



Auswirkungen der Fahrdynamikregelung auf die Sicherheit von Transportern unter besonderer Berücksichtigung des Beladungszustandes

Winfried Tomaske

Inhalt

Motivation/ Unfallanalyse

Unfallstatistik N1 Fahrzeuge, Einfluss ESP (Electronic Stability Program)

Fahrzeugdaten

Reifeneigenschaften, Dämpferkennwerte, Achjskinematik, ...

Kippsicherung / Beladungseinheit

Konstruktion/Berechnung

Fahrmanöver

Einfluss von ESP; Validierung

Fahr Simulatorversuche

Einfluss von ESP

Zusammenfassung

LKW Unfälle



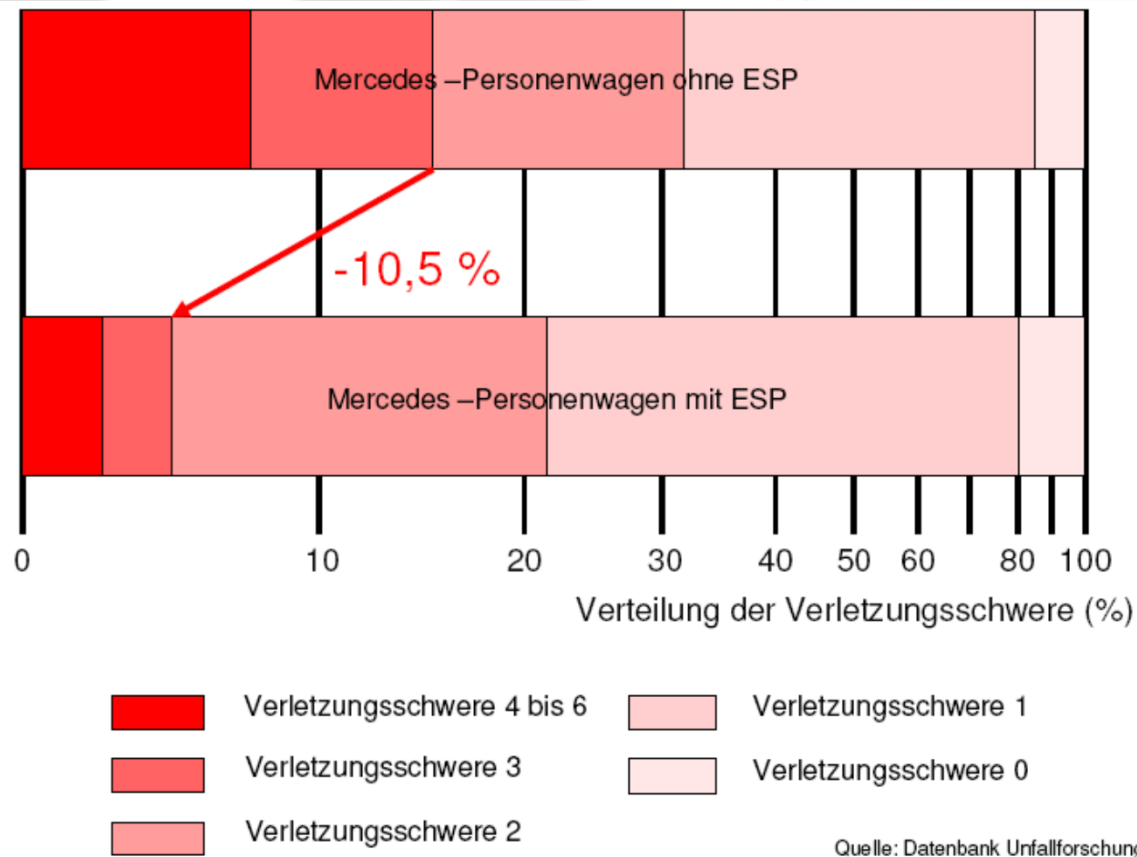
Datenquelle: Knorr-Bremse Group

Straßenverkehrsunfälle im Jahr 2011, bei denen der Fahrer eines Güterkraftfahrzeuges der Klasse N₁ (zGM ≤ 3,5 t) Hauptverursacher war

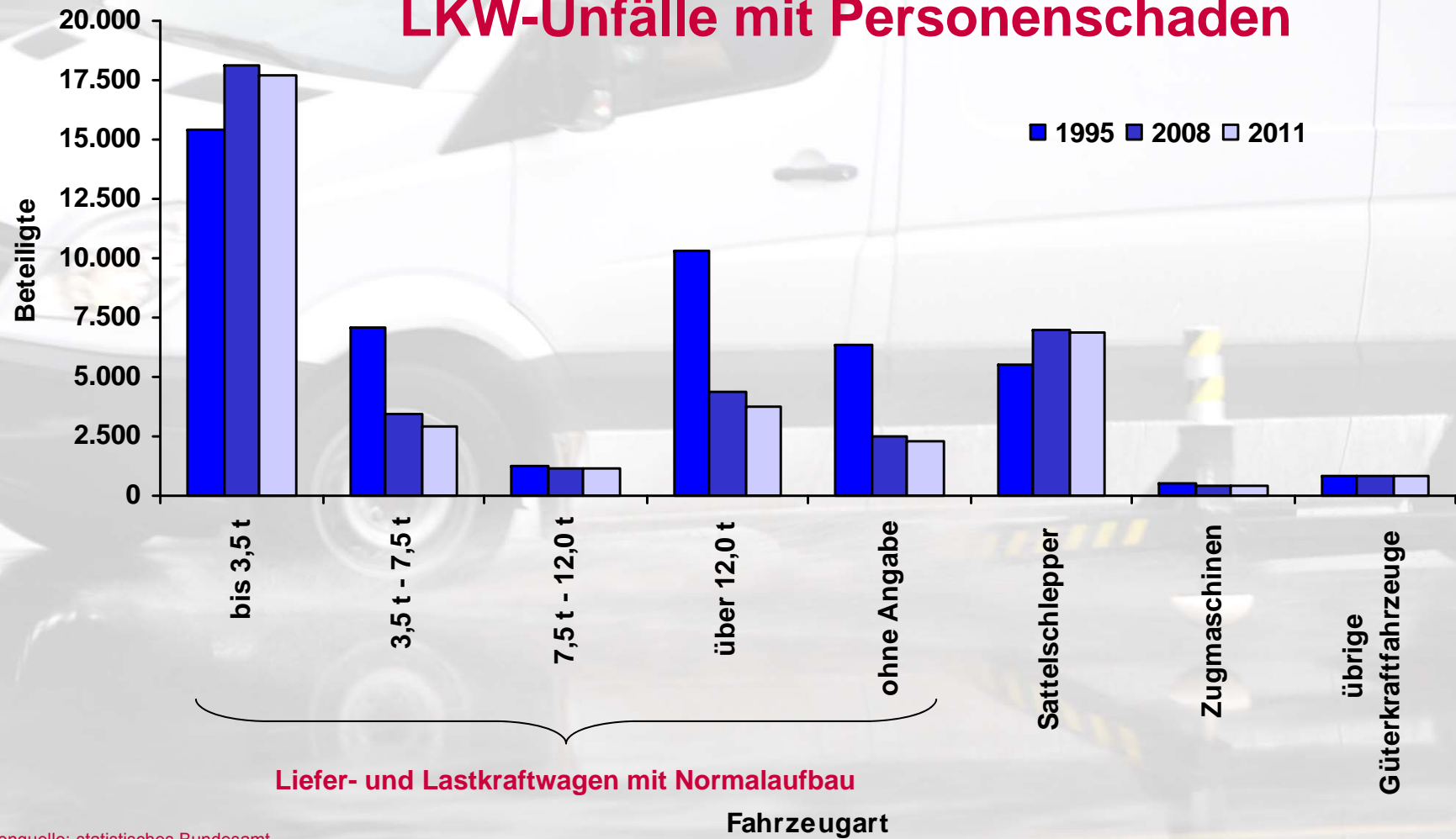
Unfallart		Dabei Verunglückte			
		Insgesamt	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug, das ...	anfährt, anhält oder im ruhenden Verkehr steht	1.137	3	96	1.038
	vorausfährt oder wartet	3.894	15	256	3.623
	seitlich in gleicher Richtung fährt	717	3	88	626
	entgegenkommt	1.210	40	307	863
	einbiegt oder kreuzt	4.125	14	560	3.551
Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger		1.027	24	263	740
Aufprall auf Hindernis auf der Fahrbahn		44	1	7	36
Abkommen von der Fahrbahn	nach rechts	833	17	213	603
	nach links	585	14	165	406
Unfall anderer Art		857	4	102	751
Insgesamt		14.429	135	2.057	12.237

Datenquelle: Statistisches Bundesamt, Unfälle von Güterkraftfahrzeugen im Straßenverkehr 2011

Einfluss von ESP auf die Fahrsicherheit

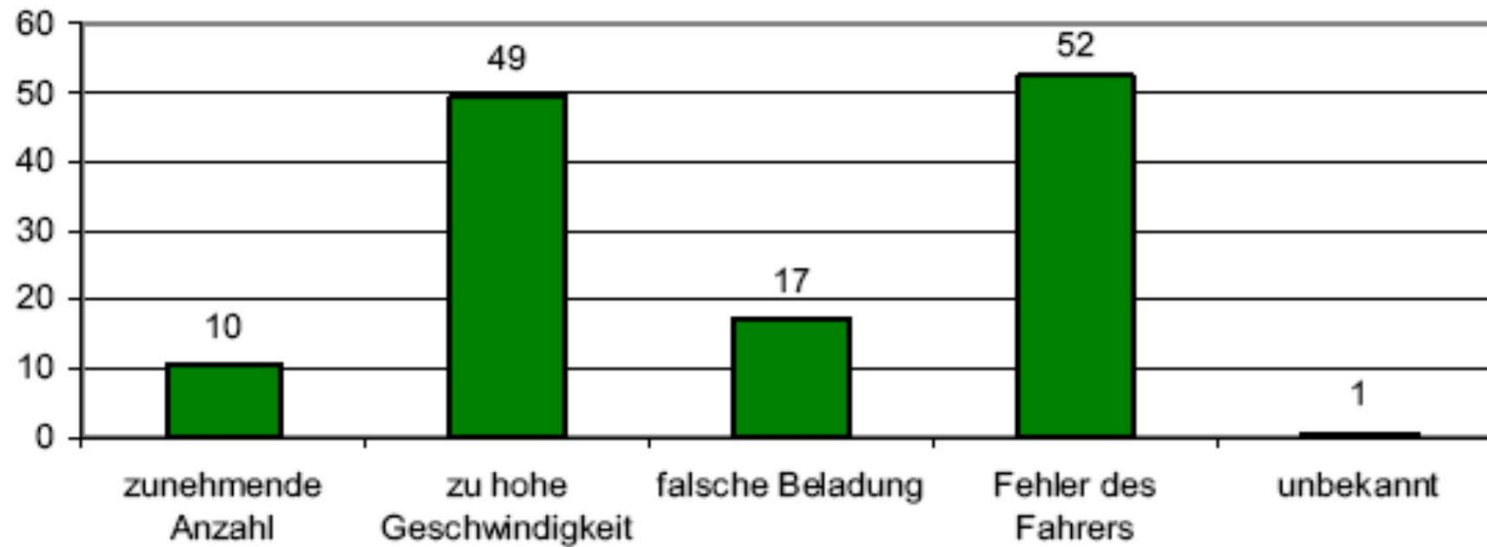


LKW-Unfälle mit Personenschaden



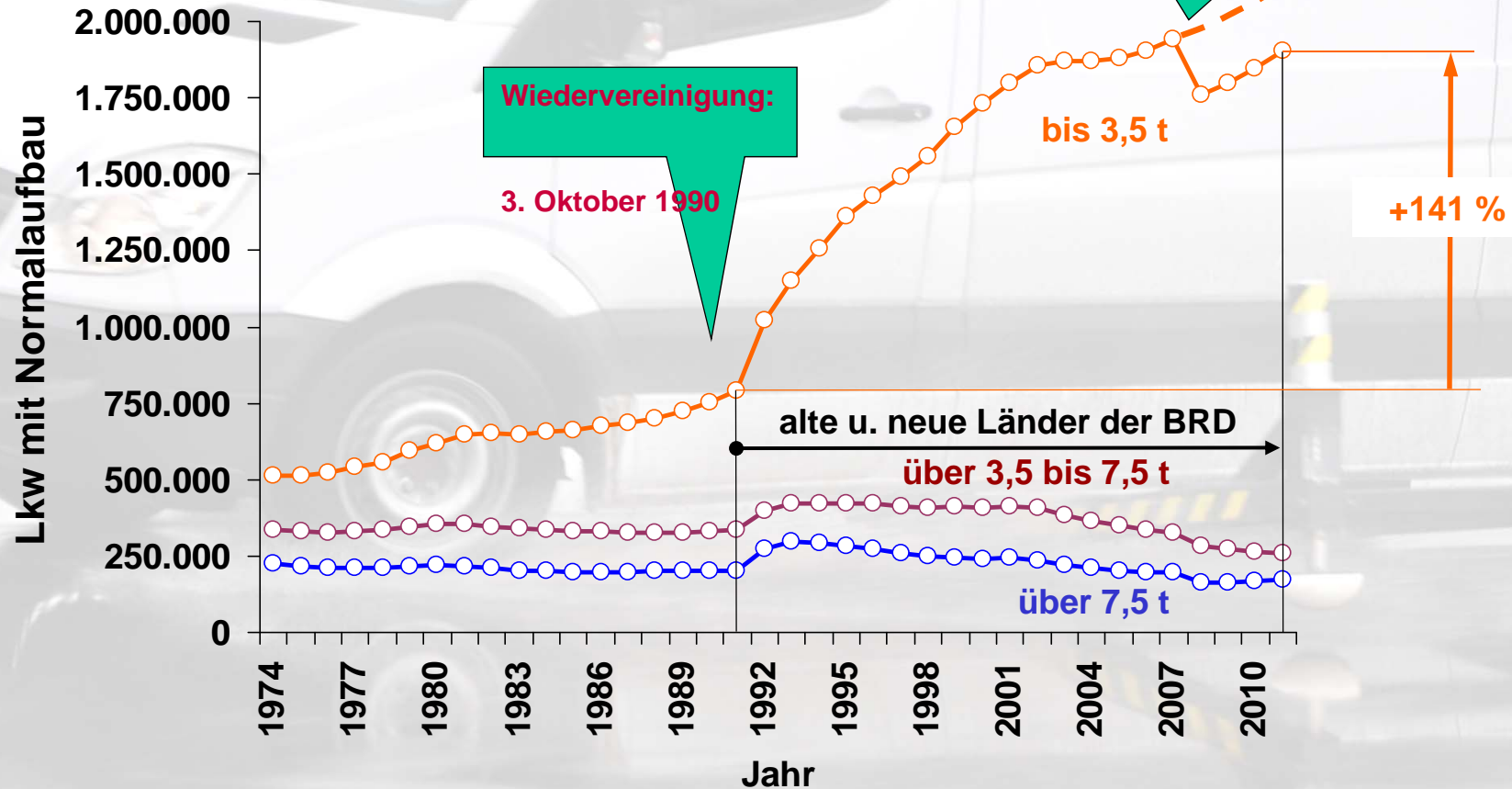
Datenquelle: statistisches Bundesamt

Unfallverursacher



Datenquelle: Berg F.,A. et al: „Sicherheit von Transportern“ DEKRA/VDI Symposium 2004

Bestandszahlen



Datenquellen: KBA & StBA



Fahrzeugdaten

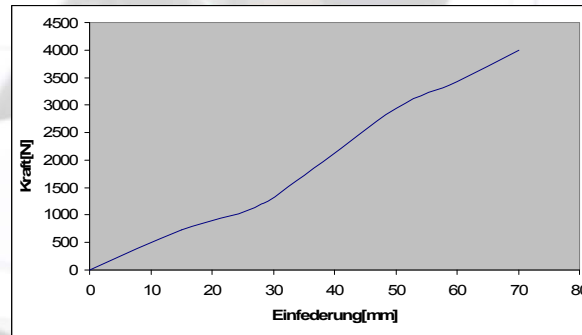
Mercedes Benz Sprinter 215 CDI
Leistung 110 kW

Daten	Werte	Maße
Laderaummaße LxBxH	3265x1780x1650	mm
Radstand	3665	mm
Spurweite vorne/hinten	1710/1716	mm
Schwerpunktlage	1475	mm
Schwerpunkthöhe	840	mm
Trägheitsmoment des Fahrzeugs um x-Achse (I_{xx})	1300	kgm ²
Trägheitsmoment des Fahrzeugs um y-Achse (I_{yy})	7300	kgm ²
Trägheitsmoment des Fahrzeugs um z-Achse (I_{zz})	6800	kgm ²
Gesamtgewicht	2342	kg
Nutzlast	880-1070	kg

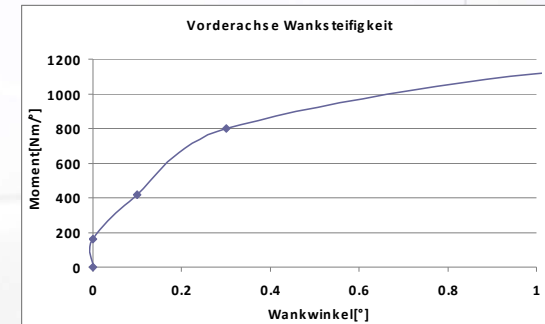
Fahrzeugdaten



Front axle



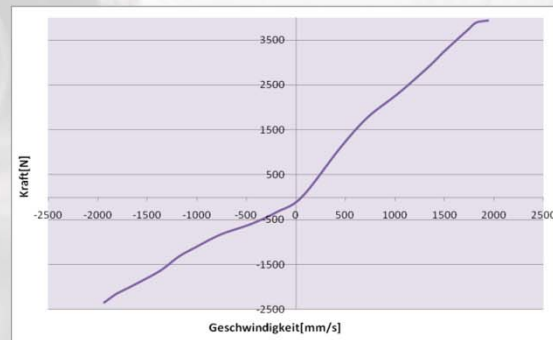
Spring characteristics



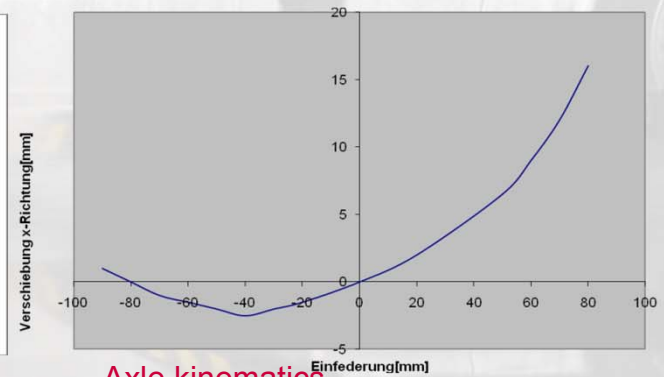
Roll characteristics



Rear axle

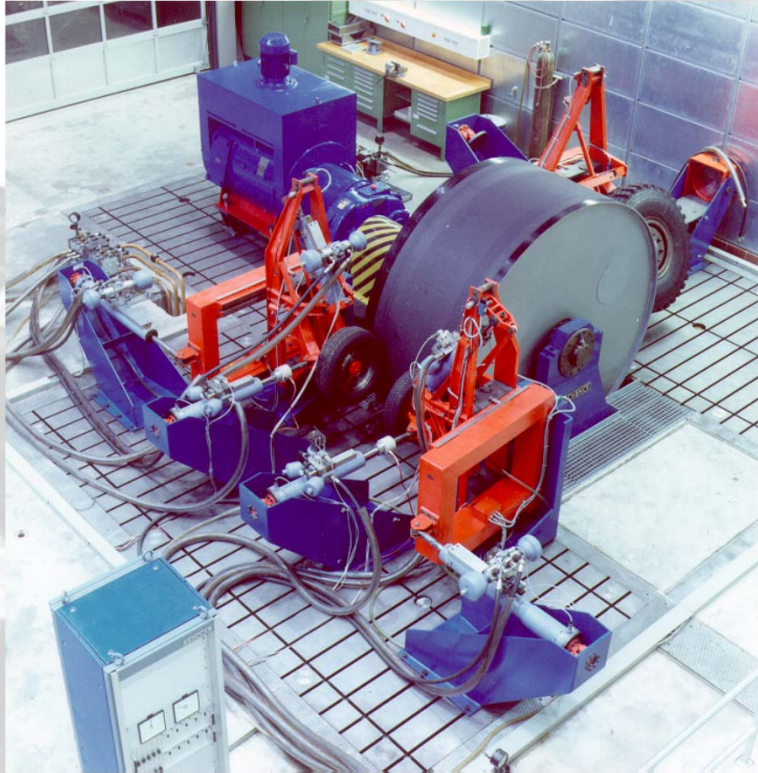


Damping characteristics

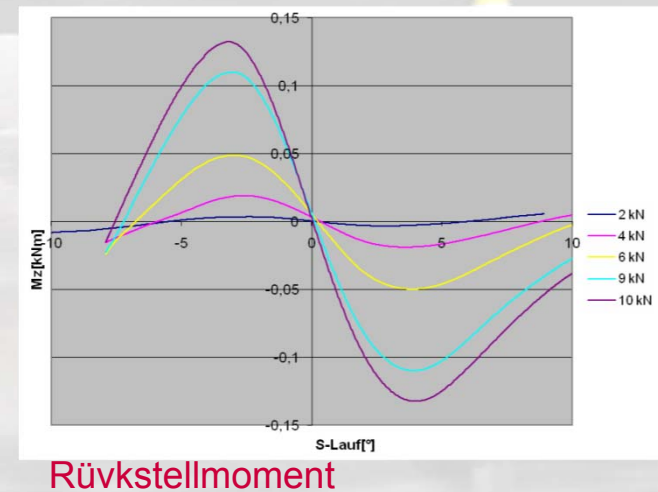
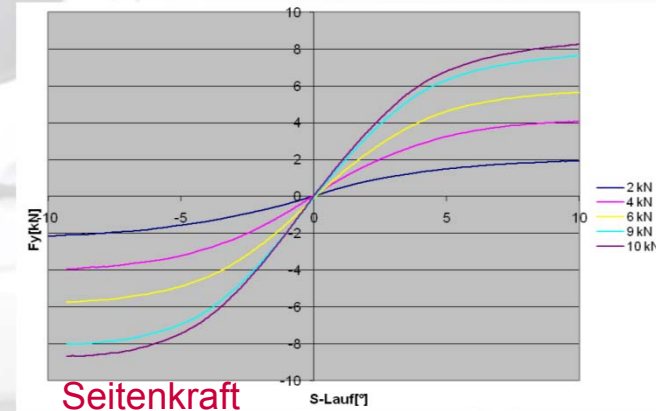


Axle kinematics

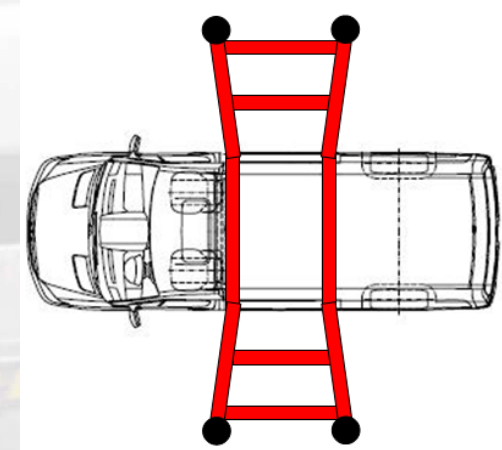
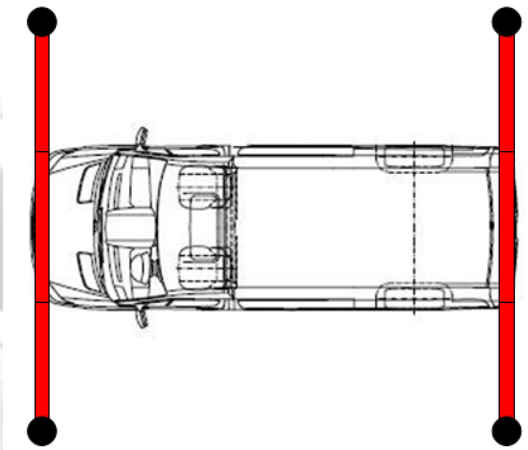
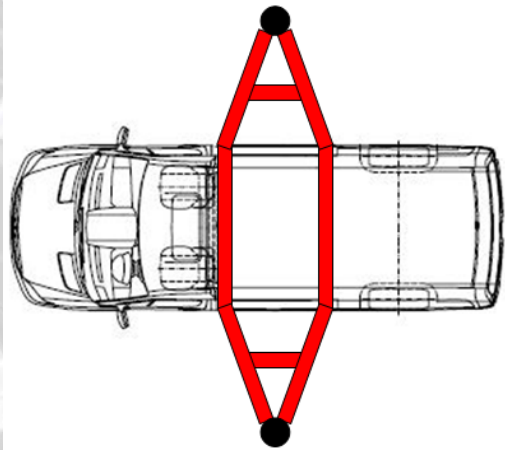
Reifendaten



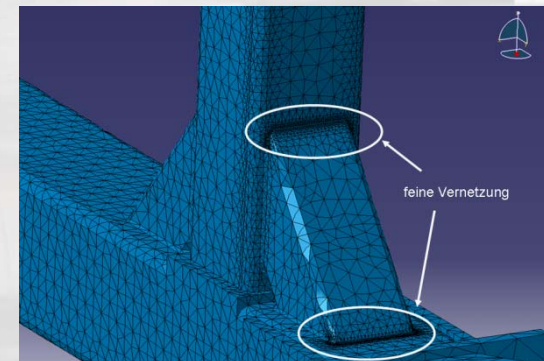
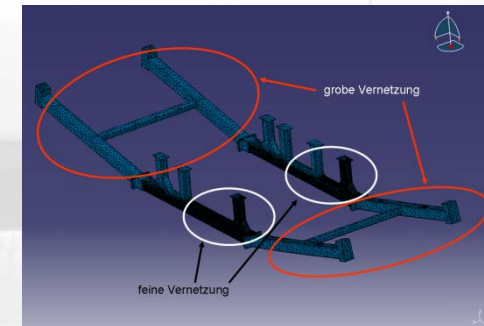
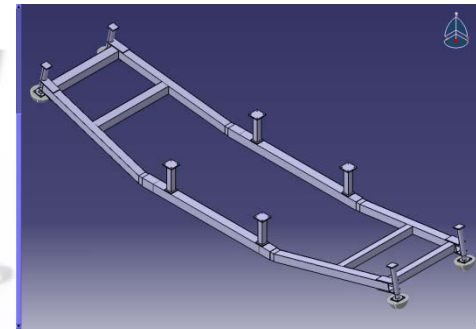
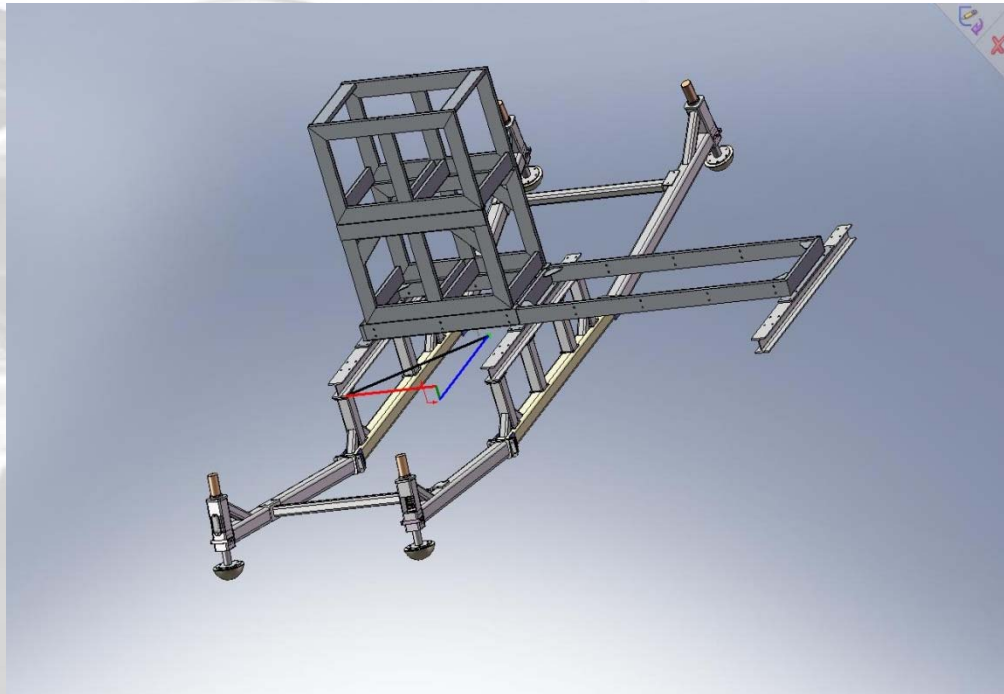
Dynamischer Reifenprüfstand



Konzeptstudie Überschlagschutz



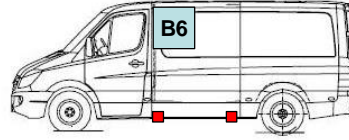
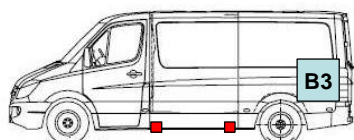
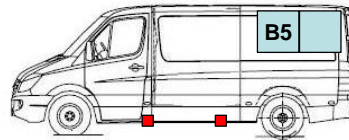
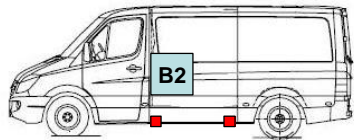
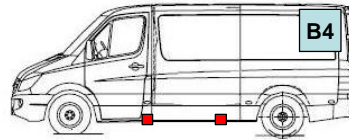
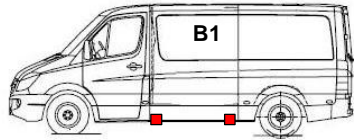
Konstruktion und Berechnung Überschlagschutz und Beladungseinheit



Testfahrzeug



Beladungsvarianten



unsymmetrische Lastverteilung

Testfahrzeug



Messsysteme



Cockpit



GPS Sensor



Schwimmwinkelsensor



Bremskraftsensor



Messenrad

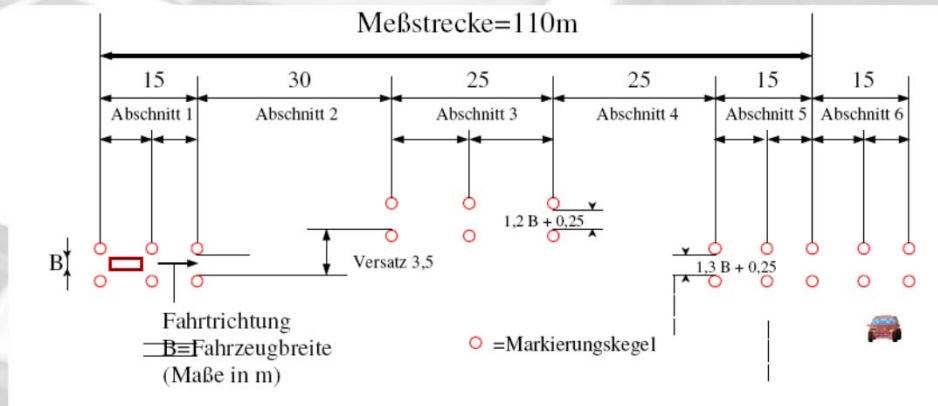


GPS Plattform ADMA

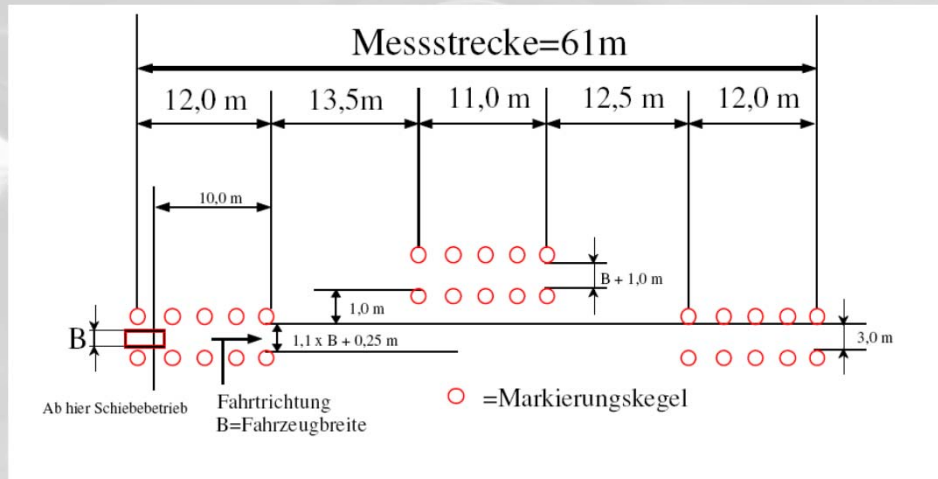


Bremsdrucksensor

Fahrmanöver

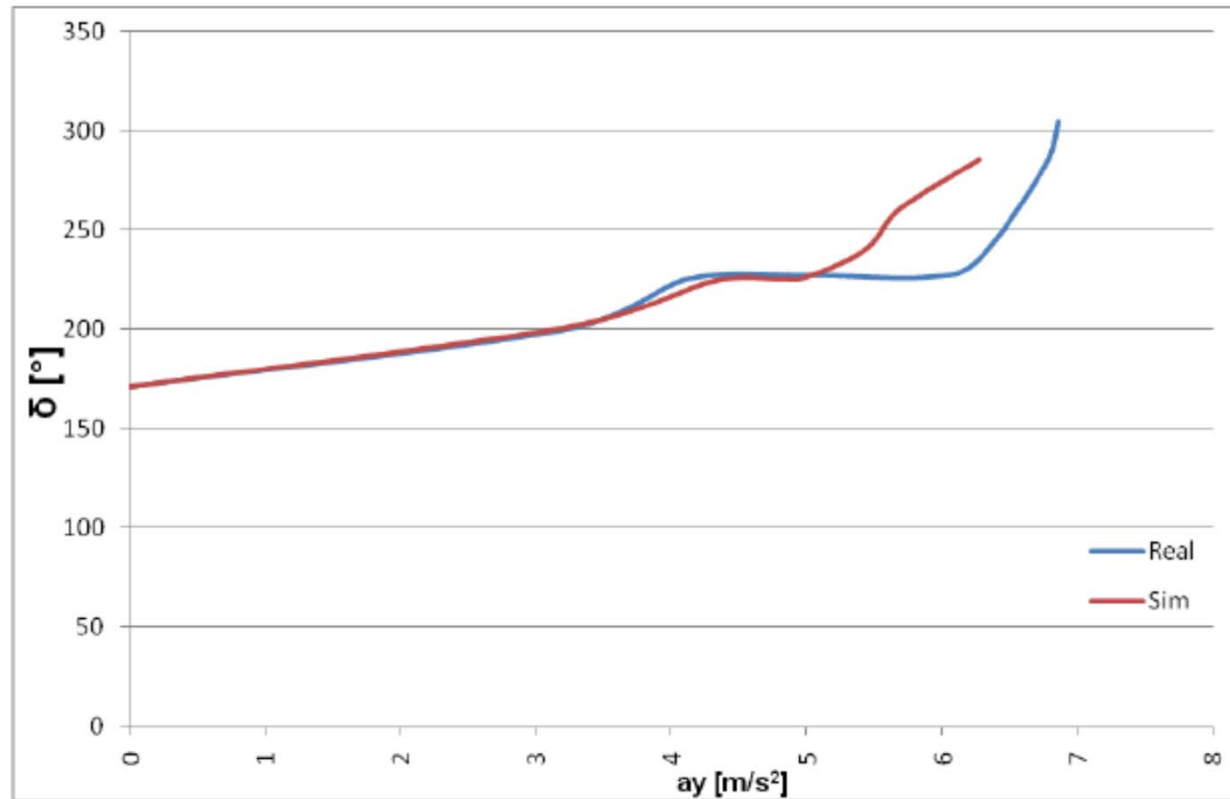


doppelter Fahrspurwechsel
DIN ISO 3888-1

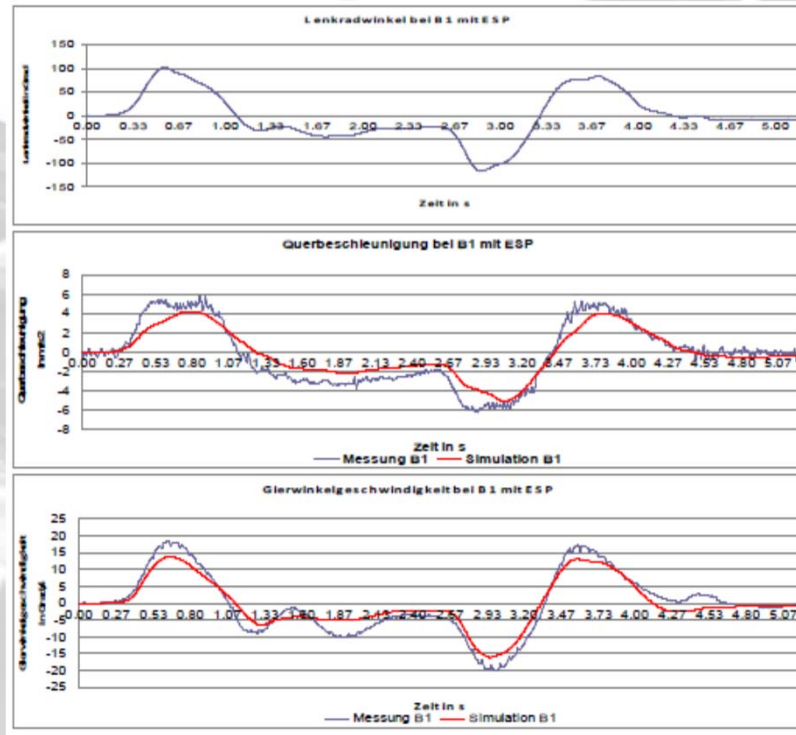


Doppelter Fahrspurwechsel
DIN ISO 3888--2

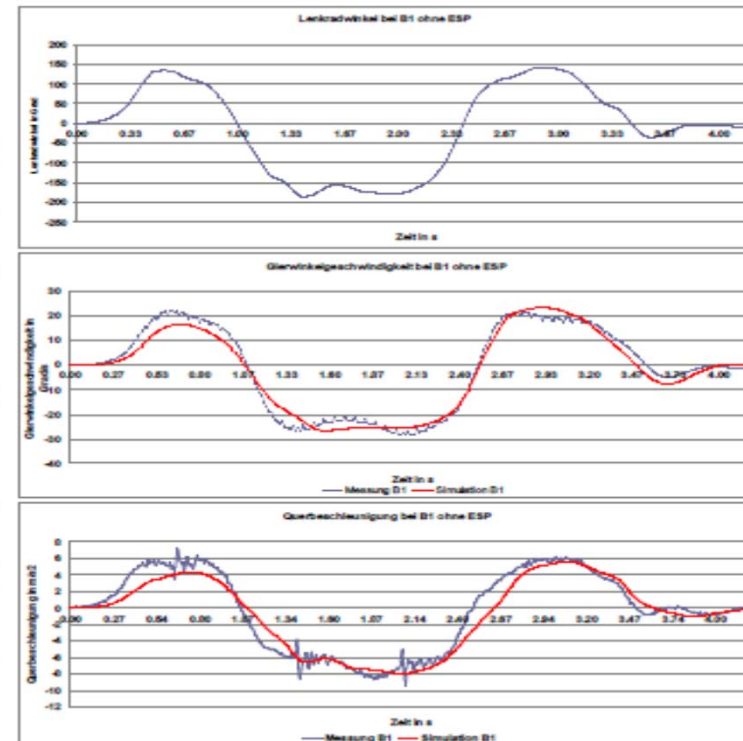
Validierung, stationäre Kreisfahrt



Validierung, instationäre Fahrmanöver

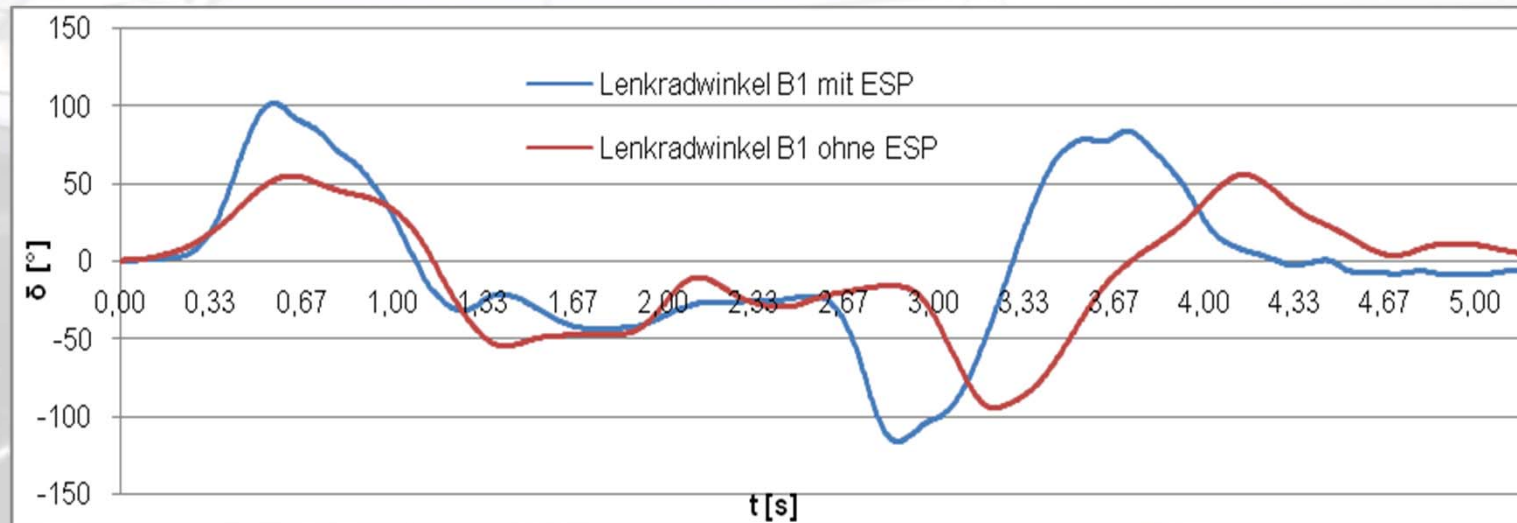


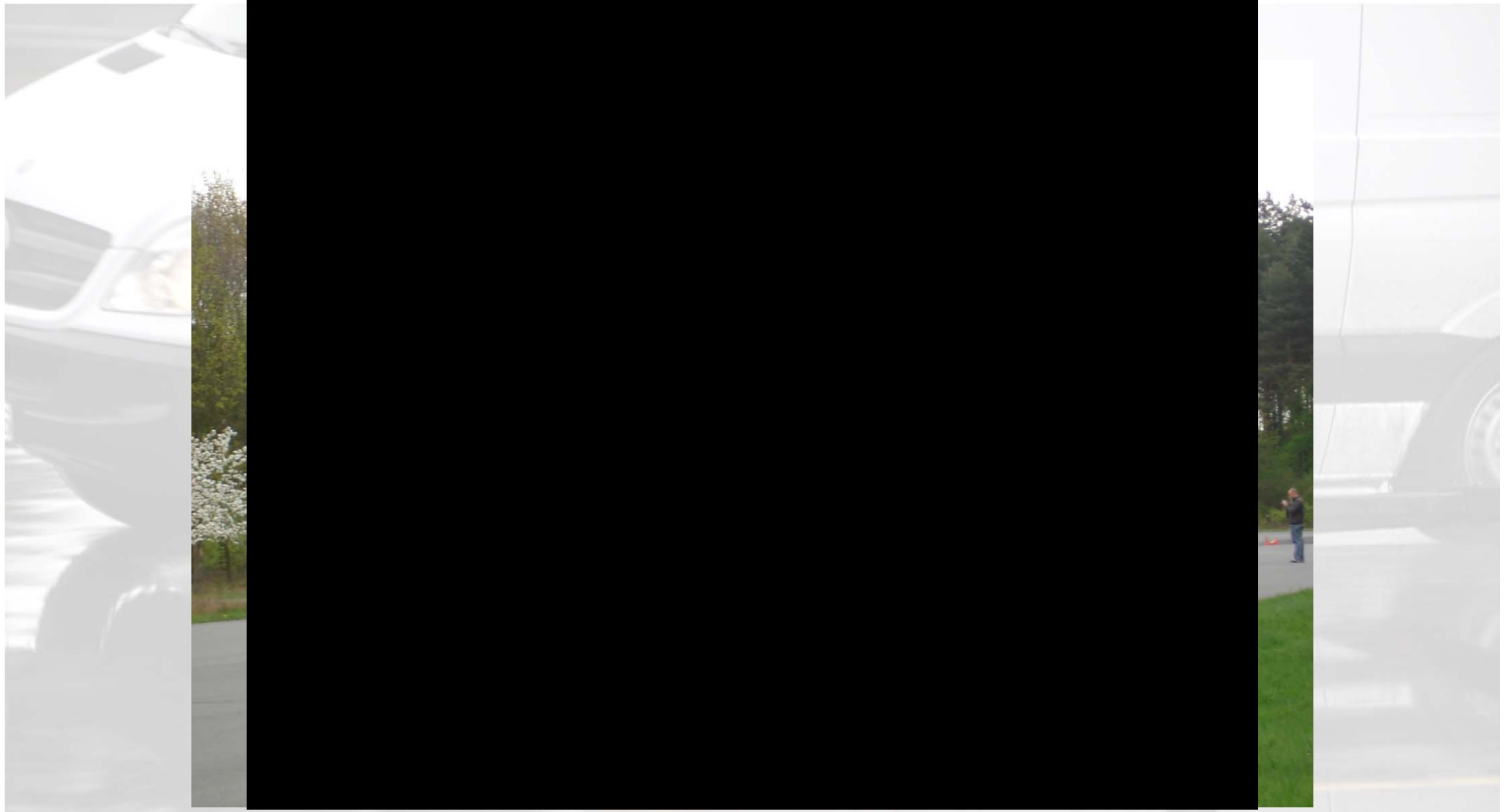
Validierung ISO 3888-1; B1 mit ESP

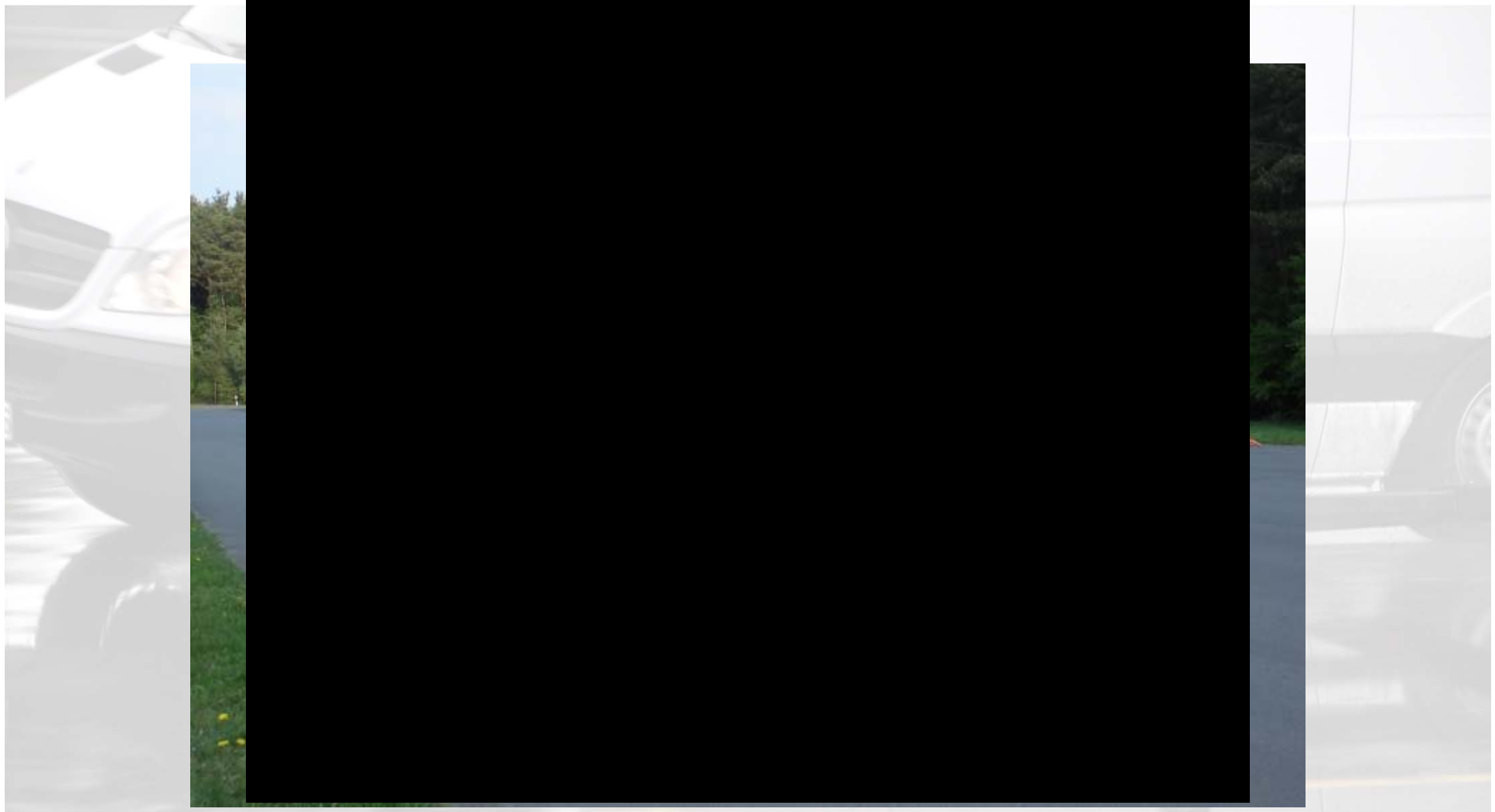


Validierung ISO 3888-2; B1 ohne ESP

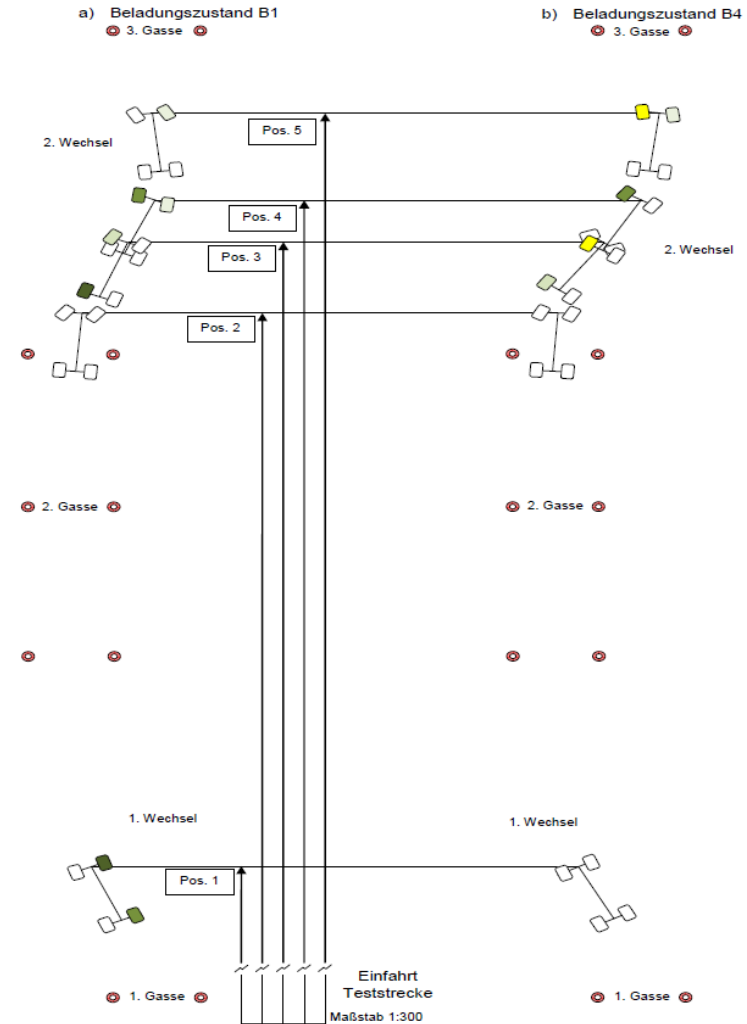
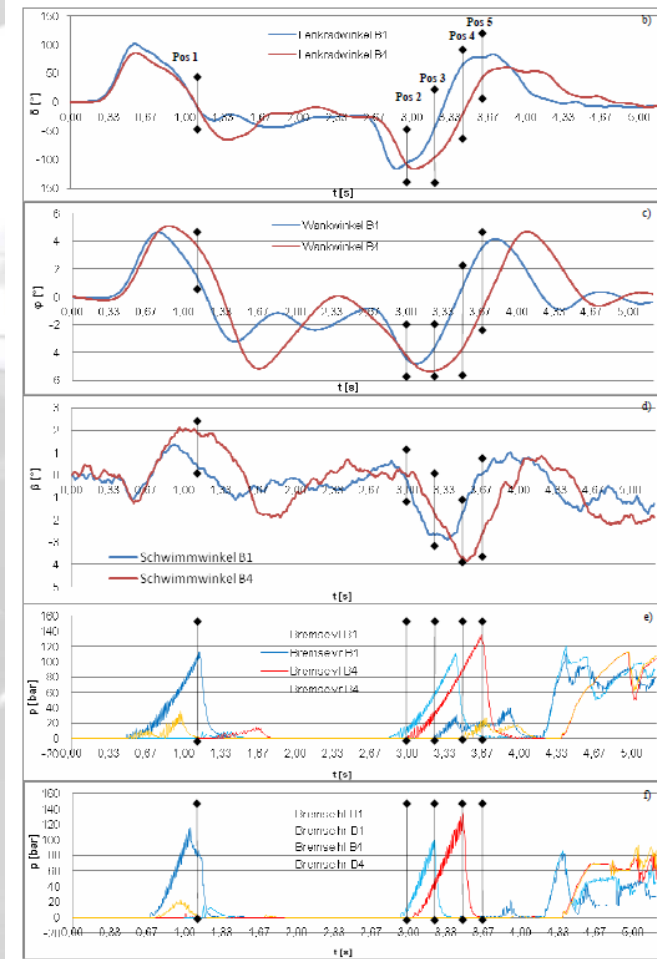
Einfluss von ESP auf das Fahrverhalten



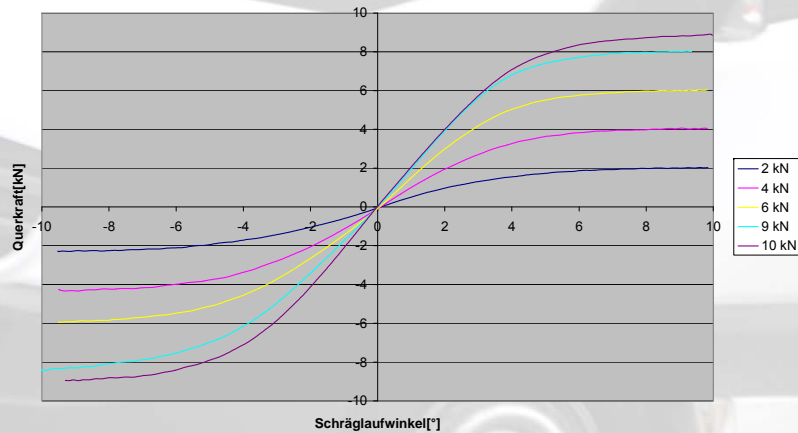




Einfluss des Beladungszustandes auf ESP

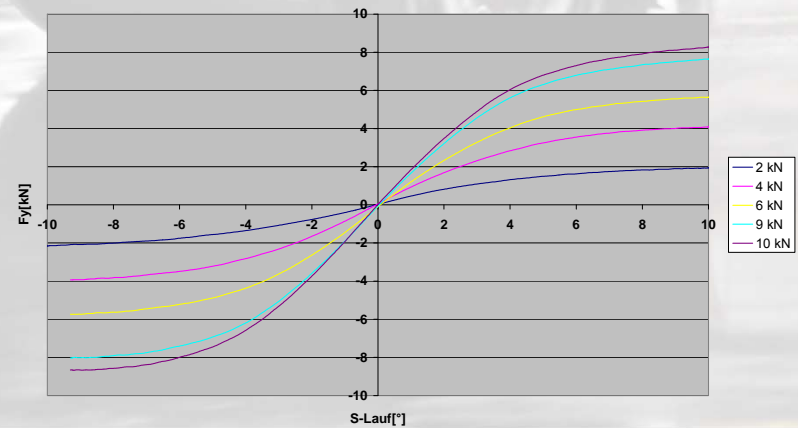


Querkraft i. Abh. vom Schräglaufwinkel bei 3 bar



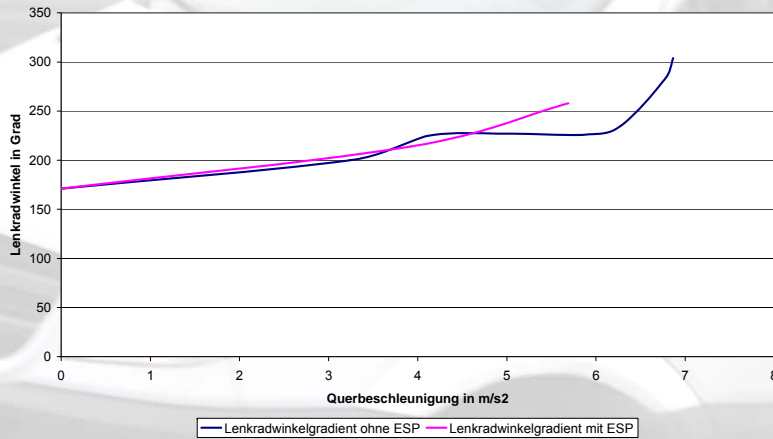
Reifenkennwerte: Continental Sommer

Querkraft i. Abh. Schräglaufwinkel



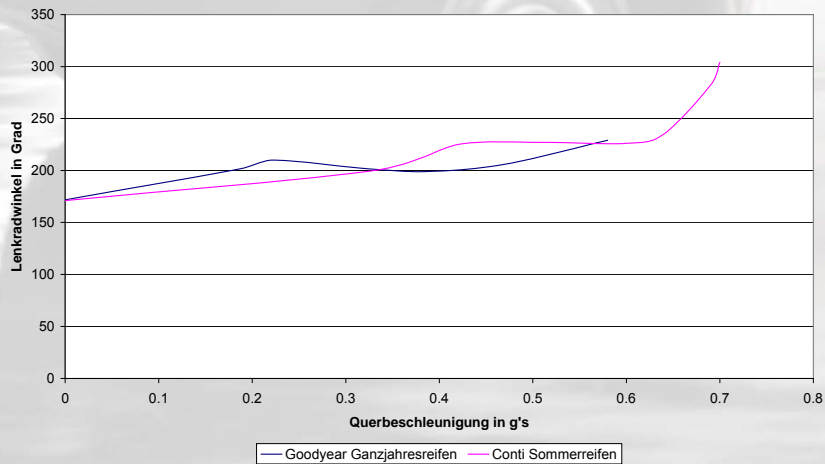
Reifenkennwerte: Goodyear all season

Lenkradwinkelgradient bei B1

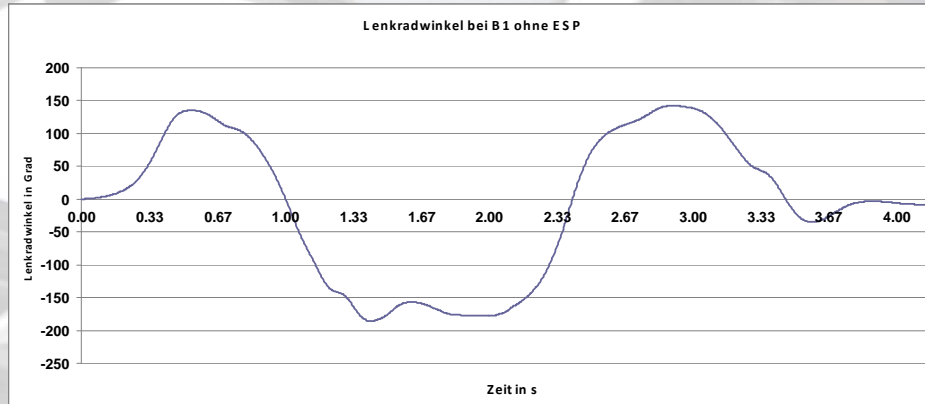


stationäre Kreisfahrt (ISO 4138)
mit und ohne ESP

Lenkradwinkelgradient

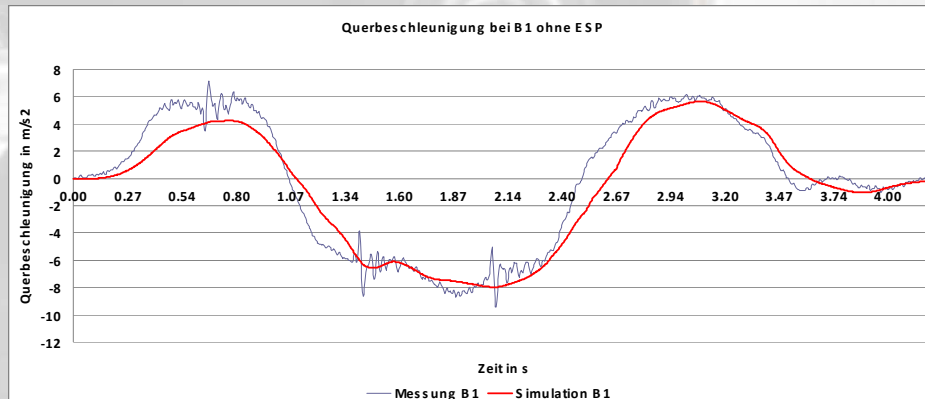


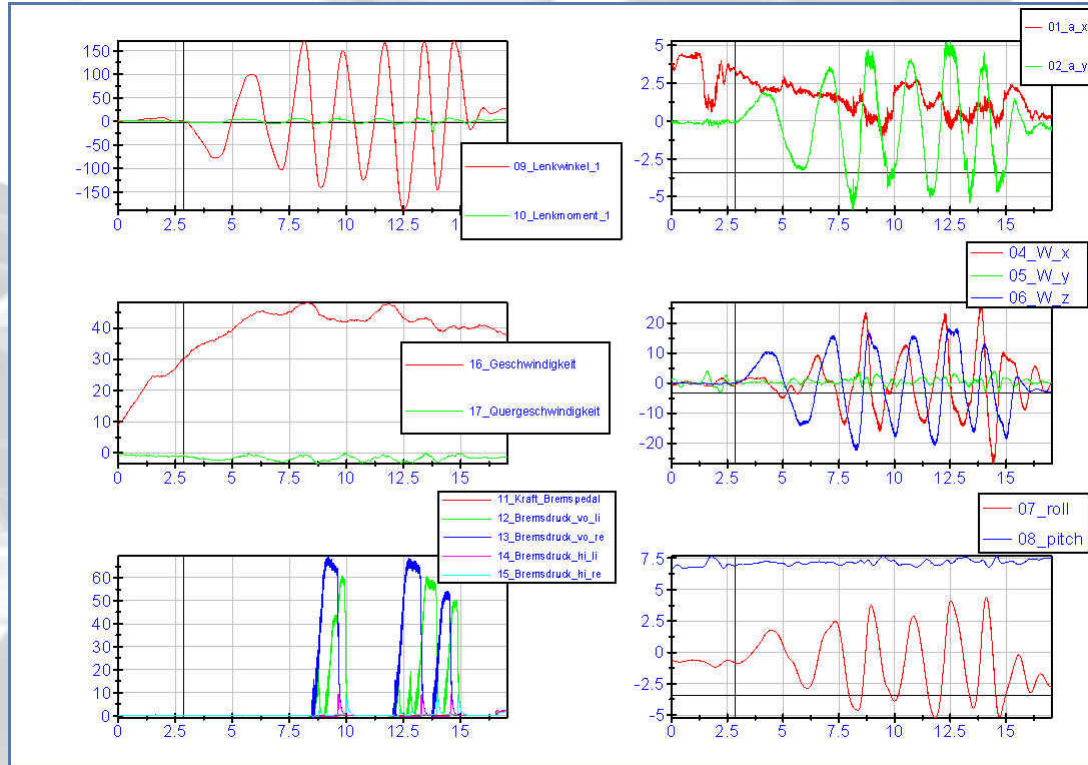
stationäre Kreisfahrt (ISO 4138)
ohne ESP
Einfluss Reifen



doppelter Fahrspurwechsel

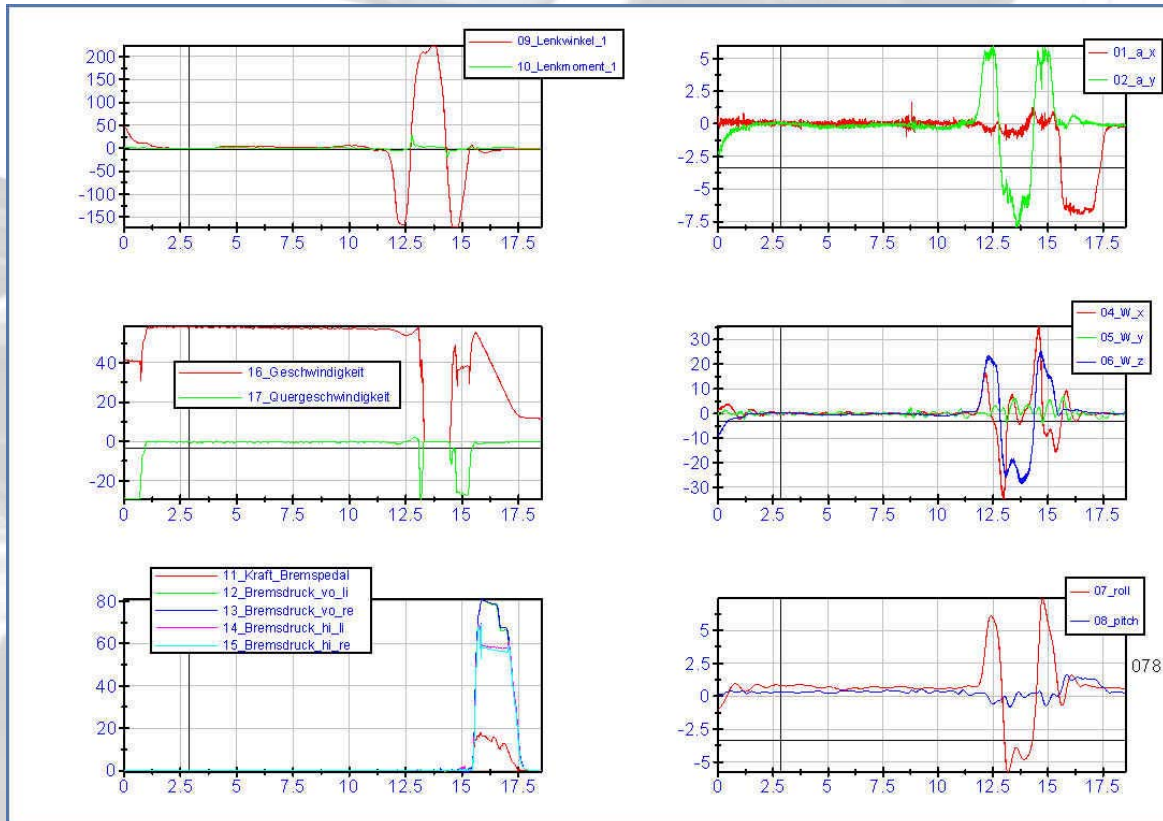
maximale Querbeschleunigung 6 m/s²



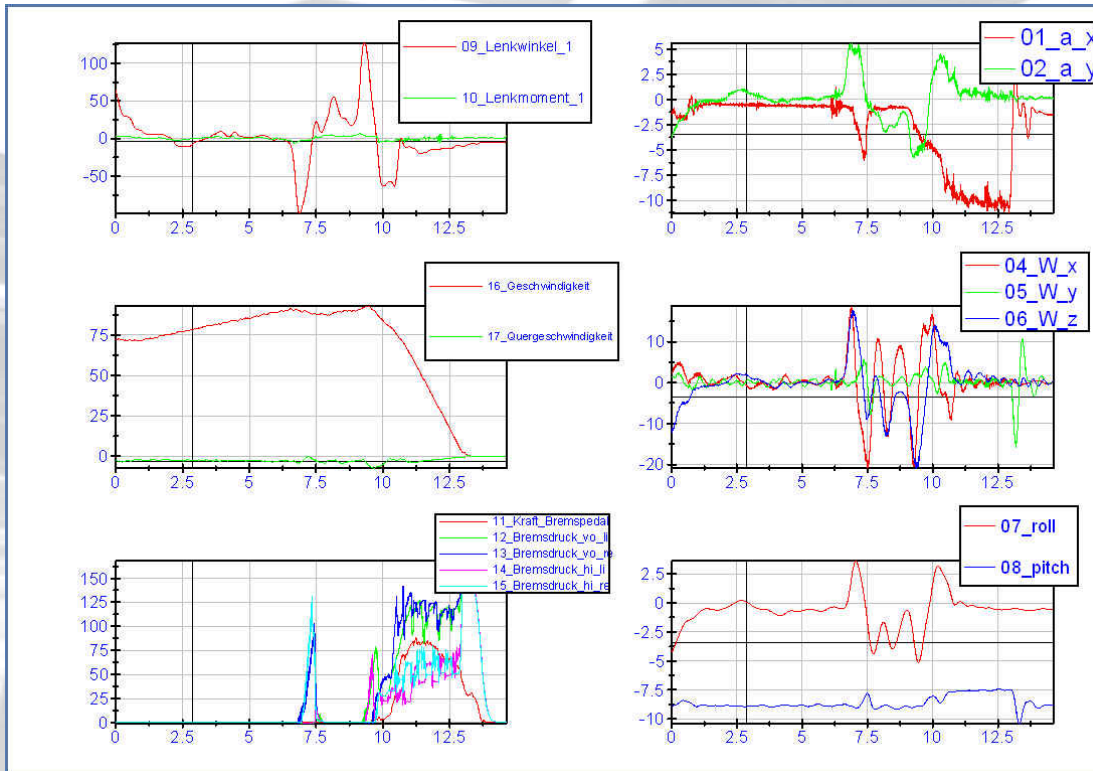


sinusförmige Lenkwinkleingabe

max. Querbeschleunigung 5,5 m/s²



Doppelter Fahrspurwechselmax.
Querbeschleunigung 7,5 m/s²



doppelter Fahrspurwechsel
mit Bremsmanöver
max. Verzögerung 10 m/s²

maximale Querbeschleunigungswerte

stationäre Kreisfahrt
mit ESP

ohne ESP

maximale Querbeschleunigung

5,5 m/s²

7 m/s²

doppelter Fahrspurwechsel
mit ESP

ohne ESP

4 m/s²

7,5 m/s²

maximale Verzögerung

10 m/s²

Fahringsimulatorversuche

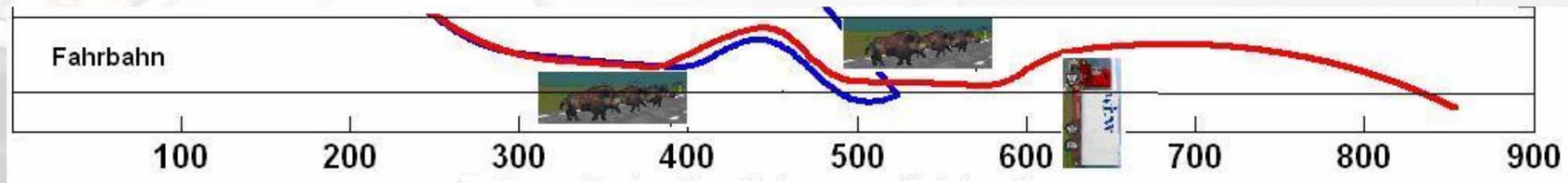


Dynamischer Fahringsimulator;
8 Freiheitsgrade



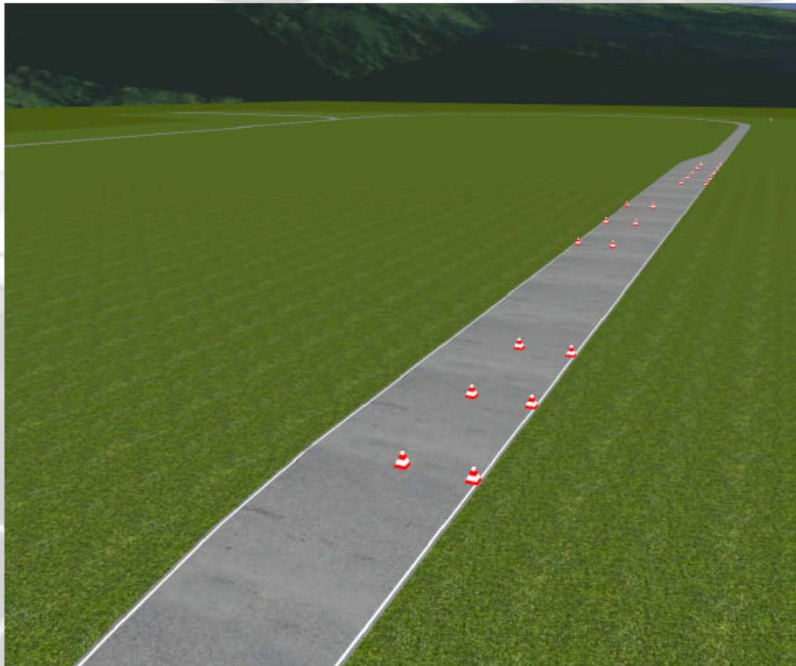
Ausweichmanöver mit Wildschweinen

Trajectorie Ausweichmanöver

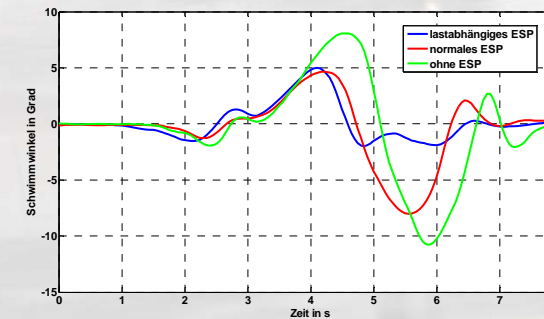
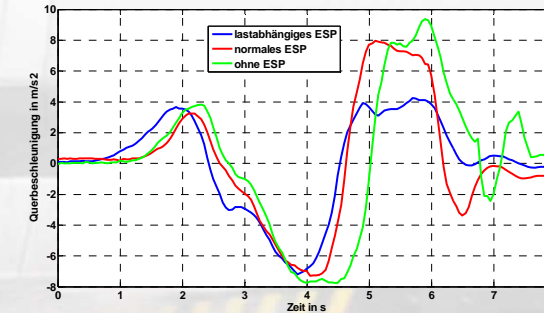
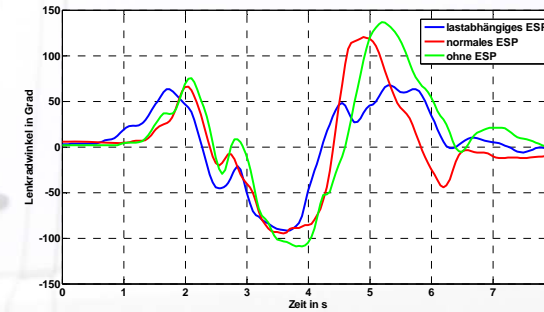


Nur ca. 20 % der Fahrer konnten ohne ESP dem Hindernis ausweichen;
 vorgegebene Fahrgeschwindigkeit 100 km/h

Doppelter Fahrspurwechsel mit unterschiedlichen Bremssystemen



Fahr Simulatorversuche





IFA S
Institut für Fahrzeugtechnik
und Antriebssystemtechnik



HELMUT SCHMIDT
UNIVERSITÄT
Universität der Bundeswehr Hamburg

Fahr Simulator MARS

**Institut für Fahrzeugtechnik
und Antriebssystemtechnik**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Meywerk

**Helmut-Schmidt-Universität
Universität der Bundeswehr Hamburg**

Zusammenfassung

- Unfallanalyse verdeutlicht die Bedeutung von ESP
- N1 Fahrzeuge sind häufig in Unfälle involviert
- ein Versuchsfahrzeug mit lastabhängigem ESP wurde mit Kippsicherung und einer Beladungseinrichtung ausgestattet
- Fahrzeugdaten wurden ermittelt
- ein echtzeitfähiges Fahrzeugmodell wurde in CarSim erstellt
- Validierungstests wurden unter stationären und instationären Fahrbedingungen durchgeführt
- Ausweichmanöver wurden am dynamischen Simulator durchgeführt
- Die Bedeutung des lastabhängigen ESP zeigten Simulatorversuche mit durchschnittlicher Fahrerpopulation



Vielen Dank