

**Antrag**

**der Abg. Dietmar Bachmann u. a. FDP/DVP**

**und**

**Stellungnahme**

**des Innenministeriums**

**Pilotversuche mit sogenannten Gigalinern  
in Baden-Württemberg**

Antrag

Der Landtag wolle beschließen,  
die Landesregierung zu ersuchen  
zu berichten,

1. welche Ergebnisse, insbesondere in Bezug auf die Verkehrssicherheit, die Umweltverträglichkeit und die Belastbarkeit der Straßen, die im September 2008 abgeschlossene 60-Tonnenerprobung mit dem 25-Meter-Lkw Eco-Combi der Firma Daimler AG zutage gefördert hat;
2. ob ihr Erkenntnisse darüber vorliegen, welche Resultate die Pilotversuche mit sogenannten Gigalinern in anderen Bundesländern geliefert haben;
3. ob ihr Erkenntnisse über Evaluationen der generellen Zulassung von sogenannten Gigalinern in Schweden und Finnland vorliegen;
4. ob vor dem Hintergrund dieser gewollten Zulassung seitens der Europäischen Kommission mit Blick auf die außereuropäischen Netze Studien von der Europäischen Kommission beauftragt oder erstellt werden und ob weiterer Handlungsbedarf von europäischer Seite gesehen wird;
5. ob sie eine Ausweitung oder Fortführung des Pilotversuchs insbesondere in Zusammenarbeit mit anderen Bundesländern anstrebt;

6. welche Autobahnstrecken mit einem entsprechenden Anschluss in einem benachbarten Bundesland sich in Baden-Württemberg für einen solchen Pilotversuch auch unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten eignen würden;
7. welche Autobahnstrecken in Baden-Württemberg, die nicht parallel zu einer Bahntrasse verlaufen, durch den Einsatz von sogenannten Gigalinern entlastet werden könnten.

30. 09. 2009

Bachmann, Dr. Rülke, Dr. Bullinger,  
Chef, Dr. Noll FDP/DVP

### Begründung

Die Pilotversuche in einigen Bundesländern, u. a. auch in Baden-Württemberg sind abgeschlossen und wurden evaluiert. Ersten Berichten zufolge zeichnet sich eine positive Bilanz ab. In anderen Bundesländern sind die Verkehrsminister dem Beschluss der Verkehrsministerkonferenz gefolgt, keine Pilotprojekte mit sogenannten Gigalinern zuzulassen. Es stellt sich deshalb die Frage, wie zukünftig mit diesem Verkehrsmittel zu verfahren ist.

### Stellungnahme

Mit Schreiben vom 26. Oktober 2009 Nr. 7–3861.5–1/560 nimmt das Innenministerium zu dem Antrag wie folgt Stellung:

#### Vorbemerkung:

In Baden-Württemberg und mehreren anderen Bundesländern wurden Versuche mit neuartigen Fahrzeugkombinationen durchgeführt, die über die bislang zulässigen Abmessungen und teilweise auch die bisher zulässigen Gewichte hinausgingen. Abmessungen und Gewichte sind innerhalb der Europäischen Union durch eine Richtlinie verbindlich festgelegt. Diese Werte sind auch innerhalb der Mitgliedstaaten einzuhalten. Lediglich für den Versuchsbetrieb bei neuartigen Fahrzeugkonzeptionen haben die Mitgliedstaaten die Möglichkeit, über diese Grenzwerte hinauszugehen, nicht jedoch im Rahmen einer allgemeinen Zulassung. Die in Nordeuropa eingesetzten Lkw-Konfigurationen, die über die EU-Grenzwerte hinausgehen, waren bereits vor dem EU-Beitritt dieser Staaten im Einsatz und wurden deshalb in deren Binnenverkehr weiterhin zugelassen.

- 1. welche Ergebnisse, insbesondere in Bezug auf die Verkehrssicherheit, die Umweltverträglichkeit und die Belastbarkeit der Straßen, die im September 2008 abgeschlossene 60-Tonnenprobung mit dem 25-Meter-Lkw Eco-Combi der Firma Daimler AG zutage gefördert hat;*

Zu 1.:

In Baden-Württemberg wurde der Daimler AG die Ausnahmegenehmigung zur Durchführung eines Pilotprojektes mit zwei Gigalinern auf einer ausgewählten Strecke in zwei Varianten erteilt. Dabei wurde eine Streckenführung

gewählt, die für die Durchführung solcher Transporte als realistisch angesehen wurde. Der Streckenverlauf führte vom Neckartal nach Böblingen Hulb, wobei vereinbart wurde, die Stuttgarter Innenstadt im Rahmen des Pilotvorhabens nicht zu durchfahren. Variante eins führte über Plochingen und die Autobahnanschlussstelle Wendlingen. Variante zwei führte vom Neckartal über die Berkheimer Steige direkt auf die A 8. Der Pilotversuch diente vor allem dem Erkenntnisgewinn beim Einsatz dieser Fahrzeuge unter verkehrlichen, fahrzeugtechnischen und sicherheitstechnischen Gesichtspunkten. Der Endbericht zum Pilotprojekt ist der Antwort auf diesen Antrag in Kopie beigelegt.

Bei der Konzeption der Fahrzeuge wurde auf eine optimale sicherheitstechnische Ausstattung der Lkw mit den modernsten verfügbaren Sicherheitseinrichtungen Wert gelegt. So verfügten die eingesetzten Fahrzeuge über ein elektronisches Stabilitätsprogramm sowie über Spurhalteassistent, Spurwechselunterstützung und Abstandsregeltempomat mit Notbremsassistent. Während für Fahrzeuge des Großraum- und Schwerverkehrs (zum Transport unteilbarer Ladungen) bei Gesamtlängen von 25 Metern erleichterte Bedingungen für den Kurvenlauf gelten, wurde bei diesem Versuchsfahrzeug Wert darauf gelegt, die Kurvenlaufgrenzwerte der allgemein zulässigen 18,75 Meter-Lastzüge einzuhalten.

Der zweijährige Versuch wurde durch weitere Fahrversuche in Finnland, insbesondere unter winterlichen Bedingungen, sowie auf dem Testgelände ATP (Automotive Testing Papenburg GmbH) ergänzt, da zahlreiche notwendige Fahrversuche nur auf einer abgegrenzten Teststrecke durchführbar sind. Er endete planmäßig im September 2008. Der von der Daimler AG im Juli 2009 fertiggestellte Endbericht enthält im Wesentlichen folgende Ergebnisse:

Die Handhabung des Fahrzeugs war aufgrund der besonderen Achskonstruktion erwartungsgemäß gut. Die Rangierfähigkeit entsprach der eines regulären Lastzugs.

Hinsichtlich der Traktion war die Kombination mit ihren zwei Antriebsachsen gegenüber einer sonst üblichen Einzelantriebsachse überlegen. Bei Traktionsversuchen wies das Zugfahrzeug eine hohe Traktionsreserve gegenüber konventionellen Lastzügen auf.

Gegenüber üblichen 40 Tonnen-Zügen wurden sämtliche Achslasten reduziert. So wiesen die Antriebsachsen eine Achslast von 9,5 Tonnen gegenüber den sonst üblichen 11,5 Tonnen auf. Die Laufachsen lagen im Durchschnitt unter 7 Tonnen, anstelle der zulässigen 10 Tonnen.

Bei der Abbremsung zeigte sich der Vorteil größerer Achszahl und niedrigerer Achslast. Der EcoCombi zeigte eine bessere Geradeausstabilität bei höherer Bremsverzögerung, also kürzerem Bremsweg. Im Vergleich zum Standard-Gliederzug ergab sich eine Bremswegverkürzung von 6,2 % bei Schnee, von 23,4 % bei Split und um 12,5 % bei Asphalt. Diese Bremswegverkürzung resultiert aus der aufgrund der höheren Achszahl verbesserten Wirksamkeit des Antiblockiersystems. Voraussetzung für diese positiven Ergebnisse ist eine optimale technische Abstimmung der Einzelkomponenten. Ebenso zeigten Bremsmanöver in der Kurve keine Auffälligkeiten.

Auch das Verhalten bei unbeabsichtigten Lenkbewegungen oder bei deutlichen Richtungsänderungen wie bei einem Spurwechsel war problemlos.

Hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs pro transportierter Gewichtseinheit ergab sich im realen Betrieb zwischen Neckartal und Böblingen Hulb eine gewisse Einsparung, die jedoch aufgrund der Versuchsstrecke mit ihren ungünstigen topografischen Bedingungen nicht repräsentativ ist. Aus diesem

Grund wurden Vergleichfahrten in sogenannter Verfolgungsfahrt zwischen dem Versuchsfahrzeug und einem konventionellen 40 t-Zug auf zwei Streckenabschnitten durchgeführt. Auf der Strecke Obertürkheim–Wendlingen–Obertürkheim mit ihrem sehr flachen Verlauf ergab sich eine Verbrauchsreduzierung des 60 t-Zugs um 7,5 % bezogen auf das Zuggewicht und um 12,2 % bezogen auf die Nutzlast. Beim Streckenabschnitt Wendlingen–Autobahnkreuz Stuttgart–Wendlingen mit seinen ausgeprägten Steigungen ergab sich ein Verbrauchsvorteil von 6,3 % bzw. nutzlastbezogen 11,1 %.

Unter Versuchsbedingungen mit 95 % Gewichtsauslastung und 100 % Volumenauslastung stünden den 1.420 Fahrten mit EcoCombis rechnerisch 2.200 Fahrten mit konventionellen Lastzügen gegenüber. Für die gleiche Transportleistung von zwei EcoCombis würden somit drei 40 Tonnenzüge benötigt. Die Fahrzeit war im Durchschnitt 10 % länger als bei konventionellen Zügen, die Pausen und Standzeiten in den Abfertigungshallen konnten nutzlastbezogen jedoch reduziert werden, da die gleiche Ladung nun mit zwei statt drei Fahrzeugen angeliefert wurde.

Hinsichtlich des verkehrlichen Ablaufes wurden aus dem Versuchsbetrieb keine besonderen Vorkommnisse bekannt. Beschwerden von anderen Verkehrsteilnehmern ergaben sich nicht. Die EcoCombi Fahrzeugkombinationen fügten sich unauffällig in den Verkehrsablauf ein.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die getestete sicherheitstechnisch optimierte Fahrzeugkombination ein problemloses Fahrverhalten aufwies. Im Endbericht weist die Daimler AG jedoch ausdrücklich darauf hin, dass in einem Genehmigungsverfahren zumindest für die Grundbaumuster ein Nachweis zum fahrdynamischen Verhalten erbracht werden müsse. Eine Zusammenstellung von Fahrzeugkombinationen aus nicht aufeinander abgestimmten Komponenten sei nicht ausreichend.

Eine zentrale Frage bei einem umfassenderen Einsatz stellt sich vor allem hinsichtlich der Brückenbelastung. Seitens der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) wurde in einer früheren Untersuchung die Auslegung der relevanten Brücken entsprechend den Gültigkeitsständen der DIN-Auslegung in den Jahren 1967 ff. überprüft. Die BASt kam zum Ergebnis, dass die älteren Brückenbauwerke für die heutige Verkehrslast und damit auch für schwerere Lastzugkombinationen unterdimensioniert sind. Für ältere Brücken wird die Notwendigkeit eines Ersatzes oder einer Verstärkung mit entsprechenden Straßenbaukosten als erforderlich angesehen.

In Ergänzung zum oben beschriebenen Pilotversuch wird in Abstimmung mit dem Bundesverkehrsministerium (BMVBS) von der BASt eine wissenschaftliche Begleituntersuchung durchgeführt. Das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des BMVBS wurde im November 2007 gestartet. Untersuchungsobjekt war die im Streckenverlauf liegende Autobahnbrücke Denkendorf an der A 8 zwischen den Anschlussstellen Wendlingen und Esslingen. Dabei sollen aus den bei dem Pilotversuch gewonnenen Messwerten und den anschließend durchzuführenden numerischen Untersuchungen Aussagen auf die Tragfähigkeit und Ermüdungssicherheit des Brückenbestandes getroffen werden. Die Beteiligung Baden-Württembergs lag dabei ausschließlich darin, die Rahmenbedingungen für die Untersuchungen vor Ort zu schaffen. Wissenschaftlich belastbare Ergebnisse des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens werden nicht vor Mitte 2010 vorliegen.

*2. ob ihr Erkenntnisse darüber vorliegen, welche Resultate die Pilotversuche mit sogenannten Gigalintern in anderen Bundesländern geliefert haben;*

Zu 2.:

Auf Anfrage haben folgende Länder Stellungnahmen übersandt:

## Niedersachsen:

Von Juli 2006 bis Juni 2007 wurde in Niedersachsen ein Modellversuch mit drei überlangen (25,25 m) und maximal 40 t schweren Fahrzeugkombinationen durchgeführt. Im Rahmen dieses Projekts sollte auf ausgewählten Strecken die Wirtschaftlichkeit, Verkehrssicherheit und Umweltverträglichkeit der Kombination untersucht werden.

Der Versuch wurde von der Leibniz-Universität Hannover begleitet und ausgewertet. Insgesamt wurde der Versuch positiv bewertet:

- Im praktischen Betrieb ergaben sich keine Probleme. Die Fahrzeuge integrierten sich problemlos in den Betriebsablauf der Speditionen.
- Die ausgewählten Strecken (Autobahnen, Zufahrten zu Industriegebieten) waren ohne Beeinträchtigungen des übrigen Verkehrs oder Schädigung der Infrastruktur befahrbar. Es gab keine Unfälle.
- Das Fahrzeughandling ist aus Sicht der Fahrer vergleichbar mit Standardlast- bzw. Sattelzügen.
- Verglichen mit Standardlast- bzw. Sattelzügen sinkt der Kraftstoffverbrauch je transportiertem Kubikmeter um bis zu 30 %. Entsprechend reduzieren sich auch der Schadstoff- und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

Bei Volumentransporten (leichte Güter) ergaben sich wirtschaftliche Vorteile für die Spedition.

## Nordrhein-Westfalen:

- Der Modellversuch in Nordrhein-Westfalen hat im Ergebnis gezeigt, dass überlange Fahrzeugkombinationen im Autobahnnetz technisch problemlos und verkehrstechnisch sicher eingesetzt werden können.
- Aufgrund der technischen Eingangsvoraussetzung, wie ausreichender Kurvenlauf, waren die Fahrzeuge dieses Modellversuchs auch in der Lage, Fahrbahnen des untergeordneten Straßennetzes problemlos zu befahren.
- Verkehrsunfälle mit Beteiligung der Gigaliner wurden im Versuchszeitraum nicht registriert.
- Die Züge haben sich gut in das allgemeine Geschehen eingegliedert.
- Störungen des allgemeinen Verkehrsgeschehen und Gefahrmomente, die eindeutig der Länge der Fahrzeugkombinationen zuzuordnen gewesen wären, wurden nicht registriert.
- Probleme mit der Technik der eingesetzten Fahrzeuge wurden nicht registriert.
- Die Spurhaltung bei Geradeausfahrt und Bremsungen war einwandfrei.
- Alle Fahrer äußerten sich zufrieden mit den Eigenschaften der Euro-Kombis.

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse der bei der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule in Aachen in Auftrag gegebenen Verkehrsflussanalyse, dass die „Euro-Kombis“ einen positiven Einfluss auf den Verkehrsfluss haben werden.

Thüringen:

Im Rahmen eines Pilotversuchs in Thüringen werden Fahrzeugkombinationen mit einer Länge von maximal 25 m und einem maximal zulässigen Gesamtgewicht von 40 t eingesetzt. Die entsprechende Ausnahmegenehmigung gilt bis zum 31. Dezember 2009. Der Versuch wird durch die Fachhochschule Erfurt wissenschaftlich begleitet und nach Beendigung ausgewertet.

Mecklenburg-Vorpommern:

Der Versuchsbetrieb einer Fahrzeugkombination mit einer Länge von ca. 25 m in Mecklenburg-Vorpommern erfolgt ohne weitere Auswertung.

*3. ob ihr Erkenntnisse über Evaluationen der generellen Zulassung von sogenannten GigaLinern in Schweden und Finnland vorliegen;*

Zu 3.:

Erkenntnisse über Evaluationen der generellen Zulassung von sogenannten GigaLinern in Schweden und Finnland liegen hier nicht vor.

*4. ob vor dem Hintergrund dieser gewollten Zulassung seitens der Europäischen Kommission mit Blick auf die außereuropäischen Netze Studien von der Europäischen Kommission beauftragt oder erstellt werden und ob weiterer Handlungsbedarf von europäischer Seite gesehen wird;*

Zu 4.:

Die EU-Kommission plant nach derzeitigem Stand keine Zulassung über großer Lkw, sie hat jedoch u. a. im Jahr 2007 eine Studie über die Anpassung von Maßen und Gewichten bei schweren Nutzfahrzeugen in Auftrag gegeben. Diese liegt seit Herbst 2008 vor.

In ihrer Antwort vom 9. September 2009 auf eine Anfrage im Europäischen Parlament stellt die Kommission dar, dass die bisher durchgeführten Studien noch keine ausreichende Basis für eine Änderung der Richtlinie 96/53/EG bieten, in der die Obergrenzen für Maße und Gewichte im nationalen und internationalen Verkehr festgelegt sind. Die Kommission beabsichtigt deshalb, zwei weitere Studien gegen Ende des Jahres 2009 zu vergeben, von denen eine vor allem ökonomische und ökologische Aspekte untersuchen soll und die andere vor allem technisch-ökonomische Aspekte wie zusätzliche Anforderungen an die Fahrzeuge sowie Kostenabschätzungen für Erhalt und zusätzliche Verbesserungen der Straßeninfrastruktur bewerten soll.

*5. ob sie eine Ausweitung oder Fortführung des Pilotversuchs insbesondere in Zusammenarbeit mit anderen Bundesländern anstrebt;*

*6. welche Autobahnstrecken mit einem entsprechenden Anschluss in einem benachbarten Bundesland sich in Baden-Württemberg für einen solchen Pilotversuch auch unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten eignen würden;*

*7. welche Autobahnstrecken in Baden-Württemberg, die nicht parallel zu einer Bahntrasse verlaufen, durch den Einsatz von sogenannten GigaLinern entlastet werden könnten.*

Zu 5., 6. und 7.:

Der Aufnahme neuer Modellversuche durch die Länder steht derzeit der Beschluss der Verkehrsministerkonferenz vom 9./10. Oktober 2007 entgegen. Demnach sollen bestehende Modellversuche planmäßig zu Ende geführt und

neue Versuche mit überlangen Fahrzeugen unabhängig von der Gesamtmasse nicht zugelassen werden.

Ergänzend: In der o. g. Anfrage weist die EU-Kommission darauf hin, dass mitgliedersaatengrenzüberschreitende Fahrten mit Fahrzeugen, die die europäischen Grenzwerte nicht einhalten, auch im Rahmen von Pilotvorhaben nicht mit europäischem Recht in Einklang stünden.

Rech

Innenminister

# DAIMLER

## Endbericht zum Pilotversuch „Ecocombi“ Stuttgart, Juli 2009

**Verfasser:**

Walter Bendel  
Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Pflug  
Dieter Schoch  
Hartmut Schröter

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	3
2. Einführung.....	3
3. Überblick .....	4
3.1 Fahrzeugkombination „Ecocombi“ .....	4
3.2 Streckenführung .....	5
4. Untersuchungsprogramm und Ergebnisse .....	6
4.1 Verkehrsinfrastrukturuntersuchungen, Untersuchung der Strassen- und Brückenbelastung durch die BASt .....	6
4.1.1 Verkehrsbeobachtungen durch die BASt.....	6
4.1.2 Anforderungen an die Straßengeometrie .....	6
4.1.3 Auswirkung auf die Tragfähigkeit von Brückenbauwerken .....	8
4.2 Fahrzeugtechnik.....	9
4.2.1 Fahrdynamik (Längs- und Querdynamik) .....	9
Wintererprobung im Testgelände Rovaniemi/Finnland.....	9
Sommererprobung im Testgelände ATP Papenburg.....	10
4.2.2 Kraftstoffverbrauch (nutzlastbezogen) .....	13
4.2.3 Prototyp eines Daimler- Lenk- Dolly .....	16
4.3 Soziologie.....	17
Akzeptanz größerer / schwererer Fahrzeuge, Reaktionen anderer Verkehrs- teilnehmer und Fahrerbelastung durch abweichendes Handling .....	17
4.4 Logistik .....	17
Ladungsspezifikation und Auslastungsgrad .....	17
Zeitbedarf.....	18
Routenentwicklung.....	18
5. Fazit .....	18

## 1. Einleitung

Schon seit etwa 15 Jahren werden in Nordeuropa Lkw-Konfigurationen eingesetzt, die sich in Abmessungen und Gewichten von denen in Deutschland bzw. im EU-weiten grenzüberschreitenden Verkehr zugelassenen 40-t-Zügen mit einer Maximallänge von 18,75 m unterscheiden. In Skandinavien hat man langjährige positive Erfahrungen mit bis zu 25,25 m langen und bis zu 60 t schweren Lastzug-Kombinationen gemacht. In mehreren Europäischen Ländern wurden, teils mehrjährige, Feldversuche durchgeführt, bei dem der Einsatz von langen/schweren Fahrzeugkombinationen im Detail untersucht wurde. Bisher sind durchweg positive Ergebnisse zu verzeichnen und auch die Akzeptanz der Fahrzeuge im unmittelbaren Umfeld ist gegeben. Eine Studie der Europäischen Kommission zum möglichen Einsatz innovativer Fahrzeugkombinationen (November 2008) kommt zum Ergebnis, dass mit deren europaweitem Einsatz ein erheblicher gesamtwirtschaftlicher Nutzen verbunden ist. Die derzeitigen Rechtsgrundlagen zu Abmessungen und Gewichten für schwere Nutzfahrzeuge in Europa sind in der EU-Richtlinie 96/53/EG niedergelegt.

## 2. Einführung

Um auch in Deutschland Erfahrungen im Praxis-Einsatz mit längeren und/oder schwereren Nutzfahrzeugkombinationen zu sammeln, wurde neben Einsätzen von 25,25m/40t- Zügen in verschiedenen Bundesländern im Zeitraum von September 2006 bis September 2008 ein ergebnisoffener Pilotversuch auch in Baden-Württemberg durchgeführt. Die Ausnahmegenehmigung gemäß §70 Abs. 1 Nr. 1 StVZO zur versuchsweisen Erprobung der Fahrzeugkombination „Ecombi“ mit einer Gesamtlänge von maximal 25,25m und einem Zug-Gesamtwicht von maximal 60 t wurden vom Regierungspräsidium Stuttgart erteilt. Ein fundiertes Untersuchungsprogramm wurde in enger Abstimmung zwischen dem Innenministerium Baden-Württemberg, der Daimler AG und der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) definiert und umgesetzt. Untersuchungsumfang und zulässige Streckenführung sind in Vereinbarungen schriftlich festgelegt und inhaltlich beschrieben.

### 3. Überblick

#### 3.1 Fahrzeugkombination „Ecocombi“



Zum Einsatz im Regelverkehr zwischen den Daimler Aggregatewerken im Neckartal und dem Montagewerk in Sindelfingen bzw. dem Logistikzentrum in Böblingen-Hulb kam eine Fahrzeugkombination „Ecocombi“ (Zugmaschine 6x4 mit 600 PS, 2 Antriebsachsen, 2-achsiger Untersetzachse (Dolly), Standard-Sattelaufleger) mit einer Gesamtlänge von bis zu 25,25m und einem zulässigen Zug-Gesamtwicht von 60t (siehe Bilder).

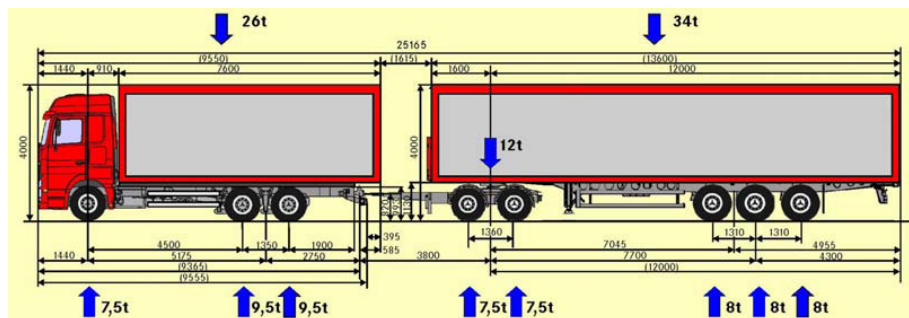
standard-Sattelaufleger) mit einer Gesamtlänge von bis zu 25,25m und einem zulässigen Zug-Gesamtwicht von 60t (siehe Bilder).



Der Pilotversuch ist in die logistischen Prozesse der Daimler Werke voll integriert worden. Auf der Hinfahrt wurden bei annähernden 100% Gewichtsauslastung Motoren und Getriebe - in der Rück-Richtung, bei 100% Volumenauslastung, die benötigten Transportgestelle befördert.

Die Auslegungsdetails bezüglich der Abmessungen, Gewichtsverteilung und zulässigen Achslasten des Versuchszuges sind im folgenden Bild beschrieben.

Besonders zu beachten ist, dass die maximalen Achslasten gegenüber herkömmlichen Zügen bei den Antriebsachsen des Zugfahrzeugs um fast 20% von 11,5t auf 9,5t deutlich verringert sind.



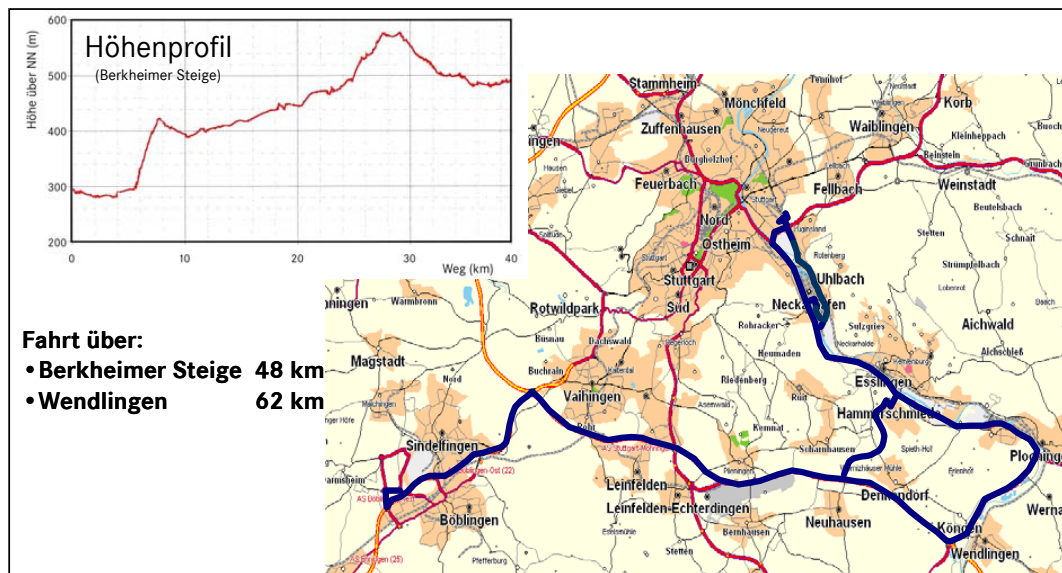
Unterstützend und zu Vergleichszwecken, wurde eine identische Fahrzeug-Kombination zu Versuchsfahrten auf der Pilotstrecke, auf dem ATP-Testgelände in Papenburg (Niedersachsen) bzw. zur Wintererprobung in Rovaniemi (Finnland) eingesetzt (siehe Bilder).



### 3.2 Streckenführung

Um unterschiedliche verkehrliche Rahmendbedingungen (Kreuzungen, Steigungen, usw.) abzubilden und vergleichende Werte, z.B. in Verbrauchsmessungen, gewinnen zu können, wurden zwei Alternativrouten ausgewählt:

- Neckartal – Berkheimer Steige – BAB A8 AS Esslingen – Kreuz Stuttgart – Böblingen Hulb
- Neckartal B10 – Plochingen – BAB A8 AS Wendlingen – Kreuz Stuttgart – Böblingen Hulb



Eine Ausweichstrecke durch die Innenstadt (B14, Schwanentunnel, Neckartor und Heslacher Tunnel) wurde ursprünglich erwogen, dann aber verworfen. Besonders zu beachten ist, dass die Routen über eine außergewöhnliche Topographie mit einer Höhendifferenz von ca. 300 Meter verfügen.

## **4. Untersuchungsprogramm und Ergebnisse**

Die Berichterstattung umfasst die folgenden, gemeinsam von der BAST, dem Innenministerium Baden-Württemberg und der Daimler AG definierten Arbeitspakete. Diese sind gemeinsam mit dem Innenministerium näher spezifiziert und erläutert worden.

### **4.1 Verkehrsinfrastrukturuntersuchungen, Untersuchung der Strassen- und Brückenbelastung durch die BAST**

Flankierend zu den Untersuchungen der Fahrzeugtechnik durch die Daimler AG wurde seitens der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) - in Absprache mit dem BMVBS - zugesagt, die Auswirkungen der im Pilotprojekt eingesetzten Lastzugkombination auf die Verkehrsteilnehmer und auf die Verkehrsinfrastruktur zu untersuchen.

Der Anteil seitens der Daimler AG bestand in der Organisation der Fahrzeuge, des Fahrpersonals, geeigneter Prüfflächen und der Testbegleitung zu den Themen „Befahrbarkeit und Nutzung von Verkehrsanlagen“ und „Beeinflussung des Verkehrsablaufes“.

Das Ergebnis aus dem Pilottest floss in die BAST-eigenen Untersuchungen zu längeren und schwereren Lastzugkombinationen ein. Diese wurden anlässlich der Verkehrsministerkonferenz am 9./10. Oktober 2007 in Merseburg im Schlussbericht „Auswirkung von neuen Fahrzeugkonzepten auf die Infrastruktur des Bundesfernstraßennetzes“ mit Datum November 2006 veröffentlicht. Auszüge wurden von Dr. Zander, BAST, im Rahmen des 7. Nfz- Forums in Stuttgart und im Rahmen einer Präsentation bei der FAT vorgetragen.

Bezüglich der Bewertung der Lastzugkombination „Version 2“ (Lkw-Dolly-Sattelaufzieger), die weitgehend der Daimler-Konfiguration entspricht, ist die 2. Auflage des Berichts heranzuziehen, da die 1. Auflage nach Angabe der BAST infolge eines Programmfehlers falsche Schleppkurven beinhaltet.

Eine weitere, noch nicht veröffentlichte Untersuchung der BAST in 2007 befasste sich mit der erforderlichen Verkehrsfläche der Fahrzeugkombinationen aus den Länderversuchen Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Die praktische Untersuchung erfolgte ebenfalls mit Unterstützung der Daimler AG.

Gemäß BAST hat die Zusammensetzung der Fahrzeugarten Einfluss auf Straßen- und Brückenschädigung, Verkehrssicherheit, Verkehrsmenge, Modal Split, Arbeitslosigkeit in Abhängigkeit der Güterarten, Transportweiten und ökonomischer Entwicklung. Aus den Untersuchungen der BAST und den praktischen Erfahrungen aus dem Einsatz der 60t-Lastzugkombination ergeben sich nachfolgende Ergebnisse.

#### **4.1.1 Verkehrsbeobachtungen durch die BAST**

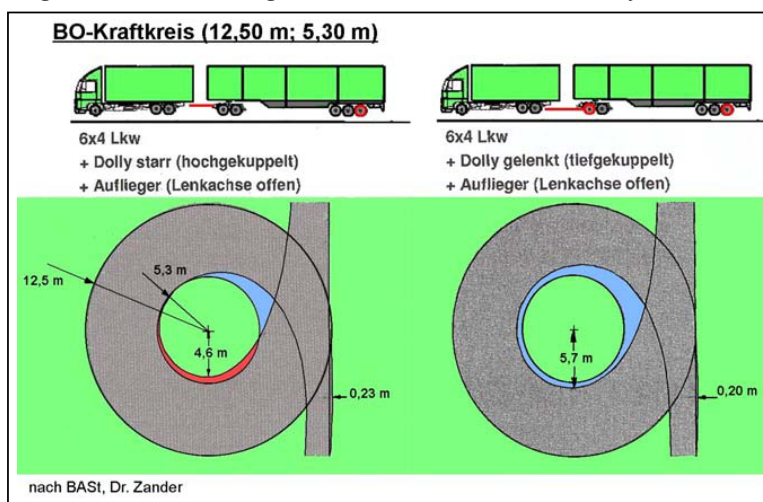
Durch die BAST wurde in 04.2007 an der Pilotstrecke über 3 Tage eine Verkehrsbeobachtung an den neuralgischen Stellen durchgeführt. Als 25m-Lastzugkombinationen wurden der „Eco-combi“ des Werksverkehrs als auch - zur Erhöhung der Frequenz - der Daimler-Versuchszug auf der freigegebenen Wegstrecke eingesetzt. Es wurden sowohl Verfolgungsfahrten als auch stationäre Verkehrsbeobachtungen von einer Brücke (Verengung von 2 auf 1 Fahrspur) vorgenommen. Die Fahrten wurden durch die BAST dokumentiert. Aus den Beobachtungen ergaben sich keine Beanstandungen infolge fahrzeugbezogener kritischer Situationen mit anderen Verkehrsteilnehmern oder Änderungsbedarfe an der Streckenführung.

#### **4.1.2 Anforderungen an die Straßengeometrie**

Gesetzliche Vorgabe für die Kurvenlaufeigenschaften von Fahrzeugen ist die Einhaltung des Paragraphen 32d StVZO (BO- Kraftkreis). Dabei werden zwei Kriterien überprüft:

- a) Kraftfahrzeuge und Fahrzeugkombinationen müssen so gebaut und eingerichtet sein, dass die bei einer Kreisfahrt von 360° überstrichene Ringfläche mit einem äußeren Radius von 12,50 m keine größere Breite als 7,20 m hat.
- b) Beim Einfahren aus der tangierenden Geraden in den Kreis darf kein Teil des Kraftfahrzeugs oder der Fahrzeugkombination diese Gerade um mehr als 0,8 m nach außen überschreiten.

Mit der BAST wurde die bei der Daimler AG vorgesehene Fahrzeugvariante mit starrem und mit gelenktem Dolly untersucht. Für den im Feldtest eingesetzten „Ecocombi“ mit starrem Dolly wurde dabei für die 360°- Kreisfahrt eine bereichsweise Überschreitung der zulässigen Ringbreite um 10% festgestellt. Mit Hilfe eines Lenkdollies erfüllt die Fahrzeugkombination die gesetzlichen Anforderungen - selbst bei der fahrdynamisch günstigeren Tiefkupplung - mit einem Sicherheitsabstand von 6%. Die Erfüllung des Kurvenverlaufs zeigt die nebenstehende Graphik.



gesetzlichen Anforderungen - selbst bei der fahrdynamisch günstigeren Tiefkupplung - mit einem Sicherheitsabstand von 6%. Die Erfüllung des Kurvenverlaufs zeigt die nebenstehende Graphik.

Weitere Einschränkungen ergeben sich für die BAST aus den Gestaltungsrichtlinien für Straßenverkehrsbauelemente. Gegenstand der

Untersuchungen zusammen mit der BAST waren dabei Einmündungen (Innerorts- und Außerorts-Knoten) sowie kleine und große Kreisverkehre.

Für die den Daimler-Lastzugkombinationen entsprechende BAST- Variante 2 u. 2a (Lkw + Dolly + Auflieger) wurden folgende Punkte festgestellt:

#### **Innerortsknoten (8-12 m Kreisbogenradius):**

Erhebliche Mitnutzung angrenzender Fahrstreifen und/oder des Seitenraumes; keine Bewegungsspielräume.

#### **Groß dimensionierte Knoten (12-15 m Hauptbogenradius):**

Geringfügige Mitnutzung angrenzender Fahrstreifen; keine Bewegungsspielräume.

#### **Kleine Kreisverkehre:**

Geringfügige Mitnutzung der Seitenbereiche; keine Bewegungsspielräume.

#### **Parkstände (40 gon):**

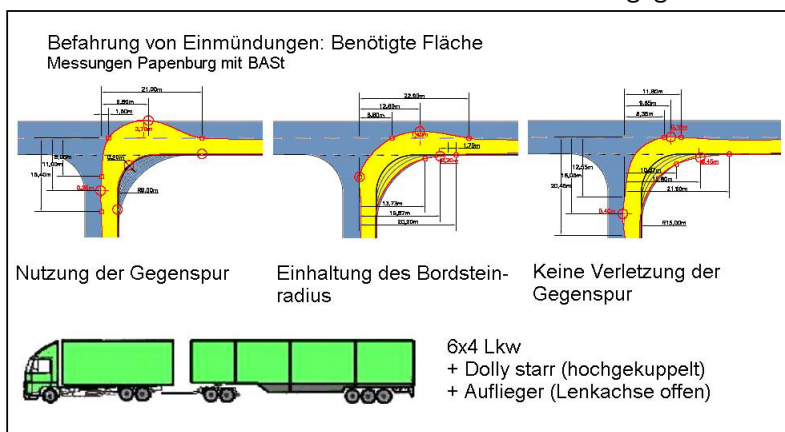
Mitnutzung angrenzender Parkstände; keine Bewegungsspielräume.

Bei den Aussagen in der BAST- Studie ist zu berücksichtigen, dass in Kap. 5.1-5.4 synthetische Fahrzeugmodelle betrachtet wurden. Ein direkter Abgleich mit Messungen wurde nicht vorgenommen. Die Variante 2 als Gliederzug mit Dolly ist zudem dadurch gekennzeichnet, dass diese in der Studie relativ zur Praxis ungünstige Geometrien aufweist. Entsprechend negativ wird diese dann auch in der Zusammenfassung beurteilt.

Bei den Einfahrten aus einer Seitenstraße sind die unterschiedlichen Anforderungen aus dem Pkw- und dem Lkw- Verkehr für die Dimensionierung maßgeblich. Wie in der folgenden Abbildung gezeigt, bedeutet dieses für die überlangen Fahrzeugkombinationen, dass beim Einfahren in die Hauptstraße - selbst bei einer Ausrundung von 15 m - die Gegenspurspur mitbenutzt

werden muss. Im Regelfall lässt sich jedoch dieses auch mit konventionellen Sattelzügen nicht vermeiden.

Prinzipiell zeigt sich, dass die langen Fahrzeugkombinationen auch im schwierigen Umfeld betrieben werden können. Bei den von der BAST vorgegebenen Straßengeometrien, insbesondere den Innerorts-Knoten, ist auch bei konventionellen Sattelzügen mit unge-



lenkter 3. Achse am Auflieger eine aufmerksame Fahrweise erforderlich bzw. bei kleinen Bordsteinradien ist eine Nutzung der Gegenspur erforderlich. Die Resultate aus unterschiedlichen Geometrievorgaben

der BAST zeigen deutlich, dass eine Vergrößerung der Bordsteinradien weniger hilfreich ist als eine bereichsweise Verbreiterung der Ein- und Ausfahrspur.

Seitens der BAST wird aus den Untersuchungen geschlussfolgert, dass die Befahrung besonders enger Knotenpunkte mit 25,25 m langen Fahrzeugkombinationen als kritisch anzusehen ist und damit unbedingt eine Verbesserung des Kurvenlaufverhaltens durch lenkbare Achsen bei Dolly und Auflieger zur Anwendung kommen sollten. Die innerhalb der Daimler-Werke durchgeführten Testfahrten sowie die Fahrpraxis mit dem „Ecocombi“ zeigen jedoch, dass bei dem Betrieb des Fahrzeugs mit erfahrenem Fahrpersonal – insbesondere bei sorgfältiger Wahl der Fahrtroute und vorausschauender Fahrweise – keine Verkehrsbeeinträchtigungen zu erwarten sind. Im Umkehrschluss kann aus den Ergebnissen der BAST geschlussfolgert werden, dass selbst bei einem angeordneten Abweichen von der vorgesehenen Route, z.B. mit polizeilicher Begleitung, diese in der Regel ohne Zugtrennung bewältigt werden könnten.

#### 4.1.3 Auswirkung auf die Tragfähigkeit von Brückenbauwerken

Seitens der BAST wurde die Auslegung der relevanten Brücken entsprechend den Gültigkeitsständen der DIN-Auslegungen in den Jahren 1967 ff. (DIN 1072, DIN-Fachbericht 101) überprüft. Aus der Änderung der Dimensionierungskriterien wurde geschlussfolgert, dass die älteren Brückenbauwerke für die heutige Verkehrslast und damit auch für die schwereren Lastzugkombinationen unterdimensioniert sind. Insbesondere bei der Berechnung der dynamischen Belastung ergäbe sich nach heutigen Gesichtspunkten ein deutlich anderes Belastungsmodell. In ihrem Bericht an das BMVBS kommt die BAST zu dem Schluss, dass nur Brücken, die entsprechend DIN-Fachbericht 101 (Mai 2003) dimensioniert sind, für einen Verkehr mit 60t-Lastzugkombinationen geeignet sind. Für die älteren Brücken dagegen wird die Notwendigkeit eines Ersatzes oder Verstärkung als erforderlich angesehen. Nach Schätzung der BAST würde dieses alleine für die BAB-Brücken eine Kostenlast von 4 bis 8 Milliarden Euro mit sich bringen.

Nicht im ursprünglich vereinbarten Umfang war die Unterstützung der BAST durch die Daimler AG bei dem Projekt „Auswirkungen des Schwerverkehrs auf Brückenbauwerke“, bei dem der laufende Pilottests genutzt wurde, auch die Auswirkung schwerer Lastzugkombina-

tionen auf Brücken mitzubetrachten. Durch Verzögerungen im Genehmigungsablauf durch das BMVBS wurde das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 15.395/2004/HRB erst im November 2007 gestartet. Untersuchungsobjekt war die BAB-Brücke Denkendorf an der A8 (Wendlingen - Esslingen), da diese auf der Alternativroute des „Ecocombi“ liegt. Seitens der Daimler AG erfolgte die Unterstützung der BAST bei der Erfassung der Brückenbelastung durch Bereitstellung eines 60t-Zuges. Neben der regelmäßigen Befahrung der Brücke durch den „Ecocombi“ innerhalb des genehmigten Zeitfensters bis zum 31.09.2008 wurde seitens der Daimler AG der Fahrzeugeinsatz bei den Eichmessungen in der Nacht vom 02./03.08.2008 mit einem Referenzfahrzeug (25t) und zwei Referenzzügen (40t, 60t) durchgeführt.

## 4.2 Fahrzeugtechnik

### 4.2.1 Fahrdynamik (Längs- und Querdynamik)

Ein wichtiger Aspekt für die Einführung längerer und schwerer Fahrzeugkombinationen ist ein unkritisches Fahrverhalten der Fahrzeuge unter Praxisbedingungen. Daher wurde die von der Daimler AG eingesetzte Fahrzeugkombination „Lkw+Dolly+Sattelauflieger“ einem intensiven Testprogramm unterzogen. Mit den einzelnen Lastzugkombinationen wurden die nachfolgend beschriebenen Standard-Fahrmanöver durchgeführt und somit der Nachweis für den sicheren Betrieb erbracht.

#### Wintererprobung im Testgelände Rovaniemi/Finnland



ACTROS 2660 LL / 6x4/ 4500 (L 930 V 117)  
2-Achs-Dolly, Fa. Doll, Typ ZD 119, hochgekuppelt  
3-Achs-Sattelauflieger, Fa. Krone, Typ SDP 27 (E KNW V 11)

#### Durchgeführte Tests:

- Traktionsvergleich 6x4 zu 6x2
- Anfahrversuche (ASR-Verhalten)
- Beurteilung auf öffentlichen Straßen in Finnland
- Bremswegvergleich mit einem Standard- 40t-Gliederzug mit 2-Achsanhänger
- Bremsung auf Schnee
- Bremsung auf Eis
- Bremsung auf  $\mu$ -split (unterschiedliche Kraftschlußbeiwerte links/rechts)
- Bremsung auf Asphalt
- Bremsen in der Kurve
- Kreisfahrt
- Spurwechsel
- Lenkwinkelsprung

Die Untersuchungen in Finnland zeigten, dass das Fahr- und Bremsverhalten der 25m- Lastzugkombination auch unter extremen winterlichen Bedingungen als unkritisch einzustufen ist. Das bei dem „Ecocombi“ eingesetzte Zugfahrzeug mit zwei angetriebenen Achsen (6x4) zeigte sich bei den Traktionsvergleichen überlegen und wies eine hohe Traktionsreserve im Vergleich zu Fahrzeugen mit nur einer Antriebsachse auf. Die Punkte Kreisfahrt, Spurwechsel und Lenkungssprung zeigten keine Auffälligkeiten gegenüber den Standardfahrzeugen. Auf den winterlichen Straßen in Finnland war die Fahrzeugkombination leicht und sicher beherrschbar. Bei den Bremsungen bestätigte sich, dass die untersuchte 60t-Lastzugkombination einer 40t-Standardkombination, bestehend aus Lkw und Zweiachs- Anhänger, überlegen ist. Die Bremswege wurden im Vergleich zum Standard-Gliederzug wie folgt kürzer:

Schnee	im Mittel um 8,9 m	(6,2 %)
µ-split	im Mittel um 11,9 m	(23,4 %)
Asphalt	im Mittel um 4,2 m	(12,5 %)

Die infolge höherer Bremsverzögerungen kürzeren Bremswege resultieren aus der höheren Achsenzahzahl der Fahrzeugkombination und der damit verbesserten Wirksamkeit des Antiblockiersystems. Eine wichtige Voraussetzung für diese Ergebnisse ist eine einwandfreie technische Abstimmung des Gesamtzugs mit allen Beteiligten, wie Zugfahrzeug-, Anhänger- und Bremsenherstellern.

### Sommererprobung im Testgelände ATP Papenburg



*Kombination mit starrem Dolly hochgekuppelt  
ACTROS 2660 LL / 6x4/ 4500 (L 930 V 117)  
2-Achs-Dolly, Fa. Närke, Typ C2MS11P11 (H NAE V1), hochgekuppelt*



*3-Achs-Sattelaufleger, Fa. Keppler, Typ SA 24 L (E KEP V 1), 3. Achse als Lenkachse (offen)  
Kombination mit Lenk-Dolly tiefgekuppelt  
ACTROS 2660 LL / 6x4/ 4500 (L 930 V 117)  
2-Achs-Dolly, Fa. Krone, Typ ZZB 18 (E KNW V 21), tiefgekuppelt, lenkbar  
3-Achs-Sattelaufleger, Fa. Keppler, Typ SA 24 L (E KEP V 1), 3. Achse als Lenkachse (offen)*

**Durchgeführte Tests:**

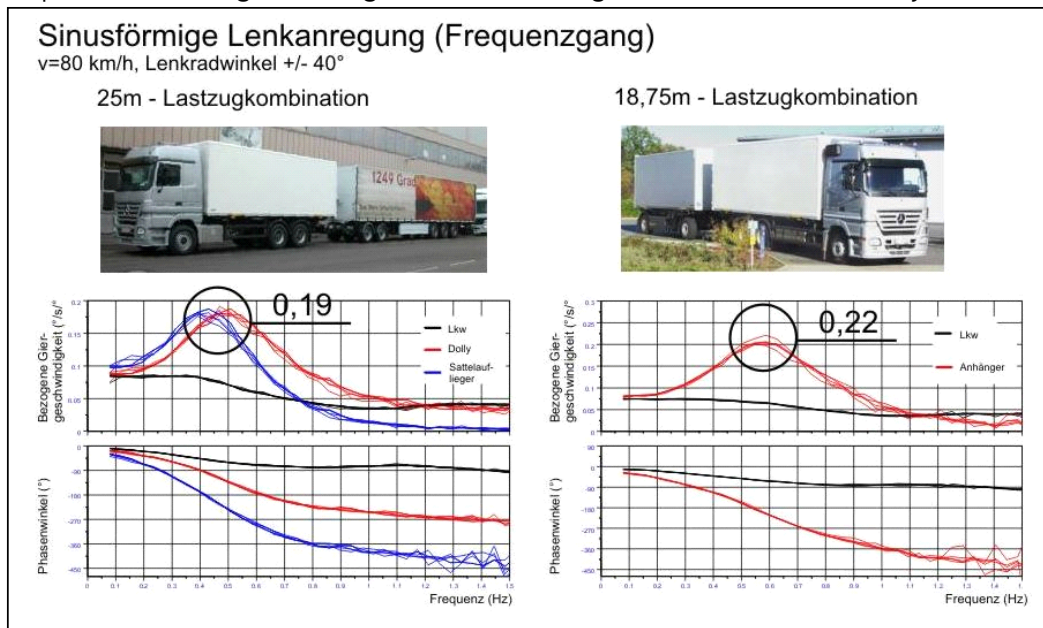
- Stationäre Kreisfahrt
- Sinusförmige Lenkanregung (Frequenzgang)
- Einzelsinus
- Bremsen geradeaus
- Bremsen in der Kurve

**Stationäre Kreisfahrt**

Die Fahrzeugkombinationen zeigen bei der stationären Kreisfahrt ein sicher untersteuerndes Verhalten, das mit dem 6x4-Zugfahrzeug ausgeprägter als bei einer 2-achsigen Sattelzugmaschine ist. Die Ursache liegt in dem angetriebenen Doppelachsaggregat.

**Sinusförmige Lenkanregung (Frequenzgang)**

Bei der 25,25m- Lastzugkombination mit starrem Dolly (hochgekuppelt) liegen die Eigenfrequenzen der Giergeschwindigkeiten beim Auflieger bei 0,43 Hz, beim Dolly bei 0,5 Hz



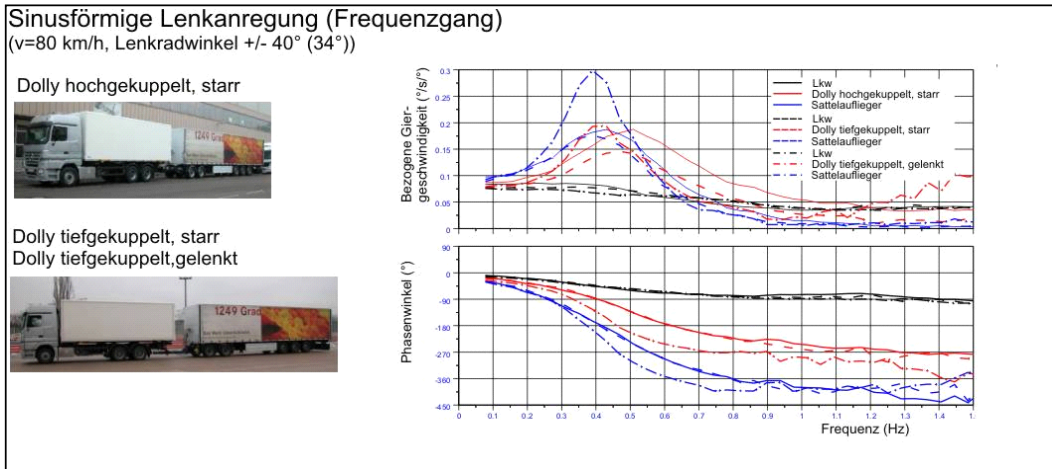
(siehe Abbildung). Die Giereigenfrequenz des Anhängers bei einer Kombination aus Lkw mit der zweiachsigen Lafette liegt mit 0,58 Hz etwas höher. Die Überhöhungen der Giergeschwindigkeit des 25,25m-Zugs sind geringer als beim 18,75m- Zug, die Querbeschleunigungen im Resonanzpunkt weisen ähnliche Werte auf.

Der fahrdynamische Vergleich bei einer Geschwindigkeit v=80 km/h der drei unterschiedlichen Dolly-Varianten

- hochgekuppelt, starr
- tiefgekuppelt, starr
- tiefgekuppelt, gelenkt

zeigt, dass durch eine Tiefkupplung die Giergeschwindigkeiten an Dolly und Auflieger herabgesetzt werden können und somit der Zug insgesamt unempfindlicher auf unbeabsichtigte Lenkmanöver reagiert. Wird allerdings bei dem Lenkdolly die Lenkung bei höheren Geschwindigkeiten nicht gesperrt, führt das zu einer nicht akzeptablen Überhöhung bei der Auflieger-eigenfrequenz und damit zu einer potentiellen Betriebsgefahr durch einen unruhigen Fahrzeuglauf.

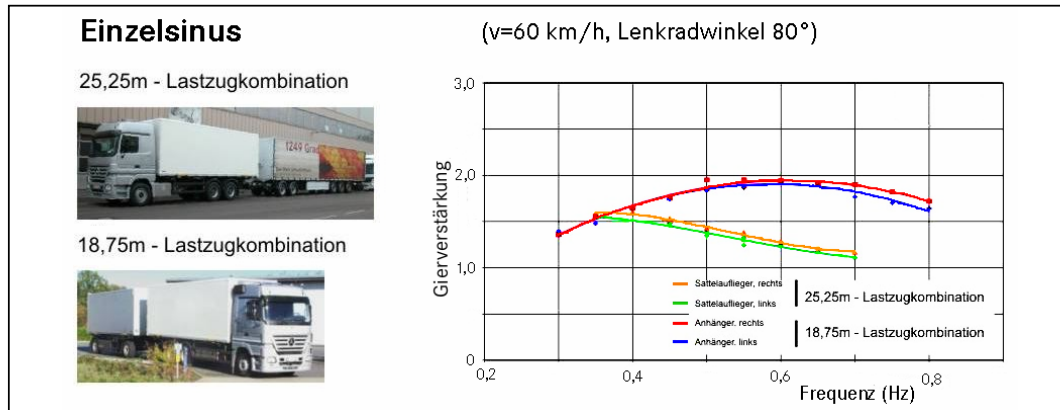
Die Ergebnisse zeigen, dass es nicht ausreicht, Fahrzeugkombinationen auf Basis von Herstellerdaten und rein statischen Betrachtungen freizugeben. Es ist aus Sicht der Daimler



AG zwingend, dass im Genehmigungsverfahren zumindest für die Grundbaumuster der längeren/schwereren Lastzugkombinationen ein Nachweis zum fahrdynamischen Verhalten erbracht werden muss.

**Einzelsinus**

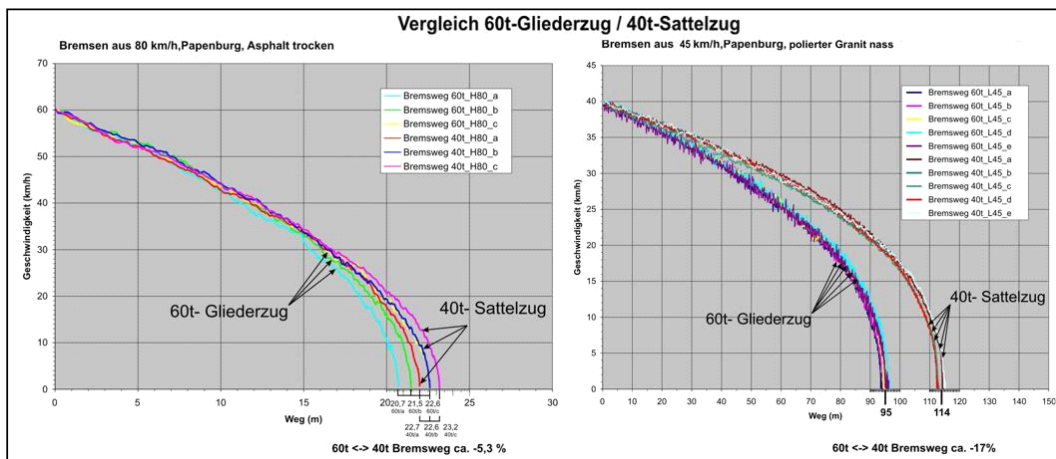
Mit diesem Fahrmanöver wird ein Spurwechsel bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten simuliert. Um keinen Einfluss von unterschiedlichen Lenkanregungen durch den Fahrer auf



die Messergebnisse zu bekommen, wurde das Manöver mit einem Lenkroboter durchgeführt. Bei den Manövern blieb der Zug stabil, wobei sowohl Dolly als auch Auflieger beim Übergang in die Geradeausfahrt versuchsbedingt ein ausgeprägtes Überschwingen aufweisen. Der Vergleich der Gierverstärkungen der 25,25m- Kombination (Närko-Dolly hochgekuppelt) mit der 18,75m-Kombination (Zweiachsanhänger) bei einer Geschwindigkeit v=60 km/h (siehe Abbildung) zeigt, dass die lange Fahrzeugkombination insgesamt eine niedrigere Gierverstärkung aufweist. Die Kombination mit dem Anhänger zeigt ein ausgeprägtes Maximum bei f=0,6 Hz, während die Kombination mit Dolly und Auflieger das Maximum bereits bei ca. f=0,3 Hz bei gleichzeitig niedrigerem Niveau hat.

### Bremsen geradeaus

Die Versuche wurden mit der 25,25m-Kombination (Närko-Dolly, hochgekuppelt) und zum Vergleich mit einer Sattelzugmaschine und dem identischen Auflieger aus der langen Fahrzeugkombination gefahren. Die Bremsanlage des Dolly wurde – zusätzlich zu der Ausrüstung bei der Wintererprobung – auch elektrisch angesteuert. Durch Verwendung der CAN-Informationen sowohl im Dolly als auch im Auflieger konnte eine weitere Verkürzung des Bremswegs erreicht werden. Der Bremsweg ist auf trockener Fahrbahn um bis zu 5% und bis zu 17% auf nassem Granit (siehe Abbildung) kürzer als der des Vergleichssattelzugs.



### Bremsen in der Kurve

Die Fahrzeuge wurden auf der Kreisbahn mit Radius  $R=80\text{m}$  mit einer Querbeschleunigung von  $2\text{ m/s}^2$  gefahren. Von dieser konstanten Bedingung aus wurde das Fahrzeug mit von Versuch zu Versuch gesteigerten Verzögerungswerten abgebremst, ohne den Fahrkurs des Zuges durch Lenkbewegungen zu korrigieren. Die Werte der Giergeschwindigkeit nach 1 sec. und 2 sec. ab Bremsbeginn zeigen keine Auffälligkeiten. Das Zugfahrzeug zieht erwartungsgemäß bei den Bremsungen leicht beherrschbar in den Kreis hinein.

#### 4.2.2 Kraftstoffverbrauch (nutzlastbezogen)

Bedingt durch die besonderen topographischen und verkehrlichen Randbedingungen sowohl im Werk als auch auf der Strecke zwischen Stuttgart-Untertürkheim und Böblingen-Hulb ergab sich im täglichen Regelverkehr ein für Fernverkehre untypisch hoher Kraftstoffverbrauch, verbunden mit einer Streuung von ca. 20% zwischen den einzelnen Fahrten. Daher kann aus den im Pilotversuch erfassten Betriebsdaten durch Vergleich des 60t- mit dem 40t-Betrieb keine statistisch signifikante Aussage zum Einsparpotenzial an Kraftstoff im Fernverkehr abgeleitet werden.

Um eine belastbare Aussage zu potenziellen Kraftstoffeinsparungen im 60t-Betrieb zu erreichen, wurden deshalb zwei vergleichbar ausgestattete Lastzugkombinationen – ein 60t/25,25m- Zug und ein 40t/18,75m- Zug – zusammengestellt und messtechnisch ausgerüstet.

### Fahrzeugdaten

Als Vergleichsfahrzeugkombinationen wurden zwei Lastzüge in vergleichbarer Fernverkehrsausstattung konfiguriert:

**60t- Zugkombination analog Pilotprojekt „Ecocombi“**

- Lkw 6x4 (Actros 2660) mit Wechsellpritsche, un gelenkter Dolly, Sattelaufleger
- Zuggewicht 59,47 kg, Nutzlast 37,24 kg

**40t- Zugkombination**

- Lkw 6x2 (Actros 2546) mit Wechsellpritsche, Zweiachs- Anhänger mit Wechsellpritsche
- Zuggewicht 39,81 kg, Nutzlast 23,66 kg

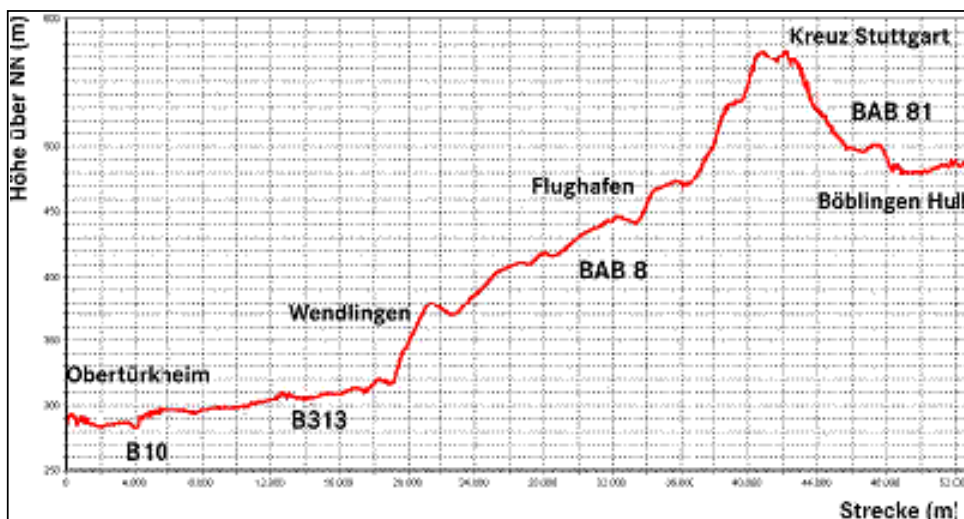
Messtechnisch wurden die Fahrzeuge ausgerüstet mit:

- Präzisionsverbrauchsmessgerät AIC in der Kraftstoffvor- und -rücklaufleitung mit Kraftstoffkühlung
- GPS-basierte Datenerfassung Racelogic VBOX mit Erfassung der Position, Höhe, Geschwindigkeit, Verbrauch, Motor- und Getriebedaten

Durch die Anzeige des aktuellen Kraftstoffverbrauchs und des Zustands der Datenerfassung im Fahrerhaus konnte die einwandfreie Funktion der Messkomponenten während der Fahrt sichergestellt werden.

**Teststrecke**

Die Strecke über Berkheim war wegen der ungünstigen topographischen und verkehrlichen Randbedingungen nicht für repräsentative vergleichende Verbrauchsmessungen geeignet, da



u.a. die Ampelphasen und Rückstaus keine direkte Verfolgungsfahrt der beiden Messzüge erlaubten. Mit den 40t- und 60t-Versuchszügen wurde deshalb die Strecke über Wendlingen befahren. Zusätzlich wurden Wendemöglichkeiten an der Auffahrt Wendlingen und am Autobahnkreuz Stuttgart genutzt, die durch das Regierungspräsidium Stuttgart freigegeben wurden. Für die Strecke über Wendlingen zeigt das Höhenprofil (Abbildung) einen relativ flachen Streckenverlauf auf der B10/B313 zwischen der Auffahrten Obertürkheim und Wendlingen. Auf der BAB 8 zwischen Wendlingen und dem Autobahnkreuz Stuttgart zeigt die Strecke einen mittleren Steigungsgradienten von ca. 1%.

Auf Basis des Höhenprofils und der verkehrlichen Gegebenheiten wurden zwei Teile der Gesamtstrecke als Referenzstrecken für die Verbrauchsmessungen ausgewählt:

**flache 4-streifige Strecke:**

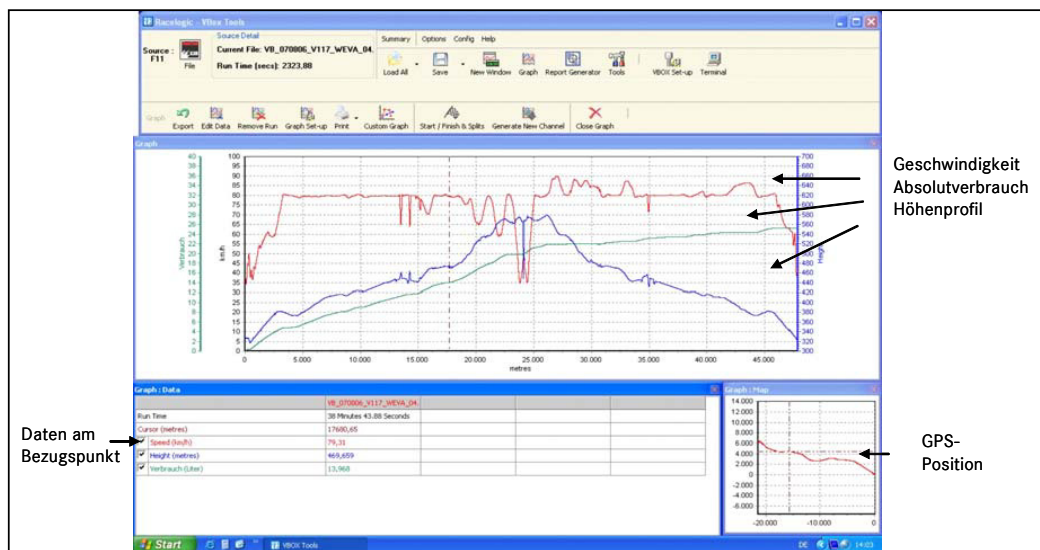
Auffahrt Obertürkheim - B10 - Plochingen - B 313 - Auffahrt Wendlingen und zurück:  
Streckenlänge 39 km; Höhendifferenz 44 m

**gemischt bergige 4-streifige Strecke:**

Auffahrt Wendlingen – BAB 8 – Autobahnkreuz Stuttgart und zurück: Streckenlänge 47 km; Höhendifferenz 260 m

**Als Vorgabe für die Versuche wurde definiert:**

- Fahren mit Tempomat- Einstellung 80 km/h bzw. örtlich vorgeschriebene Geschwindigkeit
- zeitgleiche Messfahrten auf identischer Strecke und damit unter identischen verkehrlichen Bedingungen
- Mindestabstand der Fahrzeuge 50 m; vorzugsweise größer, um Aerodynamikeinflüsse zu vermeiden



Jedem Messzyklus wurde eine Einlaufphase von mindestens 40 km vorangestellt, um die Triebstrangaggregate auf Betriebstemperatur zu bringen. Für die Strecke wurden entsprechende Referenzpunkte definiert, die durch Topologie und Betriebsweise bedingt waren (Beschleunigungsstrecken, Steigung, Überleitung). Die an diesen Punkten ermittelten Verbrauchs-, Strecken- und Zeitdaten wurden erfasst und tabelliert (siehe Abbildung). Messungen, bei denen durch verkehrliche Ereignisse während der Messfahrt eine Vergleichbarkeit nicht gegeben war, wurden nicht ausgewertet.

**Ergebnisse**

Nachfolgende Tabelle zeigt den Kraftstoffverbrauch des 40t- und des 60t-Zuges aus repräsentativen Fahrten auf der Strecke Wendlingen – Autobahnkreuz Stuttgart - Wendlingen.

40t- Zug		60t- Zug	
Durchschnittsverbrauch (l/ 100 km)	Durchschnittsgeschwindigkeit (km/h)	Durchschnittsverbrauch (l/ 100 km)	Durchschnittsgeschwindigkeit (km/h)
36,9	75,1	51,7	75,2

Bezogen auf das Zuggewicht ergibt sich auf der bergigen Strecke für den 60t- Zug ein Kraftstoffminderverbrauch von 6,3% gegenüber dem 40t-Zug bei gleicher Durchschnittsgeschwindigkeit. Nutzlastbezogen ergibt sich eine Kraftstoffreduktion des 60t- Zuges von 11,1%.

Den Kraftstoffverbrauch aus repräsentativen Fahrten der beiden Züge auf der Strecke Obertürkheim - Wendlingen - Obertürkheim zeigt nachfolgende Tabelle.

40t- Zug		60t- Zug	
Durchschnitts- verbrauch (l/100 km)	Durchschnitts- geschwindigkeit (km/h)	Durchschnitts- verbrauch (l/100 km)	Durchschnitts- geschwindigkeit (km/h)
30,8	75,6	42,6	74,5

Bezogen auf das Zuggewicht ergibt sich auf der flachen Strecke für den 60t-Zug ein Kraftstoffminderverbrauch von 7,5% gegenüber dem 40t-Zug.

Nutzlastbezogen bedeutet dies eine Kraftstoffreduktion des 60t-Zuges von 12,2%. In Summe konnte aus den Vergleichsmessungen ermittelt werden, dass für die 60t- Lastzugkombination gegenüber einem vergleichbaren 40t- Gliederzug unter gleichen Verkehrsverhältnissen eine nutzlastbezogene Kraftstoffeinsparung von 11 - 12% erreicht wird.

Durch weitere kraftstoffsparende Maßnahmen für den 60t- Fernverkehrsbetrieb

- Optimierung des Antriebsstrangs durch Optimierung der Übersetzung Getriebe/ Achsen
- Verbesserung der Aerodynamik
- Rollwiderstand der Bereifung

wird ein weiteres Einsparpotenzial von bis zu 5% erwartet.

#### 4.2.3 Prototyp eines Daimler- Lenk- Dolly

Im Rahmen der Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt wurde von der Daimler AG ein neuartiger Leichtbau- Lenk- Dolly entwickelt. Dieser Dolly ermöglicht den kostengünstigen und wartungsarmen Betrieb von 25m-Lastzugkombinationen auch mit Niedrigrahmen (Lowliner) bei volumenintensiven Transporten unter Einhaltung der von der StVZO geforderten Kurvenlauf-eigenschaften.




Die Entwicklung basiert auf der Verwendung einer Daimler- Anhängerachse mit integriertem Luftkessel (Airmaster) und einer selbstspurenden Daimler-Anhänger-Nachlaufenkachse als 2. Achse.

Im Rahmen von Messungen auf dem Testgelände in Papenburg konnte die Erfüllung der geforderten gesetzlichen Vorschriften nachgewiesen werden. Die Abnahme erfolgte durch den TÜV Rheinland.

### 4.3 Soziologie

#### Akzeptanz größerer / schwererer Fahrzeuge, Reaktionen anderer Verkehrsteilnehmer und Fahrerbelastung durch abweichendes Handling


Im Vorfeld des „Ecocombi“-Regelbetriebes auf öffentlichen Straßen wurden Fahrer mit großer Erfahrung ausgewählt und in Theorie und Praxis (Daimler Versuchsbahn Untertürkheim) im


Mercedes-Benz

#### Erkenntnisse, Eindrücke und Meinungen der ecocombi- Fahrer

Bei der Befragung der ecocombi- Fahrer über Ihre Erkenntnisse, Eindrücke sowie Meinungen, machten sie überwiegend die gleichen Aussagen.

- Alle sind sehr gerne mit dem ecocombi gefahren
- Sie empfanden das Fahren und Rangieren angenehm und unproblematisch – kaum Unterschiede zum herkömmlichen LKW
- Der ecocombi war für die Verkehrsteilnehmer unauffällig
- Ansonsten positive Wahrnehmung – Fahrer wurden positiv angesprochen bzw. bekamen entsprechende Gesten
- Optimales Bremsverhalten
- Besseres Spurverhalten, Spurrillen werden überhaupt nicht bemerkt
- Hochfahrt Berkheimer Steige kaum langsamer als herkömmlicher LKW
- Es gibt keine negativen Punkte
- Einstellung des Pilotversuchs wird sehr bedauert



Transportlogistik Werk Untertürkheim
Pilotversuch 60to / 25,25m - ecocombi, 28.10.2008
Folie 6

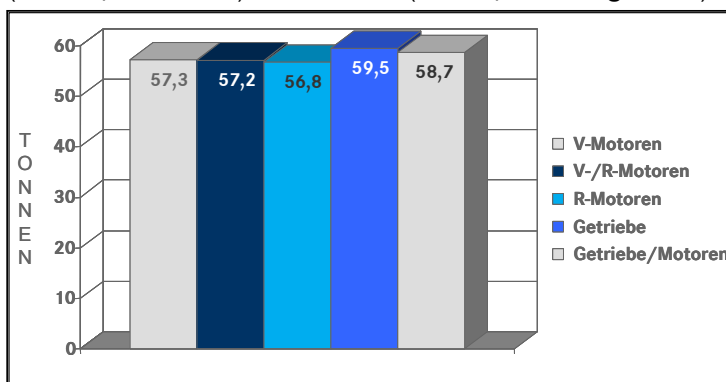
Rahmen eines Kurzlehrgangs geschult. Die meisten Fahrsituationen erwiesen sich hierbei als intuitiv erfassbar. Insbesondere Rückwärtsfahrten zeigten sich als vergleichbar problemlos zum herkömmlichen Gliederzug. Aufgrund der längeren Zug-Konfiguration wurde vor allem eine erhöhte Aufmerksamkeit in Kreuzungs- und Abbiegebereichen trainiert. Während des

Pilotversuchs und nach dessen Auslaufen wurden die Fahrer regelmäßig zu Ihren Eindrücken und Erfahrungen befragt. Die Ergebnisse sind ausnahmslos positiv zu werten (siehe Abbildung).

### 4.4 Logistik

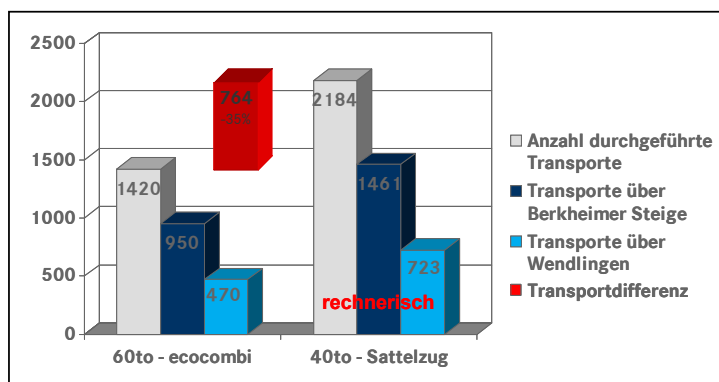
#### Ladungsspezifikation und Auslastungsgrad

Die Aggregate-Transporte zur Fahrzeug-Endmontage nach Sindelfingen umfassten Motoren (Reihen-/V-Motoren) und Getriebe (Schalt-/Automatgetriebe), die zu einem kleinen Teil auch als Mischladung befördert wurden. Alle Transporte zeichnen sich durch einen nahe an der Gewichtsgrenze liegenden Auslastungsgrad von über 95% bei Ladungsfahrt aus. Im Rücktransport in das Neckartal war der „Ecocombi“ zu jeweils 100% volumenbezogen durch Transportgestelle ausgelastet. Insgesamt wurde ein Transportaufkommen von 64.635 Tonnen (Aggregate plus Leergut) bewältigt.



Insgesamt wurde ein Transportaufkommen von 64.635 Tonnen (Aggregate plus Leergut) bewältigt.

Mit dem „Ecocombi“ wurden insgesamt 1420 Fahrten auf den genehmigten Routen im Werksverbund durchgeführt. 950 davon über die Berkheimer Steige und 470 über die B10 und Wendlingen. Um die gleiche Transportleistung zu erreichen, wären rechnerisch annähernd 2200 Fahrten mit herkömmlichen 40t-Sattelzügen notwendig gewesen. Insgesamt konnten so mehr als ein Drittel aller Fahrten, eingespart werden. Die Gesamtdistanz, die der „Ecocombi“ hierbei unfall- und beanstandungsfrei zurück-



gelegt hat, betrug 149.500 km. Dies entspricht einer rechnerischen Einsparung von rund 80.000 km gegenüber Transporten mit 40t-Sattelzügen.

### Zeitbedarf

Der „Ecocombi“-Zug war in die Werkslogistik voll integriert, sein Auftritt auf der Straße unauffällig. Die Fahrzeit für die Strecke Neckartal – Böblingen-Hulb war mit durchschnittlich 55 Minuten pro Richtung, bei 50% größerer Ladung, nur um wenig zeitaufwändiger als mit einem herkömmlichen 40t-Zug (50 Minuten). Pausen- und Standzeiten in den Abfertigungsstellen konnten in Summe deutlich reduziert werden, da die gleiche Ladung nun mit 2 statt bisher 3 Fahrzeuge ausgeliefert wurde. Die größeren Züge haben damit wesentliche Vorteile im Logistikverbund.

### Routenentwicklung

Eine Fortentwicklung der Anzahl möglicher Routen hat nicht stattgefunden. Der „Ecocombi“-Zug war im reinen Punkt-Punkt Verkehr Neckartal - Böblingen-Hulb auf den vorgegebenen und genehmigten Fahrstrecken (siehe oben) im Einsatz. Verteilerverkehre auf das nachgeordnete Straßennetz wurden nicht durchgeführt.

## 5. Fazit

Der Pilotversuch „Ecocombi“ in Baden-Württemberg lief entsprechend dem geplanten Untersuchungsprogramm über den gesamten Untersuchungszeitraum ohne Auffälligkeiten. Es wurden wissenschaftlich belastbare, betriebswirtschaftlich repräsentative und technisch abgesicherte Ergebnisse erarbeitet. Insgesamt ist der „Ecocombi“ ein Erfolg versprechender Ansatz, um den Zuwachs im Straßengütertransport ökonomisch und ökologisch effizient zu bewältigen.