

Das Problem der Leerfahrten im Straßenverkehr – und Möglichkeiten zu deren Reduzierung

Prof. Dr. rer. pol. Stefanie Müller

Fakultät Betriebswirtschaft und
Wirtschaftsingenieurwesen
Speditions-, Transport-, Verkehrslogistik

Campus Gengenbach

Klosterstraße 14

77723 Gengenbach

Tel. 0 78 03 96 98-44 35

E-Mail: stefanie.mueller@fh-offenburg.de

1967: Geboren in Nürnberg

1986 – 1989: Ausbildung zur Speditionskauffrau

1989 – 2002: Verschiedene Tätigkeiten bei einer führenden deutschen Spedition (als Disponentin, Projektmanagerin, Abteilungsleiterin Großkundenbetreuung, Bereichsleiterin Customer Service)

1992 – 1997: Studium der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Erlangen-Nürnberg

2003 – 2004: Promotion an der Universität Erlangen-Nürnberg über Kundenservice bei großen industrialisierten Logistikdienstleistungs-Unternehmen

2004 – 2008: Tätigkeit als Senior Consultant bei der Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Technologien in der Logistikdienstleistungswirtschaft (ATL) in Nürnberg

2008: Berufung an die Hochschule Offenburg auf die Stiftungsprofessur „Speditions-, Transport-, Verkehrslogistik“ der Georg-und-Maria-Dietrich-Logistik-Stiftung



Forschungsgebiete: Management von Speditions- und Transportunternehmen, Performance Measurement in der Logistik, Anwendung modellbasierter Entscheidungsunterstützung in der Logistik

5.1 Das Problem der Leerfahrten im Straßenverkehr – und Möglichkeiten zu deren Reduzierung

Prof. Dr. rer. pol. Stefanie Müller

Der zunehmende Straßengüterverkehr und das Problem der Leerfahrten

Abstrakt

Der Straßengüterverkehr in Deutschland hat ein enormes Ausmaß angenommen: Mehr als 80 Prozent der gesamten volkswirtschaftsweiten Gütertonnage in Deutschland oder – in absoluten Zahlen – etwa drei Milliarden Tonnen Waren werden jährlich per Lkw transportiert. Entwicklungen wie die Tendenz vieler Unternehmen zu Outsourcing oder Offshoring, die europäische Integration und damit verbunden der zunehmende Transitverkehr in Deutschland sowie die Nutzung moderner logistischer Konzepte (Cross-Docking- und Hub-and-Spoke-Systeme) weisen darauf hin, dass die Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr noch deutlich zunehmen wird.

Gerade angesichts dieser Mengensituation wird der Straßengüterverkehr wegen seines Schadstoffausstoßes, der Lärmbe- lastigung und der Belastung des Ver- kehrswegenetzes immer wieder scharf kritisiert. Gleichzeitig wird von Politik und Öffentlichkeit eine umfassende Ver- lagerung von Gütertransporten von der Straße auf den umweltfreundlicheren Verkehrsträger Schiene gefordert.

Ein Mengenvergleich der Gütertrans-

porte auf Straße und Schiene zeigt je- doch, wie unrealistisch es wäre, merk- liche Verkehrszerrungen auf der Straße durch eine starke Verlagerung auf die Schiene zu erreichen: Während ca. 82 Prozent der Gesamttonnage in Deutschland auf der Straße transportiert wird, entfallen nur ca. 8 Prozent auf die Schiene. Würden demnach auch nur 5 Prozent des derzeitigen Straßengüterauf- kommens auf die Schiene verlagert, so würde sich deren Güteraufkommen um 50 Prozent erhöhen!

Damit soll keineswegs die Straßen- Schienen-Verlagerung an sich in Zweifel gezogen werden. Um aber zu einer Aus- gestaltung der Gütertransporte zu kom- men, die langfristig sowohl ökonomisch als auch ökologisch sinnvoll ist, gilt es auch nach Ansatzpunkten innerhalb des Verkehrsträgers Straße zu suchen, da wegen der deutlichen Dominanz des Straßengüterverkehrs in Deutschland die Einbeziehung anderer Verkehrsträger zwangsläufig nur begrenzte Wirkung hat.

Ein Ansatzpunkt von erheblichem Po- tenzial besteht immer noch in einer effi- zienteren Durchführung des Straßengü- terverkehrs durch eine verbesserte Auslastung der Lkw und durch Reduzie- rung der mit leeren Lkw durchgeführten, aus volkswirtschaftlicher Sicht nicht wertschöpfenden Fahrten. Würde man den gesamten Lkw-Verkehr auf deut- schen Straßen für einen Moment festhal- ten und zu diesem Zeitpunkt die Ausla- stungsgrade der Fahrzeuge – nach Volumen durch „Röntgen“ oder nach

Gewicht durch „Verwiegen“ – betrach- ten, so würde man, davon gehen Schät- zungen aus, weit mehr als 30 Prozent leere, nicht genutzte Kapazitäten vorfin- den. Daraus folgern nicht-fachkundige Bürger und Politiker, dass etwa jeder dritte Lkw eingespart werden könnte – ein Umstand, der Verkehrspolitiker und Umweltschützer auf den Plan ruft und sie die Restrukturierung der wirtschafts- weiten Logistiksysteme fordern lässt.

Leerfahrten – in Transportsystemen ein unvermeidbares Phänomen

Nun handelt es sich aber bei Leerfahrten um ein Phänomen, das jedem Transpor- tsystem inhärent ist und das sich nie voll- ständig vermeiden lassen. Die nachfolgende Betrachtung einer ty- pischen Transportsituation soll dies illus- trieren.

Ein im Raum Offenburg ansässiger Trans- portunternehmer hat die Beförderung einer Ladung nach Frankfurt/Main über- nommen. Nach Zustellung der Güter benötigt er nun eine Rückfracht von Frankfurt nach Offenburg. Ideal wäre es in dieser Situation, wenn der Empfänger in Frankfurt direkt die Rückbefrachtung des Lkw übernehmen würde.

Dies wird jedoch in unseren heutigen Logistiksystemen nur sehr selten der Fall sein: Die Empfänger von Waren sind oft- mals Lager- und Umschlagpunkte des Handels oder Industrieunternehmen, deren Ausgangslogistik hinsichtlich Zeit- und Mengenstrukturen völlig anders ge- artet ist als die Eingangslogistik. In der Regel wird also die Rückfracht für einen Lkw bei einem anderen Unternehmen

als dem Empfänger der Hinfracht aufgenommen, sodass eine bestimmte Zahl an (leeren) Fahrkilometern aufgewendet werden muss, um von der Entladestelle der Hinfracht zur Beladestelle der Rückfracht zu fahren.

In obigem Beispiel wird davon ausgegangen, dass der Lkw, der die eine Ladung in Frankfurt zugestellt hat, eine Rückladung nach Offenburg in Darmstadt aufnimmt. In diesem Beispiel stehen also, wie Abbildung 5.1-1 verdeutlicht, einem Streckenanteil von 391 Kilometern, die der Lkw voll ausgelastet zurücklegt, 34 Leerkilometer gegenüber.



Abb. 5.1-1: Last- und Leerkilometer im Straßengüterverkehr (Beispiel)

Diese noch vergleichsweise günstige Konstellation kann sich durch mehrere Umstände verschlechtern und so zu einem höheren Anteil an Leerkilometern führen:

- Für den in obigem Beispiel dargestellten Lkw findet sich keine Rückladung nach Offenburg, sondern nur bis Karlsruhe und/oder
- die für die Rückbefrachtung vorgesehene Ladung lastet den Lkw nicht vollständig, sondern nur teilweise aus.

Mit den auf diese Weise anfallenden Leerkilometern und Auslastungsdefiziten sind nicht nur zusätzliche Belastungen für Verkehrslage und Umwelt verbunden, sondern auch wirtschaftliche Konsequenzen für den Transportunternehmer: Da er von seinen Auftraggebern üblicherweise nur für diejenigen Strecken entlohnt wird, auf denen er Ladung transportiert (Lastkilometer), verursachen ihm die Leerkilometer Kosten, denen keine Umsätze entgegenstehen.

Von daher wird es das ökonomische (und ökologische) Interesse jedes Transportanbieters sein, die Leerfahrten, die ihm entstehen, möglichst zu vermeiden oder zu reduzieren. Warum dies oft nicht gelingt und es daher wirtschaftsweit zu einem Leerfahrtenanteil von mehr als 30 Prozent kommt, wird im folgenden Kapitel beleuchtet, in dem der Zusammenhang zwischen Mengenaufkommen und Leerfahrtenanteil innerhalb eines Transportsystems analysiert wird.

Mengen- und Netzwerkeffekte in Transportsystemen

Ein typischer Netzwerkeffekt, der auch beispielsweise von Marktplätzen und Auktionsanbietern im Internet bekannt ist, besteht darin, dass ein Netzwerk umso effizienter (und daher für die Nutzer umso wertvoller) ist, je mehr Anbieter und Nachfrager daran teilnehmen; die Firma Ebay wäre ein typisches Beispiel.

Dieser Effekt lässt sich auch in einem Transportnetzwerk beobachten: Je mehr Lkw und Kunden ein Transportunternehmen hat, desto größer sind seine Chancen, für einen Lkw, der an einem bestimmten Punkt eine Zustellung durchgeführt hat, eine möglichst gut passende Rückfracht zu finden. Die nachfolgende Simulation soll dies zeigen: In einer fiktiven Geografie werden per Zufallszahlengenerator die Koordinaten für eine bestimmte Zahl von Entladestellen und Ladestellen erzeugt. Die Entladestellen bilden hier logistische Quellen, an denen Lkw stehen und auf die Bedienung von Anschlussladestellen (logistischen Senken) warten. In dieser Weise werden in einer ersten Transportsituation drei solcher Quellen-Senken-Konstellationen, im zweiten Fall 30 dieser Konstellationen generiert.

Mit Hilfe eines algorithmenbasierten Optimierungsverfahrens wird nun die bestmögliche Zuordnung berechnet, nach der jedem Lkw eine Anschlussladung zugeordnet wird. Dies geschieht auf Basis des *klassischen Transportproblems*, eines Sonderfalls der Linearen Optimierung.

Das Transportproblem geht von m Lieferanten aus, die n Empfänger zu beliefern haben. Jeder Lieferant verfügt über eine bestimmte Liefermenge; jeder Empfänger hat eine bestimmte Bedarfsmenge.

Für jede Lieferanten-Empfänger-Beziehung existiert ein Kostensatz, um die Transporte vom Ort eines Lieferanten zum Ort eines Empfängers abzubilden. Mit dem Transportmodell können die transportkostenminimalen Lieferbeziehungen ermittelt werden.

Übertragen auf den vorliegenden Fall des Leerfahrtenproblems wären die Entladestellen gleich den Lieferanten (dort stehen die leeren Lkw, also die „Lieferanten“ von Frachtraum), die Anschlussladestellen gleich den Empfängern (dies sind die Bedarfsträger, also die „Empfänger“ in Bezug auf den Frachtraum). Von einer Entladestelle zu einer Anschlussladestelle ist jeweils eine bestimmte Distanz zurückzulegen.

Diese Distanzen werden auf Basis der Luftlinienentfernung bzw. der *Euklidischen Entfernungen* berechnet. Bei dieser Art von Berechnung wird der Satz des Pythagoras ($a^2 + b^2 = c^2$) angewandt und die gesuchte Entfernung zwischen zwei Punkten A und B anhand der Koordinaten und der Formel

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

berechnet.

Wie der Satz des Pythagoras für die Ermittlung von Luftlinienentfernungen genutzt werden kann, zeigt Abbildung 5.1-2. Gesucht wird die Entfernung zwischen den Punkten A (Koordinaten (1, 1)) und B (Koordinaten (5, 4)). Diese Strecke entspricht der Hypotenuse des rechtwinkligen Dreiecks ABC bzw. der Strecke c in der Abbildung. Die Entfernung wird in diesem Fall mit der Formel berechnet.

$$AB = \sqrt{(5-1)^2 + (4-1)^2}$$

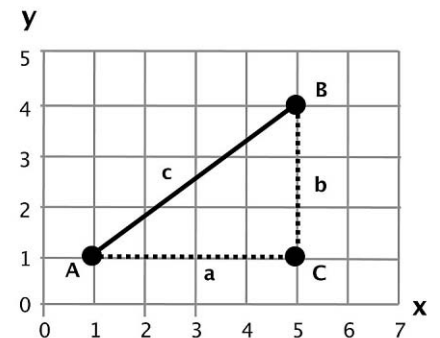


Abb. 5.1-2: Entfernungsberechnung auf Basis von Euklidischen Distanzen

Auf Basis dieser Überlegungen lässt sich nun das Transportmodell zum Leerfahrtenproblem aufstellen. Die Lieferanten i im Transportmodell sind die leeren Lkw ($i = 1, \dots, m$); die Empfänger j sind die Anschlussladestellen, die von den Lkw anzufahren sind ($j = 1, \dots, n$). Die Angebotsmenge eines Lieferanten (a_i) beträgt 1; ebenso die Bedarfsmenge eines Empfängers (b_j).

Die Entscheidungsvariablen x_{ij} stellen die Menge dar, die der Lieferant i an den Empfänger j liefert. Diese Menge kann den Wert 1 (Lieferbeziehung kommt zustande) oder den Wert 0 (Lieferbeziehung kommt nicht zustande) annehmen.

Jede potenzielle Lieferanten-Empfänger-Beziehung wird mit einem Kostensatz (c_{ij}) bewertet. Im vorliegenden Modell entspricht dieser Kostensatz der oben berechneten Luftlinienentfernung zwischen Lieferant und Empfänger.

Zielfunktion und Nebenbedingungen des Transportmodells sind in Abbildung 5.1-3 dargestellt.

Das so aufgestellte mathematische Problem kann nun mit Hilfe einer Software zur Linearen Optimierung gelöst werden (entsprechende Softwareprodukte gibt es beispielsweise von Anbietern wie IBM, ILOG oder Lindo Systems).

Die Ergebnisse der Zuordnungen für die beiden Transportsituationen mit drei und mit 30 Quellen-Senken-Konstellationen sind in Abbildung 5.1-4 (auf der folgenden Seite) dargestellt.

Es zeigt sich bereits in der grafischen Darstellung, dass im ersten Fall – drei Entladestellen und drei Anschlussladestellen, oberer Teil von Abbildung 5.1-4 – alle Fahrzeuge relativ weite Entfernungen zurücklegen müssen, um von einer Entladestelle zu einer passenden Anschlussladestelle zu gelangen. Im Fall der 30 Lkw und 30 Anschlussladungen (unterer Teil von Abbildung 5.1-4) finden sich zwar auch einige ungünstige Zuordnungen, wo einzelne Lkw lange Strecken zurücklegen müssen. Anders als im Fall der drei Ladestellen kommen hier aber auch viele günstige Zuordnungen zustande, bei denen nur wenige Leerkilometer anfallen. Das rechnerische Ergebnis bestätigt dies: Die durchschnittliche Zahl der Leerkilometer ist bei den 30 Zuweisungen weniger als halb so groß wie im anderen Fall (15 versus 36 Kilometer). Das Problem des hohen Leerfahrtenanteils wird damit deutlich reduziert.

Würden anstatt 30 Ladungen wie im zweiten Fall der Simulation nun 300 oder gar 3.000 Ladungen einer jeweils ebenso großen Zahl an Lkw zuzuordnen sein, so würden sich die durchschnitt-

lichen Distanzen zur nächsten Ladestelle noch mehr verringern und sich das Verhältnis zwischen Last- und Leerkilometern noch weiter verbessern.

Aus diesem Ergebnis resultiert aber zugleich das Problem der meisten deutschen Transportunternehmen im Straßengüterverkehr: In diesem Markt dominieren kleine und kleinste Unternehmen; 85 Prozent aller Unternehmen verfügen über lediglich 10 Lkw oder weniger. Großunternehmen wie etwa die Firma Willi Betz mit einem Fuhrpark von ca. 2.500 Lkw bilden da die Ausnahme.

Für Unternehmen mit einer geringen Betriebsgröße, wie dies auf die Mehrzahl der deutschen Transportunternehmen zutrifft, sind die beschriebenen Mengeneffekte aus eigener Kraft jedoch nicht erreichbar. Im folgenden Kapitel wird darauf eingegangen, welche Optionen sich für die Anbieter verschiedener Größe bieten, um ihre Leerfahrtenanteile zu reduzieren und somit im Markt erfolgreicher zu agieren.

Reduzierung von Leerfahrten durch Mengeneffekte – für kleine Transportanbieter realistisch?

Wie die Berechnungen im vorherigen Abschnitt gezeigt haben, ist im Transportmarkt derjenige Anbieter im Vorteil, der über größere Lkw- und Kunden-

Zielfunktion:	$K = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \Rightarrow \text{Min.}!$
Nebenbedingungen:	
Angebotsausschöpfung	$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$
Bedarfssicherung	$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n$
Bilanzbedingung	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$
Nicht negativitätsbedingung	$\forall x_{ij} \geq 0$

Abb. 5.1-3: Transportmodell für das Leerfahrtenproblem

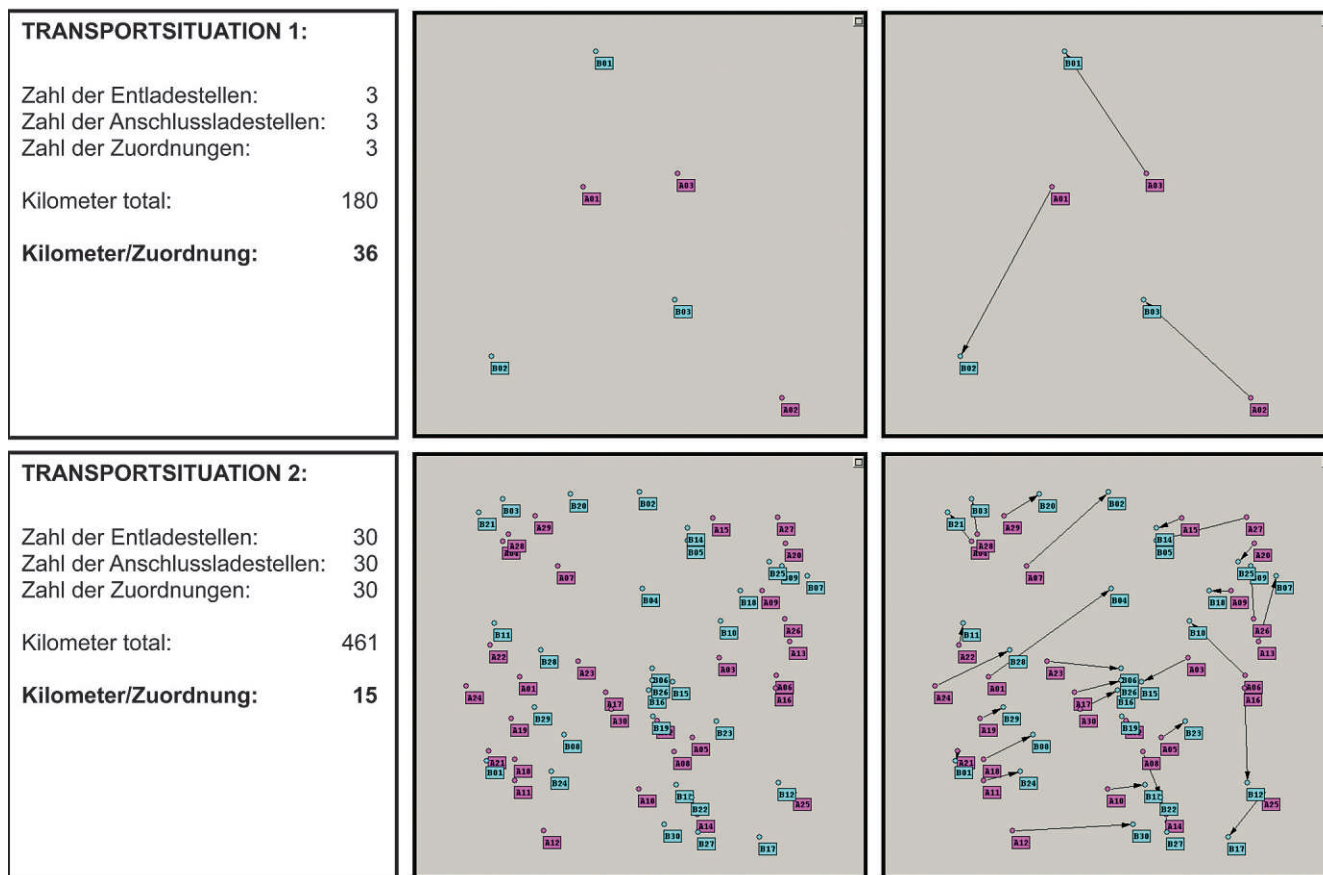


Abb. 5.1-4: Ergebnisse der Simulation zweier Transportsituationen: Leerkilometer bei 3 Zuordnungen und 30 Zuordnungen

zahlen verfügt, da er deutlich bessere Chancen als ein kleiner Anbieter hat, eine hohe „Passigkeit“ von Angebot und Nachfrage nach Frachtraum zu erreichen.

Große Transportanbieter in den USA haben dies bereits in den 1980er Jahren erkannt und mit dem Aufbau gigantischer Lkw-Flotten von zwischen 10.000 und 20.000 Fahrzeugen reagiert. Dort werden Lkw-Ladungstransporte in einer hocheffizienten, weil massenhaften und standardisierten Weise durchgeführt. Auch die Top-Player in Europa nutzen die dargestellten Mengen- und Netzwerkeffekte und treiben die „Industrialisierung“ ihrer Transportdurchführung voran.

Für die kleinen und mittelständischen Unternehmen jedoch, die in Deutschland bei weitem den größten Teil aller Transportanbieter ausmachen, bleibt als Alternative die *Kooperation*, um in einem Zusammenschluss von 30, 40 oder mehr Kooperationspartnern eine Flottenstärke und eine Kundenzahl zu erreichen, die denjenigen der Großen im Markt ebenbürtig ist.

Ein erstes Beispiel für eine solche Kooperation liefert die 2006 gegründete Firma ELVIS (Europäischer Ladungs-Verbund Internationaler Spediteure AG). Mit derzeit 55 beteiligten Partnern unterhält dieser Verbund eine Flotte von 4.350 Lkw.

Kooperationen dieser Art würden für kleinere Unternehmen eine Möglichkeit sein, ein Gebiet wie Deutschland effizient und flächendeckend zu bedienen und somit konkurrenzfähig gegenüber den großen Anbietern zu werden. Fragen, die in einem solchen Kooperationsverbund freilich beantwortet werden müssen, stellen sich in puncto Vertrauen und Kundenschutz sowie der gegenseitigen Leistungsverrechnung.

In anderen Subsegmenten des Logistikmarkts, nämlich dem Markt der Stückgut- und dem der Pakettransporte, agieren ähnliche Kooperationen, wie zum Beispiel die Firmen IDS oder Cargo Line, bereits seit langem erfolgreich im Markt und zeigen, dass Antworten auf diese Fragen grundsätzlich möglich sind.

Referenzen

- [1] Müller S., Klaus P.: Die Zukunft des Ladungsverkehrs in Europa: Ein Markt an der Schwelle zur Industrialisierung? Hamburg, Deutscher Verkehrs-Verlag, 2009
- [2] Feige D., Klaus P.: Modellbasierte Entscheidungsunterstützung in der Logistik. Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 2008
- [3] Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V. (Hrsg.): Verkehrswirtschaftliche Zahlen 2007/2008. Frankfurt: BGL, 2009
- [4] Verkehr in Zahlen 2008/2009. Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 2008