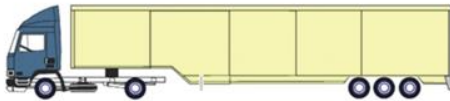


# bast-Projekt: Lang-Lkw: Auswirkung auf Fahrzeugsicherheit und Umwelt

Ergebnispräsentation | Alexander Süßmann  
12. März 2015, Bergisch Gladbach

Dem Vortrag liegen Teile des Abschlussberichts des Forschungsprojekts FE 82.0543/2012 „Lang-Lkw: Auswirkung auf Fahrzeugsicherheit und Umwelt“ im Auftrag des BASt zugrunde. Für den Inhalt des Vortrags sind ausschließlich die Autoren des Berichts verantwortlich.

# LKWÜberlStVAusnV | § 3 - Fahrzeuge



1. Sattelzugmaschine mit Sattelanhängen (Sattelkraftfahrzeug)



2. Sattelkraftfahrzeug mit Zentralachsanhänger



3. Lastkraftwagen mit Untersetzachse und Sattelanhängen

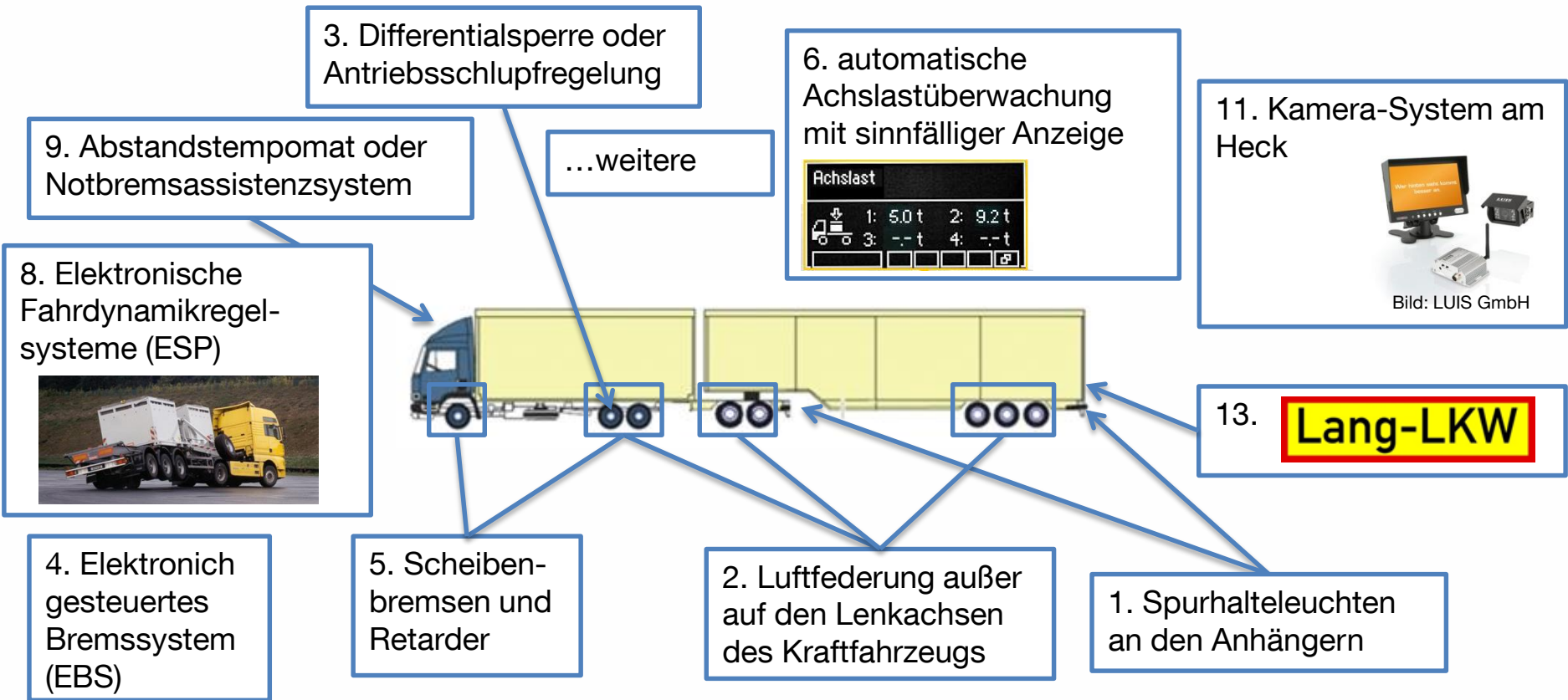


4. Sattelkraftfahrzeug mit einem weiteren Sattelanhängen



5. Lastkraftwagen mit einem Anhänger

# § 5 - Technische Anforderungen an die eingesetzten Fzg.



**Vielzahl an technischen Anforderungen mit zum Teil alternativen  
Umsetzungsmöglichkeiten**

## Zielsetzungen | Fragestellungen

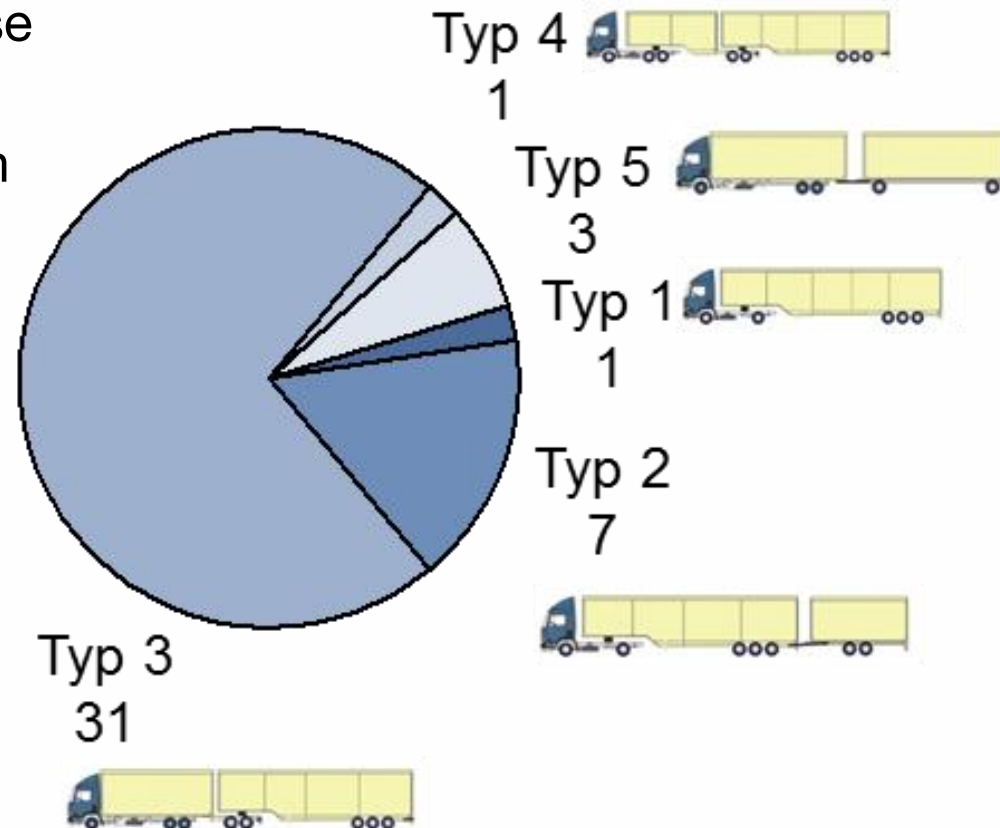
- Dokumentation, wie alternative technische Anforderungen umgesetzt wurden

### Analysen

- Achslastüberwachung
- Kamera-Systeme am Heck (Sichtprobleme für Fahrzeugführer )
- Kurvenlaufeigenschaften
- Bremsverzögerung
- Sogwirkung auf Zweiräder
- Fahrdynamik bei ausgewählten Manövern
- Wirksamkeit der Kennzeichnung „Lang-Lkw“
- Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

# Datenbasis

- Übereinstimmungsnachweise („TÜV/Dekra-Gutachten“)
- Zulassungsbescheinigungen Teil I („Fahrzeugscheine“)
- Herstellerangaben zu den Fahrzeugen
- Eigene Fahrzeugbegutachtungen (16 Fahrzeuge)

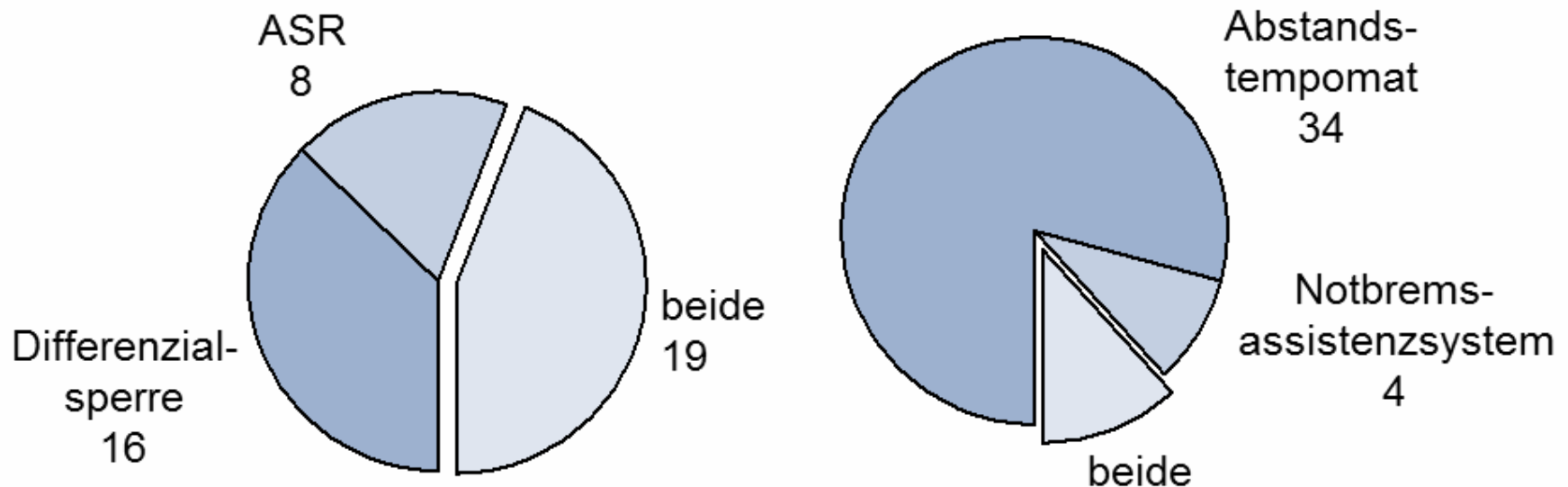


Stand: 15. Juli 2013

43 Lang-Lkw | 23 Speditionen

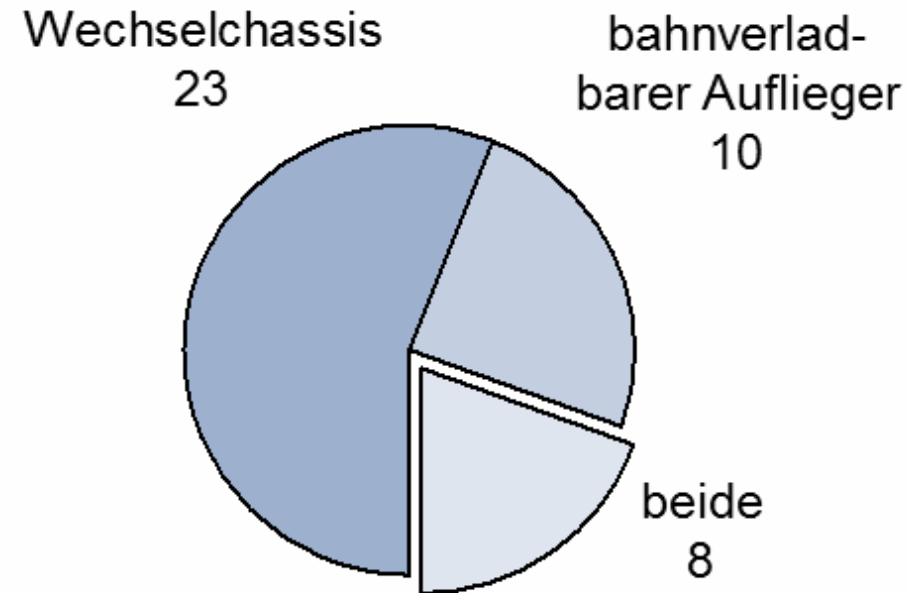
# Technische Anforderungen

- Alle Lang-Lkw erfüllen die alternativlosen technischen Anforderungen (bspw. Spurhalteleuchten, Rückspiegel nach neuster Norm)
- Antriebsschlupfregelung (ASR) bzw. Differentialsperre
- Abstandstempomat bzw. Notbremsassistentensystem
- Luftfederung, außer auf Antriebsachse  
→ nur 3 Fahrzeuge ohne Vollluftfederung



# Technische Anforderungen

- Theoretische Einsetzbarkeit der Fahrzeuge im Kombinierten Verkehr (KV)
  - Begleiteter KV (RoLa, Fähre) praktisch nicht möglich (BMVBS, 30.11.2012)  
→ nur Wechselchassis und bahnverladbare Sattelanhänger
  - Nur ein Teil des Fahrzeugs muss KV-fähig sein (BMVBS, 30.11.2012)



2 Fahrzeuge ohne diese Systeme; jedoch Bescheinigung der KV-Fähigkeit durch Herstellerangaben

# Achslastüberwachung

## Fragestellungen:

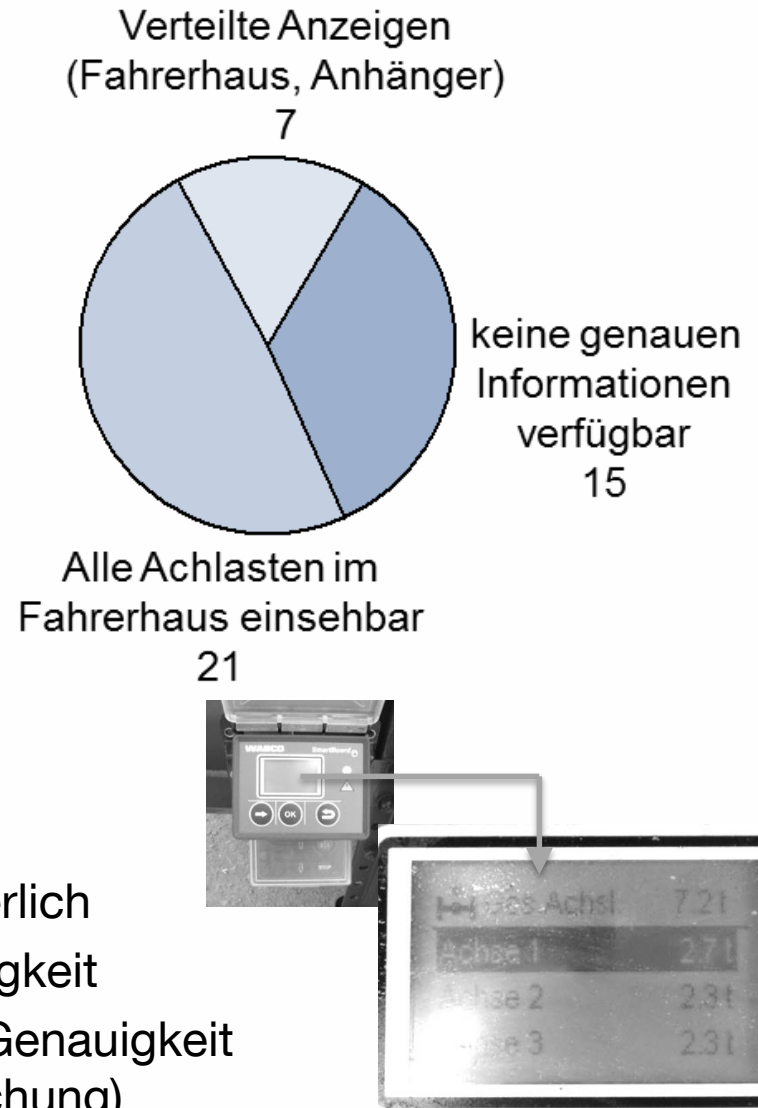
- Wo und wie erfolgt die Anzeige?
- Welche Schritte sind zur Ermittlung der Gesamtmasse erforderlich?
- Wie genau sind die Systeme?

## Untersuchungsmethodik:

- Fahrzeugbegutachtungen
- Herstellerangaben, Vergleich mit Waage

## Ergebnisse:

- Teilweise am Fahrzeug verteilte Anzeigen
- Addition zur Gesamtmasse immer erforderlich
- Keine Herstellerspezifikationen zu Genauigkeit
- Vergleich mit Waage zeigt ausreichende Genauigkeit eines üblichen Systems (max. 3% Abweichung)







## Kamera-Systeme am Heck

### Fragestellung:

- Wo und wie werden die Kameras angebracht?
- Welche Sichtfelder ergeben sich?
- Wie erfolgt die Anzeige im Fahrerhaus?

### Untersuchungsmethodik:

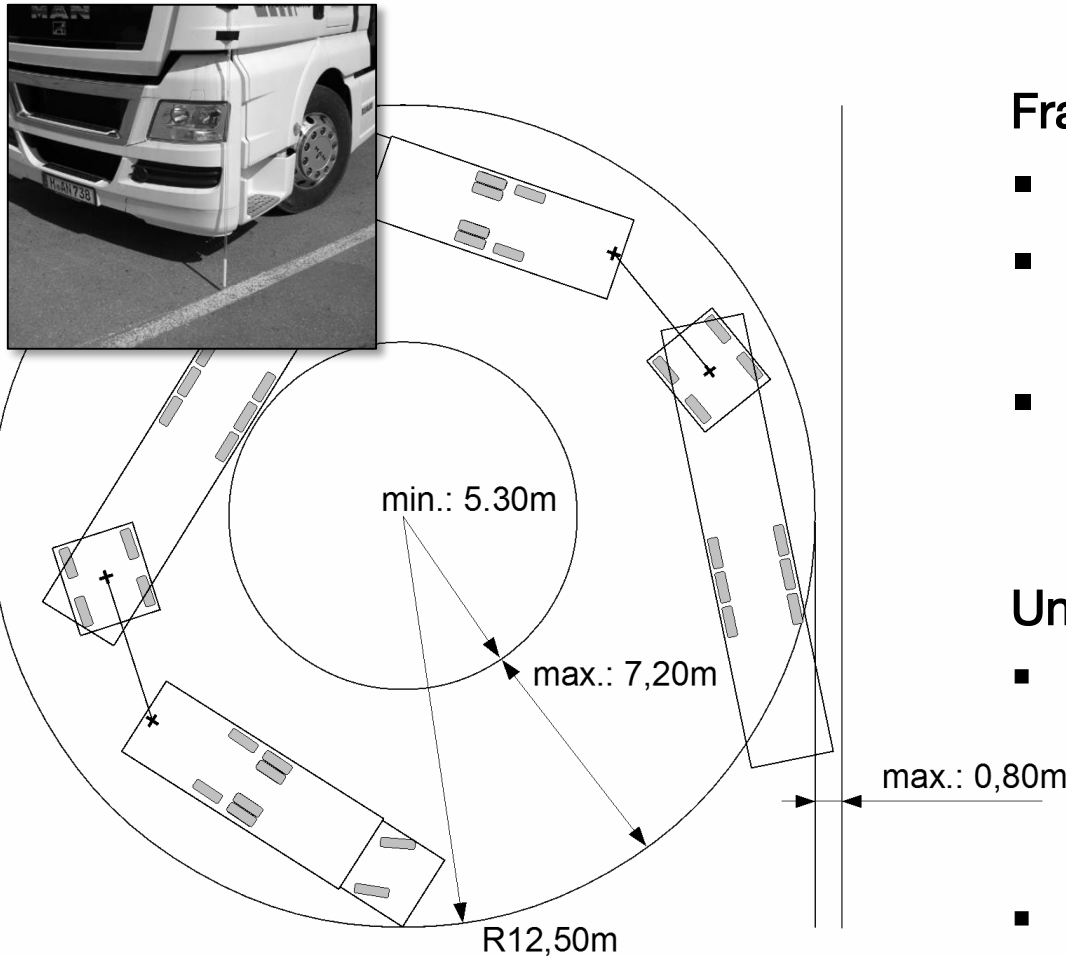
- Fahrzeugbegutachtungen

### Ergebnisse:

- Sichtfelder bei Anbringung oben am Heckportal als Rückfahrhilfe geeignet (in seltenen Fällen realisierbar)
- Sichtfelder bei Anbringung im Bereich des Unterfahrschutzes geeignet für Beobachtung des rückwärtigen Verkehrs
- Anzeige temporär in Tachomuschel oder permanent auf separatem Display



# Kurvenlaufeigenschaften („BO-Kraftkreis“)



## Fragestellungen:

- §32 d StVZO eingehalten?
- Welche Ringflächen werden überstrichen?
- Welche Ausschermaße treten auf?

## Untersuchungsmethodik:

- Analytische Untersuchung auf Basis von Fahrzeugmaßen, Achskonfiguration und -abständen
- Experimentelle Untersuchungen

## Kurvenlaufeigenschaften („BO-Kraftkreis“)

### Ergebnisse:

- Bestätigung der Angaben in Übereinstimmungsnachweisen in den meisten Fällen
  - Abweichungen aufgrund von Systemen zur dynamischen Achslastverlagerungen, Unstimmigkeiten in der Datenbasis
- §32 d StVZO lässt unterschiedliche Interpretationen des Messverfahrens zu
  - Auswirkung auf Lang-Lkw | keine Auswirkung auf herkömmliche Lkw
  - Teilweise müssen bei Lang-Lkw Achsen angehoben werden
  - Nachbesserung von §32 d StVZO notwendig!

# Bremsverzögerung und -ansprechverhalten

## Fragestellungen:

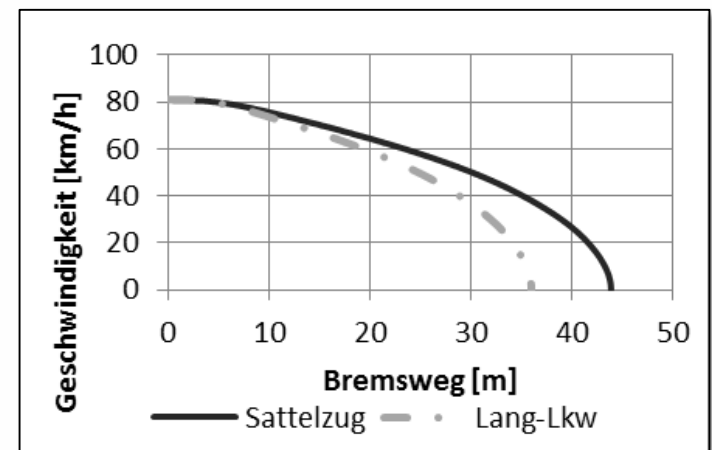
- Welches Bremsansprechverhalten weisen die einzelnen Module der Fahrzeugkombination auf; insbes. der zweite Anhänger?
- Welche Bremsverzögerungen treten auf?

## Untersuchungsmethodik:

- Vergleichsmessung der Bremsverzögerung aus 80 km/h (Sattelkraftfahrzeug vs. Lang-Lkw Typ 3 mit je 40 t Gesamtmasse)

## Ergebnisse:

- Gleichzeitiges Greifen aller Bremsen aufgrund von EBS  
→ Lang-Lkw bleibt „gestreckt“
- Bremsweg Sattelzug 44 m
- Bremsweg Lang-Lkw 36 m (-19%)



# Sogwirkung auf Zweiräder

## Fragestellungen:

- Haben Lang-Lkw eine stärkere Sogwirkung auf Zweiräder als herkömmliche Lkw?

## Untersuchungsmethodik:

- Analyse mit CFD-Methoden
- Vergleich Lastzug vs. Lang-Lkw Typ 3
- Szenario:  
Landstraße 65km/h, Überholabstand 1,5 m

## Ergebnisse:

- Vergleichbare Sogwirkung auf Zweiräder
- Bei beiden Fahrzeugarten vergleichbar stärkere Sogwirkung bei geringerem Abstand

# Fahrdynamik bei ausgewählten Manövern

## Fragestellung:

- Wie verhalten sich die Fahrdynamik von Lang-Lkw im Vergleich zu herkömmlichen Lkw bei ausgewählten Manövern?

## Untersuchungsmethodik:

- Fahrdynamiksimulationen  
(Typ 1 und Typ 2 vs. Sattelzug, Typ 3 und Typ5 vs. Lastzug)
- Manöver:
  - einfacher Spurwechsel
  - stationäre Kreisfahrt
  - Sinuslenken
- Variation der Beladungszustände

# Fahrdynamik bei ausgewählten Manövern

## Ergebnisse:

- Die Simulationsergebnisse bescheinigen den Lang-Lkw Fahrzeugkombinationen Typ 1 und Typ 3 gesamtheitlich ein fahrdynamisch sicheres Fahrverhalten
- Typ 2 erweist sich aufgrund seiner Kinematik als etwas instabiler, bei ungünstiger Beladung treten bei allen Manövern kritische Fahrzeugreaktionen auf (gering beladener Auflieger, stark beladender Anhänger).
- Typ 5 antwortet aufgrund seiner Kinematik und Länge mit etwas stärkeren Fahrzeugreaktionen bei Anregung als ein konventioneller Lastzug
- Weiterer Forschungsbedarf:  
Untersuchungen mit Realfahrzeugen unter Berücksichtigung von ESP

# Wirksamkeit der Kennzeichnung „Lang-Lkw“

## Fragestellung:







- Wie schätzen Verkehrsteilnehmer den vor sich fahrenden Lang-Lkw auf Basis dessen Beschilderung ein?

## Untersuchungsmethodik:

- Probandenstudie (50 VerkehrsteilnehmerInnen)

## Ergebnisse:

- Sensitivität für Überlänge ist durch Beschilderung vorhanden
- Mehrheit befürwortet Piktogramme
- Geforderte Schrifthöhe von 130 mm bei einem Abstand von 40 m möglicherweise zu gering

A	B	C
		
<input checked="" type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> 	<b>80%</b> (bevorzugen das Schild aus Spalte A)	<b>78%</b> (bevorzugen das Schild aus Spalte A)
	<b>76%</b> (bevorzugen das Schild aus Spalte A)	<b>69%</b> (bevorzugen das Schild aus Spalte A)



# Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

## Fragestellung:

- Welche mögliche CO<sub>2</sub>-Reduktion stellt sich durch Lang-Lkw ein? (Betrachtung einzelner Fahrzeuge)

## Untersuchungsmethodik:

- Analyse von Flottentelematikdaten eines Pendelverkehrs (sich wiederholende Fahrten mit gleichem Ladegut)
- Berücksichtigung möglicher Störgrößen wie Verkehr, Wetter oder Fahrereinfluss
- Sattelzug (36 t zGG) vs. Lang-Lkw (40 t zGG)

# Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

## Ergebnisse:

- Die Kraftstoffverbrauch unterscheiden sich deutlich aufgrund unterschiedlicher Einsatzgewichte
- Bei volumenseitiger Auslastung der Fahrzeuge stellt sich eine um ca. 15 % erhöhte Transporteffizienz ein
- Höhere Transporteffizienz nur bei geringen Dichten der Ladung möglich

	Sattelzug (Volumen)	Lang-Lkw Typ 3 (Volumen)
Zulässiges Gesamtgewicht	36 t	40 t
Achsen	4	8
Motor	450 PS, Euro 6	
Bewertete Fahrstrecke	10.700 km	8.900 km
Mittleres Einsatzgewicht	20,7 t	33,9 t
Leergewicht	13,5 t	22,5 t
Nutzlast, Auslastung	7,2 t   32%	11,4 t   65%
Volumen, Auslastung	100 m <sup>3</sup>   100%	155 m <sup>3</sup>   100%
Dichte der Ladung	72 kg/m <sup>3</sup>	
Mittlerer Kraftstoffverbrauch	24,1 l/100km	32,0 l/100km
Transporteffizienz	3,37 l/100tkm (Referenz) 0,24 l/100m <sup>3</sup> km (Referenz)	2,86 l/100tkm (-15 %) 0,21 l/100m <sup>3</sup> km (-14 %)

## Zusammenfassung | Fazit

- Die in der LKWÜberStVAusnV geforderten technischen Anforderungen tragen zur Verkehrssicherheit der Lang-Lkw bei.
- Die geforderten technischen Anforderungen wurden von allen Lang-Lkw erfüllt.
- Keines der Untersuchungsergebnisse deutet auf ein erhöhtes Verkehrssicherheitsrisiko durch Lang-Lkw hin.
- Fahrdynamisch sind lediglich ungünstige Beladungszustände (insbes. Typ 2) kritisch zu betrachten und weiter zu untersuchen.
- Lang-Lkw vom Typ 3 bildeten zum Stand der Untersuchung den größten Anteil.
- Zum Stand der Untersuchung wurden die meisten Lang-Lkw aus bereits vorhanden Komponenten zusammengesetzt. Die Transporteffizienz der Lang-Lkw kann/wird in Zukunft durch Reduktion von Achsen weiter erhöht werden (Sonderkonstruktionen).

# Kontakt

## Technische Universität München

### Prof. Dr.-Ing. Markus Lienkamp

Fakultät für Maschinenwesen

Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik (FTM)

Boltzmannstr. 15

85748 Garching

Tel: + 49.89.289.15344

Fax +49.89.289-15357

[lienkamp@ftm.mw.tum.de](mailto:lienkamp@ftm.mw.tum.de)

[www.ftm-tum.de](http://www.ftm-tum.de)

### Dipl.-Ing. Alexander Süßmann

Förg & Süßmann Ingenieurbüro GbR

„Transport Innovation Group“

Friedrich-Herschel-Str. 3

81679 München

Tel: + 49.89.171 055 28

[as@tum.de](mailto:as@tum.de)