Simulationsbasierte Analyse eines belastungsorientierten Fahrverbots in Darmstadt

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Vorstellung der Projektergebnisse

Projektabschluss
5. November 2019

Projektüberblick

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Projektdurchführung	Fachgebiet Unternehmensführung und Logistik
Projektpartner	Wissenschaftsstadt Darmstadt; Region der Zukunft Landkreis Darmstadt-Dieburg; IHK Darmstadt Rhein Main Neckar; Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main
Projektlaufzeit	April 2018 – März 2019
Projektförderung (Förderquote: 50%)	HESSEN Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung; HESSEN HessenAgentur HA Hessen Agentur GmbH; FRANKFURT HOLM HOUSE OF LOGISTICS AND MOBILITY **Förderhinweis:** Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 588/18-11) wird aus Mitteln des Landes Hessen und der HOLM-Förderung im Rahmen der Maßnahme „Innovationen im Bereich Logistik und Mobilität“ des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung gefördert.

Seit November 2015 gilt ein ausgeweitetes Lkw-Durchfahrtsverbot in Darmstadt

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

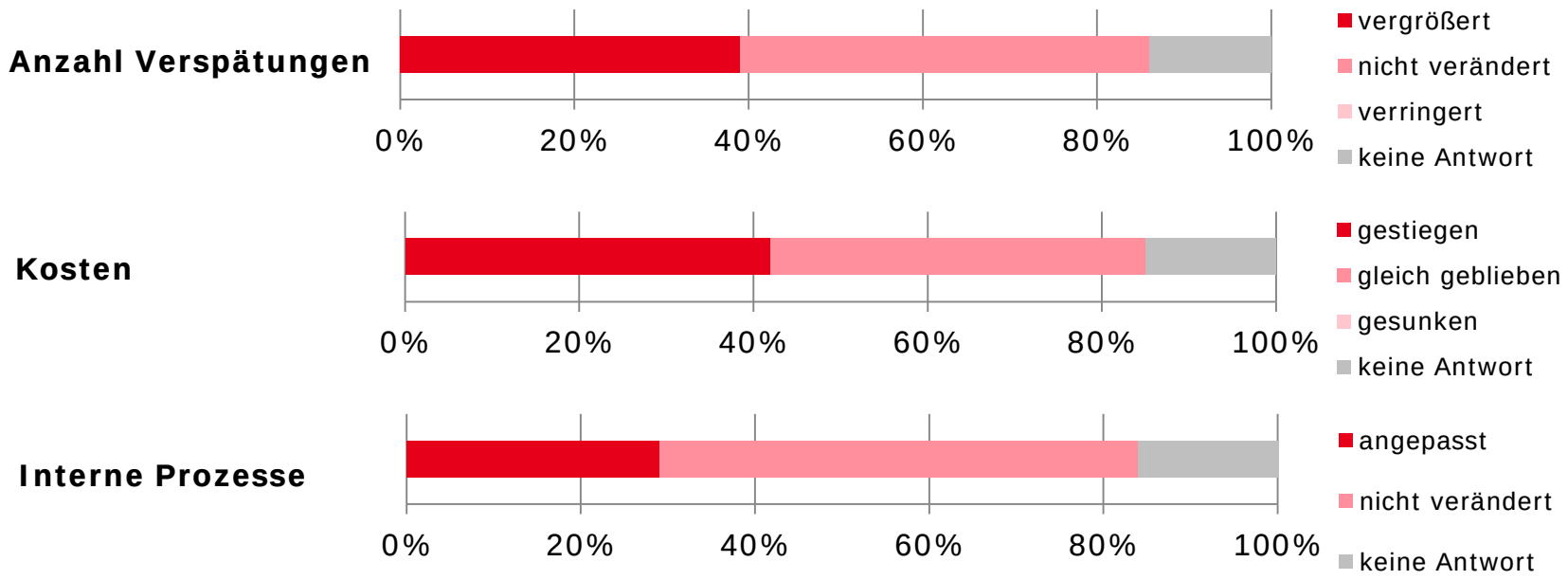
Lkw-Durchfahrtsverbote: Räumliches, fahrzeugabhängiges Verbot, welches Fahrzeugen die Durchfahrt auf bestimmten Strecken oder räumlichen Gebieten verbietet

Lkw-Durchfahrtsverbot Darmstadt

- Erlassen aus Gründen der Luftreinhaltung
- Geltungsbereich: Fahrzeuge >3,5 t zulässiges Gesamtgewicht
- Fahrten mit Quelle und/oder Ziel in der Verbotszone sind ausgenommen
- Bis November 2015 waren Fahrzeuge aus den Landkreisen Darmstadt-Dieburg und Odenwald ausgenommen

Bild: Vermessungsamt Darmstadt

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass Lkw-Durchfahrtsverbote Auswirkungen auf die Kosten und Prozesse von Unternehmen haben



Quelle: Rühl (2017)

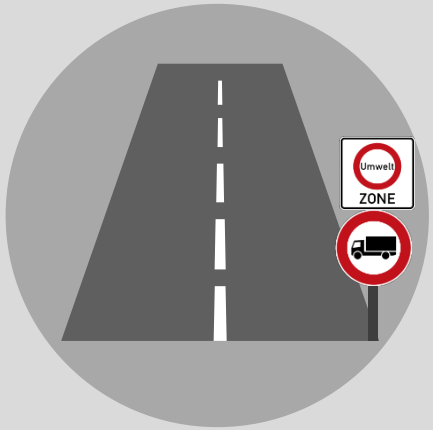
Bisher ist unklar, wie hoch die Auswirkungen sind und welche Maßnahmen Transportunternehmen als Reaktion auf ein Lkw-Durchfahrtsverbot ergreifen

Wie lassen sich die Auswirkungen auf Mensch und Umwelt mit den Auswirkungen auf unternehmerische Prozesse in Einklang bringen?

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Umweltschutz

- **Ziele:** Einhaltung der gesetzlichen Stunden- und Jahresmittelwerte für Luftqualität
- **Maßnahmen:** Einführung von Verkehrsrestriktionen



Unternehmerische Interessen

- **Ziele:** Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit
- **Maßnahmen:** Anpassung der unternehmerischen Prozesse

Alternative Steuerungsstrategien

- Sperrung von Routen für den Schwerlastverkehr basierend auf belastungsorientierten Regeln
- Reduzierung der Emissionsbelastung und Auswirkungen auf unternehmerische Prozesse

Zielsetzung und Methodik des Projekts

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Welche Potenziale und Auswirkungen könnten sich zukünftig durch ein belastungsorientiertes LKW-Durchfahrtsverbot ergeben?

Nutzung der Simulation zur …

… Abschätzung der **wirtschaftlichen und operativen Auswirkungen** der verschiedenen Ausprägungen von Lkw-Durchfahrtsverboten auf Transportunternehmen

… Abschätzung der Verkehrsauswirkungen sowie der **globalen und lokalen Emissionen**

Das Projekt wurde untergliedert in vier Arbeitspaketen bearbeitet

AP 1: Ermittlung der Anforderungen und Rahmenbedingungen

AP 2: Modellentwicklung

AP 3: Simulationsbasierte Untersuchung

AP 4: Ableitung von Handlungsempfehlungen

Im Rahmen des ersten Arbeitspakets wurden aktuell vom Verbot betroffene Unternehmen befragt

Überblick über die Unternehmensbefragung

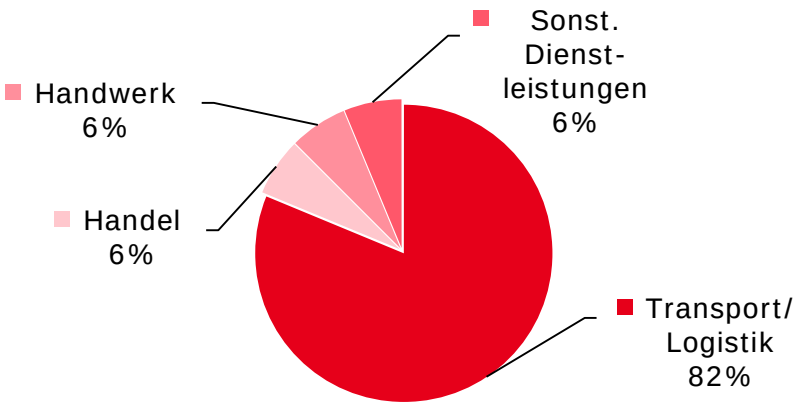
- Themenbereiche der Interviews:
  - Allgemeine Unternehmensdaten (Branche, Standorte, Größe)
  - Transporttätigkeit (Regionen, Fahrzeugtypen, Auftrags- und Ladungsstruktur)
  - Lkw-Durchfahrtverbot (Anteil betroffener Touren, Auswirkungen auf Unternehmenskenngrößen und Planung, Reaktionen auf das Verbot)

- Auswahl der Unternehmen
  - Das Unternehmen muss einen Standort im Umland Darmstadts haben
  - Das Unternehmen muss ausgehend von diesem Standort selbst Schwerlastverkehre durchführen

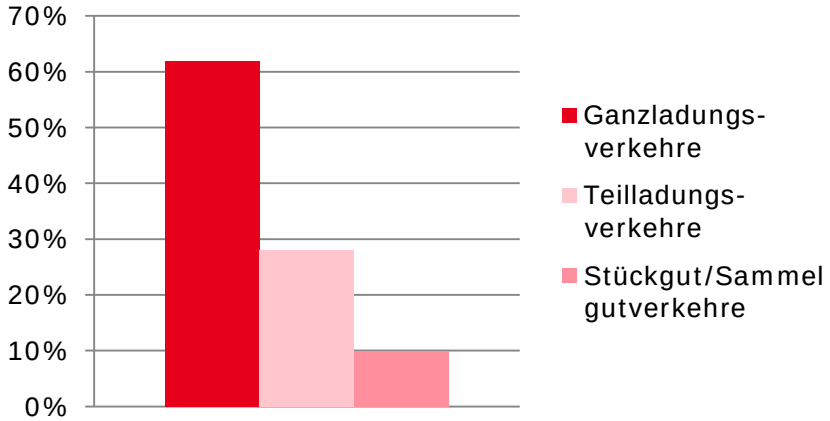
AP 1: Auswertung der Befragung I

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

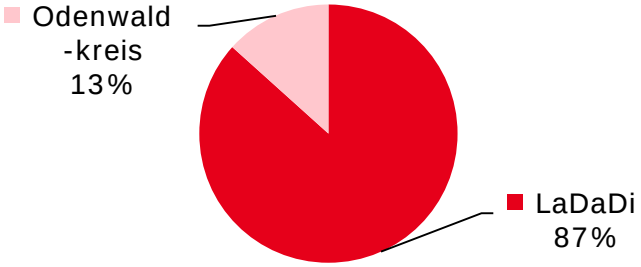
Branchen (n=15)



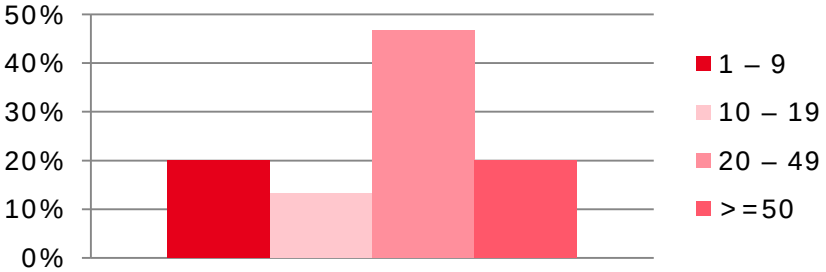
Verkehrsarten



Landkreise



Anzahl Mitarbeiter

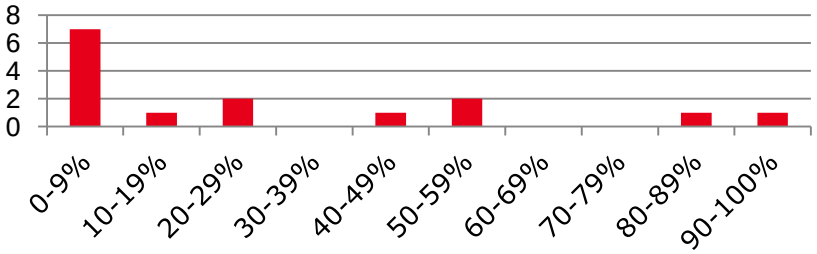


AP 1: Auswertung der Befragung II

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Anteil betroffener Touren

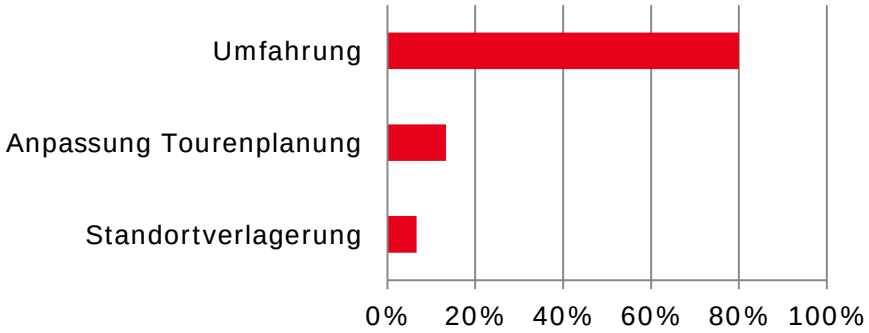
- Ø ca. 25% der Touren betroffen
- Variiert zwischen 0% und 90%



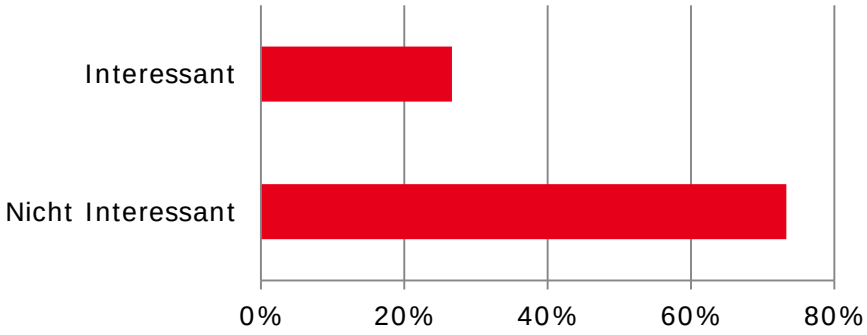
Auswirkungen

1. **Logistikkosten (80%)**
2. Lieferzuverlässigkeit (60%)
3. Lieferzeit (40%)
4. Umsatz und Auftragslage (13%)

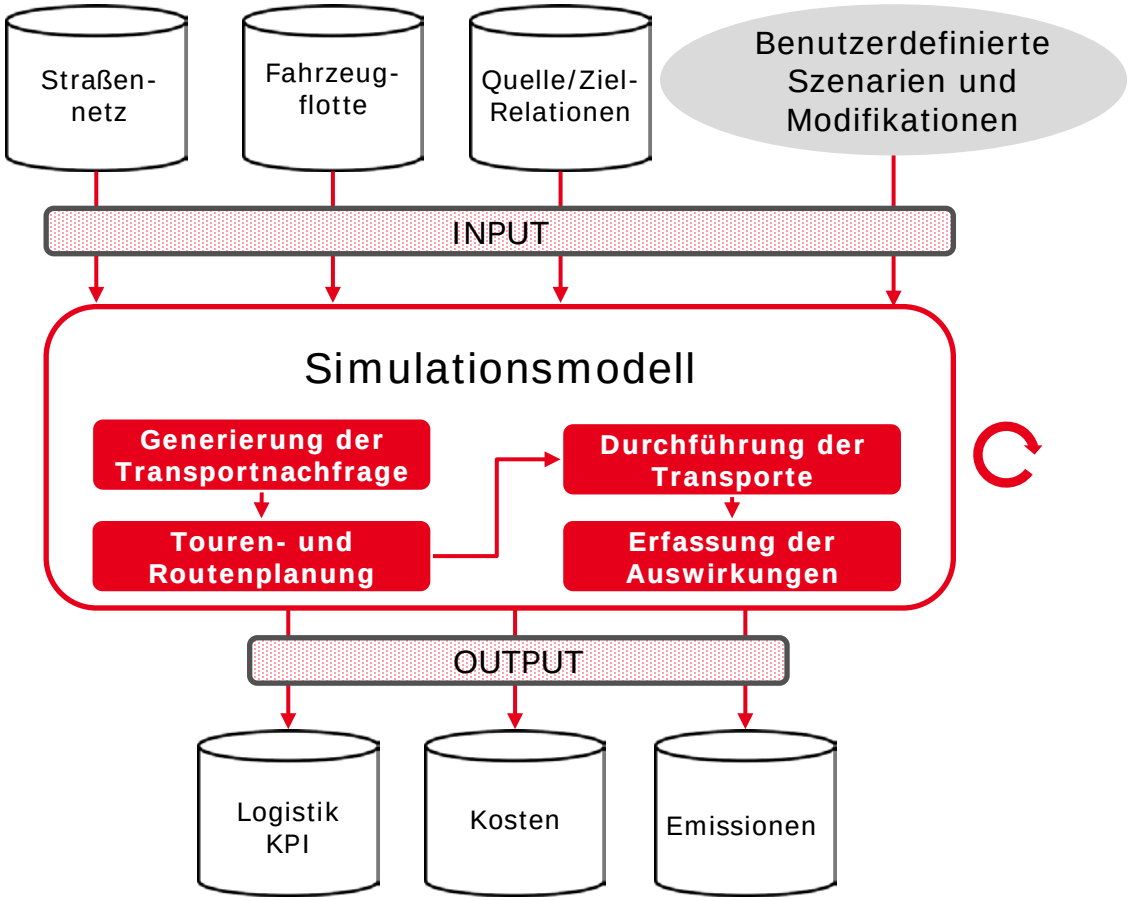
Reaktionen / Maßnahmen



Ausnahme Hybrid- / E-Lkw



AP 2: Modellentwicklung



AP 2: Modellentwicklung – Inputs

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Fahrzeugdaten- und Flotte

- **Flottenzusammensetzung** inkl. **Schadstoffklassen** der Landkreise Darmstadt Stadt, Darmstadt-Dieburg, Odenwaldkreis, Groß-Gerau zum 01.01.2018

- **Emissionsdaten** aus der Emissionsberechnungssoftware COPERT 5

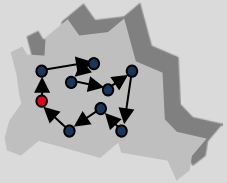
copert

- **Transportkostensätze** je Stunde und Kilometer basierend auf konkreten Fahrzeugdaten Lohnstatistiken

- **Straßennetz und Routing** aus Openstreetmap plus Erweiterung um Lkw-Durchfahrtsverbotzone

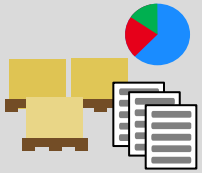
Unternehmens-daten

- **Standorte** von Transporteuren auf Basis der Interviews und Kartendaten



- **Empfängerdaten** basierend auf Interviews und zufälliger Auswahl
- **Fahrzeugtypen je Unternehmen** basierend auf Interviews

- **Transportaufkommen** und -menge basierend (Ganzladung, Teilladung, Sammelgut) basierend auf Interviews



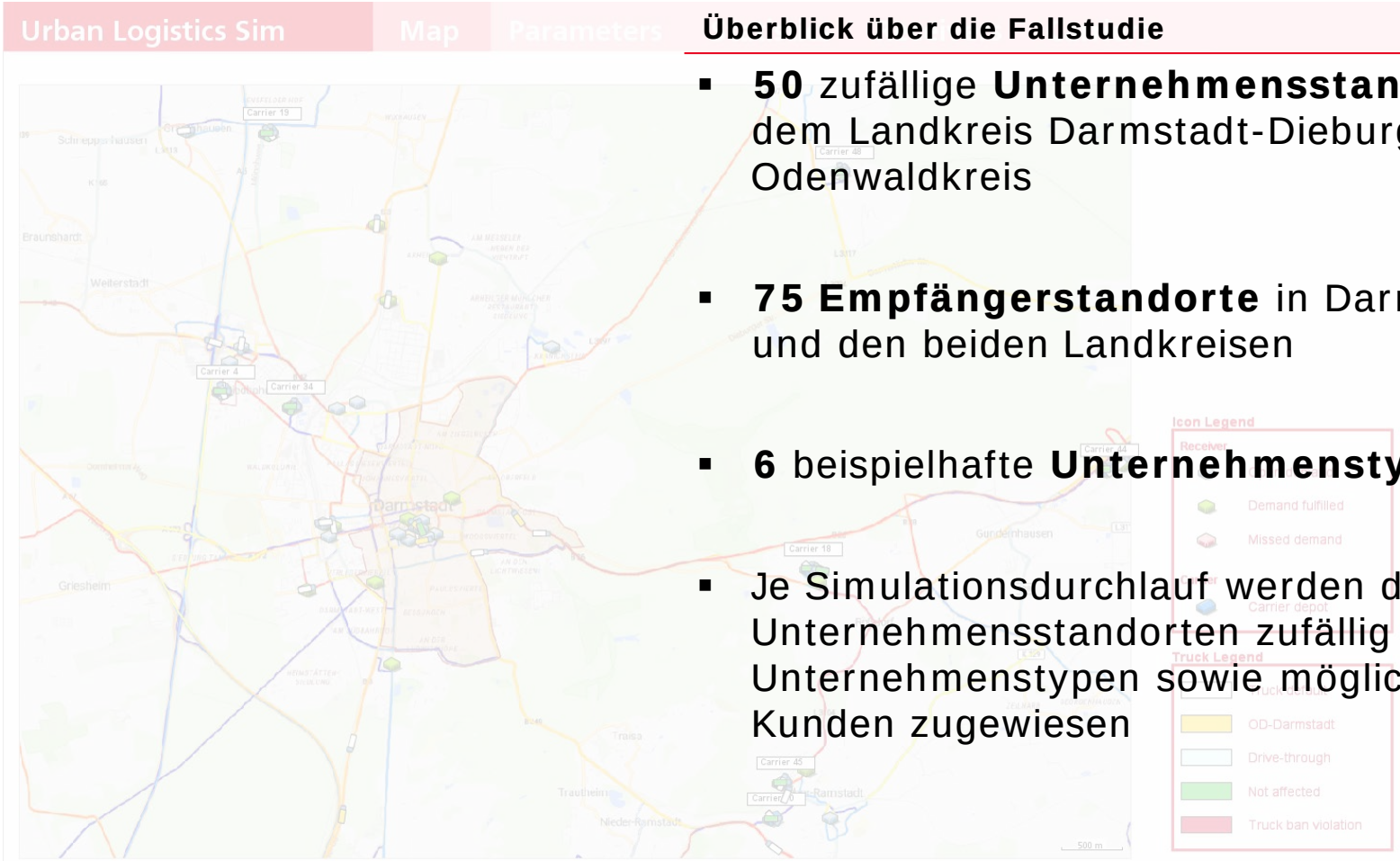
AP 2: Modellentwicklung – Unternehmenstypen

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Typen	Empfänger	Anz. Aufträge	Anteil Kunden DA	Ganzladung	Teilladung	Stückgut
T1	wechselnd	mittel	niedrig	●		
T2	gleichbleibend	sehr niedrig	niedrig	●	●	
T3	häufig wechselnd	sehr hoch	mittel			●
T4	wechselnd	hoch	niedrig		●	●
T5	gleichbleibend	niedrig	sehr niedrig	●	●	
T6	wechselnd	mittel	niedrig	●	●	

Empfängerstruktur, Auftragsmenge und –struktur und der Anteil der Touren mit Ziel oder Quelle in Darmstadt wurden als wesentliche Unterscheidungsfaktoren der Unternehmen gewählt

AP 3: Simulationsbasierte Untersuchung



Überblick über die Fallstudie

- **50** zufällige **Unternehmensstandorte** aus dem Landkreis Darmstadt-Dieburg und dem Odenwaldkreis
- **75 Empfängerstandorte** in Darmstadt und den beiden Landkreisen
- **6** beispielhafte **Unternehmenstypen**
- Je Simulationsdurchlauf werden den Unternehmensstandorten zufällig einer der Unternehmenstypen sowie mögliche Kunden zugewiesen

AP 3: Simulationsbasierte Untersuchung – Szenarien und Versuchsplanung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Szenarien

- Folgende 6 Szenarien wurden für die Simulation definiert:

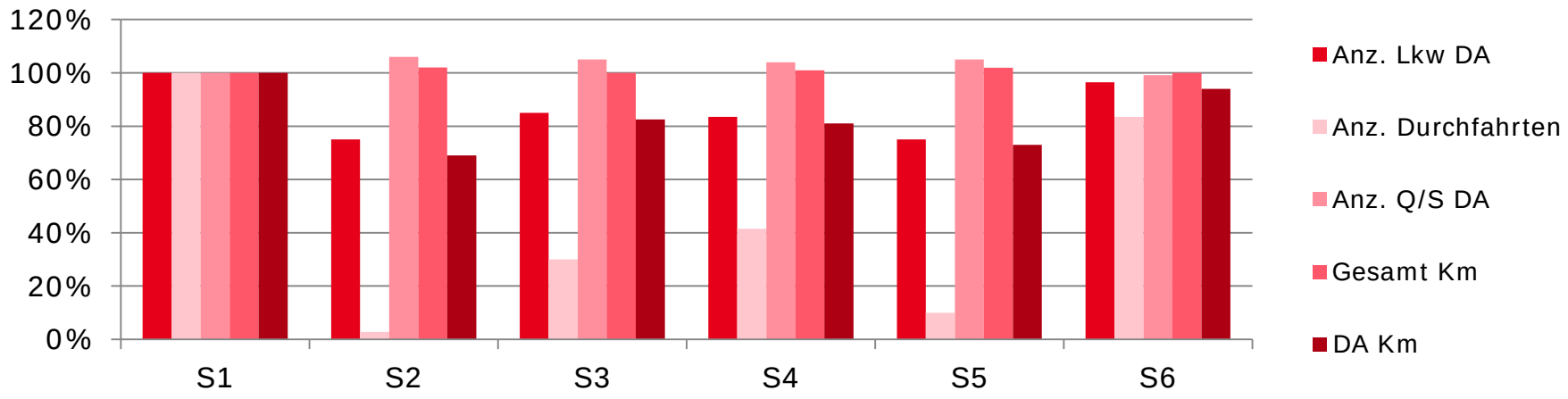
Nr.	Szenario	Beschreibung
S0	Kein Verbot	Alle Fahrzeugtypen dürfen das Gebiet durchfahren
S1	Aktuelles Verbot	Nur Be- und Entlader sowie Fahrzeuge <3,5t sind ausgenommen
S2	Gebühr für durchfahrende Lkw	Durchfahrung bei Bezahlung einer City-Maut in Abhängigkeit von Gewicht und Schadstoffklasse
S3	Dynamisches Verbot	Verbot S1 ist mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit an einem Tag aktiviert
S4	Ausnahme für E-Lkw/Hybrid-Lkw	Wie S1, jedoch Ausnahme für E-Lkw/Hybrid-Lkw
S5	Ausnahme für Euro VI Diesel	Alle Euro VI Diesel dürfen die Zone durchfahren (alle Transporteure haben sowohl Euro IV/V als auch EURO VI Fahrzeuge)

Versuchsplanung

- Jedes Szenario wurde **30-mal repliziert**
- Je Simulationsdurchlauf wurden **1 Wochen** simuliert

Verkehrsauswirkungen

Ø Verkehrsauswirkungen



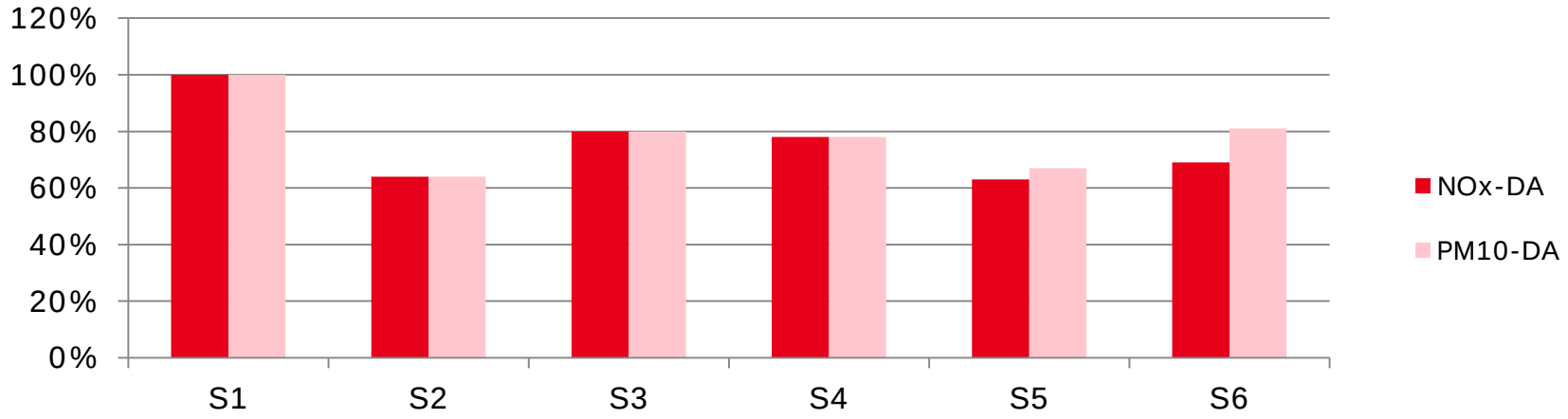
Ergebnisse

- Bei den Verbotsszenarien S2-S5 steigt die Anzahl der Be- und Entlader um ca. 6%
- Die Gesamtanzahl der Lkw, welche die Zone befahren sinkt jedoch zwischen 3% (S6) und 25% (S2)
- Die Gesamtfahrzeugkilometer steigen um 1% bis 2%. Die Fahrzeugkilometer in Darmstadt sinken dagegen zwischen 6% (S6) und 31% (S2)

Emissionsauswirkungen

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Ø Emissionsauswirkungen



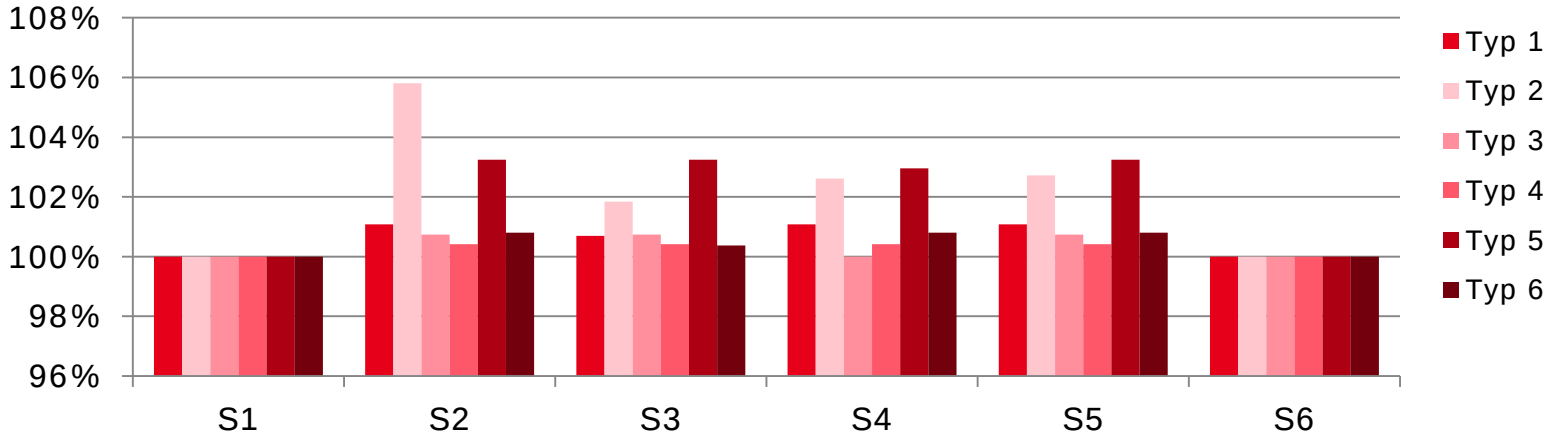
Ergebnisse

- Bei den Verbotsszenarien S2-S5 sinken die lokalen Emissionen in der Verbotszone zwischen 20% (S3) und 36% (S2)
- Die höchste Reduzierung entstehen beim aktuellen Verbot S2 sowie bei Ausnahme für E-Lkw/Hybrid-Lkw (S5)

Transportkosten

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Ø Gesamttransportkosten



Ergebnisse

- Die Höhe der Kostenänderungen hängt stark von den Unternehmenstypen ab
- Durchfahrgebühren, dynamische Verbote und Ausnahmen für Euro-VI-Diesel senken die Transportkosten gegenüber dem aktuellen Verbot (S2)
- Eine Ausnahme für E-Lkw kann die Transportkosten aufgrund der hohen Anschaffungskosten kaum senken

Fazit

- Die Auswirkungen des bisherigen Lkw-Durchfahrtsverbots und der Handlungsspielraum der Unternehmen unterscheiden sich sehr stark je nach Ort, Auftragsstruktur und Fahrzeugflotte
- Das aktuelle Lkw-Durchfahrtsverbot, welches täglich gilt und keine Ausnahmen beinhaltet führt einerseits zu den niedrigsten Emissionen aber andererseits zu den höchsten Transportkosten für Unternehmen
- Die alternativen Steuerungsstrategien können die Mehrkosten des Verbots reduzieren, führen jedoch zu höheren Emissionen als das aktuelle Verbot
- Ausnahmen für E-Lkw und Hybrid-Lkw oder auch neueren Diesel Fahrzeugen könnten dazu beitragen, zusätzliche Anreize für Unternehmen zu schaffen, diese meist erheblich teureren Fahrzeuge anzuschaffen. Hierfür wäre jedoch eine Änderung im Elektromobilitätsgesetz notwendig.

Kontakt

Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften
Fachgebiet Unternehmensführung und Logistik

Ralf Elbert
elbert@log.tu-darmstadt.de

Christian Friedrich
c.friedrich@log.tu-darmstadt.de

Hochschulstr. 1
64289 Darmstadt
www.log.tu-darmstadt.de

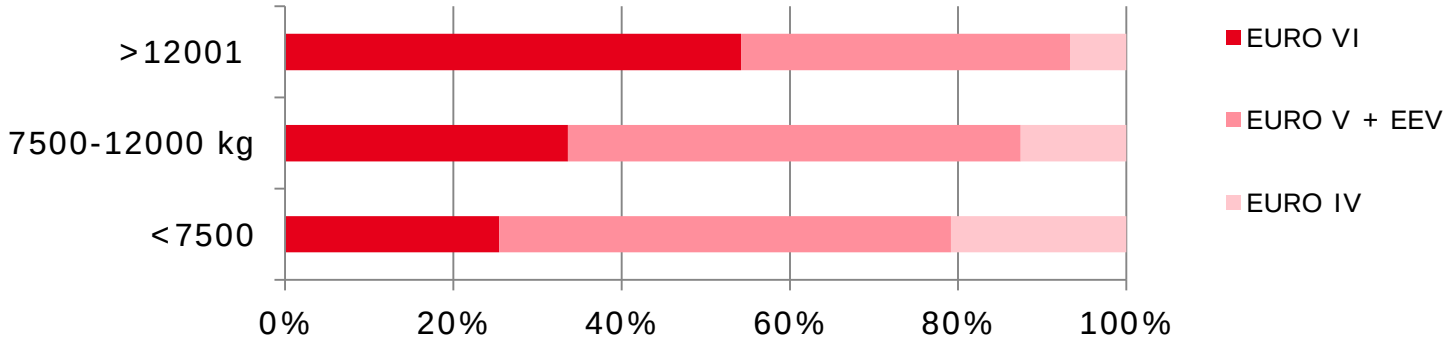
Telefon +49 6151 16-24430
Fax +49 6151 16-24444

Back up

AP 2: Modellentwicklung – Flottenzusammensetzung Input

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Flottenzusammensetzung in der Region (nur ab EURO IV)



Deutlich höherer Anteil EURO VI Lkw bei Lkw >12 t. Dies kann unter anderem durch die Schadstoffabhängige Maut ab 7.5t erklärt werden.