

ePub^{WU} Institutional Repository

Werner Jammerneegg and Tina Wakolbinger and Vera Hemmelmayr and
Alexandra Anderluh

Citylogistik und intermodaler Transport als Unterstützer grüner Logistik

Book Section (Published)
(Refereed)

Original Citation:

Jammerneegg, Werner and Wakolbinger, Tina and Hemmelmayr, Vera and Anderluh, Alexandra (2017) Citylogistik und intermodaler Transport als Unterstützer grüner Logistik. In: *Jahrbuch der Logistikforschung : innovative Anwendungen, Konzepte & Technologien*. Karl F. Dörner, Matthias Prandtstetter, Friedrich P. Starkl, Tina Wakolbinger (Hrsg.), Linz. pp. 169-178. ISBN 9783990621752

This version is available at: <http://epub.wu.ac.at/6866/>

Available in ePub^{WU}: March 2019

ePub^{WU}, the institutional repository of the WU Vienna University of Economics and Business, is provided by the University Library and the IT-Services. The aim is to enable open access to the scholarly output of the WU.

This document is the publisher-created published version.

Citylogistik und intermodaler Transport als Unterstützer grüner Logistik

Werner Jammernegg, WU Wien

Tina Wakolbinger, WU Wien

Vera Hemmelmayr, WU Wien

Martin Hrusovsky, WU Wien

Alexandra Anderluh, WU Wien

Zusammenfassung

Logistik ist ein wichtiger Eckpfeiler der Wirtschaft, ist aber mit sehr starken negativen Auswirkungen für die Umwelt verbunden. Innovative Ideen, die die negativen ökologischen Auswirkungen der Logistik reduzieren und gleichzeitig die wirtschaftlich notwendige Gestaltung der Logistik ermöglichen, sind essenziell. In diesem Artikel werden zwei Ansätze beschrieben, wie Logistik nachhaltiger gestaltet werden kann. Auf der einen Seite wird über Citylogistik berichtet, auf der anderen Seite werden die Besonderheiten des intermodalen Verkehrs analysiert. Anschließend werden Projekte, die in letzter Zeit zu diesem Thema abgeschlossen wurden, vorgestellt. Dabei wird ein besonderer Fokus auf die Rolle quantitativer Modelle gelegt.

Schlüsselwörter: Citylogistik, intermodaler Transport, grüne Logistik, Nachhaltigkeit

1 Einleitung

Eine nachhaltigere Gestaltung der Logistik ist angesichts zunehmender Probleme beispielsweise durch transportinduzierte Emissionen von größter Bedeutung. Die „Grüne Logistik“ legt den Fokus auf die ökologische Nachhaltigkeit. Was heute als „Grüne Logistik“ bekannt ist, repräsentiert das Zusammenspiel von mehreren Forschungsschwerpunkten: die Reduktion der negativen ökologischen Auswirkungen des Gütertransportes, Citylogistik, Rücknahmelogistik, Logistikstrategien von Unternehmen, welche Umweltgesichtspunkte einbeziehen, und grünes Supply Chain Management [1]. Dies zeigt, dass es verschiedene Ansätze gibt, wie

die Logistik nachhaltiger gestaltet werden kann. In diesem Buchkapitel fokussieren wir auf den Gütertransport und stellen zwei Konzepte – Citylogistik sowie intermodalen Verkehr – vor.

2 Citylogistik

Für den Begriff „Citylogistik“ gibt es vielfältige Definitionen, die im Kern aber alle eines gemeinsam haben, nämlich effiziente und effektive Möglichkeiten zu finden, um Güter im urbanen Raum zu transportieren, während auch die negativen Auswirkungen dieses Transports auf das Verkehrsaufkommen (Stau), auf die Sicherheit, auf die Umwelt und damit auch auf die Lebensqualität in der Stadt in Betracht gezogen werden [2]. Andere Begrifflichkeiten dafür sind beispielsweise „Logistik der letzten Meile“ oder „Städtische Güterverteilung“ [3].

Aktuelle Entwicklungen, die die Notwendigkeit von Citylogistik erhöhen, sind neben der kontinuierlich steigenden Urbanisierung vor allem der durch Treibhausgasemissionen verursachte Klimawandel. Diese werden unter anderem durch die Zunahme des Online-Handels und durch die damit verbundene zunehmende Zahl von Kleinlieferungen direkt zu den KundInnen verstärkt [4, 5].

2.1 Herausforderungen und Trends in der Citylogistik

Um die Verteilung von Gütern in Städten möglichst nachhaltig zu gestalten und die Lebensqualität im urbanen Raum dadurch so wenig wie möglich zu beeinträchtigen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Eine davon ist die Nutzung neuer Technologien. Dabei können einerseits technische Entwicklungen wie Niedrigemissionsfahrzeuge (Elektromobilität, Lastenräder), andererseits aber auch Drohnen und selbstfahrende Fahrzeuge in die Lieferkette integriert werden [2, 6].

Des Weiteren gilt es auch, die heutzutage zur Verfügung stehende Datenflut entsprechend nutzbar zu machen und damit in der Auslieferung beispielsweise auf das aktuelle Verkehrsgeschehen dynamisch reagieren, aber auch basierend auf derartigen Informationen zukünftiges Verhalten besser prognostizieren zu können [7].

Darüber hinaus ist es auch von Bedeutung, die Lieferketten selbst möglichst gut an die Herausforderungen der Citylogistik anzupassen. Dies impliziert einerseits eine verbesserte Routenplanung an sich, andererseits aber auch das Etablieren

neuer Belieferungskonzepte, die vermehrt auf Kooperationen setzen, aber auch darauf, Güter vorab besser zu konsolidieren, um weniger Fahrten im urbanen Bereich erforderlich zu machen [8].

2.2 Das Projekt CONCOORD

Mit den Chancen, die eine bessere Koordinierung und Konsolidierung im Güterverkehr für urbane Räume bieten können, hat sich das internationale JPI (Joint Programm Initiative Urban Europe)-Projekt CONCOORD (CONsolidation and COORDination in urban areas) 2013–2016 beschäftigt. Der österreichische Beitrag (WU Wien) wurde von der FFG gefördert (FFG-Projektnummer 839739). An diesem Projekt waren Partner aus Dänemark, der Türkei und den Niederlanden beteiligt. Im Rahmen des Projekts wurden von den beteiligten Universitäten in Zusammenarbeit mit mehreren Unternehmen verschiedene Probleme der urbanen Belieferung aufgegriffen und Lösungskonzepte dafür erstellt. Themen, die dabei behandelt wurden, waren z.B. die Schwierigkeiten der Belieferung von Kleingeschäften in Städten sowie die Kostenaufteilung im Falle der Kooperation.

Ein fundamentaler Aspekt war die Lösung von Optimierungsproblemen. So wurde z.B. zur Einbindung von Lastenrädern in der urbanen Lieferkette ein zweistufiges System untersucht, das diese emissionsfreie Art des Transports im Stadtzentrum mit Klein-Lkw außerhalb kombiniert. KundInnen im Stadtzentrum werden von Lastenrädern beliefert, während die KundInnen außerhalb des Zentrums ihre Waren von Klein-Lkw beziehen. Die Lastenräder beziehen die Waren direkt von den Lieferwagen, ohne dass eine Lagermöglichkeit notwendig ist. Dazu müssen sie sich direkt – zeitlich und örtlich synchronisiert – an einem der möglichen Umladepunkte treffen.

Zur Lösung dieses komplexen Optimierungsproblems wurde eine Metaheuristik entwickelt und an verschiedenen Instanzen mit unterschiedlichen Einsatzszenarien getestet. Dabei hat sich herausgestellt, dass vor allem bei hoher Dichte von KundInnen, die mit dem Lastenrad beliefert werden können, ein derartiges Konzept Sinn macht [9]. In der realen Belieferung kommt es oft zu verschiedenen Unsicherheiten, wie z.B. in Bezug auf die Fahrzeiten. Eine Verspätung kann Auswirkungen auf das gesamte System haben. Dieser Aspekt wird noch zusätzlich durch die Synchronisierung der beiden Belieferungsebenen verstärkt. Im Projekt wurde untersucht, welche Erkenntnisse sich daraus ziehen lassen, wenn eine deterministische Lösung in einem stochastischen Umfeld

angewandt wird. Dafür wurden verschiedene Szenarien generiert und die deterministische Lösung evaluiert [10]. Außerdem wurde noch untersucht, welche Auswirkungen die Einbindung von ökologischen und sozialen Kosten hat, wenn nicht von vornherein festgelegt ist, ob die KundInnen von einem Lieferwagen oder einem Lastenrad beliefert werden, sondern diese Entscheidung erst im Zuge der Optimierung getroffen wird [11].

Einen wichtigen Teil des Projektes stellte die Zusammenarbeit mit Unternehmen dar. Als Beispiel dafür wird die Zusammenarbeit mit „Binnenstadservice“, einem Stadtlogistikzentrum, das am Stadtrand in diversen Städten in den Niederlanden angesiedelt ist, vorgestellt. Die Möglichkeiten, die solche urbanen Konsolidierungszentren (UCC) im Rahmen der Citylogistik bieten können, wurden analysiert. Dabei wurden auch konkrete Beispiele in Europa herangezogen, um zu ermitteln, welche Faktoren zum Erfolg solcher Zentren beitragen und was das längerfristige Fortbestehen negativ beeinflussen kann. Auch die gesetzlichen Faktoren von UCCs spielen eine wichtige Rolle. Ein Überblick darüber, wie sich der vertragliche Rahmen der Lieferketten auf das Funktionieren von UCCs auswirkt, wurde geboten. Mehrere Optionen, die UCCs helfen können, eine „Vertragslücke“ zwischen UCCs und anderen Supply-Chain-Partnern zu überwinden, wurden ebenfalls untersucht [12].

Die von allen universitären Projektpartnern gemeinschaftlich erstellte Wiki-Seite bietet verschiedenste Informationen zum Thema Citylogistik, die von allgemeinen Begriffserklärungen bis zur Theorie von Modellierungsmöglichkeiten reichen [13].

3 Intermodaler Transport

Die Auswirkungen von Transportaktivitäten auf die Umwelt und auf die Herausforderung der rechtzeitige Lieferung der Güter betreffen nicht nur den urbanen Verkehr, sondern auch den Fernverkehr, der für den Transport der Rohstoffe und Produkte zwischen den einzelnen Akteuren der Supply Chain verwendet wird. Diese Transporte werden innerhalb der EU zu 75% im Straßenverkehr durchgeführt, der wegen des dichten Straßennetzes und der Möglichkeit der Haus-zu-Haus-Verkehre als schneller und flexibler Verkehrsträger betrachtet werden kann [14, 15]. Die steigenden Gütertransportvolumen und auch der wachsende individuelle Personenverkehr führen aber immer öfter

dazu, dass es zu Verkehrsbehinderungen (z.B. wegen Stau oder Unfall) und somit zu einer verspäteten Lieferung der Güter kommt. Diese Verspätungen können einen negativen Einfluss auf die Produktion (z.B. bei Just-in-Time-Lieferungen) oder auf die KundInnenzufriedenheit haben [16]. Deswegen suchen Transportplaner nach Alternativen und innovativen Planungsmethoden, um diese negativen Auswirkungen zu reduzieren.

Eine der möglichen Alternativen stellt der intermodale Transport dar, bei dem die Güter in einer standardisierten Ladeinheit (z.B. Container) mit mindestens zwei Verkehrsträgern transportiert werden. Somit kann die Flexibilität des Straßenverkehrs bei der Abholung und Zustellung der Güter im ersten und letzten Abschnitt der Transportkette mit den niedrigeren Transportkosten und CO₂-Emissionen der anderen Verkehrsträger (z.B. Zug oder Schiff) im Hauptlauf kombiniert werden [17]. Obwohl diese Transportart die Vorteile der einzelnen Verkehrsträger verbindet, ist der Anteil des intermodalen Verkehrs am gesamten Güterverkehrsaufkommen relativ niedrig [18], was durch mehrere Herausforderungen erklärt werden kann, die bei der intermodalen Transportplanung bewältigt werden müssen.

3.1 Herausforderungen bei der intermodalen Transportplanung

Im Vergleich zum unimodalen Transport der Güter per Lkw zeichnet sich der intermodale Transport durch eine erhöhte Komplexität aus, da die verschiedenen Akteure, die an der Transportkette teilnehmen (z.B. die Terminalbetreiber oder Transportdienstleister), koordiniert werden müssen. Dabei ist es wichtig, die Eigenschaften der einzelnen Verkehrsträger zu berücksichtigen, da die Züge und Schiffe normalerweise nach festen Fahrplänen fahren, während bei Lkw flexible Abfahrtszeiten möglich sind. Außerdem haben die einzelnen Fahrzeuge unterschiedliche Kapazitäten, was auch einen Einfluss auf die Dauer der Be- und Entladungsvorgänge hat [19]. Deswegen ist es notwendig, entsprechende Planungsalgorithmen zu entwickeln, die den TransportplanerInnen helfen, alle genannten Faktoren bei der Planung zu berücksichtigen.

Bei der Transportplanung und -durchführung wird spezielle Software – die Transportmanagementsysteme (TMS) – verwendet, die die Entscheidung über die optimalen Routen unterstützen sollten [20]. Eine aktuelle Übersicht über diese Systeme hat aber gezeigt, dass die meisten verfügbaren TMS auf den Straßenverkehr konzentriert sind und die intermodale Alternative nicht

ausreichend unterstützen. Außerdem werden bei der Routenoptimierung nur ökonomische Kriterien wie Kosten oder Zeit berücksichtigt, nicht aber die CO₂-Emissionen, die nur nachträglich für die optimale Route berechnet werden [21]. Andere Kriterien, die von Transportplanern gewünscht sind, wie z.B. Sicherheit, Flexibilität oder Zuverlässigkeit, werden ebenfalls nicht abgedeckt [22, 23].

Die Zuverlässigkeit der Transportzeiten ist ein wichtiger Faktor bei der intermodalen Transportplanung, da es durch unerwartete Verspätungen passieren kann, dass die Transportpläne nicht mehr eingehalten werden können. Wenn nämlich ein Fahrzeug verspätet ist, kann es passieren, dass die Container zu spät zum Terminal geliefert werden, sodass die nächste geplante Verbindung nicht mehr erreicht werden kann. Dies gilt insbesondere für Züge und Schiffe, die nach festen Fahrplänen fahren und auf verspätete Lieferungen nicht warten können. Somit kann der ursprüngliche Plan nicht eingehalten werden, und es ist eine Umplanung nötig, die den Planungsaufwand weiter erhöht. Um die Umplanungen möglichst zu vermeiden, sollten mögliche Abweichungen von geplanten Transportzeiten beim ursprünglichen Plan berücksichtigt werden.

Wie schon erwähnt, wird der ökologische Aspekt bei der Routenplanung in TMS eher vernachlässigt [21], obwohl dieses Thema in der aktuellen Literatur breit diskutiert wird [24, 25]. Als Gründe dafür können die komplexe Berechnung der Emissionen, die Diskussion über den Umfang der Emissionen, die berücksichtigt werden sollen, sowie die niedrigen Preise für Emissionszertifikate genannt werden, wodurch der Einfluss der Emissionen auf das Ergebnis sehr gering ist [26]. Trotz dieser Probleme sollten aber auch die ökologischen Aspekte des Transports bei der Planung beachtet werden, damit die negativen Auswirkungen der Transportaktivitäten auf die Umwelt minimiert werden.

3.2 GET-Serviceprojekt

Mit dem Ziel, eine effiziente intermodale Transportplanung zu ermöglichen, die die beschriebenen Herausforderungen einbezieht, wurde in den Jahren 2012–2015 das GET-Serviceprojekt (GET für Green European Transport) im Rahmen des EU-FP7-Programms durchgeführt [27]. Dabei wurde in Kooperation mit Partnern aus Deutschland, den Niederlanden, Griechenland und der Schweiz eine Serviceplattform entwickelt, die die Transportplanung unterstützt, die Transportdurchführung überwacht und anhand von Informationen über die aktuelle Verkehrssituation Störungen möglichst früh erkennt, um die

Verspätungen zu minimieren. Die WU Wien hat mit der TU Eindhoven vor allem bei der Entwicklung der Planungsalgorithmen sowohl für die Planung vor dem Transportbeginn als auch für die nötige Umplanung bei einer Störung zusammengearbeitet.

Als Ergebnis der Zusammenarbeit wurde ein Planungsmodell entwickelt, das die Berechnung der optimalen Routen für verschiedene KundInnenaufträge im vorgegebenen intermodalen Netzwerk ermöglicht. Als Grundlage für das Modell wurde das „Service Network Design“-Konzept gewählt, bei dem die unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Verkehrsträger gut abgebildet werden können. Das Modell kombiniert die ökonomischen und ökologischen Ziele, indem die Pläne nach Kosten, Zeit und CO₂-Emissionen optimiert werden können, wobei die Gewichtung der einzelnen Ziele frei gewählt werden kann [28]. Für die Berechnung der Emissionen wurden verkehrsträgerspezifische Methoden verwendet, da die möglichst genaue Berechnung der Emissionen auch ein Ziel des Projekts war [29]. Ein wichtiger Aspekt des Planungsmodells ist auch die Einbeziehung der Unsicherheit der Transportzeiten, die in Form einer Transportzeitverteilung ins Modell integriert wurden, sodass kürzere häufige Verspätungen (z.B. wiederkehrender Stau) bereits bei der Planung berücksichtigt werden und die Umplanung erst bei langen, unerwarteten Störungen (z.B. Autobahnsperre wegen Lawine) nötig ist. Als Weiterentwicklung wurde das Optimierungsmodell mit einem Simulationsmodell kombiniert, das eine genauere Modellierung der Unsicherheiten durch verschiedene Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Szenarien ermöglicht, sodass die Zuverlässigkeit der Routen besser getestet werden kann und mögliche Störungen schon bei der Planung entdeckt werden können [30]. Außer der Unsicherheit bei Transportzeiten können auch eine unsichere Nachfrage bzw. andere Faktoren ins Modell integriert werden.

Für die Umplanung der Routen im Falle einer Störung während der Transportdurchführung wurde ein Konzept entwickelt, das eine schnelle Reaktion auf die entstandene Situation ermöglicht. Dabei wird bei Erhalt einer Störungsmeldung zuerst überprüft, ob der ursprüngliche Plan eingehalten werden kann. Falls dies nicht der Fall ist und eine Umplanung nötig ist, soll möglichst schnell ein neuer Plan erstellt werden, damit die Fahrzeuge gestoppt oder umgeleitet werden können, bevor sie im Stau vor dem gesperrten Abschnitt stehen [31].

Die genannten Planungsmodelle wurden auf verschiedenen Netzwerken getestet, die Lkw-, Zug- und Binnenschiffverbindungen beinhaltet haben. Dabei wurde bewiesen, dass sie in relativ kurzer Zeit zuverlässige Transportpläne liefern können [28, 30].

4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wurde die Notwendigkeit der verbesserten Gestaltung von Logistiksystemen dargelegt, es wurden mögliche Ansätze in den Bereichen der Citylogistik sowie des intermodalen Transports vorgestellt und Projekte aus diesen Bereichen präsentiert. Hierbei wurde ein spezieller Fokus auf die Rolle quantitativer Methoden gelegt.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Forschungsprojekte ist eine verstärkte zukünftige Forschung im Bereich des Einflusses von Standards und Technologien sowie der gesetzlichen Rahmenbedingungen auf den Erfolg von neuen Logistikkonzepten notwendig. Auch Faktoren und Incentivierungssysteme, die die Etablierung von Kooperations- und Koordinationsmodellen erleichtern, sowie Governance-Modelle haben große Bedeutung. Im Bereich der quantitativen Modellierung sind neue Modelle, die stochastische und dynamische Einflüsse einbeziehen, wichtig.

5 Literatur

- [1] A. McKinnon, M. Browne, A. Whiteing und P. Maja, *Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics*, 2015.
- [2] M. Savelsbergh und T. van Woensel, „50th Anniversary Invited Article—City Logistics,“ *Transportation Science*, Bd. 50, Nr. 2, p. 579–590, 2016.
- [3] E. Taniguchi und R. G. Thompson, Hrsg., *City logistics*, Boca Raton, FL: CRC Press, 2015, p. 210.
- [4] *Ecommerce Foundation, Global B2C E-commerce Report 2016*, Ecommerce Foundation, Hrsg., Amsterdam, p. 109.
- [5] *United Nations DESA, World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, Hrsg., New York, p. 517.
- [6] V. Ehrlert und P. Hebes, „Electromobility for City Logistics—The Solution to Urban Transport Collapse?,“ *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Bd. 48, p. 786–795, 2012.

- [7] M. E. Porter und J. E. Heppelmann, „How smart, connected products are transforming competition,“ *Harvard Business Review*, Bd. 92, Nr. 11, p. 64–88, 2014.
- [8] H. Quak und L. Tavasszy, „Customized Solutions for Sustainable City Logistics,“ in *Transitions Towards Sustainable Mobility: New Solutions and Approaches for Sustainable Transport Systems*, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, 2011, p. 213–233.
- [9] A. Anderluh, V. C. Hemmelmayr und P. C. Nolz, „Synchronizing vans and cargo bikes in a city distribution network,“ *CENTRAL EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONS RESEARCH*, Nr. 25(2), p. 345–376, 2017.
- [10] A. Anderluh, R. Larsen, V. C. Hemmelmayr und P. C. Nolz, *About the Performance of a Vehicle Routing Problem with Synchronization under Time Uncertainties*, Working Paper, 2017.
- [11] A. Anderluh, T. Crainic, V. C. Hemmelmayr und P. C. Nolz, „Bimodal synchronized transportation for inner city freight deliveries,“ in *EURO*, Glasgow, 2015.
- [12] C. M. J. Ruhnke, „Factors of success and failure of urban consolidation centres,“ WU, Wien, 2016.
- [13] Smart Logistics Lab, „Wiki4City,“ 2014. [Online]. Available: http://wiki4city.ieis.tue.nl/index.php?title=Main_Page. [Zugriff am 7 8 2017].
- [14] Eurostat, „Freight transport statistics - modal split,“ 2016. Available: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Freight_transport_statistics_-_modal_split [Zugriff am 16.8.2017]
- [15] S. Chopra und P. Meindl, *Supply Chain Management: strategy, planning and operation*, Pearson Education, 2010.
- [16] E. Kommission, „Measuring road congestion,“ 2012. Available: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC69961/congestion%20report%20final.pdf> [Zugriff am 16.8.2017]
- [17] E. C. o. M. o. Transport, „Terminologie des Kombinierten Verkehrs,“ 2001. Available: www.uirr.com/en/component/downloads/downloads/17.html [Zugriff am 17.8.2017]
- [18] Eurostat, „Freight transported in containers - statistics on unitisation,“ 2016. Available: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Freight_transport_in_containers_-_statistics_on_unitisation [Zugriff am 16.8.2017]
- [19] T. Bektas und T. G. Crainic, „A brief overview of intermodal transportation,“ *Interuniversity Research Centre on Enterprise Networks, Logistics and Transportation*, 2007.
- [20] T. Seiler, *Operative Transportation Planning: Solutions in Consumer Goods Supply Chain*, Heidelberg: Physica-Verlag, 2012.
- [21] E. Demir, T. Van Woensel, S. Bharatheesha, W. Burgholzer, B. Christian, W. Jammernegg, M. Schygulla und A. C. Ernst, „GET Service - Deliverable 5.1: A review of transportation planning tools,“ 2013 Available: http://getservice-project.eu/Documents2/GET%20Service%20D5_1%20A%20Review%20of%20Transportation%20Planning%20Tools.pdf [Zugriff am 17.8.2017].

- [22] B. Vannieuwenhuysse, L. Gelders und L. Pintelon, „An online decision support system for transportation mode choice,“ *Logistics Information Management*, pp. 125-133, 2003.
- [23] B. Grue und J. Ludvigsen, „Decision factors underlying transport mode choice in European freight transport,“ *Institute of Economics*, Oslo, 2006.
- [24] R. Dekker, J. Bloemhof und I. Mallidis, „Operations research for green logistics - an overview of aspects, issues, contributions and challenges,“ *European Journal of Operational Research*, pp. 671-679, 2012.
- [25] E. Demir, T. Bektas und G. Laporte, „A review of recent research on green road freight transportation,“ *European Journal of Operational Research*, pp. 775-793, 2014.
- [26] K. Hoen, T. Tan, J. Fransoo und G. Van Houtum, „Effect of carbon emission regulations on transport mode selection under stochastic demand,“ *Flexible Services and Manufacturing*, pp. 170-195, 2014.
- [27] G. Service, „GET Service: Efficient Transportation Planning and Execution,“ 2012. Available: <http://getservice-project.eu/> [Zugriff am 18.8.2017]
- [28] E. Demir, W. Burgholzer, M. Hrusovsky, E. Arikan, W. Jammerneegg und T. Van Woensel, „A Green Intermodal Service Network Design Problem with Travel Time Uncertainty,“ *Transportation Research part B: Methodological*, pp. 789-816, 209.
- [29] M. Hrusovsky, P. Rogetzer, W. Jammerneegg, S. Treitl, R. Ettinger, J. Schmiele und E. Demir, „GET Service - Deliverable D1.3: CO2 Calculation methodology,“ 2013. Available: http://getservice-project.eu/Documents2/GET%20Service%20D1_3%20CO2%20Calculation%20Methodology.pdf [Zugriff am 18.8.2017]
- [30] M. Hrusovsky, E. Demir, W. Jammerneegg und T. Van Woensel, „Hybrid simulation and optimization approach for green intermodal transportation problem with travel time uncertainty,“ *Flexible Manufacturing and Services*, 2016.
- [31] E. Demir, T. Van Woensel, W. Burgholzer, N. Czapla, M. Hrusovsky und W. Jammerneegg, „GET Service - Deliverable 5.3: Real-time Planning Algorithms,“ 2015. Available: http://getservice-project.eu/Documents2/GET_Service_D5_3_Real-time_Planning_Algorithms.pdf [Zugriff am 16.8.2017]
- [32] M. Šimenc, „Cost allocation between customers in less-than-truckload transportation,“ *WU*, Wien, 2014.
- [33] E. Ivanova, „Challenges, opportunities and logistics practices of delivering to high frequency stores,“ *WU*, Wien.