

Uwe Clausen  
Carina Thaller *Hrsg.*

# Wirtschaftsverkehr 2013

Datenerfassung und verkehrsträgerübergreifende Modellierung des Güterverkehrs als Entscheidungsgrundlage für die Verkehrspolitik



 Springer Vieweg

---

# Wirtschaftsverkehr 2013

---

Uwe Clausen • Carina Thaller (Hrsg.)

# Wirtschaftsverkehr 2013

Datenerfassung und verkehrsträgerübergreifende Modellierung des Güterverkehrs als Entscheidungsgrundlage für die Verkehrspolitik

*Herausgeber*  
Uwe Clausen  
Carina Thaller

Institut für Transportlogistik  
Technische Universität Dortmund  
Dortmund, Deutschland

ISBN 978-3-642-37600-9  
DOI 10.1007/978-3-642-37601-6

ISBN 978-3-642-37601-6 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.  
[www.springer-vieweg.de](http://www.springer-vieweg.de)

## Vorwort

Unter Wirtschaftsverkehr werden „alle ökonomiebasierten Verkehre [...], die durch den Transport von Menschen in Ausübung ihres Berufes (Personenwirtschaftsverkehr) sowie durch den Transport von Gütern und Waren (Güterverkehr) entstehen [, verstanden]. Dazu zählen sowohl Personenverkehre und Gütertransporte zwischen Unternehmen, als auch die Dienstleistungsfahrt oder der Transport von Waren bis zum (End-)Kunden, einschließlich der Entsorgung.“ (Flämig 2007<sup>1</sup>) Arndt (2012)<sup>2</sup> definiert den Begriff Güterwirtschaftsverkehr explizit als Anlieferung und Abtransport von Waren zu kommerziellen Zwecken. Dabei grenzt er den privaten Güterverkehr klar davon ab. Der Personenwirtschaftsverkehr umfasst nur Geschäftsreisen und Dienstleistungsfahrten, die bei der Berufsausübung getätigt werden. Die Fahrten zum und vom Arbeitsplatz bei Berufspendlern zählen dagegen nicht dazu.

Insbesondere der Güterverkehr als Teil des Wirtschaftsverkehrs gehört zu den wachstumsstärksten Sektoren des Verkehrs. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (2013)<sup>3</sup> betrug die Verkehrsleistung im Güterverkehr in Deutschland im Jahr 2011 rund 630 Mrd. tkm. Aktuelle Prognosen gehen von einem Anstieg von 40 % der Güterverkehrsleistung bis 2025 aus (Drewitz u. Rommerskirchen 2012<sup>4</sup>). Gerade in und zwischen den Städten wird ein Wachstum des Güterverkehrs erwartet. Der Wirtschaftsverkehr steht dabei im Zielkonflikt zwischen unterschiedlichen Interessensgruppen. Zum einen verfolgen ökonomische Akteure das Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit, wirtschaftliche Prosperität und Entwicklung ihrer Unternehmen zu gewährleisten. In diesem Rahmen stellt der Güterverkehr die Versorgung dieser Akteure und die Möglichkeit zur Ausübung vieler Dienstleistungen und geschäftlicher Tätigkeiten sicher. Zum anderen ist der Wirtschaftsverkehr jedoch Verursacher negativer Auswirkungen auf die Umwelt und gefährdet durch externe Effekte (u.a. Abgas- und Feinstaubbelastung, Lärmemissionen, Beeinträchtigung anderer Verkehrsteilnehmer, Unfälle sowie Infrastrukturabnutzung)

---

<sup>1</sup> Flämig H (2007) Wirtschaftsverkehrssysteme in Verdichtungsräumen: Eine Bilanz integrierter Planung. In: Nobis C, Lenz B (eds) Wirtschaftsverkehr: Alles in Bewegung?, Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung 14:61 – 78

<sup>2</sup> Arndt W-H (2012) Development of urban commercial transport and challenges for the urban transportation planning. In: International Conference on Commercial/Goods Transport in Urban Areas. Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin

<sup>3</sup> Statistisches Bundesamt (2013) Verkehrsleistung – Güterbeförderung. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Gueterverkehr/Tabellen/Gueterbefoerderung.html>. Stand 12 Mar 2013

<sup>4</sup> Drewitz M, Rommerskirchen S (2012) Euphorie weicht Ermüchterung. Aktuelle World Transport Reports von ProgTrans deuten auf langsames Wachstum hin. DVZ 124: 11

die Lebensqualität sowohl in Städten als auch im ländlichen Raum. Der Wirtschaftsverkehr hat also nicht nur Auswirkungen auf die Ökologie und das Landschaftsbild, sondern wirkt sich zudem auch negativ auf die Gesellschaft aus. In diesem Zuge werden Akteure aus Politik, Verwaltung und fachübergreifender Planung sowie Unternehmen und Logistikdienstleister, ferner Interessensverbände und Bevölkerung in vielschichtiger Form von dieser Thematik tangiert. Der Wirtschaftsverkehr ist dabei für die Interessensgruppen auf allen räumlichen Ebenen, ob national, regional oder kommunal, von Belang. Das Objekt Wirtschaftsverkehr ist somit einerseits Verknüpfungsglied zwischen den unterschiedlichen Sektoren und besitzt eine Kooperationsfunktion. Andererseits birgt der Wirtschaftsverkehr ein nicht unerhebliches Konfliktpotential.

Nach Arndt (2012) kann die öffentliche Hand zwar auf ein umfangreiches Spektrum an verkehrspolitischen Maßnahmen zurückgreifen, verfügt jedoch derzeit über keine allgemein gültigen Instrumentarien. Um die erwarteten Auswirkungen der Maßnahmen abschätzen zu können, können Verkehrsmodelle als Basis zur Entscheidungsfindung für Planungsprozesse einen essentiellen Beitrag leisten. Auch wenn Wirtschaftsverkehrsmodelle zur Simulation und Beurteilung von Maßnahmen herangezogen werden, ist es nach Tavasszy et al. (2012)<sup>5</sup> in der Wirtschaftsverkehrsmodellierung bisher noch nicht gelungen, ein Instrument zu entwickeln, das integriert die funktionalen Verhaltensweisen und Interdependenzen der Subsysteme abbildet und eine transparente und detaillierte Struktur zur Identifizierung dieser Wirkungszusammenhänge bietet. De Jong (2004)<sup>6</sup> empfiehlt daher, Modelle zu konzipieren, die wertvolle Prognosen zur Wirkungsabschätzung der gewählten Maßnahmen abgeben und dadurch als Grundlage für politische Entscheidungen dienen. Dabei soll nicht nur der Erklärungsgrad, sondern auch die Prognosegenauigkeit der Wirtschaftsverkehrsmodelle erhöht werden. Zudem soll die Güte und Aussagekraft der Wirkungsanalyse verbessert werden.

Wirtschaftsverkehre wurden bisher unzureichend in der Verkehrsplanungspraxis sowie in der Verkehrsmodellierung berücksichtigt. Dies liegt zum Teil daran, dass die bestehenden amtlichen und nichtamtlichen Statistiken eine lückenhafte Grundlage darstellen. Daher beschäftigen sich Beiträge in dieser Veröffentlichung mit der Datengewinnung von Wirtschaftsverkehren. Sie bieten die Basis für die Erweiterung der bisherigen Modellierungsansätze. Neben konkreten Hinweisen zur Entwicklung werden im Folgenden zudem neue Modellierungsansätze präsentiert und diskutiert. Diese Wirtschaftsverkehrsmodelle sollen der Verkehrspolitik und der Verkehrsplanung zur Verfügung gestellt werden. Die Problematik liegt in diesem Fall darin, dass Akteure aus der verkehrsplanerischen Praxis keinen umfassenden Überblick über Wirtschaftsverkehrsmodelle haben. Da der Wirtschafts-

---

<sup>5</sup> Tavasszy L A, Halim R A, Seck M D (2012) Modeling the Global Freight Transportation System: A Multi-Level Modeling Perspective. In: Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference, Berlin

<sup>6</sup> De Jong G, et al (2004) National and International Freight Transport Models. An Overview and Ideas for Future Development. *Transport Reviews* 24: 103 – 124

verkehr aber vermehrt Berücksichtigung in der Planungspraxis finden muss, muss ein Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen Akteuren aus der Praxis und der Wissenschaft erfolgen.

In diesem Buch wird ein aktueller Stand der Forschung im Bereich Wirtschaftsverkehr und Wirtschaftsverkehrsmodellierung gegeben, in dem Forscher und Praktiker aus ihren verschiedenen Disziplinen und Blickwinkeln die zukünftigen Herausforderungen für den Wirtschaftsverkehr konkret formulieren.

In den politischen und ökonomischen Entscheidungsprozessen muss der Wirtschaftsverkehr einen hohen Stellenwert einnehmen und in der Wissenschaft muss es Ziel sein, ihn möglichst realitätsnah durch Modelle und Szenarien abzubilden.

Der Fokus der vorliegenden Proceedings liegt insbesondere auf aktuellen Forschungsansätzen, die sich mit der Datengenerierung von Wirtschaftsverkehren und der Bewertung der Datenqualität beschäftigen. Ein weiterer Schwerpunkt des Buches setzt sich mit der Modellentwicklung von Wirtschaftsverkehren sowie Strategien zur Verkehrssteuerung und -prognose im Hinblick auf die Entscheidungsfindung auseinander.

Das Buch richtet sich an Vertreter der Wissenschaft und Praxis aus den Disziplinen Logistik, Verkehrsforschung und Raumplanung, die an wissenschaftlichen und praxisorientierten Forschungsansätzen interessiert sind.

Die Beiträge wurden im Rahmen eines Double-Blind-Review-Verfahrens von acht Professorinnen und Professoren, die den Programmausschuss der Fachtagung Wirtschaftsverkehr 2013 bilden, ausgewählt.

## Danksagung

Wir bedanken uns bei den mitwirkenden Mitgliedern des Programmausschusses, die als Evaluatoren im Rahmen des Double-Blind-Review-Verfahrens die vorliegenden Artikel auf ihre wissenschaftliche Qualität und Originalität hin überprüft und bewertet haben.

Die folgenden Wissenschaftler waren maßgeblich an der Auswahl der folgenden Beiträge beteiligt:

- Prof. Dr.-Ing. H. Flämig, Hamburg
- Prof. Dr.-Ing. C. Holz-Rau, Dortmund
- Prof. Dr.-Ing. B. Leerkamp, Wuppertal
- Prof. Dr. B. Lenz, Berlin
- Prof. Dr. W. Rothengatter, Karlsruhe
- Prof. Dr. techn. J. Schönharting, Essen
- Prof. Dr. rer. nat. M. Wermuth, Braunschweig

Ihnen und allen Autorinnen und Autoren gilt unser Dank.

Mit Ihrer Hilfe war es möglich, diese Veröffentlichung zu realisieren.

Dortmund, März 2013

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Dipl.-Geogr. Carina Thaller

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	<b>V</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>VIII</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Ermittlung von Wirkungen von IT-Anwendungen auf die Infrastrukturnutzung durch den Güterverkehr in der Schweiz 1</b>	
1.1 <i>Das Teilprojekt E im Forschungspaket Güterverkehr.....</i>	2
1.2 <i>Vorgehen.....</i>	2
1.3 <i>Treiber der Infrastrukturnutzung in der Schweiz .....</i>	3
1.4 <i>Prozessanalyse der Transportplanung und -durchführung.....</i>	4
1.5 <i>Entwicklungsbedarf.....</i>	12
1.6 <i>Schlussfolgerungen.....</i>	13
<i>Literaturverzeichnis.....</i>	15
<b>2 Synthese von Wirtschaftsstrukturen mit r88-Structurama .....</b>	<b>16</b>
2.1 <i>Veranlassung und Zielsetzung.....</i>	17
2.2 <i>Methode.....</i>	18
2.3 <i>Datenbasis.....</i>	20
2.3.1 <i>Vorliegende Wirtschaftsstrukturdaten.....</i>	20
2.3.2 <i>Sonstige Daten.....</i>	21
2.4 <i>Das Programm r88-Structurama.....</i>	21
2.5 <i>Ergebnisse.....</i>	23
2.5.1 <i>Statistische Parameter.....</i>	23
2.5.2 <i>Vollsynthetische Wirtschaftsstruktur .....</i>	25
2.6 <i>Diskussion.....</i>	29
2.7 <i>Schlussfolgerung und Ausblick.....</i>	30
<i>Literaturverzeichnis.....</i>	31

<b>3</b>	<b>Generierung der Nachfragestrukturen für die mikroskopische Simulation des städtischen Distributionsverkehrs im Lebensmittelhandel.....</b>	<b>32</b>
3.1	<i>Einleitung.....</i>	33
3.2	<i>Lebensmittelhandel in Deutschland.....</i>	34
3.3	<i>Nachfragestrukturen.....</i>	35
3.3.1	<i>Logistische Einrichtungen.....</i>	35
3.3.2	<i>Filialen.....</i>	37
3.3.3	<i>Relationen.....</i>	39
3.3.4	<i>Nachfragemengen.....</i>	40
3.3.5	<i>Filialbelieferungsmenge und -muster.....</i>	42
3.3.6	<i>Angebotsstrukturen.....</i>	43
3.4	<i>Zusammenfassung und Ausblick.....</i>	45
	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	48
<b>4</b>	<b>Charakterisierung logistischer Knoten mittels logistik-, verkehrs- und betriebspezifischer empirischer Daten .....</b>	<b>49</b>
4.1	<i>Zielstellung.....</i>	50
4.2	<i>Methodik.....</i>	51
4.3	<i>Ergebnisse der Datenanalyse.....</i>	54
4.3.1	<i>Deskriptive Analyse.....</i>	56
4.3.2	<i>Induktive Analyse.....</i>	60
4.3.3	<i>Clusteranalyse zur Ableitung einer Typologie logistischer Knoten.....</i>	62
4.4	<i>Schlussfolgerungen.....</i>	71
	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	73
<b>5</b>	<b>Bestehende Ansätze und Anforderungen zur Integration logistischer Knoten in der Nachfragemodellierung des Güterverkehrs .....</b>	<b>74</b>
5.1	<i>Motivation.....</i>	75
5.2	<i>Logistik und logistische Knoten im Güterverkehr.....</i>	75
5.3	<i>Modelle und Modellierung der Verkehrsnachfrage im Güterverkehr.....</i>	77
5.4	<i>Integration von Logistik und logistischen Knoten in der Nachfragemodellierung.....</i>	79
5.5	<i>Probleme und Anforderungen zur Integration logistischer Knoten.....</i>	84
5.6	<i>Zusammenfassung und Fazit.....</i>	86
	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	88

<b>6</b>	<b>Quid pro quo? – Entwicklung des Wirtschaftsverkehrs in Binnenhäfen in Abhängigkeit von alternativen Flächennutzungskonzepten.....</b>	<b>90</b>
6.1	<i>Problemstellung und Gang der Untersuchung.....</i>	91
6.2	<i>Instrumentarium der Nutzen-Kosten-Analyse.....</i>	93
6.2.1	Methodische Grundlagen.....	93
6.2.2	Definition der Alternativen.....	95
6.2.3	Nutzen- und Kostenkomponenten .....	95
6.3	<i>Beschäftigungseffekte .....</i>	97
6.3.1	Ermittlung von Beschäftigungseffekten.....	98
6.3.2	Integration von Beschäftigungseffekten in die Nutzen-Kosten-Analyse .....	102
6.4	<i>Fazit.....</i>	106
	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	107
<b>7</b>	<b>Güterverkehre des Handels: Eine Auswertung der KiD 2010 als Beitrag zur Güterverkehrssystemanalyse.....</b>	<b>110</b>
7.1	<i>Einführung.....</i>	111
7.2	<i>Fahrten und Touren im Güterverkehr des Handels.....</i>	112
7.2.1	Die KiD im Überblick und methodische Aspekte.....	112
7.2.2	Güterverkehre zwischen Stadt- und Gemeindetypen .....	113
7.2.3	Fahrweiten der Fahrzeuge im Güterverkehr .....	115
7.2.4	Quell- und Zieltypen im Güterverkehr .....	116
7.2.5	Auslastung der Fahrzeuge .....	117
7.2.6	Welche Eigenschaften haben die Touren?.....	118
7.2.7	Interaktion zwischen Wirtschaftszweigen und Quell- bzw. Zielorten mit der Zuordnung „Handel/Dienstleistung“ ..	120
7.3	<i>Zusammenfassung und Fazit.....</i>	122
	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	124
<b>8</b>	<b>Mind the Gap! Forschungsinteressen versus Rechtsprechung – Logistikmodelle, Wirtschaftsverkehrsmodelle und Lkw-Prognosen .....</b>	<b>125</b>
	<i>Vorbemerkung.....</i>	126
8.1	<i>Hintergrund.....</i>	126
8.2	<i>Problemlage.....</i>	127
8.2.1	Probleme aus nicht harmonisierten Verordnungen und Regelwerken .....	128
8.2.2	Herausforderungen, die sich aus den (nicht ?) verfügbaren Methoden ergeben .....	131
8.3	<i>Schlussfolgerungen.....</i>	132
	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	135

<b>9</b>	<b>Wechselbehälter als kombinierter Frachtraum und Energiespeicher für kleinvolumige Wirtschaftsverkehre in der City-Logistik.....</b>	<b>136</b>
9.1	<i>Einleitung.....</i>	137
9.2	<i>Das Wechselbehälterkonzept.....</i>	138
9.3	<i>Nutzung von Elektrofahrzeugen auf der letzten Meile.....</i>	141
9.4	<i>Nutzungsszenarien und aktuelle Forschungsarbeiten .....</i>	144
9.4.1	<i>Nutzungsaspekte.....</i>	144
9.4.2	<i>Umsetzung des Konzepts in aktuellen FuE-Projekten ...</i>	145
9.5	<i>Zusammenfassung und Ausblick.....</i>	145
	<i>Literaturverzeichnis .....</i>	148
<b>10</b>	<b>Innovationsbereitschaft von Fahrrad- und Autokurieren gegenüber Elektro-Lastenrädern – eine (ir)rationale Entscheidung? .....</b>	<b>149</b>
10.1	<i>Hintergrund.....</i>	150
10.1.1	<i>Verkehrsmittelwahl im Wirtschaftsverkehr - eine rein rationale Entscheidung? .....</i>	150
10.1.2	<i>Ein Pilotprojekt als Beispiel: Elektro-Lastenräder im Kurierdienst.....</i>	151
10.2	<i>Ziel der Untersuchung und Methodik .....</i>	152
10.2.1	<i>Fragestellungen .....</i>	152
10.2.2	<i>Untersuchung der monetären Entscheidungsparameter mithilfe einer TCO-Berechnung .....</i>	153
10.2.3	<i>Untersuchung der nicht-monetären Entscheidungsparameter mithilfe eines Logit-Modells..</i>	156
10.3	<i>Ergebnisse der Studie.....</i>	157
10.3.1	<i>Die Bedeutung finanzieller Argumente bei der Fahrzeugwahl.....</i>	157
10.3.2	<i>Innovationsbereitschaft von Kurieren .....</i>	158
10.4	<i>Verkehrsmittelwahl – eine komplexe Entscheidungsfindung ... .....</i>	162
10.5	<i>Limitationen und Ausblick .....</i>	163
	<i>Literaturverzeichnis .....</i>	165
	<b>Anhang .....</b>	<b>A</b>
	<b>Herausgeber .....</b>	<b>B</b>
	<i>Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen.....</i>	<i>B</i>
	<i>Dipl.-Geogr. Carina Thaller.....</i>	<i>C</i>
	<b>Verzeichnis der Autoren .....</b>	<b>D</b>

# 1 Ermittlung von Wirkungen von IT-Anwendungen auf die Infrastrukturnutzung durch den Güterverkehr in der Schweiz

**Dirk Bruckmann, Hermann Orth, Ulrich Weidmann**

Aufgrund des dynamischen Wachstums der Gütertransportströme sowohl im Straßen- als auch im Schienenverkehr steht die Schweiz vor der Herausforderung, das Verkehrsangebot den steigenden Anforderungen anzupassen. Da ein Infrastrukturausbau nur noch bedingt möglich ist, müssen andere Möglichkeiten zur Kapazitätserhöhung und Nutzungsoptimierung der Infrastruktur gefunden werden. Eine Option stellt dabei der verstärkte Einsatz von IT-Anwendungen zur Nutzungsoptimierung der vorhandenen Infrastruktur dar. Im Rahmen eines Projektes „Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransportwirtschaft“ hat das IVT diejenigen IT-Funktionalitäten zu ermittelt, bei denen eine besonders große Wirkung auf die Infrastrukturnutzung erzielt werden kann. Da zukünftige technologische Entwicklungen nur schwierig quantitativ abzubilden sind, wurde ein auf einer Prozessanalyse der Transportprozesse im Straßen-, Schienen- und kombinierten Güterverkehr basierender qualitativer Ansatz gewählt. So konnten die wirkungsvollsten Ansätze zur Optimierung der Infrastrukturnutzung durch IT-Einsatz identifiziert werden.

# 1 Ermittlung von Wirkungen von IT-Anwendungen auf die Infrastrukturnutzung durch den Güterverkehr in der Schweiz

Dirk Bruckmann, Hermann Orth, Ulrich Weidmann

## 1.1 Das Teilprojekt E im Forschungspaket Güterverkehr

Im April 2004 hat das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) das Forschungspaket (UVEK/ASTRA) „Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz“ mit insgesamt fünf Teilpaketen lanciert, die später auf acht Teilpakete erweitert wurden. Die Zielsetzung des gesamten Forschungspakets war dabei die Analyse von Maßnahmen, die geeignet sind, die wachsende Transportnachfrage bis 2030 nachhaltig zu befriedigen. Außerdem dient dieses Vorhaben zur Ermittlung von Handlungsoptionen, damit der Güterverkehr auch zukünftig seinen Beitrag zur Sicherung des Wirtschaftsstandortes Schweiz liefern kann.

Im hier vorgestellten Teilpaket E „Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransportwirtschaft“ waren die grundlegenden Anforderungen an eine zukünftige informationstechnische Infrastruktur zu ermitteln, die eine Optimierung und effizientere Nutzung der physischen Verkehrsinfrastruktur ermöglicht. Da in der Schweiz ein Infrastrukturausbau aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit und der hohen Kosten nur noch begrenzt möglich ist, müssen andere Möglichkeiten gefunden werden, um die erwarteten Mengenzunahmen auf dem Verkehrsnetz abzuwickeln. Eine Option stellt dabei der verstärkte Einsatz von IT-Anwendungen zur Nutzungsoptimierung der vorhandenen Infrastruktur dar, um durch eine Steuerung der Nachfrage und Optimierung der Transportmittelwahl und -auslastung auf der vorhandenen Infrastruktur grössere Verkehrsmengen zu bewältigen.

Ziel des Instituts für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich war daher diejenigen IT-Funktionalitäten zu ermitteln, bei denen eine besonders große Wirkung auf die Infrastrukturnutzung erzielt werden kann. Daher war es zunächst notwendig, nach dem aktuellen Stand der Forschung diese Funktionalitäten zu definieren, um daraus ein Weiterentwicklungspotential abzuleiten.

## 1.2 Vorgehen

Eine zunächst im Rahmen des Projektes vom Verkehrswissenschaftlichen Institut Stuttgart (VWI) und von der Beratergruppe Verkehr und Umwelt Freiburg (BVU) durchgeführte quantitative Analyse der Wirkungen und des Versuchs daraus Modal-Split-Funktionen von IT-Anwendungen abzuleiten zeigte, dass ein quantitativer Ansatz nicht zu den gewünschten, belastbaren Ergebnissen führt. Daher hat das Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme der ETH Zürich (IVT) sei-

ne Arbeiten auf einen rein qualitativen Ansatz gestützt. Dieser basiert auf einer Prozessanalyse der Transportprozesse im Straßen-, Schienen- und kombinierten Güterverkehr. Damit ist eine produktneutrale, abstrakte Betrachtung der Wirkungen von IT-Produkten auf die Infrastrukturnutzung möglich. Das Vorgehen erfolgte in fünf Schritten:

*Schritt 1:* Identifikation der Treiber der Infrastrukturnutzung, die bei der Charakterisierung der Transportnachfrage und bei der Transportdurchführung eine Wirkung auf den Bedarf an physischer Infrastruktur haben.

*Schritt 2:* Ermittlung der relevanten Prozesse bei der Transportdurchführung, die einen Einfluss auf die Treiber der Infrastrukturnutzung haben. Damit können Prozesse, die keinen Einfluss auf die Treiber der Infrastrukturnutzung haben, identifiziert und somit die für die weitere Analyse relevanten Prozesse per Ausschlussverfahren ermittelt werden.

*Schritt 3:* Ableitung der Funktionalitäten von IT-Systemen, die wiederum die relevanten Transportprozesse im Hinblick auf die Infrastrukturnutzung beeinflussen.

*Schritt 4:* Ableitung von Maßnahmen und der qualitativen Optimierungspotenziale, die durch den Einsatz der Funktionen bei der Infrastrukturnutzung erschlossen werden können.

*Schritt 5:* Vergleich der erforderlichen Funktionen mit den Funktionen von heute verfügbaren Softwareprodukten und Ableitung des Entwicklungsbedarfs im Softwarebereich. Auf dieser Grundlage können Entscheidungen zur Förderung und zu möglicherweise nötigen regulatorischen Randbedingungen für den Softwareeinsatz getroffen werden.

### 1.3 Treiber der Infrastrukturnutzung in der Schweiz

Die Kenntnis über die wesentlichen Treiber des Infrastrukturbedarfs bei Transportvorgängen bildet die Grundlage, um die infrastrukturelevanten Transportprozesse zu ermitteln und daraus geeignete IT-basierte Maßnahmen ableiten zu können. Als Treiber werden dabei diejenigen Einflussgrößen bezeichnet, über deren Veränderung sich der Infrastrukturbedarf eines Transportvorgangs beeinflussen lässt. Im Hinblick auf das Logistikkonzept wurden die Sendungsgröße und die Beladung als Treiber identifiziert, da diese den Infrastrukturbedarf über die Anzahl der Transportvorgänge und die Fahrzeugauslastung steuern. Die Verkehrsmittelwahl wird zum einen durch die Verkehrsart über die verwendete Infrastruktur (Straßennetz, Eisenbahnnetz oder Wasserstraßennetz) beeinflusst. Zum anderen bestimmt sie über die Fahrzeugparameter die Anforderungen an die Infrastruktur (zum Beispiel auf dem Straßennetz Lieferwagen vs. Lang-Lkw). Ein weiterer Treiber ist das Routing, das bei vorgegebenem Start- und Zielpunkt sowohl die Routenwahl als auch bei vorgegebenen Abhol- und Lieferzeiten die Verkehrszeiten bestimmt (siehe Abbildung 1.1).

Da die Untersuchung als Ziel hatte, durch den IT-Einsatz den Infrastrukturbedarf für eine gegebene Transportnachfrage zu reduzieren, wurde die Transportnachfrage in Form der zeitlichen Randbedingungen, der Transportmenge und der Transportdistanz als ein Treiber identifiziert, aber als Stellgröße für die Optimierung nicht weiter verfolgt.

Treiber der Infrastrukturnutzung		generelle Einflussfaktoren auf Treiber
Transportnachfrage	Abhol-/Lieferzeiten	Produktionszeiten, Kunden-/Lieferantenverträge
	Transportmenge	Konjunktur, Fertigungstiefe
	Transportdistanz	geographische Lage der Lieferanten und Kunden
Logistikkonzept	Sendungsgröße	Wert und Beschaffenheit des Transportguts, Produktions- und Lagerkonzept
	Beladung	
Verkehrsmittelwahl	Verkehrsart	Zuverlässigkeit, Kosten, Transportzeit, verfügbare Infrastruktur, Logistikkonzept, Vorschriften
	Fahrzeugparameter	
Routing	Routenwahl	Transportzeit, Kosten, Verkehrssteuerung, Vorschriften, Abhol-/Lieferzeiten
	Verkehrszeit	

Abb. 1.1 Treiber der Infrastrukturnutzung (Quelle: IVT)

### 1.4 Prozessanalyse der Transportplanung und -durchführung

Da zunächst alle Vorgänge bzw. Prozesse in der Transportplanung und -durchführung in Bezug auf eine Optimierung der Infrastrukturnutzung relevant sein können, wurde der typische Transportablauf generisch auf Prozessebene beschrieben, um die relevanten Prozesse zu identifizieren. Bereits auf einer hohen Aggregationsebene können so Aussagen getroffen werden, welche Prozesse über die entsprechenden Treiber Einfluss auf die Infrastrukturnutzung haben und daher genauer zu betrachten sind. Zudem werden Schnittstellen zwischen beteiligten Akteuren ersichtlich, welche die Ursache von unerwünschten Informationsbrüchen sein können.

Die Darstellung der Prozesse erfolgt mit der Modellierungssprache Business Process Modelling Notation (BPMN) (siehe Abbildung 1.2). Dabei wird die Abfolge der Prozesse über die Pfeile dargestellt. Die einzelnen Ebenen verdeutlichen, welcher der Akteure in der Transportkette den jeweiligen Prozess führt.

Auf dieser Grundlage wurde anschließend analysiert, wie sich die einzelnen Prozesse auf die Treiber der Infrastrukturnutzung auswirken. Dabei wurden zunächst diejenigen Prozesse ausgeschlossen, die keine Veränderungen bei den Treibern bewirken. So kann im Rahmen der Transportvorbereitung der Transporteur bei der Offerterstellung die Infrastrukturnutzung beeinflussen – je nachdem welche grundsätzlichen Varianten bei den Verkehrsmitteln (Bahn oder Straße) oder Fahrzeugarten (Lieferwagen oder Lastwagen) er für die konkrete Transportaufgabe offeriert. Auf der Verladeseite korreliert hiermit eng der Prozess der Transportanfrage bzw. Angebotsprüfung – hierüber steuert der Verloader die grundsätzlichen Transportoptionen und fällt im Rahmen der Angebotsprüfung die

Entscheidung für ein konkretes Transportmittel. Die diesen Prozessen nachgelagerte reine Transportbeauftragung wurde dann mangels Infrastrukturwirkung ausgeschlossen, da hier nur noch die vorhergehenden Entscheidungen formal umgesetzt werden.

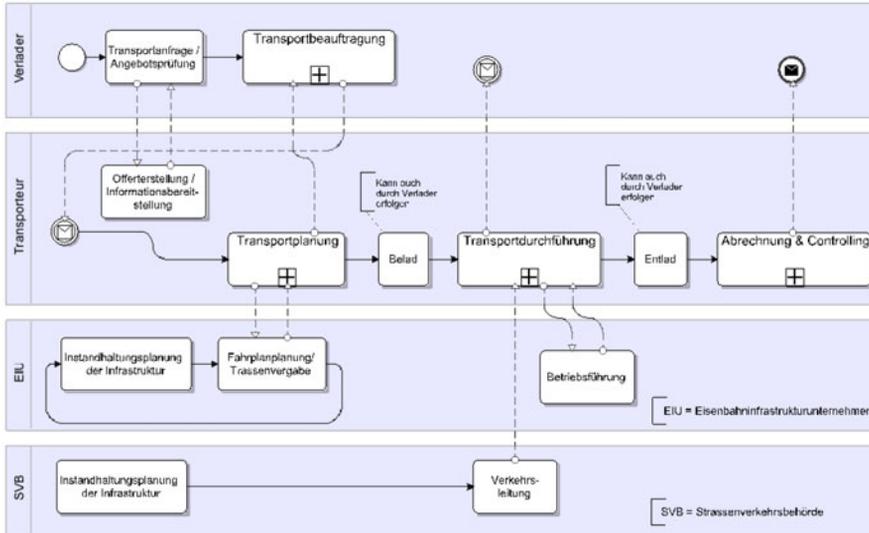


Abb. 1.2 Hauptprozesse in der Transportplanung und -durchführung (Quelle: IVT)

Eine Analyse sämtlicher Prozesse ermöglicht so, diejenigen Prozesse mit Wirkung auf die Treiber zu ermitteln und diese nach großer, mittlerer und geringer Wirkung zu differenzieren. (siehe Tabelle 1.1)

Tabelle 1.1 Wirkungen der Prozesse auf die Treiber der Infrastrukturnutzung

		Treiber						
		Logistik-konzept		Verkehrsmittel-wahl		Routing		
		Sendungs-größe	Beladung	Verkehrs-art	Fahrzeug-parameter	Routen-wahl	Verkehrs-zeit	
Akteure	Verlader	Transportanfrage/Angebotsprüfung			↗	↗	o	o
		Transportbeauftragung						
		↳ Erstellung Frachtbrief						
		↳ Übermittlung Transportauftrag/Frachtbrief						
	Transporteur	Offterstellung/Informationsbereitstellung			↗	↗	o	o
		Transportplanung						
		↳ Umlauf-/Tourenplanung			↗	↗	↑	↑
		↳ Disposition Personal			↗ <sup>1</sup>	o <sup>2</sup>		
		↳ Disposition Fahrzeuge			↗ <sup>1</sup>	o <sup>2</sup>	↗	
		↳ Fahrplanplanung/Trassenvergabe (EVU)			↗ <sup>1</sup>		↑ <sup>1</sup>	↑ <sup>1</sup>
		Belad	↗	↗				
		Transportdurchführung						
		↳ Physischer Transport			o		↗ <sup>2</sup>	↗ <sup>2</sup>
		↳ Transportsteuerung/-überwachung			o		↗ <sup>2</sup>	↗ <sup>2</sup>
		↳ Kundeninformation im Störfall			o			
		↳ Umlad des Transportgutes (kombinierter Verkehr)	↗	↗	↗	↗	↑	↗
		Entlad	o	o				
		Abrechnung & Controlling						
		↳ Rechnungsstellung und -versand						
		↳ Bearbeitung von Kundenreklamationen						
	↳ Kostenkontrolle							
	EIU	Fahrplanplanung/Trassenvergabe (EIU)			↗ <sup>1</sup>		↑ <sup>1</sup>	↑ <sup>1</sup>
		Betriebsführung (EIU)			↗ <sup>1</sup>		↑ <sup>1</sup>	↑ <sup>1</sup>
		Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (EIU)			↗ <sup>1</sup>		↑ <sup>1</sup>	↑ <sup>1</sup>
SVB	Verkehrsleitung (Straße)	o <sup>2</sup>	o <sup>2</sup>	o <sup>2</sup>	o <sup>2</sup>	o <sup>2</sup> /↑ <sup>3</sup>	o <sup>2</sup> /↑ <sup>3</sup>	
	Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (Straße)			o <sup>2</sup>		↗ <sup>2</sup>	↗ <sup>2</sup>	

EIU – Eisenbahninfrastrukturunternehmen  
 SVB – Straßenverkehrsbehörde

Wirkung der Funktion/des Prozesses

↑ Groß  
 ↗ Mittel  
 o Gering

<sup>1</sup> Schiene  
<sup>2</sup> Straße  
<sup>3</sup> bei verbindlicher Fahrzeuglenkung

Vielfach werden durch externe, nicht veränderbare Vorgaben die Abläufe in den Prozessen derart eingeschränkt, dass den prozessführenden Akteuren kein Spielraum mehr verbleibt, die Infrastrukturnutzung durch ihre Entscheidungen zu beeinflussen. Daher wurde analog - wie bei den Wirkungen - für jeden Prozess der Entscheidungsspielraum in groß, mittel und gering differenziert.

Der Zusammenzug der Prozesswirkungen sowie des Entscheidungsspielraums der Akteure ergibt den Einfluss eines Prozesses auf den Infrastrukturbedarf eines Transportes. Prozesse mit geringer Wirkung oder geringem Entscheidungsspielraum ergeben dann einen unbedeutenden Einfluss auf den Infrastrukturbedarf. Eine große Wirkung und ein großer Entscheidungsspielraum führen zu einem großen Einfluss. Die übrigen Fälle besitzen einen mittleren Einfluss. (siehe Tabelle 1.2)

**Tabelle 1.2** Ableitung des Einflusses der Prozesse aus dem Entscheidungsspielraum der Akteure

		Entscheidungsspielraum der Akteure		
		groß	mittel	gering
Wirkung auf die Treiber	groß	<i>Großer Einfluss</i>	<i>Mittlerer Einfluss</i>	<i>Unbedeutender Einfluss</i>
	mittel	<i>Mittlerer Einfluss</i>	<i>Mittlerer Einfluss</i>	<i>Unbedeutender Einfluss</i>
	gering	<i>Unbedeutender Einfluss</i>	<i>Unbedeutender Einfluss</i>	<i>Unbedeutender Einfluss</i>
	keine	<i>Unbedeutender Einfluss</i>	<i>Unbedeutender Einfluss</i>	<i>Unbedeutender Einfluss</i>