzw. den Verdichtungsräumen.

4 Übertragbarkeit der Lösungen auf konkrete Aufgabenstellungen der Praxis

In Kooperation mit Prof. Arnd Jenne wurde ein EFRE-Forschungsantrag zum Thema „Lokale Onlinemarktplätze als Vertriebsweg für Einzelhändler in kleinen Gemeinden im ländlichen Raum (LoOma)“ gestellt mit einem besonderen Fokus auf die Belieferungsstrategien. Ziel des beantragten EFRE-Projekts ist es, einen angepassten Lokalen Onlinemarktplatz und daraus resultierend eine angepasste Belieferungsstrategie und Abwicklung der „Letzten Meile“ für Einzelhändler in kleinen Gemeinden im ländlichen Raum zu entwickeln, in der Beispielgemeinde Suderburg (Landkreis Uelzen) einzuführen und zu evaluieren.

Untersucht werden sollen folgende Fragestellungen für das beantragte EFRE-Projekt die Überwindung der letzten Meile betreffend:

- Wie kann es gelingen, kleinteilige Warensendungen verschiedener Endkonsumenten in der Gemeinde Suderburg so zu bündeln, dass kurze, schnelle und effiziente Touren in die Zustellgebiete entstehen, um Zustellkosten und Negativeffekte auf die Umwelt durch verstärkten CO₂-Ausstoß so niedrig wie möglich zu halten?
- Können hierfür in der Praxis erprobte Logistik-Konzepte aus Städten und Verdichtungsräumen auf den ländlichen Raum übertragen werden?
- Wie können Versand und Letzte Meile vor dem Hintergrund großer Entfernungen und geringer „Belieferungsdichte“ gestaltet werden?

Literaturverzeichnis

Auffermann, C.; Lange, V. (2012): Urban Retail Logistics, 2012.

Bertram, I. (2016), Starship-Roboter liefern Pakete für Hermes in Hamburg aus, <https://newsroom.hermesworld.com/pilottest-an-drei-paketshops-starship-roboter-liefern-pakete-fuer-hermes-in-hamburg-aus-10724>, Stand: 05.10.2016, Abruf: 4.4.2018.

Bicking, A. (2016): Die Rolle autonomer Technologien, Berlin 2016.

BITKOM (2014): Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Studie, Berlin 2014.

Bousonville, T. (2016): Logistik 4.0. Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette, o.O. 2016.

Brenck, A.; Gipp, C.; Nienaber, P. (2016): Mobilität sichert Entwicklung. Herausforderungen für den ländlichen Raum, https://www.adac.de/_mmm/pdf/fi_mobilitaet%20sichert_entwicklung_studie_0316_259064.pdf Stand: 1.2.2016, Abruf: 4.4.2018.

Buck, C. (2013): Bis 2020 gibt es 50 Milliarden vernetzte Geräte, in: Technology Review, <https://www.heise.de/tr/artikel/Bis-2020-gibt-es-50-Milliarden-vernetzte-Geraete-2041999.html>, Stand: 11.11.2013, Abruf: 3.4.2018.

BVL (2015) BVL, <http://www.bvl.de/presse/meldungen/archiv-2015/ersatzteile-im-3d-druck-herausforderung-fuer-logistik-und-einzelhandel>, Stand: 13.1.2015, Abruf: 20.1.2018.

Dahlmann, D. (2017): Meep, meep – hier kommt der Lieferroboter, unter: <http://nginmobility.com/artikel/daimler-starship-technologies-lieferroboter>, Stand: 23.03.2017, Abruf: 04.04.2018.

Deckert, C. (2016): Nachhaltige Logistik, in: Deckert, C. (Hrsg.): CSR und Logistik: Spannungsfelder Green Logistics und City-Logistik, Berlin, Heidelberg 2016, S. 3-41.

Devari, A.; Nikolaev, A. G.; He, Q. (2017). Crowdsourcing the Last Mile Delivery of Online Orders by Exploiting the Social Networks of Retail Store Customers. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Vol. 105, September 2017, Pages 105-122.

DHL (2017): Deutsche Post baut StreetScooter-Produktion aus, http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2017/deutsche_post_baut_street_scooterproduktion_aus.html, Abruf: 16. 03 2018.

Digitaltrends (2016): This room-service robot is a real hit with hotel guests, <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/relay-the-hotel-room-service-robot/> Stand: 02.08.2016, Abruf: 08.04.2018.

Donath, A. (2016). Amazon liefert Pakete mit Drohnen aus: <https://www.golem.de/news/belieferung-aus-der-luft-amazon-liefert-pakete-mit-drohnen-aus-1612-125078.html>, Stand: 2017, Abruf: 15.05.2017.

dpa (2016): Roboter auf den Bürgersteigen, Drohnen in der Luft, <http://etailment.de/news/stories/Roboter-auf-den-Buergersteigen-Drohnen-in-der-Luft-17008>, Stand: 4.8.2016, Abruf: 3.4.2018.

DPD GmbH (2016): Autonomes Fahren, https://www.dpd.com/de/media/press_releases/2016/autonomes_fahren_thesenpapier_und_szenarien, Stand: 2016, Abruf: 4.4.2018.

Erd, J.: Stand und Entwicklung von Konzepten zur City-Logistik, Wiesbaden 2015.

FFE (2011): https://www.ffe.de/download/article/382/Artikel_et_2011-03_Elektroroller.pdf; Stand: 18.07.2011, Abruf: 28.02.2018.

Forslund, L. et al. (2016): The Swedish Postal Services Market 2016, <https://www.pts.se/upload/Documents/EN/The-Swedish-Postal-Services-Market-2016.pdf>, Stand: 14.04.2016, Abruf: 10.10.2017.

Gassmann, M. (2015): Amateur-Paketboten sollen Amazon beim Sparen helfen, <https://www.welt.de/wirtschaft/article142686306/Amateur-Paketboten-sollen-Amazon-beim-Sparen-helfen.html>, Stand: 17.06.2015, Abruf: 4.4.2018.

Gassmann, O. (2010): Crowdsourcing. Innovationsmanagement mit Schwarmintelligenz, München 2010.

Hausladen, I. (2016): IT-gestützte Logistik, Wiesbaden 2016.

Hertel, J.; Zentres, J.; Schramm-Klein, H. (2011): Supply-Chain-Management und Warenwirtschaftssysteme im Handel, 2. Aufl., Berlin u.a. 2011.

Höfer, A.; Esl, E.; Türk, D.-A.; Hüttinger, V. (2015): Automobiltechnische Zeitschrift. Innovative Fahrzeugkonzepte für Shanghais letzte Meile, Technische Universität München 2015.

Internet und Gesellschaft e.V. (o.J.): Smart Country – digitale Strategien für Regionen, https://issuu.com/collaboratory/docs/smartcountry_hintergrundbericht_141, Abruf: 4.4.018.

Kampker, A. et al. (2016): Elektromobile Logistik, in: Deckert, C. (Hrsg.): CSR und Logistik: Spannungsfelder Green Logistics und City-Logistik, Berlin, Heidelberg 2016, S. 293-308.

Kampker, A.; Gerdes, J.; Schuh, G. (2017): Think big, start small, Berlin Heidelberg 2017.

Klaus, P.; Krieger, W.: Letzte Meile, in: Gablers Wirtschaftslexikon Logistik, 2004, S. 277.

Kolf, F. (2017): Wenn der Roboter die Pizza liefert, unter: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/dominos-inhamburg-wenn-der-roboter-die-pizza-liefert/19584636.html>, Stand: 29.3.2017; Abruf: 28.09.17.

Kummer, S., Grün, O., Jammerneegg, W. (2013): Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik, 3. Aufl., München u.a. 2013.

Lehmacher, W. (2015): Wie Logistik unser Leben prägt: Der Wertbeitrag logistischer Lösungen für Wirtschaft und Gesellschaft, Wiesbaden 2015.

Lonien, J. (2016): Logistik auf der ersten und letzten Meile im Wandel, 2016.

Lucke, H.-J. (2012): Systemtheoretische Grundlagen, in: hrsg.v. Krampe, H. et al., Grundlagen der Logistik: Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 4. Aufl., München 2012, S. 37-58.

Maienschein, B. (2016): Deutschland testet autonome Zustellroboter, in: MMLogistik, <https://www.mm-logistik.vogel.de/deutschland-testet-autonome-zustellroboter-a-538123/> Stand: 10.06.2016, Abruf: 12.04.2018.

Mallée, T. (2015): Wie 3D-Druck Logistik und Produktion verändert, in: Markt & Technik, Heft 15, 2015, S. 32-33.

Marathon Targets (2016): World's First Autonomous Pizza Delivery, <http://marathon-targets.com/2016/03/18/worlds-first-autonomous-pizza-delivery/>, Stand: 18.03.2016, Abruf: 08.04.2018.

Mauch, W. et al. (2011): Untersuchung der Alltagstauglichkeit von Elektrorollern, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 61. Jg., Heft 3, 2011, S. 72-75.

Mehmann, J.; Frehe, V.; Teuteberg, F.: Crowd Logistics – A Literature Review and Maturity Model, hrsg.v. Kersten, W. et al. Innovations and Strategies for Logistics and Supply Chains, Hamburg 2015, p. 117-145.

Morganti, E., Dablanc, L., & Fortin, F. (2014). Final deliveries for online shopping: The deployment of pickup point networks in urban and suburban areas. *Research in Transportation Business & Management*, 11, 23-31.

Müller, M.; Görnert, S.; Volkamer, A. (2006): *Güterverkehr in der Stadt*, Berlin 2006.

n-tv (2015): "On My Way" statt UPS Amazon will Privatpersonen ausliefern lassen, <https://www.n-tv.de/wirtschaft/Amazon-will-Privatpersonen-ausliefern-lassen-article15314811.html> Stand: 17.06.2015, Abruf: 28.2.2018.

Nusser, B. (2016): 5 Szenarien: So autonom kommen die Pakete ab 2020, <http://etailment.de/news/stories/Fuhrpark--Logistik-5-Szenarien-So-autonom-kommen-die-Pakete-ab-2020-20115>, Stand: 03.11.2016, Abruf: 3.3.2018.

o.V. (2017a): Schlüssellose Kofferraumbelieferung, <http://www.transport-online.de/Transport-News/Wirtschaft-Politik/17086/Schluessellose-Kofferraumbelieferung-Nox-liefert-Mercedes-Vans> Stand: 22.06.2017, Abruf: 28.09.2017.

o.V. (2017b); Urbane Logistik: Autonom in die Stadt, <http://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/17322/Schweizer-Start-up-stellt-selbstfahrende-Transportkapseln-auf-der-IAA-vor-Ur>, Stand: 19.09.2017, Abruf: 21.09.2017.

Pieringer, M. (2017): Geklickt, abgeholt, in: *Logistik Heute*, Heft 9, 2017, S. 72.

Piontek, J. (2016): *Bausteine des Logistikmanagements*, 5. Aufl., Herne 2016.

Raiber, S.; Bernecker, T. (2016): Geschäftsmodelle für die Last-Mile-Logistik, in: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. et al. (Hrsg.): *Logistik auf der ersten und letzten Meile im Wandel*, Berlin 2016.

Regiomat (2018): Das Prinzip von Regiomat, <https://www.regiomat.de/das-prinzip/> Stand: 2018.

Richter, S. / Wischmann, S. (2016): *Additive Fertigungsmethoden – Entwicklungsstand, Marktperspektiven für den industriellen Einsatz und IKT-spezifische Herausforderungen bei Forschung und Entwicklung, Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung des Technologieprogramms AUTONOMIK für Industrie 4.0 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie*, Berlin 2016.

Schnedlitz, P. et al. (2013): Last Mile: die letzten und teuersten Meter zum Kunden im B2C-E-Commerce, in: *Handel in Theorie und Praxis*, Festschrift zum 60. Geburtstag von prof. Dr. Dirk Möhlenbruch, hrsg. v. Schnedlitz, P. et al., Wiesbaden 2013, S. 249-273.

Schwan, S. (2015): Das Auto wird zur mobilen Lieferadresse für Pakete, <http://handelsjournal.de/2015/04/22/markt-marketing/simoneschwan/das-auto-wird-zur-mobilen-lieferadresse-fuer-pakete/> Stand: 22.04.2015, Abruf: 28.09.2017.

Schwenger, B.: Lernprozesse und Innovationen auf der letzten Meile, in: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. et al. (Hrsg.): Logistik auf der ersten und letzten Meile im Wandel, Berlin 2016.

Seemann, A. (2017): Lösungen für die ‚letzte Meile‘ – hat der Postmann ausgedient?, in: FM Logistik Magazin, Heft 4, 2017, S. 54-55.

Smart (2018): Die Mobilitätsservices von Smart – Smart add on, <https://www.smart.com/de/de/index/smart-add-on.html>, Stand: 1.1.2018, Abruf: 4.4.2018.

Sommer, U. (2017): Der Osten erfindet die Logistik neu, http://www.interlink-verkehr.de/images/testi/clusterwochen_2017_05_03.pdf; Stand: 03.05.2017, Abruf: 26.09.2017.

Sonntag, H.; Meimbresse, B. (2008): Logistikkonzepte in Metropolen – Kleinteilige Ansätze oder der große Wurf, Berlin 2008.

Statista (2018): <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/265995/umfrage/anzahl-der-elektroautos-in-deutschland/> Stand: 2018, Abruf: 4.4.2018.

Statista (o.J.): E-Commerce-Umsatz mit Waren in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2017 (in Milliarden Euro), <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/71568/umfrage/online-umsatz-mit-waren-seit-2000/>, Abruf: 4.4.2018.

Statistisches Bundesamt (2014): Mehr als ein Drittel der Haushalte in Deutschland sind Singlehaushalte, https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2014/05/PD14_185_122.html, Stand: 28.5.2014, Abruf: 4.4.2018.

Statistisches Bundesamt (2016): 47 Millionen Menschen in Deutschland kaufen über das Internet ein, https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/zdw/2016/PD16_28_p002.html, Stand: 12.7.2016, Abruf: 4.4.2018.

Stütz, S. et al. (2016): Projektabschlussbericht ELMO – Elektromobile urbane Wirtschaftsverkehre, Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML), Dortmund 2016.

Wannenwetsch, H. (2002): E-Logistik und E-Business, Stuttgart 2002.

Wannenwetsch, H. (2014): Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung, 5. Aufl., Berlin, Heidelberg 2014.

Wannenwetsch, H.; Nicolai, S. (2004) (Hrsg.): E-Supply Chain Management, 2. Aufl., Gabler: Wiesbaden, 2004.

Wegner, U.; Wegner, K. (2017): Einführung in das Logistik-Management, 3. Aufl., Wiesbaden 2017.

Welt (2016): Lieferroboter erobern Düsseldorfs Straßen, <https://www.welt.de/regionales/nrw/article157502490/Lieferroboter-erobern-Duesseldorfs-Strassen.html>, Stand: 04.08.2016, Abruf: 04.04.2018.

Welt (2017): Edeka testet Abholboxen für Lebensmittel an Bahnhöfen, unter: <https://www.welt.de/wirtschaft/article163279595/Edeka-testet-Abholboxen-fuer-Lebensmittel-an-Bahnhoefen.html>, Stand: 2017, Abruf am 23.05.2017.

WeltN24 GmbH (2015): <https://www.welt.de/wirtschaft/article148069948/Wal-Mart-testet-Lebensmittel-Lieferung-per-Drohne.html>, Stand: 2017, Abruf: 15.05.2017.

Wilkens, A. (2017): Daimler steigt bei Lieferroboter-Firma Starship ein, unter: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Daimler-steigt-bei-Lieferroboter-Firma-Starship-ein-3594958.html>, Stand: 2017, Abruf am 23.05.2017.

Woher, M. (2018): 3D-Druck steht vor dem Durchbruch, in: <http://www.handelsblatt.com/technik/forschung-innovation/grosse-wachstumschancen-3d-druck-steht-vor-dem-durchbruch/20907682.html>, Stand: 31.1.2018, Abruf: 22.2.2018.

Wolpert, S. (2013): City-Logistik: Bestandsaufnahme relevanter Projekte des nachhaltigen Wirtschaftsverkehrs in Zentraleuropa, Stuttgart 2013.

ZF-Friedrichshafen AG (2016): ZF-Zukunftsstudie 2016: Die letzte Meile, <https://www.zf-zukunftsstudie.de/zukunftsstudie-2016/die-letzte-meile/>, Stand: 28.11.2016, Abruf: 10.10.2017.

Zsikovits, H. (2013): Logistik, Konstanz, 2013.