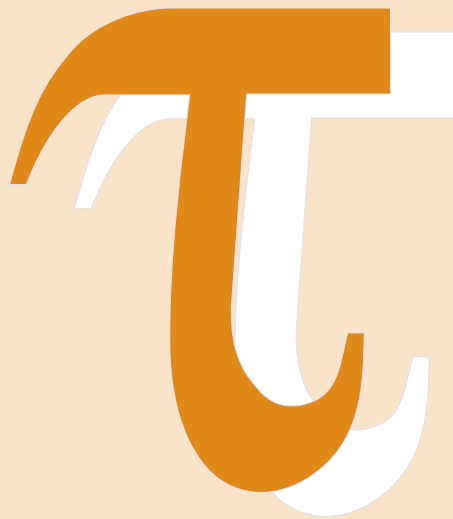


FAT 253



Einsatz- und Marktpotenzial
neuer verbrauchseffizienter
Fahrzeugkonzepte
Phase 2



Einsatz- und Marktpotenzial neuer verbrauchseffizienter Fahrzeugkonzepte

Schlussbericht der Projektphase 2

Forschungsstelle:

K + P Transport Consultants, Freiburg

Das Forschungsprojekt wurde mit Mitteln der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V. (FAT) gefördert.

“ Einsatz- und Marktpotenzial neuer ver- brauchseffizienter Fahrzeugkonzepte“

Projektphase 2



(Quelle : Fahrzeughersteller)

Freiburg im Breisgau im Februar 2012

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
1.1	Auftrag / Projektziel	4
1.2	Fragestellungen.....	5
1.3	Vorhandene Daten und Modelle	5
1.4	Arbeitsschritte / Vorgehensweise	6
1.5	Grundannahmen	7
1.6	Szenarien	8
2	Berechnung der verkehrlichen Auswirkungen	10
3	Ergebnisse.....	19
4	Fazit der Untersuchungsphase 2	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1	Durchschnittliche Gewichte je Gutart pro Palettenstellplatz	11
Abbildung 2.2	Anteil Standard- und Lang-Lkw im Referenzszenario	13
Abbildung 2.3	Anteil Standard- und Lang-Lkw (aerodynamisch optimiert/nicht optimiert) im Szenario „Verkürzung“	15
Abbildung 2.4	Anteil Standard- und Lang-Lkw (aerodynamisch optimiert/nicht optimiert) im Szenario „Verlängerung“	17
Abbildung 3.1	Szenario „Verkürzung“; Gutartspezifische Ergebnisse	20
Abbildung 3.2	Szenario „Verlängerung“; Gutartspezifische Ergebnisse.....	21
Abbildung 3.3	Beispielrelation München – Köln, Transportmenge land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse 2010, Fahrten, Fahrzeugkilometer und Kraftstoffverbrauch 2010 im Referenzfall	22
Abbildung 3.4	München – Köln Szenario „Verkürzung“ Mehrfahrten, Mehrkilometer und Mehrverbrauch	23
Abbildung 3.5	München – Köln Szenario „Verlängerung“ Fahrten, Fahrzeugkilometer und Minderverbrauch	23

1 Einleitung

1.1 Auftrag / Projektziel

*Auftrag/
Projektziel* (1) K+P Transport Consultants, Freiburg wurde am 4. Mai 2010 mit dem Forschungsvorhaben „Einsatz- und Marktpotenzial neuer verbrauchseffizienter Fahrzeugkonzepte“ beauftragt.

Diese Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojekts „Potenzialanalyse energieeffizienter Lastzug“ dient dem Ziel eine vergleichende Untersuchung zu den verkehrlichen Auswirkungen von aerodynamisch optimierten Lastzügen¹ mit geänderten Abmessungen (in der Länge) im Vergleich zu der Referenzsituation mit heutigen, maximal zulässigen Abmessungen zu erstellen.

Das Gesamtprojekt gliederte sich in zwei Phasen:

- Phase 1 (abgeschlossen): Informationsbeschaffung, Eingrenzung und Abschätzung geeigneter Märkte, Datenauswertung und Fachgespräche mit Unternehmen.
- Phase 2: Modellrechnungen zur Frage der Nettoeffekte aus Kostenminderung durch Verbrauchseinsparung und Kostenerhöhung durch Laderaumreduktion.

Die Ergebnisse der Phase 2 sind Gegenstand dieses Berichts.

¹ Als „aerodynamisch optimiert“ werden im Folgenden Lastzüge definiert, die entweder an der Front des Zugfahrzeugs oder dem Heck des Sattelauflegers bzw. Tandemachsanhängers durch aerodynamische Anbauteile optimiert werden. Aerodynamische Anbauteile, wie Verkleidungen zwischen Sattelzugmaschine und Sattelaufleger sowie „sideskirts“ an Sattelzugmaschine und Sattelaufleger, werden in der Untersuchung nicht beachtet, da diese Maßnahmen schon für heute erhältliche Sattelzüge nachrüstbar sind und ohne Verlust von Laderaum verbaut werden können.

1.2 Fragestellungen

Fragestellung (1) Aus den oben genannten Projektzielen ergaben sich für die Projektphase 2 die folgenden Fragestellungen:

- Welche Verbrauchseinsparungen resultieren aus dem Einsatz von aerodynamisch optimierten Fahrzeugen?
- Welche Nettoeffekte ergeben sich aus den durch eine Laderaumreduktion verursachten Mehrfahrten, einerseits und den Verbrauchseinsparungen aus der Aerodynamik, andererseits?

1.3 Vorhandene Daten und Modelle

Datengrundlagen (1) Bei K+P waren die folgenden Datengrundlagen und Modelle für die Durchführung des Teilprojektes vorhanden:

- Güterverflechtungsmatrizen aus der derzeit aktuellen Bundesverkehrswegeplanung 2004 in der Differenzierung nach Verkehrszonen (Kreisregionen) und Güterarten.
- Geeichte Lkw-Verflechtungsmatrizen aus der derzeit aktuellen Bundesverkehrswegeplanung.
- Rohdaten der KBA-Fahrleistungsstatistik mit Informationen zu Fahrzeugumläufen und gutartspezifischen Fahrzeugauslastungen.

Matrixform (2) Sowohl die Güterverflechtungen als auch die Fahrzeugverflechtungen liegen in Matrixform („von-nach“ – Beziehungen) vor, so dass eine Ermittlung von Leistungsparametern (Tonnenkilometer, Fahrzeugkilometer, Tonnen- und Fahrzeugstunden) unmittelbar möglich ist.

Das Fahrzeug- und Umlegungsmodell wurde im Rahmen der Arbeiten zur Bundesverkehrswegeplanung erstellt und ist seither vielfach weiterentwickelt und ergänzt bei einer Vielzahl von Projekten im In- und Ausland eingesetzt worden. Die Modelle sind sehr leistungsfähig, so dass das „Durchspielen“ einer Vielzahl von Szenarien in Phase 2 möglich war.

1.4 Arbeitsschritte / Vorgehensweise

Arbeitsschritte

(1) Voraussetzung für die Ermittlung gesamtwirtschaftlicher Effekte durch die Einführung aerodynamisch optimierter Nutzfahrzeuge war die Eingrenzung und Abschätzung geeigneter Märkte für diese Fahrzeuge aus der Phase 1. Zum Einen wurde diese Markteinschätzung durch Auswertung der Rohdaten der KBA-Fahrleistungsstatistik zum Anderen durch Auswertung der Gespräche mit Experten aus der Transportindustrie und von Fahrzeugherstellern gewonnen.

Nach der Eingrenzung der Märkte erfolgte eine Erarbeitung unterschiedlicher Hypothesen über die zukünftigen Einsatzmöglichkeiten der innovativen Nutzfahrzeuge, die Marktdurchdringung der aerodynamisch optimierten Fahrzeugkonfigurationen.

Diese Hypothesen wurden in insgesamt zwei Workshops mit den Vertretern der Fahrzeugindustrie und einem Transporteur diskutiert und angepasst. Anschließend wurden diese dann mit dem Modell berechnet.

1.5 Grundannahmen

Grundannahmen

(1) Für die Projektphase 2 wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber folgende **Grundannahmen** getroffen, die aufgrund neuerer Erkenntnisse der Erforschung der aerodynamischen Wirkungen und verbesserter Technik teilweise von den Annahmen der Projektphase 1 abweichen.

- Es werden bei den Standardkombinationen nur Sattelzüge betrachtet.
- Aerodynamische Optimierungen sind nur für die folgenden Fahrzeugaufbauten vorgesehen
 - Kofferaufbau (isoliert/nicht isoliert)
 - Planenaufbauten, wie z. Bsp. Curtainsider
- Für die aerodynamischen Anbauteile werden generell 0,40m in der Länge beansprucht, die entsprechend der Szenarien zu einem Verlust von Ladelänge (Szenario „Verkürzung“) oder einer Erhöhung der Gesamtzuglänge bei gleich bleibender Ladelänge (Szenario „Verlängerung“) führt. Diese Annahme revidiert die in Phase 1 getroffene Annahme, wonach die Anbauten damals noch 1,10m Länge beanspruchten.
- Es wird keine Änderung der zulässigen Fahrzeuggesamthöhe von derzeit 4,00m angenommen.
- Durch die aerodynamischen Optimierungen wird eine Kraftstoffersparnis von 2% erzielt. Bei angenommenen 33 Litern Durchschnittsverbrauch auf 100 Kilometer bedeutet das rechnerisch 0,66 Liter Ersparnis je 100 Kilometer.
- Es werden nur Fahrten mit einer Entfernung von mehr als 150 Kilometer für die Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs berücksichtigt. Diese Annahme zielt darauf, dass Fahrtweiten unter diesem Schwellwert zu den Nah- und Regionalverkehrsfahrten gerechnet werden müssen, die aufgrund Ihrer Charakteristik (zahlreiche Stopps und/oder Fahrten auf dem nachgeordneten

Netz, praktisch keine aerodynamisch bedingten Verbrauchseinsparungen erzielen.

- Es wurde keine Unterscheidung bei Lang-Lkw von Lkw mit Untersetzachse („Dolly“) und Sattelaufleger einerseits und Sattelzug mit zusätzlichem Zentralachsanhänger andererseits vorgenommen.
- Für die aerodynamischen Anbauten am Heck wurde vereinfacht davon ausgegangen, dass deren Gewicht von ca. 100 kg anderswo wieder eingespart werden kann, das heißt kein Nutzlastverlust im Vergleich zum Referenzszenario auftritt.
- Durch die aerodynamischen Optimierungen und den dadurch verkürzten Laderaum wird ein Verlust von **einem** Palettenstellplatz angenommen (Szenario „Verkürzung“). Auch diese Annahme revidiert die Annahme aus Phase 1, wonach noch ein Verlust von drei Palettenstellplätzen angenommen wurde.

1.6 Szenarien

Szenarien (1) Im Folgenden sind die drei für die Untersuchung relevanten Szenarien, mit den zugrunde liegenden Fahrzeugkonfigurationen aufgeführt:

Referenzszenario (2) Mix aus Standard-Sattelzug und Lang-Lkw mit den folgenden Standardabmessungen:

- **Gesamtlänge:** 16,50m für Standard-Sattelzüge bzw. 25,25m für Lang-Lkw
- **Ladelänge:** 13,62m für Standard-Sattelzüge bzw. 21,44m für Lang-Lkw
- **Nutzlast:** 26t für Standard-Sattelzüge bzw. –auf Grund des Mehrgewichts des Dollys- 20t für Lang-Lkw

Szenario
„Verkür-
zung“

(3) Für eher gewichtsorientierte Transporte mit einem Mix aus Standardfahrzeugen (nicht aerodynamisch optimiert) und aerodynamisch optimierten Standard-Sattelzügen und Lang-Lkw mit einer um 0,4m verkürzten Ladelänge:

- **Gesamtlänge:** 16,50m für Standard-Sattelzüge bzw. 25,25m für Lang-Lkw
- **Ladelänge:** 13,22m für Standard-Sattelzüge bzw. 21,04m für Lang-Lkw
- **Nutzlast:** 26t für Standard-Sattelzüge bzw. –auf Grund des Mehrgewichts des Dollys- 20t für Lang-Lkw.

Szenario
„Verlänge-
rung“

(4) Für eher volumenorientierte Transporte mit einem Mix aus Standardfahrzeugen (nicht aerodynamisch optimiert) und aerodynamisch optimierten Standard-Sattelzügen und Lang-Lkw mit einer um 0,4m vergrößerten Gesamtlänge bei gleichbleibender Ladelänge im Vergleich zum Referenzszenario:

- **Gesamtlänge:** 16,90m für Standard-Sattelzüge bzw. 25,65m für Lang-Lkw
- **Ladelänge:** 13,62m für Standard-Sattelzüge bzw. 21,44m für Lang-Lkw
- **Nutzlast:** 26t für Standard-Sattelzüge bzw. –auf Grund des Mehrgewichts des Dollys- 20t für Lang-Lkw

2 Berechnung der verkehrlichen Auswirkungen

*Vorge-
hensweise*

(1) Basierend auf den Ergebnissen der Datenauswertung in Projektphase 1 wurden insgesamt zwei Workshops im Sommer 2011 abgehalten, die mit FAT- und externen Fachleuten besetzt waren.

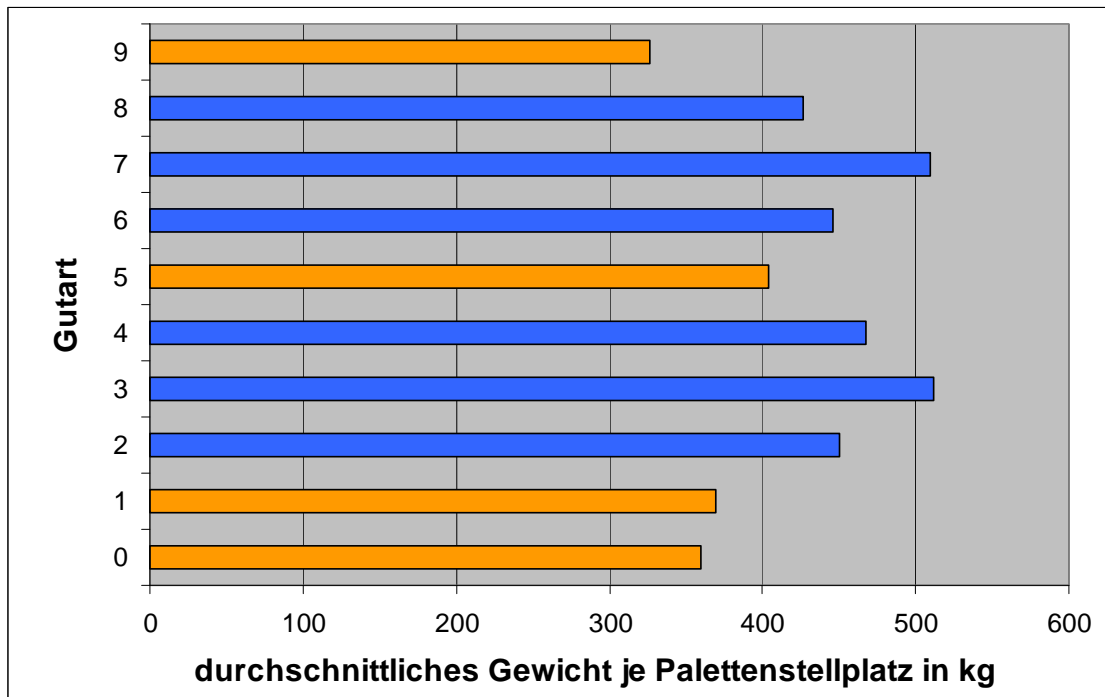
In diesen Workshops wurde je Szenario der Anteil der Fahrzeugpopulationen diskutiert und festgelegt. Diese wurden für die Berechnung der verkehrlichen Nettoeffekte aus Kostenminderung durch Verbrauchseinsparung und Kostenerhöhung durch Laderaumreduktion je Markt zu Grunde gelegt.

Märkte

(2) Auf der statistischen NST/R-10 – Gutartebene wurden entsprechend der Ergebnisse der Projektphase 1 die Gutarten 0 (Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse), 1 (Nahrungs- und Futtermittel), 5 (Eisen, Stahl und NE-Metalle) und 9 (Fahrzeuge, Maschinen, Halb- und Fertigwaren) aufgrund der hohen Gewichts- und relativ niedrigen Volumenauslastungen für Fahrzeuge des Szenarios „Verkürzung“ isoliert.

In Abbildung 2.1 sind nochmals die durchschnittlichen Gewichte je Palettenstellplatz und Gutart aufgelistet, auf deren Basis die Einschätzung und Abgrenzung der für die jeweiligen Fahrzeugkombinationen geeigneten Märkte erfolgte.

Abbildung 2.1 Durchschnittliche Gewichte je Gutart pro Palettenstellplatz



Gutarten NST/R 10	
0	Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse
1	Nahrungs- und Futtermittel
2	Feste mineralische Brennstoffe
3	Erdöl, Mineralölerzeugnisse
4	Erze und Metallabfälle
5	Eisen, Stahl und NE-Metalle
6	Steine und Erden
7	Düngemittel
8	Chemische Erzeugnisse
9	Fahrzeuge, Maschinen, Halb- und Fertigwaren

(Quelle K+P)

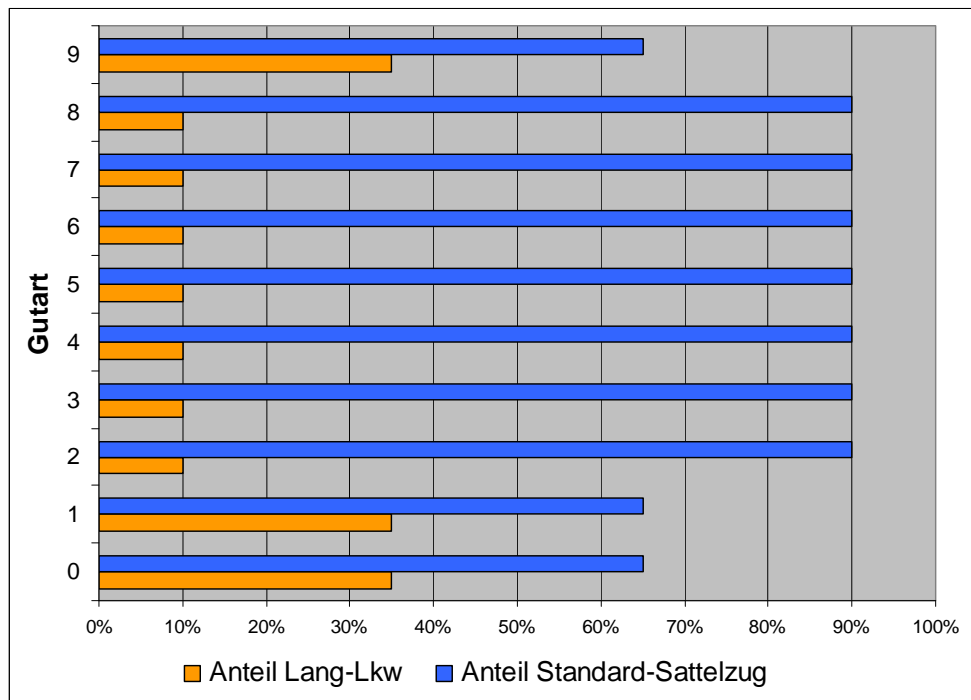
Fahrzeug-
Konfigu-
ration

(3) Für die Berechnung der in **Kapitel 1.2** benannten Fragestellungen war es zuerst notwendig, die jeweiligen Anteile der verschiedenen Fahrzeugkonzepte an der Fahrzeuggesamtpopulation zu bestimmen.

Auf der Basis der Ergebnisse der Workshops wurde für das **Referenzszenario** für die Gutarten 0,1 und 9 ein Anteil von 35% Lang-Lkw und 65% Standard-Sattelzügen angenommen, während bei den restlichen Gutarten von einem Verhältnis 10% Lang-Lkw und 90% Standard Sattelzug angenommen wurde (Abbildung 2.2).

Der Anteil der Lang-Lkw wurde mit 10% angenommen, da bei diesen Gutarten durch ihr höheres Gewicht je Palettenstellplatz ein Einsatz von Lang-Lkw mit dem limitierenden Faktor seiner verminderten Nutzlast nur sehr eingeschränkt möglich sein wird.

Abbildung 2.2 Anteil Standard- und Lang-Lkw im Referenzszenario



Gutarten NST/R 10
0 = Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse
1 = Nahrungs- und Futtermittel
2 = Feste mineralische Brennstoffe
3 = Erdöl, Mineralölerzeugnisse
4 = Erze und Metallabfälle
5 = Eisen, Stahl und NE-Metalle
6 = Steine und Erden
7 = Düngemittel
8 = Chemische Erzeugnisse
9 = Fahrzeuge, Maschinen, Halb- und Fertigwaren

(Quelle K+P basierend auf den Ergebnissen der Workshops)

Für das Szenario „**Verkürzung**“ wurde ebenfalls von den gleichen Anteilen an Standardfahrzeugen und Lang-Lkw wie im Referenzszenario ausgegangen.

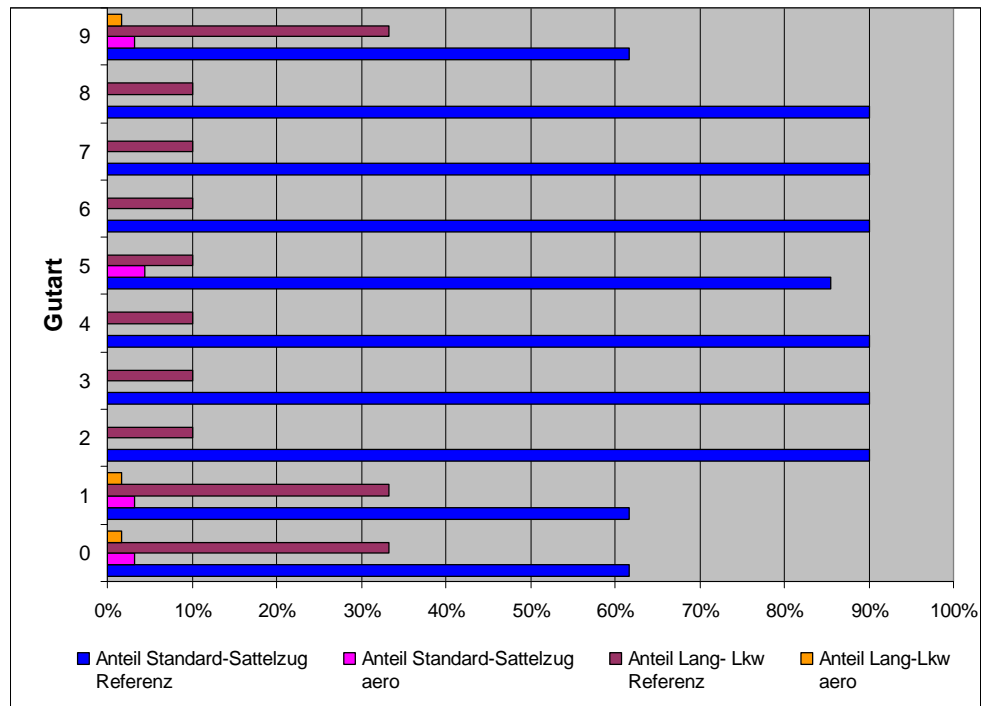
Der Anteil der aerodynamisch optimierten Lastzüge an der Gesamtfahrzeugpopulation wurde in den betroffenen Gutarten 0,1,5,9 auf

knapp zwei Prozent bei den Lang-Lkw sowie gut drei Prozent bei den Standard-Sattelzügen in den Workshops geschätzt. Bei alle anderen Gutarten wurde davon ausgegangen, dass kein Markt für aerodynamisch optimierte Fahrzeuge mit verkürzter Ladelänge besteht.

Dies ist die unmittelbare Erkenntnis aus den Befragungen der Phase 1, wonach praktisch kein Transportunternehmen bereit ist, wegen aerodynamischer Anbauten Verluste von Ladelängen hinzunehmen.

Die Anteile der jeweiligen Fahrzeuge an der Gesamt-Fahrzeugpopulation sind zusammengefasst in Abbildung 2.3. dargestellt.

Abbildung 2.3 Anteil Standard-Sattelzüge und Lang-Lkw (aerodynamisch optimiert/nicht optimiert) im Szenario „Verkürzung“



Gutarten NST/R 10	
0	Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse
1	Nahrungs- und Futtermittel
2	Feste mineralische Brennstoffe
3	Erdöl, Mineralölerzeugnisse
4	Erze und Metallabfälle
5	Eisen, Stahl und NE-Metalle
6	Steine und Erden
7	Düngemittel
8	Chemische Erzeugnisse
9	Fahrzeuge, Maschinen, Halb- und Fertigwaren

(Quelle K+P basierend auf den Ergebnissen der Workshops)

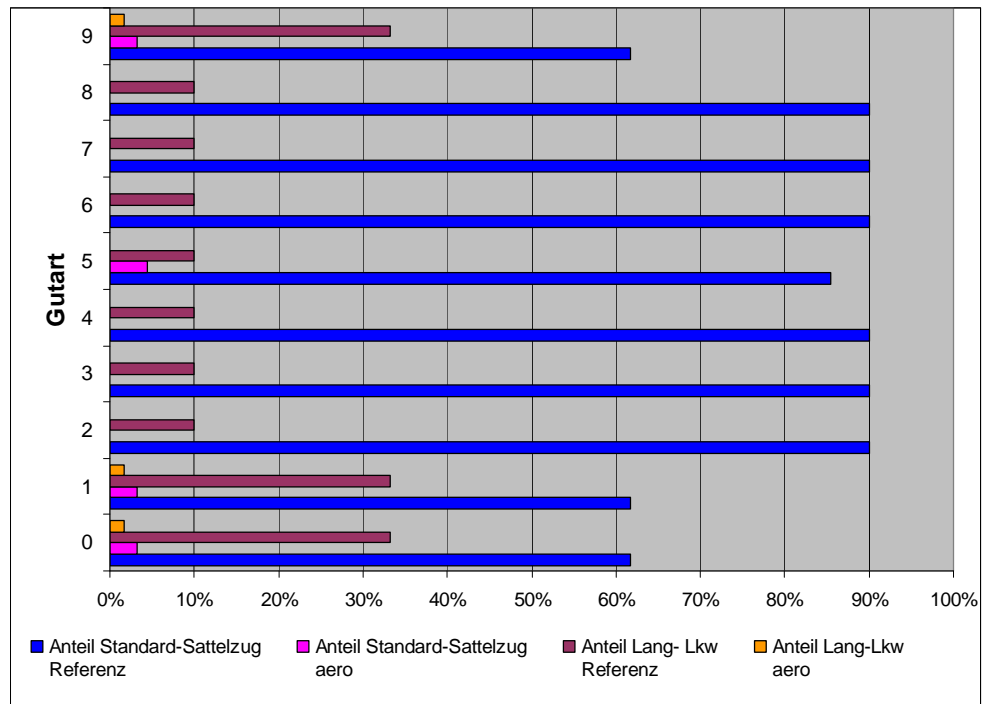
Für das Szenario „**Verlängerung**“ wurde von einer wesentlich höheren Marktdurchdringung von aerodynamisch optimierten Fahrzeugen ausgegangen, da in diesem Szenario die Kraftstoffeinsparungen voll zum tragen kommen, ohne dass Ladelänge, d.h. Palettenstellplätze, verloren gehen. Hierbei sind die Gutarten 0,1 und 9 besonders auch

für die Lang-Lkw geeignet, da sie ein relativ geringes Gewicht pro Palettenstellplatz aufweisen und somit die verminderte Nutzlast von 20t nicht zum limitierenden Faktor für diese Fahrzeuge wird. Hieraus ergibt sich für die oben genannten Gutarten ein Anteil an Lang-Lkw von 35% -siehe Abbildung 2.2- (14% Standard Lang-Lkw, 21% aerodynamisch optimiert).

Bei den restlichen Gutarten wird auf der Basis des Referenzszenarios (siehe Abbildung 2.2) wie für alle Fahrzeuge eine Verteilung von Standard-Zug zu aerodynamisch optimierter Zug von 3 : 2 angenommen.

Die Anteile der jeweiligen Fahrzeuge an der Gesamt-Fahrzeugpopulation sind in Abbildung 2.4 dargestellt.

Abbildung 2.4 Anteil Standard-Sattelzug und Lang-Lkw (aerodynamisch optimiert/nicht optimiert) im Szenario „Verlängerung“



Gutarten NST/R 10
0 = Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse
1 = Nahrungs- und Futtermittel
2 = Feste mineralische Brennstoffe
3 = Erdöl, Mineralölerzeugnisse
4 = Erze und Metallabfälle
5 = Eisen, Stahl und NE-Metalle
6 = Steine und Erden
7 = Düngemittel
8 = Chemische Erzeugnisse
9 = Fahrzeuge, Maschinen, Halb- und Fertigwaren

(Quelle K+P basierend auf den Ergebnissen der Workshops)

Vorge-
hensweise

(3) Mit Hilfe der Güterverflechtungsmatrizen aus der Bundesverkehrswegeplanung 2004, die auf das Basisjahr 2010 der Untersuchung hochgerechnet wurden, und der in den Workshops erarbeiteten Anteilen der unterschiedlichen Fahrzeugkonzepte in den jeweiligen Szenarien wurden für alle Relationen mit Quelle und Ziel in Deutschland und einer Transportentfernung von mindestens 150 km folgende Parameter berechnet:

- transportierte Tonnen
- Transportentfernung,
- Anzahl der Fahrten
- Fahrzeugkilometer

Aus diesen Parametern wurden die jeweiligen Kraftstoffverbräuche für die Szenarien ermittelt. Im Szenario „**Verkürzung**“ wurden dann die Mehrfahrten berechnet, die nötig werden, um die wegen der Laderaumverkürzung „stehen gebliebenen“ Paletten zu transportieren.

Anschließend wurde berechnet, ob und in wie weit, die aus der verbesserten Aerodynamik resultierenden Kraftstoffeinsparungen durch den Verlust eines Palettenstellplatzes und den daraus resultierenden Mehrfahrten kompensiert werden.

3 Ergebnisse

Szenario
„Verkür-
zung“

(1) Wie bereits weiter oben dargestellt, sind für das Szenario „**Verkürzung**“ nur wenige Gutarten überhaupt geeignet, in denen wiederum nur ein geringer Anteil aerodynamisch optimierter Fahrzeuge eingesetzt wird.

Nach diesen Ergebnissen (Abbildung 3.1) werden die Kraftstoffeinsparungen durch die aerodynamischen Optimierungen wegen des Mehrverbrauchs aufgrund von Mehrfahrten sogar leicht überkompensiert, so dass sich ein negativer Nettoeffekt ergibt.

Bei der Gutart „Land-/Forstwirtschaft“ muss nach diesen Berechnungen aufgrund der Verkürzung dieselbe Transportmenge (3,33 Mio Tonnen/Jahr) mit rund 160.000 Mehrkilometern befördert werden, was einem Mehrverbrauch von rund 30.000 Liter Kraftstoff entspricht.

Für den Transport von Nahrungs- und Futtermittel gilt, dass jährlich 330.000 Mehrkilometer benötigt werden (= 60.000 Liter Mehrverbrauch). In der Gutart „Eisen/Stahl“ werden rund 210.000 Mehrkilometer/Jahr bei 40.000 Liter Mehrverbrauch berechnet. Für den Transport von Halb- und Fertigwaren lauten die entsprechenden Zahlen 420.000 Mehrkilometer und rund 40.000 Liter Mehrverbrauch.

Diese Ergebnisse lassen sich so zusammenfassen: Wenn die Fahrzeuglängen unverändert bleiben und der Anbau von Vorrichtungen für bessere Aerodynamik zu einer Laderaumverkürzung führt, werden durch die dann benötigten Mehrfahrten die Kraftstoffeinsparung nicht nur kompensiert, sondern es kommt –im Gegenteil– zu einem Mehrverbrauch von rund 150.000 Liter Diesel pro Jahr in der Bundesrepublik Deutschland.

Auch wenn diese Mehrverbräuche im Verhältnis zum Gesamtverbrauch bei diesen Transporten auf den ersten Blick vernachlässigbar erscheinen, ist das Ergebnis doch eindeutig: Eine Verkürzung der Ladelänge führt zu Mehrverkehren, welche die positiven Effekte der aerodynamischen Anbauten überkompensieren.

Abbildung 3.1 Szenario „Verkürzung“; Gutartspezifische Ergebnisse

Land-/Forstwirtschaft	REFERENZ	in %	VERKÜRZT	in %
Tonnen (Mio)	3,33	100,00%	3,33	100,00%
Fahrten (Mio)	0,24	100,00%	0,24	100,21%
Fahrzeug KM (Mio)	73,22	100,00%	73,38	100,21%
Kraftstoffverbrauch (Mio Liter)	24,16	100,00%	24,19	100,11%

Nahrungs-/Futtermittel	REFERENZ	in %	VERKÜRZT	in %
Tonnen (Mio)	7,20	100,00%	7,20	100,00%
Fahrten (Mio)	0,51	100,00%	0,51	100,21%
Fahrzeug KM (Mio)	156,10	100,00%	156,43	100,21%
Kraftstoffverbrauch (Mio Liter)	51,51	100,00%	51,57	100,11%

Eisen-/Stahl	REFERENZ	in %	VERKÜRZT	in %
Tonnen (Mio)	3,77	100,00%	3,77	100,00%
Fahrten (Mio)	0,27	100,00%	0,27	100,23%
Fahrzeug KM (Mio)	90,09	100,00%	90,29	100,23%
Kraftstoffverbrauch (Mio Liter)	29,73	100,00%	29,76	100,12%

Halb-/Fertigwaren	REFERENZ	in %	VERKÜRZT	in %
Tonnen (Mio)	10,99	100,00%	10,99	100,00%
Fahrten (Mio)	0,89	100,00%	0,89	100,14%
Fahrzeug KM (Mio)	296,13	100,00%	296,55	100,14%
Kraftstoffverbrauch (Mio Liter)	97,72	100,00%	97,76	100,04%

(Quelle: K+P Analyse)

Szenario
„Verlängerung“

(1) Im Szenario „Verlängerung“ fallen logischerweise keine Mehrfahrten und somit auch keine Mehrverbräuche an. In diesem Falle ist der positive Effekt der aerodynamischen Anbauten auf den Kraftstoffverbrauch ungeschmälert.

Abbildung 3.2 Szenario „Verlängerung“; alle Gutarten

alle Gutarten	REFERENZ	in %	VERLÄNGERT	in %
Tonnen (Mio)	36,54	100,00%	36,54	100,00%
Fahrten (Mio)	2,65	100,00%	2,65	100,00%
Fahrzeug KM (Mio)	834,48	100,00%	834,48	100,00%
Kraftstoffverbrauch (Mio Liter)	275,38	100,00%	272,07	98,80%

(Quelle: K+P Analyse)

Nach unseren Berechnungen ergibt sich in der Summe über alle Güterarten ein Kraftstoffminderverbrauch von rund 3,3 Millionen Liter, was einer Reduktion von 1,2% entspricht. Da die maximal mögliche Reduktion von insgesamt 2% nicht erreicht wird, ist nicht verwunderlich, da selbst im Szenario „Verlängerung“ nicht 100% der Fahrzeuge mit aerodynamischen Anbauten versehen sind.

Strecken-
spezifische
Betrachtung

(3) Um die Auswirkungen der Szenarien auch auf einer konkreten Relation zu verdeutlichen, haben wir für die folgende Analyse anhand einer Gutart (Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse) auf einer spezifischen Strecke (München-Köln) exemplarisch die Auswirkung der beiden Szenarien dargestellt.

Aus der Abbildung 3.3 geht hervor, dass im Basisjahr 2010 laut unseren Daten gut 38.000 Tonnen in dieser Gutart zwischen München und Köln transportiert wurden.

Abbildung 3.3 Beispielrelation München – Köln, Transportmenge land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse 2010, Fahrten, Fahrzeugkilometer und Kraftstoffverbrauch 2010 im Referenzfall

Referenzfall	Standard-Sattelzug	Lang-Lkw
Tonnen	24.824	13.367
Fahrten	2.090	700
Fahrzeug KM	1.317.031	441.559
Kraftstoffverbrauch (Liter)	434.620	145.715

(Quelle: K+P Analyse)

In den Abbildung 3.4 und 3.5 sind die Ergebnisse des Szenarios „Verkürzung“ und des Szenarios „Verlängerung“ dargestellt, wobei speziell für das Szenario „Verkürzung“ die relativ geringen Auswirkungen nochmals ins Auge fallen:

In diesem Szenario resultiert der Verlust eines Palettenstellplatzes - statistisch gesehen - in insgesamt vier Mehrfahrten davon drei mit Standard-Zügen und eine mit Lang-Lkw. Rein rechnerisch ergeben sich hieraus knapp 2.500 Mehrkilometer mit einem Mehrverbrauch von ca. 223 Liter, der sich aus einem Mehrverbrauch bei den Standard Lkw von 231 Liter und einem rechnerischen Minderverbrauch wegen der aerodynamischen Optimierung von 8 Liter bei den Lang-Lkw zusammensetzt.

**Abbildung 3.4 München – Köln Szenario „Verkürzung“
Mehrfahrten, Mehrkilometer und Mehrverbrauch**

Szenario "Verkürzung"	Standard-Sattelzug	Standard-Sattelzug aerodyn.	Standard Lang-Lkw	Lang-Lkw aerodyn.
Tonnen	0		0	
Mehrfahrten	3		1	
Mehr Fahrzeugkilometer	1.875		625	
Kraftstoff-Mehrverbrauch (Liter)	231		-8	

(Quelle K+P Analyse)

Die Abbildung 3.5 zeigt die Ergebnisse des Szenarios „Verlängerung“. Wie nicht anders zu erwarten, sind alle fahrtspezifischen Parameter (Tonnen, Fahrten, Fahrzeugkilometer) identisch. Durch die Fahrzeuge mit aerodynamischen Anbauten resultiert nach diesen Berechnungen ein Kraftstoffminderverbrauch von rund 7.000 Liter

**Abbildung 3.5 München – Köln Szenario „Verlängerung“
Fahrten, Fahrzeugkilometer und Minderverbrauch**

Szenario "Verlängerung"	Standard-Sattelzug	Standard-Sattelzug aerodyn.	Standard Lang-Lkw	Lang-Lkw aerodyn.
Tonnen	9.929	14.894	5.347	8.020
Fahrten	836	1.254	280	420
Fahrzeug KM	526.812	790.219	176.624	264.935
Kraftstoffverbrauch (Liter)	-5.215		-1.749	

(Quelle K+P Analyse)

4 Fazit der Untersuchungsphase 2

An dieser Stelle erscheint es angebracht, noch einmal die zwei wesentlichen Annahmen in Erinnerung zu rufen:

- Mit den aerodynamischen Anbauten am Anhängerheck können maximal 2% Kraftstoffeinsparung erreicht werden. Dieser Wert mag zwar abhängig vom Beladungszustand und der Streckencharakteristik streuen, nach Expertenmeinung handelt es sich jedoch um eine gute Annäherung an den Durchschnittswert.
- Im Szenario „Verkürzung“ geht nur noch **ein** Palettenstellplatz verloren. Während in der Phase 1 noch von einer Anbaulänge für die aerodynamischen Klappen von 1,10m - was einen Verlust von drei Palettenstellplätzen bedeutet hätte - ausgegangen wurde, sind nunmehr diese Teile nur noch 0,4m lang. Das heißt, dass theoretisch/statistisch nach 33 Fahrten eine zusätzliche Fahrt von Nöten ist, um die gleiche Transportmenge zu befördern.

Aus diesen Annahmen folgt unmittelbar, dass sich die Ergebnisse, insbesondere was die Kraftstoffverbräuche angeht, in relativ kleinen Absolutzahlen widerspiegeln.

Dennoch lässt sich ein Fazit eindeutig ableiten:

Wenn sich die Fahrzeugabmessungen nicht ändern, d.h., aerodynamische Anbauten am Heck des Fahrzeuges zu Laderaumverkürzungen führen, werden die positiven Effekte der Aerodynamik auf den Kraftstoffverbrauch aufgrund von Mehrfahrten durch Wegfall eines Palettenstellplatzes überkompensiert, so dass im Saldo ein negativer Effekt (Kraftstoffmehrverbrauch) auftritt.

Deshalb kann man davon ausgehen, dass diese Fahrzeuge mit verkürzter Ladelänge nur in Ausnahmefällen vom Markt akzeptiert werden. Dieses Ergebnis wird durch die Erhebungen in der Phase 1 gestützt.

Somit kann letztlich das Fazit gezogen werden, eine Verkürzung des Laderaums aufgrund von aerodynamischen Anbauteilen führt zu Kraftstoffmehrverbräuchen und damit zu höheren Emissionen des Straßengüterverkehrs, was betriebswirtschaftlich und vor dem Hintergrund der derzeitigen politischen Diskussionen nicht hingenommen werden kann, auch wenn die Absolutzahlen im Vergleich zum Gesamtverbrauch nur relativ gering ausfallen.

Wenn die Laderaumlänge unverändert bleibt (Szenario „Verlängerung“) werden von der angenommenen Kraftstoffverbrauchsreduktion von 2% pro Fahrzeug über alles 1,2% erreicht, wenn eine als realisierbar angenommene Population mit Heckklappen aerodynamisch optimierter Fahrzeuge von 60% unterstellt wird.

Impressum

Herausgeber	FAT Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. Behrenstraße 35 10117 Berlin Telefon +49 30 897842-0 Fax +49 30 897842-600 www.vda-fat.de
ISSN	2192-7863
Copyright	Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT) 2013

VDA

Verband der
Automobilindustrie

FAT

Forschungsvereinigung
Automobiltechnik

Behrenstraße 35
10117 Berlin
www.vda.de
www.vda-fat.de