

INNOVATIONEN AUF DER LETZTEN MEILE

KURIER- EXPRESS- PAKETDIENSTE



Bewertung der Chancen für die nachhaltige Stadtlogistik von morgen
Nachhaltigkeitsstudie 2017 im Auftrag des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK)



CO₂

Inhalt

Grußwort von Florian Gerster / Vorwort von Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski	4
Executive Summary	5
1 Ziele dieser Studie	8
2 KEP heute: unverzichtbar für die städtische Grundversorgung; Nutzung des gleichen Verkehrsträgers wie Stadtbusse	12
2.1 Berlin	14
2.1.1 KEP-Mengen und geografische Situation	14
2.1.2 KEP-Effizienz: drei- bis viermal höher	18
2.2 Hamburg	21
2.2.1 KEP-Mengen und geografische Situation	21
2.2.2 KEP-Effizienz: sechs- bis siebenmal höher	23
2.3 München	25
2.3.1 KEP-Mengen und geografische Situation	25
2.3.2 KEP-Effizienz: drei- bis viermal höher	27
2.4 Zwischenfazit: KEP-Dienste in deutschen Städten bereits sehr ökoefizient	30
3 Alternative Antriebe, konventionelle Konzepte	32
3.1 Dieselgetriebene Nutzfahrzeuge ersetzen	33
3.2 Elektromobilität auf der Letzten Meile	36
3.2.1 Simulationsergebnisse für Berlin	46
3.2.2 Simulationsergebnisse für Hamburg	48
3.2.3 Simulationsergebnisse für München	50
3.3 Erdgasantriebe auf der Letzten Meile	52
3.4 Zwischenfazit: besseres Angebot geeigneter Erdgas- und Elektrofahrzeuge erforderlich	58
4 Innovative Zustellkonzepte	62
4.1 Mikro-Depots: Zustellung mit Lastenfahrrädern	63
4.1.1 Welche Zustellgebiete eignen sich?	65
4.1.2 Anforderungen an Mikro-Depots	67
4.1.3 Das geeignete Lastenfahrrad	70
4.1.4 Wirtschaftlichkeit	72
4.1.5 Beispiele aus der Praxis	75

4.2 Disruptive Zustellkonzepte und Geschäftsmodelle	78
4.2.1 Autonome Technologien	79
4.2.2 Sharing Economy und SaaS	83
4.3 Verbesserung der Erstzustellquoten, weniger Verkehre	86
4.3.1 Dynamische Adresszustellung	86
4.3.2 Zustellung an schließsystembasierte Paketboxen	88
4.3.3 Zustellung in den Pkw-Kofferraum und an den Arbeitsplatz	92
4.4 Zwischenfazit: Neue Konzepte bieten teilweise große Potenziale	95
5 Innovative Zustellkonzepte: Akzeptanz und Handlungsempfehlungen	96
5.1 Akzeptiert beim Endkunden?	97
5.2 Fazit – und was geschehen sollte	106
Glossar	109
Tabellenverzeichnis	110
Abbildungsverzeichnis	110
Literaturverzeichnis	111
Methodik und Design der Studie	114

Grußwort von Florian Gerster

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,



Städter kennen das: Ein Lieferwagen in zweiter Reihe versperrt den Weg aus der Parklücke, womöglich läuft sogar noch der Motor, und vom Fahrer ist weit und breit keine Spur. Aus Sicht der Zusteller sieht die Situation jedoch etwas anders aus: Steigende Erwartungen wollen erfüllt werden, und die Uhr tickt.

2015 wurden in Deutschland 2,95 Mrd. Pakete verschickt. Bis 2020 sollen es 3,78 Mrd. sein. Ein toller Erfolg, auf den alle Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) und insbesondere die Zusteller stolz sein können. Doch gleichzeitig ächzen Städte und die Umwelt unter immer mehr Fahrzeugen auf den Straßen.

Das zusammen ist eine enorme Herausforderung für unsere Branche.

Wie bewältigen wir mehr Sendungen nachhaltiger und effizienter? Wie bleiben Unternehmen wettbewerbsfähig? Auf den nächsten Seiten wollen wir Antworten geben. Die BIEK-Nachhaltigkeitsstudie 2017 untersucht die Ökoeffizienz der KEP-Dienste erstmals mit der völlig neuen Einheit „Paketkilometer“. Zudem nimmt sie innovative Technologien unter die Lupe, prüft neue Geschäftsmodelle auf der Letzten Meile und behält immer die Akzeptanz beim Endkunden im Blick. Denn bei allem Fortschritt – auf dem Weg zur nachhaltigen Stadtlogistik bleiben Sendungen auf der Strecke, wenn wir nicht auch unsere Kunden mitnehmen.

Arbeiten wir an der nachhaltigen Zukunft der KEP-Dienste. Sorgen wir für lebendige Städte und den reibungslosen Alltag der Menschen. Gezielte Kooperationen können dabei helfen. Packen wir's an.

Ihr

Florian Gerster

Vorsitzender des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik

Vorwort von Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski

Sehr geehrte Damen und Herren,

KEP-Dienste sorgen für eine urbane Grundversorgung in der Bundesrepublik. Die steigende Nachfrage generiert mehr Wirtschaftsverkehre, jedoch sind besonders in Städten die Verkehrsflächen begrenzt. Die Folge sind Effizienzverluste, sinkende Durchschnittsgeschwindigkeiten und negative Auswirkungen auf die Umwelt.

Die vorliegende Studie befasst sich mit den Herausforderungen und Lösungen für eine nachhaltige Stadtlogistik. Sie untersucht zunächst die Ökoeffizienz der städtischen KEP-Verkehre in Berlin, Hamburg und München. Erstmals werden dafür die Mengengerüste der KEP-Verkehre erhoben und die logistische Leistung in der Einheit „Paketkilometer“ ermittelt. Die Ergebnisse werden dem ÖPNV mit Stadtbussen quantitativ gegenübergestellt, wobei die soziale Nachhaltigkeit beider Transportsysteme nicht gleichgesetzt wird. Anschließend gibt die Studie einen Überblick über innovative Technologien und Geschäftsmodelle der KEP-Branche und bewertet die Nachhaltigkeitspotenziale anhand der erhobenen Mengengerüste sowie deren Akzeptanz bei B2C-Kunden. Die Ergebnisse basieren auf einer umfangreichen Datenerhebung und auf ausführlichen, semistrukturierten Interviews mit Entscheidern der KEP-Branche sowie einer Internet-Umfrage bei Endkunden. Um die Erkenntnisse für eine nachhaltige Stadtlogistik nutzbar zu machen, leitet die Studie abschließend Handlungsempfehlungen ab, sowohl für die Politik als auch für die KEP-Branche.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Stadtlogistik durch KEP-Dienste bereits äußerst ökoeffizient ist und mit den untersuchten innovativen Technologien und Geschäftsmodellen in Zukunft weitere große Nachhaltigkeitspotenziale beinhaltet. Die sozioökonomische Akzeptanz für diese Innovationen ist hoch. Für den Markterfolg sind jedoch zwei wesentliche Erfolgsfaktoren relevant: adäquate politische Rahmenbedingungen und die weitere Kooperationsbereitschaft der KEP-Branche im Innovationsprozess.



Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski

Autor der BIEK-Nachhaltigkeitsstudie 2017

Heute

Gute Ausgangslage, vielversprechende Potenziale

- Der Benchmark der Ausgangssituation ergab eine hohe logistische Effizienz der KEP-Dienste auf der Letzten Meile. Sie ist um den Faktor 3 bis 7 höher als die des öffentlichen Stadtbusverkehrs. Bei wesentlich geringeren absoluten und spezifischen Luftschadstoff-Emissionen führt dies zu einer hohen Ökoeffizienz der KEP-Verkehre.
- Batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) können konventionell motorisierte Zustellfahrzeuge in urbanen Ballungsräumen logistisch 1:1 ersetzen, wenn sie mindestens 12 m³ Ladevolumen und 1 000 kg Nutzlast aufweisen. Kleinere BEV bis 5 m³ und mit ca. 600 kg Nutzlast können nur unter bestimmten Voraussetzungen und mit einem kleinen Anteil am Logistikmix eingesetzt werden. Eine Wirtschaftlichkeit der berechneten Szenarien ist bei den aktuellen Dieselmotorkraftstoffpreisen im operativen Betrieb nicht gegeben, hinzu kommen hohe Investitionen in die Ladeinfrastruktur in den Depots.
- Die CNG-Technologie ist im Vergleich zu Dieselfahrzeugen eine nachhaltige Brückentechnologie auf der Letzten Meile bis zur vollständigen Marktreife von BEV, insbesondere wenn Bio-Methan verfügbar ist. Jedoch ist das herstellereitige Angebot geeigneter CNG-Nutzfahrzeuge für die Letzte Meile sehr eingeschränkt.
- Bei den innovativen Zustellkonzepten wird das Mikro-Depot-Konzept als besonders nachhaltig eingestuft, bei sehr hoher sozioökonomischer Akzeptanz durch die B2C-Empfänger. Der Ersetzungsgrad konventioneller Zustellfahrzeuge durch Lastenfahrräder kann bei 1,1 bis 1,3 liegen. Die Gesamtwirtschaftlichkeit ist somit konzeptionell gegeben, hängt jedoch von den spezifischen Standortfaktoren wie Mietkosten und Entfernung zum Depot ab. Das Angebot an Lastenfahrrädern am Markt, die für die KEP-Branche geeignet sind, ist von der Modellvielfalt her ungenügend und von der Funktionalität her meist ein Kompromiss.
- Autonom fahrende Zustellfahrzeuge werden im urbanen Logistikmix eine wichtige Rolle spielen, ergänzt durch autonome Zustellroboter. Für Same Day Delivery und für Zeitfensterzustellungen gibt es seitens der B2C-Empfänger eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft. Die Akzeptanz von autonomen Zustellrobotern ist gegeben. Dennoch wird der persönliche Lieferservice durch Paketzusteller von den B2C-Empfängern sehr hoch geschätzt. Autonom fliegende Paketdrohnen werden in urbanen Ballungsräumen hingegen keine nennenswerte Rolle spielen, allenfalls bei privilegierten Sendungen.

EXECUTIVE SUMMARY





- SaaS-Geschäftsmodelle sind vor allem im B2C-Segment für die Same Day Delivery, etwa als innovativer Lieferservice des stationären Einzelhandels oder im Cross-Channel-Vertrieb, eine ideale Ergänzung zum Dienstleistungsangebot der KEP-Branche. Der Bedarf am Markt für Same Day Delivery wird in dem Maße steigen, wie Food Delivery an Akzeptanz gewinnt und die Dienstleistungspreise sinken. Bei günstigen Sendungspreisen ist eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft der B2C-Empfänger vorhanden.
- Die empfängerseitige Beeinflussung der Adresszustellung wird von den B2C-Empfängern stark akzeptiert. Eine erfolgreiche Erstzustellung im B2C-Segment wird als kritischer Erfolgsfaktor der KEP-Dienste gesehen. Crowd Delivery-Konzepte mit direkter Integration in die Letzte Meile der KEP-Dienste bieten in Deutschland keinen Mehrwert. Auch die Zustellung in den Pkw-Kofferraum wird in urbanen Ballungsräumen künftig keine nennenswerte Rolle spielen.
- Anbieteroffene und dezentrale, schließsystembasierte Paketboxsysteme am Wohnort werden von den B2C-Empfängern als absolut sinnvolle Alternative zur konventionellen Adresszustellung angesehen, was mit den Aussagen zur hohen Bedeutung einer erfolgreichen Erstzustellung im B2C-Segment korreliert.
- Für den Markterfolg sind adäquate politische Rahmenbedingungen und die Kooperationsbereitschaft der KEP-Branche für die Nutzung der Innovationen relevant.

Rückschlüsse auf die Ökobilanz von KEP-Transporten

Ziel der Nachhaltigkeitsstudie 2017 ist es, die Einsatzmöglichkeiten und Rahmenbedingungen neuer Technologien und Geschäftsmodelle anhand der drei größten deutschen Städte quantitativ und qualitativ zu bewerten sowie die sozioökonomische Akzeptanz durch die B2C-Empfänger zu ermitteln. Dafür wird erstmals eine neue funktionelle Einheit zur Bemessung der Transportleistung im KEP-Netzwerk definiert: der „Paketkilometer“. Er ist die Messgröße der logistischen Leistung der KEP-Dienste auf der Letzten Meile, analog zum „Personenkilometer“ als Messgröße der logistischen Leistung im ÖPNV.

Der Vergleich soll nützliche Erkenntnisse für die Ökoeffizienz der KEP-Dienstleister ermöglichen, die sich mit Stadtbussen den gleichen Verkehrsträger Straße teilen. Es ist jedoch nicht erlaubt, die Bedeutung beider Transportsysteme hinsichtlich der Sozioeffizienz gleichzusetzen. Während der Warentransport hauptsächlich privatwirtschaftliche Zwecke erfüllt und dabei soziale Schädwirkungen minimieren soll, trägt der öffentliche Stadtbusverkehr durch Maximierung des sozialen Nutzens zur sozialen Nachhaltigkeit bei und ist unverzichtbar für die gesellschaftliche Daseinsvorsorge.

In Zukunft

Wie mehr Nachhaltigkeit erzielt werden kann

Die Politik sollte ...

- Investitionen gezielt und speziell fördern – in batterieelektrische Fahrzeuge (BEV für engl. Battery Electric Vehicles) im Güterverkehr. So können BEV schneller in den urbanen Wirtschaftsverkehr eingeführt werden. Die Förderung könnte bei zunehmender Verbreitung und bei marktconformen Fahrzeugpreisen schrittweise reduziert werden.
- Rechtssicherheit schaffen – für mobile Mikro-Depots im öffentlichen Straßenraum. Dies sollte analog zur geplanten gesetzlichen Privilegierung von Parkflächen für Carsharing-Fahrzeuge geschehen.
- die zulässige Höchstgeschwindigkeit von Pedelec-Lastenfahrrädern auf 32 km/h anheben. Dies ist in den USA bereits zulässig und schafft mehr Sicherheit im städtischen Verkehr.
- die Leistungsbeschränkung für Pedelec-Lastenfahrräder aufheben. Das ist die Voraussetzung für wirtschaftliche Vorteile und weitere logistische Einsatzmöglichkeiten.
- den Standardisierungsprozess und die Etablierung von anbieteroffenen, schließsystembasierten Paketboxsystemen unterstützen.

Die KEP-Branche sollte ...

- kooperieren, um Standorte für stationäre oder mobile Mikro-Depots gemeinsam zu nutzen und so Fixkosten zu senken.
- Pedelec-Lastenfahrräder speziell für die Branche entwickeln – gemeinsam mit Herstellern und Wissenschaftlern. Ziel sind die Serienproduktion und ein adäquates Serviceangebot.
- innovative SaaS-Geschäftsmodelle in die Stadtlogistik integrieren und Netzwerkressourcen gemeinsam nutzen, z. B. Mikro-Depots. Das würde zusätzliche urbane Wirtschaftsverkehre vermeiden und Same Day Delivery preislich attraktiver machen.
- auf Crowd Delivery verzichten, wenn sie direkt in die Letzte Meile der KEP-Netzwerke integriert ist. Ansonsten könnten soziale Standards unterlaufen werden, und die öffentliche Wahrnehmung der KEP-Anbieter würde negativ beeinflusst.

EXECUTIVE SUMMARY



1

Ziele dieser Studie



Für viele sind sie so wichtig wie fließend Wasser: die Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) in Deutschland. Sie leisten Grundlegendes für das Leben und die Wirtschaft in der Bundesrepublik. Für den Alltag vieler Menschen sind KEP-Dienste nicht mehr wegzudenken. Und sie leisten immer mehr.

wohnen gesamt ca. 6,7 Mio. Menschen.⁶ Und es werden immer mehr. Damit steigt auch die Nachfrage nach KEP-Dienstleistungen.

Die steigende Nachfrage generiert mehr KEP-Wirtschaftsverkehre. In deutschen Großstädten treffen sie auf andere Wirtschaftsverkehre, die ihrerseits ebenfalls zunehmen: zum Beispiel motorisierte Individualverkehre (MIV) und den öffentlichen Stadtbusverkehr als straßengebundenen Teil des ÖPNV.

Die Verkehrsflächen, die für die Verkehre zur Verfügung stehen, sind meist historisch gewachsen und begrenzt. Die Folge sind Effizienzverluste für die Wirtschaftsverkehre, sinkende Durchschnittsgeschwindigkeiten und negative Auswirkungen auf die Umwelt, insbesondere durch die Emission von Luftschadstoffen und Lärm.

3,78 Mrd. Sendungen bis 2020 erwartet

Die Anzahl der Sendungen, die jährlich verschickt werden, wächst: 2015 waren es 2,95 Mrd., ein Plus von rund 6 % im Vergleich zum Vorjahr.³ Bis 2020 sollen es sogar 3,78 Mrd. Sendungen sein.⁴ Die KEP-Branche feiert also Erfolge. Gleichzeitig steht sie vor Herausforderungen, denn besonders in Städten sind die Verkehrsflächen begrenzt.

Aber die Verkehrsflächen in Städten sind begrenzt und begehrt

Der größte Teil der Abholungen und Zustellungen durch KEP-Dienste findet in städtischen Ballungsräumen auf der „Letzten Meile“⁵ statt. Sie ist ein kritischer Erfolgsfaktor, sowohl für die Kundenzufriedenheit als auch in Bezug auf die Kostensituation. Etwa drei Viertel der deutschen Bevölkerung leben in Städten. Allein in den drei größten deutschen Städten Berlin, Hamburg und München

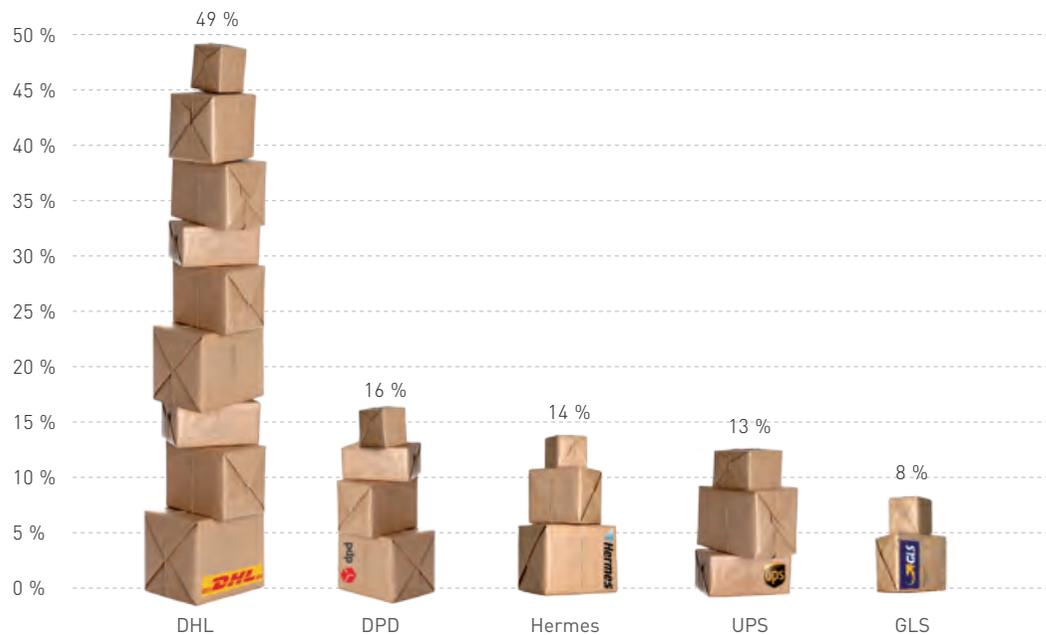


Abbildung 1: Marktanteile der Paketdienste in Deutschland im Jahr 2015 nach Anzahl transportierter Pakete! Den deutschen Paketmarkt teilen sich hauptsächlich DHL, DPD, Hermes, UPS, GLS, TNT und GO!²

¹ Darstellung aus (Statista (a), 2015); hier sind Kurier- und Expressdienstleister wie TNT und GO! nicht berücksichtigt

² Vgl. (ITA Consulting & wik consult, 2009), S. 51

³ Vgl. (Esser, et al., 2016), S. 11

⁴ Vgl. (Esser, et al., 2016), S. 12ff.

⁵ Der Begriff der „Letzten Meile“ ist nicht eindeutig definiert. In dieser Studie soll darunter überwiegend die Distributionslogistik von Sendungen im Nachlauf verstanden werden, ausgehend von den Depots oder Niederlassungen der KEP-Dienste bis zur Übergabe an die Empfänger. Auch der umgekehrte Logistikprozess im Vorlauf, also die Abholung von Sendungen beim Kunden bis zur Einlieferung in die Depots oder Niederlassungen der KEP-Dienste, wird darunter verstanden, wobei Nachlauf und Vorlauf meist auf der gleichen Tour mit dem gleichen Fahrzeug realisiert werden und in der Datenerhebung schwer zu trennen sind. Für die ökonomische und ökologische Bewertung der „Letzten Meile“ ist die getrennte Betrachtung von Vorlauf und Nachlauf daher letztlich nicht relevant, wenn man von Wechselbrückenverkehren im Vorlauf für Großkunden absieht. Hierbei werden wie für die Belieferung der Depots oder Niederlassungen der KEP-Dienste im nächtlichen Hauptlauf schwere Nutzfahrzeuge >12 t zGG eingesetzt, was nicht Untersuchungsgegenstand der Studie war.

⁶ Vgl. (Statista, 2014)

Mögliche Lösungen: neue Technologien und Geschäftsmodelle

Wie bleibt es vor diesem Hintergrund gewährleistet, dass Sendungen schnell und pünktlich ankommen? Wie kann künftig eine nachhaltige Logistik in Städten sichergestellt werden? Und wie gelingt es gleichzeitig, die Umwelt so gut wie möglich zu schonen? Mögliche Antworten liefern neue Technologien und Geschäftsmodelle. Ihnen nähert sich die BIEK-Nachhaltigkeitsstudie 2017. Zudem untersucht sie, was Endkunden zu den Innovationen sagen. Sind mögliche Technologien und Geschäftsmodelle für morgen aus heutiger Sicht überhaupt akzeptabel? Die folgenden Seiten zeigen es.

Emissionen senken: Städte sind das A und O

Die Europäische Kommission sieht in dem innerstädtischen Wirtschaftsverkehr ein wichtiges Handlungsfeld, um Transportemissionen zu senken. Ihr aktuelles Weißbuch zum europäischen Verkehrsraum beinhaltet ambitionierte Ziele:

„Städte leiden am meisten unter der Überlastung der Straßen, schlechter Luftqualität und der Lärmbelastigung durch den Verkehr. Der Stadtverkehr trägt einen Anteil von 25 % aller verkehrsbedingten CO₂-Emissionen und ist für 69 % aller Verkehrsunfälle verantwortlich. Ziel ist die schrittweise Verringerung von Fahrzeugen mit konventionellen Antrieben zur Reduzierung der Ölabhängigkeit, der Treibhausgasemissionen sowie der lokalen Luftverschmutzung und Lärmbelastigung. In größeren städtischen Zentren soll bis zum Jahr 2030 eine im Wesentlichen CO₂-freie Stadtlogistik realisiert werden sowie eine Infrastruktur für das Beladen und Betanken von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben.“⁷

Diese Ziele können durch Restriktionen seitens der Kommune nicht erreicht werden. Stattdessen sind Kooperationen, Partnerschaften und Innovationen in den Unternehmen unabdingbar.

Bislang haben nur wenige Studien Partnerschaften und Kooperationen für den innerstädtischen Wirtschaftsverkehr untersucht. Das betrifft auch die Rolle der Kommunen innerhalb solcher Partnerschaften. Gegenstand der meisten Untersuchungen in Bezug auf die Kommunen sind Restriktionen⁸ oder Modellentwicklungen, um Probleme des Lieferverkehrs zu lösen.⁹

Erst im Jahr 2015 wurde die Bedeutung der KEP-Logistik als unverzichtbare Grundversorgung von Städten näher untersucht. Die Untersuchung widmete sich zudem den Treibern, Zielen und Potenzialen einer Nachhaltigen Stadtlogistik durch KEP-Dienste – unter Einbeziehung aller Stakeholder.¹⁰

Rückschlüsse auf die Ökobilanz von KEP-Transporten

Ziel der Nachhaltigkeitsstudie 2017 ist es, die Einsatzmöglichkeiten und Rahmenbedingungen neuer Technologien und Geschäftsmodelle zu bewerten und die sozioökonomische Akzeptanz durch die B2C-Empfänger zu ermitteln. Um das zu schaffen, wird erstmals eine neue funktionelle Einheit mit dem öffentlichen Stadtbusverkehr definiert: der „Paketkilometer“. Er ist die Messgröße der logistischen Leistung der KEP-Dienste auf der Letzten Meile, analog zum „Personenkilometer“ im ÖPNV.

ÖPNV: unerlässlich für soziale Nachhaltigkeit und Daseinsvorsorge

Der Fokus der vorliegenden Studie ist es allein, aus der Gegenüberstellung mit dem ÖPNV durch Stadtbusse nützliche Erkenntnisse in Sachen Ökoeffizienz für KEP-Dienstleister zu ziehen, die sich mit Stadtbusen den gleichen Verkehrsträger Straße teilen. Es ist jedoch nicht erlaubt, die Bedeutung beider Transportsysteme hinsichtlich der Sozioeffizienz gleichzusetzen. Während der Warentransport hauptsächlich privatwirtschaftliche Zwecke erfüllt und dabei soziale Schädigungen minimieren soll, trägt der öffentliche Stadtbusverkehr durch Maximierung des sozialen Nutzens zur sozialen Nachhaltigkeit bei und ist unverzichtbar für die gesellschaftliche Daseinsvorsorge.

Der Grund: Beide Transportsysteme, sowohl die KEP-Dienste als auch der ÖPNV, sind Herausforderung und Lösung zugleich. Einerseits sind sie Mitverursacher des urbanen Verkehrs- und Umweltproblems. Andererseits bieten sie Lösungen, denn im Transport lassen sich hohe Bündelungseffekte erzielen.

⁷ (Europäische Kommission, 2011), S. 9

⁸ Vgl. (Muñuzuri, et al., 2012), S. 133ff.

⁹ Vgl. (McLeod, et al., 2006), S. 307ff.

¹⁰ Vgl. (Bogdanski, 2015)



2

KEP heute: unverzichtbar für die städtische Grundversorgung



Die Bedeutung der KEP-Dienstleistungen für die Grundversorgung von Städten wurde in der Vorstudie an den Beispielen Nürnberg und Frankfurt am Main wie folgt konstatiert:¹¹

Die KEP-Verkehre sind aus kommunaler Sicht insgesamt den notwendigen Quell- und Ziel-Verkehren mit geringer Schadwirkung infolge des geringen Anteils am Gesamtverkehrsaufkommen zuzurechnen. KEP-Dienstleistungen sind aus kommunaler Sicht eine unverzichtbare Grundversorgung der Stadt mit Waren aus dem Online-Handel (B2C), was durch den demografischen Wandel noch verstärkt wird. Weiterhin ermöglichen KEP-Dienste eine lebendige stationäre Einzelhandelskultur, weil insbesondere der nicht filialisierte Einzelhandel zu einem hohen Prozentsatz von KEP-Dienstleistungen logistisch abhängig ist (B2B). Aus Sicht des Handels wird diese Abhängigkeit von KEP-Dienstleistungen in dem Maße noch zunehmen, wie Multi-Channel-Strategien im stationären Einzelhandel erfolgreich implementiert werden.

Der jährliche Ersatz der Eigenlogistik privater Haushalte durch Motorisierten Individualverkehr (MIV) in Höhe von 2,3 Mio. Pkw-Kilometer durch den Bündelungseffekt von KEP-Lieferungen konnte in einer weiteren Untersuchung am Beispiel der Kölner Innenstadt nachgewiesen werden;¹² berücksichtigt man dabei die ermittelten 0,2 Mio. KEP-Fahrzeugkilometer als zusätzlich induzierten Wirtschaftsverkehr, entspricht das einem Ersetzungsgrad von 92 %.

ÖPNV: ebenso unverzichtbar

Die Einstufung von KEP-Dienstleistungen als unverzichtbare Grundversorgung von Städten sowie der hohe Ersetzungsgrad von MIV begründet die hohe Relevanz von KEP-Verkehren in deutschen Großstädten, mit stark steigender Tendenz. Der ÖPNV ist ebenfalls eine unverzichtbare Grundversorgung von Städten mit Personenbeförderungsdienstleistungen und ist ein Wirtschafts- und Standortfaktor

mit einem hohen Ersetzungsgrad von MIV,¹³ nutzt jedoch insbesondere im Segment des öffentlichen Stadtbusverkehrs die gleichen Ressourcen (Verkehrsträger Straße) im öffentlichen Raum. Stadtbusse haben einen großen Anteil an der Fahrleistung des ÖPNV im urbanen Raum; in Berlin 55 %, in Hamburg sogar ca. 75 % und in München 45 %.

Mehrere Transportsysteme, gleicher Verkehrsträger, dasselbe Umwelt- und Verkehrsproblem

Beide Transportsysteme der urbanen Grundversorgung von Privathaushalten, Handel und Gewerbetreibenden mit Mobilitätsdienstleistungen sind Mitverursacher des urbanen Verkehrs- und Umweltproblems. Wegen der hohen Bündelungseffekte sind sie gleichzeitig auch ein Lösungsangebot, Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

Rückschlüsse auf die Ökoeffizienz

Bei der Betrachtung einer Zielerreichung der drei Dimensionen des Nachhaltigkeitsbegriffs in den Transportunternehmen (ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit) muss zwingend beachtet werden, dass Ökoeffizienz und Sozioeffizienz in Benchmark-Betrachtungen nicht miteinander vermischt werden.¹⁴ Insbesondere ein Benchmark der Sozioeffizienz zwischen rein privatwirtschaftlichen KEP-Unternehmen und kommunalen Verkehrsbetrieben würde sich methodisch absolut verbieten, weil im privatwirtschaftlichen Kontext Sozioeffizienz als Minimierung soziale Schädigungen gesehen wird¹⁵ und im kommunalen Kontext des ÖPNV die Sozioeffizienz als Maximierung des sozialen Nutzens betrachtet werden muss.

Anders formuliert, stellt der ÖPNV nach Forsthoff eine staatliche und somit kommunale Daseinsvorsorge dar:

„Mit der Zusammenbringung großer Bevölkerungsmassen auf engsten Raum in den Großstädten, wie sie die industrielle Emanzipation im 19. und 20. Jahrhundert mit sich brachte, ergaben sich für die individuelle Daseinsführung neue Bedingungen und Erfordernis. Sie lassen sich in der Weise verdeutlichen, dass man den beherrschten und den effektiven Lebensraum des einzelnen unterscheidet. [...] Die durch die Industrialisierung ausgelöste räumliche Verschichtung der Bevölkerung hat dazu geführt, dass sich der beherrschte Lebensraum des Einzelnen mehr und mehr verringerte (von Haus, Hof und Werkstatt zur Mietwohnung und dem Arbeitsplatz in der Fabrik), während die Technik den effektiven Lebensraum außerordentlich erweiterte. Mit dem beherrschten Lebensraum gingen dem Einzelnen die Sicherungen verloren, die seinem Dasein eine gewisse Eigenständigkeit verliehen. Nun

¹¹ Vgl. (Bogdanski, 2015), S. 18ff.

¹³ Vgl. (Eichmann, et al., 2005), S. 5ff.

¹⁵ Vgl. ebenda

¹² Vgl. (Esser Kurte (a), et al., 2012), S. 41ff. ¹⁴ Vgl. (Schaltegger, et al., 2007), S. 16ff und S. 71ff.

war er auf Vorkehrungen angewiesen, die seiner sozialen Bedürftigkeit zur Hilfe kommen und die Daseinsführung ohne beherrschten Lebensraum erst möglich machen: Gas, Wasser, elektrische Energie, Abwasserableitung, Verkehrsmittel usw. Die soziale Bedürftigkeit ist also unabhängig vom Vermögen. [...] Dieser Bedürftigkeit zu Hilfe zu kommen, ist staatliche Aufgabe geworden, wobei Staat im weiteren, auch die Gemeinden umfassenden Sinne verstanden sein soll. Was in Erfüllung dieser Aufgabe geschieht, ist Daseinsfürsorge.“¹⁶

Somit ist lediglich ein Benchmarking der beiden Systeme hinsichtlich der Ökoeffizienz der Mobilität von Waren und Personen zulässig und sinnvoll. Selbst dabei muss darauf hingewiesen werden, dass hinsichtlich der logistischen Kennzahlen (z. B. der Auslastung der Verkehrsmittel) der ÖPNV infolge seines gesetzlichen Auftrags zur Daseinsvorsorge gegenüber rein privatwirtschaftlich aufgestellten Transportunternehmen strukturell schlechter gestellt ist; so muss ein Leistungsangebot auch zu Tageszeiten gewährleistet werden, an denen von vornherein schlechte Auslastungen zu erwarten sind, skaliert werden kann hier lediglich mit der Kapazität der Verkehrsmittel oder mit der Taktung. Zwar müssen auch KEP-Dienste in Gebiete mit geringen Empfängerdichten liefern, sind aber in der Wahl ihrer Konzepte und Serviceangebote lediglich den Gesetzen des Wettbewerbs verpflichtet.

Vergleich mit Stadtbusverkehr und ohne soziale Bewertung

Dennoch ist ein quantitativer Vergleich der Ökoeffizienz von KEP-Verkehren und dem ÖPNV ohne jegliche Form einer Bewertung der sozialen Nachhaltigkeit nicht nur methodisch zulässig, sondern in dieser Form auch erstmalig durchgeführt und interessant für weitere Untersuchungen einer nachhaltigen Stadtlogistik. Der Vergleich darf methodisch aufgrund des gemeinsam genutzten Verkehrsträgers Straße mit dem ÖPNV-Segment des öffentlichen Stadtbusverkehrs erfolgen, darüber hinausgehend jedoch nicht.

2.1 Berlin

2.1.1 KEP-Mengen und geografische Einordnung

In Berlin leisten die betrachteten KEP-Unternehmen eine werktägliche Zustellung von ca. 376 800 Paketen.¹⁷ Für die Zustelltouren werden überwiegend Dieselfahrzeuge bis 3,5 t zGG der Abgasnorm Euro4 oder besser eingesetzt, aber auch Dieselfahrzeuge mit 7,5 t zGG und ein geringer Anteil von Dieselfahrzeugen unter 2,8 t zGG. Insgesamt sind in Berlin ca. 2 450 Zustellfahrzeuge im werk-

täglichen Einsatz. Einige KEP-Dienste setzen vereinzelt auch andere Antriebs-technologien ein, so z. B. 25 CNG¹⁸-Fahrzeuge (UPS) und ca. 15 BEV¹⁹-Fahrzeuge (DHL und Hermes).

Die Depotstandorte sind geografisch im Stadtgebiet von Berlin verteilt, befinden sich aber teilweise auch deutlich außerhalb der Stadtgrenze (siehe Abbildung 2). Berücksichtigt man neben der Lage der Depotstandorte auch die Einwohnerdichte der einzelnen Berliner Postleitzahlengebiete, stellt man fest, dass sich die Depots teilweise in relativer Nähe zu den Gebieten mit der höchsten Einwohner-

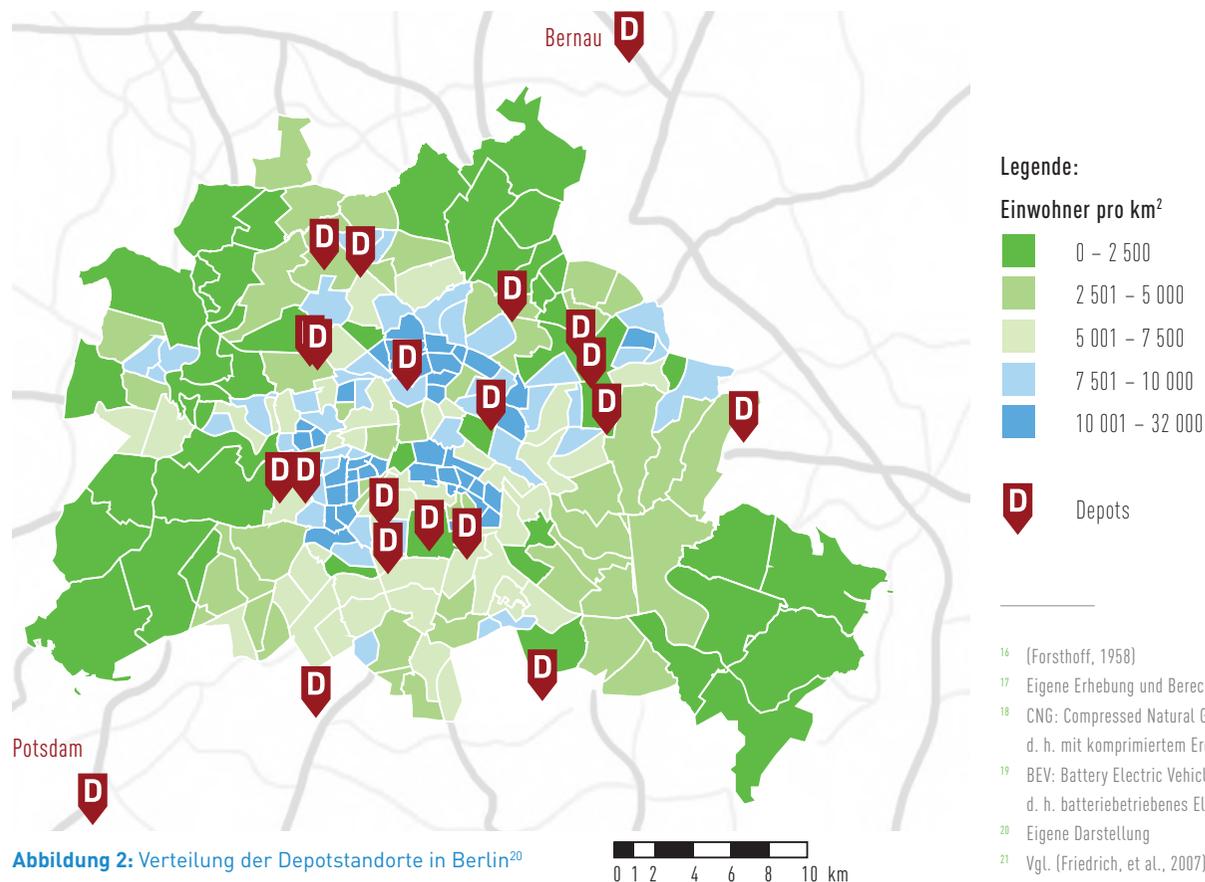


Abbildung 2: Verteilung der Depotstandorte in Berlin²⁰

dichte befinden. Die teils sehr hohen Werte der Einwohner / Quadratkilometer ergeben sich daraus, dass diese Gebiete kleiner als ein Quadratkilometer sind. Dennoch lassen sich viele Depots finden, die in Gebieten mit geringerer Einwohnerdichte oder außerhalb des städtischen Gebiets liegen und eine Entfernung ins Zentrum von bis zu 30 km Luftlinie aufweisen. Die dadurch resultierenden, sehr unterschiedlichen durchschnittlichen Tourenlängen können aus den erhobenen Daten in drei Klassen unterteilt werden:

- Klasse A bis 50 km
- Klasse B von 60 bis 80 km
- Klasse C von 90 bis 130 km

Die eingesetzten Zustellfahrzeuge können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Kategorie klein
(bis 2,8 t zGG, etwa VW Transporter mit 6 m³ Ladevolumen)
- Kategorie mittel
(bis 3,5 t zGG, etwa MB Sprinter mit 12 m³ Ladevolumen)
- Kategorie groß
(bis 7,5 t zGG, etwa Iveco Daily mit 22 m³ Ladevolumen)

Über alle betrachteten KEP-Unternehmen ergibt sich für Berlin ein Mengengerüst, bei dem infolge der stadtgeografischen Lagen der Depots der Anteil der Tourenklassen A ca. 53 % beträgt, die Tourenklasse B ca. 37 % ausmacht und die Tourenklasse C ca. 10 % Anteil hat.

Für ein Benchmarking von KEP-Dienstleistungen auf der Letzten Meile mit Personenbeförderungsdienstleistungen des straßengebundenen ÖPNV im urbanen Raum sind zuerst Bemessungsgrundlagen für die Transportleistung der KEP-Dienste zu definieren. Im ÖPNV ist für die Bemessung der Transportleistung der Personenkilometer (Pkm) bereits etabliert.

Touren-Klasse	Anzahl Touren, werktäglich	Stoppzahl pro Tour	Sendungszahl pro Tour	Quote der Erstzustellungen
A	1 298	98	163	92,9 %
B	897	75	148	97,0 %
C	256	78	133	93,0 %

Tabelle 1: Durchschnittliche werktägliche Tourendaten in Berlin

Transportleistung messen: die funktionelle Einheit „Paketkilometer“

Der Paketkilometer (Paket-km) ist eine Maßeinheit für die Transportleistung der KEP-Branche, die in Analogie zum Personenkilometer (Pkm) im ÖPNV oder zum Tonnenkilometer (tkm) in der Speditionsbbranche bestimmt werden kann:

Der Paketkilometer (Paket-km) auf der Letzten Meile ist das Summenprodukt aus der Anzahl der beförderten Sendungen und der dabei jeweils zurückgelegten Entfernung der Teilstrecken. Dabei wird nur die effektive Tourenlänge berücksichtigt.

Die effektive Tourenlänge auf der Letzten Meile ist als die Entfernung vom ersten bis zum letzten Stopp ohne Einfahrt in das bzw. Ausfahrt aus dem Zustellgebiet zu sehen, in Analogie zur Definition der Fahrplankilometer (Fpl-km) bzw. Nutzkilometer (Nkm) im öffentlichen Stadtbusverkehr. Diese werden im ÖPNV als Bemessungsgröße der sog. Fahrplanleistung verwendet, zu denen Einsatz-, Aussetz- und Verbindungsfahrten nicht gerechnet werden.²¹

Dabei ist zu beachten, dass das Zustellfahrzeug im Nachlauf sukzessive entladen wird (bzw. bei Abwicklung des Vorlaufs auf der gleichen Tour auch sukzessive beladen wird) und Einsatzfahrten nicht in die Berechnung einfließen, beispielsweise die Fahrt vom Start der Tour zum Depot – für den Fall, dass das Zustellfahrzeug nicht im Depot stationiert ist, sondern beispielsweise beim

Vertragspartner des KEP-Dienstes. Weiterhin fließt die Einfahrt des voll beladenen Zustellfahrzeugs in das Zustellgebiet und die Rückfahrt nach Tourende im Zustellgebiet zum Depot oder zum Ausgangspunkt nicht in die Berechnung ein.

Somit zählt die Einfahrt des voll beladenen Zustellfahrzeugs in das Zustellgebiet nicht zur effektiven Tourenlänge und wird nicht der Transportleistung der Letzten Meile zugerechnet. Eine Vergleichbarkeit mit dem Fahrplankilometer im öffentlichen Stadtbusverkehr ist damit absolut gegeben. Weiterhin sind mit dieser Definition auch Benchmarks zwischen einzelnen KEP-Unternehmen möglich, ohne dass zufällig weit vom Zustellgebiet entfernt liegende Depots die Transportleistung der Letzten Meile unzulässig verfälschen würden. Die real erbrachte Transportleistung des voll beladenen Zustellfahrzeugs bei der Einfahrt in das Zustellgebiet muss also methodisch der Transportleistung des Hauptlaufs (des sog. „Nachtsprungs“) zugerechnet werden. Auch die teil beladene Rückfahrt vom letzten Stopp zum Depot bei einer gemischten Zustell- und Abhottour wird methodisch dem Hauptlauf zugerechnet. Einen Sonderfall stellt das Mikro-Depot-Konzept dar (siehe Kapitel 4.1). Zustellfahrten per Lkw vom Depot zu den Mikro-Depot-Standorten müssten wegen des technologisch begrenzten Aktionsradius der Lastenfahrräder zumindest anteilig der Transportleistung der Letzten Meile zugerechnet werden.²²

²² Für den vorliegenden Benchmark spielen Transportleistungen mit dem Mikro-Depot-Konzept noch keine Rolle. Für die Zukunft liegt hier weiterer Forschungs- bzw. Definitionsbedarf vor, weil weit außerhalb der Stadtzentren liegende Depotstandorte auch hier die Berechnung der Transportleistung unzulässig verfälschen würden.

BEMESSUNG DER TRANSPORTLEISTUNG AUF

Eine reine konventionelle Zustelltour hätte demnach folgenden idealtypischen Verlauf der Paket-km (aus Gründen der Übersichtlichkeit und des besseren Verständnisses wurden hier nur wenige Stopps dargestellt, was einer realen Stoppzahl natürlich nicht entspricht):

Gesamte Fahrstrecke der Zustelltour: $5,0 + 10,0 + 0,5 + 0,5 + 1,0 + 1,5 + 0,8 + 12,0 = 31,3 \text{ km}$
 Effektive Tourlänge: $0,5 + 0,5 + 1,0 + 1,5 + 0,8 = 4,3 \text{ km}$
 Transportleistung Letzte Meile: $75 + 55 + 90 + 75 + 24 = 319 \text{ Paket-km}$

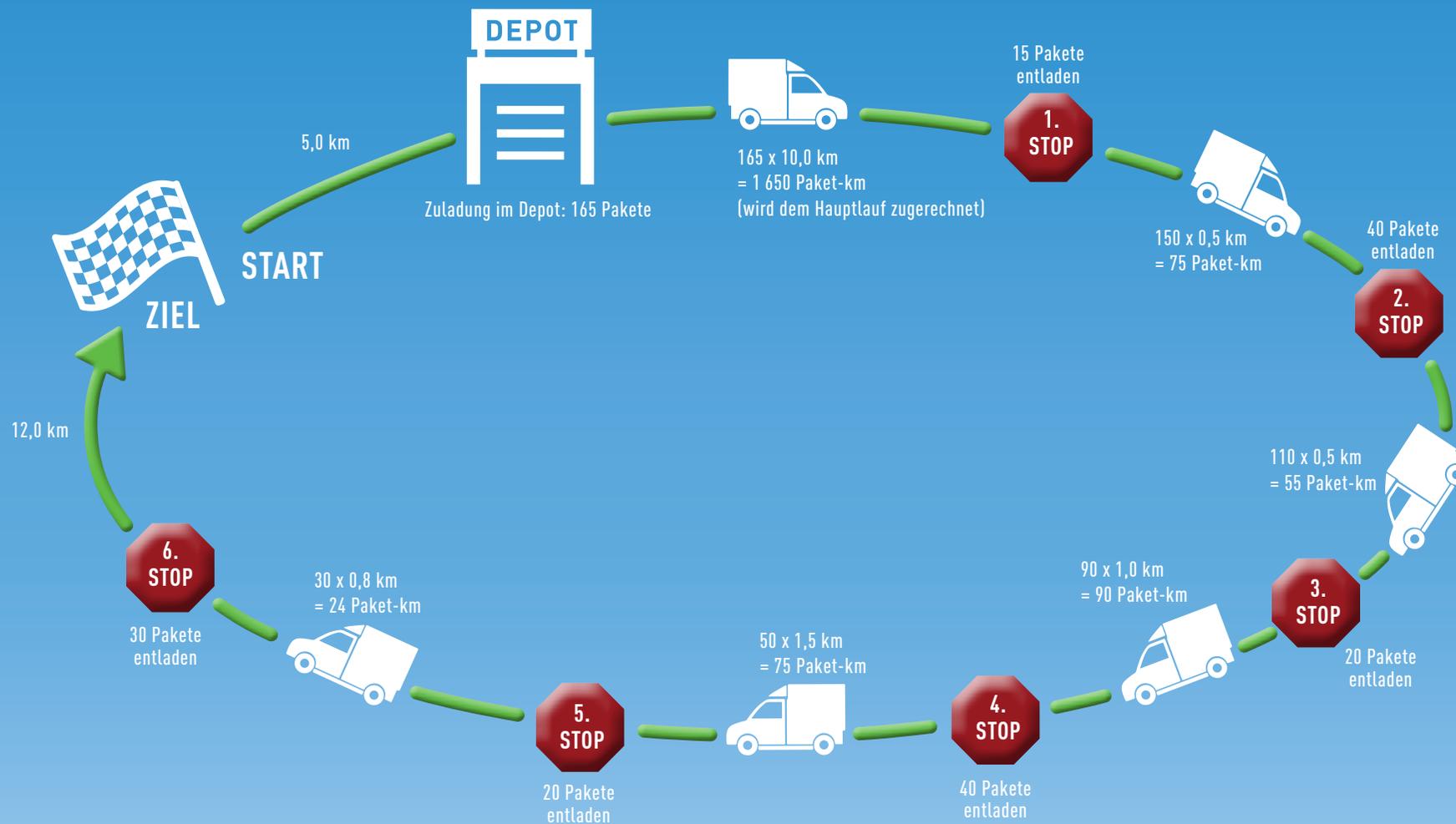


Abbildung 3: Ermittlung der Paket-km einer reinen Zustelltour²³

²³ Eigene Darstellung
²⁴ Eigene Darstellung

DER LETZTEN MEILE IN PAKET-KM

Wenn Zustellung und Abholung mit der gleichen Tour realisiert werden, erhöht sich die Transportleistung und es gibt eine teil oder voll beladene Rückfahrt aus dem Zustellgebiet zum Depot. Der idealtypische Verlauf der Paket-km sieht dann wie folgt aus (aus Gründen der Übersichtlichkeit und des besseren Verständnisses wurden auch hier nur wenige Stopps dargestellt, was einer realen Stoppzahl natürlich nicht entspricht):

Gesamte Fahrstrecke der Zustell- und Abholttour: $5,0 + 10,0 + 0,5 + 0,5 + 1,0 + 1,5 + 0,8 + 12,0 = 31,3 \text{ km}$
 Effektive Tourlänge: $0,5 + 0,5 + 1,0 + 1,5 + 0,8 = 4,3 \text{ km}$
 Transportleistung Letzte Meile: $75 + 55 + 90 + 165 + 72 = 457 \text{ Paket-km}$

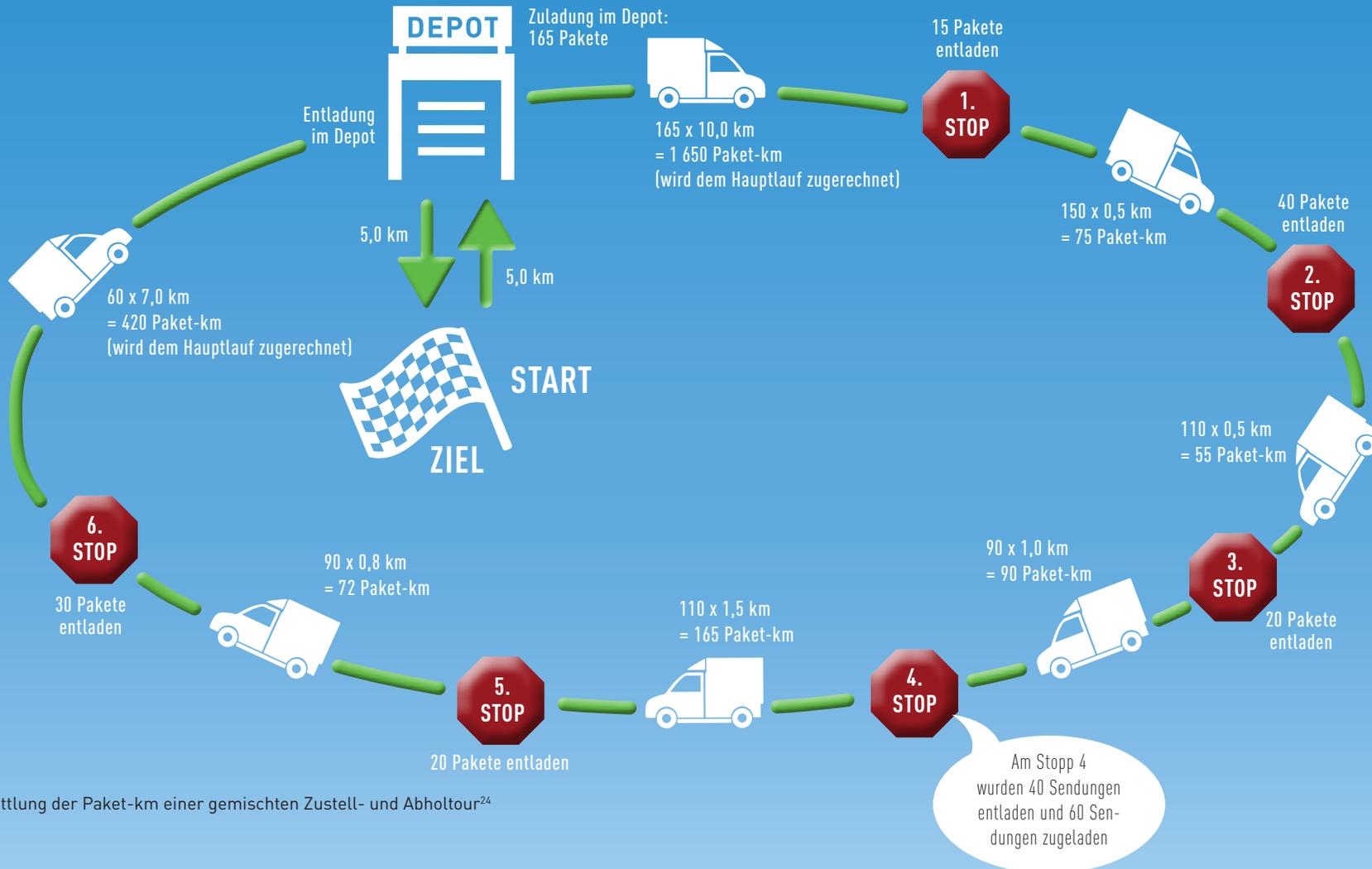


Abbildung 4: Ermittlung der Paket-km einer gemischten Zustell- und Abholttour²⁴

Auf dieser methodischen Grundlage verteilt sich in Berlin die Transportleistung der KEP-Dienste in den Tourenklassen wie folgt:

- Tourenklasse A: 825,1 Mio. Paket-km
- Tourenklasse B: 621,3 Mio. Paket-km
- Tourenklasse C: 221,3 Mio. Paket-km

in Summe 1 667,7 Mio. Paket-km, bei einer effektiven Tourenlänge von 30,2 Mio. km.²⁵

Zusammenfassung: Im Land Berlin erbringen insgesamt 2 451 Zustellfahrzeuge eine jährliche Transportleistung von 1 667,7 Mio. Paket-km bei einer effektiven Tourenlänge von 30,2 Mio. km. Das Verhältnis effektive Tourenlänge zu Transportleistung beträgt 1:55.

²⁵ Eigene Berechnungen

2.1.2 KEP-Effizienz: drei- bis viermal höher

Aus dem erhobenen Mengengerüst und realen Flottenverbräuchen ergeben sich für das Land Berlin folgende KEP-Umweltwirkungen:

Der jährliche Verbrauch von Dieselmotorkraftstoff der Berliner KEP-Fahrzeugflotte beträgt 46 467 hl_{Diesel}. Über die tatsächliche Verteilung der Schadstoffklassen in der Zustellflotte der einzelnen KEP-Dienste in Berlin, insbesondere bei deren Vertragspartnern, lagen keine exakten und vollständigen Informationen vor. Obwohl die KEP-Zustellfahrzeuge mit Sicherheit bereits häufig über einen Emissionsstandard Euro5 oder besser verfügen, wurde für die Emissionsberechnungen der konservative Ansatz eines homogenen Euro4-Emissionsstandards angenommen. Über die Verteilung nach Fahrzeugkategorien und jeweils der konservativen Annahme der Schadstoffklasse Euro4 emittiert die Fahrzeugflotte

Treibhausgase
15 056 t CO_{2e}

Stickoxide
162 t NO_x

Feinstaub
1 390 kg PM₁₀

in absoluter Höhe.²⁶

Hinsichtlich der Emissionen ergeben sich somit auf die Transportleistung bezogen die spezifischen Werte:

Treibhausgase
9,0 g CO_{2e} /
Paket-km

Stickoxide
97,2 mg NO_x /
Paket-km

Feinstaub
0,83 mg PM₁₀ /
Paket-km

Der Fahrzeugflotte der Berliner Verkehrsbetriebe BVG verfügt über einen Bestand von 1 392 Bussen²⁷ mit einer Beförderungsleistung von 1 397 Mio. Pkm²⁸ und einer Fahrplanleistung von 89 Mio. Nkm.²⁹ Die gesamte Fahrplanleistung der BVG mit Stadtbus, Straßenbahn und U-Bahn³⁰ sowie der Berliner S-Bahn GmbH³¹ beträgt 161 Mio. Nkm, wonach der Omnibusanteil der BVG am ÖPNV in Berlin nach Fahrleistung 55 % beträgt. Damit hat der Stadtbusverkehr einen maßgeblichen Anteil an der planmäßigen Fahrleistung des ÖPNV in Berlin.

Eine direkte Angabe des Flottenverbrauchs der Berliner Stadtbusflotte liegt nicht vor. Sie kann jedoch aus den für 2011 ausgewiesenen jährlichen Kohlendioxid-Emissionen von 144 024 t CO₂ sowie dem angegebenen Umrechnungsfaktor



von 2,64 kg CO₂/l³² errechnet werden zu 545 545 hl_{Diesel}. Unter Berücksichtigung der Steigerung der jährlichen Fahrplanleistung in 2011 von 87,8 Mio. Nkm³³ auf 88,9 Mio. Nkm in 2015³⁴ ergeben sich hochgerechnet 552 380 hl_{Diesel}. Mit Anwendung der Norm DIN EN 16258³⁵ entspricht dies einem Energieverbrauch von 661 322 MWh.

Berücksichtigt man die Treibhausgas-Emissionen Well-to-Wheel unter Anwendung der Norm DIN EN 16258 und wendet die überwiegenden Emissionswerte Euro5/EEV für Omnibus³⁶ auf den Energieverbrauch Tank-to-Wheel an, wurden in Berlin durch die Omnibusflotte der BVG im Jahr 2015

Treibhausgase 178 971 t CO _{2e}	Stickoxide 1 323 t NO _x	Feinstaub 13 226 kg PM ₁₀
---	---------------------------------------	---

in absoluter Höhe emittiert, was bei einer Beförderungsleistung von 1 397 Mio. Pkm die spezifischen Werte

Treibhausgase 128 g CO _{2e} / Pkm	Stickoxide 947 mg NO _x / Pkm	Feinstaub 9,5 mg PM ₁₀ / Pkm
--	---	---

ergibt.

An dieser Stelle sollen die errechneten Werte für die Omnibusflotte der BVG auf Plausibilität untersucht werden, da diese relativ hoch erscheinen. Das Umweltbundesamt gibt folgende durchschnittliche Werte für Linienbusse in Deutschland im Bezugsjahr 2014 an.³⁷

Treibhausgase 76 g CO _{2e} / Pkm	Stickoxide 410 mg NO _x / Pkm	Feinstaub 3,0 mg PM ₁₀ / Pkm
---	---	---

– bei einer zugrunde gelegten Auslastung von 21 % (die Auslastung ist der Quotient aus Personenkilometern und Platzkilometern). In diesem Wert sind Stadt- und Überlandlinienverkehre zusammengefasst, wobei Linienbusse im Überlandverkehr deutliche geringere Durchschnittsverbräuche erzielen als im reinen Stadtverkehr. Den stärksten Einfluss auf die Emissionswerte hat aber die zugrunde gelegte Auslastung der Linienbusse. Ein städtischer Linienbus kann im operativen Betrieb abhängig von seiner Auslastung zwischen 37 g CO_{2e} /Pkm in den Hauptverkehrszeiten und 295 g CO_{2e} /Pkm in den Nebenzeiten emittieren,³⁸ das entspricht einer Spreizung von 1:8. Weiterhin kann ein städtischer Linienbus abhängig von seiner Auslastung im operativen Betrieb zwischen 300 mg NO_x/Pkm in den Hauptverkehrszeiten und 2 200 mg NO_x/Pkm in den Nebenzeiten emittieren,³⁹ das entspricht einer Spreizung von 1:7.

Die Auslastung der Omnibusflotte der BVG für 2015 ist nicht explizit veröffentlicht, lediglich die Gesamtauslastung über alle Verkehrsmittel von 18,2 %.⁴⁰ Für 2014 lässt sich aber eine Auslastung der Omnibusflotte der BVG errechnen, diese ergibt sich bei 1 352 Mio. Pkm⁴¹ und 8 174 Mio. Platz-km⁴² zu 16,5 % und liegt damit deutlich unter der vom Umweltbundesamt zugrunde gelegten Auslastung. In Anbetracht der hohen auslastungsbezogenen Spreizung der spezifischen Emissionswerte für städtische Linienbusse erscheinen die für die Omnibusflotte der BVG errechneten spezifischen Emissionswerte somit absolut plausibel.

Zusammenfassung: Im Land Berlin erbringen insgesamt 1 392 Omnibusse eine jährliche Beförderungsleistung von 1 397 Mio. Pkm bei einer effektiven Fahrstrecke von 89 Mio. Nkm. Die Stadtbusse haben einen wesentlichen Anteil von 55 % an der Gesamtfahrleistung des ÖPNV in Berlin. Das Verhältnis effektive Fahrstrecke zu Beförderungsleistung beträgt 1:16.



²⁶ Eigene Erhebungen und Berechnungen nach DIN EN 16258 sowie (Umweltbundesamt Emissionsstandards, 2015)

²⁷ Vgl. (Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) (b), 2015)

²⁸ Vgl. (Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) (a), 2016), S. 12

²⁹ Vgl. ebenda

³⁰ Vgl. ebenda

³¹ Vgl. (S-Bahn Berlin GmbH, 2015), S. 21

³² Vgl. (Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), 2012), S. 88ff.

³³ Vgl. ebenda

³⁴ Vgl. (Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) (a), 2016), S. 12

³⁵ Vgl. (DIN e. V., 2013)

³⁶ Vgl. (Umweltbundesamt Emissionsstandards, 2015)

³⁷ Vgl. (Umweltbundesamt, 2016)

³⁸ Vgl. (Chester, et al., 2009), S. 4, Figure 1., Vehicle Active Operation

³⁹ Vgl. ebenda, S. 5, Figure 2., Vehicle Active Operation

⁴⁰ Vgl. (Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), 2016), S. 12

⁴¹ Vgl. ebenda

⁴² Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV), 2015), S. 62

Stellt man die logistische Effizienz (das Verhältnis der effektiven Fahrstrecke zur logistischen Leistung) sowie die absoluten Emissionen der Berliner KEP-Fahrzeugflotte und der Berliner Omnibusflotte gegenüber (siehe Abbildungen 5 und 6), kann festgestellt werden, dass die Berliner KEP-Fahrzeuge pro effektiv gefahrenen Kilometer eine drei- bis viermal höhere Transportleistung erbringen als die Berliner Stadtbusse, bei wesentlich geringeren absoluten Luftschadstoff-Emissionen.

Feststellung: Die Effizienz der KEP-Fahrzeugflotte in Berlin ist um den Faktor 3 bis 4 besser als die des öffentlichen Stadtbusverkehrs, bei wesentlich geringeren absoluten Luftschadstoff-Emissionen. Daraus ergibt sich eine hohe Ökoeffizienz der Berliner KEP-Fahrzeugflotte. Die Anzahl der Zustellfahrzeuge ist knapp doppelt so hoch wie die der Omnibusse (2 451 bzw. 1 392).



Abbildung 5: Logistische Effizienz (Verhältnis effektive Fahrstrecke und logistische Leistung) jeweils für KEP-Zustellfahrzeuge und für Stadtbusse in Berlin

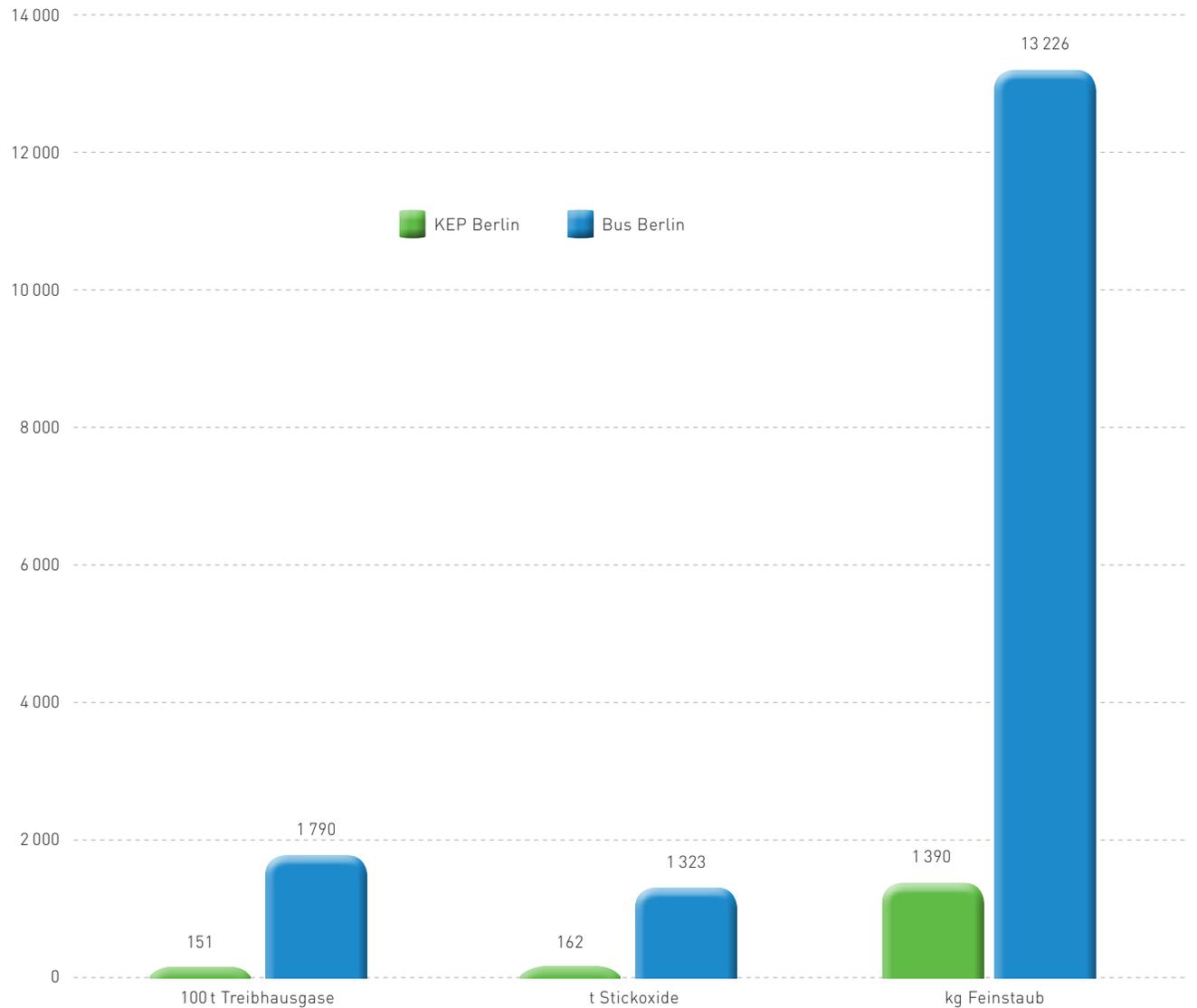


Abbildung 6: Gegenüberstellung der absoluten Umweltwirkungen KEP-Zustellfahrzeuge und Stadtbusse in Berlin

2.2 Hamburg

2.2.1 KEP-Mengen und geografische Situation

In Hamburg werden von den betrachteten KEP-Unternehmen werktäglich ca. 208 300 Paketen zugestellt.⁴³ Für die Zustelltouren werden ebenfalls überwiegend Dieselfahrzeuge bis 3,5 t zGG der Abgasnorm Euro4 oder besser eingesetzt, aber auch Dieselfahrzeuge mit 7,5 t zGG und ein geringer Anteil von Dieselfahrzeugen unter 2,8 t zGG. Insgesamt sind in Hamburg ca. 1 210 Zustellfahrzeuge im werktäglichen Einsatz.

Einige KEP-Dienste setzen vereinzelt auch andere Antriebstechnologien ein, so ca. 30 BEV⁴⁴-Fahrzeuge (UPS, DPD, Hermes und DHL).

Die Depotstandorte sind größtenteils im Stadtgebiet verteilt, mit wenigen Ausnahmen aber auch deutlich außerhalb der Stadtgrenze (siehe Abbildung 7).

Anders als in Berlin kann in Hamburg festgestellt werden, dass sich die Depots der KEP-Unternehmen zwar überwiegend im Stadtgebiet, aber vorwiegend nicht im Zentrum der Stadt befinden. Dies bedeutet, dass die Lagegunst zwischen Depotstandort und Einwohnerdichte nicht so hoch ist wie in der Bundeshauptstadt. Dennoch sind die Depots dispers über das Stadtgebiet verteilt, sodass sich die Entfernungen in die Bereiche mit der höchsten Einwohnerdichte in Grenzen halten.

Die dadurch resultierenden unterschiedlichen durchschnittlichen Tourenlängen können ebenfalls in die drei Klassen unterteilt werden:

- Klasse A bis 50 km
- Klasse B von 60 bis 80 km
- Klasse C von 90 bis 130 km

Die eingesetzten Zustellfahrzeuge können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Kategorie klein
(bis 2,8 t zGG, etwa VW Transporter mit 6 m³ Ladevolumen)
- Kategorie mittel
(bis 3,5 t zGG, etwa MB Sprinter mit 12 m³ Ladevolumen)
- Kategorie groß
(bis 7,5 t zGG, etwa Iveco Daily mit 22 m³ Ladevolumen)

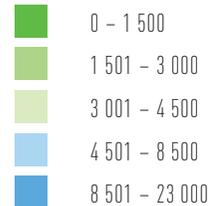
⁴³ Eigene Erhebung und Berechnung

⁴⁴ BEV: Battery Electric Vehicle, d. h. batteriebetriebenes Elektrofahrzeug

⁴⁵ Eigene Darstellung

Legende:

Einwohner pro km²



 Depots

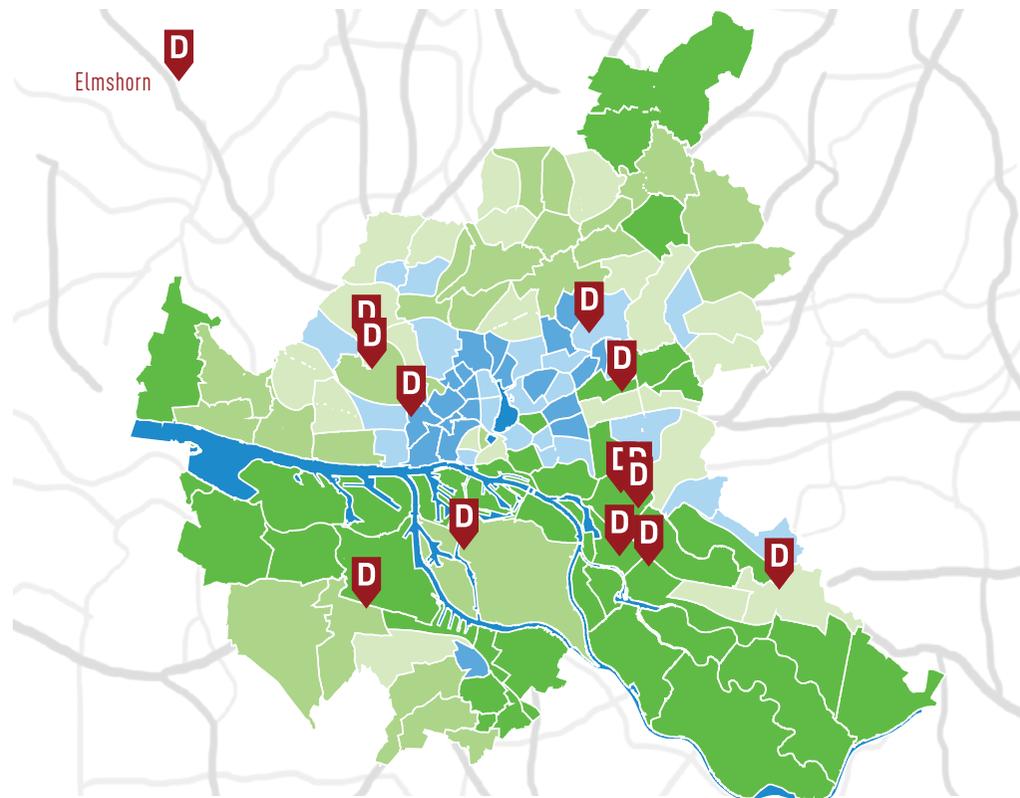


Abbildung 7: Verteilung der Depotstandorte in Hamburg⁴⁵



Touren-Klasse	Anzahl Touren, werktäglich	Stoppzahl pro Tour	Sendungszahl pro Tour	Quote der Erstzustellungen
A	664	98	169	94,3 %
B	234	99	147	91,9 %
C	314	92	193	95,8 %

Tabelle 2: Durchschnittliche werktägliche Tourendaten in Hamburg

Über alle betrachteten KEP-Unternehmen ergibt sich für Hamburg ein Mengengerüst, bei welchem infolge der stadtgeografischen Lagen der Depots der Anteil der Tourenklassen A ca. 55 % beträgt, die Tourenklasse B ca. 19 % ausmacht und die Tourenklasse C ca. 26 % einnimmt.

Die jährliche Transportleistung beträgt in den Tourenklassen

- Tourenklasse A: 423,1 Mio. Paket-km
- Tourenklasse B: 196,8 Mio. Paket-km
- Tourenklasse C: 441,2 Mio. Paket-km,

in Summe 1 061,1 Mio. Paket-km bei einer effektiven Tourenlänge von 12,3 Mio. km.⁴⁶

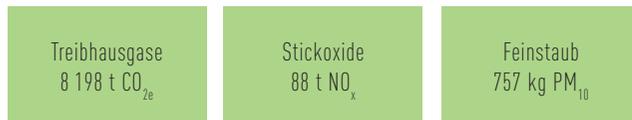
Zusammenfassung: In der Freien und Hansestadt Hamburg erbringen insgesamt 1 212 Zustellfahrzeuge eine jährliche Transportleistung von 1 061,1 Mio. Paket-km bei einer effektiven Tourenlänge von 12,3 Mio. km. Das Verhältnis effektive Tourenlänge zu Transportleistung beträgt 1:87.

⁴⁶ Eigene Berechnungen

2.2.2 KEP-Effizienz: sechs- bis siebenmal höher

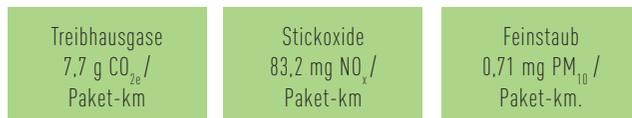
Aus dem erhobenen Mengengerüst ergeben sich mit den realen Flottenverbräuchen für die Freie und Hansestadt Hamburg folgende KEP-Umweltwirkungen:

Der jährliche Verbrauch von Dieselmotorkraftstoff der Hamburger KEP-Fahrzeugflotte beträgt 25 303 hl_{Diesel}.⁴⁷ Über die tatsächliche Verteilung der Schadstoffklassen in der Zustellflotte der einzelnen KEP-Dienste in Hamburg, insbesondere bei deren Vertragspartnern, lagen auch in diesem Fall keine exakten und vollständigen Informationen vor. Obwohl die KEP-Zustellfahrzeuge auch hier mit Sicherheit bereits häufig über einen Emissionsstandard Euro5 oder besser verfügen, wurde für die Emissionsberechnungen der konservative Ansatz eines homogenen Euro4-Emissionsstandards angenommen. Über die Verteilung nach Fahrzeugkategorien und jeweils der konservativen Annahme der Schadstoffklasse Euro4 emittiert die Fahrzeugflotte



in absoluter Höhe.⁴⁷

Hinsichtlich der Emissionen ergeben sich bezogen auf die Transportleistung die spezifischen Werte:



Wie im Fallbeispiel Land Berlin erläutert, soll auch an dieser Stelle ein quantitativer Vergleich mit dem öffentlichen Stadtbusverkehr der Freien und Hansestadt Hamburg vorgenommen werden. Der Busverkehr wurde für die Hamburger

Verkehrsverbund GmbH im Jahr 2014 im Stadtgebiet Hamburg mit einer Fahrplanleistung erbracht:

- mit 49,1 Mio. Fpl-km von der Hamburg Hochbahn AG (Bus)
- mit 17,5 Mio. Fpl-km von der Verkehrsbetrieb Hamburg-Holstein GmbH
- mit 1,7 Mio. Fpl-km von der Kraftverkehr Stade GmbH⁴⁸

Die gesamte Fahrplanleistung von Stadtbussen, der S-Bahn Hamburg GmbH und der U-Bahn der Hamburger Hochbahn AG beträgt im Stadtgebiet Hamburg gesamt 91 Mio. Nkm,⁴⁹ wonach der Omnibusanteil des HWV nach Fahrleistung 75 % beträgt (der Straßenbahnbetrieb wurde in Hamburg 1978 eingestellt). Damit hat der Stadtbusverkehr einen maßgeblichen Anteil an der planmäßigen Fahrleistung des ÖPNV in Hamburg. Nachhaltigkeitsberichte werden von den drei Busbetreibern nicht veröffentlicht, sodass zur Bewertung der Beförderungsleistung und der Umweltwirkungen andere Quellen herangezogen werden mussten.

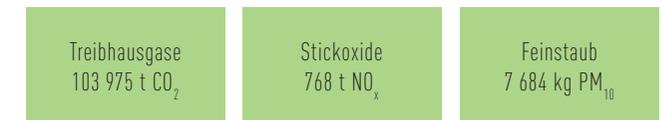
Die Hamburger Hochbahn AG verfügte 2014 über einen Bestand von 803 Bussen und erbrachte eine Beförderungsleistung in diesem Segment von 680,3 Mio. Pkm,⁵⁰ die Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein GmbH verfügten über einen anteiligen Bestand von 274 Bussen und erbrachte eine anteilige Beförderungsleistung von 175,9 Mio. Pkm,⁵¹ die Kraftverkehr Stade GmbH verfügte über einen anteiligen Bestand von 54 Bussen und erbrachte eine anteilige Beförderungsleistung von 36,5 Mio. Pkm.⁵²

Somit ergibt sich für das Stadtgebiet Hamburg in 2014 ein Bestand von gesamt 1 130 Bussen mit einer Beförderungsleistung von 892,7 Mio. Pkm.

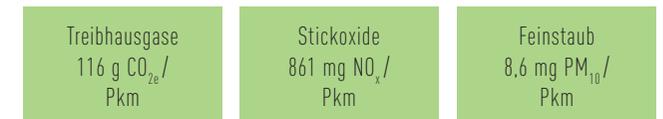
Eine absolute Angabe der Flottenverbräuche liegt nicht vor. Sie kann jedoch aus der Summe der effektiven Fahrstrecken von 68,3 Mio. Fpl-km⁵³ und dem Flottendurchschnittsverbrauch von 47,0 l_{Diesel}/100 km⁵⁴ errechnet werden zu 320 912 hl_{Diesel}.⁵⁵ Mit

Anwendung der Norm DIN EN 16258⁵⁵ entspricht dies einem Energieverbrauch von 384 203 MWh.

Berücksichtigt man die Treibhausgas-Emissionen Well-to-Wheel unter Anwendung der Norm DIN EN 16258 und wendet die überwiegenden Emissionswerte Euro5/EEV für Omnibus⁵⁶ auf den Energieverbrauch Tank-to-Wheel an, wurden in Hamburg durch die Omnibusflotte des HWV im Jahr 2014



in absoluter Höhe emittiert, was bei einer Beförderungsleistung von 829,7 Mio. Pkm die spezifischen Werte



ergibt.

⁴⁷ Eigene Berechnungen nach DIN EN 16258 sowie (Umweltbundesamt Emissionsstandards, 2015)

⁴⁸ Vgl. (Hamburger Verkehrsverbund GmbH, 2015)

⁴⁹ Vgl. (Hamburger Verkehrsverbund GmbH (a), 2015)

⁵⁰ Vgl. (Hamburger Hochbahn AG (a), 2015), S. 4

⁵¹ Eigene Berechnungen nach (Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein AG, 2015)

und (Hamburger Hochbahn AG (a), 2015)

⁵² Eigene Berechnungen nach (KVG Stade GmbH & Co. KG, 2016 und Hamburger Verkehrsverbund GmbH (b), 2015)

⁵³ Vgl. (Hamburger Verkehrsverbund GmbH, 2015)

⁵⁴ Vgl. (Hamburger Hochbahn AG Ingomar Spieß, 2012), S. 21

⁵⁵ Vgl. (DIN e.V., 2013)

⁵⁶ Vgl. (Umweltbundesamt Emissionsstandards, 2015)

Die Auslastung der Omnibusflotte des HVV für 2014 ist nicht explizit veröffentlicht, lässt sich aber errechnen. Sie ergibt sich bei 893 Mio. Pkm und 5 114 Mio. Platz-km⁵⁷ zu 17,5 % und liegt damit etwas über der Auslastung in Berlin (siehe Kapitel 2.1.2). In Anbetracht der sich somit günstiger ergebenden Werte erscheinen die für die Omnibusflotte des HVV errechneten spezifischen Emissionswerte somit absolut plausibel.

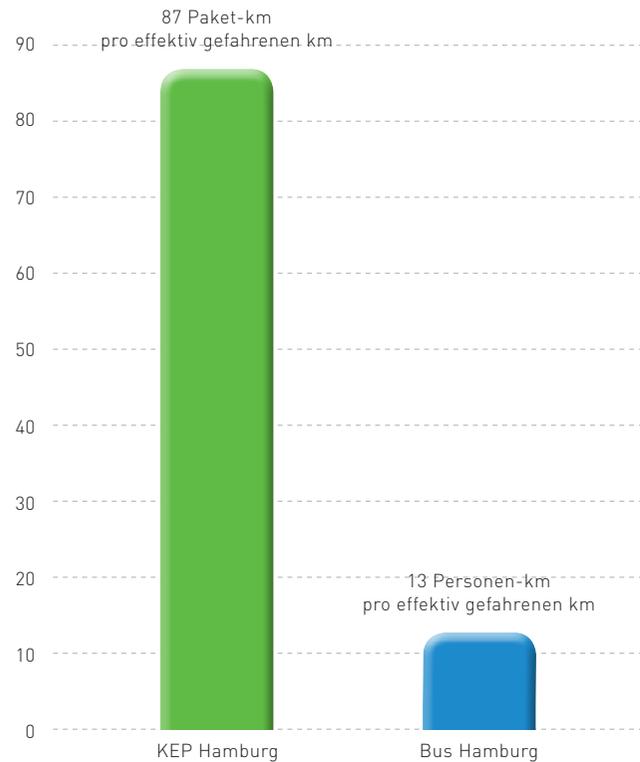


Abbildung 8: Logistische Effizienz (Verhältnis effektive Fahrstrecke und logistische Leistung) jeweils für KEP-Zustellfahrzeuge und für Stadtbusse in Hamburg

⁵⁷ Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV), 2015), S. 63; der VHH-Wert ist mit einem Anteil von 53 % nach den V01370-Werten für das Stadtgebiet Hamburg berücksichtigt worden.

Zusammenfassung: In der Freien und Hansestadt Hamburg erbringen insgesamt 1 130 Omnibusse eine jährliche Beförderungsleistung von 893 Mio. Pkm bei einer effektiven Fahrstrecke von 68 Mio. Fpl-km. Die Stadtbusse haben einen wesentlichen Anteil von 75 % an der Gesamtfahrleistung des ÖPNV in Hamburg. Das Verhältnis Fahrstrecke zu Beförderungsleistung beträgt 1:13.

Stellt man die logistische Effizienz (das Verhältnis der effektiven Fahrstrecke zur logistischen Leistung) sowie die absoluten Emissionen der Hamburger KEP-Fahrzeugflotte und der Hamburger Omnibusflotte gegenüber (siehe Abbildungen 8 und 9), kann festgestellt werden, dass die Hamburger KEP-Fahrzeuge pro effektiv gefahrenen Kilometer eine sechs- bis siebenmal höhere Transportleistung erbringen als die Hamburger Stadtbusse, bei wesentlich geringeren absoluten Luftschadstoff-Emissionen.

Feststellung: Die Effizienz der KEP-Fahrzeugflotte in Hamburg ist um den Faktor 6 bis 7 besser als die des öffentlichen Stadtbusverkehrs, bei wesentlich geringeren absoluten Luftschadstoff-Emissionen. Daraus ergibt sich eine hohe Ökoeffizienz der Hamburger KEP-Fahrzeugflotte. Die Anzahl der Zustellfahrzeuge ist annähernd gleich hoch wie der Omnibusse (1 212 bzw. 1 130).

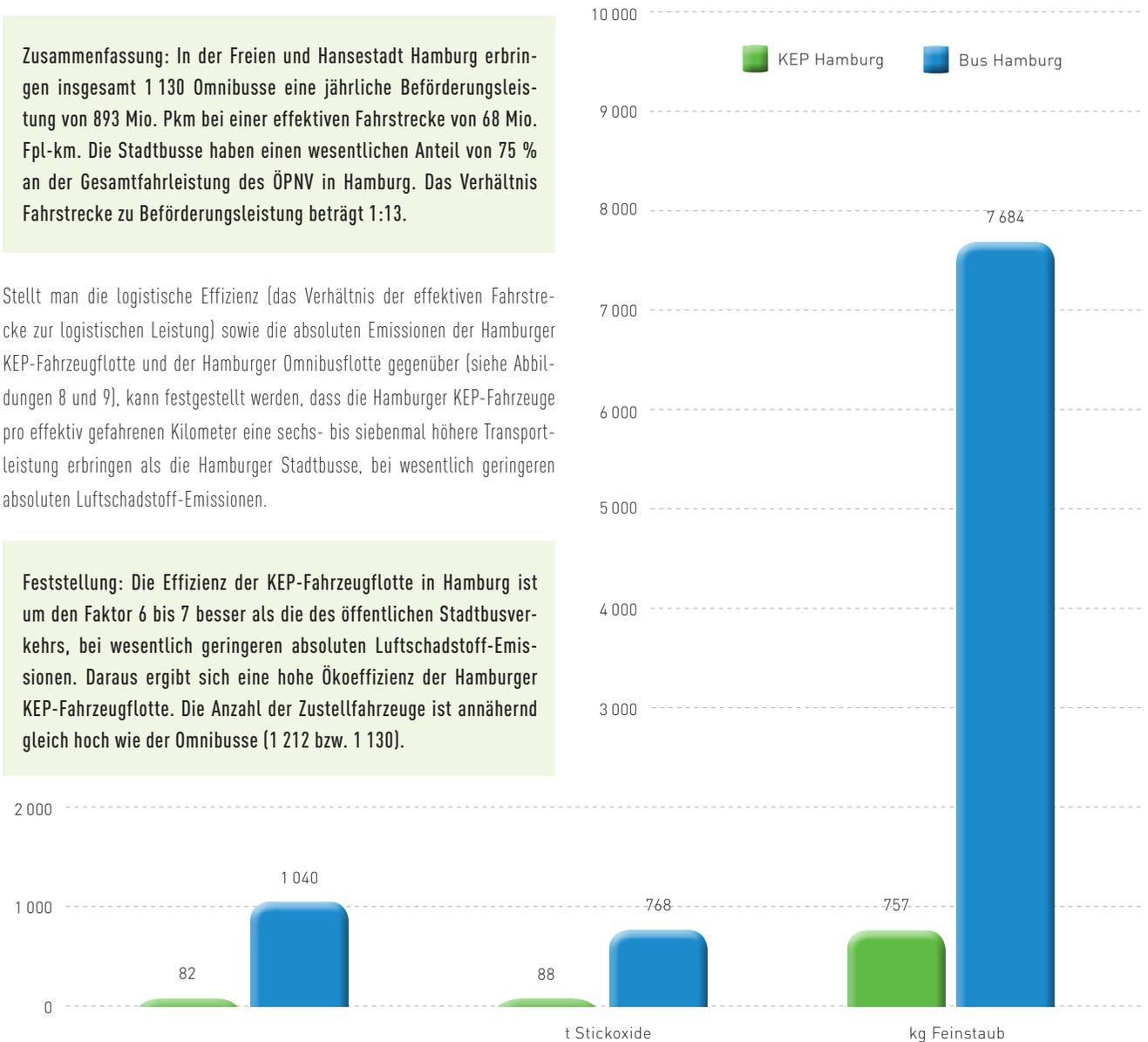


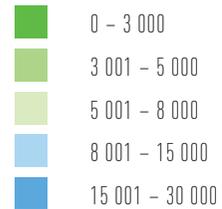
Abbildung 9: Gegenüberstellung der absoluten Umweltwirkungen KEP-Zustellfahrzeuge und Stadtbusse in Hamburg

2.3 München

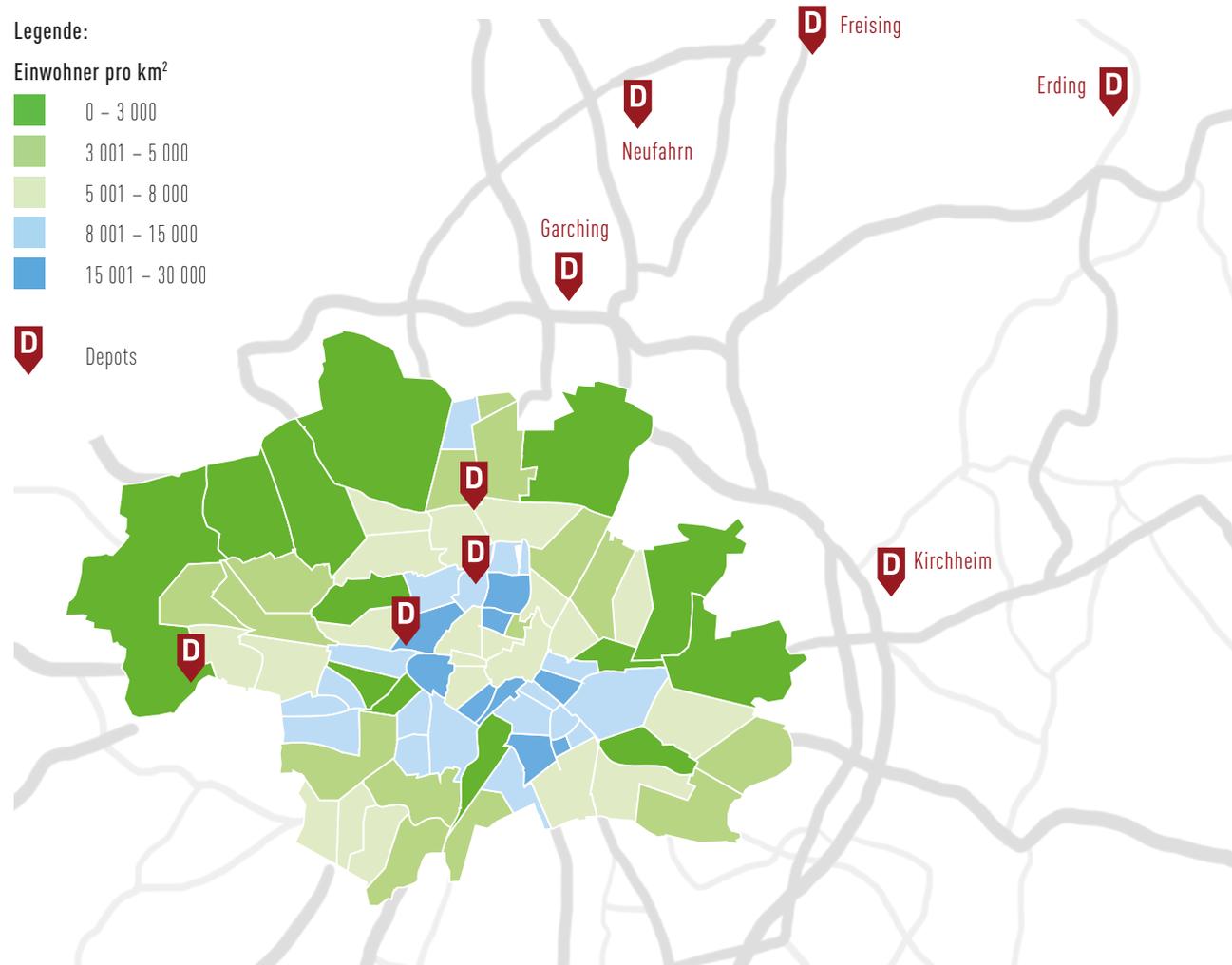
2.3.1 KEP-Mengen und geografische Situation

Legende:

Einwohner pro km²



 Depots



In München wird von den betrachteten KEP-Unternehmen eine werktägliche Zustellung von ca. 160 700 Paketen erbracht.⁵⁸ Für die Zustell Touren werden ebenfalls überwiegend Dieselfahrzeuge bis 3,5 t zGG der Abgasnorm Euro4 oder besser eingesetzt, aber auch Dieselfahrzeuge mit 7,5 t zGG und ein ebenfalls geringer Anteil von Dieselfahrzeugen unter 2,8 t zGG. Insgesamt sind in München ca. 1 050 Zustellfahrzeuge im werktäglichen Einsatz. Einige KEP-Dienste setzen vereinzelt auch andere Antriebstechnologien ein, so sieben CNG-Fahrzeuge (UPS) und ca. fünf BEV⁵⁹-Fahrzeuge (UPS und DHL).

Die Depotstandorte sind hälftig im Stadtgebiet verteilt, aber auch hälftig deutlich außerhalb der Stadtgrenze (siehe Abbildung 10).

In München muss konstatiert werden, dass die innerstädtischen Depots im Zentrum gelegen sind, wo die Einwohnerdichte relativ hoch ist. Anders als in Hamburg oder Berlin kann in München aber auch festgestellt werden, dass sich die anderen Depots der KEP-Unternehmen sehr deutlich außerhalb des Stadtgebietes befinden. Dies bedeutet, dass die Lagegunst zwischen Depotstandort und Einwohnerdichte nicht so hoch ist wie in Hamburg oder Berlin. Betrachtet man die Ist-Situation der derzeitigen Touren, die in das Stadtgebiet führen, so können diese hier in drei etwas abweichende Klassen unterteilt werden:

- Klasse A bis 40 km
- Klasse B von 60 bis 80 km
- Klasse C von 100 bis 150 km

⁵⁸ Eigene Erhebung und Berechnung

⁵⁹ BEV: Battery Electric Vehicle, d. h. batteriebetriebenes Elektrofahrzeug

⁶⁰ Eigene Darstellung

Abbildung 10: Verteilung der Depotstandorte in München⁶⁰





Touren-Klasse	Anzahl Touren, werktäglich	Stoppzahl pro Tour	Sendungszahl pro Tour	Quote der Erstzustellungen
A	430	95	158	93,9 %
B	238	104	183	97,1 %
C	378	87	121	94,4 %

Tabelle 3: Durchschnittliche werktägliche Tourendaten in München



Die eingesetzten Zustellfahrzeuge können wieder in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Kategorie klein
(bis 2,8 t zGG, etwa VW Transporter mit 6 m³ Ladevolumen)
- Kategorie mittel
(bis 3,5 t zGG, etwa MB Sprinter mit 12 m³ Ladevolumen)
- Kategorie groß
(bis 7,5 t zGG, etwa Iveco Daily mit 22 m³ Ladevolumen)

Über alle betrachteten KEP-Unternehmen ergibt sich für München ein Mengengerüst, bei welchem infolge der stadtgeografischen Lagen der Depots der Anteil der Tourenklassen A ca. 41 % beträgt, die Tourenklasse B ca. 23 % ausmacht und die Tourenklasse C ca. 36 % einnimmt.

Die jährliche Transportleistung beträgt in den Tourenklassen

- Tourenklasse A: 247,3 Mio. Paket-km
- Tourenklasse B: 311,4 Mio. Paket-km
- Tourenklasse C: 321,1 Mio. Paket-km,

in Summe 879,8 Mio. Paket-km bei einer effektiven Tourenlänge von 11,8 Mio. km.⁶¹

Zusammenfassung: In der Landeshauptstadt München erbringen insgesamt 1 046 Zustellfahrzeuge eine jährliche Transportleistung von 879,8 Mio. Paket-km bei einer Fahrstrecke von 11,8 Mio. km. Das Verhältnis effektive Tourenlänge zu Transportleistung beträgt 1:74.

2.3.2 KEP-Effizienz: drei- bis viermal höher

Aus dem Mengengerüst ergeben sich für die Landeshauptstadt München folgende KEP-Umweltwirkungen:

Der jährliche Verbrauch von Dieselmotorkraftstoff der Münchener KEP-Fahrzeugflotte beträgt 26 522 hl_{Diesel}. Über die tatsächliche Verteilung der Schadstoffklassen in der Zustellflotte der einzelnen KEP-Dienste in München, insbesondere bei deren Vertragspartnern, lagen auch in diesem Fall keine exakten und vollständigen Informationen vor. Obwohl die KEP-Zustellfahrzeuge auch hier mit Sicherheit bereits häufig über einen Emissionsstandard Euro5 oder besser verfügen, wurde für die Emissionsberechnungen der konservative Ansatz eines homogenen Euro4-Emissionsstandards angenommen. Über die Verteilung nach Fahrzeugkategorien und jeweils der konservativen Annahme der Schadstoffklasse Euro4 emittiert die Fahrzeugflotte

Treibhausgase 8 593 t CO _{2e}	Stickoxide 93 t NO _x	Feinstaub 793 kg PM ₁₀
---	------------------------------------	--------------------------------------

in absoluter Höhe.⁶²

Die spezifischen Emissionswerte betragen bezogen auf die Transportleistung:

Treibhausgase 9,8 g CO _{2e} / Paket-km	Stickoxide 105,2 mg NO _x / Paket-km	Feinstaub 0,90 mg PM ₁₀ / Paket-km.
---	--	--

Wie im Fallbeispiel Land Berlin erläutert, soll auch an dieser Stelle ein quantitativer Vergleich mit dem öffentlichen Stadtbusverkehr der Landeshauptstadt München vorgenommen werden.

Die Fahrzeugflotte der Münchner Verkehrsgesellschaft MVG verfügt 2015 über einen eigenen und fremden Bestand von 509 Bussen⁶³ mit einer Beförderungsleistung von 708 Mio. Pkm⁶⁴ und einer effektiven Fahrleistung von 31,9 Mio. Nkm.⁶⁵ Die gesamte Fahrplanleistung der MVG mit Stadtbus, Straßenbahn und U-Bahn sowie der S-Bahn München GmbH beträgt 72 Mio. Nkm,⁶⁶ wonach der Stadtbusanteil der MVG am ÖPNV in München nach Fahrleistung 45 % beträgt. Damit hat der Stadtbusverkehr einen maßgeblichen Anteil an der planmäßigen Fahrleistung des ÖPNV in München.

München ist zudem die einzige deutsche Großstadt, in der Omnibuszüge eingesetzt werden (Solobusse mit Personenanhängern), mit einer 30%igen Kapazitätssteigerung. Eine direkte Angabe des Flottenverbrauchs der Stadtbusse liegt nicht vor, kann jedoch aus dem für 2015 ausgewiesenen Wert von 92 g CO₂ pro Pkm⁶⁷ sowie dem Umrechnungsfaktor von 2,64 kg CO₂/l_{Diesel} errechnet werden zu 246 560 hl_{Diesel}. Mit Anwendung der Norm DIN EN 16258⁶⁸ entspricht dies einem Energieverbrauch von 295 188 MWh.

Berücksichtigt man die Treibhausgas-Emissionen Well-to-Wheel unter Anwendung der Norm DIN EN 16258 und wendet die Emissionswerte Euro5/EEV Omnibus⁶⁹ auf den Energieverbrauch Tank-to-Wheel an, wurden in München durch die Omnibusflotte der MVG im Jahr 2015

Treibhausgase 79 886 t CO _{2e}	Stickoxide 590 t NO _x	Feinstaub 5 904 kg PM ₁₀
--	-------------------------------------	--

in absoluter Höhe emittiert, was bei einer Beförderungsleistung von 708 Mio. Pkm die spezifischen Werte

Treibhausgase 113 g CO _{2e} / Pkm	Stickoxide 834 mg NO _x / Pkm	Feinstaub 8,3 mg PM ₁₀ / Pkm
--	---	---

ergibt.

Die Auslastung der Omnibusflotte der MVG ist nicht explizit veröffentlicht, lässt sich aber errechnen. Sie ergibt sich bei 708 Mio. Pkm und 2 870 Mio. Platz-km⁷⁰ zu 24,7 % und liegt damit über der Auslastung in Berlin und in Hamburg (siehe Kapitel 2.1.2 und 2.2.2). In Anbetracht der sich somit am günstigsten ergebenden Werte erscheinen die für die Omnibusflotte der MVG errechneten spezifischen Emissionswerte absolut plausibel.

⁶¹ Eigene Berechnungen

⁶² Eigene Erhebung

⁶³ Vgl. (MVG Münchner Verkehrsgesellschaft mbH, 2016), S. 15

⁶⁴ Eigene Berechnung nach Angaben des VDV, vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV), 2015), S. 37, Werte Großstadt > 500 000 EW und (MVG Münchner Verkehrsgesellschaft mbH, 2016), S. 14, Anzahl Fahrgäste Busverkehr

⁶⁵ Vgl. (MVG GmbH, 2016)

⁶⁶ Vgl. ebenda

⁶⁷ Vgl. (MVG Münchner Verkehrsgesellschaft mbH, 2016), S. 11

⁶⁸ Vgl. (DIN e.V., 2013)

⁶⁹ Vgl. (Umweltbundesamt Emissionsstandards, 2015), Euro5 angenommen aus (MVG Münchner Verkehrsgesellschaft mbH, 2016), S.14 und (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV), 2015), S. 52

⁷⁰ Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV), 2015), S. 64



Zusammenfassung: In der Landeshauptstadt München erbringen insgesamt 509 Omnibusse eine jährliche Beförderungsleistung von 708 Mio. Pkm bei einer effektiven Fahrstrecke von 32 Mio. Fpl-km. Die Stadtbusse haben einen wesentlichen Anteil von 45 % an der Gesamtfahrleistung des ÖPNV in München. Das Verhältnis Fahrstrecke zu Beförderungsleistung beträgt 1:22.

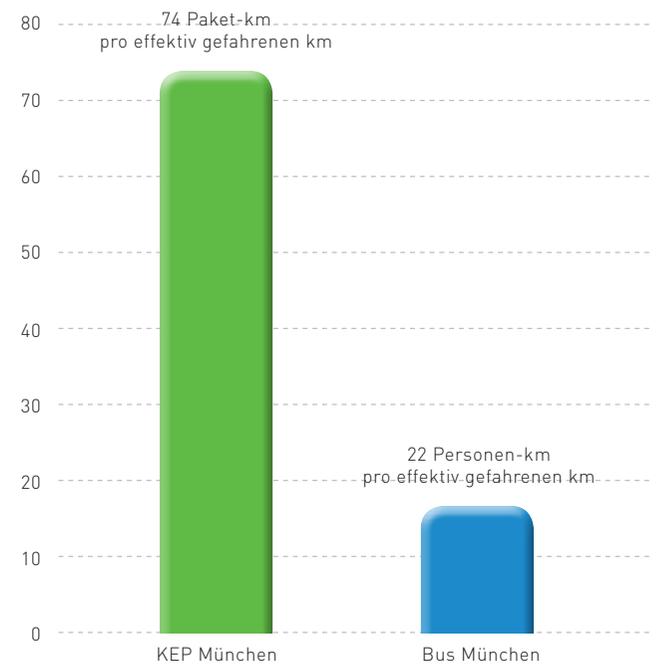


Abbildung 11: Logistische Effizienz (Verhältnis effektive Fahrstrecke und logistische Leistung) jeweils für KEP-Zustellfahrzeuge und für Stadtbusse in München

Stellt man die logistische Effizienz (das Verhältnis der effektiven Fahrstrecke zur logistischen Leistung) sowie die absoluten Emissionen der Münchener KEP-Fahrzeugflotte und der Münchener Omnibusflotte gegenüber (siehe Abbildungen 11 und 12), kann festgestellt werden, dass die Münchener KEP-Fahrzeuge pro effektiv gefahrenen Kilometer eine drei- bis viermal höhere Transportleistung erbringen als die Münchener Stadtbusse, bei wesentlich geringeren absoluten Luftschadstoff-Emissionen.

Feststellung: Die Effizienz der KEP-Fahrzeugflotte in München ist um den Faktor 3 bis 4 besser als die des öffentlichen Stadtbusverkehrs, bei wesentlich geringeren absoluten Luftschadstoff-Emissionen. Daraus ergibt sich eine hohe Ökoeffizienz der Münchener KEP-Fahrzeugflotte. Die Anzahl der Zustellfahrzeuge ist annähernd doppelt so hoch wie der Omnibusse (1 046 bzw. 509).

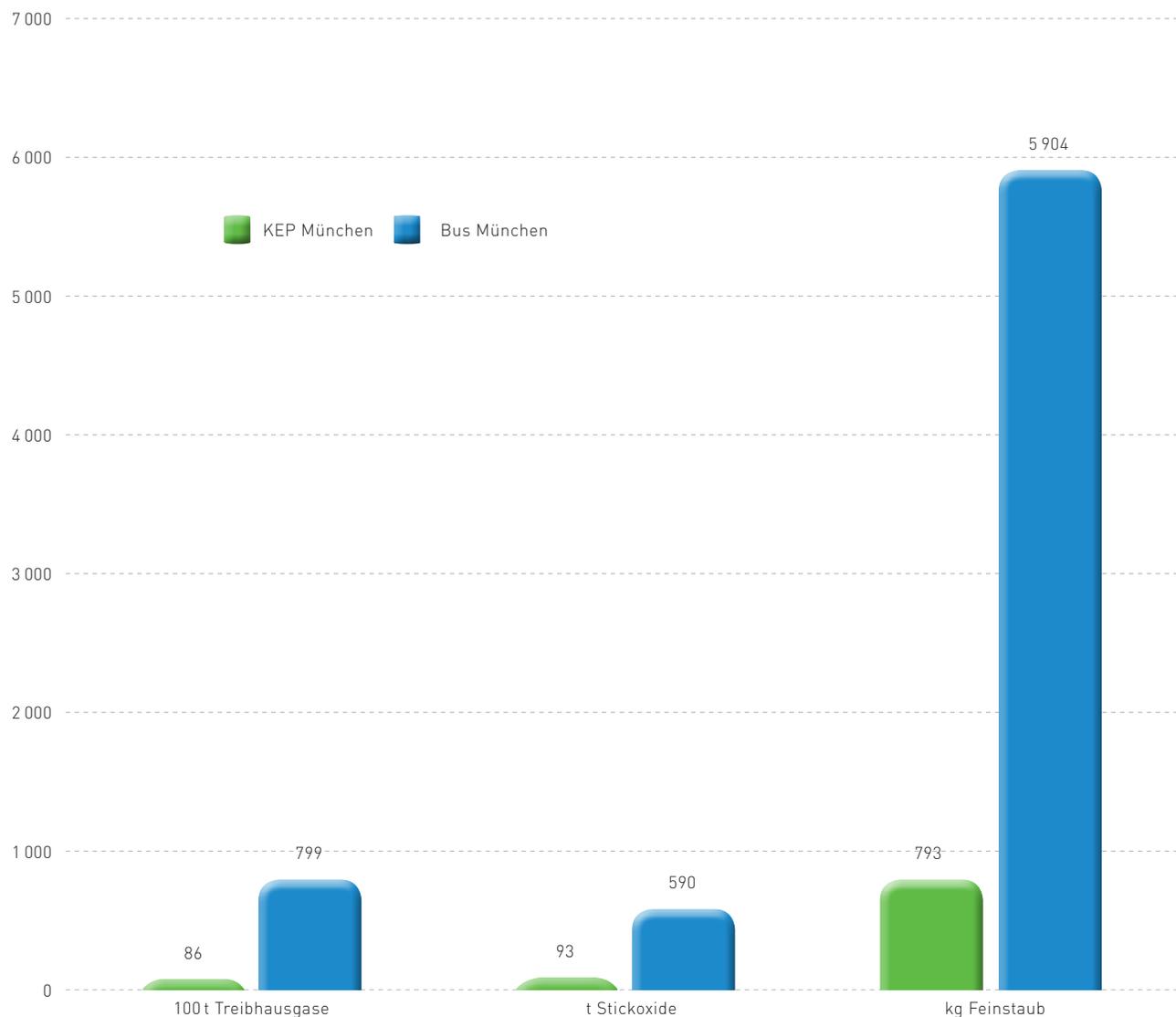


Abbildung 12:
Gegenüberstellung der absoluten Umweltwirkungen KEP-Zustellfahrzeuge und Stadtbusse in München

2.4 Zwischenfazit: KEP-Dienste in deutschen Städten bereits sehr ökoeffizient

Die These der geringen Schadwirkungen der KEP-Verkehre auf der Letzten Meile⁷¹ konnte in den untersuchten Fällen schon im Vergleich der absoluten Umweltwirkungen der KEP-Fahrzeugflotten mit den Omnibusflotten bestätigt werden. In den relevanten Luftschadstoffklassen emittiert die aktuelle KEP-Fahrzeugflotte im Vergleich zur Omnibusflotte

- 8 bis 11 % der Treibhausgase
- 7 bis 16 % der Stickoxide
- 13 bis 21 % des Feinstaubes

bei annähernd gleicher bis maximal doppelter Anzahl der Fahrzeuge.

Auch logistisch effizienter: mindestens um den Faktor 3

Die logistische Effizienz, gemessen im Verhältnis der effektiven Tourenlängen bzw. gefahrenen Fahrplankilometer zu den erzielten Paket-km bzw. Personenkilometern, ist bei den KEP-Diensten mindestens um den Faktor 3 höher. Bezogen auf die logistische Leistung, konnten die relativen Umweltwirkungen von KEP-Verkehren und Omnibus-Verkehren wie folgt nachgewiesen werden:

Stadt	KEP-Verkehr CO _{2e} in g/Paket-km	Stadtbus CO _{2e} in g/Pkm	KEP-Verkehr NO _x in g/Paket-km	Stadtbus NO _x in g/Pkm	KEP-Verkehr PM ₁₀ in mg/Paket-km	Stadtbus PM ₁₀ in mg/Pkm
Berlin	9,0	128,0	0,10	0,95	0,83	9,47
Hamburg	7,7	116,4	0,08	0,86	0,71	8,61
München	9,8	112,9	0,11	0,83	0,90	8,34

Tabelle 4: Relative Schadstoffemissionen KEP-Verkehre und straßengebundener ÖPNV⁷²

Die in den Kapiteln 2.1 bis 2.3 nachgewiesenen, wesentlich geringeren absoluten Schadstoffemissionen der KEP-Verkehre im Vergleich zum öffentlichen Stadtbusverkehr sind also auch, bezogen auf die jeweiligen logistischen Leistungen, deutlich niedriger. Das zeigt eine hohe Ökoeffizienz und unterstreicht nochmals die Feststellung der „geringen Schadwirkung von KEP-Verkehren infolge des geringen Anteils am Gesamtverkehrsaufkommen“.⁷³ Die enorme logistische Effizienz verifiziert die These des hohen Ersetzungsgrades von motorisiertem Individualverkehr.⁷⁴

Kooperation der Zusteller? Klingt plausibel, schließt sich aber aus

Trotz dieser Fakten vertreten Stakeholder des urbanen Wirtschaftsverkehrs oft die These, die KEP-Branche sei logistisch ineffizient. Grund ist die subjektive Wahrnehmung, dass Zustellfahrzeuge unterschiedlicher KEP-Dienste oft zeitgleich im gleichen Gebiet unterwegs sind. Es wird argumentiert, dass Zustellgebiete nach dem logistischen Prinzip einer Gebietspedition einem einzelnen Anbieter mit dem Ziel der Verkehrsreduzierung fest zugeordnet werden könnten – im Sinne einer echten horizontalen Kooperation der KEP-Dienste auf der Letzten Meile.

Was plausibel klingt, lässt aber die Tatsache außer Acht, dass viele Touren gemischte Zustell- und Abhol Touren sind und gerade die Abholungen der „Point of Sale“ der KEP-Dienste sind. Das schließt eine horizontale Kooperation aus wettbewerblicher Sicht aus. Weiterhin differenzieren sich die KEP-Dienste stark über ihr Dienstleistungsangebot und die verfügbaren IT-Services für Kunden. Auch dies ließe bei reinen Zustell Touren horizontale Kooperationen scheitern, sowohl an der Komplexität als auch der dann allumfassenden Dienstleistung.

Auslastung mit 160 Sendungen pro Tour bereits sehr gut

Abgesehen davon ergeben die erhobenen Mengengerüste in Berlin, Hamburg und München eine durchschnittliche Auslastung von ca. 160 Sendungen pro Tour. Damit ist ein typisches Zustellfahrzeug der Klasse 3,5 t zGG sehr gut ausgelastet.



sodass eine „Umverteilung“ der Sendungen zwischen den agierenden KEP-Diensten keinesfalls zu einer Verringerung der absoluten Anzahl der Zustellfahrzeuge führen würde. Im Gegenteil: Wenn gemischte Zustell- und Abhol Touren aufgebrochen werden, würde das die Anzahl der motorisierten Zustellfahrzeuge in den Städten erheblich erhöhen, gleichzeitig würde die logistische Effizienz sinken.

| Lage der Depots teils weit außerhalb

Ein weiterer wichtiger Aspekt sind die stadtgeografischen Lagen der Depots der KEP-Dienste, die sich, wie am Beispiel von Berlin, Hamburg und München aufgezeigt, teilweise weit außerhalb der Stadtzentren befinden. Für eine Sendungskonsolidierung nach dem Cross Docking-Prinzip wären aber zusätzliche Umschlagspunkte in den derart zu konsolidierenden Gebieten erforderlich, die es als großflächige Logistikimmobilien im dicht besiedelten urbanen Raum so aber nicht gibt. Überdies würden auf diese Art und Weise zusätzliche Schwerlastverkehre >12 t zGG von den Depots zu diesen Cross Docks in den Innenstädten generiert.

| Mögliche Lösung: Mikro-Depots

Einen Ausweg bietet einzig das Mikro-Depot-Konzept (siehe Kapitel 4.1). Es ermöglicht die Zustellung auf der „Allerletzten Meile“ mit Lastenrädern – lokal emissionsfrei, geräuschfrei, mit geringem Verkehrsflächenbedarf und geringer Verkehrsfähigung. Diese Mikro-Depots in den Zustellgebieten können kooperativ genutzt werden, ohne die eigentlichen Geschäftsmodelle der KEP-Dienste im Sinne einer echten horizontalen Kooperation vermischen zu müssen. Eine echte und nachhaltige verkehrliche Entlastung urbaner Gebiete ist nur auf diese innovative Art und Weise zukünftig möglich.

⁷¹ Vgl. (Bogdanski, 2015)

⁷² Eigene Berechnungen

⁷³ Vgl. (Bogdanski, 2015), S. 18

⁷⁴ Vgl. (Esser Kurte (a), et al., 2012)

Zusammenfassung: KEP-Verkehre haben eine hohe Relevanz in deutschen Großstädten, weil die Mobilität von Waren eine Grundversorgung von Bevölkerung, Einzelhandel und Gewerbe darstellt. Die logistische Effizienz der KEP-Verkehre in deutschen Großstädten ist um den Faktor 3 bis 7 besser als die logistische Effizienz des öffentlichen Stadtbusverkehrs, bei wesentlich geringeren absoluten und spezifischen Luftschadstoff-Emissionen und maximal

doppelt so vielen Zustellfahrzeugen wie Omnibussen im Stadtverkehr. Eine wirksame und nachhaltige Reduzierung dieser an sich schon logistisch hocheffizienten KEP-Verkehre ist durch horizontale Kooperationen bei konventionellen Zustell Touren nicht möglich, sondern nur mit innovativen Zustellkonzepten wie z. B. dem Mikro-Depot-Konzept.



3

Alternative Antriebe,
konventionelle Konzepte



3.1 Dieselgetriebene Nutzfahrzeuge ersetzen

Ungeachtet der Ergebnisse des Benchmarks darf nicht außer Acht gelassen werden, dass heute auf der Letzten Meile fast ausschließlich konventionelle, dieselgetriebene und leichte Nutzfahrzeuge der Klasse 3,5 t zGG der KEP-Verkehre eingesetzt werden. Alternative Antriebstechnologien wie batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) oder erdgasgetriebene Fahrzeuge (CNG) spielen derzeit noch keine große Rolle. Sie machen weniger als 5 % des Fahrzeugbestandes aus.

- Welche Antriebstechnologien zur Nutzung dieser Energieträger sind für die KEP-Branche aktuell auf dem Markt verfügbar?

Es ist also nötig, sich in diesem Kapitel auch mit Begrifflichkeiten der Energiewirtschaft zu beschäftigen, besonders im Bereich nicht erneuerbarer Energieträger.

Eröl: Zu viele Schadstoffemissionen und Risikofaktor

Auch wenn die absoluten Luftschadstoff-Emissionen im KEP-Verkehr im Vergleich zum öffentlichen Stadtbusverkehr und erst recht zum Gesamtverkehrsaufkommen deutscher Großstädte gering sind, drohen in nicht allzu ferner Zukunft Einfahrtsverbote in urbane Gebiete. Grund ist die Stickoxid- und Feinstaubproblematik.⁷⁵ Zusätzlich wird in der Bundespolitik ein Verbot der Neuzulassungen von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren ab 2030 zumindest diskutiert, unabhängig von den Erfolgsaussichten einer europaweiten Regelung.⁷⁶ Unabhängig von politischen Fahrverbotsszenarien ist langfristig auch die sinkende Verfügbarkeit des Primärenergieträgers Erdöl und damit einhergehend dessen Verteuerung ein Risikofaktor für die KEP-Branche.

Ausweg: Alternative Antriebe

Ein möglicher Ausweg ist bei ansonsten unveränderten logistischen Konzepten auf der Letzten Meile der Einsatz alternativer Antriebstechnologien in den bislang eingesetzten Fahrzeugklassen der Zustellfahrzeuge. Unter alternativen Antriebs-technologien werden hier Fahrzeuge behandelt, die primär kein Erdöl oder durch Raffinerieprozesse abgewandelte, entstandene Produkte oder Abfallprodukte verwenden.

Der Anteil des Erdöls am weltweiten Primärenergieverbrauch beträgt rund ein Drittel. Laut Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe wird Erdöl einer der weltweit wichtigsten Energierohstoffe bleiben.⁷⁷ Einige der Kernaussagen diesbezüglich sind:

„Erdöl ist der einzig nicht erneuerbare Energierohstoff, bei dem in den kommenden Jahrzehnten eine steigende Nachfrage wahrscheinlich nicht mehr gedeckt werden kann. (...) Momentan steht genügend Erdöl zur Verfügung. Mittel bis langfristig könnten durch den niedrigen Ölpreis bedingte Investitionseinsparungen seitens der Ölindustrie aber zu Nachschubengpässen führen und erhebliche Preissteigerungen zur Folge haben.“⁷⁸

Neben den ökologischen Folgen ist mittelfristig die Verfügbarkeit und Preisstabilität hinsichtlich der Nutzung des Erdöls nicht eindeutig. Die Frage nach wirtschaftlichen Alternativen ist deshalb berechtigt. Sie lässt sich in zwei Punkten zusammenfassen:

- Welche alternativen Energieträger werden mittel- bis langfristig in ausreichenden Mengen für eine mobile Nutzung vorhanden sein und bieten sowohl einen ökologischen als auch ökonomischen Vorteil?

⁷⁵ Vgl. (Focus online, 2016)

⁷⁶ Vgl. (Balsler, 2016)

⁷⁷ Vgl. (BGR 2015)

⁷⁸ (Quelle: BGR 2015, S. 11)





| „Reserven“, „Ressourcen“ und „Exajoule“

Wichtig zu unterscheiden sind die Begrifflichkeiten der Reserven und der Ressourcen: „Reserven“ beschreibt die Menge an Rohstoffen, die nachgewiesen sind und mit heutiger Technik ökonomisch gefördert werden können. „Ressourcen“ sind Rohstoffe, die zum Teil nachgewiesen sind oder geologisch vorkommen könnten, deren Förderung aber aus technischen und wirtschaftlichen Gründen unterlassen wird.⁷⁹

Der Übersichtsplan aller weltweit verfügbaren Ressourcen und Reserven wird von der Bundesanstalt für Geowissenschaften regelmäßig aktualisiert. Er wird in der Einheit Exajoule [EJ] angegeben, die sich auf den gewinnbaren Energiegehalt des Rohstoffes bezieht: Ein EJ entspricht 278×10^9 kWh.

Die Reichweite ist der Quotient aus Reserven zu Verbrauch und spiegelt die Verfügbarkeit der jeweiligen Reserven bei konstantem Verbrauch wider. In Tabelle 5 sind diese Werte zusammengefasst. Förderung und Verbrauch sowie die Datenlage zu Reserven und Ressourcen beziehen sich auf das Jahr 2014. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Tabelle 5 einen momentanen Stand wiedergibt. Die Zahlen sind mit dem Hinweis zu betrachten, dass neue Ressourcen entdeckt oder vorhandene Ressourcen zu Reserven umgewandelt werden könnten, der Verbrauch variieren

Typ	Erdöl	Erdgas
Reserven (EJ)	9 149	7 518
Ressourcen (EJ)	14 346	24 699
Förderung (EJ)	177,3	132,4
Verbrauch (EJ)	180	132,4
Reichweite (Jahre)	50,83	56,8

Tabelle 5: Verfügbare Energierohstoffe, beinhaltet konventionelles und nicht konventionelles Erdöl und Erdgas⁸⁰

kann und Reichweiten beeinflusst werden könnten. Zwar wären von jedem Primärenergieträger ausreichend Ressourcen vorhanden. Aber das Umwandeln von Ressourcen zu Reserven hat meist ökonomische Gründe, die auf einer erheblichen Preissteigerung des jeweiligen Energieträgers beruhen können. Zudem sind, wie erwähnt, Ressourcen zum Teil noch nicht nachgewiesen, sondern nur mit hoher Wahrscheinlichkeit vorhanden.

| Künftigen Verbrauch abschätzen

Für einen nachhaltigen und wirtschaftlichen Logistikmix der Zukunft reicht es nicht aus, vom derzeitigen Standpunkt die Reichweiten über den derzeitigen Verbrauch zu ermitteln. Stattdessen besteht die Notwendigkeit, auch den zukünftigen Verbrauch abzuschätzen.

Hierfür hat die Internationale Energieagentur in ihrem World Energie Outlook 2011 drei Szenarien für den Zeitraum von 2010 bis 2035 vorgestellt: Das zentrale Szenario der „neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen“ geht davon aus, dass die Absichten und Ankündigungen der Regierungen umgesetzt werden, um gegen Unsicherheiten in der Energieversorgung, Klimaänderung, lokale Umweltverschmutzung etc. vorzugehen.⁸¹ Hier kann der Energiebedarf bis zum Jahr 2035 um bis zu einem Drittel steigen.

| Ende der Erdöl-Reserven im Jahr 2059 erreicht?

Ein interessantes Bild zeigt sich bei der nötigen Förderung flüssiger Kraftstoffe (siehe Abbildung 13). Darin vergrößert sich bis zum Jahr 2035 zunehmend der Anteil des Öls, das noch gefunden werden muss.

Wird die Linie der aktuellen Förderung aus Abbildung 13 verlängert, müsste sich mit den derzeitigen Reserven ein Ende der Verfügbarkeit im Jahr 2059 ergeben – also acht Jahre früher, als die statische Berechnung aus Tabelle 5 zeigt.

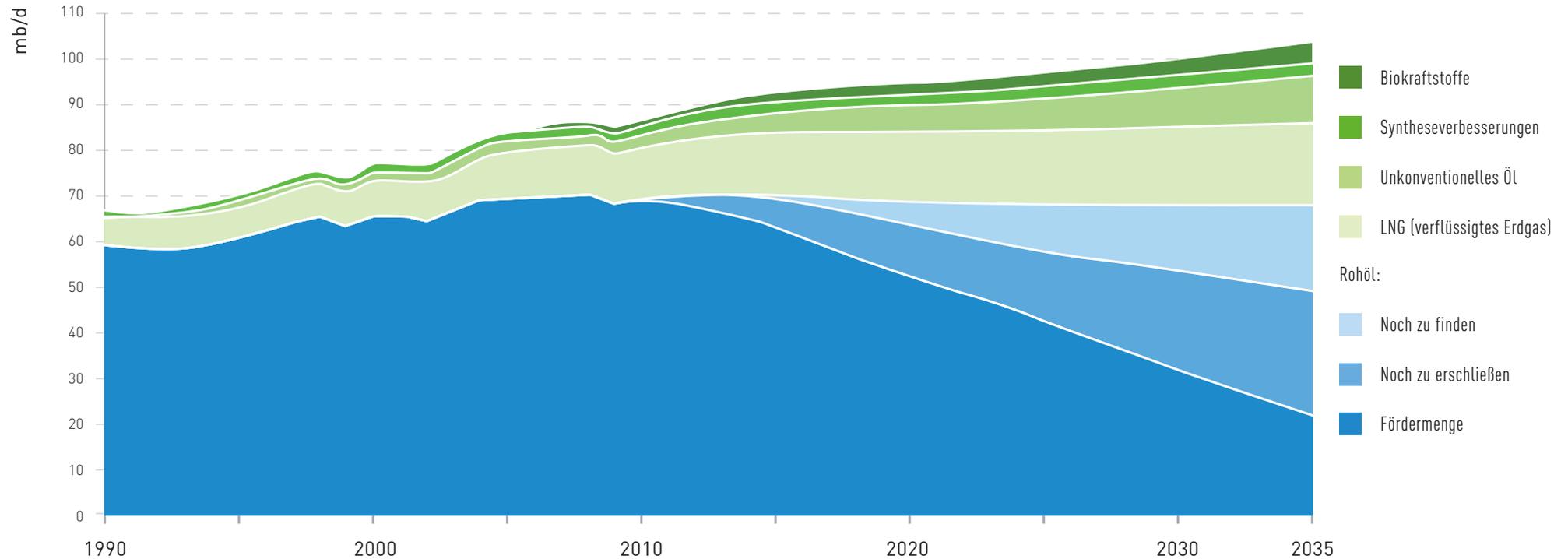


Abbildung 13: Förderung von flüssigen Kraftstoffen pro Tag im New Policies Scenario bis 2035⁸²

Erdgas: weniger Angebot möglich, aber für den Übergang wichtig

Die Daten zeigen auch, dass die Situation bezüglich des Erdgases nicht eindeutig ist. Die Erdgasnachfrage ist eines der am schnellsten wachsenden Segmente. Sie steigt vor allem aus China und dem Nahen Osten. Auch hier könnte es zu einer Einschränkung im Angebot bis zum Jahr 2020 kommen. Gründe sind die Ölpreisbindung und ausbleibende Investitionen durch die derzeit niedrigen Preise.⁸³ Zudem können die ökologischen Vorteile der Verbrennung von Erdgas aufgrund von direkten Emissionen entlang der Lieferkette (hochwirksames Treibhausgas Methan) reduziert werden.

Erdgas darf als Übergangslösung für die mobile Nutzung jedoch nicht vernachlässigt werden. Denn dem vorhandenen Erdgasnetz kann problemlos Methan beigemischt werden, das landwirtschaftlich aus Biomasse erzeugt wird. Vorteile des Erdgases sind die direkte Verwendung, die relativ saubere Verbrennung in Fahrzeugen im Vergleich zu Dieselmotoren und die zeitnahe Verfügbarkeit einer relativ ausgereiften Antriebstechnologie.

Erneuerbare Energieträger: die mittel- bis langfristige Alternative

Mittel- bis langfristig wären für eine mobile Nutzung als alternative Energieträger zum Öl alle erneuerbaren Energieträger zu nennen (mit entsprechender

Umwandlung in elektrische Energie und deren mobiler Speicherung in Batterien bzw. in Wasserstoff). Allerdings sollten das Potenzial der Wasserstoffspeicherung nicht überschätzt und die Verluste der Elektrolyse unbedingt beachtet werden. Müsste zum Beispiel nur das Erdöl mit einem Verbrauch von 180 EJ durch Wasserstoff ersetzt werden, wären unter der Annahme eines Elektrolysewirkungsgrades von 70 % ca. 260 EJ elektrische Energie nötig.

⁷⁹ Vgl. (BGR 2015, S. 160).

⁸⁰ Vgl. (BGR, 2015)

⁸¹ Vgl. WEO (2011), S. 51 ff.)

⁸² Vgl. (International Energy Agency, 2011), Figure 3.16

⁸³ Vgl. (International (a) Energy Agency, 2015)

3.2 Elektromobilität auf der Letzten Meile

Für einen elektromotorischen Antrieb stehen aus heutiger Sicht verschiedene Technologien zur Verfügung: batterieelektrische Fahrzeuge (BEV), Brennstoffzellenfahrzeuge und verschiedene Hybridfahrzeuge.

Brennstoffzellenfahrzeuge: nicht marktreif

Die Brennstoffzelle ist bei einigen Fahrzeugherstellern in der Prototypenphase, jedoch sind marktreife Nutzfahrzeuge nicht bekannt und ein ungelöstes Problem ist die nicht vorhandene Infrastruktur für Wasserstoff-Tankstellen.

Hybride: weniger Zuladung, geringe elektrische Reichweite

Hybridfahrzeuge, vor allem sogenannte Plug-In-Hybride, verschärfen bei Nutzfahrzeugen die Problematik der verminderten Zuladung bei sehr geringer elektrischer Reichweite, da zwei vollständige Antriebssysteme vorhanden sind. Sie werden in der für die KEP-Branche relevanten Transporter-Klasse derzeit nicht angeboten. Im Großraum Stuttgart sammelt DPD in einem Testlauf Erfahrungen mit einem Hybrid-Umbau namens „EleNa“: Er basiert auf dem Mercedes Sprinter 3,5 t zGG mit einer um 350 kg verminderten Zuladung und einer vollelektrischen Reichweite von bis zu 50 km. Die Kosten des Umbaus, die vom Schaufenster Elektromobilität, living-lab BW e-mobil und dem Verbundprojekt „Urbaner logistischer Wirtschaftsverkehr“ gefördert werden, sollen sich in vier Jahren amortisiert haben. Der spätere Zielpreis des Umbaus am Markt bei Serienreife wird von dem Konsortium mit 20 000 € angegeben.⁸⁴ Er sei aber noch nicht annähernd erreicht. Daneben hat DPD auch acht BEV des Typs Vito E-Cell⁸⁵ getestet, die aufgrund ihres Einsatzprofils

Name	Größe	Batterie (kWh)*	Lebenslaufleistung (km)
City-Pkw	klein	18	120 000
Standard-Pkw	klein/mittel/groß	18/24/28	150 000
Gewerbe-Pkw	groß	28	200 000
Standard-RE-Pkw	mittel	12	150 000
Intensiv-RE-Pkw		14	200 000
Lieferwagen, leichte Nutzung			100 000
Lieferwagen, Standard-Nutzung			150 000
Lieferwagen, intensive Nutzung			200 000

* 2010 wird von 1,5 Batterien über den Lebensweg des Fahrzeugs ausgegangen

Tabelle 6: Fahrzeuge nach Nutzungsmuster⁸⁷

allerdings nur für individuell zugeschnittene Touren geeignet sind.

Im Fokus: batterieelektrische Fahrzeuge (BEV)

Feststellung: Für die KEP-Branche geeignete Brennstoffzellen- oder Hybridtransporter werden von den etablierten Nutzfahrzeugherstellern nicht serienverfügbar angeboten. Daher wird im Folgenden nur der Einsatz von marktverfügbaren BEV auf der Letzten Meile der KEP-Branche untersucht.

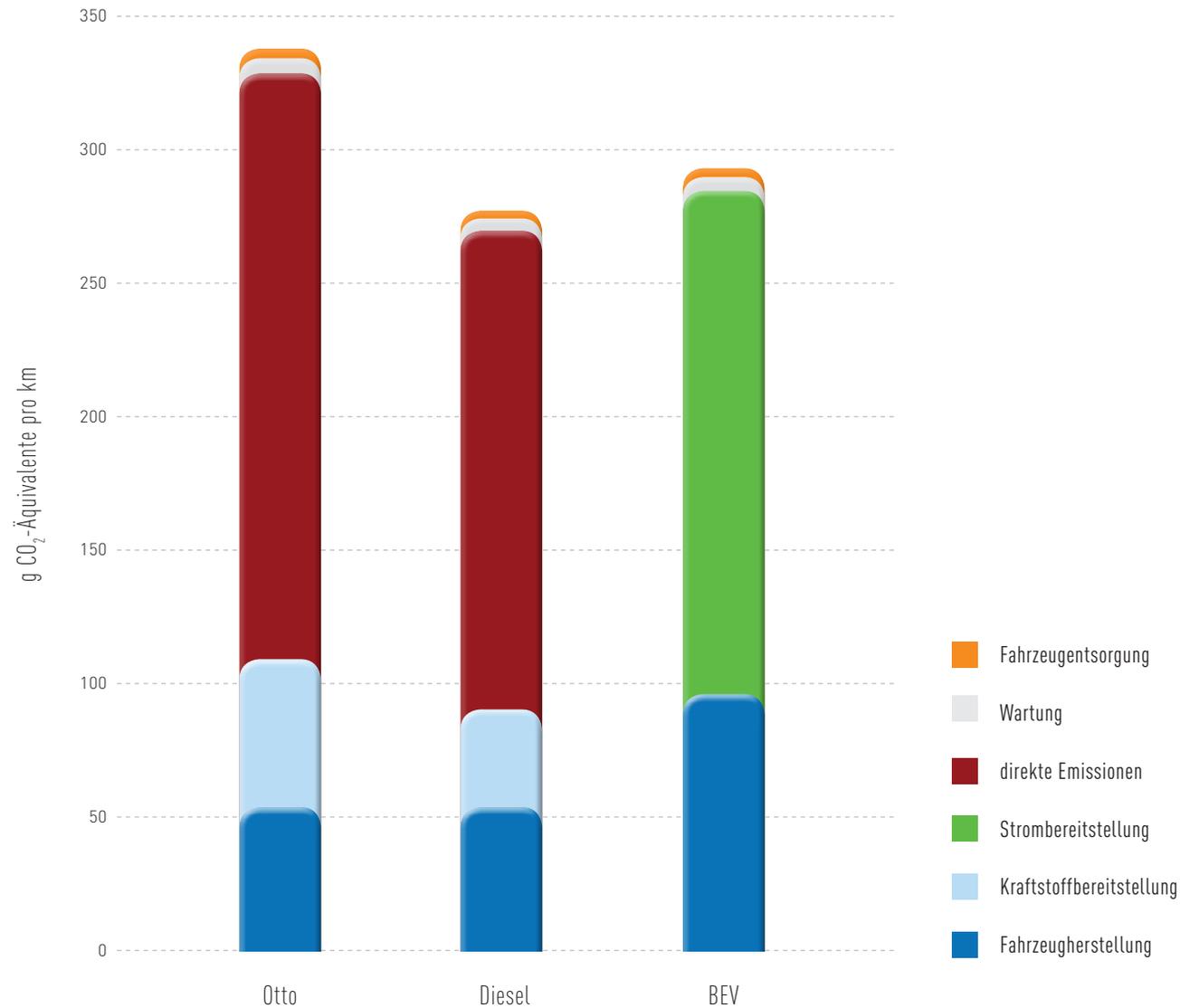
Aus diesen Gründen werden im weiteren Verlauf für den Logistikmix der nächsten 10 bis 15 Jahre auf der „Letzten Meile“ nur marktverfügbare BEV betrachtet. Die Verbreitung marktverfügbarer BEV nimmt derzeit zu. Allerdings muss diese Technologie hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit auch kritisch betrachtet werden. Zwar können die ökologischen Folgen der BEV im Vergleich zu konventionel-

len Dieselfahrzeugen im direkten Betrieb geringer sein – vor allem, wenn die elektrische Energie durch erneuerbare Energiequellen zur Verfügung gestellt wird. Für eine direkte Vergleichbarkeit sollte aber der komplette Lebenszyklus bewertet werden.

Die Herstellung eines BEV ist aufwendig – bedingt durch die Batterie, welche bei einem mittleren Pkw allein durch die Herstellung bereits 11 t Treibhausgase emittiert.⁸⁶ Das Institut für Energie- und Umweltforschung hat zum Thema Umweltbilanz der Elektromobilität in einem Ergebnisbericht konkrete Zahlen veröffentlicht. Dabei wurde der gesamte Lebensweg der Fahrzeugkomponenten in Anlehnung an die ISO 14040/14044 untersucht und ökologisch bewertet (siehe Abbildung 14). Des Weiteren sind für den ökologischen Vergleich die Fahrzeuge nach Nutzungsmustern unterteilt worden (siehe Tabelle 6).

Bessere Ökobilanz nur mit 100 % Ökostrom

Standard-Pkw, groß



Einbezogen sind auch die ökologischen Entstehungskosten für die Energiebereitstellung. Die Treibhausgasemissionen beim Betrieb der BEV kommen hauptsächlich aus der Bereitstellung der elektrischen Energie im deutschen Strommix.

Wie Abbildung 14 zeigt, ist eine Verbesserung der Situation aus ökologischer Sicht durch den Ersatz von konventionell betriebenen Fahrzeugen durch elektrisch angetriebene Fahrzeuge mit dem deutschen Strommix nicht erkennbar. Die Energiestruktur, also der Energiemix, müsste sich von fossilen und nicht erneuerbaren Energiequellen hin zu erneuerbaren Energiequellen ändern. Wäre dies der Fall, wäre der höhere Aufwand bei der Produktion des BEV gegenüber einem Diesel in der Nutzungsphase bereits bei 35 000 km wieder eingefahren.⁸⁸

⁸⁴ Vgl. (DPD, 2015)

⁸⁵ Vgl. (Stuttgarter Zeitung, 2015)

⁸⁶ Vgl. (Helms, et al., 2011), S. 16.

⁸⁷ Quelle: (Helms, et al., 2011), S. 15 Tabelle 2

⁸⁸ Vgl. ebenda

⁸⁹ Quelle: (Helms, et al., 2011), S. 17 Abbildung 10

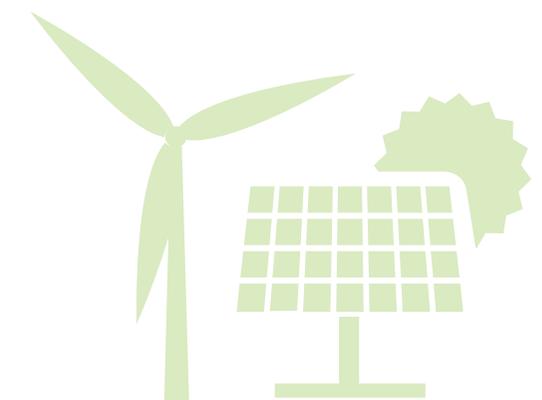


Abbildung 14: Klimabilanz von Pkw für verschiedene Nutzungsmuster innerhalb eines Lebenszyklus⁸⁹

Feststellung: Die Ökobilanz von BEV ist über den Lebenszyklus nur dann besser als die konventioneller Dieselfahrzeuge, wenn sie zu 100 % mit Ökostrom betrieben werden.

Teure Anschaffung, geringe Reichweite und Zuladung, lange Ladezeiten

Die Anforderungen der KEP-Branche an BEV sind in Experteninterviews evaluiert worden. Als problematisch werden aus den ersten Erfahrungen mit Feldversuchen hauptsächlich folgende Aspekte genannt:

- Hohe Anschaffungskosten und geringes Angebot am Fahrzeugmarkt mit mindestens 12 m³ Ladevolumen und 1,0 t Nutzlast
- Geringe Reichweite und Zuladung
- Lange Ladezeiten (vier bis acht Stunden)

Kleinere Fahrzeuge, wie etwa ein Renault Kangoo oder StreetScooter Work mit 4 m³ bis 5 m³ Ladevolumen, haben in der KEP-Branche nur eingeschränkte Verwendungsmöglichkeiten, etwa bei DP DHL in der Verbundzustellung Brief / Paket. Tests mit dem nicht mehr am Markt angebotenen Mercedes Vito E-Cell bei Hermes zeigten das sehr deutlich. Zustellung von Sperrgütern war nicht möglich, sodass im Pilotgebiet zusätzliche Touren mit konventionellen Mercedes Sprintern gefahren werden mussten.

Paketshop-Touren oder Touren mit hohem B2B-Anteil erfordern große Fahrzeuge, weil die Menge der Abholungen die der Zustellungen überschreiten können. Des Weiteren ist auch der Sperrgutanteil bei den Sendungen problematisch. Im B2C-Segment sind kleinere Fahrzeuge infolge anderer Sendungsstrukturen ggf.

einsetzbar – aber nur dann, wenn dadurch nicht mehr Touren generiert werden.

Eine BEV-Reichweite muss auch im Winter mit 80 km gegeben sein. Dabei sind öffentliche Ladestationen hilfreich. Zum Beispiel bei Hermes in Berlin-Vogelsdorf betrug die Ein- und Ausfahrt ins Zustellgebiet schon 60 km, und es musste in der Mittagspause durch den Zusteller nachgeladen werden. Ideal wären für den Einsatz von BEV Depots in unmittelbarer Nähe zum Zustellgebiet.

Für mehr Investitionen: neue Führerscheinverordnung nötig

Die verminderte Nutzlast der BEV kann potenziell zur Überschreitung des zGG führen, denn für die KEP-Branche sind mindestens 1,0 t Nutzlast erforderlich. Sehr hilfreich dafür ist die Ausnahmereverordnung zur Fahrerlaubnisverordnung vom 30.12.2014. Sie regelt, dass BEV im Gütertransport bis 4,25 t zGG mit der Fahrerlaubnisklasse B geführt werden dürfen.⁹⁰ Rechtssicherheit ist damit aber nur bis 31.12.2019 gegeben,⁹¹ was die Investitionsbereitschaft der KEP-Branche nicht fördert. Vor diesem Hintergrund ist eine zügige Überführung der Ausnahmereverordnung in eine Neufassung der Führerscheinverordnung dringend erforderlich.

Erfahrungen sprechen für hohe Zuverlässigkeit

Die Erfahrungen mit der Zuverlässigkeit von BEV, etwa des Mercedes Vito E-Cell, sind über vier Jahre überwiegend positiv. Selbst bei einem Unfallschaden blieb der elektrische Antriebsstrang gefahrlos und es gab kaum spürbare Kapazitätseinbußen bei den Batterien.

Grundsätzlich ist der BEV-Einsatz im städtischen Verkehr bei Tourenlängen unter 80 km bereits möglich. Für Expressdienstleister ist die Technik jedoch nicht ausgereift. Hier ist eine Tourenlänge von mindestens 130 km erforderlich. Inte-

ressant sind hingegen Fahrzeuggrößen unterhalb der Sprinter-Kategorie für das Express-Segment. Eine generelle Umstellung von Zustellfahrzeugen der Klassen von 3,5 t bis 7,5 t zGG auf kleinere Klassen ergibt nach Meinung der interviewten Experten in der KEP-Branche insgesamt eine betriebswirtschaftliche und verkehrliche Ineffizienz.

Feststellung: BEV müssen in der KEP-Branche eine Mindestreichweite von 80 km im ganzjährigen Betrieb ermöglichen, mit mindestens 12 m³ Ladevolumen und 1 000 kg Nutzlast. Kleinere BEV haben eingeschränkte Einsatzmöglichkeiten, ein genereller Einsatz würde zu betriebswirtschaftlicher und verkehrlicher Ineffizienz führen. Daher muss die aktuelle Ausnahmereverordnung zur Fahrerlaubnisverordnung über den abweichenden Umfang der Fahrerlaubnisklasse B bis 4,25 t zGG zur Investitionssicherheit zügig in eine Neufassung der Fahrerlaubnisverordnung münden.

Für die Marktrecherche bei BEV werden daher zwei Varianten von Zustellfahrzeugen betrachtet: einerseits Kleintransporter mit einem Ladevolumen von 3 m³ bis 5 m³, andererseits Transporter der „Sprinter-Klasse“ mit einem Ladevolumen von bis zu 18 m³. Es werden ausschließlich Fahrzeuge betrachtet, die am Markt verfügbar sind. Ein Ausschnitt der verfügbaren BEV-Kleintransporter findet sich in Tabelle 7. Da sich bei einigen Fahrzeugen die Daten zu Verbrauch, Batteriekapazität oder Ladedauer nicht ermitteln ließen, mussten diese Werte abgeschätzt werden.

⁹⁰ Vgl. (BMVI, 2014), § 1

⁹¹ Vgl. (BMVI, 2014), § 4

⁹² Eigene Darstellung nach Herstellerangaben

	Kleintransporter					
Marke	StreetScooter	Citroën	Renault	Piaggio	Nissan	
Bezeichnung	Work	Berlingo Electric L2	Kangoo Maxi	Porter Electric	e-NV200	
Antriebsart	elektrisch	elektrisch	elektrisch	elektrisch	elektrisch	
Leistung	30 kW	49 kW	44 kW	10,5 kW	80 kW	
Reichweite	80 km	170 km	170 km	110 km	163 km	
Verbrauch auf 100 km	Errechnet – 25,5 kWh	17,70 kWh	15,50 kWh	Errechnet – 15,5 kWh	16,50 kWh	
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h	110 km/h	130 km/h	55 km/h	123 km/h	
Kapazität Batterie	20,4 kWh	22,5 kWh	22 kWh	17 kWh	24 kWh	
Ladedauer (230 V/AC, 16 A)	7 h	8 h bis 15 h	6 h bis 9 h	8 h	7 h	
Schnellladung (400 V AC, 16 bzw. 32 A)	k.A.	Bei 400 V DC/125 A: 0,5 h	k.A.	k.A.	Bei 6,6 kW – 4 h Bei 50 kW (DC) – 0,5 h	
Gesamtgewicht	2 130 kg	2 180 kg	2 175 kg	1 800 kg	2 250 kg	
Leergewicht	1 420 kg	1 789 kg	1 580 kg	1 330 kg	1 480 kg	
Zuladung	650 kg	695 kg	595 kg	470 kg	770 kg	
Ladevolumen	4,3 m ³	4,1 m ³	4,6 m ³	3 m ³	4,2 m ³	

Tabelle 7:
Übersicht elektrische Kleintransporter 3 m³ bis 5 m³ Ladevolumen⁹²

Die Auswahl an marktverfügbaren vollelektrischen Transportern in der Kategorie bis 18 m³ beschränkt sich herstellerseitig auf ein Modell von Iveco. Iveco bietet mit seinem Daily Electric ein Fahrzeug an, das modular aufgebaut werden kann. Sowohl Ladevolumen als auch die Anzahl der Batteriemodule und somit der Reichweite können kundenspezifisch angepasst werden. Maximal können drei Batteriemodule verbaut werden, was die Reichweite auf bis zu 270 km erhöht. Aber die mögliche Zuladung wird verringert. Weiterhin bietet Iveco eine Variante mit einem zulässigen Gesamtgewicht von bis zu 5,2 t an, bei einer Zuladung von 2,2 t, einem Ladevolumen von bis zu 16 m³ und einer lt. Iveco realen Reichweite von 200 km.

Des Weiteren werden am Markt Umbauten von Mercedes-Benz-Transportern unter anderem von den Firmen German E-Cars und Kreisel Electric angeboten, die in den folgenden Simulationen aufgrund ihres Kleinserienstatus nicht berücksichtigt wurden. Die BEV-Entwicklung steht auch im darüber liegenden Lkw-Segment des Verteilerverkehrs noch ganz am Anfang: Hier testet Hermes aktuell den Fuso Canter E-Cell von Daimler (7,5 t zGG) im Bereich der Feeder-Verkehre zwischen Niederlassung und Depot in Stuttgart. Es handelt sich um ein erstes Pilotprojekt.

Auf der IAA 2016 wurde eine Langversion des StreetScooter „Work L“ vorgestellt, mit 8 m³ Ladevolumen, 1 000 kg Nutzlast und einer Reichweite von 100 km.⁹³ Eine Serienverfügbarkeit am freien Markt ist bis auf Weiteres noch nicht gegeben. Erste Fahrzeuge sollen bei DHL in der Verbundzustellung – also der kombinierten Zustellung von Briefen und Paketen – und im Rahmen des DHL-Projekts „CO₂-freie Zustellung“ eingesetzt werden. In den Simulationen wurde der StreetScooter „Work L“ nur für eine überschlägige Berechnung herangezogen. Gründe sind fehlende Detailinformationen sowie die offene Frage, ab wann dieses Fahrzeug frei am Markt verfügbar ist.

	Transporter		
Marke	Iveco	German E-Cars	Kreisel
Bezeichnung	Daily Electric 35 S 60 E/V	Plantos (Umbau)	Electric Transporter (Umbau)
Antriebsart	elektrisch	elektrisch	elektrisch
Leistung	60 kW	85 kW	120 kW
Reichweite	84 km; 172 km; 270 km	120 km	300 km
Verbrauch auf 100 km	35 kWh	35,5 kWh	Errechnet – 30 kWh
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h	130 km/h	115 km/h
Kapazität Batterie	28,2 kWh pro Modul, max. 3	Errechnet – 42,6 kWh	90 kWh
Ladedauer (230 V/AC, 16 A)	24 h	14 h	Errechnet – 27 h
Schnellladung (400 V AC, 16 bzw. 32 A)	Bei 32 A – 4 h Bei 16 A – 12 h	2,5 h	44 kW – 2 h
Gesamtgewicht	3 500 kg (5 200 kg erhältlich)	3 500 kg (5 000 kg erhältlich)	3 500 kg
Leergewicht	2 389/2 635/2 881 kg	2 550 kg	k.A.
Zuladung	1 111/865/619 kg	950 kg	k.A.
Ladevolumen	bis zu 18 m ³	Variantenabhängig	bis zu 15,5 m ³

Tabelle 8: Übersicht elektrische Transporter 12 m³ bis 18 m³ Ladevolumen⁹⁴

Es ist schwierig, exakte Anschaffungspreise dieser BEV zu ermitteln, da diese herstellerseitig nicht direkt veröffentlicht werden oder stark davon abhängen, welche Batterien verbaut sind, ob die Batterien im Fahrzeugpreis enthalten sind oder separat gekauft oder geleast werden müssen.

Renault gibt den Grundpreis für den Kangoo Z.E. Maxi mit 25 600 €⁹⁵ an. DHL gibt für den StreetScooter Work offiziell noch keinen Preis bekannt. Vor der Übernahme der Streetscooter GmbH durch DHL nannte die RWTH Aachen Kosten von 12 000 € zuzüglich einer Monatsmiete für die Batterie.⁹⁶ In der Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge sind beide Modelle bereits ausgewiesen.⁹⁷

Der auf der IAA 2016 angekündigte, ab 2017 lieferbare VW E-Crafter hat noch keinen offiziellen Preis und ist in der Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge nicht ausgewiesen,⁹⁸ was auf einen Listenpreis von mehr als 60 000 € schließen lässt. Der Iveco Daily Electric kostet ca. 75 000 €. ⁹⁹ Umbauten in Kleinserie von Kreisel Electric kosten ab 73 900 €, ¹⁰⁰ Umbauten von German E-Cars (Plantos) ab 70 000 €. ¹⁰¹

BEV: zwei- bis dreimal teurer in der Anschaffung ...

Demnach kann generell festgestellt werden, dass die Anschaffungskosten von BEV in der KEP-typischen Klasse des Mercedes Sprinter um den Faktor zwei bis drei teurer sind als vergleichbare Dieselvarianten. Die in den folgenden Szenarien angenommenen Kastenwagen von Iveco, VW oder Mercedes kosten als Euro5-Diesel ca. 25 000 bis 40 000 €.

... und derzeit unrentabel

Insgesamt sind derzeit marktverfügbare BEV hinsichtlich Total Cost of Ownership (TCO) gegenüber Dieselfahrzeugen absolut unrentabel. Zudem ist die Anschlussverwertung der Fahrzeuge durch die Unternehmen problematisch. Etwa

sind Kosten der Batterieentsorgung ungeklärt und der Wiederverkaufswert ist unklar. Die angenommene Wartungsarmut und niedrigere Energiekosten gleichen die hohe Anfangsinvestition nicht aus. Dies wurde in den Simulationen nachgewiesen.

Zu rechtfertigen sind hingegen die Umbaukosten von abgeschriebenen Bestandsfahrzeugen der Klasse 7,5 t zGG in BEV, unter der Voraussetzung einer langjährigen Zweitnutzung. Sie liegen nach Angabe von UPS ca. 10 bis 15 % über einer vergleichbaren Neuanschaffung eines konventionellen Lkw mit 7,5 t zGG. Dies erfolgt allerdings nur in kleinen Stückzahlen, aufgrund eines fehlenden herstellerseitigen Angebots in diesem speziellen Fahrzeugsegment.

Feststellung: Die Kosten von BEV in der KEP-typischen Fahrzeugklasse bis 3,5 t zGG liegen um den Faktor 2 bis 3 über den vergleichbaren Dieselvarianten, damit ist eine Wirtschaftlichkeit bei den aktuellen Dieselmotorkraftstoffpreisen nicht gegeben. Das herstellerseitige Angebot ist in dieser Fahrzeugklasse sehr begrenzt und in der Klasse 7,5 t zGG nicht vorhanden.

Unabhängig von der fehlenden Wirtschaftlichkeit soll nun der Frage nachgegangen werden, inwieweit marktverfügbare BEV logistisch für die Letzte Meile geeignet sind, und ob die qualitativen Aussagen in den Experteninterviews quantitativ verifiziert werden können.

BEV für die Letzte Meile: logistisch geeignet?

Mithilfe der zur Verfügung stehenden Herstellerangaben der BEV und den erhobenen Mengengerüsten der KEP-Unternehmen können Fallbeispiele simuliert werden, die sich unter anderem mit dem Energieverbrauch und dem aufgrund der Reichweitenrestriktionen möglichen Ersetzungsgrad beschäftigen.



⁹³ (Deutsche Post DHL Group, 2016)

⁹⁴ Eigene Darstellung nach Herstellerangaben

⁹⁵ Vgl. (Renault, 2016)

⁹⁶ Vgl. (Handelsblatt, 2011)

⁹⁷ Vgl. (BAFA, 2016)

⁹⁸ Vgl. ebenda

⁹⁹ Vgl. (Handwerk Magazin, 2014)

¹⁰⁰ Vgl. (Kreisel, 2015)

¹⁰¹ Vgl. (Universität für Bodenkultur Wien, 2016)

GRUNDLAGE FÜR DIE BEREC

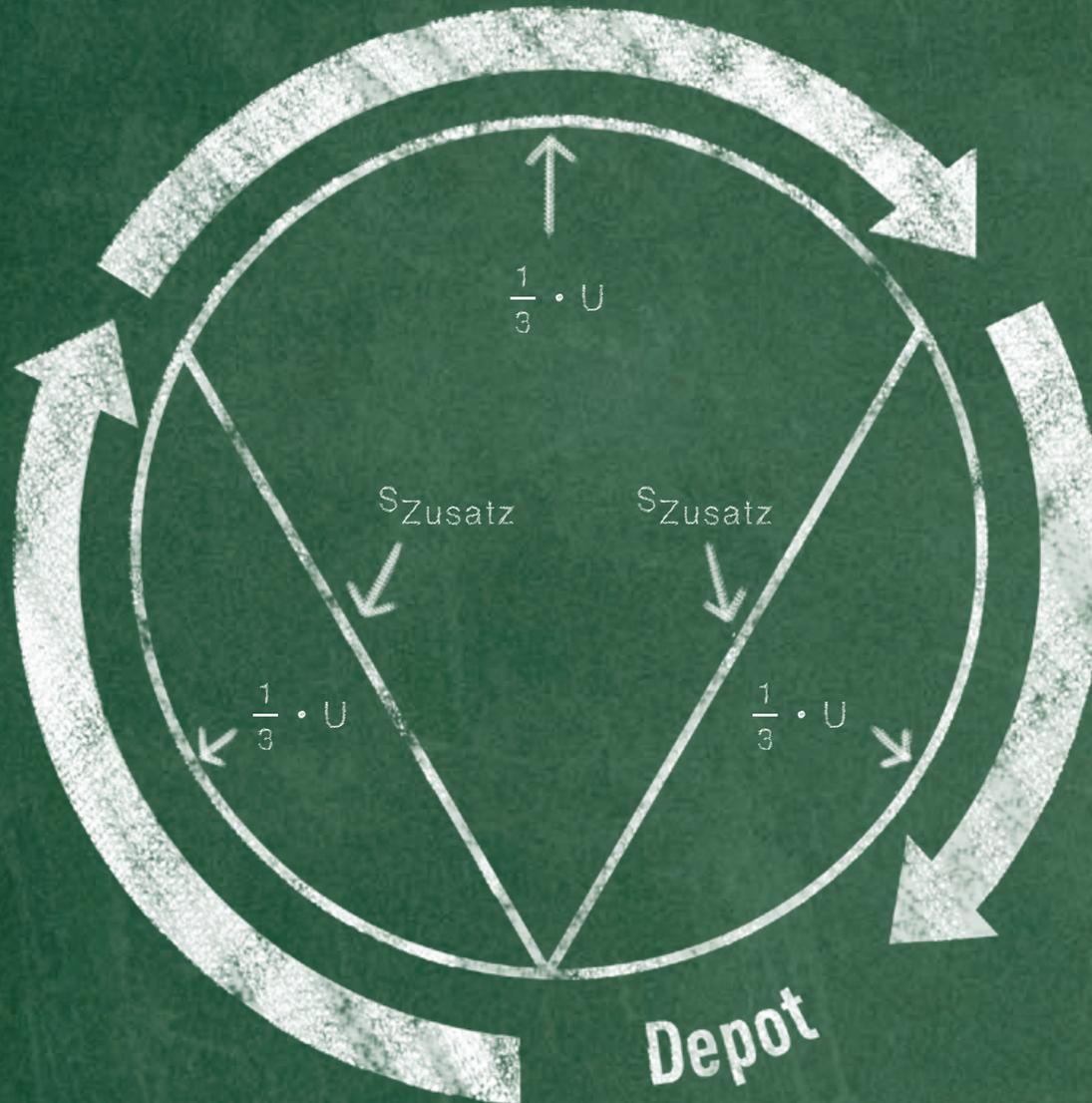


Abbildung 15:
Modell für den logistischen Zusatzaufwand bei kleinvolumigen BEV¹⁰³

Im Gegensatz zur Berechnung der Umweltwirkungen in Kapitel 2, wo die realen Dieselvebräuche der KEP-Fahrzeugflotte zur Anwendung kamen, müssen für die Vergleiche die Energieverbräuche nach Herstellerangaben im Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) methodisch korrekt herangezogen werden. Grund ist, dass für BEV noch keine realen Flottenverbrauchswerte vorliegen. Hinsichtlich der Entfernungen wurden nicht die effektiven Tourenlängen in den Tourenklassen angesetzt, sondern die Gesamttourenlängen aufgrund der Reichweitenproblematik der BEV.

Im Folgenden werden die Fahrzeuge StreetScooter Work, Renault Kangoo und Iveco Daily Electric näher betrachtet. Der StreetScooter Work wurde aufgrund der Tatsache ausgewählt, dass das Fahrzeug von DHL speziell für den Einsatz in der KEP-Branche entwickelt wurde, bei DHL bereits in nennenswerter Stückzahl eingesetzt wird und ab 2017 mit einer Produktionskapazität von bis zu 10 000 Fahrzeugen jährlich auch frei am Markt angeboten werden soll.¹⁰² Der Renault Kangoo wurde ausgewählt, weil Ladevolumen und Nutzlast vergleichbar mit dem StreetScooter Work sind, die Reichweite jedoch wesentlich länger ist. Der Iveco Daily Electric wurde ausgewählt, weil er das einzige derzeit serienverfügbare Fahrzeug seiner Klasse ist. Daher kann auch die gleiche logistische Kapazität angenommen werden, wie bei einem konventionellen Zustellfahrzeug.

Bei einem Fahrzeug wie dem StreetScooter Work oder dem Renault Kangoo, der eine wesentlich geringere Zuladung aufweist als ein übliches Zustellfahrzeug, wie etwa der Mercedes Sprinter, muss die Anzahl der täglichen Touren und der zu fahrenden Kilometer entsprechend skaliert werden.

Dafür wird ein Modell aufgestellt, das den logistischen Zusatzaufwand abschätzen soll, bedingt durch die bereits genannten Einschränkungen (Abbildung 15). Es wird angenommen, dass eine ideal verlaufende Tour die Form eines Kreises abbildet. Die Tour hat als Start und Endpunkt das Depot, und alle Touren werden das Depot tangieren. Die Tour des üblichen Zustellfahrzeugs bildet den Umfang des Kreises ab. Wird ein Fahrzeug eingebracht, welches ein geringeres Volumen

HNUNG DER BEV AUF DER LETZTEN MEILE

hat, z. B. der StreetScooter Work oder der Renault Kangoo, muss der Umfang des Kreises durch das Verhältnis der Volumina (z. B. Sprinter zu StreetScooter) geteilt werden (das Ergebnis ist auf einen ganzzahligen Wert aufzurunden).

Beispiel: Eine normale Sprintertour hat eine Streckenlänge von 50 km. Der Sprinter hat ein Ladevolumen von ca. 11 m³. Diese Tour soll durch das Fahrzeug StreetScooter Work ersetzt werden, der ein Ladevolumen von 4,3 m³ hat. Folglich muss der StreetScooter Work dreimal fahren, um das gleiche Paketvolumen abzuarbeiten. Dies wird im Folgenden als logistischer Nachladevorgang bezeichnet und ist nicht zu verwechseln mit der Batterieladung. Hierzu muss das Fahrzeug insgesamt zweimal zum Depot zurückfahren. Der Umfang des Kreises wird in drei gleiche Teile zerlegt. Der einfache zusätzliche Streckenaufwand s_{Zusatz} wäre hier die doppelte Länge der Kreissehne l (Hin- und Rückfahrt).

$$s_{\text{Zusatz}} = 2 \cdot \frac{U}{\pi} \cdot \sin \left(\frac{1}{\frac{V_{\text{Sprinter}}}{V_{\text{Str.Sc.W}}}} \cdot 180^\circ \right)$$

Der gesamte zusätzliche Streckenaufwand s_{Gesamt} somit:

$$s_{\text{Gesamt}} = \left(\frac{V_{\text{Sprinter}}}{V_{\text{Str.Sc.W}}} - 1 \right) \cdot s_{\text{Zusatz}}, \text{ wobei das Verhältnis aus } \frac{V_{\text{Sprinter}}}{V_{\text{Str.Sc.W}}}$$

auf einem ganzzahligen Wert aufzurunden ist.

Für obiges Beispiel gilt:

$$s_{\text{Zusatz},3} = 2 \cdot \frac{50 \text{ km}}{\pi} \cdot \sin \left(\frac{1}{\left(\frac{11 \text{ m}^3}{4,3 \text{ m}^3} \right)} \cdot 180^\circ \right) = 27,44 \text{ km}$$

und somit $s_{\text{Gesamt}} = 54,87 \text{ km}.$

Dies bedeutet, dass der StreetScooter Work einen zusätzlichen Streckenaufwand von mindestens 54,87 km hätte. Bei einer innerstädtischen maximal zulässigen Geschwindigkeit von 50 km/h wäre dies ein zusätzlicher Zeitaufwand von ca. 66 Minuten. Unter der Annahme, dass ein Nachladevorgang ca. zehn Minuten dauert, beträgt der tägliche Mehraufwand für den Fahrer ca. 86 Minuten. Insgesamt müsste der StreetScooter Work somit eine Strecke von 104,87 km zurücklegen. Die Reichweite dieses Fahrzeuges beträgt laut Datenblatt 80 km. Das bedeutet, dass das Fahrzeug entweder nachgeladen werden müsste, dem Fahrer ein anderes Fahrzeug zur Verfügung gestellt werden müsste oder diese Tour nur teilweise durch den StreetScooter ersetzt werden könnte. Weiterhin ist fraglich, ob der Einsatz dieses Fahrzeuges sinnvoll ist, wenn sich die Strecke einer Nachladefahrt im Bereich der möglichen Fahrzeugreichweite bewegt. Insgesamt dürfte eine einfache Strecke $s_{\text{Zulässig}}$ für obiges Beispiel nicht länger sein, als:

$$s_{\text{Zulässig}} \geq \frac{1}{3} \cdot U + s_{\text{Zusatz},3}$$

Dadurch wird sichergestellt, dass das Fahrzeug eine einfache Tour mit einer Akkuladung schafft. Nachladefahrten mit einer größeren Strecke werden nicht ersetzt und weiterhin konventionell betrieben. Aufgrund der beschränkten Reichweite und Volumen sowie der damit verbundenen Nachladung muss weiterhin unterschieden werden zwischen zusätzlich benötigten Fahrern und Fahrzeugen. Der Mehrbedarf an Fahrzeugen liegt vor, wenn Sendungen verbleiben, aber die Reichweite erschöpft ist. Ein Fahrermehrbedarf ergibt sich aus dem Mehraufwand für den Nachladevorgang.

Bei einem Verhältnis $\frac{V_{\text{Sprinter}}}{V_{\text{Str.Sc.W}}} \neq 3$ muss die Berechnung im Kreis neu erfolgen. Soll ein größeres Volumen ersetzt werden, muss die Nachladefahrt den Radius des Kreises mit einbeziehen. Wird der Kreis in vier Teile aufgeteilt, ergibt sich für den gesamten Streckenbedarf s_{Gesamt} :

$$s_{\text{Gesamt}} = 2 \cdot s_{\text{Zusatz}} + 2 \cdot \frac{U}{\pi}$$

Wird der Kreis in fünf Teile aufgeteilt, ergibt sich für den gesamten zusätzlichen Streckenbedarf s_{Gesamt} :

$$s_{\text{Gesamt}} = 2 \cdot s_{\text{Zusatz}} + 4 \cdot s_{\text{Zusatz}} \cdot \sin \left(\frac{180^\circ - \frac{360^\circ}{\frac{V_{\text{Sprinter}}}{V_{\text{Str.Sc.W}}}}}{2} \right)$$

Entsprechend für sechs Teile der zusätzliche Streckenbedarf s_{Gesamt} :

$$s_{\text{Gesamt}} = 2 \cdot s_{\text{Zusatz}} + 4 \cdot s_{\text{Zusatz}} \cdot \sin \left(\frac{180^\circ - \frac{360^\circ}{\frac{V_{\text{Sprinter}}}{V_{\text{Str.Sc.W}}}}}{2} \right) + 2 \cdot \frac{U}{\pi}$$

¹⁰² Vgl. (N-TV, 2016)

¹⁰³ Eigene Darstellung





Die grundsätzliche betriebliche Realität einer logistisch erforderlichen arbeitstäglichen Mehrfachbeladung von kleinen Zustellfahrzeugen in dieser Größenordnung beim Einsatz für die Paketzustellung wurde in den Experteninterviews bestätigt.

Somit werden mehrere Szenarien aufgestellt:

- Szenario 1 bildet den Ist-Zustand ab.
- Szenario 2 bildet den Zustand mit dem Ersatzfahrzeug StreetScooter Work ab.
- Szenario 3 bildet den Zustand mit dem Renault Kangoo Maxi ab, welcher aufgrund der längeren Reichweite einen besseren Ersetzungsgrad aufweist (das ist darin begründet, dass der Renault Kangoo häufiger zum Depot zurückpendeln kann als der StreetScooter).
- Szenario 4 bildet den Zustand mit dem Iveco Daily Electric 3520L mit zwei Batteriemodulen ab.

Die zu ersetzenden Sprinter werden mit einem Ladevolumen von 11 m³, die zu ersetzenden 7,5-Tonner-Fahrzeuge mit einem Ladevolumen von 23 m³ angenommen. Der Energiebedarf der konventionellen Fahrzeuge wird dabei über die vom Hersteller angegebenen Verbrauchswerte berechnet und der Energiewert von der Volumenangabe Liter Diesel mit dem Energiefaktor 35,9 MJ/l in die Einheit kWh umgerechnet.¹⁰⁴

Weiterhin werden für die Berechnung der anfallenden Energiekosten die Netzentgelte (Leistungs- und Arbeitspreis) der jeweiligen städtischen Netzbetreiber verwendet. Die entstehenden Energiekosten beziehen sich auf ein Jahr. Aufgrund der verwendeten Methodik für die Berechnung des zusätzlichen Streckenbedarfs der logistischen Nachladung und der Annahme einer linearen Reduktion des Paketvolumens während der Auslieferung wird immer der Mindestbedarf an Fahrzeugen in den folgenden Fallbeispielen genannt.

Über die neue Langversion des StreetScooter „Work L“ sind bisher nur die Eckdaten bekannt; 8 m³ Ladevolumen, 1 000 kg Nutzlast und eine Reichweite von 100 km,¹⁰⁵ sodass genaue Simulationen noch nicht möglich sind. Erste überschlägige Berechnungen mit den bisher bekannten technischen Daten haben aber ergeben, dass in den betrachteten drei Fallbeispielen ein vollständiger Ersatz der KEP-Dieselflotte nicht möglich sein wird. In jeder betrachteten Stadt werden zwischen 200 und 400 konventionelle Zustellfahrzeuge im Einsatz bleiben müssen und zwischen 100 und 150 zusätzliche StreetScooter „Work L“ zum Einsatz kommen. Somit stellt die Langversion einen Schritt in die richtige Richtung dar, ist für die KEP-Branche aber immer noch nicht das ideale Zustellfahrzeug.

¹⁰⁴ Vgl. (DIN e. V., 2013), Anhang A, Tank-to-Wheel

¹⁰⁵ Vgl. (Deutsche Post DHL Group, 2016)



3.2.1 Simulationsergebnisse für Berlin

Für den Fall Berlin ergeben sich mit den beschriebenen Szenarien anhand der erhobenen Mengengerüste nach Fahrzeug- und Tourenklassen folgende Daten, siehe Tabelle 9:

Fallbeispiel Berlin	Berechnete Werte der Szenarien pro Tag (Energiekosten p. a. bei 260 Tagen)			
	Szenario 1 Ist-Zustand	Szenario 2 StreetScooter	Szenario 3 Renault Kangoo	Szenario 4 Iveco Daily Electric
Anzahl Dieselfahrzeuge	2 451 Fzg.	497 Fzg.	241 Fzg.	0
Fahrleistung aller Dieselfahrzeuge	135 393 km	41 492 km	14 460 km	0
Energiebedarf konventionell	99 808 kWh	39 998 kWh (4 011 LD)	7 194 kWh (721 LD)	0
Anzahl BEV	0	2 685 Fzg.	2 345 Fzg.	2 451 Fzg.
Energiebedarf elektrisch	0	55 611 kWh	42 161 kWh	49 557 kWh
Fahrleistung BEV	0	21 8081 km	27 2008 km	13 5393 km
Zusätzlich benötigte Fahrer für die BEV	0	373	484	0
Dieseldkosten jährlich bei 1,20 €/l ₀	3 122 800 €	1 013 400 €	405 900 €	0 €
Stromkosten jährlich, gesamt	0 €	819 800 €	649 700 €	810 700 € (schnell) 769 100 € (normal)
Zusätzliche Anschlussleistung / Anschlusskosten pro Depot bei Schnellladung	-	-	-	105 kW – 1 478 kW 51 500 € – 700 400 €
Zusätzliche Anschlussleistung / Anschlusskosten pro Depot bei Normalladung	-	54 kW – 1 532 kW 61 800 € – 1 586 200 €	49 kW – 696 kW 51 500 € – 721 000 €	54 kW – 762 kW 61 800 € – 793 100 €

Tabelle 9:
Ersetzungsszenarien BEV im Fallbeispiel Berlin¹⁰⁶

¹⁰⁶ Eigene Berechnungen und Simulationen

¹⁰⁷ Eigene Berechnung nach (Statista (b), 2016)

¹⁰⁸ Vgl. (Wietschel, et al., 2015), S. 450–451: Die Investitionskosten für eine derartige Wallbox werden für 2013 mit 11 500 € und für 2020 mit 9 400 € angegeben, somit wurden für 2017 Kosten in Höhe von 10 300 € angenommen.

Durch die höhere Reichweite des Fahrzeugs in Szenario 3 können mehr Touren im Vergleich zu Szenario 2 ersetzt werden. Dies äußert sich unter anderem im höheren Nachladebedarf und der damit verbundenen zusätzlichen Anzahl an Fahrern. Durch die höhere Reichweite können weiterhin mehr Touren durch weniger Fahrzeuge ersetzt werden. Bei steigendem Ladevolumen sinkt die Fahrleistung aller Fahrzeuge (vgl. Szenario 2 bis Szenario 4), da der Nachladebedarf, entsprechend auch die Nachladefahrten und somit auch der absolute Energiebedarf zurückgehen. Bei den Fahrzeugen in Szenario 2 und Szenario 3 besteht keine Möglichkeit einer elektrischen Schnellladung. In Szenario 4 werden die Akkus der meisten Fahrzeuge nur teilweise entladen, bei der elektrischen Normalladung ist es allerdings fraglich, ob ein 1:1-Ersatz der konventionellen Flotte aufgrund der sehr langen Ladezeit von bis zu 24 Stunden noch möglich ist. Die elektrische Schnellladung benötigt etwa zehn bis zwölf Stunden (0 auf 100 % Akkuladung) und wäre sowohl von den Kosten als auch von der potenziellen Umsetzung realisierbar.

Der Energiebedarf im Szenario 4 beträgt bei 260 Arbeitstagen pro Jahr umgerechnet ca. 0,2 % des gesamten elektrischen Energieverbrauchs von Berlin im Jahr 2013.¹⁰⁷ Er ist in der absoluten Höhe kein Problem der Energieversorgung.

■ Ersatz durch kleine Zustellfahrzeuge nicht möglich

Im Gesamtvergleich der Szenarien ist für Berlin zu konstatieren, dass der vollständige Ersatz konventioneller Touren durch kleine Zustellfahrzeuge wie den StreetScooter Work oder den Renault Kangoo nicht möglich ist. Es verbleiben ca. 240 bis 500 konventionelle Touren, bei einem Mehrbedarf von 370 bis 480 Fahrern und insgesamt 140 bis 730 BEV, wobei der Renault Kangoo insgesamt besser abschneidet als der StreetScooter Work. Allein durch den Mehrbedarf an Fahrern und Fahrzeugen und durch die Tatsache, dass weiterhin bis zu 500 Dieselfahrzeuge eingesetzt werden müssen, sind diese Szenarien von vornherein unwirtschaftlich und somit auch im Ergebnis der Experteninterviews auszuschließen.

Damit bleibt das Szenario 4 mit dem möglichen 1:1-Ersatz konventioneller Touren durch BEV der Klasse Iveco Daily Electric das einzig realistische Szenario, dessen Wirtschaftlichkeit jedoch extrem durch die künftige Preisentwicklung der BEV beeinflusst wird. Auffallend ist, dass die jährlichen elektrischen Energiekosten nur ca. 25 % der jährlichen Dieseldkosten betragen, also rechnerisch eine Ersparnis von ca. 2,3 Mio. € pro Jahr vorliegt. Geht man bei 2 451 BEV von einem derzeitigen Mehrbedarf der Anschaffungsinvestition in Höhe von 40 000 € pro Fahrzeug aus, also gesamt ca. 98 Mio. €, würde die Amortisation der Mehrkosten über die Energiekosteneinsparung absurde 43 Jahre dauern.

Interessanter ist eine Berechnung des erforderlichen Literpreises für Dieseldieselkraftstoff, damit bei einer linearen Abschreibung der Mehrkosten von 40 000 € pro BEV über die vorgeschriebenen neun Jahre in Szenario 4 sowie den unterschiedlichen operativen Energiekosten von Diesel und Strom Kostengleichheit vorliegt. Dabei wird stark vereinfacht davon ausgegangen, dass alle anderen TCO-Kosten zwischen Dieselfahrzeug und BEV gleich bleiben, die Batterie neun Jahre betrieben werden kann und keine Entsorgungskosten für die Batterie anfallen. Insbesondere die letzten beiden Annahmen sind sehr unsicher. Die Kalkulation ergibt einen Literpreis für Dieseldieselkraftstoff von mindestens 4,55 €.

In eine Gesamtbetrachtung muss zudem unbedingt die notwendige und derzeit nicht vorhandene Ladeinfrastruktur in den Depots einfließen. Für eine elektrische Schnellladung müssen für jedes Depot minimal ca. 100 kW und maximal ca. 1 500 kW Anschlussleistung bereitstehen und für Normalladungen minimal ca. 50 kW und maximal ca. 770 kW. Sehr schnelle Ladungen sind aufgrund des negativen Einflusses auf die Batterielebensdauern nicht empfehlenswert. Deshalb wird dieser Leistungsbedarf in den weiteren Betrachtungen vernachlässigt. Eine Normalladung dürfte für das in der KEP-Branche übliche Geschäftsmodell der Vertragspartnerflotten aufgrund der langen Ladezeiten und der damit verbundenen Stellplatzproblematik in den Depots jedoch nicht den Normalfall darstellen.

Dies wirft insbesondere im Maximalfall der erforderlichen Anschlussleistungen für eine Schnellladung die Frage auf, ob die bauseitigen Hausanschlüsse solche Anschlussleistungen überhaupt ermöglichen. Zumal in den Depots nachts auch Sortieranlagen mit hohem Energiebedarf betrieben werden. Zwar können Lademanagementsysteme zur Strombegrenzung bei der Batterieladung eine technische Lösung darstellen. Diese verursachen jedoch zusätzliche Investitionskosten und können dazu führen, dass die Batterien morgens nicht vollständig geladen sind. Sieht man von solchen Lademanagementsystemen ab, wäre im Fallbeispiel Berlin in 2 451 Schnellladestationen zu investieren (sog. „Wallboxes“ der Ladebetriebsart LBA3 mit Abrechnungsfunktionalität für die Vertragspartner).¹⁰⁸ Dies entspricht einem geschätzten Investitionsbedarf von 25,2 Mio. €.

Feststellung: Der vollständige Ersatz konventioneller Touren durch kleine BEV bis 5 m³ Ladevolumen ist in Berlin logistisch nicht möglich und aufgrund des Mehrbedarfs von bis zu 730 Fahrzeugen und bis zu 480 Fahrten unwirtschaftlich und unrealistisch. Ein vollständiger Ersatz durch BEV bis 18 m³ Ladevolumen ist logistisch möglich und realistisch, wobei die operative Energiekosteneinsparung Strom zu Diesel in Höhe von ca. 2,3 Mio. € pro Jahr die derzeitigen zusätzlichen Anschaffungskosten der BEV nicht amortisieren kann. Der Liter Dieseldieselkraftstoff müsste einen Marktpreis von mindestens 4,55 € haben, damit BEV wirtschaftlich sind. Die Depots in Berlin wären überdies mit Schnellladestationen aufzurüsten. Dies entspricht einem einmaligen Investitionsbedarf von 25,2 Mio. €, ohne Berücksichtigung von Mehrkosten für Hausanschlussweiterungen oder Lademanagementsysteme.

3.2.2 Simulationsergebnisse für Hamburg

Für den Fall Hamburg ergeben sich folgende Daten, siehe Tabelle 10:

Fallbeispiel Hamburg	Berechnete Werte der Szenarien pro Tag (Energiekosten p. a. bei 260 Tagen)			
	Szenario 1 Ist-Zustand	Szenario 2 StreetScooter	Szenario 3 Renault Kangoo	Szenario 4 Iveco Daily Electric
Anzahl Dieselfahrzeuge	1212 Fzg.	314 Fzg.	136 Fzg.	0
Fahrleistung aller Dieselfahrzeuge	73 726 km	33 151 km	14 575 km	0
Energiebedarf konventionell	55 551 kWh	39 998 kWh (4 011 lD)	7 194 kWh (721 lD)	0
Anzahl BEV	0	1 185 Fzg.	1 158 Fzg.	1 219 Fzg.
Energiebedarf elektrisch	0	22 992 kWh	20 622 kWh	29 052 kWh
Fahrleistung BEV	0	90 164 km	133 034 km	83 004 km
Zusätzlich benötigte Fahrer für die BEV	0	166	234	30
Dieselskosten jährlich bei 1,20 €/l ₀	1 738 000 €	826 500 €	409 300 €	0 €
Stromkosten jährlich, gesamt	0 €	279 700 €	250 400 €	395 400 € (schnell) 329 200 € (normal)
Zusätzliche Anschlussleistung / Anschlusskosten pro Depot bei Schnellladung	-	-	-	68 kW – 1 395 kW 30 900 € – 659 200 €
Zusätzliche Anschlussleistung / Anschlusskosten pro Depot bei Normalladung	-	86 kW – 1 438 kW 92 700 € – 1 483 200 €	48 kW – 654 kW 51 500 € – 679 800 €	35 kW – 719 kW 41 200 € – 741 600 €

Tabelle 10:
Ersetzungsszenarien BEV im Fallbeispiel Hamburg¹⁰⁹

Der Energiebedarf im Szenario 4 beträgt bei 260 Arbeitstagen pro Jahr umgerechnet ebenfalls ca. 0,2 % des gesamten elektrischen Energieverbrauchs von Hamburg im Jahr 2013.¹¹⁰ Es stellt somit in der absoluten Höhe kein Problem der Energieversorgung dar.

Auch hier: Ersatz durch kleine Zustellfahrzeuge nicht möglich

Im Gesamtvergleich der Szenarien ist für Hamburg zu konstatieren, dass der vollständige Ersatz konventioneller Touren durch kleine Zustellfahrzeuge wie den StreetScooter Work oder den Renault Kangoo auch hier nicht möglich ist. Es verbleiben ca. 140 bis 320 konventionelle Touren, bei einem Mehrbedarf von 170 bis 230 Fahrern und insgesamt 80 bis 290 BEV, wobei der Renault Kangoo insgesamt besser abschneidet als der StreetScooter Work. Allein durch den Mehrbedarf an Fahrern und Fahrzeugen und durch die Tatsache, dass weiterhin bis zu 320 Dieselfahrzeuge eingesetzt werden müssen, sind diese Szenarien von vornherein unwirtschaftlich und somit auch im Ergebnis der Experteninterviews auszuschließen.

Für Hamburg konnte im Szenario 4 kein vollständiger 1:1-Ersatz mit den zur Verfügung stehenden elektrischen Fahrzeugen simuliert werden, da in Tourenklasse C ein hoher Anteil von Fahrzeugen mit 7,5 t zGG vorliegt, die durch den kleineren Iveco Daily Electric substituiert werden mussten. Aufgrund des sich daraus ergebenden Nachladebedarfs ergibt sich auch in diesem Szenario ein zusätzlicher Arbeitsaufwand von ca. 30 Fahrern und zehn Fahrzeugen im Vergleich zur konventionellen gefahrenen Tour aus Szenario 1; dennoch erscheint dieses Szenario aufgrund des geringen Mehrbedarfs (ca. 1 %) realistisch.

Damit bleibt auch in Hamburg das Szenario 4 mit dem möglichen 1:1-Ersatz konventioneller Touren durch BEV der Klasse Iveco Daily Electric das einzig realistische Szenario. Dessen Wirtschaftlichkeit wird jedoch extrem durch die künftige Preisentwicklung der BEV beeinflusst. Auffallend ist, dass die jährlichen elektrischen Energiekosten nur ca. 23 der jährlichen Dieseldaten betragen, also rechnerisch eine Ersparnis von ca. 1,3 Mio. € pro Jahr vorliegt. Geht man bei 1 220 BEV von einem derzeitigen Mehrbedarf der Anschaffungsinvestition in Höhe von 40 000 € pro Fahrzeug sowie von den zehn zusätzlich benötigten BEV aus, also gesamt ca. 49 Mio. €, würde die Amortisation der Mehrkosten über die Energiekosteneinsparung theoretisch 38 Jahre dauern.

Interessanter ist auch in Hamburg eine Berechnung des erforderlichen Literpreises für Dieselkraftstoff, damit bei einer linearen Abschreibung der Mehrkosten von 40 000 € pro BEV über die vorgeschriebenen neun Jahre in Szenario 4 sowie den unterschiedlichen operativen Energiekosten von Diesel und Strom Kostengleichheit vorliegt. Dabei wird wieder stark vereinfacht davon ausgegangen, dass alle anderen TCO-Kosten zwischen Dieselfahrzeug und BEV gleich bleiben, die Batterie neun Jahre betrieben werden kann und keine Entsorgungskosten für die Batterie anfallen. Insbesondere die letzten beiden Annahmen sind sehr unsicher. Die Kalkulation ergibt einen Literpreis für Dieselkraftstoff von mindestens 4,08 €.

In eine Gesamtbetrachtung muss auch in Hamburg die notwendige und derzeit nicht vorhandene Ladeinfrastruktur in den Depots einfließen. Für eine Schnell-

ladung müssen für jedes Depot minimal ca. 70 kW und maximal ca. 1 400 kW Anschlussleistung bereitstehen und für Normalladungen minimal ca. 40 kW und maximal ca. 700 kW.

Die Argumentation zugunsten der Schnellladung als Normalfall entspricht der des Fallbeispiels Berlin. Somit wäre im Fallbeispiel Hamburg in 1 220 Schnellladestationen zu investieren (sog. „Wallboxes“ der Ladebetriebsart LBA3 mit Abrechnungsfunktionalität für die Vertragspartner),¹¹¹ was einem geschätzten Investitionsbedarf von 12,6 Mio. € entspricht.

Feststellung: Der vollständige Ersatz konventioneller Touren durch kleine BEV bis 5 m³ Ladevolumen ist auch in Hamburg nicht möglich und aufgrund des Mehrbedarfs von bis zu 290 Fahrzeugen und bis zu 230 Fahrten unwirtschaftlich und unrealistisch. Ein vollständiger Ersatz durch BEV bis 18 m³ Ladevolumen ist mit einem relativ geringen Mehrbedarf an BEV und Fahrern möglich und realistisch, wobei die operative Energiekosteneinsparung Strom zu Diesel in Höhe von ca. 1,3 Mio. € pro Jahr die derzeitigen zusätzlichen Anschaffungskosten der BEV nicht amortisieren kann. Der Liter Dieselkraftstoff müsste einen Marktpreis von mindestens 4,08 € haben, damit BEV wirtschaftlich sind. Die Depots in Hamburg wären überdies mit Schnellladestationen aufzurüsten, was einem einmaligen Investitionsbedarf von 12,6 Mio. € entspricht, ohne Berücksichtigung von Mehrkosten für Hausanschlussweiterungen oder Lademanagementsysteme.



¹⁰⁹ Eigene Berechnungen und Simulationen

¹¹⁰ Eigene Berechnung nach (Statista (b), 2016)

¹¹¹ Vgl. (Wietschel, et al., 2015), S. 450–451: Die Investitionskosten für eine derartige Wallbox werden für 2013 mit 11 500 € und für 2020 mit 9 400 € angegeben, somit wurden für 2017 Kosten in Höhe von 10 300 € angenommen.

3.2.3 Simulationsergebnisse für München

Für den Fall München ergeben sich folgende Daten, siehe Tabelle 11:

Fallbeispiel München	Berechnete Werte der Szenarien pro Tag (Energiekosten p. a. bei 260 Tagen)			
	Szenario 1 Ist-Zustand	Szenario 2 StreetScooter	Szenario 3 Renault Kangoo	Szenario 4 Iveco Daily Electric
Anzahl Dieselfahrzeuge	1 046 Fzg.	481 Fzg.	103 Fzg.	0
Fahrleistung aller Dieselfahrzeuge	77 280 km	53 704 km	8 015 km	0
Energiebedarf konventionell	56 926 kWh (5 708 lD)	39 998 kWh (4 011 lD)	7 194 kWh (721 lD)	0
Anzahl BEV	0	692 Fzg.	1 194 Fzg.	1 046 Fzg.
Energiebedarf elektrisch	0	13 359 kWh	24 148 kWh	28 250 kWh
Fahrleistung BEV	0	52 389 km	155 793 km	77 280 km
Zusätzlich benötigte Fahrer für die BEV	0	101	262	0
Dieseldkosten jährlich bei 1,20 €/l ₀	1 781 000 €	1 251 400 €	225 100 €	0 €
Stromkosten jährlich, gesamt	0 €	190 000 €	335 800 €	450 200 € (schnell) 334 600 € (normal)
Zusätzliche Anschlussleistung / Anschlusskosten pro Depot bei Schnellladung	-	-	-	86 kW – 1 299 kW 41 200 € – 618 000 €
Zusätzliche Anschlussleistung / Anschlusskosten pro Depot bei Normalladung	-	84 kW – 762 kW 92 700 € – 793 100 €	44 kW – 914 kW 51 500 € – 947 600 €	45 kW – 670 kW 51 500 € – 690 100 €

Tabelle 11:
Ersetzungsszenarien BEV im Fallbeispiel München¹¹²

Der Energiebedarf im Szenario 4 beträgt bei 260 Arbeitstagen pro Jahr umgerechnet ca. 0,3 % des gesamten elektrischen Energieverbrauchs von München im Jahr 2013.¹¹³ Er stellt in der absoluten Höhe also kein Problem der Energieversorgung dar.

■ Ersatz ebenfalls nicht möglich

Im Gesamtvergleich der Szenarien ist für München zu konstatieren, dass der vollständige Ersatz konventioneller Touren durch kleine Zustellfahrzeuge wie den StreetScooter Work oder den Renault Kangoo auch nicht möglich ist. Es verbleiben ca. 100 bis 480 konventionelle Touren, bei einem Mehrbedarf von 100 bis 260 Fahrern und insgesamt 130 bis 250 BEV, wobei der Renault Kangoo insgesamt wieder besser abschneidet als der StreetScooter. Allein durch den Mehrbedarf an Fahrern und Fahrzeugen und durch die Tatsache, dass weiterhin bis zu 480 Dieselfahrzeuge eingesetzt werden müssen, sind diese Szenarien von vornherein unwirtschaftlich und somit auch im Ergebnis der Experteninterviews auszuschließen.

Für München konnte im Szenario 4 ein vollständiger 1:1-Ersatz mit den zur Verfügung stehenden elektrischen Fahrzeugen simuliert werden, was dies realistisch erscheinen lässt. Damit bleibt auch in München das Szenario 4 mit dem möglichen 1:1-Ersatz konventioneller Touren durch BEV der Klasse Iveco Daily Electric das einzig realistische Szenario, dessen Wirtschaftlichkeit jedoch ebenso extrem durch die künftige Preisentwicklung der BEV beeinflusst wird, wie in den beiden vorangegangenen Szenarien.

Auffallend ist, dass auch hier die jährlichen elektrischen Energiekosten nur ca. 26 % der jährlichen Dieselmkosten betragen, also rechnerisch eine Ersparnis von

ca. 1,3 Mio. € pro Jahr vorliegt. Geht man bei 1 046 BEV von einem derzeitigen Mehrbedarf der Anschaffungsinvestition in Höhe von 40 000 € pro Fahrzeug aus, also gesamt ca. 42 Mio. €, würde die Amortisation der Mehrkosten über die Energiekosteneinsparung absurde 32 Jahre dauern.

Interessanter ist auch in München eine Berechnung des erforderlichen Literpreises für Dieseldieselkraftstoff, damit bei einer linearen Abschreibung der Mehrkosten von 40 000 € pro BEV über die vorgeschriebenen neun Jahre in Szenario 4 sowie den unterschiedlichen operativen Energiekosten von Diesel und Strom Kostengleichheit vorliegt. Dabei wird wieder stark vereinfacht davon ausgegangen, dass alle anderen TCO-Kosten zwischen Dieselfahrzeug und BEV gleich bleiben, die Batterie neun Jahre betrieben werden kann und keine Entsorgungskosten für die Batterie anfallen. Insbesondere die letzten beiden Annahmen sind sehr unsicher. Die Kalkulation ergibt einen Literpreis für Dieseldieselkraftstoff von mindestens 3,47 €.

In eine Gesamtbetrachtung muss auch in München die notwendige und derzeit nicht vorhandene Ladeinfrastruktur in den Depots einfließen. Für eine Schnell-

ladung müssen für jedes Depot minimal ca. 90 kW und maximal ca. 1 300 kW Anschlussleistung bereitstehen und für Normalladungen minimal ca. 50 kW und maximal ca. 700 kW.

Die Argumentation zugunsten der Schnellladung als Normalfall entspricht der in den vorangegangenen Fallbeispielen. Somit wäre im Fallbeispiel München in 1 046 Schnellladestationen zu investieren (sogenannte „Wallboxes“ der Ladebetriebsart LBA3 mit Abrechnungsfunktionalität für die Vertragspartner).¹¹⁴ was einem geschätzten Investitionsbedarf von 10,8 Mio. € entspricht.

Feststellung: Der vollständige Ersatz konventioneller Touren durch kleine BEV bis 5 m³ Ladevolumen ist auch in München nicht möglich und aufgrund des Mehrbedarfs von bis zu 250 Fahrzeugen und bis zu 260 Fahrten unwirtschaftlich und unrealistisch. Ein vollständiger Ersatz durch BEV bis 18 m³ Ladevolumen ist möglich und realistisch, wobei die operative Energiekosteneinsparung Strom zu Diesel in Höhe von ca. 1,3 Mio. € pro Jahr die derzeitigen zusätzlichen Anschaffungskosten der BEV nicht amortisieren kann. Der Liter Dieseldieselkraftstoff müsste einen Marktpreis von mindestens 3,47 € haben, damit BEV wirtschaftlich sind. Die Depots in München wären überdies mit Schnellladestationen aufzurüsten, was einem einmaligen Investitionsbedarf von 10,8 Mio. € entspricht, ohne Berücksichtigung von Hausanschlussweiterungen oder Lademanagementsysteme.



¹⁰⁸ Eigene Berechnungen und Simulationen

¹⁰⁹ Eigene Berechnung nach (Statista (b), 2016)

¹¹⁰ Vgl. (Wietschel, et al., 2015), S. 450–451: Die Investitionskosten für eine derartige Wallbox werden für 2013 mit 11 500 € und für 2020 mit 9 400 € angegeben, somit wurden für 2017 Kosten in Höhe von 10 300 € angenommen.



3.3 Erdgasantriebe auf der Letzten Meile

Erdgasbetriebene Nutzfahrzeuge erreichen mit wesentlich geringerem technischem Aufwand die strenge Abgasnorm Euro6 als dieselbetriebene Nutzfahrzeuge. Das senkt den Kostennachteil zulasten des CNG zwischen den beiden Antriebstechnologien.

Schadstoffemissionen vergleichbar, Klimabilanz aber bis zu 98 % günstiger

Legt man diese Norm zugrunde, sind die Schadstoffemissionen im Betrieb insbesondere bei Feinstaub und Stickoxiden zwischen Diesel- und Erdgasfahrzeugen vergleichbar. Hinsichtlich der Klimabilanz sind erdgasbetriebene Nutzfahrzeuge bei der Nutzung von fossilem Erdgas jedoch 8 % und bei der Nutzung von Biomethan bis zu 98 % günstiger als dieselbetriebene Nutzfahrzeuge.¹¹⁵ Aus diesen Gründen sowie aus Gründen der künftigen Versorgungssicherheit (siehe Ausführungen in Kapitel 3) ist der Einsatz von erdgasbetriebenen Nutzfahrzeugen eine interessante Alternative zu Dieselfahrzeugen.

Speicher: LNG-Technologie für Letzte Meile ungeeignet

Bei Erdgasfahrzeugen gibt es zwei Technologien der Speicherung von Erdgas: zum einen die CNG-Technologie, bei der das Erdgas bei Umgebungstempe-

ratur auf 20 Mpa komprimiert wird, zum anderen die LNG-Technologie, bei der das Erdgas bei atmosphärischem Druck auf -163°C herabgekühlt wird. Bei letzterer Methode wird ein Tieftemperatur-Tank benötigt, wobei die um Faktor 2 höhere volumetrische Energiedichte entsprechend höhere Reichweiten erlaubt. Allerdings lohnt sich die LNG-Technologie zurzeit nur bei schweren, häufig genutzten Nutzfahrzeugen, was nicht zuletzt aufgrund des hohen Aufwands und entsprechenden Gewichts der Tanks, des Tankvorgangs (Fahrer müssen speziell geschult werden), sowie der Verflüchtigung von Erdgas bei Standzeiten von wenigen Tagen durch Tankerwärmung seine Gründe sucht. So soll bereits nach zwei bis drei Tagen der Tank nur noch zu 50 % gefüllt sein, um ein Öffnen des Überdruckventils zu verhindern.¹¹⁶ Potenziell erscheint die LNG-Technologie daher in der KEP-Branche für den sog. „Nachtsprung“, also den nächtlichen Hauptlauf im Netzwerk, geeignet, nicht jedoch für die Letzte Meile. Ein LNG-Tankstellennetz ist auch noch nicht verfügbar.

Beide Technologien werden in zwei Motorvarianten angeboten: zum einen Mono-Fuel-Motoren, die mit reinem Erdgas betrieben werden und bei denen auch der höhere Energiegehalt des Erdgases von 130 Oktan besser genutzt werden kann. Zum anderen bivalente Fahrzeuge, die bei CNG parallel mit Benzin oder bei LNG

auch mit Diesel betrieben werden können. Aufgrund des kaum verfügbaren Tankstellennetzes und der nicht vorhandenen marktrelevanten Fahrzeuge im Bereich LNG für den urbanen Wirtschaftsverkehr wird im Folgenden nur die CNG-Technologie betrachtet.

Im Fokus: die CNG-Technologie

Obwohl die absolute Zahl an marktverfügbaren CNG-Fahrzeugen insgesamt relativ groß ist, eignen sich nur wenige für den Einsatz in der KEP-Branche. Für einige der betrachteten Fahrzeuge gibt es mehrere Ausstattungsvarianten, die unter anderem eine Vergrößerung bzw. Verkleinerung des Ladevolumens beinhalten. In den folgenden Tabellen sind die Fahrzeuge mit der Ausstattungsvariante des größten Ladevolumens aufgeführt.



¹¹⁵ Vgl. (Heidt, et al., 2013), S. 52ff

¹¹⁶ Vgl. (Wurster, et al., 2014), S. 41ff.

¹¹⁷ Eigene Darstellung nach Herstellerangaben

Kleintransporter			
Marke	Volkswagen	Opel	Fiat
Bezeichnung	Caddy Maxi	Combo L1H1	Dobló Cargo
Antriebsart	CNG Erdgas	CNG Erdgas	CNG Erdgas
Leistung	81 kW	88 kW	88 kW
Reichweite Erdgas	Errechnet – 860 km	330 km	Errechnet – 450 km
Reichweite Benzin	k.a.	300 km	Errechnet – 300 km
Verbrauch auf 100 km Erdgas	4,3 kg /100 km	4,9 kg /100 km	4,9 kg /100 km
Höchstgeschwindigkeit	174 km/h	172 km/h	172 km/h
Füllmenge Erdgastank	37 kg	16,2 kg	22,1 kg
Füllmenge Benzintank	13 Liter	22 Liter	22 Liter
Schadstoffklasse	Euro6	Euro6	Euro6
CO ₂ -Emissionen Erdgasbetrieb	116 g/km	134 g/km	134 g/km
Gesamtgewicht	2 345 kg	2 430 kg	2 443 kg
Leergewicht	1 660 kg	1 450 kg	1 463 kg
Zuladung	685 kg	980 kg	980 kg
Ladevolumen	4,2 m ³	3,4 m ³	4,2 m ³

Tabelle 12:
Übersicht elektrische Transporter 3 m³ bis 5 m³ Ladevolumen¹¹⁷

Ersatz der Dieselfahrzeuge logistisch möglich

Alle angegebenen Reichweiten liegen deutlich über den für die Letzte Meile erforderlichen Reichweiten der Tourenklasse C. Ladevolumen und Nutzlast entsprechen ebenfalls den Anforderungen der KEP-Branche. Somit ist ein 1:1-Ersatz der Dieselfahrzeuge logistisch möglich, wenn auch mit sehr eingeschränkter Modellvielfalt gegenüber Dieselfahrzeugen.

Erfahrungen vor zehn Jahren: zu wenige Tankstellen, geringe Zuverlässigkeit und eingeschränkte Nutzlast

In den Experteninterviews stellte sich heraus, dass häufig eine eingeschränkte Tankstellen-Infrastruktur, geringere Zuverlässigkeit sowie Nutzlasteinschränkungen als Einsatzhemmnisse genannt wurden. Allerdings sind diese Erkenntnisse oft vor ca. zehn Jahren entstanden. Durch die damaligen negativen Erfahrungen wurde der Einsatz von CNG-Fahrzeuge nicht weiter verfolgt. Die Akzeptanz durch die Fahrer war damals gering (z. B. Motorleistung). Dies würde bei den heute marktverfügbaren Fahrzeugen sicher anders aussehen.

Steuer: Fehlende Rechtssicherheit hemmt Investitionen

Die TCO-Kosten liegen nach Expertenangaben derzeit nur ca. 100 € monatlich höher als bei vergleichbaren Dieselfahrzeugen, was derzeit bei einem flächendeckenden Einsatz immer noch zu wirtschaftlichen Nachteilen gegenüber Dieselfahrzeugen führen würde. Ein wesentlicher Aspekt bei den TCO-Kosten im Vergleich zu Dieselfahrzeugen ist neben der zu erwartenden gegenläufigen Entwicklung der Fahrzeugkosten bei Abgasemissionsstandards jenseits von Euro6 (der technische Aufwand zur Abgasreinigung beim Dieselmotor steigt erheblich gegenüber CNG-Motoren) die Frage der Energiesteuer. So beträgt der auf den Heizwert normierte Steuersatz für CNG 1,6 ct/kWh und für Diesel 4,8 ct/kWh, was jedoch nur noch bis 31.12.2018 rechtskräftig ist.¹¹⁹ Bei einem Entfall der Steuervergünstigung würde sich die Kostenposition von CNG-Fahrzeugen deut-

	Transporter		
Marke	Fiat	Iveco	Mercedes Benz
Bezeichnung	Ducato 140 Natural Power Bivalent	Daily 35 C 14 NV	Sprinter 316 NGT
Antriebsart	CNG Erdgas	CNG Erdgas	CNG Erdgas
Leistung	100 kW	100 kW	115 kW
Reichweite Erdgas	400 km	450 km	475 km
Reichweite Benzin	100 km	100 km	k. A.
Verbrauch auf 100 km Erdgas	8,8 kg /100 km	Errechnet – 9,87 kg /100 km	8,2 kWh
Höchstgeschwindigkeit	159 km/h	145 km/h	159 km/h
Füllmenge Erdgastank	37 kg	22,3 kg bis 44,4 kg	31 kg bis 39 kg
Füllmenge Benzintank	15 Liter	14 Liter	15 Liter Monovalent
Schadstoffklasse	100 Liter Bivalent	Euro6	Euro6
CO ₂ -Emissionen Erdgasbetrieb	234 g/km	240 g/km	226 g/km
Gesamtgewicht	3 500 kg (4 005 kg erhältlich)	3 500 (7 200 kg erhältlich)	3 500 kg (7 000 kg erhältlich)
Leergewicht	Ab 2 590 kg	2 567 kg bis 2 926 kg	Ca. 2 200 kg
Zuladung	Ab 910 kg	575 kg bis 933 kg	Variantenabhängig
Ladevolumen	bis zu 17 m ³	Bis zu 19,6 m ³	Bis zu 14 m ³

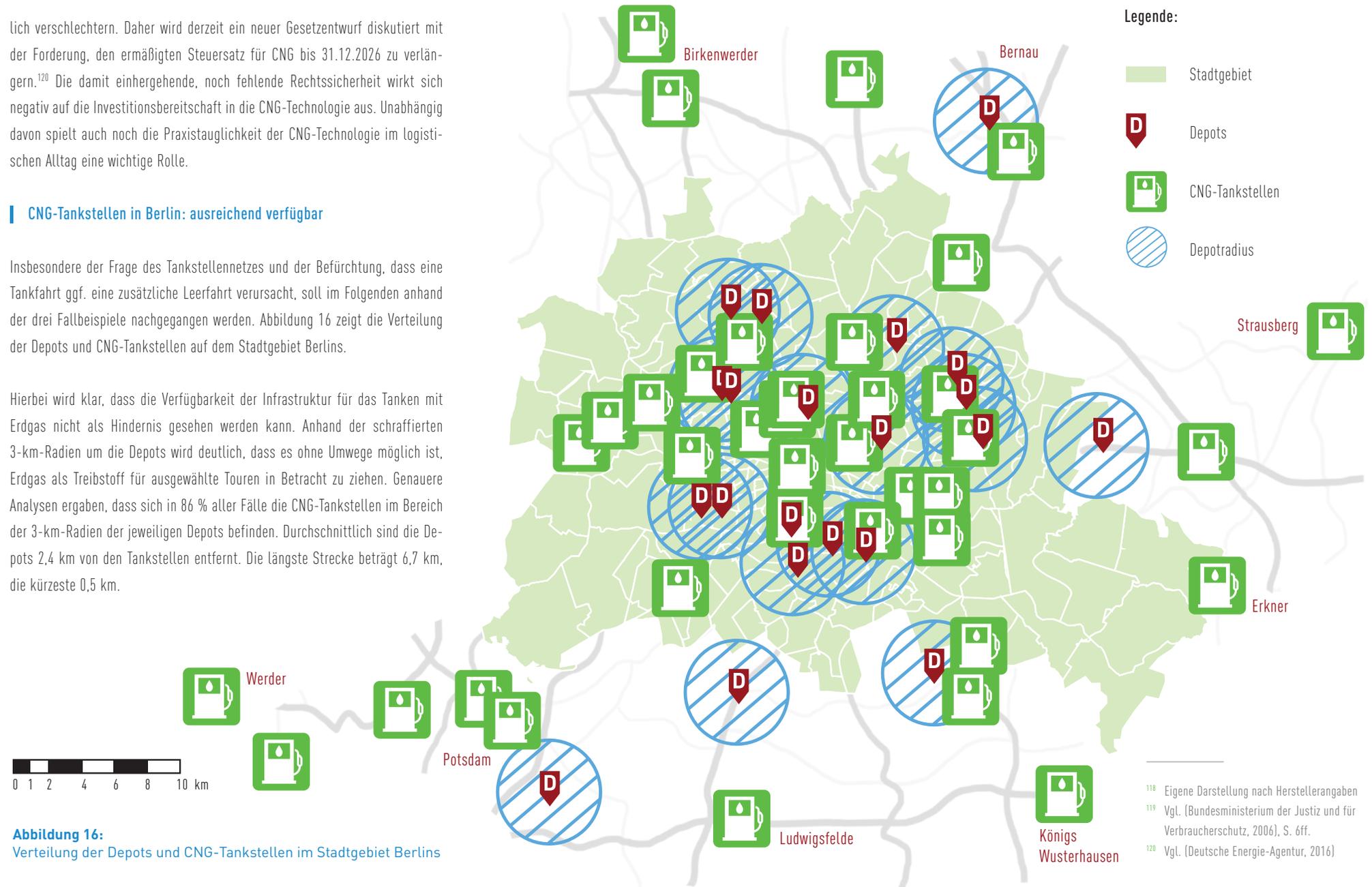
Tabelle 13: CNG-Transporter von 12 m³ bis 20 m³ Ladevolumen¹¹⁸

lich verschlechtern. Daher wird derzeit ein neuer Gesetzentwurf diskutiert mit der Forderung, den ermäßigten Steuersatz für CNG bis 31.12.2026 zu verlängern.¹²⁰ Die damit einhergehende, noch fehlende Rechtssicherheit wirkt sich negativ auf die Investitionsbereitschaft in die CNG-Technologie aus. Unabhängig davon spielt auch noch die Praxistauglichkeit der CNG-Technologie im logistischen Alltag eine wichtige Rolle.

CNG-Tankstellen in Berlin: ausreichend verfügbar

Insbesondere der Frage des Tankstellennetzes und der Befürchtung, dass eine Tankfahrt ggf. eine zusätzliche Leerfahrt verursacht, soll im Folgenden anhand der drei Fallbeispiele nachgegangen werden. Abbildung 16 zeigt die Verteilung der Depots und CNG-Tankstellen auf dem Stadtgebiet Berlins.

Hierbei wird klar, dass die Verfügbarkeit der Infrastruktur für das Tanken mit Erdgas nicht als Hindernis gesehen werden kann. Anhand der schraffierten 3-km-Radien um die Depots wird deutlich, dass es ohne Umwege möglich ist, Erdgas als Treibstoff für ausgewählte Touren in Betracht zu ziehen. Genauere Analysen ergaben, dass sich in 86 % aller Fälle die CNG-Tankstellen im Bereich der 3-km-Radien der jeweiligen Depots befinden. Durchschnittlich sind die Depots 2,4 km von den Tankstellen entfernt. Die längste Strecke beträgt 6,7 km, die kürzeste 0,5 km.



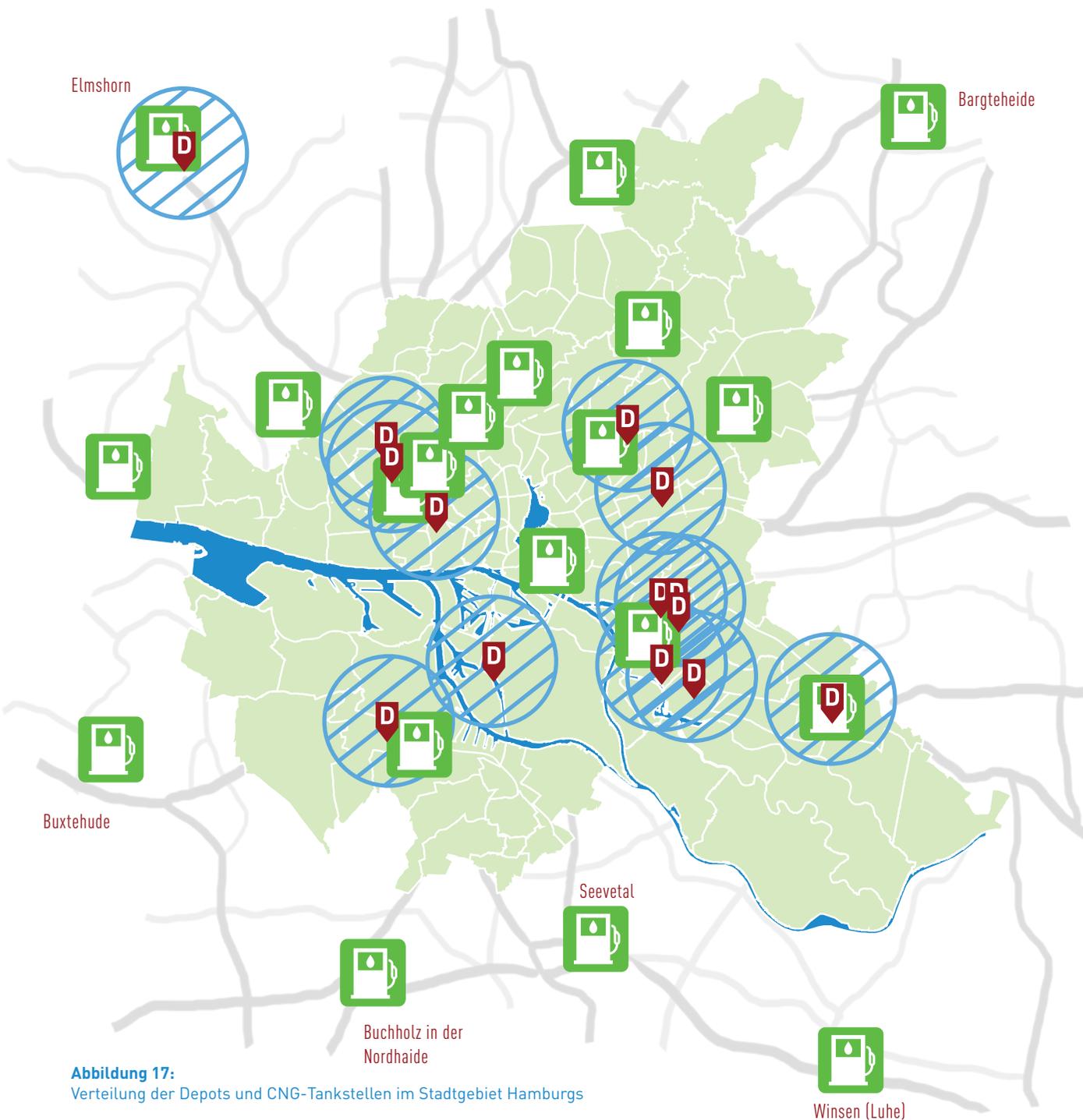


Abbildung 17:
Verteilung der Depots und CNG-Tankstellen im Stadtgebiet Hamburgs

Auch in Hamburg: CNG-Tankstellen ausreichend verfügbar

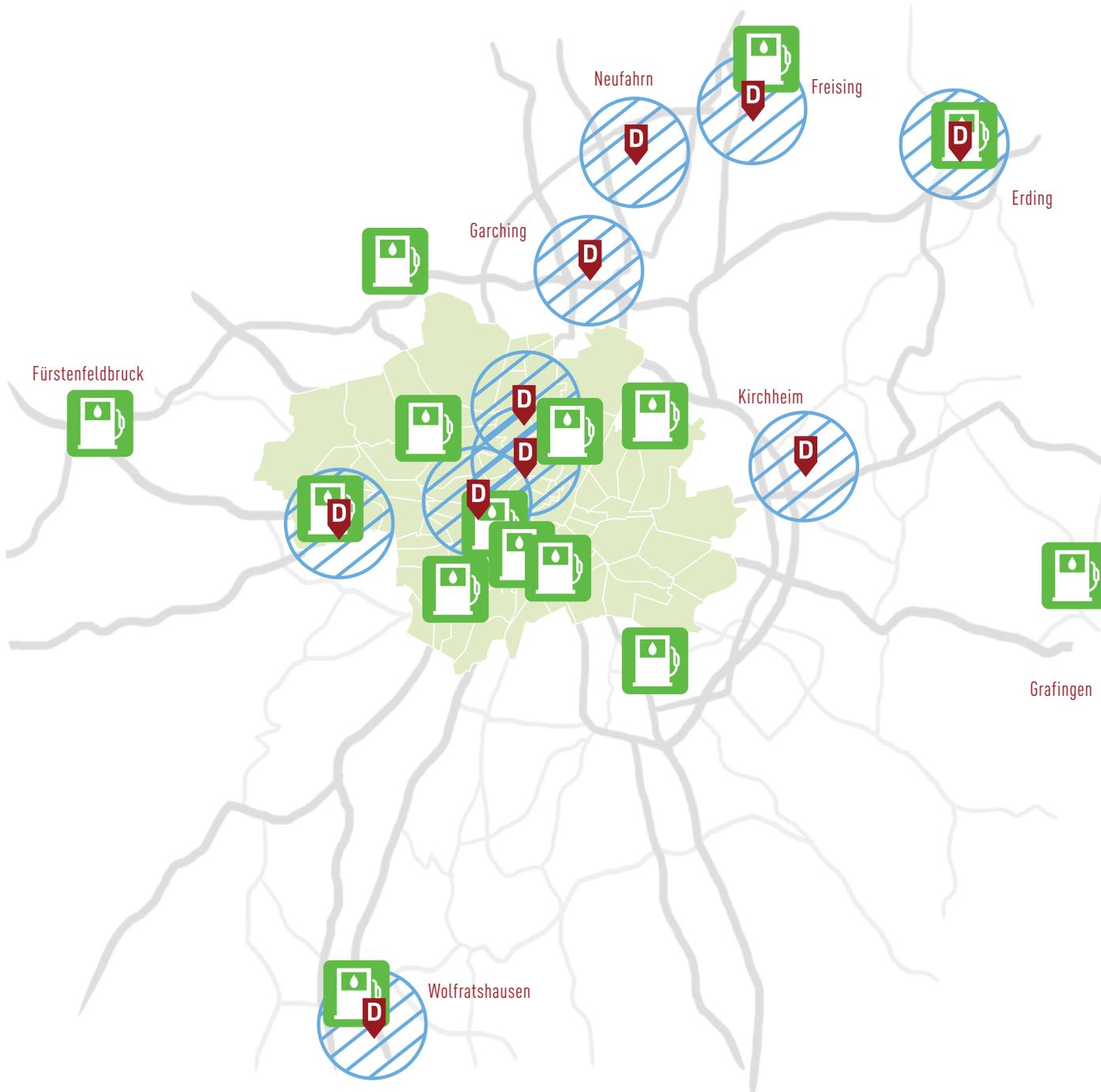
Ähnlich wie in Berlin wird auch in Hamburg deutlich, dass das Netz von CNG-Tankstellen im Sinne der KEP-Unternehmen in Metropolregionen als nahezu ubiquitär eingestuft werden kann (Abbildung 17).

Für fast alle Depots befindet sich eine CNG-Tankstelle in dem Radius von 3 km. Eine Ausnahme bildet ein einziges Depot, von dem aus die nächstgelegene CNG-Tankstelle in 5 km aufzufinden ist. Für Hamburg lässt sich demnach eine sehr geringe Durchschnittsentfernung von 1,9 km von Depot zu CNG-Tankstelle ermitteln. Die kürzeste Entfernung beträgt 0,7 km. Diese flächendeckende Versorgung durch Erdgas im gesamten Stadtgebiet bietet ausgezeichnete Voraussetzungen für die Etablierung einer erdgasbetriebenen Fahrzeugflotte.

Legende:

- Stadtgebiet
- Depotradius
- CNG-Tankstellen
- Depots





CNG-Tankstellen in München: Netz am schlechtesten ausgebaut

Vergleicht man auf Basis der Verfügbarkeit der Infrastruktur von CNG-Tankstellen die Landeshauptstadt München mit den beiden anderen untersuchten Städten Berlin und Hamburg, so muss attestiert werden, dass hier das Netz von CNG-Tankstellen am schlechtesten ausgebaut ist (Abbildung 18).

Zudem ist die Entfernung der Depots der KEP-Unternehmen und der Erdgastankstellen im Vergleich relativ ungünstig. Dies zeigt auch der relativ hohe Durchschnittswert von 3,7 km Entfernung. Dabei ist die längste Entfernung zur nächstgelegenen CNG-Tankstelle 8,7 km, die kürzeste jedoch nur 0,8 km. Zwar schneidet München im Vergleich zu den anderen untersuchten Städten am schlechtesten ab. Dies zieht aber nicht zwingend nach sich, dass in München nicht die Möglichkeit bestünde, erdgasbetriebene Zustellfahrzeuge einzusetzen. Auffallend ist zudem, dass die Depots, die relativ weit vom Stadtgebiet entfernt liegen, in unmittelbarer Nähe CNG-Tankstellen aufweisen; allerdings ist hier bereits der Weg bis zur Zustellung relativ lang, sodass die Reichweite der Fahrzeuge stärker ins Gewicht fallen könnte.

Abbildung 18:
Verteilung der Depots und CNG-Tankstellen
im Stadtgebiet Münchens

Legende:

- Stadtgebiet
- D Depots
- D CNG-Tankstellen
- Depotradius





3.4 Zwischenfazit: besseres Angebot geeigneter Erdgas- und Elektrofahrzeuge erforderlich

Die untersuchten Fallbeispiele Berlin, Hamburg und München haben in den Szenarien-Vergleichen und Simulationen eindeutig ergeben, dass marktverfügbare BEV mit einem Ladevolumen bis 5 m³ und einer Nutzlast bis 650 kg ungeeignet sind, die konventionellen Touren der KEP-Unternehmen ganzheitlich zu bedienen. Abgesehen von der fehlenden Wirtschaftlichkeit würde der Einsatz dieser Fahrzeugklasse eine Zunahme der KEP-Verkehre um bis zu 33 % verursachen und einen nicht unerheblichen Verbleib von Dieselfahrzeugen in der KEP-Flotte, was den ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitszielen der Kommunen entgegensteht.¹²¹

Die untersuchten Fallbeispiele Berlin, Hamburg und München haben in den Szenarien-Vergleichen und Simulationen eindeutig ergeben, dass marktverfügbare BEV mit einem Ladevolumen bis 5 m³ und einer Nutzlast bis 650 kg ungeeignet sind, die konventionellen Touren der KEP-Unternehmen ganzheitlich zu bedienen. Abgesehen von der fehlenden Wirtschaftlichkeit würde der Einsatz dieser Fahrzeugklasse eine Zunahme der KEP-Verkehre um bis zu 33 % verursachen und einen nicht unerheblichen Verbleib von Dieselfahrzeugen in der KEP-Flotte, was den ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitszielen der Kommunen entgegensteht.¹²¹

BEV als Ersatz möglich – ab 12 m³ und einer Tonne Nutzlast

Allein mit marktverfügbaren BEV mit einem Ladevolumen ab 12 m³ und einer Nutzlast ab 1 000 kg ist ein Ersatz branchenüblicher Dieselfahrzeuge vollständig möglich. Da die Simulationen und Berechnungen auf den erhobenen Durchschnitts-Tourendaten beruhen, ist auf einzelnen Touren der Tourenklasse A bei innerstädtischen Depots in stadtgeografisch geeigneten Gebieten mit entsprechenden B2C-Sendungsstrukturen der sinnvolle Einsatz der kleinen BEV sicherlich trotzdem möglich. Das belegen Feldversuche insbesondere der DHL mit dem StreetScooter Work empirisch, etwa in Bonn. Dies berechtigt bei der Annahme des Technologie-mixes der Zukunft einen gewissen Prozentsatz kleinerer BEV (siehe Kapitel 3.2).



| Aktuelles Marktangebot unzureichend ...

Festzustellen bleibt, dass BEV von der Art des StreetScooter Work in Großstädten eine untergeordnete Rolle spielen werden und das derzeitige Marktangebot von BEV der Gewichtsklasse 3,5 t zGG und 7,5 t zGG absolut unzureichend ist.

Hilfreich ist in diesem Zusammenhang die seit Dezember 2014 gültige Ausnahme-
regelung in der bundesweiten Fahrerlaubnis-Verordnung, dass BEV bis 4,2 t zGG im
Gegensatz zu herkömmlichen 4,2 t zGG mit dem weitverbreiteten Führerschein der
Klasse B gefahren werden dürfen. Dies gleicht den Verlust an möglicher Zuladung
teilweise aus und wirkt dem Fahrermangel entgegen. Es bleibt zu hoffen, dass die
etablierten Hersteller darauf mit geeigneten BEV reagieren.

| ... und Wirtschaftlichkeit in weiter Ferne

Aufgrund der hohen Anschaffungskosten (Faktor 2 bis 3 gegenüber gleichwertigen
Dieselfahrzeugen) der bislang marktverfügbaren Modelle sind BEV trotz wesentlich
niedrigerer operativer Energiekosten noch sehr weit von der in der KEP-Branche
derzeit notwendigen Wirtschaftlichkeit entfernt.

Unter der Annahme, dass Batterien über eine AfA-Dauer von neun Jahren einsatz-

fähig bleiben und keine Entsorgungskosten anfallen, müsste für eine Wirtschaft-
lichkeit von BEV der Liter Dieselmotorkraftstoff je nach Einsatzgebiet einen dauerhaften
Marktpreis von mindestens 3,50 bis 4,50 € haben. Hinzu kommt ein in der öffent-
lichen Debatte bislang unterrepräsentierter Aspekt: nämlich die hohen Einmal-In-
vestitionskosten in die erforderliche Ladeinfrastruktur in den Depots von 50 000
bis zu 700 000 € pro Depot. Obwohl viele KEP-Dienste mit Vertragspartnern zu-
sammenarbeiten, ist nicht davon auszugehen, dass die beauftragten Unternehmer
über eine eigene Ladeinfrastruktur verfügen werden. Das macht diese Investitionen
auch bei einer fremden Fahrzeugflotte erforderlich. Daher entstehen auch zusätz-
liche Stellplatzprobleme in den Depots, da die Unternehmer ihre konventionellen
Zustellfahrzeuge nachts nicht in den Depots abstellen.

Problematisch sind bei den KEP-Diensten auch ältere Bestandsimmobilien (älter
als 10 bis 15 Jahre) und gemietete Immobilien, wenn die bauseitigen Hausan-
schlusserweiterungen liegen im deutlich sechsstelligen Euro-Bereich und sind ein
„Showstopper“ für komplette Flottenumstellungen. Zwar kann hier der zusätzliche
Einsatz von Lademanagementsystemen eine Lösung sein (mit zusätzlichen Investi-
tionskosten). Dies kann bei einer Begrenzung des nächtlichen Ladestroms auf bis
zu 60 % jedoch zum Problem der Teilladung von Batterien führen.

Die KEP-Dienste berücksichtigen diesen Umstand bereits bei Neubauten, aktuell
etwa Hermes in Hamburg. Die evaluierten Pilotanwendungen bei Hermes, DPD und
UPS kommen Stand heute auf Basis vorhandener Hausanschlüsse aus, beispiele-
weise wurden im UPS-Depot Hamburg derzeit 13 Ladestationen installiert, wobei
verfügbare Stellplätze bereits ein limitierender Faktor sind.

Insgesamt ist ein flächendeckender Einsatz von BEV derzeit mit dem Handicap
hoher Investitionskosten in die BEV und in die notwendige Ladeinfrastruktur sowie
mit logistischen Restriktionen (Zuladung, Reichweite, zusätzlicher Stellplatzbedarf
in den Depots, lange Ladezeiten) und somit Effizienzverlusten verbunden.

| Anschubförderung wäre sinnvoll

Um einen signifikanten Anteil der Elektromobilität in der KEP-Branche in den
nächsten 10 bis 15 Jahren zu erreichen, wäre eine spezielle Anschubförderung für
batterieelektrische Nutzfahrzeuge begrüßenswert – sinkend mit höheren Stück-
zahlen am Markt analog zum Erneuerbare-Energien-Gesetz. Direkte Kaufanreize
werden in der Branche als wirksam bewertet, insbesondere bei den beauftragten
Vertragspartnern, oder aber steuerliche Anreize in Form von Sonderabschreibungen.

¹²¹ Vgl. (Bogdanski, 2015), S. 34



Der derzeitige Umweltbonus für BEV greift bei elektrischen Nutzfahrzeugen für die KEP-Branche nicht:

- BEV dürfen im Gütertransport höchstens 4,25 t zGG haben.
- Der Netto-Listenpreis des Basismodells darf 60 000 € nicht überschreiten (KEP-geeignete BEV der Sprinter-Klasse sind aber erst ab 75 000 € netto erhältlich).
- Die Förderung von 4 000 € pro BEV schließt die Wirtschaftlichkeitslücke nicht einmal annähernd.¹²²
- Der in den Szenarien ausschließlich erfolgreiche IVECO Daily Electric ist auf der Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle nicht enthalten.¹²³

Spezielle staatliche Kaufanreize für BEV in der Nutzfahrzeugklasse 3,5 t bis 7,5 t zGG könnten einen früheren Einstieg der KEP-Branche in die Technologie durchaus fördern, wirken aber nur kurzfristig. Mittelfristiges Ziel müssen herstellerseitig marktconforme Preise und Leistungsgrößen und damit gleiche Wirtschaftlichkeit wie bei konventionellen Dieselfahrzeugen sein.

| Ideal wären: Förderung à la EEG, spezielle Mietangebote ...

Eine ideale Lösung wären Förderprogramme analog zum Erneuerbare-Energien-Gesetz. Die Förderung würde bei zunehmender Marktdurchdringung und sinkenden Kaufpreisen dynamisch angepasst. Weiterhin wären Mietangebote mit Fahrzeugrücknahme und Wiederaufbereitung elektrischer Lieferfahrzeug-Flotten durch die Hersteller zielführend. Damit würde auch das derzeitige Risiko der Anschlussverwendung und der Batterieentsorgung entfallen. Der letzte Punkt würde in Kombination mit intelligenten staatlichen Förderprogrammen zur Gewährleistung markt-

konformer Leasingraten die Markteintrittsbarrieren von BEV in der KEP-Branche erheblich absenken.

... und kommunale Anreize

Weiterhin würden kommunale logistische Anreize den Einsatz von BEV die KEP-Branche zusätzlich unterstützen: etwa erweiterte Zeitfenster in Fußgängerzonen und aufgrund der derzeitigen Reichweitenproblematik eine öffentliche Schnellladeinfrastruktur. Die Nutzung von Busspuren und privilegierte Ladezonen sind hingegen eher mäßig hilfreich, da andere Verkehrsteilnehmer diese Regeln nur mangelhaft beachten. Grundsätzlich sollte nachhaltiger urbaner Wirtschaftsverkehr kommunalpolitisch gefördert werden, unabhängig von eingesetzten Technologien.

Zusammenfassung BEV: Konventionell motorisierte Zustellfahrzeuge können in urbanen Ballungsräumen nur durch BEV ab 12 m³ Ladevolumen und 1 000 kg Nutzlast logistisch 1:1 ersetzt werden. Das derzeit am Markt verfügbare Angebot ist unzureichend bzw. in der Klasse bis 7,5 t zGG nicht vorhanden. Kleinere BEV bis 5 m³ und mit ca. 600 kg Nutzlast sind marktverfügbar, können jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen und mit einem kleinen Anteil am Logistikmix eingesetzt werden. Eine Wirtschaftlichkeit ist bei BEV infolge der hohen Anschaffungskosten trotz der niedrigeren operativen Energiekosten absolut nicht gegeben, was eine flächendeckende Verbreitung dieser Technologie ohne flankierende politische Maßnahmen verhindert. Erst bei einem Preisniveau von mindestens 3,50 bis 4,50 € pro Liter Dieseldieselkraftstoff sind BEV wirtschaftlich, unter der Annahme einer neunjährigen Nutzungsdauer der Batterien und ohne Entsorgungskosten. Hinzu kommen weitere logistische Effizienzverluste gegenüber Dieselfahrzeugen und die hohen Einmalinvestitionen von bis zu 700 000 € pro Depot für Schnellladestationen, ohne Berücksichtigung von ggf. erforderlichen Hausanschluss-

erweiterungen oder Lademanagementsystemen zur temporären Begrenzung der Anschlussleistung. Zudem ist zu beachten, dass im Lebenszyklus eine positive Ökobilanz von BEV nur bei 100%igem Betrieb mit Ökostrom entsteht, was zusätzliche Stromkosten verursachen kann. Insgesamt kann als Nachteilsausgleich nur eine spezielle Förderung von Investitionen in BEV im Güterverkehr für eine schnellere Einführung von BEV im urbanen Wirtschaftsverkehr sorgen, die bei zunehmender Verbreitung und marktconformen Fahrzeugpreisen schrittweise reduziert wird.

Erdgasfahrzeuge: interessante Brückentechnologie – aber unterbewertet

Erdgasbetriebene Nutzfahrzeuge sind grundsätzlich eine Alternative zu dieselbetriebenen Nutzfahrzeugen: ohne logistische Effizienzverluste und als interessante nachhaltige Brückentechnologie bis zur vollständigen Marktreife elektromotorisch betriebener Nutzfahrzeuge. Derzeit sind sie aber aufgrund schlechter Erfahrungen in der Vergangenheit in der KEP-Branche unterbewertet.

Das Tankstellennetz ist in den Metropolregionen abhängig vom jeweils betrachteten Fallbeispiel gut bis sehr gut ausgebaut und stellt kein Einsatzhemmnis dar. Zusätzliche Investitionen in den Depots wie für die Schnellladestationen der BEV sind nicht notwendig.

Die CNG-Technologie wurde zu früh in der KEP-Branche eingesetzt und aufgrund der damaligen schlechten Erfahrungen ohne erneute Feldversuche schnell wieder abgelöst. Die derzeitigen leichten TCO-Kostennachteile gegenüber aktuellen Dieselfahrzeugen sind marginal gegenüber den massiven TCO-Kostennachteilen aktueller BEV. Sie dürften künftig irrelevant werden, wenn die Abgasemissions-

standards für Dieselfahrzeuge auf europäischer Ebene weiter verschärft werden und in der Folge am Dieselmotor eine technisch aufwändige Abgasreinigung notwendig würde. Bedingung wäre, dass die Gültigkeit des ermäßigten Energiesteuersatzes für CNG über den 31.12.2018 hinaus hinreichend verlängert wird. Aufgrund der auch aus diesem Grund aktuell niedrigen Nachfrage am Markt ist das herstellereitige Angebot geeigneter Nutzfahrzeuge für die Letzte Meile eingeschränkt.

Zusammenfassung Erdgasfahrzeuge: Die CNG-Technologie ist im Vergleich zu Dieselfahrzeugen eine nachhaltige Brückentechnologie auf der Letzten Meile bis zur vollständigen Marktreife von BEV, insbesondere wenn Bio-Methan verfügbar ist. Die aktuellen Kostennachteile werden bei einer weiteren Verschärfung der Abgasemissionsstandards für Dieselfahrzeuge entfallen, das aktuell verfügbare Tankstellennetz stellt in den untersuchten Fallbeispielen kein Einsatzhemmnis dar. Zusätzliche Investitionen in den Depots wie bei den BEV sind nicht notwendig. Das herstellereitige Angebot geeigneter Nutzfahrzeuge für die Letzte Meile ist derzeit sehr eingeschränkt.

¹²² Vgl. (BMW, 2016), S. 2 Absätze 3.1, 3.3 und 4

¹²³ Vgl. (BAFA, 2016)



4

Innovative Zustellkonzepte



4.1 Mikro-Depots: Zustellung mit Lastenfahrrädern

Das Mikro-Depot-Konzept ist ein vielversprechender Ansatz, um die Nachhaltigkeitsziele aller Stakeholder auf der Letzten Meile zu erreichen.¹²⁴ Es gleicht die logistischen Nachteile aus, die sich durch die beschränkte Geschwindigkeit, die Nutzlast und das Ladevolumen von Lastenfahrrädern ergeben.

Ohne Mikro-Depots wäre der Einsatz dieser nachhaltigen Verkehrsmittel nicht möglich. Das belegen die durchschnittlichen Tourenlängen in den erhobenen Tourenklassen der drei Fallbeispiele eindrucksvoll. Selbst in Tourenklasse A betragen die durchschnittlichen Tourenlängen von den Depots zwischen 30 und 40 km. Das lässt den Einsatz von Lastenfahrrädern direkt vom Depot aus für die meisten stadtgeografischen Lagen unmöglich erscheinen.

Das Mikro-Depot-Konzept wird in Hamburg von UPS bereits auf empirischer Grundlage erfolgreich betrieben und ist bei Hermes in einer ersten empirischen Pilotphase (beide Beispiele siehe Kapitel 4.1.5). Seit Februar 2016 wird das Mikro-Depot-Konzept in Nürnberg von der TH Nürnberg auf wissenschaftlicher Grundlage mit den Projektpartnern DPD und GLS erforscht und befindet sich derzeit in der praktischen Umsetzungsphase. In Berlin und München sind weitere ähnliche Projekte in Planung, wobei in Berlin alle sieben großen KEP-Dienste die Absicht zur Beteiligung am geplanten Projekt geäußert haben.

„Allerletzte Meile“: Zwischenlagerung im Zustellgebiet, Lieferung im kleinen Umkreis

Der Mikro-Depot-Ansatz ist so konzipiert, dass die Pakete vor der Zustellung in einem direkt im Zustellgebiet befindlichen Zwischenlager deponiert werden, so-

dass sie mit Lastenfahrrädern in einem kleineren Umkreis vom Mikro-Depot ausgeliefert werden können. Die Art der Zustellung der Sendungen vom Depot in das Mikro-Depot hängt vom logistischen Konzept ab. Sie kann per Lkw-Wechselbrücke oder per Lkw mit Ladebordwand und Rollwägen erfolgen, etwa mit sogenannten Corletten. Damit wird die Letzte Meile nochmals in eine „Allerletzte Meile“ unterteilt (siehe Abbildung 19).

Bereits an dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass diese Art der Zustellung nicht das gesamte Sendungsaufkommen innerhalb der ausgewählten Gebiete abdecken kann. Es ist logistisch unmöglich und ökonomisch nicht sinnvoll, alle Sendungen durch das Lastenfahrrad zuzustellen. Zum einen sind Waren, die ein gewisses Volumen oder Gewicht (Sperrgut) aufweisen, nicht per Lastenfahrrad transportierbar. Man denke hier an große TV-Geräte oder an Pkw-Reifensätze. Zum anderen

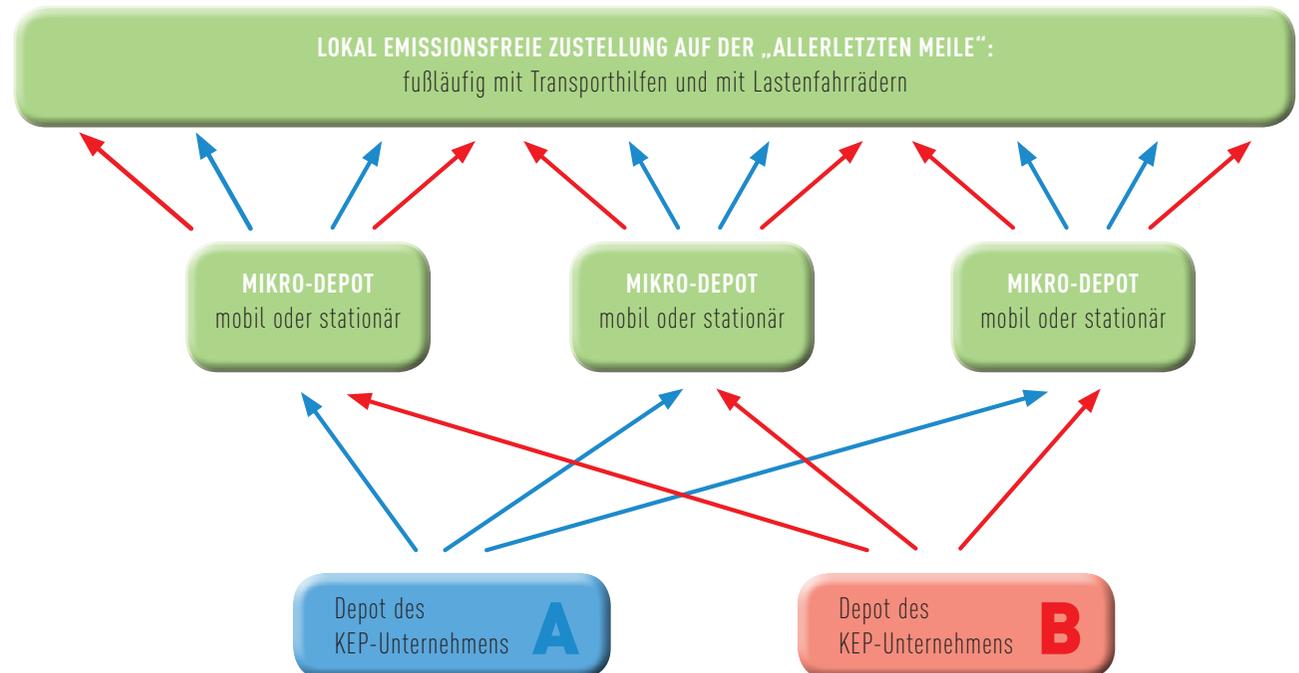


Abbildung 19: Prinzip des Mikro-Depot-Konzeptes¹²⁵

¹²⁴ Vgl. (Bogdanski, 2015), S. 52ff.

¹²⁵ Darstellung aus (Bogdanski, 2015), S. 53



macht es wenig Sinn, sogenannte logistische Senken, die meist bei Bestellungen im B2B-Bereich entstehen, zu beliefern. Diese logistischen Senken sind dadurch gekennzeichnet, dass die Adresszustellungen mehr als drei Pakete pro Stopp aufweisen.¹²⁶ Es wird schnell ersichtlich, dass große Modehäuser oder Elektro- und Technikfachgeschäfte nicht für die Zustellung mit Lastenfahrrädern geeignet sind, da sie häufig mit mehr als 50 Paketen täglich beliefert werden.

■ Konventionelle Zustellfahrzeuge müssen teilweise bestehen bleiben

Aufgrund des begrenzten Ladevolumens und / oder der begrenzten Nutzlast der Lastenfahrräder könnten die logistischen Senken selbst theoretisch oft nicht einmal durch eine einzige Fahrt beliefert werden. Dies würde bedeuten, dass der Paketbote diesen Stopp zweimal anfahren müsste, um alle Pakete zuzustellen. Das ergibt aus wirtschaftlicher Perspektive keinen Sinn. Dies hat zur Folge, dass in den Mikro-Depot-Zustellgebieten neben den Touren von Lastenrädern auch weiterhin konventionelle Zustelltouren in geringerem Umfang bestehen bleiben. Aktuelle Forschungen auf dem Stadtgebiet von Nürnberg ergaben, dass konventionelle Zustellfahrzeuge der Kategorie mittel (bis 3,5 t zGG, etwa MB Sprinter mit 12 m³ Ladevolumen) je nach Rahmenbedingungen der Gebiete mit dem Faktor 1,1 bis 1,3 durch Lastenfahrräder ersetzt werden können.

■ Zustellung in Fußgängerzonen von Seitenstraßen aus

Eine Besonderheit sind Fußgängerzonen. Dort sind ganztägige Zustellungen mit Lastenfahrrädern genehmigungspflichtig. Denkbar ist zum Fußgängerschutz auch die partielle Ausweisung von festen Ladezonen in Seitenstraßen für Lastenräder mit geringem Platzbedarf. Von dort aus kann eine fußläufige Zustellung mit Sackkarren erfolgen. Dies bedingt jedoch den Einsatz von Lastenfahrrädern mit sehr großem Ladevolumen von 2,2 m³ oder mehr, was den konzeptionellen Vorteil kleinerer und wendiger Lastenfahrräder wieder einschränkt. Wichtig ist für den Einsatz

von Lastenfahrrädern insgesamt eine Rechtssicherheit für die KEP-Dienste in den kommunalen Genehmigungsprozessen.

■ Für BEV grundsätzlich geeignet

Mikro-Depots sind auch für elektrisch betriebene Kleinfahrzeuge grundsätzlich geeignet und somit eine Grundvoraussetzung für neue Formen von Mikromobilität im städtischen Wirtschaftsverkehr. Als ergänzenden innovativen Zustellprozess erwarten die KEP-Experten hohe Erfolgsaussichten im urbanen Raum mit mindestens 5 bis 10 % Anteil am Logistikmix der Zukunft.

Zusammenfassung: Konventionelle Touren können in dafür geeigneten Gebieten mit dem Mikro-Depot-Konzept durch die Zustellung von Lastenfahrrädern mit einem Faktor von 1,1 bis 1,3 ersetzt werden. Dabei werden die Pakete im Depot der KEP-Dienste konsolidiert und in den Mikro-Depots zwischengelagert. Auf der Allerletzten Meile werden diese am Mikro-Depot auf Lastenfahrräder verladen und durch diese lokal emissionsfrei zugestellt. Für logistische Senken, vor allem im B2B-Segment, erfolgt die Zustellung weiterhin mit konventionellen Transportern. Das Mikro-Depot-Konzept wird derzeit von UPS, DPD, Hermes und GLS praktisch erprobt.

¹²⁶ Anmerkung: Die Klassifizierung einer logistischen Senke als solche ist wissenschaftlich noch nicht abschließend untersucht, doch hat sich im Zuge laufender Forschungen eine Grenze von 3 Paketen/Stopp als sinnvoll erwiesen, da ab dieser Grenze mit einer hohen Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden kann, dass es sich um eine Zustellung im B2B-Bereich handelt. Umso niedriger die Kenngröße der Pakete/Stopp ist – im B2C-Segment nahe 1,0 – desto effizienter und wirtschaftlicher ist die Zustellung durch das Lastenrad.

4.1.1 Welche Zustellgebiete eignen sich?

Ein Zustellgebiet, in dem das Mikro-Depot-Konzept etabliert werden soll, muss einige Grundvoraussetzungen erfüllen. Dabei spielen mehrere restriktive Faktoren eine Rolle:

- Restriktionen bezüglich der geografischen Ausprägung der Stadtteile
- Restriktionen bezüglich der Sendungsstruktur des jeweiligen KEP-Dienstes

Um eine sinnvolle Kategorisierung bei der Auswahl des Gebiets vorzunehmen, ist eine geografische Voruntersuchung des städtischen Raums unumgänglich. Bei der Betrachtung der städtischen Gebiete muss darauf geachtet werden, dass die Gebiete, die eine möglichst urbane Struktur aufweisen und durch einen hohen Anteil von „Einwohnern pro km²“ geprägt sind, in eine grobe Vorauswahl kommen.

Am besten geeignet: dicht besiedelte Wohngebiete in der Innenstadt

Klar davon abzugrenzen sind Gewerbegebiete, die in der Regel zwar ein hohes Sendungsaufkommen haben, aber von einem ungünstig hohen Anteil von B2B-Sendungen geprägt sind. Da das Mikro-Depot-Konzept am effizientesten bei einer geringen Kenngröße von Paketen pro Stopp betrieben werden kann, sind innerstädtische, einwohnerdichte Wohngebiete am besten geeignet. Positiv kommt hinzu, dass die dem B2C-Segment zuzuordnenden Pakettiefierungen meist kleinteilig und leicht sind, was die Effizienz der Zustellmethodik maßgeblich erhöht.

Noch aussagekräftiger als der Kennwert „Einwohner pro km²“ ist, zumindest theoretisch, der Kennwert „Haushalte pro km²“, da er noch stärker mit der An-

zahl der Stopps bei der Zustellung korreliert. Es muss aber konstatiert werden, dass sich der Unterschied zwischen den beiden Kennwerten durch den demografischen Wandel verringert und praktisch keinen entscheidenden Unterschied bezüglich der Gebietsauswahl macht.¹²⁷

Ein weiterer Vorteil von dicht besiedelten städtischen Gebieten für das Mikro-Depot-Konzept ist, dass deren urbaner Charakter der konventionellen Belieferung diametral gegenübersteht. Enge Zufahrtstraßen machen die konventionelle Tour sowohl zeitintensiv als auch umweltschädlich, da sie bei konventionellen

¹²⁷ Anmerkung: Der Einfachheit halber wird im weiteren Verlauf der Wert Einwohner/km² bevorzugt verwendet, da auf diesen über die statistischen Jahrbücher der Städte öffentlich zugegriffen werden kann.





Zustellfahrzeugen häufig zu einem langen Parksuchverkehr und schlussendlich zum Parken in zweiter Reihe führen. Des Weiteren sind für konventionelle Transporter neben Einbahnstraßen auch Hinterhöfe oder verkehrsberuhigte Bereiche hinderlich. Hier werden vor allem die Geschwindigkeitsvorteile der Transporter gegenüber dem Lastenrad zunichtegemacht. Zudem werden durch Zufahrtsbeschränkungen längere Wegstrecken im Gegensatz zum Lastenrad induziert.

Zeitvorteile dank Fahrrädern

In diesem urbanen Kontext kommen die Vorteile der Zustellung via Lastenrad zum Tragen. Diesem ist gestattet, wie einem normalen Fahrrad auch, entgegen der Fahrtrichtung in Einbahnstraßen einzufahren, was einen erheblichen Zeitgewinn bietet. Auch bei Wohnanlagen hat das Lastenrad einen zeitlichen Vorteil gegenüber dem Transporter, da dieses für die Zustellung der Pakete bis an die Haustür fahren kann. Aufgrund der schlechten Parksituation für konventionelle Transporter vermeiden Zusteller auch bei mehreren Stopps innerhalb einer Straße besonders für kurze Strecken, ihr Fahrzeug erneut zu starten und den kurzen Weg zu fahren. Stattdessen laufen sie nach dem Parken mehrere nahe liegende Zustelladressen ab. Mit dem Lastenrad stellt sich diese Problematik nicht. Aufgrund seiner Wendigkeit und der Möglichkeit, es nahezu überall abzustellen, ist es keinerlei Hindernis, auch geringe Entfernungen zur nächsten Adresse effektiv, schnell und ohne Umstände zurückzulegen.

Viele Stopps sogar wünschenswert

Es ist also wünschenswert, dass die in einem potenziellen Mikro-Depot-Gebiet anfallenden Touren viele Stopps aufweisen. Denn hierfür ist das Lastenrad gegenüber den konventionellen Zustell- und Abholvorgängen klar zu bevorzugen. Vorteile des Lastenfahrads bei häufigen Stopps liegen zum einen darin, dass die Zustellung und Abholung im Gegensatz zu einem motorisierten Lieferfahrzeug zeitlich schneller erfolgt, da die Suche nach einem geeigneten Haltepunkt

durch das Lieferfahrzeug entfällt. Zudem führen derartige Paketzustellungen oder Retouren zu einer hohen Belastung der Umwelt, die durch das Lastenfahrzeug nicht anfallen.

Hand in Hand: geografische Lage und Sendungsstruktur

Ein weiterer höchst relevanter Faktor neben der stadtgeografischen Vorauswahl ist die Sendungsstruktur des jeweiligen KEP-Unternehmens innerhalb des Gebietes. Diese muss Hand in Hand mit der stadtgeografischen Kenngröße „Einwohner pro km²“ gehen und bestenfalls nahezu deckungsgleich sein. Ansonsten würde sich zwar das Gebiet für den konzeptionellen Ansatz eignen, aber die Wirtschaftlichkeit wäre für das entsprechende Unternehmen nicht gegeben, weil das Sendungsvolumen nicht hoch genug wäre. Die Auswertung beider Kenngrößen bietet sich auf Basis von Postleitzahlen an, da die KEP-Unternehmen ihren Vertragspartnern in der Regel Postleitzahlengebiete zuweisen.

Das Mikro-Depot-Konzept wird umso wirtschaftlicher, je mehr konventionelle Touren durch das Lastenfahrzeug substituiert werden. Dies hat unter anderem zur Folge, dass ab einem bestimmten Sendungsaufkommen ganze Transporter durch die Lastenfahräder ersetzt werden können. Um möglichst viele Transporter zu ersetzen und ökonomische Vorteile voll auszuschöpfen, ist ein einzelnes Postleitzahlengebiet eventuell nicht groß genug – je nach Sendungsstruktur und Eignung der via Lastenfahrzeug zuzustellenden Pakete. Dies bedingt die Vergrößerung des Mikro-Depot-Gebietes, sinnvollerweise durch angrenzende Postleitzahlengebiete. Problematisch ist die Erweiterung der Gebiete dann, wenn die sich anreihenden Gebiete im Betriebsbereich anderer Vertragspartner liegen. Es kann also ein Problem sein, eigentlich rentable Gebiete nicht wahlfrei abbilden zu können, weil betriebliche Strukturen dies verhindern. Die Analyse der Sendungsstruktur spielt daher eine entscheidende Rolle.

Geografische Vorauswahl mit Partnerstrukturen abgleichen

Eine geeignete Vorgehensweise ist, die geografische Vorauswahl mit der Vertragspartnerstruktur der einzelnen Postleitzahlgebiete abzugleichen, danach die Sendungsvolumina innerhalb dieser Grenzen auszuwerten und auf dieser Basis das Mikro-Depot-Gebiet zu definieren. Über diese Vorauswahl des Mikro-Depot-Gebiets können Zeitreihenanalysen der Sendungsstrukturen des KEP-Dienstes den theoretisch idealen Standort des Mikro-Depots innerhalb des Gebietes ermitteln. Von dort aus können die Pakete über die optimale Strecke zugestellt werden.

Es bedarf weiterer Forschung für einen einheitlichen Kennwert dafür, ab welcher Einwohnerdichte und Sendungsstruktur das Konzept wirtschaftlich sinnvoll umgesetzt werden kann. Ob es überhaupt einen allgemeingültigen Kennwert geben kann, steht nach derzeitigem Stand noch zur Disposition. Er müsste ein Gebiet als Mikro-Depot-fähig klassifizieren, das stets von Vertragspartnerstruktur, Sendungsstruktur, Einwohnerdichte und Größe der jeweiligen Postleitzahlengebiete abhängt. Potenziell geeignete Stadtteile und deren Potenzial müssen nach wie vor speziell analysiert und bewertet werden.¹²⁸

Zusammenfassung: Möglichst kleinräumige, dicht besiedelte urbane Gebiete sind für das Mikro-Depot-Konzept potenziell geeignet. Diese sollten so beschaffen sein, dass die Zustelladressen in der Fläche möglichst gleich verteilt sind und durch kleinteilige und leichte Sendungen, hauptsächlich im B2C-Segment, geprägt sind. Die betrieblichen Strukturen der Vertragspartner und deren Gebietszuweisungen sowie die Sendungsstrukturen innerhalb der Postleitzahlengebiete sind besonders wichtige Randbedingungen für eine erfolgreiche Etablierung des Mikro-Depot-Konzepts.

¹²⁸ Aktuelle Forschungen im Stadtgebiet von Nürnberg haben zumindest einen Schwellwert von 10 000 Einwohner/km² für aussichtsreiche, weitergehende Analysen ergeben.

¹²⁹ Vgl. [Bogdanski, 2015], S. 52

4.1.2 Anforderungen an Mikro-Depots

Das Mikro-Depot-Konzept basiert auf der grundsätzlichen Idee, dass die Pakete tagsüber zwischengelagert und durch Nachladeprozesse im Mikro-Depot auf der Allerletzten Meile mit Lastenfahrädern ganztägig zugestellt werden können. Dieses Mikro-Depot muss baulich derart beschaffen sein, dass die Sendungen untertägig diebstahlsicher und witterungsgeschützt an einem KEP-logistisch geeigneten Ort gelagert werden können. Diese Voraussetzungen können von mobilen, aber auch von stationären Ausprägungen erfüllt werden.¹²⁹

Das bekannteste Beispiel eines mobilen Mikro-Depots betreibt UPS in Hamburg (vgl. Kapitel 4.1.5). Es fußt auf dem Prinzip, dass in der Hamburger Innenstadt mehrere Lkw-Wechselbrücken abgestellt werden, die gleichzeitig effizientes Transportgefäß und untertägiges Mikro-Depot sind. Der Vorteil liegt in der äußerst effizienten logistischen Abwicklung vom Depot zum Mikro-Depot-Standort, ohne wesentliche Änderungen in den Geschäftsprozessen im Depot.

Herausforderungen: Flächenbedarf, Ästhetik, Rechtssicherheit

Der Nachteil dieses konzeptionellen Ansatzes ist der vergleichsweise große Flächenbedarf in urbanen Gebieten. In der Regel führt er zwangsläufig zur genehmigungspflichtigen Sondernutzung öffentlicher Verkehrsflächen und erschwert eine kooperative Nutzung geeigneter Standorte durch mehrere KEP-Dienste im knappen öffentlichen Raum. Weiterhin spielen ästhetische Aspekte eine Rolle, also die Wahrnehmung der Wechselbrücken im Stadtbild. Das größte



Problem mobiler Mikro-Depots ist jedoch die fehlende Rechtssicherheit der genehmigungspflichtigen Sondernutzung öffentlicher Verkehrsflächen durch die KEP-Dienste. Alle bekannten Anwendungen (siehe Kapitel 4.1.5) haben projektbezogen befristete, individuelle kommunale Ausnahmegenehmigungen. Das erschwert die Verbreitung von mobilen Mikro-Depot-Lösungen.

Mobile Mikro-Depots fördern – analog zum Carsharing

Dass keine gesicherten Parkplätze vorhanden sind, ist auch ein Problem für die Verbreitung einer weiteren innovativen Form der Mobilität: das Carsharing. Es reduziert den ruhenden Verkehr in Städten und soll daher vom Gesetzgeber für die Parkraumnutzung privilegiert werden. Das laufende Gesetzgebungsverfahren zur Förderung des Carsharings beinhaltet die rechtssichere und privilegierte Sondernutzung von Verkehrsflächen für das Parken von Carsharing-Fahrzeugen.¹³⁰

Auch die Sondernutzung von Verkehrsflächen durch mobile Mikro-Depots führt zu einer Entlastung von straßenverkehrsbedingten Luftschadstoffen, einer Lärmreduzierung und zu einer geringeren Verkehrsraumbeanspruchung durch den Einsatz von Lastenfahrrädern. Analog zur Carsharing-Förderung sollten auch für mobile Mikro-Depots Verkehrsflächen im öffentlichen Straßenraum rechtssicher und privilegiert kommunal vergeben werden können. Das Auswahlverfahren zur Vergabe solcher Sondernutzungsrechte sollte allen interessierten KEP-Diensten diskriminierungsfrei und transparent zugänglich sein.

Weiterhin wären für mobile Mikro-Depots geeignete Parkhäuser und Tiefgaragen einsetzbar. Städte könnten innerhalb ihrer Parkhäuser¹³¹ geeignete Flächen umwidmen und gegen eine Mietgebühr als Mikro-Depot zur Verfügung stellen. Allerdings wird die Nutzung von Parkhäusern und Tiefgaragen oft durch zu geringe Einfahrthöhen erschwert. Hierzu ist weitere angewandte Forschung und

Produktentwicklung für geeignete Transport- und Umschlagmittel erforderlich, wie sie beispielsweise im Bereich der Entsorgungslogistik von Kliniken verwendet werden.¹³²

Eine weitere Ausprägung sind stationäre Mikro-Depots als nachhaltige und stadtverträgliche Lösung. Hier kommen unter Beachtung des Wirtschaftlichkeitsgebotes (Miet- oder Pachtkosten) folgende Möglichkeiten in Betracht:

- Geeignete Paketshops
- Leer stehende gewerbliche Bestandsimmobilien
- Garagenhöfe
- Lkw-befahrte Tiefgaragen
- Erdgeschosse von Parkhäusern, die mit rollbaren Transportcontainern angedient werden können

Vorhandene Flächen nutzen

Diese Möglichkeiten haben mehrere positive Effekte: Zum einen werden keine öffentlichen Verkehrsflächen oder anderweitige zusätzlichen Flächen innerhalb der Stadt verbraucht. Zum anderen werden vorhandene Ressourcen der KEP-Branche oder leer stehende Gebäude genutzt, die ansonsten immer aversive Auswirkungen in vielfacher Hinsicht haben: etwa einen Attraktivitätsverlust der Region, destabilisierende soziokulturelle Aspekte, subjektives Angstempfinden etc.

Neben diesen Effekten, die für die Stadtentwicklung förderlich wären, bietet die stetige Fluktuation von Einzelhandelsgeschäften oder gewerblichen Flächen ein enormes Potenzial. Dadurch ließen sich geeignete Immobilien in der Nähe des berechneten, theoretisch idealen Standorts finden. Nur die Mieten, die

gerade in Innenstädten die höchsten Preise erzielen, stehen dem stationären Mikro-Depot-Ansatz im Wege. An dieser Stelle ist klar zu empfehlen, dass die Zusammenarbeit zwischen Einzelhandel, Kommunen und KEP-Unternehmen forciert wird. Beispielsweise könnte die Zusammenarbeit darin bestehen, dass leer stehende Einzelhandelsgeschäfte in B-Lagen identifiziert werden und gezielt einer vorrangigen Nutzung als Mikro-Depot zugeführt werden.

Die geeignete Immobilie finden

Die geeignete Mikro-Depot-Immobilie muss einige Anforderungen erfüllen:

- Sie muss ein abschließbarer, ebenerdiger Raum sein (leichter Zugang für Rollcontainer, Türbreite mindestens 1,50 m für die Lastenfahräder, 220-V-Anschluss).
- Ggf. ist eine reversible Abtrennung erforderlich (Umzäunung etwa in Parkhäusern).
- Sie muss witterungsgeschützt und unbeheizt sein.
- Zufahrt für Lkw mit Ladebordwand inklusive Entlademöglichkeit der Rollcontainer muss gewährleistet sein.
- Die maximale Entfernung zwischen Lagerraum und Entlademöglichkeit darf 50 m betragen.
- Ein Lagerplatz für Lastenfahräder muss vorhanden sein und kann getrennt vom Lagerraum sein.

Logistisch betrachtet, unterscheidet sich die Lösung des stationären Mikro-Depots vom mobilen Mikro-Depot mit Wechselbrücken noch dahingehend, dass im Depot der KEP-Dienste die Pakete in Transportrollcontainern, etwa sogenannten Corletten, nach Straßen vorsortiert werden. Wenn das Volumen der Transportrollcontainer dem Ladevolumen des Lastenfahrads entspricht, kann der Inhalt eins zu eins auf das Lastenfahrzeug verladen werden. Dies verhindert unnötigen Zeitverlust durch erneutes Sortieren im Mikro-Depot.

Hinsichtlich der hohen Flächenkosten insbesondere in den innerstädtischen Gebieten sind kooperative Nutzungen geeigneter Immobilien durch KEP-Unternehmen mit sich überschneidenden, geeigneten Zustellgebieten Teil der Lösung. Des Weiteren sollten die Möglichkeiten kooperativer Flächennutzungen mit innovativen Lieferdiensteanbietern untersucht werden, deren Same Day-Geschäftsmodelle zur KEP-Branche komplementär sind (siehe Kapitel 4.2.2), wenn Same Day Delivery nicht über ein eigenes Netz angeboten wird.¹³⁴

Zusammenfassung: Mobile Mikro-Depots mit Lkw-Wechselbrücken erfordern die genehmigungspflichtige Sondernutzung öffentlicher Verkehrsflächen und sind nicht rechtssicher. In Analogie zur geplanten gesetzlichen Privilegierung von Parkflächen für Carsharing-Fahrzeuge sollte ebenfalls Rechtssicherheit für mobile Mikro-Depots im öffentlichen Straßenraum geschaffen werden. Für die Nutzung von Parkhäusern und Tiefgaragen als mobile Mikro-Depots ist spezielles logistisches Equipment und weitere Forschung und Entwicklung erforderlich. Stationäre Mikro-Depots können unter dem Gebot der Wirtschaftlichkeit in geeigneten Bestandsimmobilien implementiert und sollten kooperativ genutzt werden. Dabei ist die Integration innovativer Geschäftsmodelle der Stadtlogistik möglich.



Abbildung 20: Lkw-befahrbare Einfahrt eines Parkhauses¹³³

¹³⁰ Vgl. (BMVI (a), 2016)

¹³¹ Anmerkung: Häufig sind innerstädtische Parkhäuser nicht mehr in der Hand der Städte, sondern an eine Parkhausbetreibergesellschaft verkauft worden. An dieser Stelle könnte die Stadt wiederum vermittelnd auftreten.

¹³² Vgl. (RUTHMANN, 2016)

¹³³ Eigene Fotografie

¹³⁴ Beispielsweise bietet GLS Same-Day über ein eigenes Netz an (Pressemitteilung vom 12.4.2016)

4.1.3 Das geeignete Lastenfahrrad

Um das Mikro-Depot-Konzept erfolgreich zu implementieren, ist die Auswahl geeigneter Lastenfahrräder essenziell. Das Angebot von Lastenrädern am Markt ist sehr vielfältig, wird jedoch häufig den speziellen Anforderungen der KEP-Branche nicht gerecht. Auf die wichtigsten Anforderungen der KEP-Branche soll im Folgenden genauer eingegangen werden.

▮ **Pedelecs: Höchstgeschwindigkeit auf 32 km/h anheben**

Pedelecs unterliegen nicht den Vergünstigungen des Elektromobilitätsgesetzes¹³⁵ und den Kaufanreizen des Umweltbonus für BEV.¹³⁶ Sie müssen daher für das Erzielen von Wirtschaftlichkeit einem Fahrrad gleichgestellt und zulassungsfrei im Sinne des Straßenverkehrsgesetzes sein.¹³⁷ In diesem Zusammenhang wäre eine vielfach geforderte Anhebung der Höchstgeschwindigkeit auf die in den USA zulässigen 32 km/h und eine damit verbundene Aufhebung der Leistungsbeschränkung für Lastenfahrräder ein enormer wirtschaftlicher Vorteil und ein Sicherheitsgewinn im urbanen Verkehr, etwa in Tempo-30-Zonen.¹³⁸

Neben Experteninterviews mit den KEP-Unternehmen wurden auch Testfahrten und Computersimulationen mit den verschiedenen marktverfügbaren, zulassungsfreien Modellen durchgeführt. Es hat sich dieses Anforderungsprofil ergeben:

- Elektrisch unterstütztes zweispuriges Lastenfahrrad mit Transportbox, die sich hinter dem Fahrer befindet (zulassungsfreies Pedelec mit 250 W Antriebsleistung, Anfahrhilfe bis 6 km/h und 25 km/h Höchstgeschwindigkeit)
- Größe der Transportbox: 1,5 – 2,0 m³
- Nutzlast: 300 kg zGG

- Motor: 250 W, Akku: 29 Ah Lithium-Ionen-Mangan
- Ersatzakku
- Hydraulische Bremse
- Straßenverkehrssicherheit: Blinker, Rückspiegel und Reflektoren
- Sonnen-/Regenschutz
- Zentralverriegelung für Zustellbox und Wegfahrsperre
- Weiteres Fenster in der Zustellbox für die bessere Zugänglichkeit der Pakete
- Halterung für das mobile Datenerfassungsgerät der KEP-Dienstleister

▮ **Lieferzeiten und Service nicht adäquat**

Anbieterseitig dominieren in dem speziellen Fahrzeugsegment Manufakturen, die nennenswerte Stückzahlen zu adäquaten Lieferzeiten nicht darstellen können. Auch in Bezug auf die in der Automobilbranche üblichen Service- und Finanzdienstleistungen weisen sie nicht die erforderliche Professionalität auf.

▮ **Markt bietet nur bedingt geeignete Kompromisse**

Die Marktrecherche ergab, dass es das ideale Lastenfahrrad für die KEP-Branche nicht gibt. Geeignete Modelle sind in Tabelle 14 aufgeführt. Zudem sind einige technische Anforderungen der KEP-Branche nicht abbildbar, beispielsweise die



Abbildung 21: Fertigung eines Lastenrades¹³⁹

Verriegelung der Box mit Fernbedienung bei gleichzeitiger Wegfahrsperre, da nur Standard-Fahrradkomponenten aus dem Freizeitbereich konfektioniert werden. Insofern sind alle bisher in Pilotprojekten eingesetzten oder evaluierten Modelle ein mehr oder weniger gut geeigneter Kompromiss.

Um ein Lastenrad zu entwickeln, das dem Bedarf entspricht und nach erfolgreichen Modellversuchen standardisiert und unter Serienbedingungen produziert werden kann, ist eine intensive angewandte Forschung und Entwicklung notwendig. Diese sollte in Kooperation von KEP-Unternehmen mit Lastenradherstellern und der Zulieferindustrie von Pedelec-Antriebslösungen bzw. der notwendigen Fahrzeug-Peripherie erfolgen.

Lastenfahrräder

Hersteller	Radkutsche	El Ciclo	Cyclopolitain	Olaf Lange Dreiradbau
Bezeichnung	Musketier	Scoiattolo	Cyclocargo C64	Cargo Cruiser
				
Leistung	250 W	250 W	250 W	250 W
Reichweite	46 km	30 km	25 km	35 km
Unterstützung bis	6 km/h	6 km/h	6 km/h	6 km/h
Kapazität Batterie	23 Ah	25 Ah	8 Ah	8 Ah - berechnet
Ladedauer (bei 230 V)	5 h	5–6 h	3,5 h	8 h
Gesamtgewicht	300 kg	370 kg	306 kg	360 kg
Leergewicht	58 kg	120 kg	126 kg	160 kg
Zuladung	242 kg	250 kg	180 kg	250 kg
Ladevolumen	1,33 m ³	1,8 m ³	1,5 m ³	2,2 m ³
Kaufpreis	ca. 10 000,- €	ca. 8 700,- €	ca. 9 700,- €	ca. 8 900,- €

Tabelle 14: Lastenfahrräder von 1,5 m³ bis 2,0 m³ Ladevolumen¹⁴⁰

Zusammenfassung: Das Angebot an Lastenfahrrädern am Markt, die für die KEP-Branche geeignet sind, ist von der Modellvielfalt her ungenügend und stellt von der Funktionalität her zumeist einen Kompromiss dar. Grundsätzlich geeignete Modelle werden nur in kleinen Stückzahlen von Manufakturen angeboten, ohne professionelle Service- und Finanzdienstleistungen. Bei Ausweitung der Mikro-Depot-Konzepte über die bereits laufenden

Feldversuche hinaus ist die Entwicklung einer KEP-Branchenlösung unter Serienbedingungen erforderlich. In diesem Zusammenhang wäre eine Anhebung der Höchstgeschwindigkeit auf die in den USA zulässigen 32 km/h und eine damit verbundene Aufhebung der Leistungsbeschränkung für Lastenfahrräder ein enormer wirtschaftlicher Vorteil und ein Sicherheitsgewinn im urbanen Verkehr.

¹³⁵ Vgl. (EmoG, 2015), § 1

¹³⁶ Vgl. (BMW, 2016), Absatz 2.1

¹³⁷ Vgl. (StVG, 2016), § 1 (3)

¹³⁸ Vgl. beispielsweise (Neupert, 2012)

¹³⁹ Eigene Fotografie

¹⁴⁰ Eigene Darstellung nach Herstellerangaben

4.1.4 Wirtschaftlichkeit

Neben Nachhaltigkeitszielen, besserem Image und dem Trend, Dieselfahrzeuge in Städten zu verbieten, haben ökonomische Faktoren eine große Auswirkung auf die Entscheidung, Mikro-Depot-Konzepte dauerhaft umzusetzen. Das zeigen zahlreiche Experteninterviews, aber auch Wirtschaftlichkeitsgebote der multinational agierenden KEP-Dienste.

Emissionen einzusparen ist im Sinne der Städte, die Luftreinhaltepläne einhalten wollen. Daher könnte man fordern, entsprechende Projekte zu subventionieren. Davon würden alle Beteiligten profitieren. Jedoch zeigten in der Vergangenheit viele City-Logistik-Projekte, dass geförderte Projekte während der Projektphase gut angenommen wurden, aber nach Ablauf der Projektlaufzeit ein jähes Ende fanden. Daher sollte das Mikro-Depot-Konzept neben seiner ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit auch die ökonomische Nachhaltigkeit vorweisen können.

Sparpotenziale ...

Folgende Kosten beeinflussen das Mikro-Depot-Konzept gegenüber der konventionellen Zustellung positiv:

- Niedrigere Personalqualifikation (kein Führerschein erforderlich)
- Niedrigere Investitionskosten in die Lastenfahrräder (ca. 25 % eines Dieselfahrzeugs)
- Minimale Energiekosten (Stromkosten zur nächtlichen Akkuladung)
- Niedrige Wartungskosten (Reifen und Bremsen)
- Logistische Effizienzgewinne

... und Kostentreiber

Folgende Kostentreiber beeinflussen das Mikro-Depot-Konzept gegenüber der konventionellen Zustellung negativ:

- Höherer Personalbedarf bei schlechtem Ersetzungsgrad im Zustellgebiet
- Höherer Fahrzeugbedarf bei schlechtem Ersetzungsgrad im Zustellgebiet
- Miet- bzw. Pachtkosten für das Mikro-Depot
- Versorgungs- und Entsorgungsfahrten vom Depot zum Mikro-Depot
- Ggf. Prozesskosten der Vorsortierung nach Straßen im Depot

Die logistischen Effizienzgewinne lassen sich wie folgt erklären, siehe Tabelle 15:

Kriterium	Konventionelles Fahrzeug	Lastenfahrrad
Wenden auf der Stelle	--	++
Parken direkt vor der Zustelladresse	--	++
Parkplatzsuche bzw. Parken in zweiter Reihe	--	++
Befahren von Einbahnstraßen in Gegenrichtung	--	++
Abkürzungen durch Radwegenetz, Poller etc.	--	++
Durchschnittsgeschwindigkeit	+/-	+
Staubkürzung an Ampeln auf Radwegen	--	++
Nutzlast und Nutzvolumen	++	--
Tourenlänge	++	--

Tabelle 15: Logistische Effizienzgewinne der Lastenfahrradzustellung¹⁴¹

¹⁴¹ Eigene Darstellung

¹⁴² Vgl. (Esser, et al., 2016)

¹⁴³ Anmerkung: Eine Restriktion von 3 Paketen/Stopps eignet sich sehr gut als Schwellwert zur Abgrenzung von B2B- und B2C-Kunden

Vorteile des Lastenrads konsequent stärken

Betrachtet man den Zustellungsprozess der KEP-Branche, so fällt auf, dass die reine Fahrtzeit im Vergleich zu den Zustellzeiten gering ist, insbesondere in städtischen Gebieten. Logistische Senken (B2B) verstärken diesen Effekt maßgeblich. Um das Mikro-Depot-Konzept ökonomisch nachhaltig zu machen, ist es wichtig, die Vorteile des Lastenrads gegenüber der konventionellen Zustellung weiter zu stärken. Es besteht in der Lieferung von kleinteiligen, leichten Waren, die gerade im B2C-Bereich einen wachsenden Anteil der Sendungsstruktur ausmachen (durchschnittlich bis zu 55 % des gesamten Sendungsvolumens¹⁴²). Dies wird besonders angetrieben durch den Online-Handel.

Logistische Senken: Transporter statt Lastenrad

Da logistische Senken im B2B für das Lastenrad oft nur ineffizient zu bedienen sind, werden diese weiterhin mit dem Transporter zugestellt. Für eine

effiziente Tourenplanung ist es daher sinnvoll, gesamte Straßenzüge für das Lastenrad auszuschließen, wenn sie von einer oder mehreren logistischen Senken geprägt sind. Dies bringt den logistischen Vorteil mit sich, dass der Transporter, der ohnehin diese logistischen Senken anfahren muss, auch alle anderen Adresszustellungen durchführt.

Zur Klassifizierung einer Straße, die für das Lastenrad ausgeschlossen wird, werden Zeitreihen mit Kennzahlen wie Sendungszahl, Stoppzahl, Gewicht und Volumen für jede Straße innerhalb des vorausgewählten Gebiets ermittelt. Vorteilhaft ist, dass sich diese Kennzahlen eines KEP-Unternehmens von Monat zu Monat nicht maßgeblich ändern. Die Analysen ergaben, dass nahezu jeden Monat dieselben Straßen als „nicht für das Lastenrad geeignet“ und „für das Lastenrad geeignet“ klassifiziert werden können.

Für die Klassifizierung werden die restriktiven Eigenschaften des Lastenrads, wie Nutzlast und Volumen, mit den Werten pro Straße und Pakete pro

Stopp¹⁴³ in Beziehung gesetzt. Sobald eine dieser Restriktionen von den straßenspezifischen Ergebnissen überschritten wird, ist diese Straße der konventionellen Zustellung zuzuweisen.

Je dichter besiedelt, desto besser geeignet

Eine weitere wichtige Einflussgröße ist der Abstand der Haltepunkte. Je geringer dieser Wert ist, desto besser eignet sich das Gebiet für die Zustellung via Lastenrad. So kann etwa der Nachteil einer geringen Höchstgeschwindigkeit auf kurzen Strecken bis zum nächsten Haltepunkt obsolet werden. Diese Erkenntnis lässt einen weiteren Schluss zu: Je urbaner und höher die Einwohnerdichte bzw. Haushaltsdichte pro km², desto besser ist das Gebiet für das Mikro-Depot-Konzept geeignet. Neben der stadtgeografischen Eignung steigt mit einer Verkleinerung des Haltepunkteabstands auch die Wirtschaftlichkeit.



Über alle Einflussgrößen können die Kosten pro Paket als Funktion der logistischen Leistungsgröße Paketzustellung pro Stunde ermittelt werden, jeweils für die Lastenradzustellung und für die konventionelle Tour (siehe Abbildung 22). Hierbei wurde ein Vollkostenansatz gewählt, der die operativen Faktoren wie Personalkosten und fahrzeugspezifische Kosten (Abschreibung / Leasing, Versicherung, Reparatur / Wartung, Energie und Treibstoffkosten) berücksichtigt. Vergleicht man die Kostenkurven, fällt auf, dass die Zustellung durch das Lastenfahrrad in allen Bereichen der Leistungsgröße Pakete pro Stunde kostengünstiger ist als die Zustellung durch eine konventionelle Tour. Jedoch muss beachtet werden, dass zwei weitere Kostenfaktoren im Gegensatz zur konventionellen Tour auftreten: erstens die Kosten für den Mikro-Depot-Standort, zweitens die Kosten durch die Versorgungs- und Entsorgungsfahrten vom Depot ins Mikro-Depot. Die Kostenvorteile durch den operativen Einsatz des Lastenfahrrades müssen also für die Deckung der Zusatzkosten des Mikro-Depot-Konzeptes mindestens ausreichen, sodass beim Unterschreiten einer gewissen Produktivität in einem Zustellgebiet die Zustellung mit Lastenrädern auch unwirtschaftlich sein kann.

These: Konventionelle Zustellung für logistische Senken besser geeignet

Ob das Mikro-Depot-Konzept insgesamt wirtschaftlich ist, hängt also sehr stark von den Produktivitätskennzahlen und den Standortfaktoren ab, wie etwa von den Mietkosten des Mikro-Depots und von der Entfernung zwischen Depot und Mikro-Depot. Generell kann aus der Vollkostenfunktion entnommen werden, dass bei hohen Werten der Paketzustellung pro Stunde der operative Kostenvorteil des Lastenfahrrads zu gering ist, um die konzeptionell bedingten Zusatzkosten zu decken. Dies erhärtet die These, dass logistische Senken eines Zustellgebietes mit mehr als drei Paketen pro Stopp im B2B-Segment wirtschaftlicher von konventionellen Zustellfahrzeugen bedient werden.

¹⁴⁴ Eigene Berechnungen

Zusammenfassung: Das Mikro-Depot-Konzept ist bei systematischer stadogeografischer Vorauswahl von geeigneten Zustellgebieten und anschließender Zeitreihenanalyse der Sendungsstrukturen in diesen Gebieten auf Straßenzugebene im operativen Betrieb grundsätzlich wirtschaftlich. Die Gesamtwirtschaftlichkeit hängt von den spezifi-

schen Standortfaktoren wie Mietkosten des Mikro-Depots und Entfernung zum Depot ab und ist im Einzelfall zu prüfen. Es können Ersetzungsgrade von Zustellfahrzeugen der Kategorie mittel (bis 3,5 t zGG, z. B. MB Sprinter mit 12 m³ Ladevolumen) durch Lastenräder in Höhe von 1,1 bis 1,3 erzielt werden.

Vollkostenrechnung

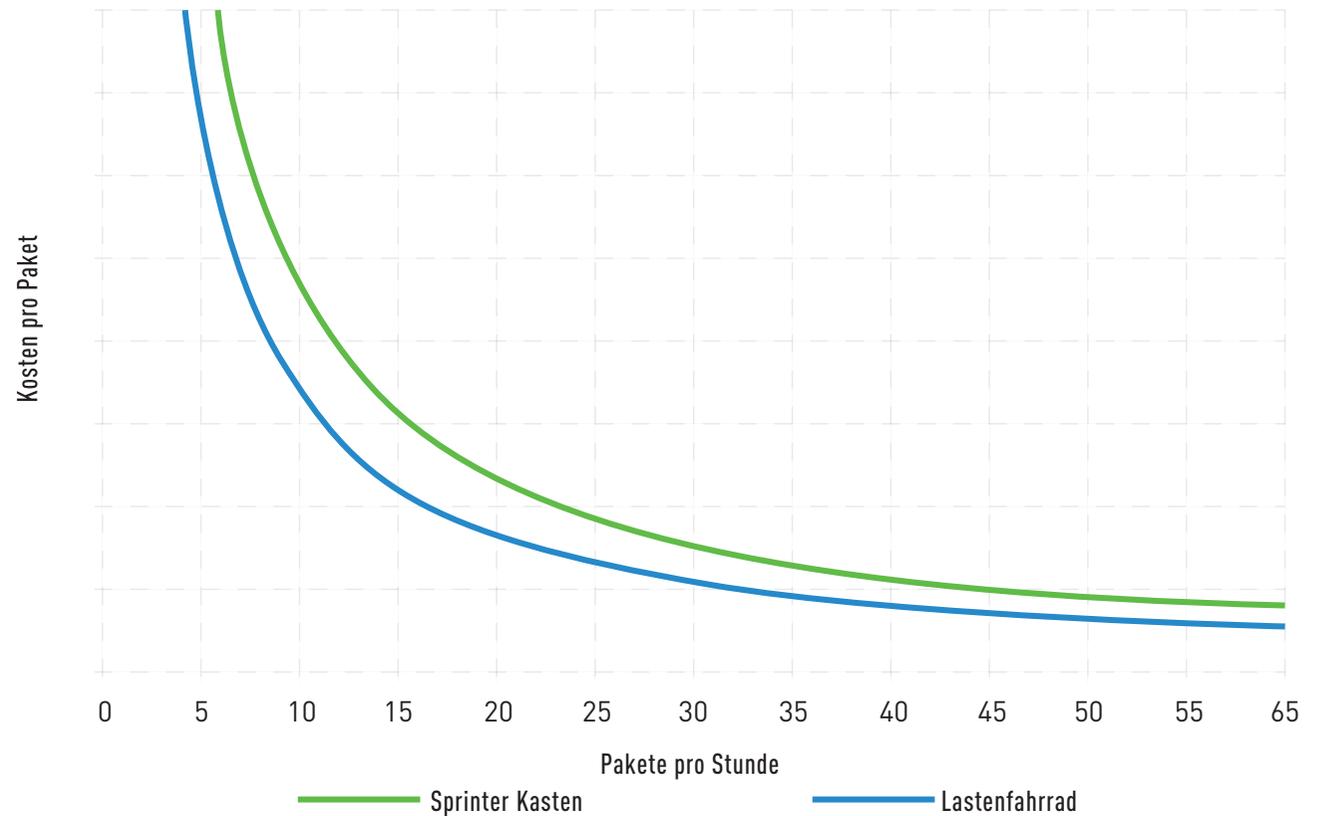


Abbildung 22: Vollkostenfunktionen der Zustellalternativen Transporter vs. Lastenfahrrad¹⁴⁴

4.1.5 Beispiele aus der Praxis

In Hamburg betreibt UPS seit 2012 einen Modellversuch mit dem Mikro-Depot-Konzept. Er wurde 2015 auf die heutige Größe des Pilotgebietes ausgeweitet (siehe Abbildung 23) und ist zunächst bis zum 31.07.2017 von kommunaler Seite genehmigt. Es handelt sich um die mobile Variante des Mikro-Depots mit dem Einsatz von Lkw-Wechselbrücken.

Der KEP-Dienst UPS hat auch für konventionelle Touren ein besonderes logistisches Konzept mit einem hohen Anteil im B2B-Segment, bei dem auf der letzten Meile generell überwiegend große Zustellfahrzeuge (bis 7,5 t zGG, z. B. Iveco Daily mit mindestens 22 m³ Ladevolumen) zum Einsatz kommen. Es stellt in der KEP-Branche eine Besonderheit dar. Der Einsatz von Wechselbrücken mit einem Ladevolumen von 46 m³ war für mobile Mikro-Depots die Ultima Ratio, weil damit pro Standort 1,5 bis 2 konventionelle Zustellfahrzeuge der internen Typenbezeichnung P80 bzw. P100 (mit 23 m³ bzw. 28 m³ Ladevolumen) ersetzt werden.

Mit vier Standorten für die Wechselbrücken werden 70 % der Hamburger Innenstadtdfläche von UPS bedient und wenigstens sieben Diesel-Zustellfahrzeuge substituiert, saisonal auch bis zu zehn Fahrzeuge. Es gibt weiterhin noch ein stationäres Mikro-Depot in einem Lagerraum am Stadtrand im Verwaltungsbezirk Hammerbrook. Pro Wechselbrücke werden täglich etwa 500 bis 600 Pakete umgeschlagen (Zustellung und Abholung), bei 250 bis 300 Kunden und ca. 90 % B2B-Segment.

In der Arbeitsorganisation handelt es sich um ein mehrstufiges Konzept in drei



Abbildung 23: Pilotgebiet des Mikro-Depot-Konzeptes von UPS¹⁴⁵

¹⁴⁵ Quelle: Firmenpräsentation UPS



konzentrischen Kreisen. Es gibt jeweils drei Mitarbeiter pro Depot, jedes Team teilt die Arbeit selbstständig ein. Der Vorarbeiter sortiert die Sendungen, bleibt in der Nähe des Depots und stellt fußläufig mit der Sackkarre zu (innerer Kreis), ein Mitarbeiter stellt mit einem nicht elektrisch unterstützten kleinen Lastenrad den mittleren Kreisring zu und ein Mitarbeiter bedient mit dem Pedelec „Cargocruiser“ (Ladevolumen 2,2 m³) den äußeren Ring.

Die Lastenfahräder fahren drei Touren täglich mit einer sehr hohen Stoppdichte und bedienen ca. 30 Kunden pro Tour. Zu Fuß werden 50 bis 60 Kunden am Tag mit Sammelstopps bedient.

Im gesamten Pilotgebiet werden Großstopps (Hängeversand von Mode und Mehrpaketsendungen, die nicht fußläufig vom Container erreichbar sind) zusätzlich mit knapp zwei konventionellen Touren bedient, konsequenterweise mit einem BEV mit der internen Typbezeichnung P100E (Ladevolumen 28 m³). Für die nicht vom Mikro-Depot-Konzept abgedeckten restlichen 30 % der Hamburger Innenstadt gibt es noch konventionelle Touren mit drei 7,5 t zGG P80E.

Das Projekt entstand in Kooperation mit dem innerstädtischen Hamburger Business Improvement District „BID Neuer Wall“ (ein Public Private Partnership). Das Preisniveau von Immobilien in der Hamburger Innenstadt ist sehr hoch, und leer stehende Objekte waren für stationäre Mikro-Depots in dieser Lage nicht verfügbar. Der „BID Neuer Wall“ konnte hingegen die Sondernutzung öffentlicher Verkehrsflächen anbieten.

Das Projekt konnte sehr schnell realisiert werden, weil die Wechselbrücken als Equipment bei UPS sofort verfügbar waren, mit nur geringen baulichen Anpassungen. Im Depot selbst gibt es durch den Einsatz der Wechselbrücke keine zusätzlichen Umschlagsprozesse und eine 50%ige Stellflächensparnis. Dies

Abbildung 24: Standort eines mobilen Mikro-Depots von UPS in Hamburg¹⁴⁶

erspart künftige Erweiterungsinvestitionen im Depot.

Allerdings ist der Einsatz von Wechselbrücken im öffentlichen Raum nicht in allen Städten die favorisierte Lösung, insbesondere wenn andere KEP-Dienste hinzukommen würden. Der Platzbedarf pro Wechselbrücke beträgt inklusive Rangierfläche in der Länge 14 m und in der Breite 3,50 m (siehe Abbildung 24). Die Flächen sind auf Wunsch der Straßenverkehrsbehörde mit einem festen Zaun umgeben und für den Zeitraum der Projektdauer als absolutes Park- und Halteverbot ausgewiesen. Weiterhin sind kommunale Genehmigungen zum Befahren der Fußgängerzone mit den ansonsten zulassungsfreien Lastenfahrrädern nötig.

Die gebührenpflichtige Sondernutzung des öffentlichen Raumes ist immer befristet und für Projektphasen eine gute Lösung. KEP-Dienste wie UPS brauchen jedoch Investitions- und Planungssicherheit. Somit werden für den Einsatz von Wechselbrücken dauerhaft ausgewiesene Logistikflächen im innerstädtischen Bereich benötigt, die bei räumlicher Trennung durch verschiedene KEP-Dienste kooperativ genutzt werden können (siehe Kapitel 4.1.2.).

Da dies erst bei künftigen Gesetzgebungsverfahren oder Stadtentwicklungsplannungen berücksichtigt werden kann, ist auch für UPS die Nutzung unterirdischer Logistikflächen von Handelsimmobilien, aber auch eine kooperative Nutzung von stationären Mikro-Depots bei strikter räumlicher Trennung und dem Gebot der Wirtschaftlichkeit denkbar.

UPS: Insgesamt gute Erfahrungen in Hamburg

Insgesamt hat UPS in Hamburg sehr gute Erfahrungen mit dem Mikro-Depot-Konzept gemacht. Die Erstzustellquoten lagen nahe bei 100 %. Witte- rungsbedingte Ausfälle, etwa bei Eis und Schnee, hat es bisher nicht gegeben. Die Akzeptanz durch die Mitarbeiter ist sehr hoch, allerdings ist eine positive Einstellung zum Mikro-Depot-Konzept Voraussetzung. Neueinstellungen werden gezielt dahingehend getätigt und es gibt keine Probleme, neue Mitarbeiter dafür

zu finden. Allerdings sind Wetterschutz am Lastenfahrrad und die Ausstattung mit guten Arbeitsmitteln (Funktionskleidung) mitentscheidend für die Akzeptanz.

Die Mitarbeiterstruktur hat sich im Pilotgebiet geändert. Zwar hat es hinsichtlich der Mitarbeiterzahl in Vollzeitäquivalenten keine Änderung gegeben, jedoch ist der Anteil der höher qualifizierten Fahrer (Lkw-Führerschein) gesunken und der Anteil der Zustellhelfer gestiegen. Das bringt insgesamt Lohnkostenvorteile. Somit wäre auch ein ggf. geringer Personalmehreinsatz im Pilotgebiet wirtschaftlich.

Die sozioökonomische Akzeptanz des UPS-Mikro-Depot-Projektes durch Kommune, Bürger und Kunden ist in Hamburg in hohem Maße gegeben. Da projektbegleitend eine umfassende Information der Bürger erfolgt ist, gab es keinerlei Beschwerden. Das UPS-Pilotkonzept „Wechselbrücke im öffentlichen Raum“ mit allen in Hamburg aktiven KEP-Diensten umzusetzen, ist jedoch ausgeschlossen und somit ein proprietärer Ansatz.

Rollout auch in München

UPS plant derzeit im Münchener Glockenbachviertel ein Rollout des Hamburger Konzeptes. Geplant sind zwei Container als Mikro-Depots, die vier konventionelle Zustellfahrzeuge ersetzen sollen. Allerdings sind die Rahmenbedingungen dort andere. Es handelt sich um ein Wohngebiet im B2C-Segment mit engen Straßen und Parkplatzproblemen, weniger Paketen pro Stopp und ca. 500 bis 600 Paketen täglich. Der Pilotversuch wird zeigen, ob der Rollout die Hamburger Kennzahlen erreichen wird.

Hermes, DPD, GLS: Projekte in Hamburg, Nürnberg, Düsseldorf und Berlin

Das stationäre Mikro-Depot-Konzept mit Lastenfahrrädern wird derzeit von Her-

mes in Hamburg projiziert, ausgehend von eigenen innerstädtischen Paketshops in Hamburger Wohngebieten. Hermes startete im Oktober 2016 einen ersten Piloten und plante, ab Frühjahr 2017 zwei weitere Paketshops als stationäre Mikro-Depots zu nutzen. Der zusätzliche Flächenbedarf schränkt die Auswahl der Paketshops ein. Die Piloten sind Getränkemarkte.

In Nürnberg läuft seit Frühjahr 2016 ein Pilotprojekt zum stationären Mikro-Depot-Konzept von DPD und GLS, mit wissenschaftlicher Begleitung durch die TH Nürnberg. Der praktische Modellversuch begann im November / Dezember 2016 mit zwei Mikro-Depot-Standorten. In Düsseldorf hat GLS im Dezember 2016 einen Paketshop eröffnet, der als stationäres Mikro-Depot dient. Dort kommen ebenfalls Lastenfahräder zum Einsatz. In Berlin ist ein Kooperationsprojekt zum Mikro-Depot-Konzept unter Beteiligung aller KEP-Dienste in Planung.

Zusammenfassung: Das Mikro-Depot-Konzept ist bei allen BIEK-Mitgliedunternehmen mit unterschiedlichen konzeptionellen Ausrichtungen in der Erprobungsphase. Insbesondere der UPS-Pilot in Hamburg hat die Alltagstauglichkeit und sozioökonomische Akzeptanz des Mikro-Depot-Konzepts grundsätzlich unter Beweis gestellt, wenngleich die genehmigungspflichtige Sondernutzung öffentlicher Verkehrsflächen durch mobile Wechselbrücken derzeit keine ubiquitäre Lösung darstellt.



4.2 Disruptive Zustellkonzepte und Geschäftsmodelle

Digitalisierung, Industrie 4.0, Cloud Computing, Sharing Economy: Das Internet hat in vielen Bereichen des täglichen Lebens und der Wirtschaft große Veränderungen hervorgerufen und völlig neue Geschäftsmodelle ermöglicht. Folgt man der Theorie der langen Wellen bzw. den Kondratjew-Zyklen,¹⁴⁷ die nach Schumpeter durch Basisinnovationen¹⁴⁸ und nach Freeman durch Diffusion der Bassinnovationen in die gesamte Wirtschaft und die Verknüpfung der einzelnen Innovationen zum neuen Aufschwung führen,¹⁴⁹ befinden wir uns derzeit in einem möglichen sechsten Kondratjew-Zyklus. Ihm liegen disruptive Technologien wie autonome Fahrzeuge, mobiles Internet und Cloud Computing zugrunde.¹⁵⁰

Einige dieser disruptiven Technologien haben direkten Einfluss auf die KEP-Branche. Sie sollen speziell in Bezug auf Letzte Meile in urbanen Ballungsräumen betrachtet werden.

Geschätzte potenzielle ökonomische Auswirkungen von Technologien in großen Anwendungen 2025, Billionen \$, jährlich

1. Mobiles Internet
2. Automatisierung der Wissensarbeit
3. Internet der Dinge
4. Cloud
5. Fortgeschrittene Robotik
6. Autonome und nahezu autonome Fahrzeuge
7. Genomik der nächsten Generation
8. Energiespeicherung
9. 3D Druck
10. Fortschrittliche Materialien
11. Fortschrittliche Öl- und Gas-Forschung und Gewinnung
12. Erneuerbare Energien



Abbildung 25: Der erwartete Einfluss disruptiver Technologien auf die Wirtschaft¹⁵¹

¹⁴⁷ Vgl. (Kondratjew, 1926), S. 573–609

¹⁴⁸ Vgl. (Schumpeter, 1961)

¹⁴⁹ Vgl. (Freeman, et al., 2001)

¹⁵⁰ Vgl. (McKinsey Global Institute, 2013), S. 23ff.

¹⁵¹ Eigene Abbildung nach (McKinsey Global Institute, 2013)

4.2.1 Autonome Technologien

Zu den disruptiven autonomen Fahrzeugtechnologien in der Paketzustellung zählen Drohnen, Roboter und autonom fahrende Zustellfahrzeuge. Diese Zukunftstechnologien unterscheiden sich grundsätzlich in ihren Potenzialen und Einschränkungen und sollen nachfolgend analysiert werden – insbesondere vor dem Hintergrund des Einsatzes in urbanen Ballungsräumen.

■ Drohnen: keine großen Marktanteile zu erwarten

„Ich glaube nicht, dass in absehbarer Zeit in den Großstädten Tausende Drohnen durch die Luft fliegen oder sogar in ein Mietshaus hinein direkt bis zur Wohnungstür.“¹⁵²

Dies sagte der CEO von UPS, David Abney, im Interview. Andererseits glaubt er an einen Nutzen von Drohneinsätzen im ländlichen Raum. Umfragen des Bitkom e. V. hingegen zeigen, dass jeder dritte Bürger sich eine Paketzustellung mit Drohnen oder Robotern vorstellen könnte.¹⁵³ Derzeit ist der Betrieb von Drohnen in Deutschland außerhalb der Sichtweite des Piloten oder mit einer Gesamtmasse von über 25 kg grundsätzlich verboten, sodass die Technologie für die KEP-Branche noch nicht autonom einsetzbar ist. Erste Pilotversuche hat DHL in Deutschland bereits durchgeführt, beispielsweise auf der Nordseeinsel Juist; in Reit im Winkel regte sich hingegen bereits bei Bekanntwerden der DHL-Versuche Widerstand am Ort.¹⁵⁴

Der derzeit fehlende Rechtsrahmen, die Debatte um die Flugsicherheit und um den Datenschutz beim Überflug privater Grundstücke werden den kommerziellen

Einsatz der Technologie noch lange verzögern. Unabhängig davon haben autonom fliegende Paketdrohnen folgende Vorteile:

- Die Paketzustellung in schwer erreichbaren und dünn besiedelten ländlichen Gebieten kann verbessert werden.
- Der Einsatz in besonderen Fällen oder bei Katastrophen (z. B. Medikamente, Organtransporte) kann unabhängig von Straßenverkehrssituationen erfolgen.

Nachteilig sind folgende Aspekte:

- Die Nutzung des Luftraums in dicht besiedelten Ballungsgebieten ist mit vielen Risiken verbunden (Absturz, Sendungsverlust)
- Hohe Witterungsabhängigkeit, damit logistische Einschränkungen
- Nur für leichte Sendungen bis 5 kg einsetzbar
- Hohe Kosten und schlechte Effizienz (ein Luftfahrzeug = ein Stopp)
- Die Übergabeproblematik der Pakete beim Empfänger ist technisch sicherlich lösbar, aber aufwendig (z. B. auf Hausdächern).

Ein aktuelles Beispiel aus Frankreich (Provence) zeigt aber, dass in dünn besiedeltem Gebiet bei Vorliegen der rechtlichen Rahmenbedingungen ein Linienbetrieb mit Paketdrohnen bereits möglich ist. So hat DPD im Dezember 2016 den

Linienbetrieb zwischen Saint-Maximin-La-Sainte-Beaume und einem Gewerbegebiet im benachbarten Pourrières aufgenommen.¹⁵⁵

Die befragten Experten sind ausnahmslos der Meinung, dass sich Paketdrohnen im urbanen Ballungsraum nicht in großem Umfang durchsetzen werden und auch im ländlichen Raum keine Massenabfertigung von Paketen mit dieser Technologie zu erwarten ist. Paketdrohnen haben ein sehr schlechtes Verhältnis von Investitionskosten zur erzielten Transportkapazität und sind nicht skalierbar. Für privilegierte Sendungen bei entsprechender Zahlungsbereitschaft des Kunden werden Drohnen künftig eine Marktnische besetzen können, ein weiteres Anwendungsfeld kann die Intralogistik von Unternehmen sein (Warehousing).

Feststellung: Autonom fliegende Paketdrohnen werden in urbanen Ballungsräumen künftig keinen großen Marktanteil haben. Einen entsprechenden Rechtsrahmen vorausgesetzt, können sie eine Marktnische im ländlichen Raum oder im urbanen Raum bei privilegierten Sendungen besetzen, bei entsprechender Zahlungsbereitschaft der Kunden.



¹⁵² (Abney, 2016)

¹⁵⁴ Vgl. (Heimatzeitung.de, 2015)

¹⁵³ Vgl. (Bitkom e. V., 2016)

¹⁵⁵ Vgl. (DPD (e), 2016)



Roboter werden eine umweltfreundliche Marktnische besetzen

Ein Einsatz von autonom fahrenden Robotern als umweltfreundliche und lokal emissionsfreie Technologie ist in urbanen Ballungsgebieten bereits heute möglich. Sie wird derzeit von Hermes in Hamburg an drei Standorten im Pilotversuch getestet: Ottensen, Volksdorf und im Grindelviertel.

Rechtlich haben die von der Firma Starship Technologies aus Tallin / Estland bereitgestellten Roboter vorläufig den Status eines nicht zulassungspflichtigen motorisierten Fahrzeuges mit einer Höchstgeschwindigkeit bis sechs km/h und benötigen auf Landesebene eine Genehmigung zum Befahren von Gehsteigen. Starship Technologies hat bereits erfolgreich Robotereinsätze in Tallin, London, und in den USA durchgeführt, Hermes ist der erste Anwender aus der Logistikbranche in Deutschland. Das Ziel der Pilotversuche in Hamburg ist die Untersuchung der logistischen Eignung für Paketzustellungen von Hermes-Paketshops zu den Endkunden und die Untersuchung der gesellschaftlichen Akzeptanz der Roboter.

Die Roboter verfügen über 10 kg Nutzlast und 53 Liter Nutzvolumen bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 3,6 km/h und aktuell 6 bis 10 km Reichweite je nach Batteriegröße. Der Einsatz erfolgt nur auf Fußwegen, nicht auf Radwegen, Bordsteine und Hindernisse bis 15 cm Höhe können überquert werden. Straßenquerungen werden über Kameras durch den Dispatcher gesteuert, mehrspurigen Straßen ohne Verkehrsinsel in der Mitte sind dabei ausgeschlossen. Im Pilotversuch wird erfolgte anfangs eine manuelle Fernsteuerung über den

Abbildung 26: Robotereinsatz von Hermes in Hamburg¹⁵⁶

Dispatcher, bald darauf bereits aber autonomes Fahren mit einer zusätzlichen Begleitperson.

Das Ziel ist jedoch komplett mannloses autonomes Fahren über erlernte Wege. Der Roboter wird dafür über GPS-Koordinaten und ein eigenes Kartensystem gesteuert. Eine Funkverbindung zum Dispatcher ist immer notwendig. Dafür sind zwei redundante SIM-Karten an Bord.

Maßnahmen gegen Diebstahl und Vandalismus sind Sensorik und permanentes Tracking: Bei Aufbrechen des Roboters wird ein Alarm ausgelöst. Zudem wiegt der Roboter ca. 20 kg und ist sehr unhandlich. Dies erschwert die Mitnahme. Große Bedeutung wird im Pilotprojekt der Aufklärung der Bevölkerung zur Risikominimierung beigemessen. Die Bandbreite der Reaktionen reicht, wie bei jeder Innovation, von „spannend“ bis zu allen möglichen Bedenken. Die generelle gesellschaftliche Akzeptanz ist sicher abhängig von künftiger Anzahl der Roboter im öffentlichen Raum.

Die Zielgruppe wird im B2C-Segment im Bereich der Zeitfensterzustellung gesehen. Der spezielle Zustellservice könnte in Webshops als Mehrwertdienstleistung angeboten werden. Der Kunde erhält bei Ankunft des Roboters eine SMS mit einem Link zum Öffnen des Roboters. Bei Abwesenheit des Empfängers fährt der Roboter nach zehn Minuten ohne Öffnung zurück zum Paketshop. Es sind daher keine neuen Logistikprozesse im Depot erforderlich. Die Roboter werden im Pilotprojekt immer vom Paketshop aus auf der „Allerletzten Meile“ eingesetzt.

Insgesamt werden zunächst von September 2016 bis Dezember 2016 drei Roboter in Hamburg eingesetzt, mit 10 bis 15 Touren pro Paketshop und Tag. Das Zeitfenster pro Tour beträgt 30 Minuten im Radius von 2 bis 3 km um die drei Hermes-Paketshops. Die Witterungsabhängigkeit, etwa bei Eis und Schnee, wird positiv gesehen. Starship hat in Tallin den Einsatz bei einer 3-cm-Schneedecke erprobt. Im Gegensatz zur Drohne sind Roboter nicht windempfindlich. Dies ist in Hamburg ein wichtiger Aspekt.

Zur Wirtschaftlichkeit ist derzeit noch keine Aussage möglich. Die Vision hinsichtlich des künftigen Personaleinsatzes bei vollständig autonomer Anwendung ist ein Dispatcher für mehrere Roboter. Die Technologie wird von Hermes als sinnvolle Ergänzung zum Logistikmix der Zukunft gesehen. Der Einsatz für innovative Dienstleistungen wie Same Day und Food Delivery ist vorstellbar. Sicherlich ist aufgrund der höheren Kosten eine Zahlungsbereitschaft der Kunden erforderlich. Starship Technologies sieht als langfristige Vision einen möglichen Zielpreis von einem Dollar pro Lieferung, Hermes erhebt im Pilotversuch keine zusätzlichen Gebühren.

Insgesamt hat der Einsatz von autonomen Zustellrobotern im urbanen Raum auf kurzen Strecken als logistische Ergänzung größere Chancen auf Realisierung als der Drohneinsatz, insbesondere bei Same Day, Food Delivery oder Abendzustellungen außerhalb der normalen Dienstleistungszeiten. Die Ladekapazitäten müssten für eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung aber auf 10 bis 25 Sendungen steigen. Da die Anwesenheit des Empfängers zwingend erforderlich ist (Übergabeproblematik), kann nur eine Zeitfensterzustellung infrage kommen. Somit werden Zustellroboter eine Marktnische besetzen können.

Feststellung: Autonom fahrende Zustellroboter werden in urbanen Ballungsräumen eine umweltfreundliche Marktnische besetzen im Bereich der Zeitfensterzustellung. Bei entsprechender Zahlungsbereitschaft der Kunden sind innovative Dienstleistungsangebote wie Same Day, Food Delivery oder Abendzustellungen außerhalb der normalen Dienstleistungszeiten damit möglich.



Autonome Fahrzeuge werden Zusteller entlasten

Eine andere Bedeutung wird den autonom fahrenden Zustellfahrzeugen auf der Letzten Meile beigemessen. Eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz ist zu erwarten, weil der Zusteller nicht „wegrationalisiert“ wird, sondern sich ausschließlich seiner wichtigsten Aufgabe widmen kann – der persönlichen Belieferung des Kunden. Der Zusteller kann von Routinetätigkeiten entlastet werden, etwa die Einfahrt in das Zustellgebiet. Da durch hohe Personalflektuationen Zusteller oft keine guten Ortskenntnisse mehr haben oder das Abfahren einer Zustelltour in der optimalen Reihenfolge sehr viel Erfahrung voraussetzt, wäre eine nach Sendungen tourenoptimierte, autonom abgefahrene Zustelltour auch ein Effizienzgewinn und würde Emissionen senken.

Die Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen und das Institut für Kraftfahrzeuge (ika) der RWTH Aachen University haben aktuell für DPD-Einsatzszenarien für das autonome Fahren entwickelt.¹⁵⁷ Die wichtigsten sind:

- **Autonom ins Zustellgebiet einfahren**

Stau- und Folgeassistenten können bis 60 km/h autonom fahren. Der Zusteller kann die Zustelltour vorbereiten und optimieren, was bisher vor der Abfahrt im Depot erfolgen muss.

- **Autonomes Parken bei der Zustellung**

Der Parkpilot stellt das Fahrzeug ab, während der Zusteller den Kunden aufsucht. Per GPS-Ortung findet er über den MDA das Fahrzeug wieder.

- **Autonom fahrende Kleinstfahrzeuge in Fußgängerzonen**

Die fahrerlosen Kleinstfahrzeuge führen den Zusteller in Schrittschwindigkeit zu den Zustelladressen und werden von herkömmlichen, außerhalb der Fußgängerzone geparkten Transportern aus bestückt.



Abbildung 27: Mercedes Vision Van auf der IAA 2016¹⁵⁹

Auf der IAA 2016 stellte Mercedes-Benz den hoch automatisierten Vision Van als Trendstudie für die zukünftige City-Logistik vor.¹⁵⁸ Er verbindet innovative Handling-Lösungen mit E-Mobilität und Digitalisierung und ist ein wichtiger Schritt in die Zukunft des vollständig autonomen KEP-Zustellfahrzeugs.

Feststellung: Autonom fahrende Zustellfahrzeuge werden in urbanen Ballungsräumen den Zusteller von Routinetätigkeiten entlasten und die Effizienz steigern, damit er sich ausschließlich der Kundenbelieferung widmen kann. In Kombination mit Tourenplanungssoftware können autonome Zustellfahrzeuge optimale Zustellrouten fahren, was zu verkehrlicher Entlastung und zu Emissionsminderungen führen kann.

¹⁵⁷ Vgl. (DPD (c), 2016)

¹⁵⁸ Vgl. (Mercedes-Benz, 2016)

¹⁵⁹ Quelle: (mbpassionblog, 2016)

¹⁶⁰ Vgl. (Puschmann, et al., 2016), S. 93–99

¹⁶¹ Vgl. (Scholz, 2016)

¹⁶² Vgl. (Logistik HEUTE, 2012)

¹⁶³ Vgl. (checkrobin GmbH, 2016)

¹⁶⁴ Vgl. (DP DHL (a), 2013)

¹⁶⁵ (neuhandeln.de, 2015)

4.2.2 Sharing Economy und SaaS

Die disruptiven Technologien mobiles Internet und Cloud Computing ermöglichen auch für die KEP-Branche neue Geschäftsmodelle für die Letzte Meile. Die darauf basierende Sharing Economy und Software-as-a-Service-Geschäftsmodelle (SaaS) unterscheiden sich grundsätzlich in ihren Potenzialen und Einschränkungen. Sie werden nachfolgend analysiert, insbesondere vor dem Hintergrund des Einsatzes in urbanen Ballungsräumen.

Direkt integrierte Crowd Delivery bietet keine Mehrwerte für B2C

Der Begriff der Sharing Economy ist mit vielen Interpretationen belegt. Im makroökonomischen Sinn ist es ein hybrides Marktmodell zum Teilen ökonomischer Ressourcen.¹⁶⁰

Schnell haben sich daraus Geschäftsmodelle im Internet entwickelt, damit Privatpersonen in Mikrojobs vorhandene materielle Ressourcen und ihre Arbeitskraft nutzen können. Basis dafür sind das mobile Internet und Cloud Computing. Bekannte Beispiele sind der Fahrdienst Uber oder die Buchungsplattform Airbnb. Sie beeinflussen derzeit weltweit die Taxi- und die Hotelbranche. Diese Geschäftsmodelle sind jedoch stark in die öffentliche Kritik geraten, den Wettbewerb zu verzerren und soziale Standards zu unterlaufen.¹⁶¹ Daraus können sich geschäftsschädigende Imageprobleme für Unternehmen ergeben, die solche Konzepte anwenden. Dies ist insbesondere in der KEP-Branche ein sehr sensibles Thema, seit 2012 Sozialstandards bei den Zustellern medienwirksam kritisiert wurden.¹⁶² Spätestens seit dem Gesetz zur Regelung eines allgemeinen Mindestlohns (Mindestlohngesetz, MiLoG) mit Gültigkeit ab 1.1.2015 gehören solche Debatten in Deutschland der Vergangenheit an. Sie könnten aber mit der Crowd Delivery wieder an Relevanz gewinnen.

Zu unterscheiden sind Unternehmen, wie die checkrobin GmbH mit der Marke myrobin,¹⁶³ die Crowd Delivery unter Umgehung von KEP-Netzwerken direkt von Sender zum Empfänger organisieren, und Konzepte mit einer direkten Integration von Crowd Delivery auf der Letzten Meile der KEP-Netzwerke.

In der KEP-Branche setzte DHL im Jahr 2013 in Stockholm im Rahmen des Pilotprojektes MyWays ein Crowd Delivery-Konzept ein:¹⁶⁴ Über eine App konnte der Empfänger nach Ankunft des Paketes im DHL-Depot Zeit und Ort der Zustellung sowie das Zustellentgelt festlegen. Die in der App registrierten Mikrojobber, meist Studenten, entschieden, welches Paket sie zur angegebenen Anschrift und zur festgesetzten Zeit transportieren wollen. Das Projekt wurde Ende 2013 planmäßig beendet. Etwa 1 000 Zustellungen wurden in drei Monaten für Zustellentgelte zwischen 3,50 und 6,00 € für den Mikrojobber ausgeführt. Wenn ein Paket in der App keinen Zusteller fand, übernahm DHL die Lieferung.¹⁶⁵ In Schweden gibt es jedoch keine Adresszustellung, sondern grundsätzlich nur Zustellung an Abholstationen, sodass DHL mit diesem Konzept den B2C-Empfängern einen Mehrwert bieten konnte. Über die Gründe der fehlenden Fortsetzung dieser Praxis ist nichts bekannt.



Ein finanzieller Anreiz in der für Stockholm genannten Höhe ist in Deutschland aufgrund der etablierten B2C-Adresszustellung für die Crowd-Zusteller undenkbar und es ist zweifelhaft, ob sehr geringe Zustellentgelte überhaupt einen Anreiz für Crowd Delivery in Deutschland darstellen. Unabhängig davon ist aus Sicht der KEP-Dienste die Haftungsfrage für die Sendungen und die Einhaltung des Zuverlässigkeitsversprechens problematisch, weiterhin die Postgesetzkonformität sowie die Dienstleistungsqualität als Markenzeichen eines KEP-Unternehmens. Aus Sicht der B2C-Empfänger sind mögliche Akzeptanzprobleme das mangelnde Vertrauen in dieses Zustellkonzept, vor allem bei erteilten Abstellgenehmigungen, und ein unerwünschter Einblick ins Privatleben.

Der wichtigste Aspekt ist aber das mögliche Unterlaufen von sozialen Standards und die fließende Grenze zum Geschäftsmodell des selbstständigen KEP-Unternehmers auf der Letzten Meile. Dies könnte ähnliche Konflikte wie zwischen der Taxibranche und dem Fahrdienst Uber hervorrufen. Selbst wenn diese Punkte gelöst würden, bliebe das Effizienzproblem für Crowd-Zusteller bestehen, die im Vergleich zum selbstständigen KEP-Unternehmers auf der Letzten Meile nur wenige Sendungen zustellen und davon ihren Lebensunterhalt nicht bestreiten können.

Feststellung: Crowd Delivery-Konzepte der Sharing Economy bieten in Deutschland aufgrund der etablierten Adresszustellung im B2C-Segment der KEP-Branche keinen Mehrwert einer Integration in der Letzten Meile der KEP-Netzwerke vom KEP-Depot zum Empfänger für KEP-Dienste, Empfänger und potenzielle Crowd-Zusteller. Das mögliche Unterlaufen von sozialen Standards und die fließende Grenze zum Geschäftsmodell des selbstständigen KEP-Unternehmers auf der Letzten Meile stellen zudem sehr kritische Aspekte dar.



SaaS: Ideale Ergänzung für Same Day Delivery

SaaS ist ein Bestandteil des „Cloud Computing“. Dabei stehen dem Anwender sowohl die Applikation als auch der Applikationsserver gegen nutzungsabhängiges Entgelt zur Verfügung. Zur Ausführung der Applikation wird lediglich ein internetfähiges Endgerät (etwa ein Smartphone) benötigt.

Typische SaaS-Anwendungen gibt es für die Auftragsabwicklungsprozesse in der 4PL-Logistik, was vor allem neue Geschäftsmodelle im Bereich der Same Day Delivery außerhalb der klassischen KEP-Netzwerke ermöglicht. Sogenannte „4PL-Logistikdienstleister“ verfügen nicht über eigene logistische Netzwerke und Fahrzeuge, sie treten vielmehr als reine IT-Dienstleister und Prozessintegratoren auf.

Bereits etablierte 4PL-Anbieter im Same Day-Segment sind etwa Liefery mit einem Angebot in über 50 Städten¹⁶⁶ oder tiramizoo, die SaaS-Dienstleistungsangebote eigenständig vermarkten,¹⁶⁷ aber auch in Kooperation mit DPD als „DPD NOW“ realisieren.¹⁶⁸ In den USA bietet CrowdToGo ein ähnliches SaaS-Geschäftsmodell an.¹⁶⁹

Logistisch sind diese Konzepte dadurch geprägt, dass die Quelle (meist der stationäre Einzelhandel oder Gastronomiebetriebe) und die Senke im gleichen urbanen Gebiet liegen, also für die Überwindung von Raum und Zeit auf kurzen Distanzen der für die KEP-Branche typische „Nachtsprung“ und ein diesbezügliches Netzwerk nicht erforderlich sind. Insofern greifen die SaaS-Geschäftsmodelle auf Stadtkurierdienste zurück, nutzen jedoch das Cloud Computing als Basistechnologie, um für professionelle Zeitfensterzustellungen am selben Tag Auftragsabwicklungssysteme mit Order-Tracking und Routenplanungen auch für Gelegenheitskuriere in einem Poolsystem anzubieten. Dabei wird auch eine Sendungskonsolidierung vorgenommen.

Die wichtigste Zielgruppe ist der stationäre Einzelhandel wie etwa Media Markt und Saturn. Er kann damit Kunden eine kostenpflichtige Logistikkdienstleistung für sperrige Waren anbieten. Zum Leistungsspektrum gehört auch die Retourenabwicklung im B2C für große Online-Händler wie etwa Zalando. Eine weitere Dienstleistung sind taggleiche Lieferungen für Bestellungen aus den Webshops großer Einzelhändler, die im Cross-Channel-Vertrieb ihre Waren anbieten.

Mit diesem Geschäftsmodell ergänzen sich die KEP-Branche und SaaS-Anbieter ideal. Regionale Stadtkurierdienstleistungen und überregionale KEP-Dienstleistungen haben auch bisher am Markt koexistiert. Interessant sind vor allem Synergien in den Netzwerken auf der Letzten Meile: Deutlich zeigt das die logistische Kooperation von DPD und tiramizoo bei gleichzeitiger Verflechtung der Anteile. Solche Kooperation könnten beispielsweise Infrastrukturen der KEP-Branche wie das innovative Mikro-Depot in seiner Ausprägung als Immobilie (siehe Kapitel 4.1) zur Sendungskonsolidierung zusätzlich auslasten und so zu Skaleneffekten führen. Gleichzeitig könnten die KEP-Vertragspartner der Letzten Meile, die tagsüber Mikro-Depots mit Lastenfahrrädern bedienen, als Same Day-Kuriere in der Abendzustellung für eine nachhaltige Stadtlogistik sorgen.

Der Bedarf am Markt für Same Day Delivery ist gegeben, vor allem zu Stoßzeiten wie Weihnachten. Er wird in dem Maße steigen, wie Food Delivery an Akzeptanz gewinnt. Ganzjährig ist der Same Day-Marktanteil derzeit eher gering und hängt stark von der Zahlungsbereitschaft der Kunden für solche Premiumdienstleis-

tungen ab. Durch die Nutzung der erwähnten Skaleneffekte zwischen KEP-Branche und SaaS-Anbietern dürfte die Attraktivität des Angebotes steigen.

Amazon nutzt für seine Same Day Delivery-Angebote in urbanen Ballungsräumen ebenfalls lokale Kurierdienste, was eine Veränderung der Warenströme und eine stadtnahe Lagerung von Waren voraussetzt. Die KEP-Branche beobachtet den Markteintritt von Amazon in die Letzte Meile sehr aufmerksam. Die zentrale Frage ist, ob Amazon ein eigenes urbanes Netzwerk weiter ausbaut oder vor allem in ländlichen Gebieten doch auf KEP-Dienstleister zurückgreifen muss, deren Netzwerke besser ausgelastet und somit effizienter sind. Dazu äußerte sich der CEO von UPS:

„Wir sehen Amazon nicht als größeren Konkurrenten, sonst würden wir anders mit ihnen umgehen. (...) Sie werden in einem eigenen Liefergeschäft nie so viel Geschäft haben wie wir. Das bedeutet, dass sie weniger effizient sind.“¹⁷⁰

Feststellung: SaaS-Geschäftsmodelle sind vor allem im B2C-Segment für die Same Day Delivery eine ideale Ergänzung zum Dienstleistungsangebot der KEP-Branche. Der Bedarf am Markt für Same Day Delivery wird in dem Maße steigen, wie Food Delivery an Akzeptanz gewinnt und die Dienstleistungspreise sinken. Wenn es gelingt, Netzwerkressourcen der KEP-Branche auf der Letzten Meile kooperativ dafür zu nutzen, beispielsweise das Mikro-Depot-Konzept mit Lastenfahrrädern, kann die Vision einer kostengünstigen und nachhaltigen Same Day-Stadtlogistik Realität werden.

¹⁶⁶ Vgl. (LieferFactory GmbH, 2016)

¹⁶⁹ Vgl. (CrowdToGo, 2016)

¹⁶⁷ Vgl. (tiramizoo, 2016)

¹⁷⁰ (Abney, 2016)

¹⁶⁸ Vgl. (DPD (d), 2016)

4.3 Verbesserung der Erstzustellquoten, weniger Verkehre

4.3.1 Dynamische Adresszustellung

Die Erstzustellungsquote im B2B-Segment ist nahezu 100 %, denn die Geschäfts- und Öffnungszeiten der Warenannahmestellen der gewerblichen Empfänger sind den KEP-Diensten bekannt. Problematisch können lediglich Zustellungen an gewerbliche Empfänger in Fußgängerzonen sein, wenn die kommunal zulässigen Zeitfenster der Befahrbarkeit dieser Fußgängerzonen nicht kompatibel mit den Geschäftszeiten sind, etwa von Einzelhändlern.¹⁷¹

Abwesende Empfänger belasten Ergebnisse der KEP-Dienstleister

Eine völlig andere Situation liegt im B2C-Segment vor. Die untertägige Zustellung beim ersten Versuch ist oft nicht möglich, da der Empfänger abwesend ist. Mehrfachzustellungen sind jedoch Kostentreiber und belasten die Ergebnisse der KEP-Dienste. Darüber hinaus generieren sie unnötige und vermeidbare Zustellverkehre in ohnehin hoch belasteten urbanen Gebieten.

In der Datenerhebung für Berlin, Hamburg und München wurden Erstzustellquoten von durchschnittlich 94,5 % ermittelt, an sich ein recht hoher Wert. Er ist aber bereits ein Durchschnittswert von B2B und B2C, was auf deutlich niedrigere Werte im B2C schließen lässt. Die KEP-Branche ist daher bemüht, die Erstzustellquoten insbesondere im B2C-Segment signifikant zu verbessern. Das Ziel ist es, eine Erstzustellquote nahe 100 % zu erreichen. Mit allen KEP-Diensten können empfängerseitig dauerhafte Vereinbarungen für alternative Zustellungen getroffen werden, wenn der Empfänger nicht anwesend ist – etwa die Angabe von Wunschnachbarn, Ablageorten, Paketshops oder Paketkästen. Dies erfordert jedoch eine persönliche formale Willensbekundung jedes potenziellen Empfängers einer Zustelladresse bei jedem KEP-Dienst. Lebenspraktisch ist das sehr selten der Fall.

Je nach Sendung: Empfänger nehmen Einfluss auf die Zustellung

Zielführender ist die sogenannte „dynamische Adresszustellung“, also die sendungsbezogene Einflussmöglichkeit der Empfänger auf die Zustellung. Der Nachteil dabei ist, dass aus logistischen Gründen die empfängerseitige Weisung spätestens am Tag vor der Zustellung erteilt werden muss.

Digitale Lösung per App, Live-Tracking inklusive

Die innovativste digitale Lösung mit Live-Tracking und dynamischer Beeinflussung der Adresszustellung durch den Empfänger bietet derzeit DPD an. Möglich ist die Wahl dieser Optionen per Online-Plattform oder Smartphone-App. Die DPD-App für die dynamische Adresszustellung wurde bereits mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet, zuletzt etwa mit dem eco Internet Award der Deutschen Internetwirtschaft, dem Deutschen Preis für Onlinekommunikation sowie dem UX Design Award.

Wichtigste Innovation: Zustellung am Abend und in Zeitfenstern

Folgende Zustellalternativen sind bei den untersuchten KEP-Diensten sendungsbezogen möglich, mit der genannten Einschränkung:

DHL

- Zustellung in die Packstation (Angabe bei der Online-Bestellung)
- Wunschfiliale (Angabe bei der Online-Bestellung)
- Digitale Versandbenachrichtigung mit Sendungsnummer
- Wunschtage (ab Versandbenachrichtigung bis zu sechs Werktagen verschiebbar oder dauerhaft zulässige Wochentage der Adresszustellung hinterlegen)

Firmenangaben¹⁷²

DPD

- Digitale Versandbenachrichtigung mit Sendungsnummer mit Live-Tracking am Zustelltag, Zustelltermin im 30-Minuten-Zeitfenster
- Wunschtage (ab Zustellbenachrichtigung bis zu 7 Werktagen verschiebbar)
- Wunschnachbar (ab Zustellbenachrichtigung)
- Einmalige Abstellgenehmigung (ab Zustellbenachrichtigung)
- Zustellung an den Paketshop (ab Zustellbenachrichtigung)
- Wunschadresse (ab Zustellbenachrichtigung)

Firmenangaben¹⁷³

UPS

- Digitale Versandbenachrichtigung mit Sendungsnummer
- Abholung von einem UPS Access Point™-Standort (ab Versandbenachrichtigung wählbar bzw. vom Versender bereits im Bestellprozess angeboten)
- Wunschadresse (ab Versandbenachrichtigung)
- Wunschtermin (ab Versandbenachrichtigung)
- Zurück an den Absender (ab Versandbenachrichtigung)

Firmenangaben¹⁷⁴

Hermes

- Digitale Versandbenachrichtigung mit Sendungsnummer mit zwei- bis vierstündigem Zeitfenster
- Wunschtage (ab Zustellbenachrichtigung)
- Wunschnachbar (ab Zustellbenachrichtigung)
- Einmalige Abstellgenehmigung (ab Zustellbenachrichtigung)
- Zustellung an den Paketshop (ab Zustellbenachrichtigung)

Firmenangaben¹⁷⁵

GLS

- Digitale Versandbenachrichtigung mit Sendungsnummer
- Wunschtage (ab Zustellbenachrichtigung)
- Erneute Abendzustellung (ab Zustellbenachrichtigung)
- Wunschadresse (ab Zustellbenachrichtigung)
- Einmalige Abstellgenehmigung (ab Zustellbenachrichtigung)
- Zustellung an den Paketshop (ab Zustellbenachrichtigung)
- Abholung im Depot (ab Zustellbenachrichtigung)
- Zurück an den Absender (ab Zustellbenachrichtigung)

Firmenangaben¹⁷⁶

GO!

- Zeit- und taggenaue Zustellung mit speziellen Services
- Neuzustellung zum Wunschtermin
- Neuzustellung an eine Wunschadresse
- Abholung im Depot

Firmenangaben¹⁷⁷

TNT

- Zeit- und taggenaue Zustellung mit speziellen Services
- Neuzustellung zum Wunschtermin
- Neuzustellung an eine Wunschadresse
- Abholung im Depot

Firmenangaben¹⁷⁸

Die mit Abstand wichtigste logistische Innovation für die dynamische Adresszustellung im B2C-Segment sind die Abendzustellung und Zeitfensterzustellungen. Sie sind meistens aufpreispflichtig. Die IT-Integration in den Bestellprozess beim Online-Händler ist eine Voraussetzung.

Hermes bietet seit dem Jahr 2015 Versendern zur Einbindung in die Bestellabwicklung vier Zustell-Zeitfenster zur Auswahl an: 10 bis 13 Uhr, 12 bis 15 Uhr, 14 bis 17 Uhr und die Abendzustellung von 18 bis 21 Uhr.¹⁷⁹ DPD bietet in Ballungszentren in Kooperation mit tiramizoo flexible Zeitfensterzustellungen.¹⁸⁰ GLS bietet Versendern mit dem FlexDelivery Service die Abendzustellung zwischen 17 und 20 Uhr in Ballungsgebieten an.¹⁸¹ DHL bietet ab Ende des Jahres 2016 Geschäftskunden eine Anbindung an gängige E-Commerce-Softwaresysteme für bundesweite Abendzustellungen von 18 bis 20 Uhr und von 19 bis 21 Uhr an, in einigen Ballungszentren gibt es auch zusätzliche Tageszeitfenster.¹⁸² Dieser zusätzliche DHL-Service ist mit einer zusätzlichen Gebühr von 3,99 € pro Sendung verbunden.¹⁸³

Insbesondere die Abendzustellung ist ein wachsender Markt. Die avisierte bzw. Zeitfensterzustellung wird etwa Food-Lieferungen eher möglich machen. Der lo-

gistische Koordinationsaufwand im Depot steigt jedoch. Es werden verschiedene Wellen in der Zustellung benötigt. Begrenzend kann hier zudem die Zahlungsbereitschaft der Kunden sein, die sicherlich nur bei minimalen Aufpreisen gegeben ist. Die Zeitfensterzustellung ist auch im B2B-Segment interessant, etwa bei Zeitfenstern in Fußgängerzonen, die nicht zu Ladenöffnungszeiten passen.

█ Paketshop: 100 % Erstzustellungsquote mit Nebeneffekt

Eine Zustellung in den Paketshop ermöglicht Erstzustellungsquoten von 100 % im B2C. Sie kann somit einen hohen Beitrag zur Verkehrsvermeidung leisten. Allerdings muss der gegenläufige Effekt der möglichen Generierung von Individualverkehren zur Abholung der Sendungen durch die Empfänger berücksichtigt werden. Dieser kann aufgrund der Komplexität der Problematik hier nicht näher untersucht werden (siehe dazu auch Kapitel 4.3.2).

Zusammenfassung: Alle KEP-Dienste bieten im Rahmen der Sendungsverfolgung Möglichkeiten, verschiedene alternative Zustelloptionen online zu buchen, um die Erstzustellungsquote zu verbessern. Diese Entscheidungen müssen jedoch vom Empfänger spätestens am Tag vor der avisierten Zustellung getroffen werden. Dauerhafte und fix vereinbarte alternative Zustelloptionen sind ebenfalls möglich. Insgesamt sind die Erstzustellquoten im B2C dennoch deutlich schlechter als im B2B. Die wichtigste Innovation im B2C sind in der dynamischen Adresszustellung neben dem Live-Tracking die Abendzustellung und Zeitfensterzustellungen.

¹⁷¹ So lässt z. B. Konstanz in die Fußgängerzonen keine Zustellfahrzeuge mehr einfahren. Aus diesem Grund hat GLS hier auf Zustellung mit Lastenfahrrädern umgestellt (siehe Pressemitteilung vom 18.08.2016)

¹⁷² Vgl. (DHL (b), 2016)

¹⁷³ Vgl. (DPD (b), 2016)

¹⁷⁴ Vgl. (UPS, 2016)

¹⁷⁵ Vgl. (Hermes, 2016)

¹⁷⁶ Vgl. (GLS, 2016)

¹⁷⁷ Vgl. (GO!, 2016)

¹⁷⁸ Vgl. (TNT, 2016)

¹⁷⁹ Vgl. (Hermes (a), 2015)

¹⁸⁰ Vgl. (DPD (a), 2016)

¹⁸¹ Vgl. (GLS, 2016)

¹⁸² Vgl. (DHL (c), 2016)

¹⁸³ Vgl. (APOTHEKE ADHOC, 2016)



4.3.2 Zustellung an schließsystembasierte Paketboxen

Zur Verbesserung der Zustelleffizienz im B2C-Segment werden in der KEP-Branche verschiedene Möglichkeiten schließsystembasierter Paketboxen angeboten. Sie sollen eine Paketzustellung oder Abholung von Retouren auch ohne Anwesenheit des Empfängers oder Versenders ermöglichen.

■ Mehr Effizienz, Entlastung im Verkehr, Mehrwert für Kunden

Die damit erzielbaren Effizienzgewinne für KEP-Dienste gehen über bessere Erstzustellungsquoten aus Kundensicht hinaus. Die Paketzusteller sparen Zeit, da Wohngebäude nicht oder nur im Eingangsbereich betreten werden müssen. Wartezeiten auf die Reaktion der Kunden nach dem Klingeln entfallen. Im Fall von Paketbox-Anlagen können pro Stopp größere Paketmengen zugestellt werden. So entfallen Adresssuchverkehre und Umweltwirkungen werden reduziert, vor allem durch den Entfall von Zweit- und Drittzustellversuchen.

Für Kunden ist die garantierte Zustellung auch bei Abwesenheit ein genereller Mehrwert der KEP-Dienstleistung. Schließsystembasierte Paketboxen sind also ein Effizienzgewinn für die KEP-Dienste, eine verkehrliche Entlastung und ein Mehrwert für die Kunden.

¹⁸⁴ Vgl. (DHL, 2016)

¹⁸⁵ Nach DHL-Angaben sind durchaus standortabhängige Einschränkungen möglich

¹⁸⁶ Vgl. (Verkehrsrundschau, 2015)

¹⁸⁷ Vgl. (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2016), S. 39

¹⁸⁸ Vgl. (Fassnacht, et al., 2016)

¹⁸⁹ Vgl. (DP DHL, 2014)

¹⁹⁰ Vgl. (DHL (a), 2016)

Zentralisierte Abholstationen: zentral gelegen, verursachen aber Abholverkehre

Für den realen Erfolg der Paketboxen am KEP-Markt ist jedoch entscheidend, ob es sich um proprietäre oder um anbieteroffene Systeme handelt, und welche Kosten für den Kunden anfallen.

Im Bereich der proprietären Systeme bietet DHL seit vielen Jahren die Packstation an, die einen Sonderfall der schließsystembasierten Paketboxen darstellt. Die Nutzung ist nach erstmaliger Registrierung für die Kunden nicht mit zusätzlichen Kosten verbunden und Sendungen sind dort bis zu neun Tage abholbereit, bevor sie retourniert werden.¹⁸⁴ Die Packstationen befinden sich aber bestenfalls in Wohnortnähe der Empfänger an gut erreichbaren zentralen Lagen. Dadurch werden in der Regel zusätzliche individuelle Abholverkehre von der Empfangsadresse zur nächstgelegenen Packstation generiert. Damit ist die Packstation aus Nachhaltigkeitsgesichtspunkten eher dem Paketshop-Konzept der Wettbewerber am KEP-Markt gleichzusetzen und bietet außer einem 7/24-Zugang¹⁸⁵ keinen weiteren Kundenvorteil.

Beispiel Berlin: Dort hatte DHL 2015 gesamt 180 Packstationen installiert und wollte bis Ende 2016 auf 500 erhöhen.¹⁸⁶ Bei 3,5 Mio. Einwohnern entspricht dies einem durchschnittlichen Wert von 7 000 Einwohnern pro Packstation. Bei einer Einwohnerdichte von 4 029 pro Quadratkilometer¹⁸⁷ ergibt das einen angestrebten Wert von durchschnittlich ca. 1,7 Quadratkilometer abgedeckter Fläche pro Packstation. Dies stützt die These der zusätzlich generierten individuellen Abholverkehre.

Die DHL-Packstationen sind zudem nicht skalierbar. Die Zahl der erforderlichen Installationen wächst mit der Paketmenge. Fraglich ist neben der sich dann ergebenden Kosten- und Standortproblematik die Reaktion des B2C-Marktes auf die Marktdurchdringung neuer Dienstleistungsangebote wie Same Day Delivery oder Food Delivery im Zusammenhang mit der Packstation. Beide Dienstleistungen

erfordern eine Adresszustellung und erscheinen mit dem Konzept der Packstationen oder der Paketshops nicht kompatibel. Dies gilt im Übrigen auch für die sogenannte „Amazon-Locker-Abholstation“, einen proprietären Liefer- und Abhol-service in der Testphase in Kooperation mit dem Shell-Tankstellennetz.¹⁸⁸

Vielversprechend: Paketboxen direkt an Zustelladressen

Auch in Zukunft sollen bei Abwesenheit der B2C-Empfänger die Vorteile der logistischen Effizienz gebündelter KEP-Verkehre auf der Letzten Meile genutzt werden (vgl. Kapitel 2.4) und keine zusätzlichen individuellen Abholverkehre generiert werden. Dafür sind installierte schließsystembasierte Paketboxen direkt an den Zustelladressen die nachhaltige Empfangslösung. Dies gilt insbesondere wegen der zu erwartenden Marktdurchdringung von Same Day Delivery und Food Delivery.

Auch hier bietet DHL seit Mai 2014¹⁸⁹ mit dem Paketkasten in Kooperation mit der Herstellerfirma Renz eine proprietäre Lösung in zwei Größen (78 Liter und 166 Liter) an. Die Endpreise liegen zwischen 99 und 269 € zuzüglich Installation.¹⁹⁰ Zur aktuellen Marktdurchdringung gibt es derzeit keine verlässlichen Quellen. Die proprietäre DHL-Lösung hat aus Kundensicht den entscheidenden Nachteil, dass sie auf einen einzigen KEP-Dienst fixiert ist. Dies erfordert die Installation weiterer Paketboxen, um in den Genuss eines vollständig empfangenunabhängigen KEP-Lieferservices zu kommen.

Nachteil proprietärer Paketboxsysteme: auf einen Dienstleister fixiert

Genau dieser unwahrscheinliche Umstand ist aus Sicht der Anbieter proprietärer Paketboxsysteme der eigentliche Vorteil. Der infrastrukturelle Faktor erzeugt eine enge Kundenbindung und sichert Paketumsätze, da sich das Online-Bestellverhalten der in einen DHL-Paketkasten investierten Verbraucher auf diesen Umstand ausrichten wird. Darauf deutet auch der im Vergleich zu anderen An-

bietern für einen mit komplexer RFID-Technik ausgestatteten Paketkasten sehr niedrige Verkaufspreis von knapp 100 € hin.

Der Online-Handel wird proprietäre Paketboxsysteme sehr skeptisch sehen. Diese verschlechtern die Verhandlungsposition bezüglich der Paketpreise mit den KEP-Diensten. Darüber hinaus stärken proprietäre Paketboxsysteme neben der Kundenbindung auch die Markt- und Verhandlungsmacht großer Online-Händler, wie etwa bei Amazon der Amazon-Locker. Diese proprietären Paketboxsysteme werden daher auch von KEP-Diensten skeptisch gesehen.

Ein weiteres wichtiges Argument gegen proprietäre Systeme ist, dass in den Mehrfamilienhäusern urbaner Ballungsräume überwiegend Mieter wohnen. Die Hauseigentümer und Wohnungsbaugesellschaften werden aus ästhetischen und aus Platzgründen kaum mehrfach in unterschiedliche proprietäre Paketboxsysteme investieren bzw. deren individuelle Anbringung genehmigen.

Anbieteroffene Systeme aus Kundensicht ideal

Letztlich ist also das Kundenbedürfnis ein Treiber anbieteroffener Paketboxsysteme. Eine standardisierte Paketbox für alle KEP-Dienste, geeignet für Food- und Non-Food-Pakete wäre die ideale Lösung aus Kundensicht. Kunden könnten ihr Bestellverhalten schnell ändern. Sobald eine Paketbox installiert ist, werden Zustellalternativen wie Packstation oder Paketshop unattraktiv und Online-Händler danach ausgesucht, ob sie die eigene Paketbox beliefern können.

Feststellung: Proprietäre, zentralisierte Abholstationen wie die DHL-Packstation oder der Amazon-Locker verlagern die „allerletzte Meile“ auf den B2C-Kunden. Sie generieren zusätzliche, individuelle Abholverkehre und sind mit innovativen Dienstleistungsangeboten wie Same Day Delivery und Food Delivery nicht kompatibel. Die nachhaltige Empfangslösung der Zukunft sind dezentrale, direkt an der Zustelladresse installierte, schließsystembasierte Paketboxen.



Derartige, jedoch ebenfalls proprietäre Paketboxsysteme verfestigen die Marktmacht einzelner KEP-Dienste und sind mit dem urbanen Mehrfamilienhaus-Umfeld nicht kompatibel. Daher sind anbieteroffene, dezentrale Paketboxsysteme die Ultima Ratio der Zukunft.

| Sukzessive Markteinführung

Anbieteroffene Paketboxsysteme werden derzeit sukzessive in den Markt eingeführt. Die ParcelLock GmbH bietet seit September 2016 eine anbieteroffene Paketbox-Lösung in Kooperation mit den Herstellern Burg-Wächter und Renz und mit den KEP-Diensten DPD, GLS und Hermes an. Die Produkte des Herstellers Renz sind zudem für den DHL-Zugang voreingestellt. Die ParcelLock-Paketbox wird in vielen unterschiedlichen Größen für Ein- und Mehrfamilienhäuser angeboten, etwa von der Firma Burg-Wächter zu Endpreisen ab 399 €. ¹⁹¹ Ein weiterer Anbieter anbieteroffener Paketboxsysteme ist die Firma Sesam GmbH, die für 2017 in Kooperation mit der Herstellerfirma SSI Schäfer die Markteinführung der SESAMglobal-Paketbox in einer Universalgröße mit einem Zielpreis von ca. 200 € (food-ready) für Ein- und Mehrfamilienhäuser plant.

| Erwartungen sind zurückhaltend: mindestens 200 € private Investition nötig

Die private Investition von mindestens 200 bis 400 € in ein offenes Paketboxsystem durch den Kunden ist ein grundsätzliches Hemmnis für eine erfolgreiche Marktdurchdringung. Sie sollte aufgrund der Nachhaltigkeit des Konzeptes in geeigneter Art und Weise gefördert werden.

Die Erwartungen an den Markterfolg sind also eher zurückhaltend. In den nächsten fünf Jahren wird von der ParcelLock GmbH ein Anteil von 1 % der bundesdeutschen Haushalte erwartet (400 000 Systeme bei 40 Mio. Haushalten). Bis Jahresende 2016 sollte eine vierstellige Anzahl Fächer installiert sein. Die Sesam GmbH erwartet im gleichen Zeitraum einen Marktanteil von 3 %

(1 200 000 Systeme). Sie hat 2016 noch keine Installationen vorzuweisen. Beide Anbieter erwarten, dass mit den Paketboxsystemen die Erstzustellungsquote auch im B2C-Segment in Richtung 100 % tendiert, bei enormer Effizienzverbesserung der Zustellprozesse (erfolgreiche Erstzustellung in nur noch 10 bis 15 Sekunden).

| Kritische Erfolgsfaktoren im Vergleich

Neben den unterschiedlichen Größen und Einmalkosten anbieteroffener Paketboxsysteme für den B2C-Kunden sowie der Frage, ob die Hardware lebensmittelgeeignet ist oder nicht, sind für eine erfolgreiche Marktdurchdringung die Praktikabilität und Zugriffssicherheit der Box sowie die zugrunde gelegte Technologie und das Geschäftsmodell kritische Erfolgsfaktoren. Insofern lohnt an dieser Stelle ein Konzeptvergleich der beiden Systeme.

| ... Geschäftsmodell

Beide Anbieter verantworten lediglich die IT-Lösung und überlassen die Hardware komplett in der Verantwortung der Herstellerfirmen. Das ParcelLock-Geschäftsmodell generiert Umsätze über Transaktionsgebühren der teilnehmenden KEP-Dienste und über Lizenzgebühren pro Box von den Herstellerfirmen. Für die Kunden fallen außer der Anschaffung keine weiteren Gebühren an. Das Sesam-Geschäftsmodell generiert ebenfalls Umsätze über Transaktionsgebühren der teilnehmenden KEP-Dienste und sieht eine Jahresgebühr des Kunden in Höhe von 10 € vor. Insofern relativieren sich die geringeren Anschaffungskosten.

Beide Systeme erfordern als formale Voraussetzung die Erteilung einer Abstellgenehmigung des Kunden an die teilnehmenden KEP-Dienste. Wirklich anbieteroffen sind diese Systeme aus Kundensicht also nur, wenn möglichst viele KEP-Dienste vertragliche Vereinbarungen mit den Paketbox-Anbietern treffen, wie es sich derzeit nur bei ParcelLock darstellt.

Weiterhin erfordert die ParcelLock-Lösung keine IT-Integration des Online-Han-

dels im Versandprozess. Sesam erfordert eine Anmeldung der Sendungsnummer und des beauftragten KEP-Dienstes vom Händler mit einer einfachen E-Mail-Schnittstelle. Dieser Umstand könnte die Marktdurchdringung des Sesam-Konzeptes zusätzlich behindern, da der Kunde nicht sicher sein kann, ob alle Online-Händler das Verfahren unterstützen werden. Sesam hat die Anbindung für die größten E-Commerce-Systeme zwar schon getestet, die marktseitige Akzeptanz muss sich aber erst noch erweisen.

| ... Zugriffssicherheit

Hinsichtlich der Zugriffsmöglichkeit auf die Box sind beide Systeme sicherer als die RFID-Technologie des DHL-Paketkastens. Die ParcelLock-Box ist offline, ein QR-Code identifiziert den Kasten eindeutig. Dieser wird wie die Sendungsnummer über das MDE gescannt. Über eine Online-Verbindung des MDE zum IT-System der KEP-Dienste wird der zeitlich befristet gültige sechsstellige Öffnungscode zum Eintippen in das Schloss generiert. Das Eintippen ist erforderlich, weil die MDE noch keine Bluetooth-LE-Schnittstelle haben. Für teilnehmende Kurierdienste gibt es eine Smartphone-App. Auch DHL-Sendungen können im ParcelLock-System zugestellt werden, wenn der Kunde einen festen, zeitlich unbegrenzten sechsstelligen Code mit der Abstellgenehmigung an DHL übermittelt. Diesbezügliche Tests mit DHL waren erfolgreich.

| ... Technologie

Der Installationsaufwand der ParcelLock-Boxen ist gering, je nach Hersteller ist nicht einmal ein 220-V-Anschluss erforderlich. Sesam-Paketboxen sind grundsätzlich online. Geöffnet werden sie mit der Sendungsnummer, wie beim Zugang zur DHL-Packstation, die online von SESAM an die Paketbox übermittelt wird. Für Konnektivität wird beim Sesam-Konzept der NB-IoT-Standard (Narrow Band Internet of Things) der Deutschen Telekom verwendet. Die Schmalband-Technik ermöglicht eine großflächige Abdeckung bei geringem Stromverbrauch sowie ge-

ringen Hardware-Kosten. Sesam sieht als Vorteil, dass das MDE der KEP-Dienste bei der Zustellung nicht online sein muss (keine Konnektivitätsprobleme bei schwachem Mobilfunkempfang) und dass die Konnektivität der Paketbox weitere Funktionalitäten unterstützt, wie die Standards FSK und USK zur Alterskontrolle. Die NB-IoT-Modems werden mit Batterien betrieben.

Trotz Zugriffs mehrerer KEP-Dienste wird das Risiko von Verlust oder Beschädigung von Sendungen in offenen Systemen als nicht relevant eingeschätzt. Der jeweilige Zusteller ist identifizierbar. Rein rechtlich geht die Haftung aber durch das Erteilen der Abstellgenehmigung auf den Kunden, also den Empfänger, über. ParcelLock plant, hierfür mit den beteiligten KEP-Diensten einen „Auffangtopf“ zu gründen, der bei berechtigten Ansprüchen nach vorheriger Prüfung den Schaden ersetzt. Die Quote wird als extrem gering erwartet, der Pilotversuch verlief absolut problemlos. Das Risiko für den Kunden ist bei offenen Paketboxsystemen sehr viel geringer als bei einer einfachen Abstellgenehmigung in den Carport o. ä. Die Sicherheit der Systeme wird durch die Paketkastenhersteller immer weiter verbessert. Eine zusätzliche Überwachung durch Kameras oder Gewichtssensorik ist denkbar, verteuert aber die Systeme.

| ... Praktikabilität

In Mehrfamilienhäusern ist letztlich die Frage der Zugangsmöglichkeiten für den Paketzusteller interessant, wenn die Paketbox-Anlage nicht vor dem Haus installiert ist. Das Sesam-Konzept ermöglicht die Türöffnung mit der Sendungsnummer über die Steuereinheit ohne zusätzliche Kosten. ParcelLock überlässt die Problematik den Herstellerfirmen, die mit Anbietern wie CIDO oder KIWI kooperieren können. Allerdings verlangen diese Transaktionsgebühren für die Zugänge. Ob diese zusätzlichen Kosten etwa für Vermieter umlagefähig sind, ist rechtlich unklar.

| EU-Standard aus Kundensicht nötig

Grundsätzlich stellt sich die Frage nach einer Standardisierung von anbieteroffenen Paketboxsystemen. Ob sich ein Industriestandard durch einen Anbieter wie das ParcelLock-System sukzessive von selbst durchsetzen wird, bleibt abzuwarten. Ein EU-Standard für anbieteroffene Paketboxsysteme wäre im Interesse der B2C-Kunden sinnvoll und nötig. Entsprechende Aktivitäten gibt es in den nationalen und europäischen Normungsausschüssen bereits. Das Grundproblem liegt in der Frage, ob Paketboxen onlinefähig sein sollen oder nicht. Onlinefähige Paketboxen können mit Sendungsnummern als Zugangscodes arbeiten, bei Offline-Paketboxen müssen sich die Zusteller autorisieren.

Zusammenfassung: Anbieteroffene, direkt an der Zustelladresse installierte, schließsystembasierte Paketboxen sind eine nachhaltige Zustellalternative am KEP-Markt zur Vermeidung unnötiger Verkehre und können die Erstzustellungsquoten im B2C in Richtung 100 % bewegen. Diese Systeme können auch innovativen KEP-Dienstleistungen wie Same Day Delivery oder Food Delivery zum Durchbruch verhelfen. Der Markterfolg der Systeme hängt neben den Anschaffungskosten von der Akzeptanz der teilnehmenden KEP-Dienste ab. Die Systemintegration in den Online-Handel darf keinesfalls eine technische Erfolgsvoraussetzung sein. Die private Investition sollte zur Markteinführung in geeigneter Art und Weise gefördert werden. Anbieteroffene Paketboxsysteme sind sicher. Eine künftige Standardisierung derartiger Systeme wäre im Interesse der B2C-Kunden.

¹⁹¹ Vgl. [ParcelLock GmbH, 2016]



4.3.3 Zustellung in den Pkw-Kofferraum und an den Arbeitsplatz

Neben dem Trend zur schließsystembasierten Paketbox an der B2C-Zustelladresse gibt es Unternehmen, die die B2C-Paketzustellung in den privaten Pkw-Kofferraum oder an den Arbeitsplatz als künftiges Geschäftsmodell sehen.

Kofferraum wird keine nennenswerte Rolle spielen

DHL und Smart haben einen diesbezüglichen Pilotversuch in Stuttgart gestartet¹⁹² und planen eine Ausweitung auf Köln, Bonn und Berlin. Die dazu notwendige Fahrzeugtechnik wird von Smart als „smart ready to drop“ vermarktet¹⁹³ und erfordert die Nachrüstung einer sog. „Connectivity Box“, die im „Car2Go“-Carsharing-Projekt des Fahrzeugherstellers bereits seit einiger Zeit im Einsatz ist. Mit dieser Nachrüstung kann der Zusteller über eine Smartphone-App über ein TAN-Verfahren den Gepäckraum einmalig öffnen. Der Smart muss in einem Umkreis von 300 bis 500 m um die Zustelladresse geparkt sein. Der Zusteller ortet das Fahrzeug über die App.

Solche Lösungen für die nächtliche Zustellung in Fahrzeuge gibt es seit Jahren im B2B-Express-Bereich (Beispiel Night-Star-Express),¹⁹⁴ wenn auch ohne digitalen Zugang zum Fahrzeug. Im B2C-Bereich ist eine generelle Akzeptanz durch die Verbraucher schwer vorstellbar. Denn ein offener Gepäckraum etwa bei den beliebten SUV ermöglicht einen freien Zugang zum Innenraum und somit zur Privatsphäre. Ein weiterer Aspekt ist die ungeklärte Frage des Datenschutzes bei den erforderlichen Ortungen. Die aktuelle Bitkom-Umfrage spricht mit einer Akzeptanz von nur 17 % für diese Zustellform eine deutliche Sprache.¹⁹⁵ Es ist aus Sicherheits- und Prestige Gründen auch nicht zu erwarten, dass die Fahrzeughersteller ein offenes System in ihre Fahrzeugarchitekturen implementieren werden, so dass jeder Fahrzeughersteller sein proprietäres System mit allen KEP-Diensten integrieren müsste. Umgekehrt müssten die KEP-Dienste diese neue Form der alternativen Paketzustellung für jeden Fahrzeughersteller in

ihre IT-Systeme und MDE-Geräte integrieren, was ebenfalls schwer vorstellbar erscheint.

Eine sehr kleine Marktnische könnte es vielleicht noch geben, die durch folgende praktische Aspekte noch unwahrscheinlicher wird: Die GPS-Ortung von Pkw in Parkhäusern und Tiefgaragen. Sie ist technisch möglich, das KEP-Zustellfahrzeug kann dort aber nicht einfahren. Gründe sind fehlende Zufahrtsberechtigungen oder begrenzte Zufahrtshöhen. Eine Zufahrt zu beschränkten Parkplätzen stellt das gleiche Problem dar. Daraus resultieren letztlich lange Fußwege für den Zusteller und somit große Effizienzverluste.

Feststellung: Die Zustellung in den Pkw-Kofferraum wird in urbanen Ballungsräumen künftig keine nennenswerte Rolle spielen. Die Marktdurchdringung wird verhindert durch die mangelnde Akzeptanz der Verbraucher, proprietäre Systemarchitekturen der Fahrzeughersteller mit hohen Integrationsaufwänden in die IT-Systeme der KEP-Dienste und Effizienzverluste in der Zustellung.

¹⁹² Vgl. (DHL (d), 2016)

¹⁹⁵ Vgl. (Bitkom e. V., 2016)

¹⁹³ Vgl. (Smart, 2016)

¹⁹⁶ Vgl. (PAKAD00, 2016)

¹⁹⁴ Vgl. (Night-Star-Express, 2016)

Arbeitsplatz: wichtige Rolle in der Zukunft

Die Zustellung an den Arbeitsplatz erscheint im B2C-Segment als sinnvolle Lösung zur Verbesserung der Erstzustellquoten. Sie kann aus Sicht der Arbeitgeber ein Instrument zur Mitarbeiterbindung und Erhöhung der Attraktivität des Arbeitsplatzes darstellen. Gegenargumente sind die oft restriktiv gehandhabten Zutrittsmöglichkeiten für Betriebsfremde, Störungen im betrieblichen Ablauf, Sicherheitsaspekte und fehlende Ablagemöglichkeiten im Arbeitsumfeld des Empfängers.

Beispielsweise bietet die Firma PAKADOO mit dem „PAKADOO-Point“, eine Softwarelösung zur Abwicklung privater Paketzustellungen. Die Nutzung ist für Arbeitgeber und Arbeitnehmer kostenlos, wird über den teilnehmenden Online-Handel finanziert bzw. in den Bestellprozess eingebunden. Dennoch fallen Prozesskosten an, die für einen großen Arbeitgeber mit 5 000 Mitarbeitern 120 Paketzustellungen pro Tag bedeuten sowie eine notwendige Lagerfläche von zwölf Quadratmetern und einen internen monatlichen Personalmehraufwand von 60 Stunden.¹⁹⁶

Abhängig von den relevanten Infrastrukturkosten und Personalkosten können für Arbeitgeber nennenswerte permanente Kosten entstehen, bis hin zur Frage, wie viele Online-Händler neben Amazon und Zalando das Verfahren unterstützen werden. Bereits bei den offenen Paketboxsystemen hat sich eine notwendige Integration in die Bestellprozesse des Online-Handels als kritischer Erfolgsfaktor herausgestellt.

Für Arbeitgeber stellt sich die Frage, ob mit anbieteroffenen, schließsystembasierten Paketbox-Anlagen die Zustellung an den Arbeitsplatz nicht wirtschaftlicher gewährleistet werden kann – abhängig von der individuellen Unternehmenssituation und unabhängig von der Akzeptanz des Online-Handels. Eine solche Installation wäre beispielsweise auf dem Firmenparkplatz möglich, erfordert keinen Zutritt von Zustellern auf das Firmengelände und hat außer den einmaligen Investitionskosten keine laufenden Infrastruktur- und Personalkosten.

Feststellung: Die Zustellung an den Arbeitsplatz wird in urbanen Ballungsräumen künftig eine wichtige Rolle spielen. Lösungen, die den Zutritt von KEP-Diensten in Firmengebäude erfordern, beeinflussen den betrieblichen Ablauf und generieren Prozesskosten. Eine Alternative hierzu kann die Errichtung von anbieteroffenen, schließsystembasierten Paketbox-Anlagen darstellen, beispielsweise auf Firmenparkplätzen.





4.4 Zwischenfazit: Neue Konzepte bieten teilweise große Potenziale

Das Mikro-Depot-Konzept hat unter bestimmten Voraussetzungen in der klassischen Adresszustellung große Potenziale, konventionelle Zustellfahrzeuge in urbanen Ballungsgebieten nachhaltig durch Lastenfahrräder zu ersetzen. Mobile Mikro-Depot-Lösungen sollten für die Nutzung öffentlicher Verkehrsflächen Rechtssicherheit bekommen, analog zum geplanten Car-Sharing-Gesetz. Insbesondere die stationäre Mikro-Depot-Variante bietet ideale Voraussetzungen zu einer untätigen kooperativen Ressourcennutzung durch mehrere KEP-Dienste, aber auch zu einer abendlichen Mehrfachnutzung zur Sendungskonsolidierung von Same Day-Lieferungen im Rahmen von SaaS-Geschäftsmodellen. Wenn dann die konsolidierten Same Day-Lieferungen noch von den Lastenfahrrad-Zustellern ausgeliefert werden können, ist eine Nachhaltige Stadtlogistik durch KEP-Dienste bestmöglich realisiert. Eine KEP-Branchenlösung für Lastenfahrräder sollte kooperativ entwickelt werden. In diesem Zusammenhang wäre die Anhebung der Höchstgeschwindigkeit auf die in den USA zulässigen 32 km/h und eine damit verbundene Aufhebung der Leistungsbeschränkung für Lastenfahrräder ein enormer wirtschaftlicher Vorteil und ein Sicherheitsgewinn im urbanen Verkehr.

SaaS-Geschäftsmodelle ergänzen im Same Day Delivery-Segment die Dienstleistungsangebote der KEP-Branche. Das derzeit noch kleine Marktsegment wird sich vor allem bei zunehmender Akzeptanz von Food Delivery entwickeln. Eine kooperative Nutzung von Netzwerkressourcen der KEP-Branche auf der Letzten Meile kann die Logistikkosten senken und das Angebot für B2C-Kunden attraktiver gestalten. Keinen Mehrwert für sämtliche Stakeholder und somit keine Marktchancen bieten Crowd Delivery-Konzepte der Sharing Economy mit einer Integration in der Letzten Meile der KEP-Netzwerke vom KEP-Depot zum Empfänger. Sie sind zudem mit dem Risiko des Sozialdumpings verbunden.

Im Bereich der autonomen Technologien hat die Paketzustellung mit Drohnen im urbanen Raum künftig nur geringe Marktanteile. Ein minimaler Anteil am Logistikmix der Zukunft wird im schwer zugänglichen ländlichen Raum und bei sehr privilegierten Sendungen im urbanen Raum gesehen. Autonom fahrende Zustellroboter hingegen können in urbanen Ballungsräumen eine umweltfreundliche Marktnische erfolgreich besetzen, vor allem im Bereich der Zeitfensterzustellung. Bei entsprechender Zahlungsbereitschaft der Kunden sind innovative Dienstleistungsangebote wie Same Day und Food Delivery außerhalb der normalen Dienstleistungszeiten möglich. Eine besonders große Bedeutung wird autonom fahrenden Zustellfahrzeugen auf Letzten Meile beigemessen. Eine hohe Akzeptanz ist zu erwarten, weil der Zusteller von Routinetätigkeiten entlastet wird und sich ausschließlich der Kundenbetreuung widmen kann; eine verkehrliche Entlastung ist durch autonome Routenoptimierung der Zustelltour zu erwarten.

Ein großes Nachhaltigkeitspotenzial hat die Verbesserung der Erstzustellquoten im B2C-Segment in Richtung 100 %. Bei der Adresszustellung sind Zeitfenster- und Abendzustellungen – wenn damit keine zusätzlichen Touren generiert werden – sowie die dynamische Beeinflussung der Adresszustellung durch den Empfänger mit Live-Tracking sehr relevant. Ergänzend sind schließsystembasierte Paketboxen eine nachhaltige Lösung, wenn sie anbieteroffen gestaltet sind. Die Einführung anbieteroffener Paketboxsysteme sollte politisch unterstützt werden: durch EU-weite Standardisierung und durch geeignete Fördermaßnahmen. Anbieteroffene Paketboxsysteme können zudem die Marktdurchdringung von innovativen Same Day und Food Delivery wirksam unterstützen. Die Zustellung in den Pkw-Kofferraum wird zur Verbesserung der Erstzustellquoten im B2C-Segment keinen messbaren Beitrag leisten. Die B2C-Paketzustellung an den Arbeitsplatz ist hingegen eine nachhaltige Zustellalternative. Sie hat die

größten Potenziale in Kombination mit anbieteroffenen Paketboxanlagen, etwa auf Firmenparkplätzen.

Zusammenfassung: Die größten Nachhaltigkeitspotenziale im Bereich innovativer Zustellkonzepte hat das Mikro-Depot-Konzept mit Lastenfahrrädern, mit der Möglichkeit kooperativer Ressourcennutzung durch disruptive SaaS-Geschäftsmodelle beim stationären Mikro-Depot-Konzept im Segment der Same Day Delivery. Bei den disruptiven Technologien werden autonom fahrende Zustellfahrzeuge im Logistikmix der Zukunft eine wichtige Rolle spielen, ergänzt durch autonome Zustellroboter. Die Erhöhung der Erstzustellquote im B2C-Segment hat ebenfalls große Nachhaltigkeitspotenziale und kann bestmöglich durch dynamische Beeinflussung der Adresszustellung durch den Empfänger mit Live-Tracking und durch anbieteroffene, schließsystembasierte Paketboxen umgesetzt werden – auch im Bereich der Arbeitsplatzzustellung. Die Markteinführung anbieteroffener Paketboxen sollte politisch unterstützt werden, durch EU-weite Standardisierung und durch geeignete Fördermaßnahmen.

5

Innovative Zustellkonzepte: Akzeptanz und Handlungsempfehlungen



5.1 Akzeptiert beim Endkunden?

Eine repräsentative Umfrage des Bitkom e. V. hat ergeben, dass 10 % der Befragten eine Same Day Delivery schon genutzt haben und 52 % der Befragten sich das vorstellen könnten.¹⁹⁷ Weiterhin würden 9 % der Befragten eine Zustellung per Roboter oder Drohne auf jeden Fall nutzen. 23 bis 24 % der Befragten können sich das vorstellen.¹⁹⁸

Diese Umfrageergebnisse sind im Kontext der zuvor gestellten Frage nach dem Online-Kauf von Lebensmitteln zu sehen, den 28 % der Befragten bei sehr großer Zufriedenheit mit dem Lieferservice bereits getätigt haben. Weitere 28 % könnten sich dies in Zukunft vorstellen.¹⁹⁹

83 Befragte liefern interessantes und detailliertes Stimmungsbild

Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen der Experteninterviews, die in autonomen Zustellrobotern künftig eine Marktnische im Same Day-Segment der

Food Delivery sehen. Jedoch steht das Ergebnis im Widerspruch zur Bewertung des Drohneneinsatzes, dem nur im ländlichen Raum oder bei privilegierten Sendungen eine geringe Relevanz beigemessen wird (vgl. Kapitel 4.2.1). Im Rahmen einer eigenen Umfrage unter B2C-Empfängern wurde die sozioökonomische Akzeptanz aller in Kapitel 4 vorgestellten innovativen Zustellkonzepte hinterfragt. Auch wenn die Umfrageergebnisse als nicht repräsentativ einzustufen sind, ergibt sich ein interessantes Stimmungsbild. Es haben insgesamt 83 Personen an der Umfrage teilgenommen.

Zahlungsbereit für Zeitfensterzustellung und Same Day Delivery

Für die Zeitfensterzustellung und für Same Day Delivery gibt es unter den Befragten eine gewisse Zahlungsbereitschaft für einen Mehrpreis. Offenbar wird der Zusatznutzen und Zusatzaufwand dieser logistischen Mehrwertdienstleistung erkannt (vgl. Tabelle 16). Dies unterstreicht die absolute Zustimmung zur Aussage, dass Zeitfensterzustellungen die sichere Sendungszustellung bei eigener Anwesenheit zu Hause ermöglichen. Damit ist auch die sozioökonomische Akzeptanz der Same Day Food Delivery oder der Medikamentenlieferung sehr hoch, wobei die Festlegung des Zustellzeitfensters unmittelbar beim Online-Bestellvorgang erfolgen muss. Allerdings wird die unbedingte Erfüllung der Lieferzusage für den Sendungsmehrpreis auch erwartet. Zudem wird eine künftige Erhöhung des Verkehrsaufkommens durch diesen innovativen Lieferservice befürchtet.

(1) „Zeitfensterzustellungen empfinde ich als sinnvoll, da ich ein Zeitfenster wählen kann, in dem ich sicher zu Hause bin.“



(2) „Ich wäre bereit, für diesen zusätzlichen Service mehr Geld zu bezahlen.“



(3) „Ich möchte das Zeitfenster bereits beim Online-Bestellvorgang festlegen können.“



(4) „Lebensmittel / Medikamente würde ich auch online bestellen, wenn diese noch am selben Tag bei mir eintreffen.“



(5) „Wird mein angegebenes Zeitfenster nicht eingehalten, wäre ich sehr verärgert und würde mein Geld zurückverlangen.“



(6) „Ich denke, dass die oben genannten Zustellmöglichkeiten zu einem höheren Verkehrsaufkommen führen (eine einfache Tourenplanung ist für den Paketdienst nicht mehr möglich).“



Tabelle 16: Sozioökonomische Akzeptanz von Same Day Delivery und Zeitfensterzustellungen; tendenziell, Signifikanzniveau > 5 %²⁰⁰

¹⁹⁷ Vgl. (Rohleder, 2016), S. 12

¹⁹⁸ Vgl. ebenda, S. 13

¹⁹⁹ Vgl. ebenda, S. 6–11

²⁰⁰ Eigene Erhebungen



Drohnen oder Roboter: Mehrheit gegen Aufpreis

Die Zahlungsbereitschaft für einen Mehrpreis beim Einsatz von Drohnen und Robotern (vgl. Tabelle 17) in der Paketzustellung ist überwiegend nicht gegeben. Die stützt die Expertenmeinung, dass die autonomen Zustelltechnologien nur in Kombination mit der eingeschränkten Zahlungsbereitschaft für einen Mehrpreis im Same Day-Segment als Marktnische besetzbar sind.

Interessant ist die klare Bevorzugung der persönlichen Paketübergabe durch einen Paketboten, insbesondere im urbanen Raum. Als problematisch werden die Witterungsabhängigkeit und die mögliche Lärmbelästigung des Drohnein-

satzes gesehen. Hingegen sind die Befürchtungen vor einem Absturz oder einer potenziellen Überwachung nicht allzu groß. Die Bereitschaft der Einrichtung von Drohnenlandeplätzen auf Hausdächern ist auch im urbanen Raum überwiegend nicht gegeben.

Insgesamt ist die sozioökonomische Akzeptanz eines Drohneinsatzes der detaillierter befragten Konsumenten als eher gering einzustufen. Autonome Zustellroboter werden im Bereich einer selbstbestimmten Zeitfensterzustellung positiv bewertet. Die psychologische Hemmschwelle des möglichen Roboterein-

satzes erscheint nicht allzu hoch. Allerdings wird der mögliche Diebstahl von Sendungen als Problem gesehen und der Service des Paketzustellers klar bevorzugt, der Sendungen im urbanen Raum bis zur Wohnungstür trägt. Der vermehrte Betrieb von Zustellrobotern auf Gehsteigen wird von den Befragten durchgängig skeptisch betrachtet. In der Gesamtwürdigung der Tendenzen bestätigt sich die Experteneinschätzung einer potenziellen Marktnische für autonome Zustellroboter für spezielle Lieferservices.

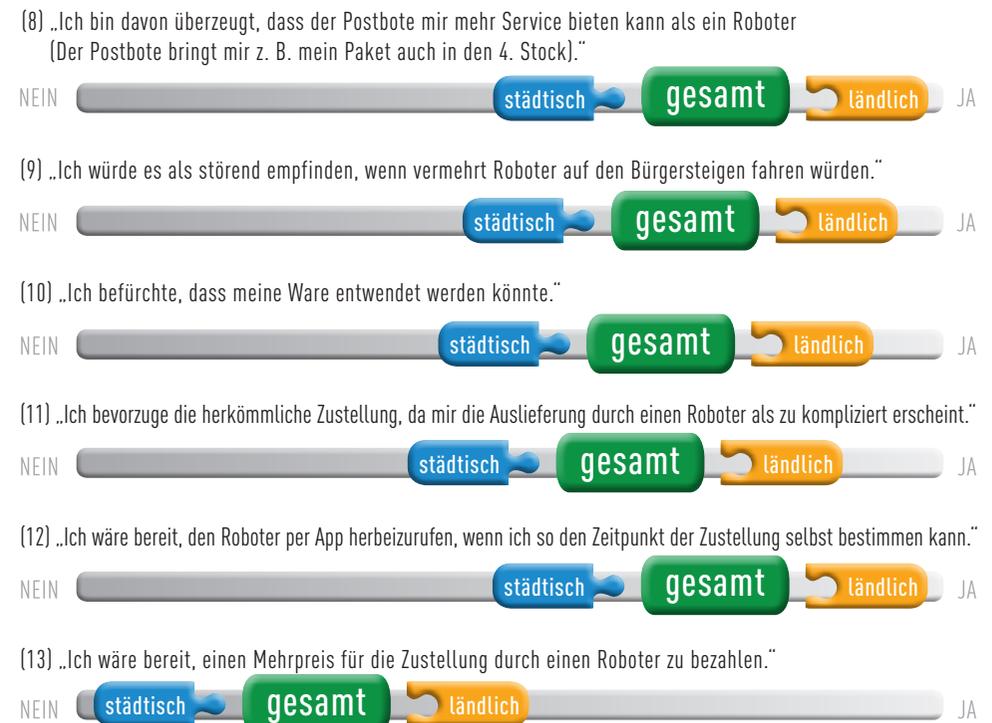


Tabelle 17: Sozioökonomische Akzeptanz von Drohnen und Robotern; tendenziell, Signifikanzniveau > 5 % ²⁰¹

²⁰¹ Eigene Erhebungen

Hohe Akzeptanz für Mikro-Depots

Das Mikro-Depot-Konzept der Paketzustellung mit Lastenfahrrädern erfreut sich mit einer Ausnahme einer hohen sozioökonomischen Akzeptanz (vgl. Tabelle 18). Der Einsatz von Lastenfahrrädern ist aus ökologischer Sicht absolut positiv besetzt, eine Witterungsabhängigkeit dieser innovativen Zustellform wird im urbanen Raum überhaupt nicht befürchtet. Die Verfügbarkeit geeigneter Logis-

tikflächen oder Immobilien im eigenen Wohnumfeld wird positiv vermutet. Eine mögliche Belästigung durch Lastenfahrräder auf Gehsteigen oder Fahrradwegen wird eher nicht befürchtet. Die Ausnahme in der Akzeptanz ist ein typisches „Not in my backyard“-Phänomen. Insbesondere im urbanen Raum werden Lärmbelästigungen durch die morgendliche Lkw-Belieferung der Mikro-Depot-Standorte

als störend empfunden. Dem könnte mit dem künftigen Einsatz von BEV oder Hybrid-Lkw der Klasse bis 12 t zGG für die Andienung von Mikro-Depots zumindest entgegengewirkt werden.

(1) „Eine Zustellung mit Fahrrädern finde ich eine gute Alternative, da so die Umwelt geschont wird.“



(2) „Wenn ich an meine Stadt / Dorf denke, würde es sicherlich eine geeignete / ein geeignetes Gebäude geben, wo ein solches Mikro-Depot errichtet werden könnte.“



(3) „Bei schlechter Witterung (Schnee, Sturm ...) könnte es zu Problemen bei einer Zustellung mit Fahrrädern kommen.“



(4) „Ein Mikro-Depot neben meinem Haus würde ich als störend empfinden (Die Lkw der Paketdienstleister fahren morgens zwischen 7 Uhr und 8 Uhr die Depots an und füllen diese).“



(5) „Mich würde es stören, wenn die Lastenfahrräder die normalen Rad- und Gehwege benutzen (Lastenfahrräder sind breiter als normale Fahrräder).“



Tabelle 18: Sozioökonomische Akzeptanz des Mikro-Depot-Konzeptes; tendenziell, Signifikanzniveau > 5 % ²⁰²

SaaS: Zahlungsbereitschaft besonders im ländlichen Raum gegeben

Die These von der Attraktivität von SaaS-Geschäftsmodellen im Same Day-Bereich als innovativer Lieferservice des stationären Einzelhandels wurde absolut bestätigt, insbesondere hinsichtlich der Integration in das Mikro-Depot-Konzept für moderate Servicepreise bis 10 € pro Lieferung (vgl. Tabelle 19). Die

Zahlungsbereitschaft dafür ist zu einem gewissen Grad gegeben. Insbesondere für Konsumenten im ländlichen Raum wäre es teilweise frustrierend, nicht auf solche Services zurückgreifen zu können.

²⁰² Eigene Erhebungen
²⁰³ Eigene Erhebungen
²⁰⁴ Eigene Erhebungen

(1) „Mich verärgert es, dass nur Leute, die in einem Ballungsgebiet wohnen, diesen Service in Anspruch nehmen können.“



(2) „Ich finde ein solches Konzept eine gute Alternative zum Online-Shopping, da ich zum einen das Produkt vor Ort anschauen kann und zum anderen trotzdem nicht selbst den Transport nach dem Kauf übernehmen muss.“



(3) „Ich wäre bereit, eine Gebühr (z. B. 10 € für das oben erwähnte Beispiel) für diesen Service zu bezahlen.“



Tabelle 19: Sozioökonomische Akzeptanz von SaaS-Modellen des stationären Einzelhandels; tendenziell, Signifikanzniveau > 5 %²⁰³

Alternativen zur statischen Adresszustellung: hohe Akzeptanz

Hinsichtlich der möglichen Alternativen zur statischen Adresszustellung haben kostenlose Umverfügungen eine hohe soziale Akzeptanz. Eine persönliche Registrierung bei den KEP-Diensten ist keinerlei Hemmnis (vgl. Tabelle 20). Eine erfolgreiche Erstzustellung im B2C-Segment wird als kritischer Erfolgsfaktor

gesehen, für die auch private Abstellgenehmigungen trotz des Risikoübergangs auf den Empfänger und die möglichen Einblicke in die Privatsphäre durch den Paketzusteller in Kauf genommen werden.

(1) „Ich würde mir die Mühe machen und mich online registrieren, wenn dadurch der Zustellversuch auf jeden Fall glückt.“



(2) „Gelingt die Erstzustellung nicht, ist es mir egal, ob das Paket in die Filiale gebracht wird oder der Logistikdienstleister ein zweites oder auch drittes Mal kommt.“



(3) „Ich würde dem Paketdienst keine Abstellgenehmigung geben, da er dadurch Einblicke in meine „Privatsphäre“ (z. B. Garten, Garage) bekommt und ich das Diebstahlrisiko trage.“



Tabelle 20: Sozioökonomische Akzeptanz der dynamischen Adresszustellung; tendenziell, Signifikanzniveau > 5 %²⁰⁴

Zustellung am Arbeitsplatz: ebenfalls sehr akzeptiert

Paketzustellungen an den Arbeitsplatz genießen ebenfalls eine hohe soziale Akzeptanz (vgl. Tabelle 21). Die Zeitersparnis und die damit verbundene Erhöhung der persönlichen Lebensqualität werden absolut positiv bewertet. Differenzierter sind die Aussagen zur erhöhten Attraktivität des Arbeitgebers, der

solche B2C-Zustellungen ermöglicht. Im urbanen Raum wird dies absolut positiv gesehen, während im ländlichen Raum gewisse Vorbehalte hinsichtlich des möglichen Einblicks des Arbeitsumfeldes in die Privatsphäre vorherrschen. Relativ eindeutig ist die Einschätzung der B2C-Empfänger über die eingeschränkte

Zahlungsbereitschaft des Arbeitgebers für einen solchen Lieferservice, was die These der Präferenz anbieteroffener Paketboxsysteme als wirtschaftliche Lösung der Zustellung an den Arbeitsplatz stützt.

(1) „Wenn ich an meinen Arbeitgeber denke, kann ich mir gut vorstellen, dass das Unternehmen dafür Geld bezahlt und dieses System einführt.“



(2) „Für mich wäre diese Alternative praktisch, da ich so Wege und Zeit spare (Abholung des Pakets nach der Arbeit im Paketshop nicht mehr notwendig).“



(3) „Würde mein Arbeitgeber ein solches System einführen, würde sein Ansehen bei mir steigen.“



(4) „Ich finde meine Bestellungen sind Privatsache und haben an meinem Arbeitsplatz nichts verloren.“



Tabelle 21: Sozioökonomische Akzeptanz der Zustellung an den Arbeitsplatz; tendenziell, Signifikanzniveau > 5 % ²⁰⁵



Anbieteroffene Paketboxsysteme werden als sinnvoll angesehen

Paketboxsysteme als innovative Zustellsysteme werden von den Befragten als absolut sinnvoll angesehen. Dies korreliert mit den Aussagen zur hohen Bedeutung einer erfolgreichen Erstzustellung (vgl. Tabelle 22). Im Gegensatz dazu ist die Zahlungsbereitschaft für die derzeitigen Marktpreise solcher Paketboxsysteme eher nicht gegeben. Jedoch ist eine gewisse Zahlungsbereitschaft durchaus vorhanden. Die Anschaffung wird aus Kostengründen nicht vollständig abgelehnt.

Sehr eindeutig ist hingegen das Urteil der B2C-Empfänger hinsichtlich der anbieteroffenen Paketboxsysteme. Die Installation proprietärer Paketboxen für jeden einzelnen KEP-Dienst wird absolut verneint. Die Bereitschaft, anbieteroffene Paketboxen zu installieren, ist teilweise gegeben. Ästhetische Gründe sprechen eher nicht gegen die Anbringung von Paketboxen im eigenen Wohnumfeld. In der Gesamtwürdigung wird die These gestützt, dass die Marktdurchdringung anbie-

teroffener Paketboxsysteme politisch unterstützt werden sollte – etwa durch Standardisierung oder durch geeignete Fördermaßnahmen.

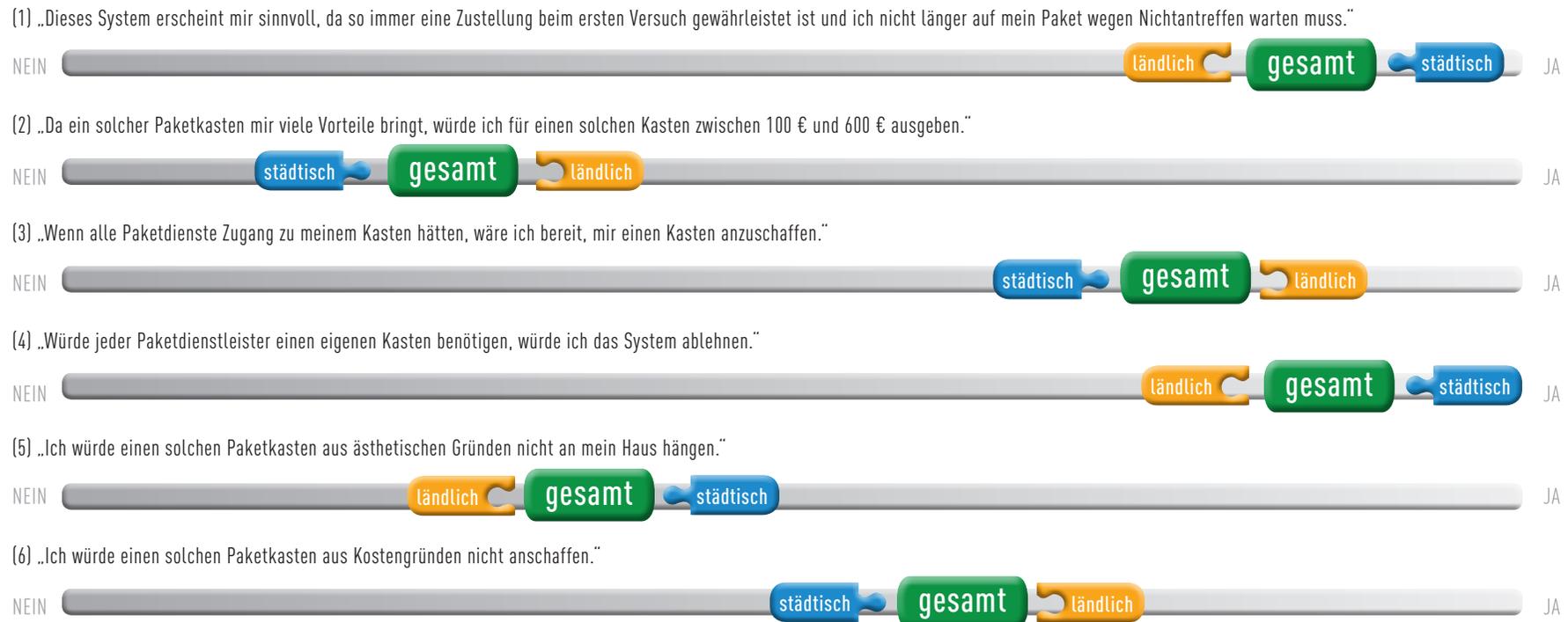


Tabelle 22: Sozioökonomische Akzeptanz der Paketboxsysteme; tendenziell, Signifikanzniveau > 5 % ²⁰⁶

²⁰⁵ Eigene Erhebungen

²⁰⁶ Eigene Erhebungen

Crowd Delivery: keine zusätzliche Zahlungsbereitschaft

Abschließend wurde die sozioökonomische Akzeptanz der Crowd Delivery als Form der Sharing Economy hinterfragt (vgl. Tabelle 23). Die These des fehlenden Mehrwerts für KEP-Dienste, Empfänger und potenzielle Crowd-Zusteller in Deutschland aufgrund der etablierten Adresszustellung im B2C-Segment wurde insgesamt bestätigt. Sehr kritisch bewertet wurden auch das mögliche Unterlaufen von sozialen Standards und die fließende Grenze zum Geschäftsmodell des selbstständigen KEP-Unternehmers auf der Letzten Meile.

Eine mögliche schnellere Paketzustellung wird zwar insbesondere im urbanen Raum gesehen. Aber eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft an Crowd-Zusteller ist durchgängig nicht vorhanden. Auch eine mögliche Kostenersparnis seitens der KEP-Dienste wird eher nicht gesehen. Folgerichtig sind die Befragten überwiegend nicht bereit, selbst als Crowd-Zusteller zu agieren.

Einig sind die B2C-Empfänger darüber, dass das Haftungsrisiko bei Beschädigung der Sendung unklar ist oder sogar ein Verlust der Sendung möglich ist. Interessanterweise ist diese Tendenz sehr eindeutig im ländlichen Raum ausgeprägt. Zudem wird teilweise der mögliche Einblick der Crowd-Zusteller in die Privatsphäre kritisch gesehen. Vor allem im urbanen Raum wird befürchtet, dass soziale Standards durch die KEP-Dienste mit der Crowd-Zustellung unterlaufen werden könnten.

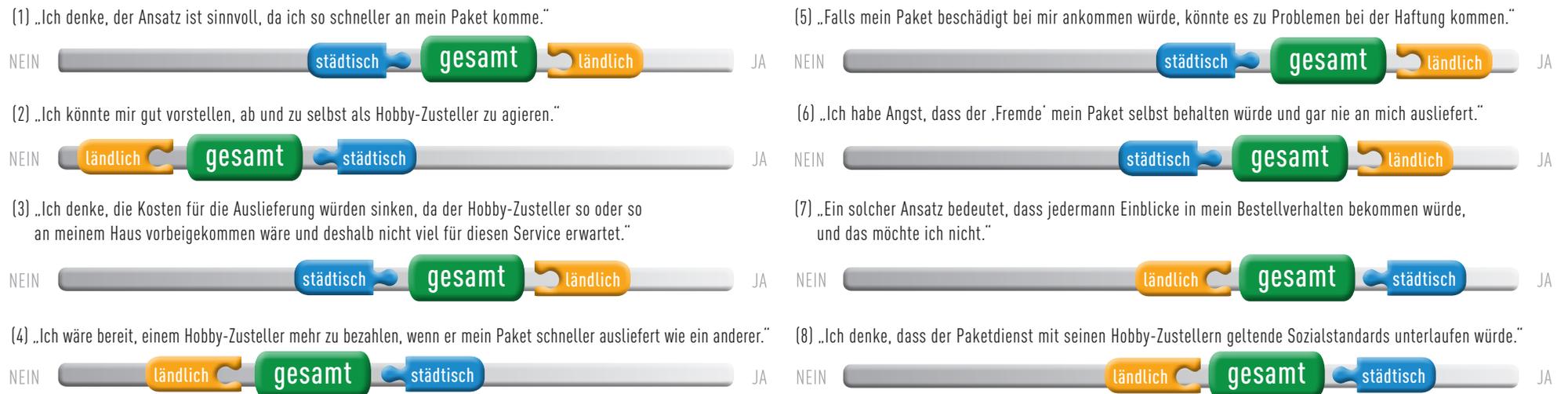


Tabelle 23: Sozioökonomische Akzeptanz der Crowd Delivery; tendenziell, Signifikanzniveau > 5 % ²⁰⁷

²⁰⁷ Eigene Erhebungen

Zusammenfassung: Die Befragung von B2C-Kunden zur sozioökonomischen Akzeptanz der innovativen Zustellformen hat alle Thesen aus den Experteninterviews grundsätzlich bestätigt. Für Same Day Delivery, insbesondere von Lebensmitteln, und für Zeitfensterzustellungen gibt es eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft, verbunden mit der Akzeptanz von autonomen Zustellrobotern. Dennoch wird der persönliche Lieferservice durch Paketzusteller sehr hoch geschätzt. Das Mikro-Depot-Konzept genießt eine sehr hohe Akzeptanz. Lediglich die morgendliche Andienung der konsolidierten Sendungen in die Mikro-Depots sollte aus Gründen der Lärmemission mit BEV oder Hybrid-Lkw erfolgen. In diesem Zusammenhang sind kostengünstige SaaS-Geschäftsmodelle als innovativer Lieferservice des stationären Handels attraktiv und mit einer zusätzlichen Zahlungsbereitschaft verbunden. Die empfängerseitige Beeinflussung der Adresszustellung wird stark akzeptiert und eine erfolgreiche Erstzustellung im B2C-Segment als kritischer Erfolgsfaktor der KEP-Dienste gesehen. Damit einher geht die hohe Akzeptanz der Paketzustellung an den Arbeitsplatz, die den Arbeitgeber jedoch nicht mit hohen Zusatzkosten belasten sollte. Dies kann durch die Installation anbieteroffener Paketbox-Anlagen gewährleistet werden, die auch im privaten Wohnumfeld hinsichtlich der erfolgreichen Erstzustellung eine große Akzeptanz finden. Proprietäre Paketboxsysteme werden durch die B2C-Empfänger abgelehnt, jedoch stellen die derzeitigen Marktpreise ein Implementierungshindernis für anbieteroffene Paketboxsysteme dar. Crowd Delivery hat als Zustellalternative auf der Letzten Meile im KEP-Netzwerk in Deutschland keinen Markt und die Gefahr für die KEP-Dienste ist groß, durch diese Form der Sharing Economy mit dem Unterlaufen sozialer Standards in Verbindung gebracht zu werden.





5.2 Fazit – und was geschehen sollte

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Stadtlogistik durch KEP-Dienste im direkten Vergleich zum ÖPNV mit Stadtbussen bereits äußerst ökonomisch und mit den untersuchten innovativen Technologien und Geschäftsmodellen in Zukunft weitere große Nachhaltigkeitspotenziale beinhaltet. Die sozioökonomische Akzeptanz für diese Innovationen ist hoch, wobei für den Markterfolg zwei wesentliche Erfolgsfaktoren relevant sind – adäquate politische Rahmenbedingungen für nachhaltige Konzepte des urbanen Wirtschaftsverkehrs und die weitere Kooperationsbereitschaft der KEP-Branche im Innovationsprozess.

Das Fazit im Einzelnen:

Der Benchmark der Ausgangssituation ergab eine hohe logistische Effizienz der KEP-Dienste auf der Letzten Meile. Sie ist um den Faktor 3 bis 7 höher als die des öffentlichen Stadtbusverkehrs. Bei wesentlich geringeren absoluten Luftschadstoff-Emissionen führt dies zu einer hohen Ökoeffizienz der KEP-Verkehre. Dabei sind maximal doppelt so viele KEP-Zustellfahrzeuge wie Omnibusse im Stadtverkehr im Einsatz. Eine wirksame und nachhaltige Reduzierung dieser logistisch hocheffizienten KEP-Verkehre ist durch horizontale Kooperationen bei konventionellen Zustellrouten nicht möglich. Sie gelingt nur mit innovativen Zustellkonzepten, wie etwa dem Mikro-Depot-Konzept.

Als Alternative zu dieselgetriebenen Zustellfahrzeugen und innovativer Antriebstechnologie für die konventionelle urbane Zustelltour wurden marktverfügbare BEV und CNG-Fahrzeuge untersucht. Konventionell motorisierte Zustellfahrzeuge können in urbanen Ballungsräumen nur durch BEV ab 12 m³ Ladevolumen und 1 000 kg Nutzlast logistisch 1:1 ersetzt werden. Kleinere BEV bis 5 m³ und mit ca. 600 kg Nutzlast können nur unter bestimmten Voraussetzungen und mit einem kleinen Anteil am Logistickmix eingesetzt werden.

Hersteller bieten BEV in diesen Fahrzeugklassen nur sehr begrenzt an. Ein Angebot in der Klasse 7,5 t zGG ist nicht vorhanden. Die Kosten von BEV in der KEP-typischen Fahrzeugklasse bis 3,5 t zGG liegen um den Faktor 2 bis 3 über den vergleichbaren Dieselvarianten. Damit ist eine Wirtschaftlichkeit der berechneten Szenarien bei den aktuellen Dieseldienststoffpreisen nicht gegeben. Diese müssten sich zwischen 3,50 und 4,50 € pro Liter Diesel bewegen. Unterstellt wurde eine neunjährige Nutzungsdauer der Batterien bei nicht anfallenden Entsorgungskosten.

Hinzu kommen weitere logistische Effizienzverluste gegenüber Dieselfahrzeugen und die hohen Einmalinvestitionen von bis zu 700 000 € pro Depot für Schnellladestationen, ohne Berücksichtigung von ggf. erforderlichen Hausanschluss-erweiterungen oder Lademanagementsystemen zu temporären Begrenzung der Anschlussleistung.

Da eine positive Ökobilanz von BEV über den Lebenszyklus nur bei 100%igem Betrieb mit Ökostrom entsteht, verursacht dies je nach Stromtarif noch zusätzliche Stromkosten, was die Wirtschaftlichkeit weiter verschlechtert. Da die existierenden Fördermechanismen der Elektromobilität für KEP-geeignete BEV nicht greifen, kann insgesamt folgende politische Handlungsempfehlung ausgesprochen werden:

Handlungsempfehlung an die Politik:

Eine spezielle Förderung von Investitionen in BEV im Güterverkehr für eine schnellere Einführung von BEV im urbanen Wirtschaftsverkehr, die bei zunehmender Verbreitung und marktkonformen Fahrzeugpreisen schrittweise reduziert wird.

Die CNG-Technologie ist im Vergleich zu Dieselfahrzeugen eine nachhaltige Brückentechnologie auf der Letzten Meile bis zur vollständigen Marktreife von BEV, insbesondere wenn Bio-Methan verfügbar ist. Das aktuell verfügbare Tankstellennetz stellt in den untersuchten Fallbeispielen kein Einsatzhemmnis dar.

Zusätzliche Investitionen in den Depots wie bei den BEV sind nicht notwendig. Jedoch ist das herstellerseitige Angebot geeigneter CNG-Nutzfahrzeuge für die Letzte Meile sehr eingeschränkt.

Bei den innovativen Zustellkonzepten wird das Mikro-Depot-Konzept als besonders nachhaltig eingestuft, bei sehr hoher sozioökonomischer Akzeptanz durch die B2C-Empfänger. Lediglich die morgendliche Andienung der konsolidierten Sendungen in die Mikro-Depots sollte aus Gründen der Lärmemission mit BEV oder Hybrid-Lkw erfolgen. Bei systematischer stadtgeografischer Vorauswahl von geeigneten Zustellgebieten und anschließender Zeitreihenanalyse der Sendungsstrukturen in diesen Gebieten auf Straßenzugenebene ist es im operativen Betrieb grundsätzlich wirtschaftlich, mit einem Ersetzungsgrad konventioneller Zustellfahrzeuge durch Lastenfahrräder von 1,1 bis 1,3. Die Gesamtwirtschaftlichkeit hängt von den spezifischen Standortfaktoren wie Mietkosten des Mikro-Depots und Entfernung zum Depot ab und ist im Einzelfall zu prüfen. Mobile Mikro-Depots mit Lkw-Wechselbrücken erfordern die genehmigungspflichtige Sondernutzung öffentlicher Verkehrsflächen und sind nicht rechtsicher.

Handlungsempfehlung an die Politik:

Schaffung von Rechtssicherheit für mobile Mikro-Depots im öffentlichen Straßenraum in Analogie zur geplanten gesetzlichen Privilegierung von Parkflächen für Carsharing-Fahrzeuge.

Stationäre Mikro-Depots können unter dem Gebot der Wirtschaftlichkeit in geeigneten Bestandsimmobilien implementiert werden. Hier ist es jedoch oft nicht einfach, logistisch geeignete Objekte zu akzeptablen Kosten zu finden.

Handlungsempfehlung an die KEP-Branche:

Kooperieren, um Standorte gemeinsam für stationäre Mikro-Depots zu nutzen und Fixkosten zu senken. Damit ist auch die Integration innovativer SaaS-Geschäftsmodelle in der Stadtlogistik möglich.

Das Angebot an Lastenfahrrädern am Markt, die für die KEP-Branche geeignet sind, ist von der Modellvielfalt her ungenügend und von der Funktionalität her meist ein Kompromiss. Zudem sind die Anbieter Manufakturen und stellen bestenfalls Kleinstserien her.

Handlungsempfehlung an die KEP-Branche:

Entwicklung einer KEP-Branchenlösung für Pedelec-Lastenfahrräder in Kooperation mit potenziellen Herstellern und mit wissenschaftlicher Begleitung. Ziel ist die Produktion unter Serienbedingungen mit einem adäquaten Serviceangebot.

Handlungsempfehlung an die Politik:

Anhebung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von Pedelec-Lastenfahrrädern auf die in den USA zulässigen 32 km/h und eine damit verbundene Aufhebung der Leistungsbeschränkung für Lastenfahrräder als Voraussetzung für einen weiteren wirtschaftlichen Vorteil und für einen Sicherheitsgewinn im urbanen Verkehr.

Bei den disruptiven Technologien werden autonom fahrende Zustellfahrzeuge im urbanen Logistikmix der Zukunft eine wichtige Rolle spielen, ergänzt durch autonome Zustellroboter. Zustellroboter werden in urbanen Ballungsräumen eine umweltfreundliche Marktnische besetzen im Bereich der Zeitfensterzustellung. Für Same Day Delivery, insbesondere von Lebensmitteln, und für Zeitfensterzustellungen gibt es seitens der B2C-Empfänger eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft, verbunden mit der Akzeptanz von autonomen Zustellrobotern. Abendzustellungen außerhalb der normalen KEP-Dienstleistungszeiten werden damit möglich. Dennoch wird der persönliche Lieferservice durch Paketzusteller von den B2C-Empfängern sehr hoch geschätzt. Autonom fliegende Paketdrohnen werden in urbanen Ballungsräumen hingegen keine nennenswerte Rolle spielen. Einen entsprechenden Rechtsrahmen vorausgesetzt, könnten sie eine Marktnische im ländlichen Raum oder generell bei privilegierten Sendungen besetzen.

SaaS-Geschäftsmodelle sind vor allem im B2C-Segment für die Same Day Delivery, etwa als innovativer Lieferservice des stationären Einzelhandels, eine ideale Ergänzung zum Dienstleistungsangebot der KEP-Branche. Der Bedarf am Markt für Same Day Delivery wird in dem Maße steigen, wie Food Delivery an Akzeptanz gewinnt und die Dienstleistungspreise sinken. Bei günstigen Sendungspreisen ist eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft der B2C-Empfänger vorhanden.

**Handlungsempfehlung an SaaS-Anbieter:
Kooperative Nutzung von Netzwerkressourcen der KEP-Branche, wie beispielsweise das Mikro-Depot-Konzept, durch SaaS-Anbieter zur Vermeidung zusätzlicher urbaner Wirtschaftsverkehre und zur Steigerung der preislichen Attraktivität der Same Day Delivery.**

Die empfängerseitige Beeinflussung der Adresszustellung wird von den B2C-Empfängern stark akzeptiert und eine erfolgreiche Erstzustellung im B2C-Segment als kritischer Erfolgsfaktor der KEP-Dienste gesehen. Crowd Delivery-Konzepte der Sharing Economy mit direkter Integration in die Letzte Meile der KEP-Netzwerke hingegen bieten in Deutschland aufgrund der etablierten Adresszustellung im B2C-Segment keinen Mehrwert für KEP-Dienste, B2C-Empfänger und potenzielle Crowd-Zusteller. Die Gefahr für die KEP-Dienste ist groß, durch diese Form der Sharing Economy mit dem Unterlaufen sozialer Standards in Verbindung gebracht zu werden.

**Handlungsempfehlung an die KEP-Branche:
Verzicht auf Crowd Delivery mit direkter Integration in die Letzte Meile der KEP-Netzwerke wegen der Gefahr des Unterlaufens sozialer Standards und einer negativen öffentlichen Wahrnehmung.**

Die Zustellung in den Pkw-Kofferraum wird in urbanen Ballungsräumen künftig keine nennenswerte Rolle spielen. Mangelnde Akzeptanz der Verbraucher, proprietäre Systemarchitekturen der Fahrzeughersteller mit hohen Integrationsaufwänden in die IT-Systeme der KEP-Dienste und Effizienzverluste in der Zustellung werden die Marktdurchdringung verhindern. Die Zustellung an den Arbeitsplatz wird in urbanen Ballungsräumen künftig jedoch eine wichtige Rolle spielen. Die Akzeptanz der B2C-Empfänger ist hoch, verbunden mit der Auffassung, dass die Arbeitgeber nicht mit hohen Zusatzkosten dafür belasten werden sollten.

Schließsystembasierte Paketboxsysteme am Wohnort werden von den B2C-Empfängern als absolut sinnvolle Alternative zur konventionellen Adresszustellung

angesehen, was mit den Aussagen zur hohen Bedeutung einer erfolgreichen Erstzustellung im B2C-Segment korreliert. Proprietäre Paketboxsysteme werden durch die B2C-Empfänger abgelehnt. Anbieteroffene, direkt an der Zustelladresse installierte Paketboxen sind somit eine nachhaltige Zustellalternative am KEP-Markt zur Vermeidung unnötiger Verkehre und können die Erstzustellungsquoten im B2C in Richtung 100 % bewegen. Der Markterfolg dieser Systeme hängt neben den Anschaffungskosten von der Akzeptanz der teilnehmenden KEP-Dienste ab. Die derzeitigen Marktpreise und fehlende Standardisierungen für anbieteroffene Paketboxsysteme stellen für die B2C-Empfänger ein Implementierungshindernis dar.



Glossar

B2B – Business-to-Business, damit werden Lieferbeziehungen zwischen Unternehmen bezeichnet.

B2C – Business-to-Consumer, damit werden Lieferbeziehungen zwischen Unternehmen und Verbrauchern bezeichnet.

BEV – Batterieelektrisches Fahrzeug

Bluetooth LE – Kabelloser Datenübertragungsstandard (LE steht für Low Energy)

C2C – Consumer-to-Consumer, damit werden Lieferbeziehungen zwischen Verbrauchern bezeichnet.

CNG – Komprimiertes Erdgas

CO₂-Äquivalent (CO_{2e}) – Einheit zum Vergleich der Klimawirksamkeit von Treibhausgasen mit der Klimawirksamkeit von Kohlendioxid (CO₂). Zu den Treibhausgasen zählen laut Anhang A des Kyoto-Protokolls neben Kohlendioxid (CO₂) als Leitschadstoff: Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆).²⁰⁸

EEV – europäischer Abgasstandard für Busse und Lkw, übertrifft den Euro5-Standard

EJ – Exajoule

Euro4 – Abgasemissionsstandard, der in der Europäischen Union die Grenzwerte für die Emission von Luftschadstoffen von Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotor festlegt.

Externer Effekt – Ungewollte Nebenwirkung einer Markttransaktion. Es entstehen Austauschbeziehungen zu Marktteilnehmern, die nicht direkt an der Transaktion beteiligt sind, mit meist negativen Auswirkungen und ohne Kompensation durch die Akteure. Die Umweltwirkungen des Wirtschaftsverkehrs (Lärm, Emissionen, Verkehrsbehinderungen) sind ein typisches Beispiel.

Fpl-km – Fahrplankilometer, effektive Fahrstrecke im ÖPNV ohne Ein- und Ausfahrt in das Gebiet

hl – Hektoliter = 100 Liter

KEP-Dienst – Kurier-, Express- und Paketdienst

kWh – Kilowattstunde

LNG – Verflüssigtes Erdgas

MDE – Mobiles Datenerfassungsgerät der KEP-Zusteller

MIV – Motorisierter Individualverkehr (individuelle Nutzung von Personenkraftwagen und Krafträdern)

MJ – Megajoule

Modalsplit – Aufteilung der Gesamtverkehre auf die Verkehrsträger (z. B. Schiene und Straße) und Verkehrsmittel (z. B. Fahrrad, Lastkraftwagen, Straßenbahn etc.)

NB-IoT – Kabelloser Schmalband-Datenübertragungsstandard

Nkm – Nutzkilometer, effektive Fahrstrecke im ÖPNV ohne Ein- und Ausfahrt in das Gebiet

NO_x – Stickoxide, entstehen bei der innermotorischen Verbrennung und sind gesundheitsschädlich

ÖPNV – Öffentlicher Personennahverkehr

Pkm – Personenkilometer, Summenprodukt aus Anzahl und zurückgelegten Teilstrecken

Paket-km – Paketkilometer, Summenprodukt aus Anzahl und zurückgelegten Teilstrecken

Platz-km – Platzkilometer, Produkt aus effektiver Fahrstrecke im ÖPNV und Platzangebot

PM₁₀ – Feinstaub, entsteht bei der innermotorischen Verbrennung und ist gesundheitsschädlich

SaaS – Software-as-a-Service, Cloud-basiertes Geschäftsmodell in der 4PL-Logistik

Stakeholder – Anspruchsgruppen, die gegenüber Unternehmen einen materiellen oder immateriellen Anspruch und damit Einfluss auf den Unternehmenserfolg haben, z. B. Kunden und Lieferanten, Mitarbeiter, Behörden

Stoppfaktor – Anzahl der Sendungen, die bei einer Zustelltour pro Stopp erfolgreich zugestellt werden

SUV – Geländewagenähnlicher Personenkraftwagen

Tank-to-Wheel – Direkte Umweltwirkungen des Energieverbrauchs eines Kraftfahrzeugs im Betrieb, z. B. die Verbrennung von Dieseldieselkraftstoff im Motor. Die Umweltwirkung der Dieseldieselkraftstoffherzeugung und Bereitstellung sind ausgeklammert.

TCO – Total Cost of Ownership, betriebswirtschaftliche Gesamtkostenbetrachtung

tkm – Tonnenkilometer, Summenprodukt aus Masse und zurückgelegten Teilstrecken

Well-to-Wheel – Direkte und indirekte Umweltwirkungen des Energieverbrauchs eines Kraftfahrzeugs im Betrieb, z. B. die Verbrennung von Dieseldieselkraftstoff im Motor zuzüglich der Umweltwirkungen von Dieseldieselkraftstoffherzeugung und Bereitstellung

zGG – Zulässiges Gesamtgewicht eines Nutzfahrzeuges

²⁰⁸ Vgl. (DIN e. V., 2013), S. 6–8

Partner und Sponsoren

Der Bundesverband Paket und Expresslogistik und seine Mitglieder danken den Partnern und Sponsoren:



an HNA company



Bildquellen

Seite 1: © Vanatchanan / shutterstock; Seite 2: © matp / fotolia; Seite 5: © Berlin85 / fotolia; Seite 6: © Horst Gerlach / iStock; Seite 7: © DPD; Seite 8: © kav777 / fotolia; Seite 11: © christianchen / iStock; Seite 12: © mije_shots / iStock; Seite 18: Sprinter © Vladimir Kramin / fotolia, Bus © Nerthuz / shutterstock; Seite 19: © JFL Photography / fotolia; Seite 22: © Sebastian Grote / fotolia; Seite 26: © SerrNovik / iStock; Seite 28: © GrandeDuc / shutterstock; Seite 29: © stevecoleimages / iStock; Seite 30: © ferlistock-photo / iStock; Seite 31: © Paul O'Connell / shutterstock; Seite 32: © kengmerry / fotolia; Seite 33: © mrPliskin / iStock; Seite 34: © Maciej Bledowski / shutterstock; Seite 42/43: © carterart / vecteezy, rechts © MichaelJay / iStock; Seite 44: © G0!; Seite 45: © PeopleImages / iStock; Seite 49: © weseetheworld / fotolia; Seite 51: © Nerthuz / iStock; Seite 52: © Kzenon / fotolia; Seite 58: links © GeoffGoldswain / fotolia, rechts © Bestgreenscreen / iStock; Seite 60: © aoyoo / iStock; Seite 61: © Production Perig / fotolia; Seite 62: © CH0A1photographer / shutterstock; Seite 64: © GLS; Seite 65: © andreas130 / fotolia; Seite 66: © G0!; Seite 68: © Hermes; Seite 69: © weseetheworld / fotolia; Seite 71: Radkutsche Muskettier <https://littlebigcargo.de/radkutsche/>; El Ciclo Sciattolo http://www.elciclo.it/portfolio_page/cargo-bike-trasporto-merci/Cyclopolitan Cyclocargo CG4; Seite 73: © UPS; Seite 77: © alphaspirt / fotolia; Seite 78: © shapecharge / iStock; Seite 79: © DPD; Seite 81: © Hermes; Seite 83: © GLS; Seite 84: © Production Perig / fotolia; Seite 88: © DPD; Seite 92: © KatarzynaBialasiewicz / iStock; Seite 93: © monkeybusinessimages / iStock; Seite 94: © Mopic / shutterstock; Seite 96: © stockasso / panthermedia; Seite 98: © Phonlamai Photo / shutterstock; Seite 102: links © Edler von Rabenstein / fotolia, rechts © gradyreese / iStock; Seite 105: © sturti / iStock; Seite 106: © vasabii / iStock; Seite 108: © Kurhan / fotolia; Seite 115: © alphaspirt / fotolia

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Durchschnittliche werktägliche Tourendaten in Berlin	15
Tabelle 2: Durchschnittliche werktägliche Tourendaten in Hamburg	22
Tabelle 3: Durchschnittliche werktägliche Tourendaten in München	26
Tabelle 4: Relative Schadstoffemissionen KEP-Verkehre und straßengebundener ÖPNV	30
Tabelle 5: Verfügbare Energierohstoffe, beinhaltet konventionelles und nicht konventionelles Erdöl und Erdgas	34
Tabelle 6: Fahrzeuge nach Nutzungsmuster	36
Tabelle 7: Übersicht elektrische Kleintransporter 3 m³ bis 5 m³ Ladevolumen	39
Tabelle 8: Übersicht elektrische Transporter von 12 m³ bis 18 m³ Ladevolumen	40
Tabelle 9: Ersetzungsszenarien BEV im Fallbeispiel Berlin	46
Tabelle 10: Ersetzungsszenarien BEV im Fallbeispiel Hamburg	48
Tabelle 11: Ersetzungsszenarien BEV im Fallbeispiel München	50
Tabelle 12: CNG-Transporter von 3 m³ bis 5 m³ Ladevolumen	53
Tabelle 13: CNG-Transporter von 12 m³ bis 20 m³ Ladevolumen	54
Tabelle 14: Lastenfahräder von 1,5 m³ bis 2,0 m³ Ladevolumen	71
Tabelle 15: Logistische Effizienzgewinne der Lastenfahrzeugzustellung	72
Tabelle 16: Sozioökonomische Akzeptanz von Same Day Delivery und Zeitfensterzustellungen	97
Tabelle 17: Sozioökonomische Akzeptanz von Drohnen und Robotern	99
Tabelle 18: Sozioökonomische Akzeptanz des Mikro-Depot-Konzeptes	100
Tabelle 19: Sozioökonomische Akzeptanz von SaaS-Modellen des stationären Einzelhandels	101
Tabelle 20: Sozioökonomische Akzeptanz der dynamischen Adresszustellung	101
Tabelle 21: Sozioökonomische Akzeptanz der Zustellung an den Arbeitsplatz	102
Tabelle 22: Sozioökonomische Akzeptanz der Paketboxsysteme	103
Tabelle 23: Sozioökonomische Akzeptanz der Crowd Delivery	104
Tabelle 24: Gesprächspartner der KEP-Branche, Position und Berufserfahrung	114

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Marktanteile der Paketdienste in Deutschland im Jahr 2015 nach Anzahl transportierter Pakete	9
Abbildung 2: Verteilung der Depotstandorte in Berlin	14
Abbildung 3: Ermittlung der Paket-km einer reinen Zustelltour	16
Abbildung 4: Ermittlung der Paket-km einer gemischten Zustell- und Abholtour	17
Abbildung 5: Logistische Effizienz jeweils für KEP-Zustellfahrzeuge und für Stadtbusse in Berlin	20
Abbildung 6: Gegenüberstellung der absoluten Umweltwirkungen KEP-Zustellfahrzeuge und Stadtbusse in Berlin	20
Abbildung 7: Verteilung der Depotstandorte in Hamburg	21
Abbildung 8: Logistische Effizienz jeweils für KEP-Zustellfahrzeuge und für Stadtbusse in Hamburg	24
Abbildung 9: Gegenüberstellung der absoluten Umweltwirkungen KEP-Zustellfahrzeuge und Stadtbusse in Hamburg	24
Abbildung 10: Verteilung der Depotstandorte in München	25
Abbildung 11: Logistische Effizienz jeweils für KEP-Zustellfahrzeuge und für Stadtbusse in München	28
Abbildung 12: Gegenüberstellung der absoluten Umweltwirkungen KEP-Zustellfahrzeuge und Stadtbusse in München	29
Abbildung 13: Förderung von flüssigen Kraftstoffen pro Tag im New Policies Scenario bis 2035	35
Abbildung 14: Klimabilanz von Pkw für verschiedene Nutzungsmuster innerhalb eines Lebenszyklus	37
Abbildung 15: Modell für den logistischen Zusatzaufwand bei kleinvolumigen BEV	42
Abbildung 16: Verteilung der Depots und CNG-Tankstellen im Stadtgebiet Berlins	55
Abbildung 17: Verteilung der Depots und CNG-Tankstellen im Stadtgebiet Hamburgs	56
Abbildung 18: Verteilung der Depots und CNG-Tankstellen im Stadtgebiet Münchens	57
Abbildung 19: Prinzip des Mikro-Depot-Konzeptes	63
Abbildung 20: Lkw-befahrbare Einfahrt eines Parkhauses	69
Abbildung 21: Fertigung eines Lastenfahrrades	70
Abbildung 22: Vollkostenfunktionen der Zustellalternativen Transporter vs. Lastenfahrrad	74
Abbildung 23: Pilotgebiet des Mikro-Depot-Konzeptes von UPS	75
Abbildung 24: Standort eines mobilen Mikro-Depots von UPS in Hamburg	76
Abbildung 25: Der erwartete Einfluss disruptiver Technologien auf die Wirtschaft	78
Abbildung 26: Robotereinsatz von Hermes in Hamburg	81

Literaturverzeichnis

- Abney David** Früher hätte nie jemand eine Matratze mit UPS liefern lassen [Interview]. – München: Süddeutsche Zeitung; Süddeutsche Zeitung, 31.10.2016.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg** Einwohnerinnen und Einwohner im Land Berlin am 30.06.2015 [Bericht]. – Potsdam: [s.n.], 2016.
- APOTHEKE ADHOC** Aponeo: Abendzustellung überall [Online]. – 06.07.2016 – 04.11.2016 – <http://www.apotheke-adhoc.de/nachrichten/markt/nachricht-detail-markt/versandapothecken-dhl-zeitfensterzustellung-aponeo-liefert-wunschgerecht/>.
- Bafa** Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge. – Eschborn: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2016.
- Balsler M.** Grün Gas geben [Journal]. – München: Süddeutsche Zeitung, 2016. – Nr. 234 vom 10.10.2016.
- Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)** Bericht zur Nachhaltigen Unternehmensentwicklung 2010 – 2011 [Online]. – 06.2012 – 10.08.2016
- Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) (a)** Geschäfts- und Lagebericht 2015 [Online]. – 04.2016 – 11.08.2016 – <https://vhhbus.de/unternehmen/vhh-in-zahlen/>.
- Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) (b)** Zahlenspiegel 2016 [Online]. – 31.12.2015 – 12.08.2016 – <http://unternehmen.bvg.de/Unternehmen/Medien/Publikationen>.
- BGR** Energiestudie 2015 [Online]. – 2015. – 08.11.2016 – http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Produkte/energiestudie2015_Zusammenfassung.html.
- Bitkom e.V.** Drohnen und Roboter sind die Paketboten der Zukunft [Online]. – 29.09.2016 – 04.11.2016 – <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Drohnen-und-Roboter-sind-die-Paketboten-der-Zukunft.html>.
- BMJV** Energiesteuergesetz (EnergieStG) [Bericht]. – Berlin: juris GmbH, 2006.
- BMVI** Bundesgesetzblatt // Vierte Verordnung über Ausnahmen von den Vorschriften der Fahrerlaubnis-Verordnung. – Bonn: [s.n.], 30.12.2014 – Bd. Teil I Nr. 63.
- BMVI (a)** BMVI unterstützt Carsharing [Online]. – 2016 – 14.11.2016 – <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/LA/carsharing-gesetz.html>.
- BMW** Bundesanzeiger // Richtlinie zur Förderung des Absatzes von elektrisch betriebenen Fahrzeugen. – Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2016 – Bd. Bekanntmachung V6.
- Bogdanski R.** Nachhaltige Stadtlogistik durch KEP-Dienste: Möglichkeiten und notwendige Rahmenbedingungen am Beispiel der Städte Nürnberg und Frankfurt am Main [Bericht]. – Berlin: BIEK e.V., 2015.
- Chester M. und Horvath A.** Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains. – Berkeley, California, USA: IOPscience.iop.org, 2009.
- CrowdToGo** On-time delivery, guaranteed. [Online]. – 2016 – 06.11.2016 – <https://crowdtogo.com/>.
- Deutsche Post DHL Group** StreetScooter präsentiert neues Modell „Work L“ auf der IAA Nutzfahrzeuge 2016 [Online]. – 20.09.2016 – 3.11.2016 – http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2016/deutsche_post_dhl_group-StreetScooter_neues_modell_work_l_iaa-nutzfahrzeuge_2016.html.
- DHL** DHL Empfängerservices – Packstation [Online]. – 2016 – 03.11.2016 – <https://www.dhl.de/de/paket/pakete-empfangen/dhl-packstation.html>.
- DHL (a)** DHL Paketkasten Konfiguration [Online]. – 2016 – 03.11.2016 – https://www.paket.de/pkp/appmanager/pkp/desktop?_nfxr=false&_nfpb=true&_nfxr=false&_pageLabel=pkp_portal_page_depotbox.
- DHL (b)** DHL-Empfängerservices [Online]. – 2016 – 30.10.2016 – <https://www.dhl.de/de/paket/pakete-empfangen.html>.
- DHL (c)** Zeitfensterzustellung [Online]. – 2016 – 04.11.2016 – <http://www.dhl.de/de/paket/geschaeftskunden/ab-200-pakete/zeitfenster/wunschzeit.html>.
- DHL (d)** DHL liefert Pakete jetzt auch in den Smart Kofferraum [Online]. – 25.07.2016 – 05.11.2016 – http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2016/dhl_liefert_pakete_jetzt_auch_in_den_smart_kofferraum.html.
- DIN e.V.** Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr); Deutsche Fassung EN 16258:2012 – Berlin: Beuth, 2013 – DIN EN 16258:2013-03.
- DP DHL** Pressemitteilungen [Online] // DHL Paketkasten bundesweit verfügbar. – 12.05.2014 – 03.11.2016 – http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2014/dhl_paketkasten_bundesweit_verfuegbar.html.
- DP DHL (a)** DHL nutzt „Crowdsourcing“ für Paketzustellung in Stockholm [Online]. – 03.09.2013 – 06.11.2016 – http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2013/dhl_crowdsourcing_paketzustellung_stockholm.html.
- DPD** „Elena“ stellt elektrisch zu: Zustellfahrzeug von DPD zum Plug-in-Hybrid umgerüstet [Online]. – 12.2015 – 10.10.2016 – https://www.dpd.com/de/home/ueber_dpd/presse_center/presse_mitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/elena_stellt_elektrisch_zu_zustellfahrzeug_von_dpd_zum_plug_in_hybrid_umgeruestet.
- DPD (a)** DPD NOW. Die Sofortlieferung per Kurier für Ihr Paket. [Online]. – 2016 – 04.11.2016 – <https://www.dpdwebpaket.de/produkte/dpdnow.aspx>.
- DPD (b)** DPD Produkte & Services [Online]. – 2016 – 30.10.2016 – https://www.dpd.com/de/home/produkte_services/zusatzleistungen.
- DPD (c)** Autonomes Fahren in der Paketzustellung [Online]. – 11.2016 – 05.11.2016 – ea.newscpt3.de/_la.php?&nid=2934760&sid=250058222&lid=12317955&enc=68747470733a2f2f777772e6470642e636f6d&tg=de/content/download/11649/365184/file/20161103_DPD_Autonomes%20Fahren_Thesenpapier_und_Szenarien.pdf.
- DPD (d)** DPD Now [Online]. – 2016 – 06.11.2016 – <https://www.dpdwebpaket.de/dpd-now-liefergebiet.aspx>.
- DPD (e)** Paketzustellung per Drohne: DPDgroup startet den weltweit ersten Drohnenverkehr im Linienbetrieb [Online]. 15.12.2016 – 17.12.2016 – https://www.dpd.com/de/home/ueber_dpd/presse_center/presse_mitteilungen?id=11341#11341.
- Eichmann V. [et al.]** Umweltfreundlicher, attraktiver und leistungsfähiger ÖPNV – ein Handbuch [Bericht]. – Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik, 2005.

- EmoG** Bundesgesetzblatt // Elektromobilitätsgesetz vom 05.06.2015 – Berlin: [s.n.], 2015.
- Esser K. und Kurte J.** KEP-Studie 2016 – Analyse des Marktes in Deutschland [Bericht]. – Berlin: BIEK e.V., 2016.
- Esser Kurte (a)** Nachhaltigkeitsbericht 2012 – Sonderthema Innenstadtlogistik [Bericht]. – Berlin: BIEK e.V., 2012.
- Europäische Kommission** Weissbuch – Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem. [Buch]. – Brüssel: [s.n.], 2011.
- Fassnacht M. und Szajna M.** Amazon Locker: Warum Amazon die letzte Meile zur Kundensache macht [Artikel] // WirtschaftsWoche. – Düsseldorf: [s.n.], 2016 – 24.08.2016.
- Focus online** Deutsche Großstädte bereiten sich auf Fahrverbot für alle Diesel-Autos vor [Online]. – 02.07.2016 – 09.10.2016 – http://www.focus.de/auto/news/staedtetag-schlaegt-alarm-deutsche-grossstaedte-bereiten-sich-auf-fahrverbot-fuer-alle-diesel-autos-vor_id_5690352.html.
- Freeman C. und Louçã F.** As Time Goes By: From the Industrial Revolution to the Information Revolution. [Buch]. – Oxford: Oxford University Press, 2001.
- Friedrich M., Schlaich J. und Schleupen G.** Modell zur Ermittlung der Betriebsleistung und der Betriebskosten für Busverkehre [Bericht]. – Dresden: Tagungsband zu den 21. Verkehrswissenschaftliche Tage, 2007.
- GLS** FlexDelivery [Online]. – 2016. – 30.10.2016 – <https://gls-group.eu/DE/de/fluxdelivery>.
- GO! GO! National: Die Service-Optionen** [Online]. – 2016 – 30.10.2016 – <https://www.general-overnight.com/de-de/Produkte/GO!-National/Leistungen>.
- Hamburger Hochbahn AG** Ingomar Spieß Klimaschutzmaßnahmen der Hamburger Hochbahn AG [Online]. – 2012 – 11.08.2016 – <http://www.srl.de/dateien/dokumente/de/4-Spie%C3%9F.pdf>.
- Hamburger Hochbahn AG (a)** Unternehmensbericht 2014 [Online]. – 2015 – 11.08.2016 – <http://suche.transparenz.hamburg.de/dataset/hochbahn-unternehmensbericht-2014>.
- Hamburger Verkehrsverbund GmbH** Berichte nach VO 1370 für 2014, Busverkehr [Online]. – 2015 – 11.08.2016 – http://www.hvv.de/ueber-uns/publikationen/berichte_nach_vo1370/jahresbericht_vo1370_2014.php.
- Hamburger Verkehrsverbund GmbH (a)** Berichte nach VO 1370 für das Jahr 2014, schienengebundener Verkehr [Online]. – 2015 – 14.11.2016 – http://www.hvv.de/pdf/publikationen/berichte_vo1370/2014/hvv_bericht-vo1370_hh_bahn_2014.pdf.
- Hamburger Verkehrsverbund GmbH (b)** HVV Zahlenspiegel 2014 [Online]. – 2015 – 13.08.2016 – http://www.hvv.de/pdf/publikationen/hvv_zahlenspiegel_2014.pdf.
- Handelsblatt** Aachener StreetScooter [Online]. – 15.09.2011 – <http://www.handelsblatt.com/auto/nachrichten/aachener-StreetScooter-revolutionaere-seele-im-kleinwagenkoerper/4611526.html>.
- Handwerk Magazin** Neuer Iveco Daily Electric: Kraftpaket mit langem Atem [Online]. – 10.11.2014 – 13.10.2016 – <http://www.handwerk-magazin.de/neuer-iveco-daily-electric-kraftpaket-mit-langem-atem/150/9850/255915>.
- Heidt C. [et al.]** CNG und LPG – Potenziale dieser Energieträger auf dem Weg zu einer nachhaltigeren Energieversorgung des Straßenverkehrs [Bericht]. – Heidelberg, Berlin, Ottobrunn, Leipzig: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2013.
- Heimatzeitung.de** Unmut in Reit im Winkl über geplante DHL Paket-Drohnen [Online]. – 04.12.2015 – 04.11.2016 – http://www.heimatzeitung.de/startseite/aufmacher/1894165_Unmut-in-Reit-im-Winkl-ueber-geplante-DHL-Post-Drohnen.html.
- Helms H., Jöhrens J. und Hanusch J. et al** Umweltbilanzen Elektromobilität [Bericht]. – Heidelberg: ifeu GmbH, 2011.
- Hermes** Hermes Wunschzustellung [Online]. – 2016 – 30.10.2016 – <https://www.myhermes.de/wps/portal/paket/Home/privatkunden/empfangen>.
- Hermes (a)** Hermes Wunschzustellung [Online]. – 09.02.2015 – 04.11.2016 – <https://newsroom.hermesworld.com/hermes-wunschzustellung-mehr-komfort-beim-paketversand-6540/>.
- International Energy Agency** World Energy Outlook 2011 [Online]. – 2011 – 08.11.2016 – http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2011/es_german.pdf.
- International Energy Agency (a)** World Energy Outlook 2015 [Online]. – 2015 – 08.11.2016 – http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2015/WE02015_Chapter01.pdf.
- ITA Consulting & wik consult** The Evolution of the European Postal Market since 1997 [Online] // European Commission, DG Internal Market and Services. – 2009 – 02.09.2014 – http://ec.europa.eu/internal_market/post/doc/studies/2009-wik-evolution-country-annex_en.pdf.
- Kondratjew N.** Die langen Wellen der Konjunktur [Buchabschnitt] // Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik. – 1926 – Bd. Band 56.
- Kreisel** Electric Transporter mit 300 km Reichweite [Online]. – 15.07.2015 – 13.10.2016 – <http://www.kreiselectric.com/blog/electric-mercedes-sprinter-mit-300-km-reichweite/>.
- KVG Stade GmbH & Co. KG** Zahlenspiegel 2015 [Online]. – 2016 – 13.08.2016 – <http://www.kvg-bus.de/unternehmen/daten-und-fakten/>.
- Logistik HEUTE** KEP: Wallraff stellt GLS an den Pranger [Online]. – 31.05.2012 – 06.11.2016 – <http://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/9546/Journalist-berichtet-ueber-Ausbeutung-von-Zustellern-KEP-Wallraff-stellt-GLS->
- mbpassionblog** Impressionen der Weltpremiere des Mercedes-Benz Vision Van [Online]. – 07.09.2016 – 05.11.2016 – <http://blog.mercedes-benz-passion.com/2016/09/impressionen-der-weltpremiere-des-mercedes-benz-vision-van-vaninnocampus/>.
- McKinsey Global Institute** Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy [Online]. – 05.2013 – 06.11.2016 – <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>.
- McLeod F., Cherrett T. und Song L.** Transport impacts of local collection/delivery points. [Artikel] // Int. J. of Logistics Res. & Applications. – 2006 – 9 (3), S. 307–317 – DOI: 10.1080/13675560600859565.

- Mercedes-Benz** Mercedes-Benz Vans auf der IAA 2016. [Online]. – 09.2016 – 05.11.2016 – http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/van/home/vans_world/news_/iaa_2016.html.
- Muñuzuri J. [et al.]** City logistics in Spain: Why it might never work. In: *Cities* 29 (2), S. 133–141 [Online]. – 2012 – 30.08.2014 – <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=71487327&site=ehost-liv>.
- MVG Münchner Verkehrsgesellschaft mbH** Nachhaltigkeitsbericht der MVG 2014/2015 [Online]. – 2016 – 15.08.2016 – <https://www.mvg.de/ueber/engagement/nachhaltigkeit.html>.
- MVV GmbH** MVV Verbundbericht 2015 [Online]. – 2016 – 15.08.2016 – <http://www.mvv-muenchen.de/de/service/downloads/index.html>.
- neuhandeln.de** Verbraucher als Paketboten: Das lehrt ein DHL-Projekt [Online]. – 18.06.2015 – 06.11.2011 – <http://neuhandeln.de/verbraucher-als-paketboten-das-lehrt-ein-dhl-projekt/>.
- Neupert H.** Die ideale Gesetzgebung – Aus Sicht von ExtraEnergy [Online]. – ExtraEnergy e.V., 25.01.2012 – 30.10.2016 – <http://extraenergy.org/main.php?language=de&id=20669>.
- Night-Star-Express** Unsere Leistungen [Online]. – 2016 – 05.11.2016 – <http://www.night-star-express.de/de/leistungen>.
- N-TV** Deutsche Post will ihre Elektro-Transporter auch an Dritte verkaufen [Online]. – 16.08.2016 – 13.10.2016 – <http://www.n-tv.de/ticker/Deutsche-Post-will-ihre-Elektro-Transporter-auch-an-Dritte-verkaufen-article18404401.html>.
- PAKADOO** Kalkulator [Online]. – 2016 – 05.11.2016 – <https://www.pakadoo.de/kalkulator/>.
- ParcelLock GmbH** Burg-Wächter ParcelLock eboxx [Online]. – 2016 – 03.11.2016 – <https://www.parcellock.de/de/produkte/burg-waechter-eboxx/>.
- Puschmann T. und Alt R.** Sharing Economy [Artikel] // *Business & Information Systems Engineering*. – 2016 – 58.
- Renault** KANGOO Z.E. Kangoo Z.E. Maxi [Online]. – 2016 – 13.10.2016 – <https://www.renault.de/modellpalette/renault-modelluebersicht/kangoo-ze/preise-und-technische-daten.html>.
- Rohleder B.** Aus E-Commerce wird M-Commerce [Online]. – Bitkom e.V., 06.10.2016 – 19.11.2016 – [https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-Pls/2016/Oktober/Bitkom-Pressekonferenz-E-Commerce-06102016-Praesentation-FINAL-OHNE.pdf](https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-Pls/2016/Okttober/Bitkom-Pressekonferenz-E-Commerce-06102016-Praesentation-FINAL-OHNE.pdf).
- RUTHMANN** Unsere aktuellen RUTHMANN CARGOLOADER®-Modelle [Online]. – 2016 – 06.11.2016 – <http://www.ruthmann.de/main.php?target=cargoloader>.
- S-Bahn Berlin GmbH** Jahrespressegespräch S-Bahn Berlin 2015 [Online]. – 15.03.2015 – 14.11.2016 – https://www.deutschebahn.com/file/pr-berlin-de/8597302/-YUKSuB2xZ8fQgLnKIta9soa2tE/9108460/data/Jahrespressegespraech_S-Bahn_Berlin.pdf.
- Scholz T.** Am Ende setzt sich immer Uber durch [Interview]. – [s.l.]: Zeit Online, 22.06.2016.
- Schumpeter J.** Konjunkturzyklen. Eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses. [Buch]. – Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1961.
- Smart** smart ready to drop [Online]. – 2016 – 05.11.2016.
- Statista** Die größten Städte in Deutschland nach Einwohnerzahl [Online]. – 2014 – 19.09.2016 – <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1353/umfrage/einwohnerzahlen-der-grossstaedte-deutschlands/>.
- Statista (a)** Marktanteile der Paketdienste in Deutschland [Online]. – 2015 – 19.09.2016 – <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/421643/umfrage/paketdienste-marktanteile-in-deutschland/>.
- Statista (b)** Pro-Kopf-Stromverbrauch in Deutschland nach Bundesland im Jahr 2013 (in Kilowattstunden) [Online]. – 2016 – 13.10.2016 – <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/258328/umfrage/pro-kopf-stromverbrauch-in-deutschland-nach-bundesland/>.
- Stuttgarter Zeitung** Elektromotor schaltet sich auf Knopfdruck zu [Online]. – 23.12.2015 – 13.10.2016 – <http://www.stuttgarterzeitung.de/inhalt/elektromobilitaet-elektromotor-schaltet-sich-auf-knopfdruck-zu.aa00e733-54e8-4fd0-87a1-b3cbc7e126d0.html>.
- StVG** Bundesgesetzblatt // Straßenverkehrsgesetz (StVG). – Berlin: [s.n.], 2016.
- tiramizoo** Same Day Delivery for the next level of shopping and shipping [Online]. – 2016 – 06.11.2016 – <https://www.tiramizoo.com/>.
- TNT** Zeit- und taggenaue Services [Online]. – 2016 – 30.10.2016 – https://www.tnt.com/express/de_ch/site/home/how-to-ship-parcel/shipping-services/express-parcel-delivery.html.
- Umweltbundesamt Emissionsstandards** Abgasgrenzwerte für Lkw und Busse [Online]. – 04.2015 – 10.08.2016 – http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/420/bilder/dateien/5_tab_grenzwerte-lkw.pdf.
- Umweltbundesamt** Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr – Bezugsjahr: 2014 – Dessau: [s.n.], 2016.
- Universität für Bodenkultur Wien** e-Fahrzeuge.info [Online]. – 2016 – 10.10.2016 – <http://e-fahrzeuge.info/vehicles/314>.
- UPS** Sendungsempfang [Online]. – 2016 – 30.10.2016 – <https://www.ups.com/content/de/de/resources/service/index.html?WT.svl=SubNav>.
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)** VDV Statistik 2014 [Online]. – 2015 – 15.08.2016 – <https://www.vdv.de/>.
- Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein AG** Geschäftsbericht 2014 [Online]. – 2015 – 13.08.2016.
- Verkehrsrundschau** Deutsche Post erhöht Zahl der Packstationen [Online]. – 22.05.2015 – 03.11.2016 – <http://www.verkehrsrundschau.de/deutsche-post-erhoeht-zahl-der-packstationen-1644950.html>.
- Wietschel M. [et al.]** Energietechnologien der Zukunft [Buch]. – Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015.
- Wurster R. [et al.]** LNG als Alternativkraftstoff für den Antrieb von Schiffen und schweren Nutzfahrzeugen [Bericht]. – München/Ottobrunn, Heidelberg, Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), 2014.

Methodik und Design der Studie

Als repräsentativer Untersuchungsgegenstand für die Untersuchung einer Nachhaltigen Stadtlogistik durch KEP-Dienste und ganzheitliche Bewertung innovativer Technologien wurden die drei größten deutschen Städte

Berlin (ca. 3 520 000 Einwohner)

Hamburg (ca. 1 790 000 Einwohner)

München (ca. 1 450 000 Einwohner)

ausgewählt.²⁰⁷ In den drei Städten sind alle marktführenden KEP-Dienste mit Niederlassungen vertreten: DHL, DPD, UPS, Hermes, GLS, TNT und GO!.

Bislang sind in den drei untersuchten Städten keine Veröffentlichungen zum Mengengerüst der KEP-Dienstleistungen bekannt, sodass eine umfangreiche Datenerhebung durchgeführt werden musste. Da sich DHL an der Datenerhebung in den drei Städten nicht beteiligte, wurden die fehlenden DHL-Daten anhand frei verfügbarer Statistiken mit einer eigenen Methodik errechnet und anhand der Datenerhebung der BIEK-Mitgliedsunternehmen sowie vorhandener DHL-Daten aus Nürnberg und Frankfurt am Main validiert. Dieses Mengengerüst diente als Berechnungsgrundlage für die Simulationen und Quantifizierung der verschiedenen Szenarien.

Für die qualitative Bewertung wurden ausführliche, semistrukturierte Experteninterviews mit Führungskräften aus der KEP-Branche durchgeführt und ausgewertet. Dabei wurde auf maximale Marktabdeckung geachtet.

²⁰⁷ Vgl. (Statista, 2014)

Nummer	Position	Berufserfahrung
1	Senior Strategy and Innovation Manager	7 Jahre
2	Group Manager Sustainability and Innovation	20 Jahre
3	Projektmanager Citylogistik	30 Jahre
4	Verantwortlicher für politische und strategische Kommunikation	13 Jahre
5	Teamleiter Environmental Management	11 Jahre
6	Manager Customer & Process Excellence	20 Jahre
7	Managing Director	20 Jahre
8	Geschäftsführender Gesellschafter	16 Jahre
9	Abteilungsleiter Verkehr	20 Jahre

Tabelle 24: Gesprächspartner der KEP-Branche, Position und Berufserfahrung

Für die kundenseitige sozioökonomische Akzeptanz innovativer Technologien und Geschäftsmodelle wurde eine eigene Internet-Umfrage durchgeführt. Die detaillierte Umfrage wurde von 83 Teilnehmern beantwortet, davon 58 % wohnhaft im ländlichen Raum und 42 % wohnhaft im städtischen Raum. Die Umfrageergebnisse sind als nicht repräsentativ einzustufen, das Signifikanzniveau war größer als 5 %.

Der Autor

Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski ist Professor für Nachhaltige Unternehmensführung und Logistik an der Fakultät Betriebswirtschaft der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm. Seit vielen Jahren lehrt und forscht er auf dem Gebiet der Grünen Logistik und der City-Logistik. So wurde unter seiner Leitung das Pilotprojekt „Grüne Logistik“ in Nürnberg realisiert, derzeit leitet er das Pilotprojekt „Nachhaltige Stadtlogistik durch KEP-Dienste mit dem Mikro-Depot-Konzept“ als offizieller Bestandteil des Maßnahmenplans zur Luftreinhaltung der Stadt Nürnberg. Zahlreiche studentische Abschlussarbeiten und Praxisprojekte zur Grünen Logistik wurden von ihm initiiert und betreut. Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski ist langjähriges Mitglied des Verkehrsausschusses der IHK Nürnberg für Mittelfranken sowie des Center for Transportation & Logistics Neuer Adler e. V. in Nürnberg.

Über uns

Im 1982 gegründeten Bundesverband Paket und Expresslogistik sind die führenden Anbieter für Kurier-, Express- und Paketdienste in Deutschland organisiert: DPD, GLS, GO!, Hermes und UPS. Die Mitgliedsunternehmen bieten ihren Kunden eine bundesweit flächendeckende Zustellung von der Hallig bis zur Alm.

Mitglieder des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik



DPD Deutschland GmbH

www.dpd.com



General Logistics Systems
Germany GmbH & Co. OHG

www.gls-group.eu/de



GO! Express & Logistics
(Deutschland) GmbH

www.general-overnight.com



Hermes Germany GmbH

www.hermesworld.com



United Parcel Service
Deutschland S.à r.l. & Co. OHG

www.ups.com





Impressum

Verleger:

Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V.
Dorotheenstraße 33
10117 Berlin

T +49 30 206 178 6
F +49 30 206 178 88
info@biek.de
www.biek.de

März 2017

