

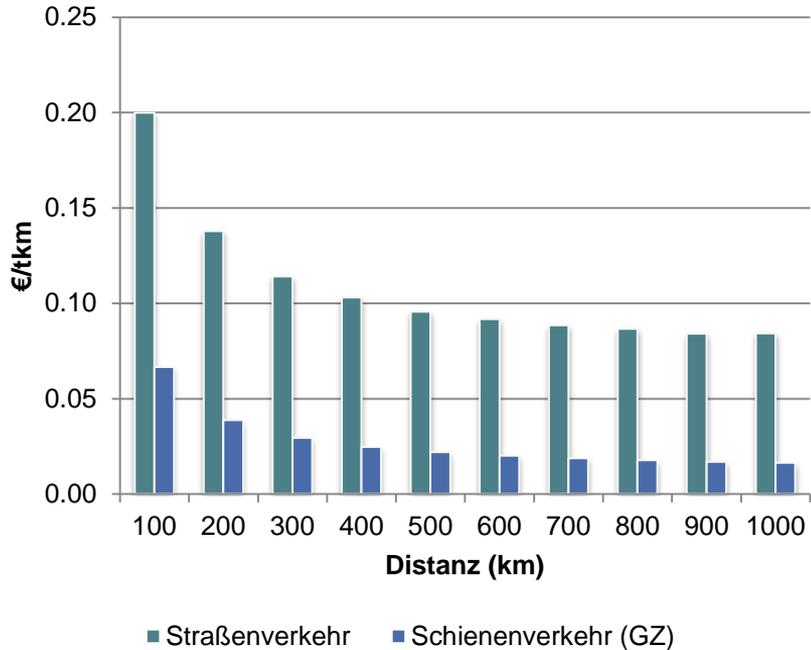
Transport cost

An aggregated model for surface freight transport based on cost components and market segments

Axel Wolfermann
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Institut für Verkehrsforschung



Wie genau sind gemittelte Transportkosten?



- Gemittelte Kosten basieren auf vielen Annahmen.
- Welchen Einfluss haben die jeweiligen Annahmen?
- Wie verändern sich Kosten durch Maßnahmen?
- Welche Unterschiede gibt es zwischen
 - Gutarten,
 - Entfernungen,
 - Verkehrsmitteln?



Motivation

- **Transportkosten** sind wichtige Einflussgröße auf die **Entscheidungen von Versendern** (z. B. Moduswahl) und damit die **Wirksamkeit von Politikmaßnahmen**.
- Keine Kenntnis von individuellen Losgrößen, Touren und Flottennutzung in aggregierten Betrachtungen.
- Angaben zu Transportkosten häufig **intransparent**.
- Ziel:
 - Modell zur Ermittlung von aggregierten Kosten
 - ... für **Schiene, Straße, Binnenschifffahrt**
 - ... differenziert nach **Gutarten**
 - ... differenziert nach **Entfernung**
 - ... differenziert nach **Fahrzeugart/Zuggattung**
 - Untersuchung des **Einflusses von Annahmen und Maßnahmen** auf die aggregierten Kosten



Wichtige Studien zu Transportkosten

Studie	Auftraggeber	Ziel	Schiene/Straße/Binnenschiff	Bemerkungen
hwh (2015)	IBS, UIRR	beispielhafter Kostenvergleich Straße/Schiene	✓ / ✓ / –	Fallbeispiele
BVU/TNS (2014)	BMVI	Modellierung Gesamtverkehr (BVWP)	✓ / ✓ / ✓	Annahmen zum Schienenverkehr nicht öffentlich, Schiene erfordert Kopplung an Umlegung, eine Lkw-Größe
PLANCO/BfG (2007)	Wasser-/Schifffahrtsverwaltung	Verkehrsträgervergleich, basierend auf BVWP-Methodik	✓ / ✓ / ✓	sehr detaillierte Herleitung, Schiene erfordert Kopplung an Umlegung, eine Lkw-Größe

Ältere Studien z. B. Rapp Trans (2005), Herry (2001), SOFTICE (1999)



Vorstellung des Kostenmodells



Modell

- Fixkosten c_{fix}
(unabhängig von Transportweite und Transportzeit)
- Kilometerkosten c_{dist}
(abhängig von Entfernung d)
- Zeitkosten c_{time}
(abhängig von Transportzeit t)

- Leerfahrtzuschlag f_{empty}
- Mittlere Nutzlast je Fahrzeug/Zug w_{pl}
 - Maximale Nutzlast w_{max}
 - Auslastungsgrad f_l

Kosten je Transport (Fahrzeug/Zug) in €/Transport

$$c'_{tr} = (c_{\text{fix}} + c_{\text{dist}}d + c_{\text{time}}t)$$

$$c_{tr} = c'_{tr}f_{\text{empty}}$$

Kosten je Tonnenkilometer in €/tkm

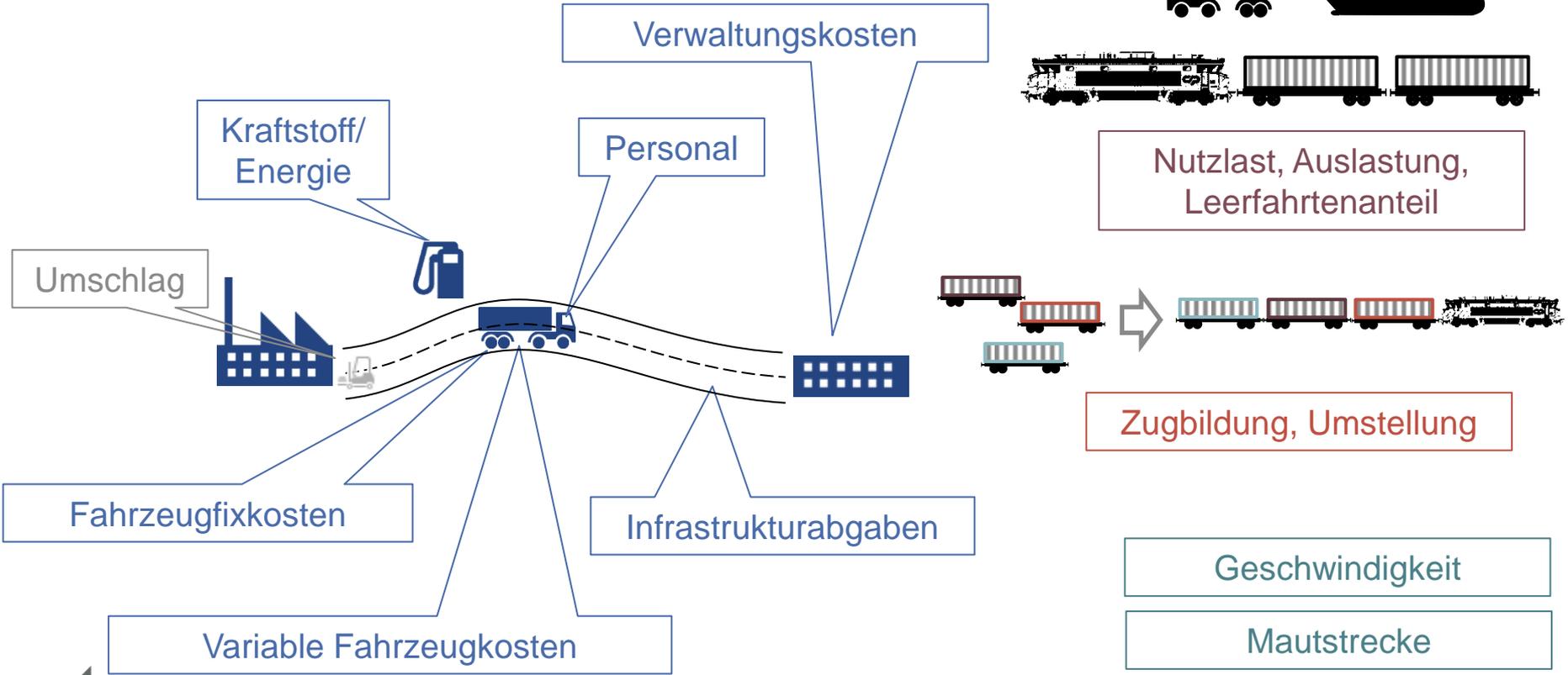
$$c_{tkm} = \frac{c_{tr}}{w_{\text{pl}}d}$$

Nutzlast

$$w_{\text{pl}} = w_{\text{max}}f_l$$



Kostenkomponenten und Parameter



Kostenkomponenten und ihre Abhängigkeit

Straße	Schiene	abhängig von
Verwaltung	Verwaltung	Zeit, Distanz
Kraftstoff	Energie	Distanz, Gutart
Personal (Fahrer)	Personal (Lokführer)	Zeit
Infrastrukturnutzung (Maut)	Infrastrukturnutzung (Trassengebühren, Anschlusskosten)	Distanz
Fahrzeug (Zugfahrzeug, Anhänger)	Fahrzeug (Lok, Wagen)	Zeit, Gutart
	Zugbildung	Gutart, Zuggattung
	Umstellkosten	Distanz



Parameter

Abhängigkeiten der angenommenen Mittelwerte

Parameter	abhängig von (Straße)	abhängig von (Schiene)
Nutzlast (je Fahrzeug/Zug)	Fahrzeugklasse	Gutart, Zuggattung
Auslastung	Gutart	Gutart, Zuggattung
Leerfahrten	Distanz	Gutart
Mautstrecke	Mautdistanz	
Geschwindigkeit	-	Zuggattung



Differenzierte Transportkosten

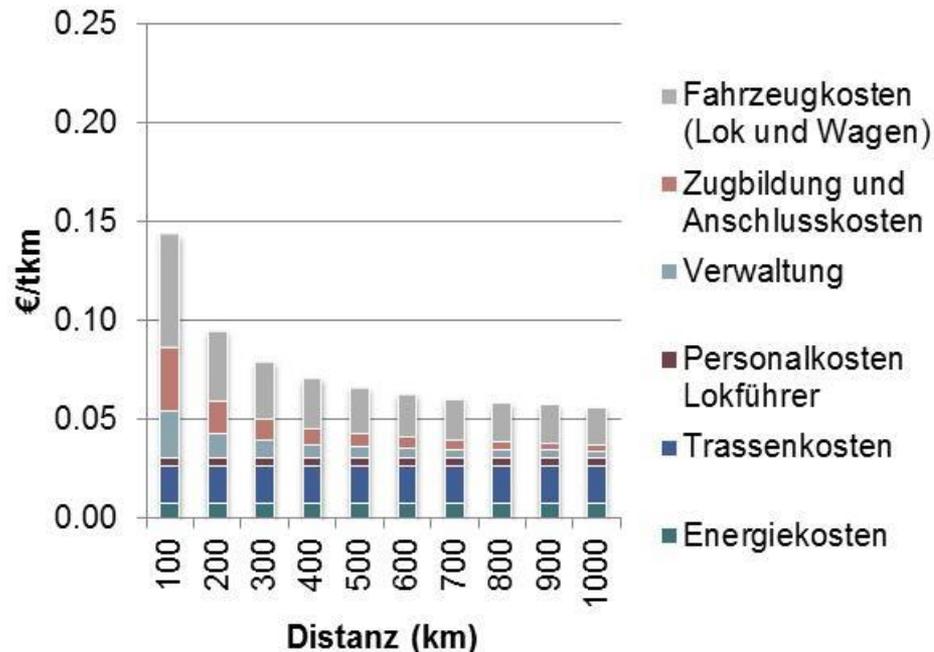
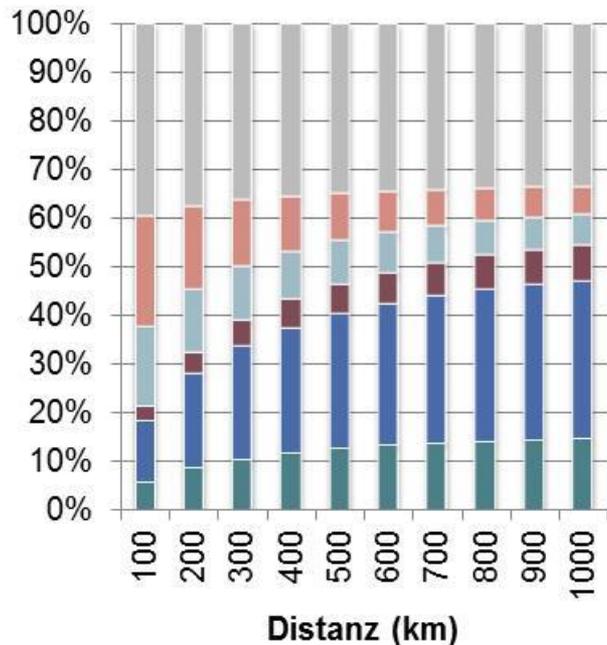
Entfernung, Marktsegment, Fahrzeugart/Zuggattung

Beispielhaft Straße und Schiene



Einfluss der Entfernung auf Kostenanteile und Frachtraten

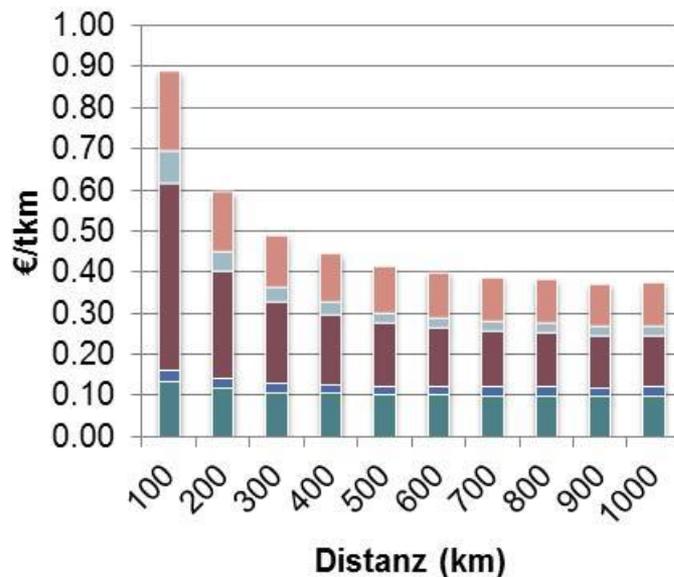
Schiene, Ganzzug, Gutart „Fahrzeuge“



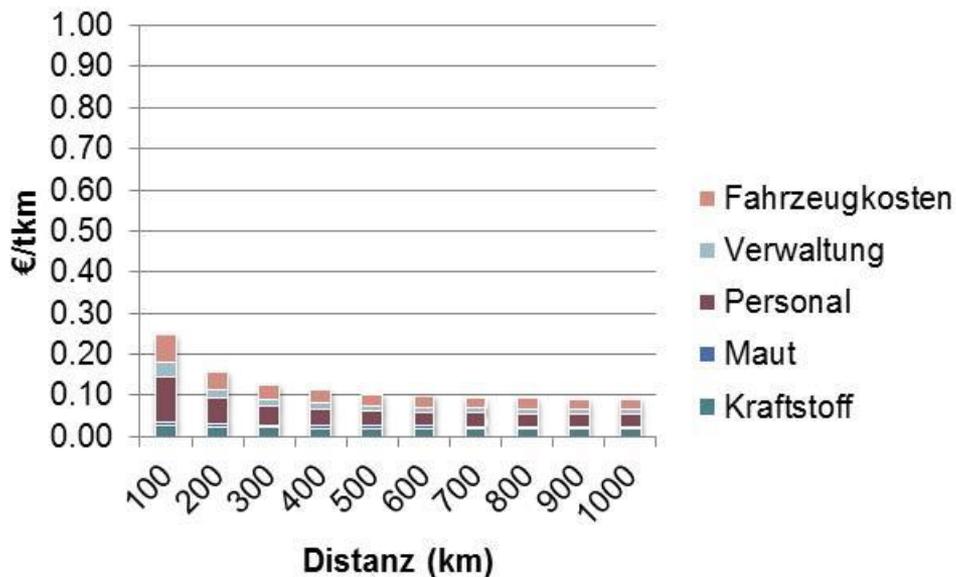
Einfluss der Fahrzeuggröße auf Frachtraten

Gutart „Möbel“

mittelschwere Lkw (7,5-12t zGG)

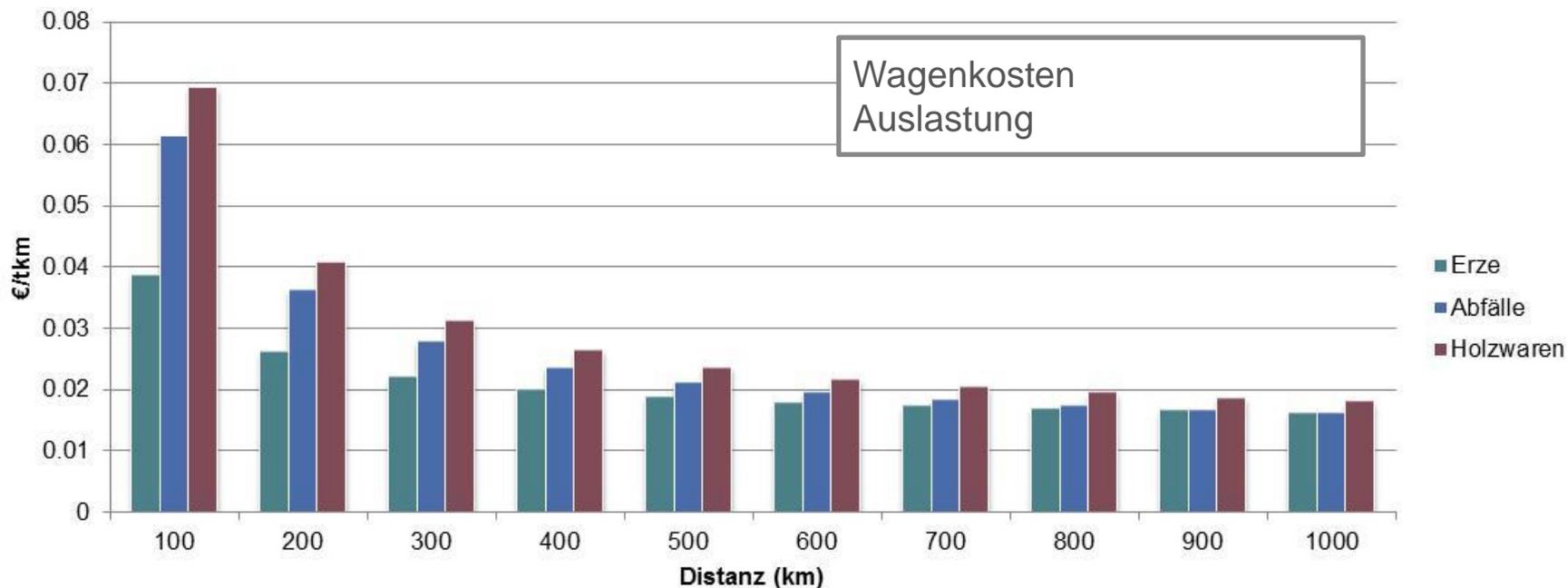


Sattel-/Gliederzüge



Einfluss der Gutart auf Frachtraten

Schiene, Ganzzug



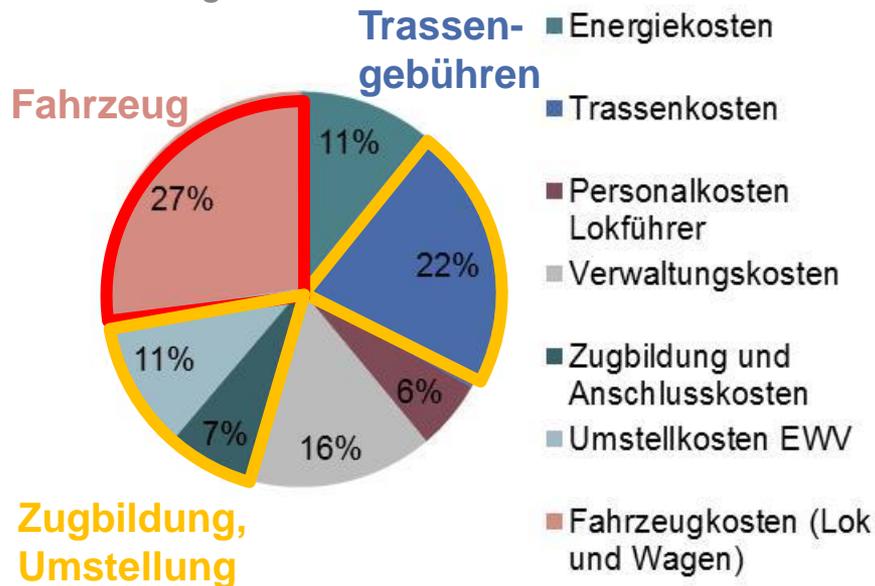
Relevanz von Kostenkomponenten und Parametern Kostenaufteilung und Sensitivitäten



Kostenkomponenten von hoher Relevanz

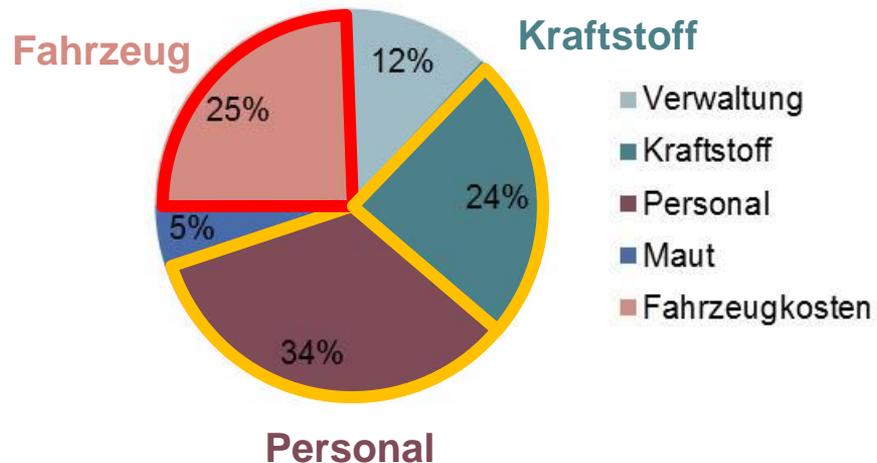
Schiene

Einzelwagenverkehr, 500 km



Straße

Sattelzug, 500 km



Gutart Nahrungs-/Futtermittel



Welche Parameter beeinflussen die Transportkosten besonders stark?

Straße

Sattel-/Gliederzug Containertransport

Parameter	Elastizität*
Auslastung	-0,9
Lohnkosten/Arbeitstage	0,4
Mittlere Geschwindigkeit	-0,3
Beladungszeiten	0,3
Kraftstoffpreis/Verbrauch	0,2
Nutzungszeit pro Jahr	-0,2
Fahrzeugpreis	0,1

Schiene

Ganzzug, Gutart Fahrzeuge

Parameter	Elastizität*
Zugauslastung	-0,9
Zuglänge	-0,7
Trassenkosten	0,6
Wagenkosten/Lokkosten	0,2
Nutzungszeit je Transport	0,2
Laufleistung der Lok p.a.	-0,2
Energieverbrauch/Strompreis	0,1

*Bogenelastizität 300 km Straße / 500 km Schiene.



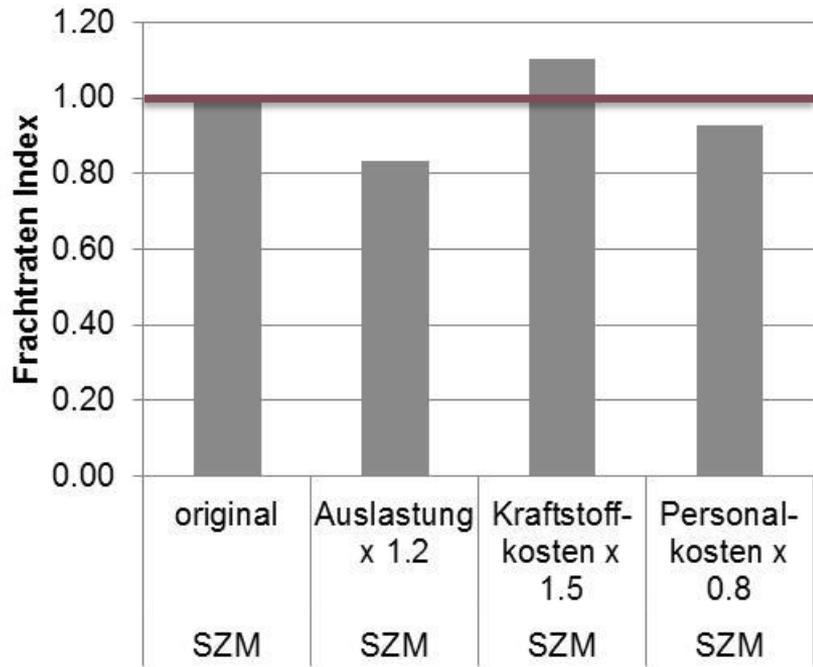
Einfluss von Maßnahmen auf Transportkosten

Beispielhafte Szenarien



Wie wirken sich Szenarien auf die Transportkosten aus?

Straße



Sattelzug, Metalle, 300 km

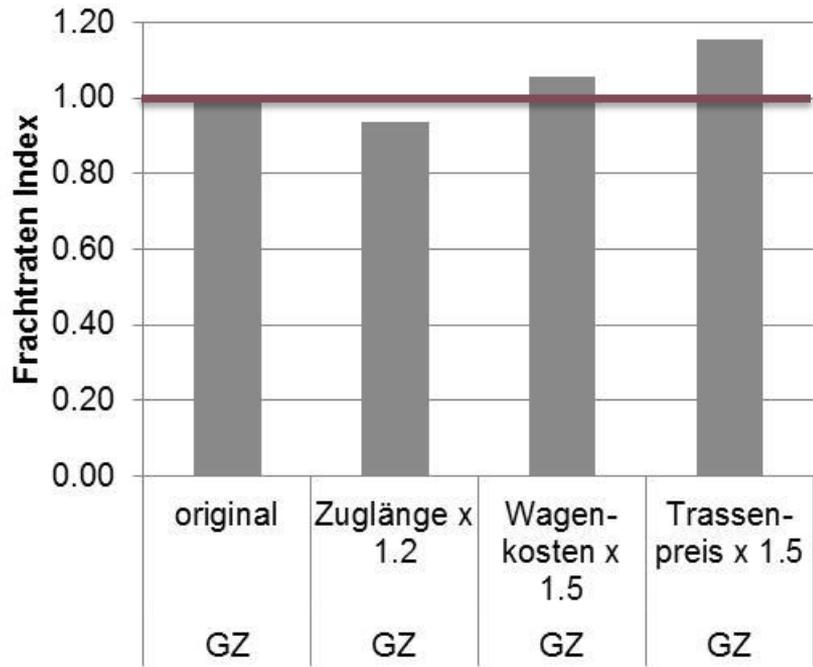
Szenarien

- Erhöhung der Auslastung der Fahrzeuge
- Erhöhung der Kraftstoffkosten
- Verringerung der Personalkosten



Wie wirken sich Szenarien auf die Transportkosten aus?

Schiene



Ganzzug, Metalle, 300 km

Szenarien

- Erhöhung der Zuglänge
- Erhöhung der Anschaffungspreise von Wagen
- Erhöhung der Trassenpreise



Wo kommt das Modell zum Einsatz?

- Politikberatung
 - Untersuchung des Einflusses von Maßnahmen/Szenarien auf Transportkosten und Modalverlagerungen
(z. B. BMUB-Projekt „Renewbility“, Kurzstudien für die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung, BMVI)
- Nutzung in der Nachfragemodellierung



Zusammenfassung

- Aggregiert ermittelte Transportkosten hängen von zahlreichen Parametern ab, die unterschiedlich starken Einfluss haben und vielfach nur geschätzt werden können. Kenntnis des Einflusses von Annahmen ist wichtig zur Qualitätssicherung.
- Kostenmodell ermöglicht Berechnung der Transportkosten für Straße, Schiene, Binnenschifffahrt unter Berücksichtigung von Gutarten/Marktsegmenten, Entfernungen, Fahrzeugklassen.
- Kostenmodell ermöglicht differenzierte Abschätzung von Kostenveränderungen durch Politikmaßnahmen (z. B. Effizienzverbesserungen, Umweltabgaben).
- Einfluss der Parameter transparent (Sensitivitäten).

→ Mehr auf der European Transport Conference 2016 in Barcelona (Oktober).



Acknowledgements und Quellen

Das Kostenmodell wurde im Rahmen der programmatischen Förderung des DLR erarbeitet von

- Andreas Lischke
- Gunnar Knitschky
- Stefan Huber und
- Axel Wolfermann.

Baumgartner (2001), Prices and costs in the railway sector, EPFL, Lausanne

BVU/TNS (2014), Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungsansätze für die Bundesverkehrswegeplanung, vorläufiger Endbericht, Freiburg/München

Dekra (2011), Lastauto und Omnibus, Stuttgart

Destatis Fachserie 8, Verkehr, Wiesbaden

Herry (2001), Arbeiterkammer Wien, Transportpreise und Transportkosten der verschiedenen Verkehrsträger im Güterverkehr, Wien

hwh (2015), Hagenlocher/Wittenbrink, Analyse staatlich induzierter Kostensteigerungen im Schienengüterverkehr am Beispiel von ausgewählten Relationen, Karlsruhe

PLANCO/BfG (2007), Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße

Rapp Trans (2005), Vor- und Nachlauf im Kombinierten Ladungsverkehr, SVI 1999/329, Zürich

SOFTICE (1999), Musso, Survey on Freight Transport Costs in Europe



Transport cost

An aggregated model for surface freight transport based on cost components and market segments

Axel Wolfermann
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Institut für Verkehrsforschung

axel.wolfermann@dlr.de

