

# Nachhaltige und energieeffiziente Logistik

## Konzeption und Bewertung von unternehmensübergreifenden Logistikmodellen

Wilfried Sihn, Technische Universität Wien, Felix Meizer, René Leitner und Margarethe Prochazka, Fraunhofer Austria Research GmbH, Wien

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wilfried Sihn ist Professor für Betriebstechnik und Systemplanung und leitet das Institut für Managementwissenschaften der Technischen Universität Wien. Seit mehr als 25 Jahren ist Dr. Sihn in der angewandten Forschung tätig und ist Geschäftsführer der neu gegründeten Fraunhofer Austria Research GmbH.

Dipl.-Ing. Felix Meizer ist Leiter des Geschäftsfelds Prozessoptimierung der Fraunhofer Austria Research GmbH – Geschäftsbereich für Produktions- und Logistikmanagement und wissenschaftlicher Mitarbeiter der Technischen Universität Wien.

Dipl.-Ing. René Leitner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fraunhofer Austria Research GmbH mit Spezialisierung auf das Themenfeld Logistik.

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Margarethe Prochazka ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Fraunhofer Austria Research GmbH und Universitätsassistentin an der Technischen Universität Wien im Bereich Betriebstechnik und Systemplanung.

Die ausgeprägte geographische Dislozierung der Produktionsverbände in der Automobilindustrie zeigt sich verantwortlich für das zunehmende Verkehrsaufkommen zwischen

West- und Osteuropa. Einzelnen Unternehmen ist der Zugang zu kosteneffizienten und leistungsfähigen Transportnetzwerken aufgrund beschränkter Sendungsaufkommen zu meist verwehrt. Der Beitrag zeigt auf, dass durch eine neuartige regionale, unternehmensübergreifende Transportbündelung Potenziale zur Steigerung der Kosten- und Energieeffizienz erschlossen werden können. Zur Unterstützung der Entwicklung der kooperativen Logistikmodelle wurde ein Simulations- und Bewertungsmodell sowie ein Modellansatz für die Kooperationsorganisation erarbeitet.

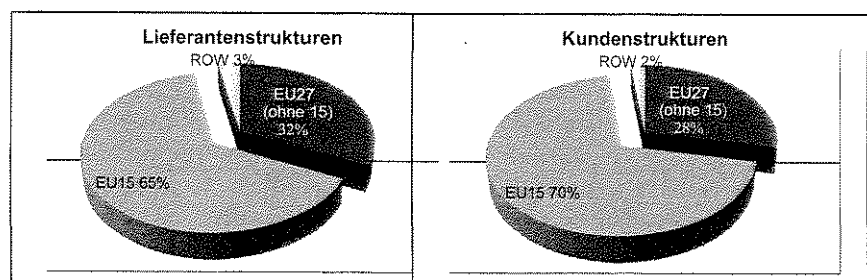
Infolge der fortschreitenden Globalisierung und des steigenden Kostendrucks in der Automobilindustrie werden Hersteller und Zulieferer gezwungen, sich verstärkt in Niedriglohnländern anzusiedeln. Die niedrigen Faktorkosten gepaart mit der Hoffnung

auf neue, wachsende Absatzmärkte haben viele Automobilhersteller veranlasst, Produktionsstätten in der Automotive Region Eastern Europe (AREE) aufzubauen. Zudem sorgt der steigende Kostendruck bei den Automobilherstellern für eine Fokussierung auf die Kernkompetenzen und eine Reduktion der Eigenleistungstiefe, welche bei OEMs bis 2015 auf durchschnittlich 20 bis 25 Prozent sinken wird [1]. Bei diesen neuen Werken, die zur Verlagerung bestehender westeuropäischer Werke und aus Gründen der Kapazitätssteigerung errichtet wurden, werden oftmals die Liefer- und Kundenstrukturen der Stammwerke übernommen. Wie in Bild 1 ersichtlich stammen ca. 65 % des anzuliefernden Volumens von Lieferanten aus den früheren EU15-Staaten. Auch distributionsseitig konnte herausgefunden werden, dass 70 % des Volumens in das „alte Westeuropa“ transportiert wird [2].

### Kontakt

Technische Universität Wien  
 Institut für  
 Managementwissenschaften  
 Bereich Betriebstechnik und  
 Systemplanung  
 Theresianumgasse 27  
 A-1040 Wien  
 Tel.: 0043 / 58801 / 33040  
 E-Mail: [sihn@imw.tuwien.ac.at](mailto:sihn@imw.tuwien.ac.at)  
 URL: <http://www.tuwien.ac.at/bt/>

Bild 1: Darstellung der Lieferanten- und Kundenstrukturen von in der CEE-Region angesiedelten Zulieferbetrieben in Anlehnung an [2].



Dadurch haben sich zwangsläufig Transportintensität und Umweltbelastung erhöht. Es wurde nachgewiesen, dass die Logistikkosten osteuropäischer Standorte oftmals deutlich höher als in deren Schwester-Werken in Westeuropa liegen [3].

Unter Berücksichtigung des hohen Transportvolumens zwischen Ost- und Westeuropa und einer vergleichbaren Rendite infolge der zu berücksichtigenden Betreuungskosten ausländischer Werke erscheint es umso wichtiger, Lösungen zu entwickeln, um möglichst effiziente Logistikabläufe zwischen Ost- und Westeuropa sicherzustellen.

Einer der Schwerpunkte auf volkswirtschaftlicher Ebene der Logistik in diesem Kontext ist die Planung und Steuerung der Transportkapazitäten zur Bewältigung der Transportflüsse sowie die Planung und Steuerung von Logistiknetzwerken für Güter, Dienstleistungen und Informationen [4].

Die bisherigen Logistikprozesse erscheinen aus ganzheitlicher Sicht aufgrund teilausgelasteter Direktrelationen, Verwendung kleiner Transportträger, Stückguttransporte mit langen Laufzeiten oder Mehrfachumschlägen sowie schlechten Transporttarifen aufgrund geringer Mengen noch nicht optimal.

Ausgehend von dieser Situation wurde im Zuge des Forschungsprojekts Trans-Austria ein neues Simulations- und Bewertungsmodell erarbeitet, das die Entwicklung und Bewertung neuer Logistikkonzepte unterstützt. Dieses wird für die Validierung und Bewertung unternehmensübergreifender Logistikmodelle in der Beispielregion Timis (Rumänien) eingesetzt.

### Entwicklung von Logistikkonzepten

Die im Rahmen der Ist-Analyse erworbenen Erkenntnisse erlaubten eine Kategorisierung und Zusammenfassung zu kompatiblen, unternehmensübergreifenden Transporten, welche einerseits eine Abschätzung von Optimierungspotenzialen erlauben und in-

folge die entsprechenden Daten für ein Simulationsmodell liefern. Grundlage bei der Entwicklung neuer Logistikmodelle war ein „Baukasten“ standardisierter Logistikkonzepte.

Basierend auf dem Verhältnis zwischen Transportquellen und -senken sowie den hinterlegten Transportlasten wurden verschiedene Szenarien modelliert. Als Indizien für mögliche Optimierung des Logistikmodells wurden folgende Parameter je Transportstreckenabschnitt herangezogen:

- Wöchentliche Transportlast je Streckenabschnitt
- Eingesetzte Verkehrsträger
- Auslastung der eingesetzten Verkehrsträger
- Transportfrequenz.

Bei der Gestaltung des Transportnetzwerks wurde das Ziel verfolgt, die Logistikkosten bei gleichzeitiger Erhaltung bzw. Verbesserung der logistischen Qualität (Liefertermintreue, Lieferzeiten) zu senken. Um die tatsächliche Auswirkung von Änderungen im Logistikmodell hinsichtlich Ökonomie, Ökologie und logistischer Wettbewerbsfähigkeit bewerten zu können, ist eine iterative Vorgehensweise notwendig. Planungen wurden anhand folgender Punkte durchgeführt:

- Identifizierung von Streckenabschnitten, die aufgrund der Transportlast von effizienteren Verkehrsträgern bedient werden können
- Vorhandensein geeigneter Partner zur Transportbündelung auf Streckenabschnitten
- Möglichkeit der effizienten Auslastung eines Verkehrsträgers durch Einzelunternehmen
- Entfernung der Quellen und Senken von möglichen neuen Knotenpunkten unter Berücksichtigung der Auswirkung von Abweichungen von der Idealroute
- Priorisierung von Ladungen bei begrenzter Kapazität eines Verkehrsträgers im Hauptlauf aufgrund unterschiedlicher Auswirkungen auf die Zielkategorien
- Möglichkeit zur Änderung von Transportfrequenzen.

Auf Basis dieser Planungsprämissen wurden mehrere Logistikmodelle konzipiert. Das Ergebnis der Optimierung zielt auf die intermodale Auslegung der Transportkette ab, um die Kostenvorteile anderer Verkehrsträger zu nutzen, wobei vor allem die Massenfähigkeit des umweltfreundlichen Verkehrsträgers Bahn genutzt wird.

Folgende Szenarien wurden erstellt:

- Szenario 1 sieht den Einsatz eines Ganzzuges vor. Da in Timisoara kein geeigneter Frachtgüterbahnhof zur Verfügung steht, wird der Ganzzug ab Arad (50 km nördlich von Timisoara) geführt. Von diesem Bahnhof aus wird die Strecke Arad-Stuttgart-Frankfurt-Wolfsburg zweimal wöchentlich bedient. Diese Bahnhöfe werden im Modell ebenso wie die Sammelfahrten von Timisoara nach Arad im Direktverkehr bedient. Sobald die Kapazität des Ganzzuges überschritten wird, erfolgt die Belieferung der Senken ebenfalls im Direktverkehr.
- Im Szenario 2 wird ebenfalls ein Ganzzug eingesetzt, der zweimal wöchentlich die Strecke Arad-Frankfurt bedient. Sowohl die Sammel- als auch die Verteilfahrten werden in diesem Szenario aber - sofern sinnvoll - als Milkrun bzw. im Gebietspeditions-konzept durchgeführt. Senken in Italien, Spanien oder Polen werden aufgrund ihrer geographischen Lage in beiden Szenarien im Direktverkehr beliefert.

### Bewertungsmodell und Simulation

Die Stellgrößen, um die Ziele Minimierung der Emissionen, Reduktion der Logistikkosten und Erhöhung der logistischen Wettbewerbsfähigkeit zu erreichen, sind:

- Verkehrsvermeidung: Verkehr effizienter gestalten (Verbesserung der Fahrzeugauslastung, Einsparen von Transportkapazitäten)
- Bündelung von Güterströmen: Konsolidierung um die Substitutionsbeziehung zwischen Transport- und Bestandskosten zu optimieren

- Verlagerung von Verkehr auf andere Verkehrsträger: Intermodalität.

Bei der Bewertung der Zielgrößen wurde in die drei Dimensionen Ökonomie, Ökologie und logistischer Wettbewerbsfähigkeit unterschieden. Hinsichtlich der Ökologie spielt vor allem die angestrebte Intermodalität der Modelle eine wichtige Rolle. Bewertet wurden entlang der Logistikketten eine Auswahl der schädlichsten Emissionen - CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und die Partikelanzahl, die sich vor allem bei dem vorherrschenden Verkehrsträger - dem Straßenverkehr - niederschlagen. Abhängig sind die Emissionswerte zum einen von der Transportstrecke, also der Wegstrecke, die auf dem vorgegebenen Streckenprofil zurückgelegt wird und der zugeordneten Transportressource. Zum anderen spielt bei dem Emissionsausstoß der Dieserverbrauch bzw. der Stromverbrauch die ausschlaggebende Rolle.

Das Kostenberechnungsmodell stellt sich etwas umfangreicher dar und kann in drei verschiedene Positionen unterteilt werden. Die Transportkosten, Umschlagkosten und Differenzkosten durch geringere Kapitalbindung bei der Reduktion von Lagerbeständen.

Bei den Transportkosten ist es wichtig, dass im Modell von den realen Kosten, also Verbrauchskosten, Mautkosten, Zollabwicklung und Personalkosten ausgegangen wird und nicht von Transportpreisen.

Als drittes Kriterium zur Bewertung der Optimierungsmodelle steht die logistische Wettbewerbsfähigkeit, die sich aus Lieferfähigkeit und Liefertreue zusammensetzt [5].

Abgebildet wird das Modell aufgrund der dynamischen Zusammenhänge in einem Simulationsumfeld. Durch die Beschreibung des Verhaltens und der Möglichkeit, Prozesszeitschwankungen anhand von Verteilungsfunktionen zu hinterlegen, können Vertrauensintervalle bestimmt werden, die eine Aussage ermöglichen, in welchen Bandbreiten sich die Zielgrößen bewegen werden.

Als Grundlage für das Simulationsmodell dienen einzelne Logistikbausteine,

$$K_{Gesamt} = K_{Transport} + K_{Handling} + K_{Bestand}$$

$$K_{Transport} = K_{Transport(LKW)} + K_{Transport(Bahn)} + K_{Transport(Flugzeug)} + K_{Transport(Schiff)}$$

$$K_{Handling} = \sum_{i=1}^n Mengen_{Ressourcenwechsel_i} \times Umschlagskosten_{Ressourcenwechsel_i}$$

$$K_{Bestand} = K_{Kapitalbindung} + K_{Lagerhaltung}$$

Formel 1

die für die Abbildung beliebiger logistischer Konzepte miteinander kombiniert werden können. Zur Modellierung des Simulationssystems bedarf es struktureller, prozessoraler und ressourcenbezogener Daten. Durch die Modellierung von Bausteinen werden die Struktur sowie das Verhalten einzelner Ressourcenbausteine sowohl in sich als auch in der Wechselwirkung mit anderen Bausteinen beschrieben. Dieses inhärente Wissen der Einzelbausteine wird durch die Konfiguration von Bausteinen zu einem Gesamtmodell genutzt und erweitert. Das Ergebnis sind Kennzahlen in den genannten Zielfeldern für die einzelnen Szenarien. Aufgrund der gegenläufigen Zielrichtungen kann die Entscheidungsfindung nur durch Vergleich unterschiedlicher Szenarien und der Abwägung von Für und Wider der unterschiedlichen Kompromisslösungen erfolgen.

### Ansätze für ein unternehmensübergreifendes Organisationsmodell

Aufgrund der enormen Ausprägungsvielfalt der Kooperationsziele und -aufgaben wird hier nur ein Ansatz jedoch keine allgemein gültige Empfehlung zur Gestaltung der Organisation für unternehmensübergreifende Logistikmodelle gegeben:

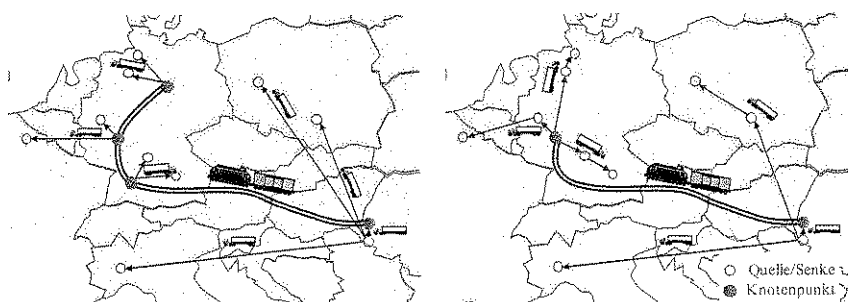
Die bei der Entwicklung der Organisationsstruktur zu berücksichtigenden Planungsprämissen ergeben sich durch die im Rahmen der Ist-Analyse erhobenen Anforderungen der Zulieferbetriebe in der Region Timisoara an einen Kooperationspartner.

- Neutralität in der Behandlung bzw. Priorisierung von Aufträgen
- Vertraulichkeit hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Daten
- Gemeinsame Definition von „Spielregeln“ und Prozessen
- Errichtung von Schnittstellen (EDV-Anforderungen)
- Verfügbarkeit eines Ansprechpartners bzw. einer lokalen Anlaufstelle
- Gerechte Kosten-Nutzen-Verteilung.

Berücksichtigt man zusammen mit diesen allgemeinen Anforderungen die tatsächliche Aufgabe der Planung, Erbringung und Überwachung der logistischen Leistungen für die Transportanforderungen sämtlicher Unternehmen im Kooperationsnetzwerk, so können Eigenschaften und mögliche Ausprägungen der Koordinationsfunktion abgeleitet werden.

Hinsichtlich der Erfüllung der Koordinationsfunktion wären generell mehrere Optionen anzudenken, jedoch hat sich im Rahmen der Erhebungen der Anforderungen der Zulieferbetriebe

Bild 2: Schematische Darstellung der Szenarien 1 und 2.



und damit der potenziellen Kooperationspartner vor allem die Neutralität und Vertraulichkeit als Schlüsselfunktion herausgestellt. Daher eignet sich vor allem der Ansatz einer unabhängigen Stelle in der Funktion des Koordinators.

Aufgrund der hohen Anzahl der Sendungen im Transportnetzwerk sowie der durch unterschiedliche Empfänger mit differenzierten Anlieferrestriktionen bedingten Komplexität ist ein hoher Dispositionsaufwand erforderlich. Dadurch erscheint ein Investitionsbedarf in IT-Infrastruktur unvermeidlich und schließt eine reine Koordinationsstelle ohne Verträge aus. Eine geringe Bindungsintensität bringt den Kooperationspartnern Flexibilität und würde das Zustandekommen der Kooperation erleichtern, jedoch sind detaillierte Verträge mit den Partnern ab einem bestimmten Kooperationsgrad notwendig. Zur Wahrung der Neutralität ist seitens der Zulieferbetriebe nur eine Planung der logistischen Leistungen aber keine Erbringung dieser durch die Koordinationsstelle selbst erwünscht. Im Aufgabenbereich der Koordinationsstelle würde sich aber idealerweise die Verhandlung von Preisen und Rahmenverträgen wiederfinden.

## Ergebnisse

Bei Betrachtung der Wirtschaftlichkeit kann bei effizientem Einsatz des Ganzzuges von einer Kostenreduktion im Vergleich zur Ist-Situation ausgegangen werden.

Hinsichtlich der Transporte konnte festgestellt werden, dass aufgrund des erhöhten Bedarfs an Sammel- und Verteilfahrten die Anzahl der Transporte zunimmt und dabei der durchschnittlich zurückgelegte Weg je Transport abnimmt. In Summe führt dies zu einer Zunahme der zurückgelegten Tonnen-

kilometer. Wobei jedoch jener Anteil, der mit LKW abgewickelt wurde, durch Verlagerung auf die Schiene (ca. ein Drittel der Tonnenkilometer) erheblich reduziert werden konnte. Diese Reduktion auf Seiten des LKW führt zu einer Reduzierung des notwendigen Treibstoffverbrauchs auf ungefähr die Hälfte. Neben der Reduktion des LKW-Treibstoffverbrauchs konnte auch positive Auswirkung auf die Emissionen des intermodalen Gesamtsystems erzielt werden. Dabei wurden die durch den Bahnbetrieb verursachten Emissionen berücksichtigt (wodurch sich eine gewisse Differenz zwischen Reduktion der LKW-Emissionen und der Emissions-Gesamteinsparungen ergibt).

Aus logistischer Sicht ist aufgrund einer unveränderten Produktionsplanung eine deutliche Erhöhung der Transport-Durchlaufzeit festzustellen, welche durch Anpassung der Produktions- an die Transportplanung verringert werden könnte.

## Fazit

In der Automobilindustrie sind vermehrt kostengetriebene Produktionsverlagerungen von Zulieferern nach Osteuropa zu beobachten. Damit erhöhen sich zwangsläufig Transportintensität und Umweltbelastung.

Die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen in der Modell-Region Timis untermauern die Theorie, dass viele Zulieferer ein wesentliches Potenzial für eine unternehmensübergreifende Transportoptimierung aufweisen, da eine hohe Ähnlichkeit der Quell- und Zielregionen der Transporte der verschiedenen Unternehmen besteht.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Transportplanung durch neue Ansätze optimiert werden kann und ein großes Potenzial zur Emissionsreduktion bei reduzierten Transportkosten - unter

der Prämisse einer optimalen Abwicklungssicherheit von Bahntransporten - besteht.

## Literatur

- [1] Verband der Automobilindustrie (VDA): Future Automotive Industry Structure (FAST) 2015 - die neue Arbeitsteilung in der Automobilindustrie. Frankfurt 2004.
- [2] Sihn, W.; Palm, D.; Schmitz, K.; Leitner, R.: Automotive Region Central and Eastern Europe - Produktionsstrukturen von Automobilherstellern und ihrer Zulieferer. Wien 2009.
- [3] Sihn, W.: Detroit des Ostens. Wien 2006.
- [4] Engelhardt-Nowitzki, C.; Oberhofer, A.F.: Innovationen für die Logistik- Wettbewerbsvorteile durch neue Konzepte. Berlin 2006.
- [5] Wiendahl, H. -P.: Erfolgsfaktor Logistikqualität. Heidelberg 1996.

## Schlüsselwörter:

Kooperation, Organisationsmodell, Logistikmodelle, unternehmensübergreifend

## Sustainable and Energy Efficient Logistics - Conception and Evaluation of Cross-company Logistic Models

The strong geographical dislocation of automotive production networks is responsible for the increasing traffic volume between Western and Eastern Europe. The limited volume of shipments of individual companies often prevents them from accessing cost-efficient and highly productive transportation networks. This paper depicts the great potential of novel regional, cross-company transport bundling for enterprises and it proposes a simulation and evaluation model as well as an organisation model for a cross-company co-operation.

## Keywords:

cooperation, organisational models, logistic models, cross-company