

Roadtrain-Konzept für den europäischen Güterverkehr

Der Verkehr auf deutschen Autobahnen wird stark durch den Nutzfahrzeuganteil beeinflusst. Die Geschwindigkeit schwerer Nutzfahrzeuge ist in Deutschland gesetzlich auf 80 km/h begrenzt. Der Anteil der PKW am Straßenverkehr hat dagegen keine oder deutlich höher liegende Geschwindigkeitsbeschränkungen, so dass besonders auf zweispurigen Autobahnen hohe Geschwindigkeitsdifferenzen auftreten. Es entstehen im Verkehrsablauf auf Autobahnen bei höheren Verkehrsdichten durch spurwechselnde Nutzfahrzeuge häufig lokale Verkehrszusammenbrüche. Insgesamt sinkt die Durchschnittsgeschwindigkeit und der mögliche Verkehrsdurchsatz mit steigendem LKW-Anteil.

Für eine Erhöhung des Verkehrsdurchsatzes auf Autobahnen bieten sich somit zwei Ansatzpunkte:

1. Steigerung der Lkw-Geschwindigkeit.
2. Erhöhung der Nutzlast und des Transportvolumens je Fahrzeug.

Ein sehr großes Potential zur Verbesserung des Verkehrsflusses besteht in der Erhöhung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von Nutzfahrzeugen auf 100 km/h. Mit einem LKW der neuesten Generation ist dies aufgrund moderner Antriebs-, Bremsen- und Fahrwerkstechnologie möglich. Wird gleichzeitig die Nutzlast und das Transportvolumen je Fahrzeug erhöht, kann der LKW-Anteil am Gesamtverkehr bei gleichbleibender Transportmasse deutlich verringert werden. Durch eine Erhöhung der Anzahl der Achsen kann darüber hinaus sichergestellt werden, dass die Belastung der Straßenoberfläche der konventionellen Lkws entspricht bzw. diese sogar unterschreitet.

Neben den Vorteilen in Bezug auf eine Verbesserung des Verkehrsflusses bietet eine deutliche Erhöhung der Nutzlast von LKWs erhebliche wirtschaftliche Vorteile, besonders für Betreiber größerer Nutzfahrzeugflotten. Denkbar wäre eine Verlängerung des LKW-Gespans um einen zweiten Anhänger bzw. Auflieger.

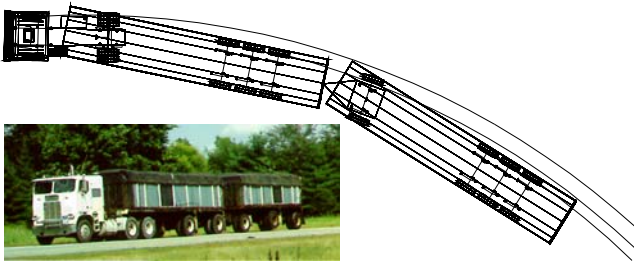
Die daraus resultierende Erhöhung der Nutzlast um bis zu 24 t auf eine Zuladung von insgesamt 48 t senkt sowohl die Aufwendungen für Kraftstoff und Wartung als auch die Personalkosten.

Mit der heutigen Fahrzeugtechnologie ist es möglich, derart überlange Nutzfahrzeuge („Roadtrains“) für den europäischen Straßenverkehr darzustellen. Sowohl die längsdynamische Auslegung von Antriebsstrang und Bremsanlage als auch die Stabilisierung des schnelleren und überlangen Zuges ist durchführbar. Neue Motoren, Scheibenbremsen und neue Fahrzeugelektronik wie z.B. Abstandsregeltempomaten oder Fahrdynamikregelungen können die Fahrsicherheit bei gleichzeitiger Erhöhung der Wirtschaftlichkeit gewährleisten.

Neben der technischen Realisierbarkeit des vorgestellten Roadtrain-Konzeptes ist sicherzustellen, daß die Randbedingungen des europäischen Straßenverkehrs berücksichtigt werden. Beispielsweise muss die Befahrbarkeit von Autobahnauffahrten oder das Abbiegen an Kreuzungen mit einem Roadtrain möglich sein. Daraus ergibt sich eine entsprechende Auslegung in Bezug auf den Raumbedarf des Lastzuges bei Kurvenfahrten. Weiterhin muss beispielsweise die Steigfähigkeit den europäischen Gegebenheiten angepasst werden.

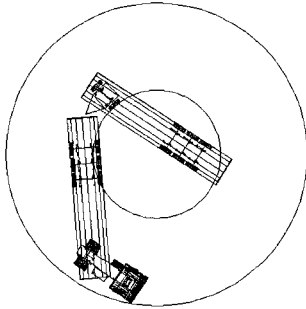
Wir haben in einem ersten Schritt den Einfluss eines Roadtrain-Konzeptes für Tempo 100 auf den Verkehrsdurchsatz, den Kraftstoffverbrauch und die Fahreigenschaften untersucht. Die querdynamischen Untersuchungen wurden mit Hilfe der Mehrkörpersimulation mit ADAMS® durchgeführt.

Zur Untersuchung der Fahrdynamik des LKW-Gespans wurde ein im Versuch überprüfbares Modell eines Sattelzuges verwendet. Dieser Standard-Sattelzug wurde um einen am ersten Auflieger angehängten Koppelanhängen mit aufgesatteltem zweiten Auflieger erweitert.

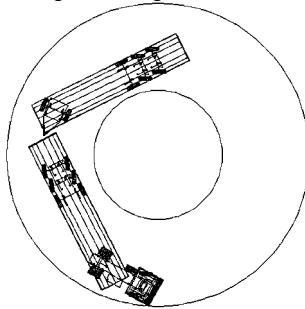


Für die ersten Untersuchungen wurden zwei Standard-Sattelaufleger modelliert. Ausgehend von diesem Modell wurden verschiedene Möglichkeiten betrachtet, unter Verwendung von Zusatzlenkconcepten die Kurvengängigkeit von überlangen Nutzfahrzeuggespannen sicherzustellen. Ziel war hierbei die Erfüllung der Anforderungen an die Kurvenlaufeigenschaften von Nutzfahrzeugen nach § 32 d StVZO. Des Weiteren wurde untersucht, inwieweit ein stabiles dynamisches Verhalten erreicht werden kann.

Roadtrain 1:
keine gelenkten Aufliegerachsen



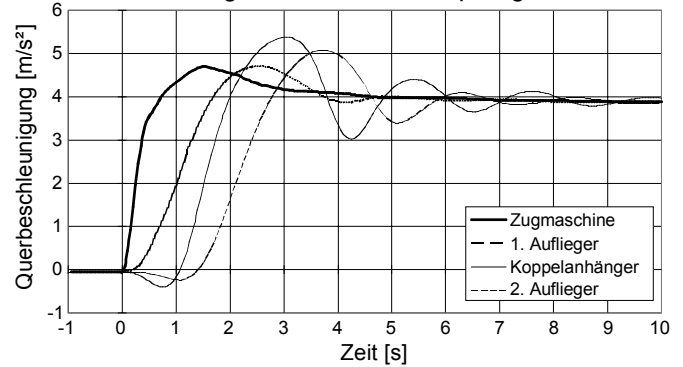
Roadtrain 2:
zweite und dritte Achse jedes Aufliegers sind gelenkt



Zu den bisher durchgeführten Standarduntersuchungen gehören beispielsweise die stationäre Kreisfahrt, der einfache Fahrspurwechsel und der Lenkwinkelsprung.

Das in unserem Hause entwickelte Simulationssystem PELOPS analysierte darüber hinaus die längsdynamischen und verkehrlichen Auswirkungen. PELOPS stellt hochauflösende Modelle für das Fahrerverhalten, das Verkehrsumfeld sowie die Fahrzeuglängsdynamik zur Verfügung. Der Schwerpunkt der längsdynamischen Betrachtungen lag in der Antriebsstrangoptimierung für den Einsatz im Roadtrain. Dazu wurde ein Evolutionärer Algorithmus mit PELOPS gekoppelt.

Ergebnis "Lenkwinkelsprung"



Der Evolutionäre Algorithmus ist ein anwendungsunabhängiges Lösungsverfahren für komplexe mehrdimensionale Fragestellungen. Innerhalb eines Optimierungsprozesses findet der Evolutionäre Algorithmus eine hinsichtlich vorgegebener Kriterien optimierte Kombination von Auslegungsparametern. Im Fall des Roadtrains wurden das Motormoment, das Fahrzeuggesamtgewicht, die Hinterachsübersetzung, eine Auswahl von Schaltgetrieben sowie das Schaltverhalten des Fahrers als Auslegungsparameter gewählt. Zur Beurteilung der verschiedenen Variationen verwendet der Algorithmus die längsdynamischen Fahrzeugmodelle, das Streckenmodell sowie das Fahrermodell von PELOPS. Als Kriterien für die Optimierung wurden insgesamt zehn Szenarien festgelegt, die - in unterschiedlichen Fahrsituationen - die Fahrzeughöchstgeschwindigkeit, den Kraftstoffverbrauch und die Schalthäufigkeit berücksichtigen. Die Untersuchungen zeigen, daß der Roadtrain gegenüber einem konventionellen 40 t-Zug bei gleichen Fahrleistungen einen durchschnittlichen Minderverbrauch von 26% pro Tonne Zuladung auf 100 km/h erreicht. Im stationären Betrieb beträgt der Verbrauchsvorteil sogar bis zu 35%.

Die Auswirkungen auf den Verkehrsablauf sind am Beispiel einer zweispurigen Autobahn für eine mittlere und eine hohe Verkehrsbelastung simuliert worden. In beiden Fällen betrug der Lkw-Anteil am Gesamtverkehr 25%. Wird die zulässige Höchstgeschwindigkeit für alle Nutzfahrzeuge von 80 auf 100 km/h erhöht, steigt die Durchschnittsgeschwindigkeit des Gesamtverkehrs bei mittlerer Verkehrsbelastung um 10 % auf ca. 120 km/h. Bei hoher Verkehrsbelastung ist der Anstieg mit 14 % noch deutlicher.