

DEKRA Niederlassung Bielefeld

Fachbereich: Fahrzeugtechnik / Verkehrsunfallanalyse
Ladungssicherung

Leitung: Dipl.-Ing. Wolfgang Bühren

Anforderungen an Fahrdynamikregelungen gewichtsreduzierter
Fahrzeugaufbaukonstruktionen bei Übernahme von Ladungssicherungsfunktionen



DEKRA VDI Symposium Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen

Eurospeedway Lausitz
Media Center

23. und 24. Oktober 2013

Wolfgang Bühren
Alexander Berg
DEKRA Automobil GmbH



Inhalt:

- Leichtbau – eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung
- Gewichtsreduzierte Sattelanhänger
- Erkenntnisse aus fahrdynamischen Versuchen
- Lösungsansätze



Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

- Leichtbau spart Kraftstoff und wirkt sich dadurch positiv auf Umweltbelastung und Betriebskosten eines Fahrzeugs aus
- Erschließung der Potenziale erfolgt mit geeigneten Leichtbauwerkstoffen unter Berücksichtigung von spezifischen technischen Eigenschaften und Entwicklungspotenzialen
- Leichtbau-Innovationen werden vorrangig durch die integrale Betrachtung von Bauweisen, Werkstoffeigenschaften und Herstellverfahren ermöglicht



I-Trail Leichtbau Trailer, Quelle: Hamacher et al., 2013



Future Steel Vehicle (Pkw), Quelle: Broek et al., 2012

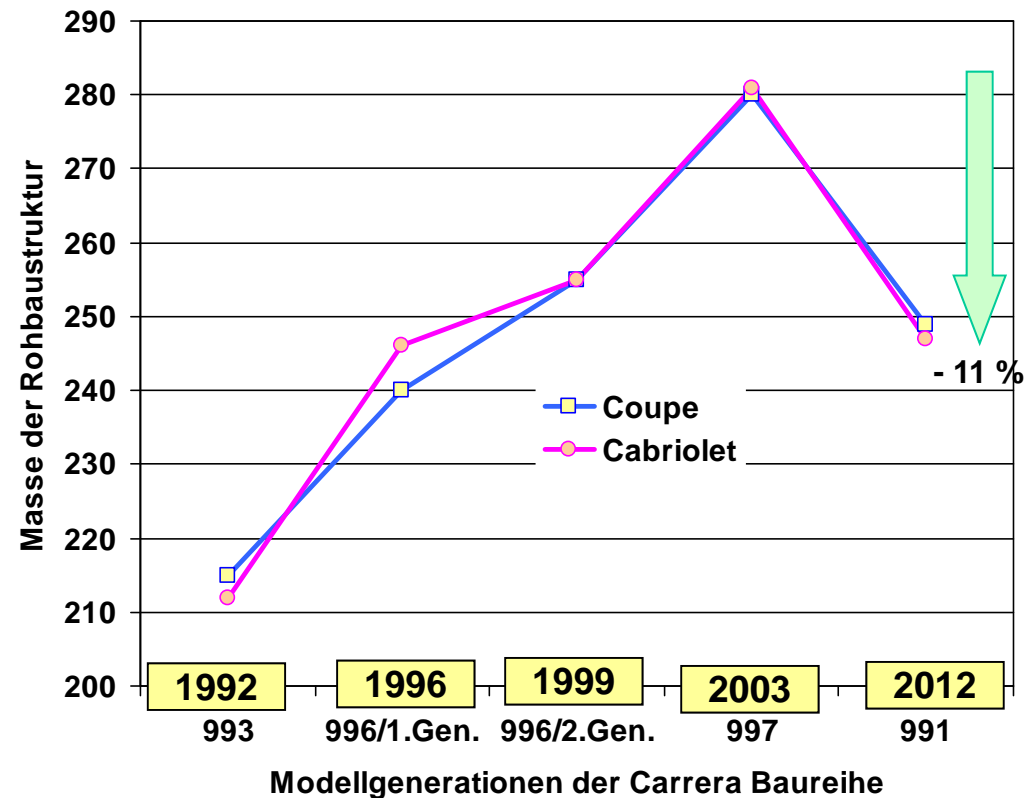
Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

Hochleistungs-Sportwagen als Treiber der Entwicklung

Beispiel: **Porsche Carrera**

Bei Modell 991 Übergang von Stahlleichtbau zur Aluminium-Stahl-Mischbauweise

Gesamtfahrzeug Porsche Carrera Baureihe 991 ist bei vergleichbarer Variante und Ausstattung erstmals leicht als Vorgängermodell
 $1.455 \text{ kg} - 1.415 \text{ kg} = - 40 \text{ kg}$



nach Heinisch, 2012

Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

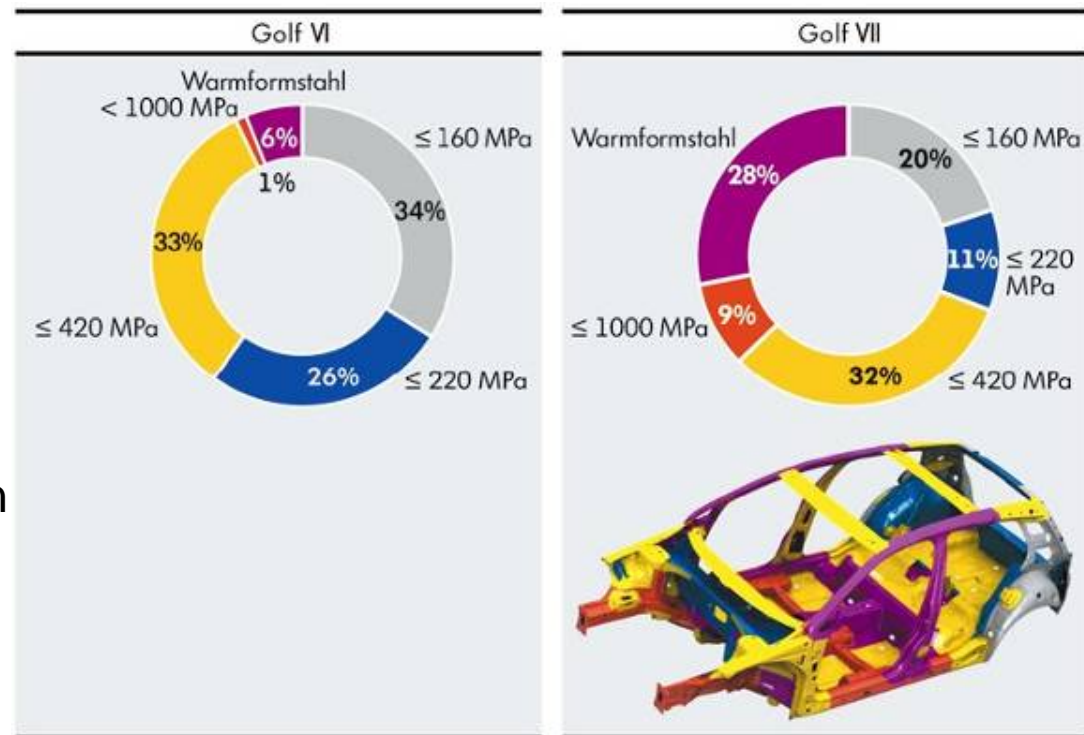
Im Pkw-Bau wurde der Trend zu immer schwerer werdenden Fahrzeugen (bedingt durch Ausstattung, Sicherheitsanforderungen, ...) gebrochen.

Beispiel: **VW Golf VII**

Stahlleichtbau mit hoch-, höher- und höchstfesten Stahlsorten

Gewichtsreduzierung der Karosseriestruktur um 23 kg

Leichtbau ohne Mehrkosten durch Reduzierung von Materialkosten und Fertigungszeit



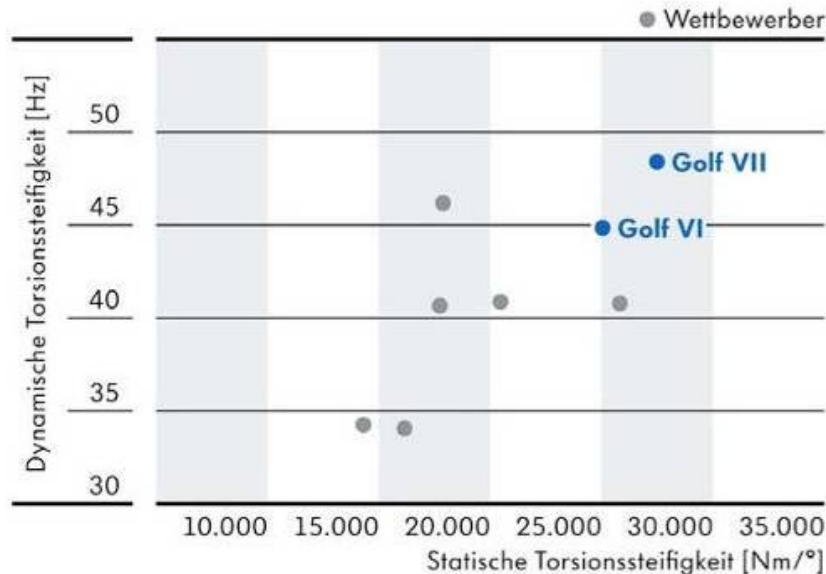
Quelle: Kleimann und Schorn, 2012

Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

Fachbereich: Fahrzeugtechnik / Unfallanalyse / Ladungssicherung

Torsionssteifigkeit - Wichtiges Leistungsmerkmal für Komfort und Fahrdynamik

Negativer Einfluss von Blechdicken-Verringerungen auf die Steifigkeit ist durch profilintensiven Leichtbau und zusätzliche Maßnahmen kompensierbar



Beispiel: Geschlossener Torsionsring in Stirnwand des VW Golf VII

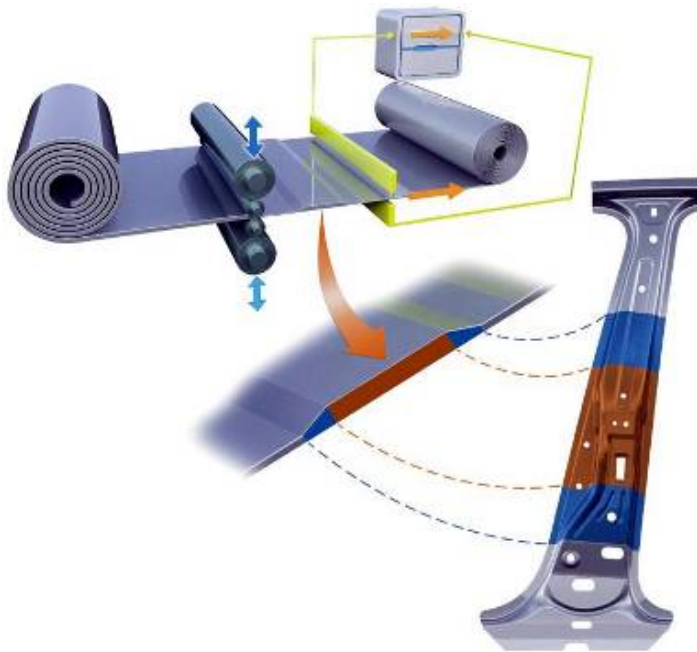


Quelle: Kleimann und Schorn, 2012

Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

Fachbereich: Fahrzeugtechnik / Unfallanalyse / Ladungssicherung

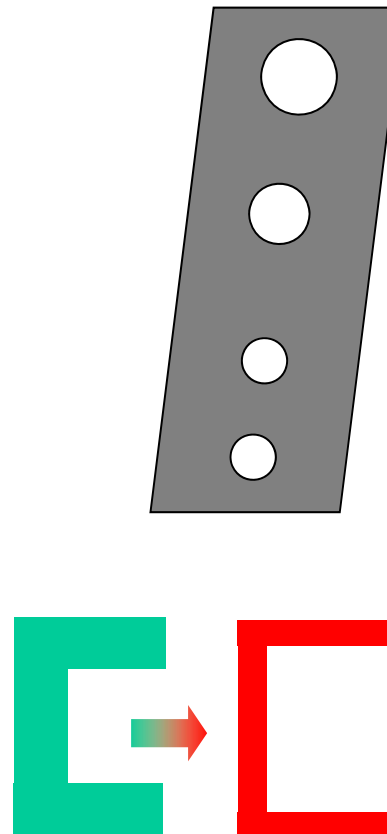
Hochentwickelter Leichtbau



B-Säule Golf VII

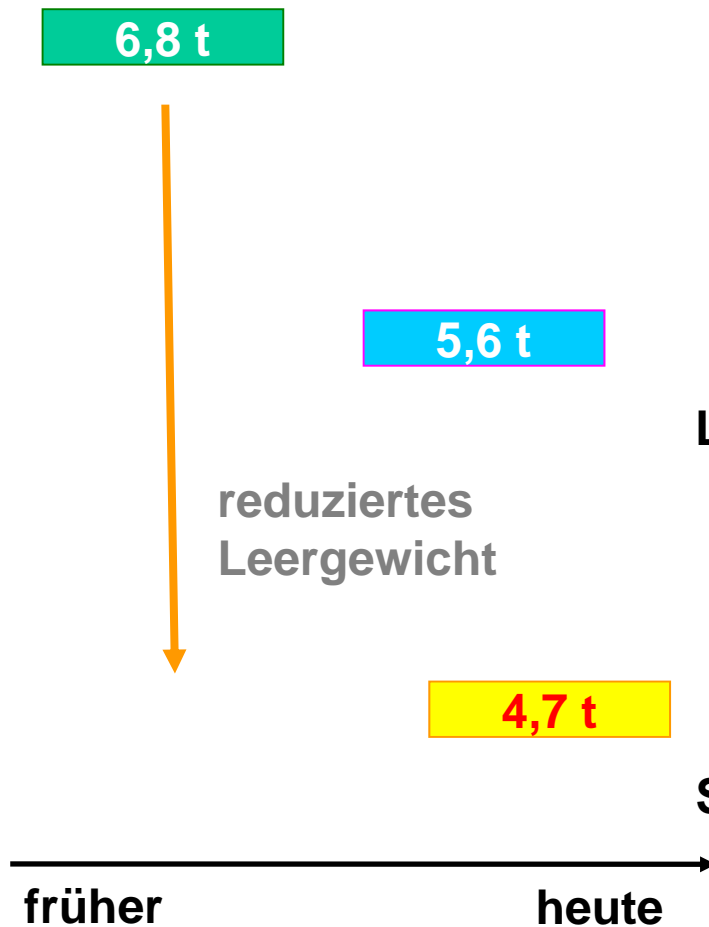
Quelle: Kleimann und Schorn, 2012

Einfache Gewichtsreduzierung



Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

Fachbereich: Fahrzeugtechnik / Unfallanalyse / Ladungssicherung



Leicht

100 kg mehr Nutzlast bedeuten etwa 1.000 EUR Mehreinnahmen pro Jahr ggf. zusätzlich Mautkostensparnis

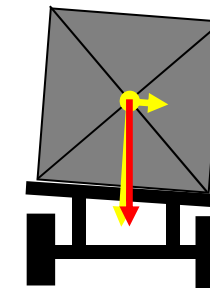
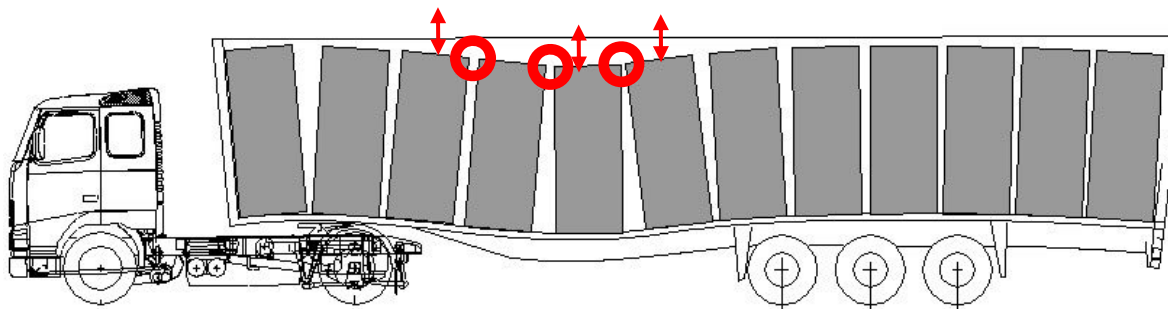
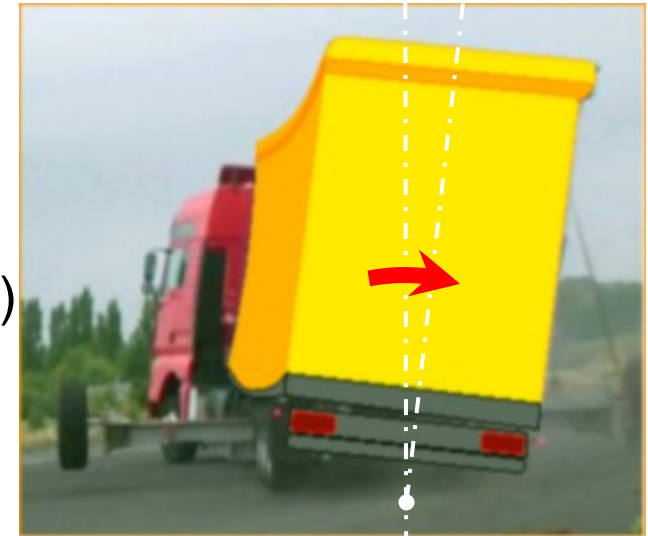
Torsionssteifigkeit?

Superleicht



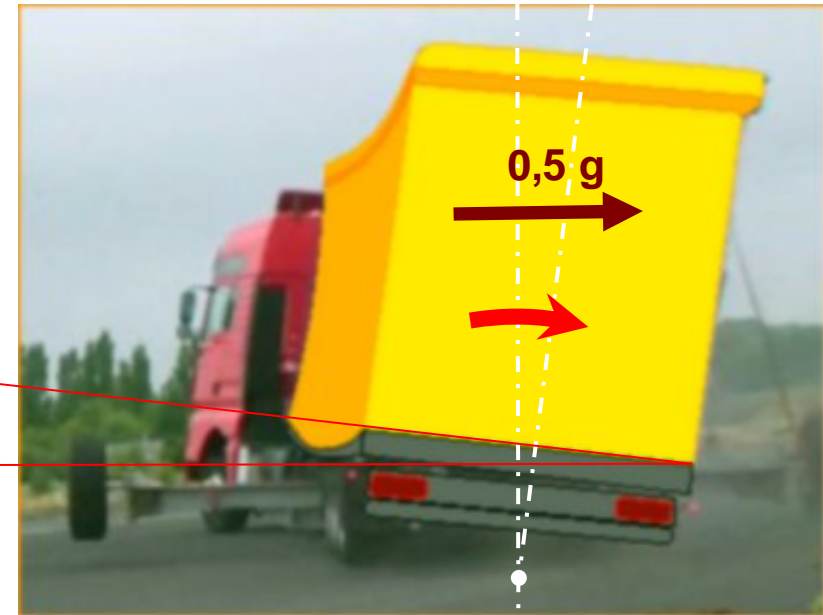
Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

- Gefahr von Transportschäden an der Ladung
- Beeinträchtigung der Ladungssicherung (Berechnung mit starren Modellvorstellungen)
- Negative Einflüsse auf die Fahrdynamik
- Erhöhte Kippgefahr



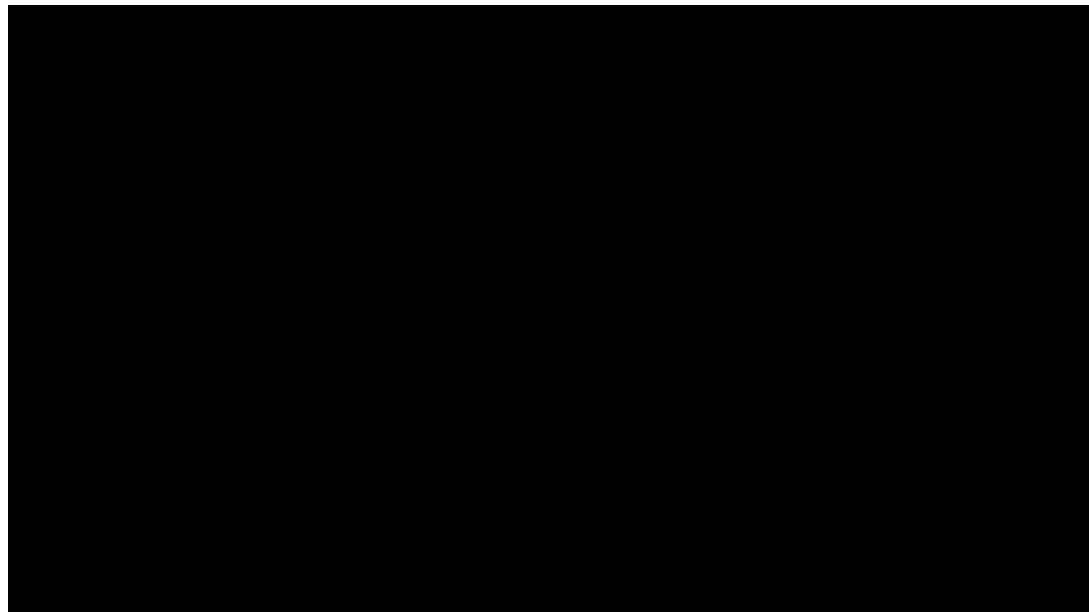
Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

- Wankwinkel früher: 6-7°
(gemessen an der Stirnwand)
- Wankwinkel heute: 12-14°
- erhebliche seitliche Ausbauchungen bei Dachbaum-Aufbauten mit Schiebeverdeck
- Erhöhte Kippgefahr (nur mit Einsatz einer sehr stabilen Stützachse beherrschbar)
- Probleme mit Anbindung der Stützachse und Einleitung der Abstützkräfte an den gelochten Längsträgern



Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

- Abheben des hinteren kurveninneren Rades erfolgt bereits bei Querbeschleunigungen $> 0,25\text{ g}$ (Getränkkestenvollausladung mit Beladung im sogenannten Doppelstock ohne Zwischenladeboden)
- Prüfquerbeschleunigung nach EN 12642 nicht erreichbar
- Querbeschleunigungen von $0,20$ bis $0,25\text{ g}$ können bereits im normalen täglichen Fahrbetrieb vorkommen



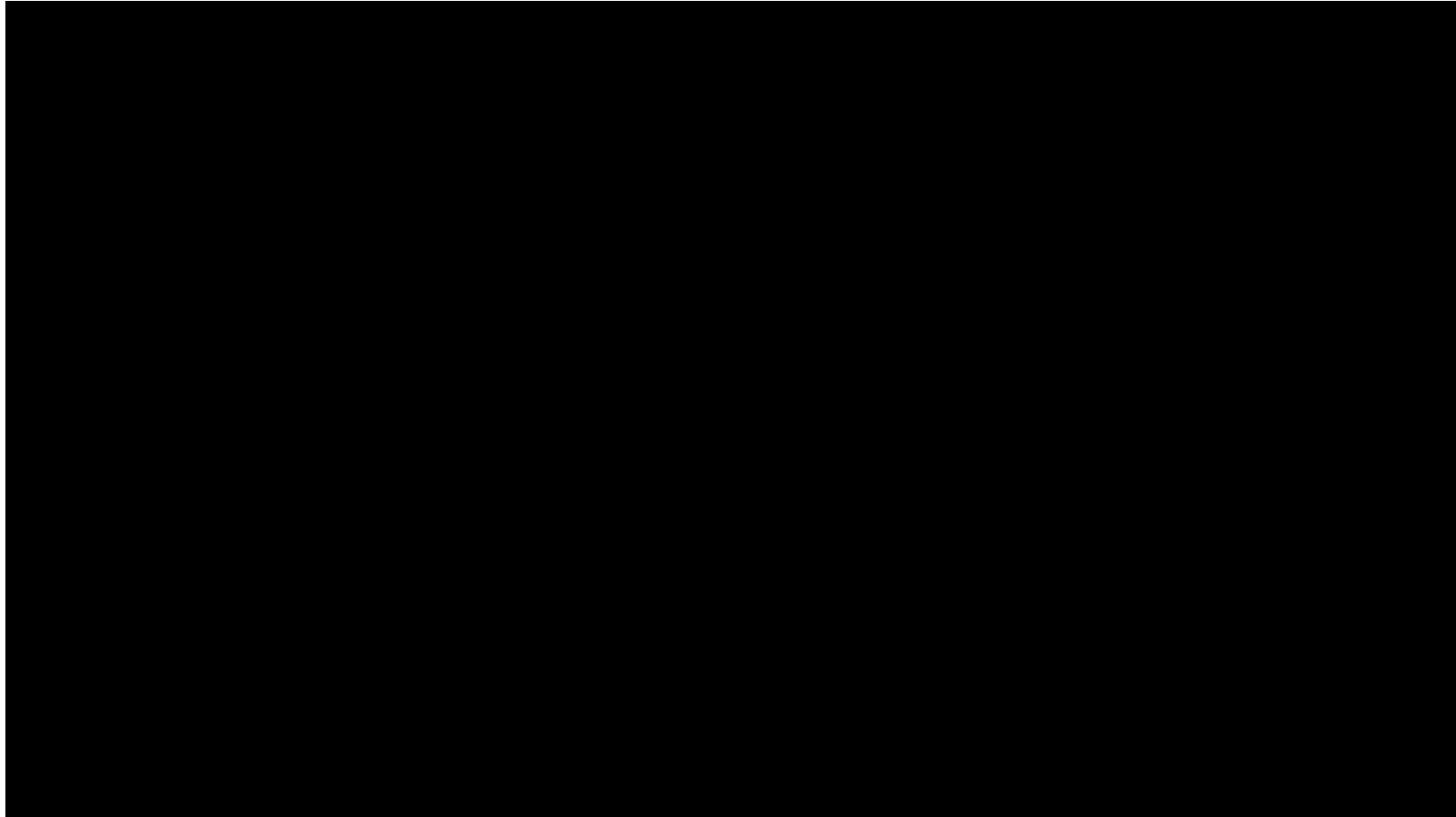


1999 Wechselbehälter mit KLT ausgeladen an der Kippgrenze mit 0,5 g Querbeschleunigung, Planenausbeulung 290 mm





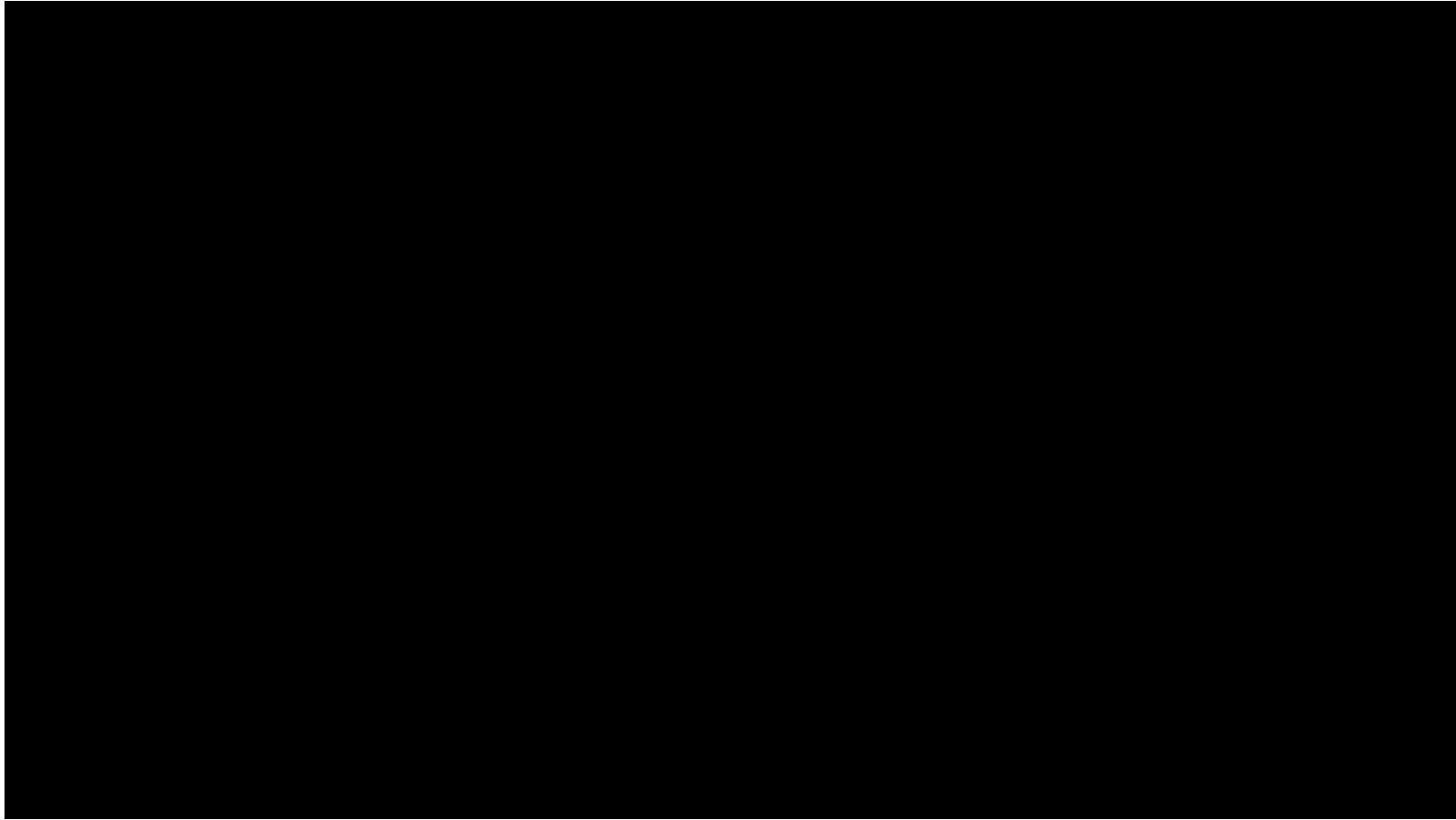
Kreiseinfahrt auf $R = 23 \text{ m}$ mit $v = 26 \text{ km/h}$ Neigung 9°





Kreiseinfahrt auf $R = 23$ m mit $v = 27$ km/h Neigung 10°







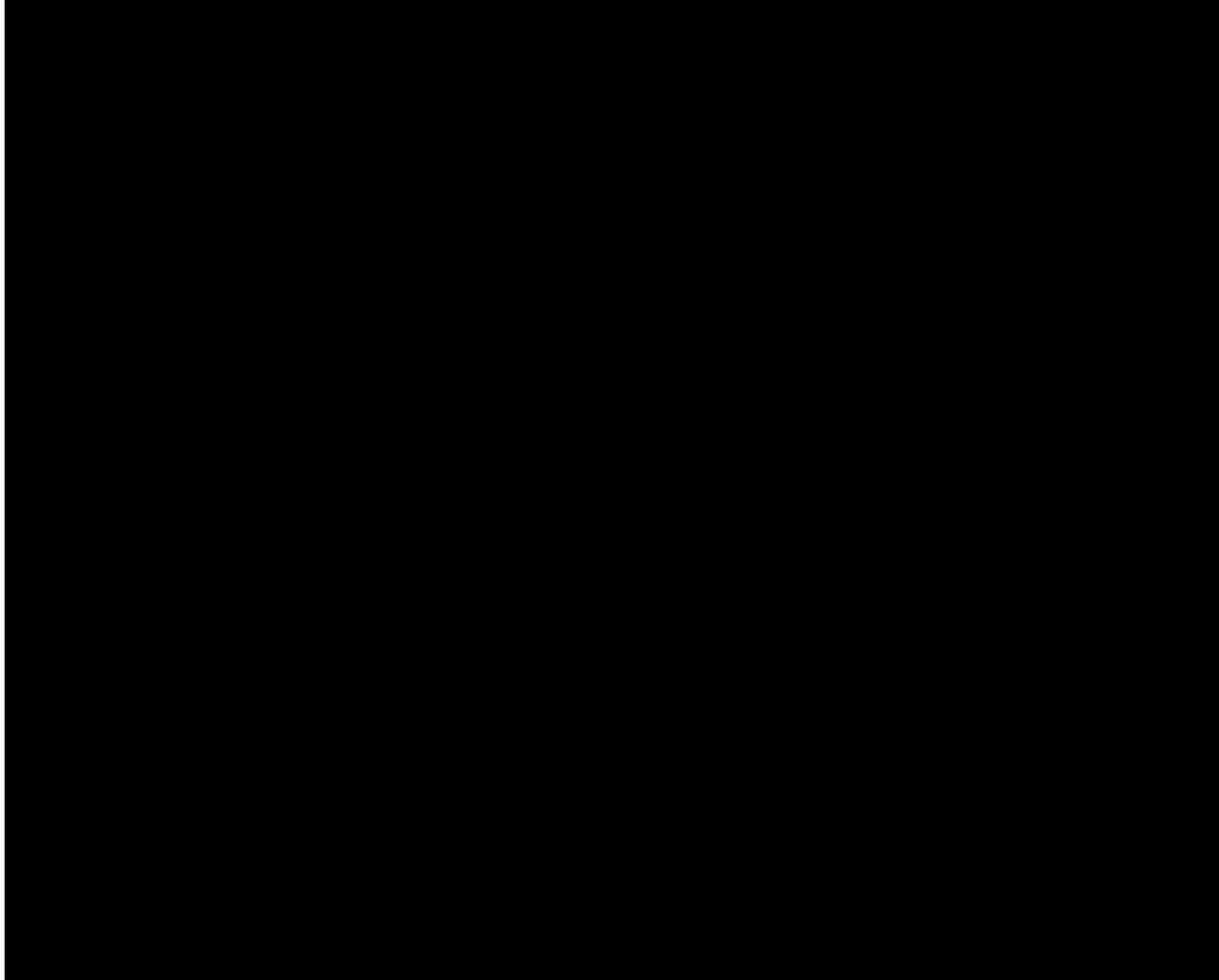
Aufbauverwindung führt zum Abheben des kurveninneren Achsaggregats ab $\sim 0,4 g$





Aufbauverwindung führt zum Abheben des kurveninneren Achsaggregats ab $\sim 0,35 g$





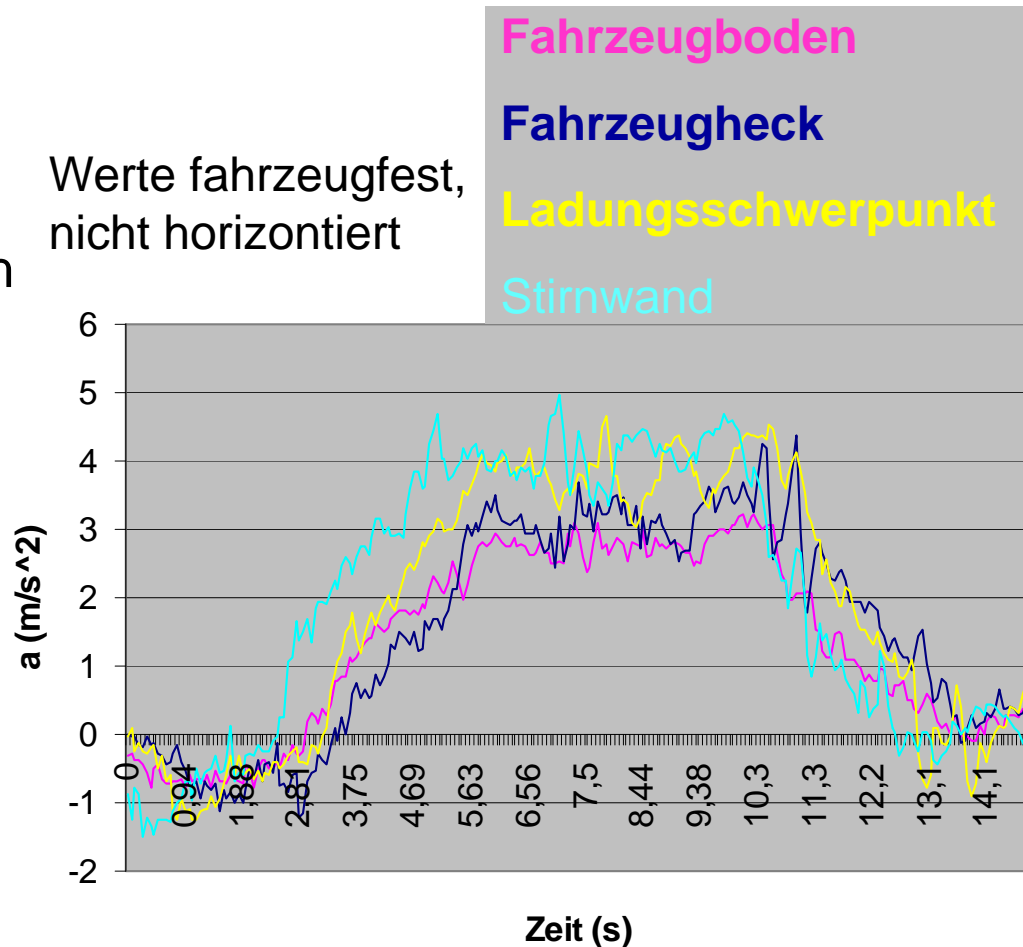


Dachbaumverformungen bei 0,5 g Querbeschleunigungen

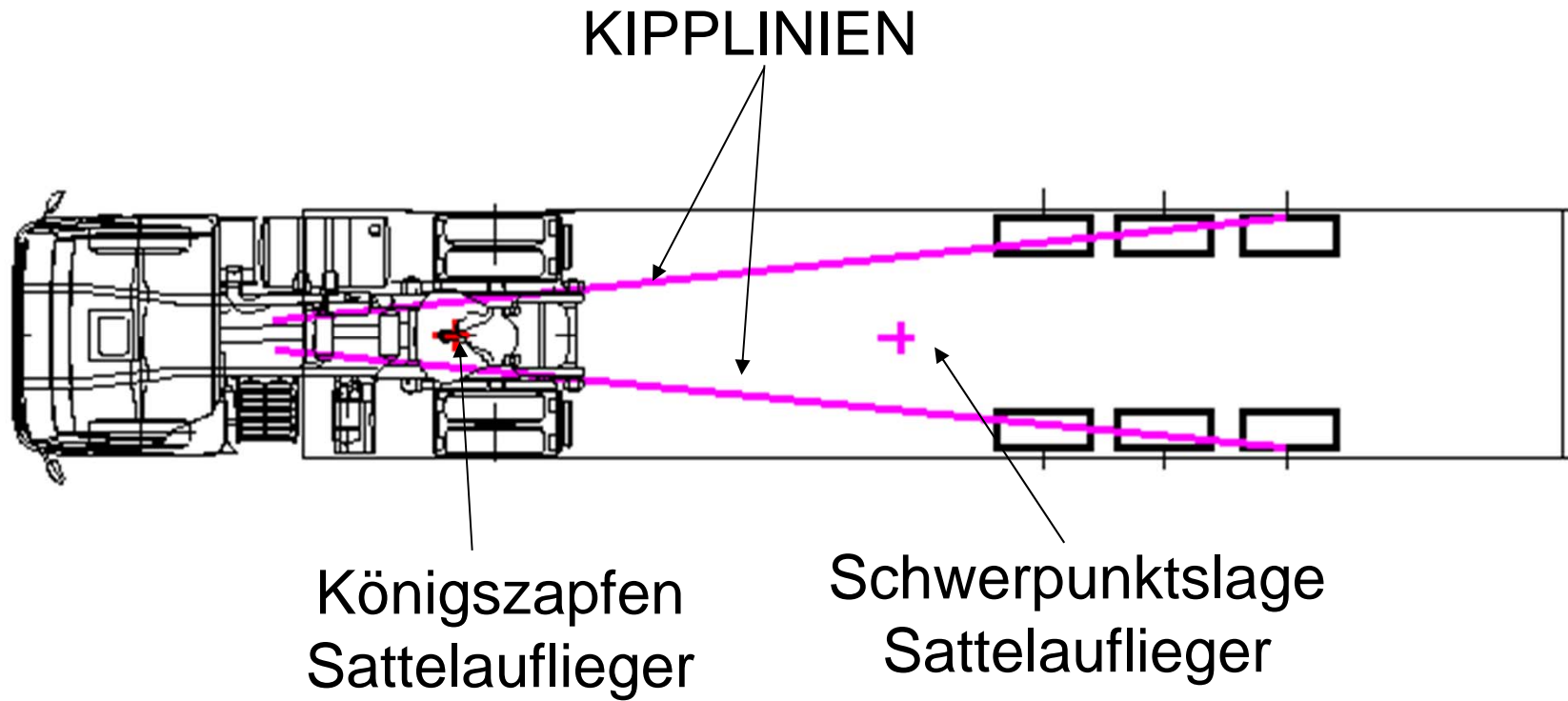


Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

- Zeitversatz der gemessenen Querbeschleunigungen:
 - Stirnwand eilt vor
 - Fahrzeugheck eilt nach
- Differenz der maximalen Querbeschleunigungen:
 - Maximalwerte an Stirnwand und im Ladungsschwerpunkt
 - kleinere Werte an Fahrzeugheck und Fahrzeugboden

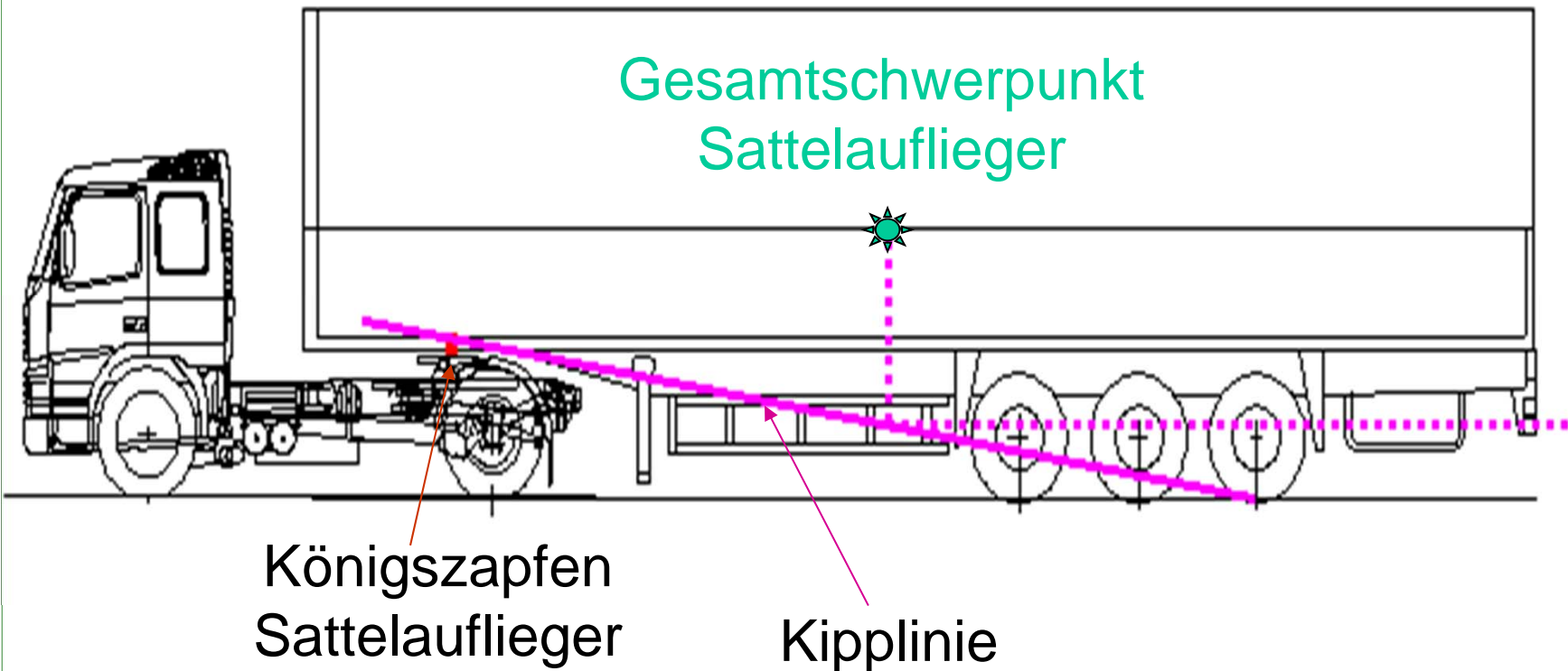


DRAUFSICHT

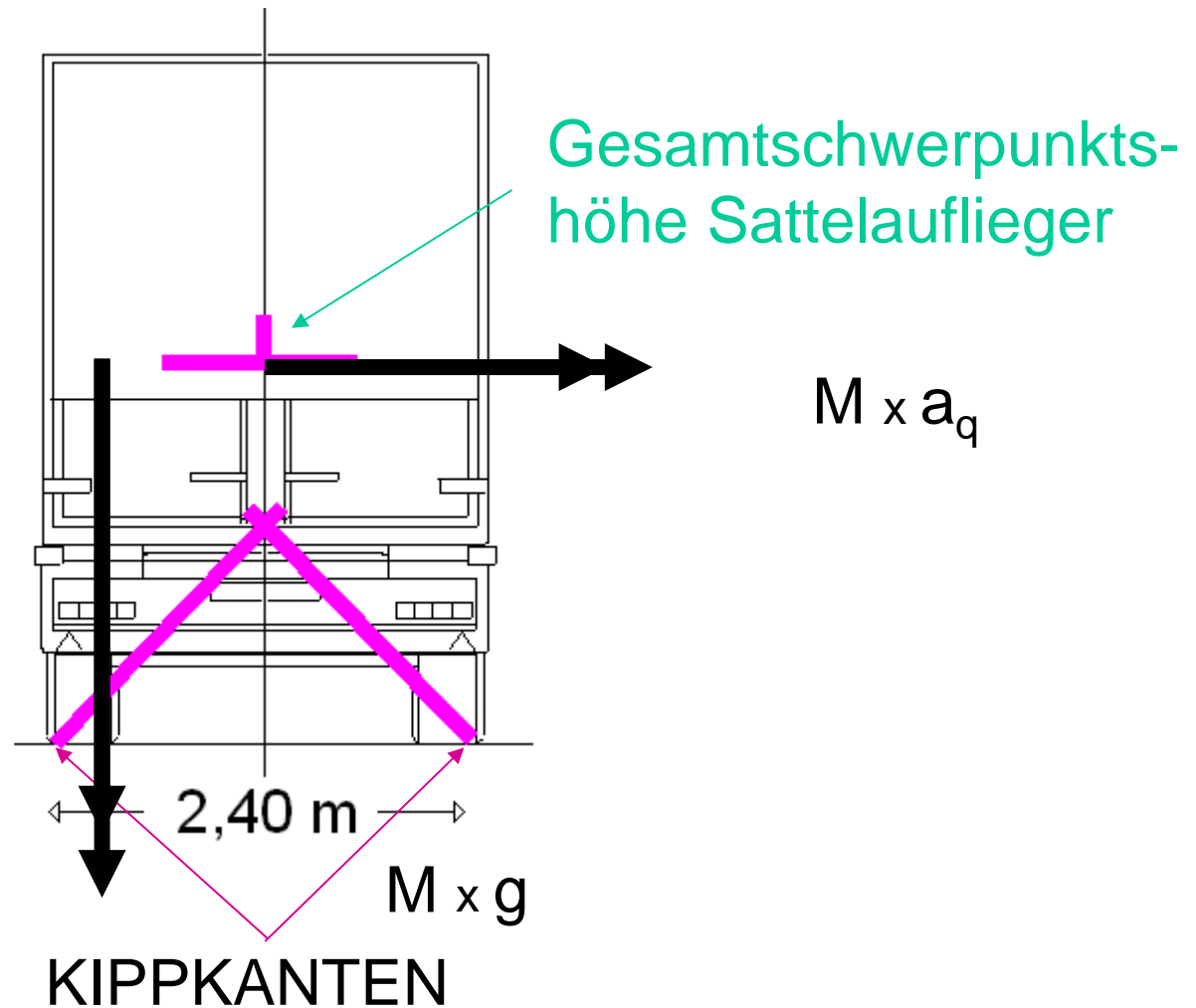


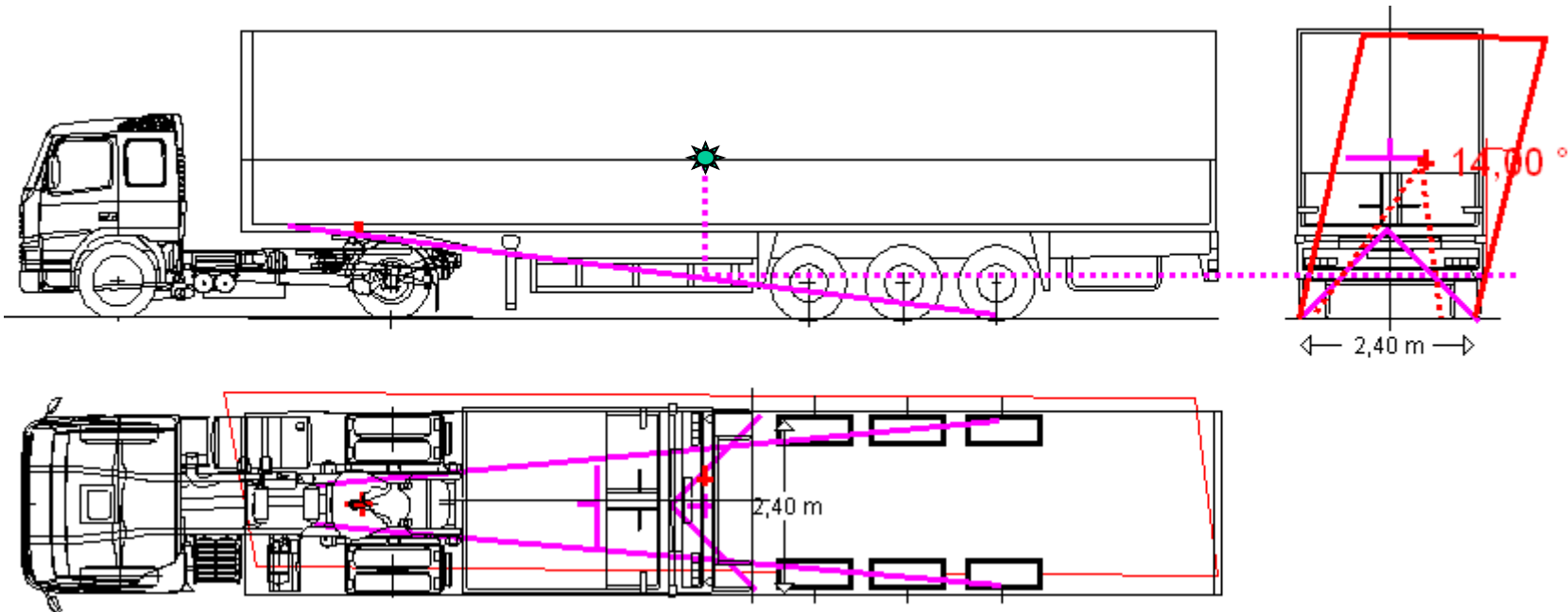
SEITENANSICHT

Fachbereich: Fahrzeugtechnik / Unfallanalyse / Ladungssicherung



HECKANSICHT





Gesamtschwerpunktsverlagerung zur Kipplinie

Früher $>0,5$ g als Kippgrenze bei Kurvenfahrt erreichbar

Heute bei torsionsweichen Aufbauten bei 0,3 g Abheben der kurveninneren Räder

Leichtbau - eine Königsdisziplin der Fahrzeugentwicklung

- Ermittlung und Veröffentlichung der statischen und dynamischen Torsionssteifigkeiten für Sattelanhänger (zur Orientierung und als Benchmarks)
- Stabilisierung von Fahrgestell und Aufbau durch intelligenten Leichtbau (Werkstoffe, Querschnitte, Profilierungen, zusätzliche Versteifungen)
- Dynamische Wankwinkelbegrenzung durch das Fahrwerk
- Eingreifen von lastabhängig adaptivem ESP bei Kippgefahr bereits ab 0,25 g (Lage des Querschleunigungs-Sensors dafür bisher nicht optimal)
- Messung von Aufbauneigungen (z. B. an Stirnwand) während der Durchführung von fahrdynamischen Versuchen nach EN 12642 und Einführung eines zugehörigen Grenzwertes (z. B. 8°)
- Längerfristig: Harmonisierung von fahrdynamischen Versuchen zur Ladungssicherung (EN 12642) und zur Erprobung der Fahrdynamik (VDA-typischer „echter“ Ladung)

©Copyright 2013
DEKRA Automobil GmbH
Niederlassung Bielefeld
Fachbereich
Fahrzeugtechnik/Unfallanalyse/Ladungssicherung
Wir bieten
Ladungssicherungspraxis
Tel./Fax: 0521-29905-0/-70
bielefeld.automobil@dekra.com

**Alle Rechte vorbehalten. Die Weitergabe oder
Fertigung von Kopien auf jeglichem Wege ist ohne
ausdrückliche schriftliche Genehmigung verboten.**