



# INFORMATION

Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft  
für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V.

Hamburg, August 2006

07/06

DGMK-Projekt 659

## **Gefahrgut-Risikobetrachtung bei Tankfahrzeugen mit höheren Nutzlasten in der Tankstellenversorgung**

- Fortschreibung -

Projektbegleitung:

Dr. B.-R. Altmann, DGMK, Hamburg  
A. Bonifer, Andreas Bonifer Spedition & Verkehrsunternehmen GmbH & Co. KG, Offenbach  
J.-U. Brandis, UNITI e.V., Hamburg  
L. Gösslinghoff, Schrader – T+A – Fahrzeugbau GmbH & Co.KG, Beckum  
J. Herzog, Shell Deutschland Oil GmbH, Hamburg  
E. Hübner, TOTAL Deutschland GmbH, Berlin  
R. Kasper, Deutsche BP AG, Bochum  
P. Kröger, Shell Deutschland Oil GmbH, Hamburg  
G. Lahmann, Westfalen Aktiengesellschaft, Münster  
W. Lobmeier, Nutzfahrzeuge Rohr GmbH, Straubing  
Dr. J. Ludwig, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin  
M. Marquardt, ESSO Deutschland GmbH, Großhansdorf  
Dr. M. Pöttsch, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin  
G. Sasse, MWV Mineralölwirtschaftsverband e.V., Hamburg  
F. G. Stephan, gdbm, Berlin  
K.-Ch. Strack, ConocoPhillips Germany GmbH, Hamburg  
D. Weingärtner, MAP&GUIDE GmbH, Karlsruhe  
A. Würsig, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

Hamburg, 6. September 2006 AI/za

Im Ergebnis der Diskussionen zum DGMK-Forschungsbericht 659 „Gefahrgut-Risikobetrachtung bei Tankfahrzeugen mit höheren Nutzlasten in der Tankstellenversorgung“, erschienen im Januar 2006, wurden weitere Fragen aufgeworfen,

- 1 Unfallbewertung von Tankfahrzeugen**
- 2 Belastung von Straßen und Brücken**
- 3 Anzahl der Tankfahrzeuge für Transporte von 40 t bzw. 44 t**
- 4 Kraftstoffverbrauch**
- 5 Schadstoffemissionen**
- 6 Erfahrungen im Ausland**
- 7 Fazit**

zu denen im Folgenden Stellung genommen wird.

## **1 Unfallbewertung von Tankfahrzeugen**

### **1.1 Einleitung**

Der Transport von Gefahrgut in Tankfahrzeugen erfolgt in der Bundesrepublik Deutschland vor dem Hintergrund des Gefahrgutbeförderungsgesetzes (GGBefG). Dieses Gesetz verweist auf die Regelungen der EU-Richtlinie 94/55/EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für den Gefahrguttransport auf der Straße und damit auf das ADR als völkerrechtliche Grundlage für die materiellen Anforderungen für den sicheren Transport von Gefahrgütern auf der Straße. Darin festgeschrieben sind die Bedingungen, unter denen gefährliche Güter in entsprechenden Gefahrgutumschließungen auf der Straße zu transportieren sind. Diese Bedingungen stellen ihrer Art nach Mindestanforderungen dar, die einzubehalten sind, um dem öffentlichen Interesse an der erforderlichen Sicherheit im Transport zu genügen.

Mit dem von der BAM erarbeiteten DGMK-Forschungsbericht 659 wird in keiner Weise in das oben geschilderte Prinzip des Rechtsaufbaus – oder des Rechtsinhalts der entsprechenden Gefahrgutregelungen eingegriffen.

Dies meint, dass das vom Gesetzgeber durch die Verordnung (ADR) vorgegebene Sicherheitsniveau der Beförderung von Benzin und Diesel in Straßentankfahrzeugen als unverrückbare Basis der Bewertung angesehen wurde. An diesem Sicherheitsniveau als „Messlatte“ wurde mittels sicherheitstechnisch fundierter Risikobewertung eine Tankfahrzeugvariante mit vergrößerter Nutzlast für die beiden genannten Gefahrgüter untersucht.

Dabei wurden im Wesentlichen die vier sich mit der Nutzlastanhebung verändernden sicherheitstechnischen Aspekte:

- Unfallwahrscheinlichkeit
- Unfallsituation im Sinne der möglichen Folgenvergrößerung
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen am Tank
- Zusätzliche fahrzeugtechnische Sicherheitssysteme

zusammengeführt und einer Bewertung an dem vom ADR vorgegebenen Sicherheitsniveau („Messlatte“) unterzogen.

Das Ziel der BAM bestand also ganz eindeutig darin zu prüfen, ob es im Sinne der Wahrung der öffentlich-technischen Sicherheit möglich ist, mit technisch vertretbarem Aufwand am Tankfahrzeug selbst die durch die mitgeführte Mehrmenge an Gefahrgut möglicherweise entstehenden Zusatzgefahren mindestens zu kompensieren und damit die Unfallgefahr als solche nicht zu erhöhen.

Hinzuweisen ist auf die Tatsache, dass das ADR keine Größenbegrenzungen für Straßentankfahrzeuge (im eigentlichen Sinn für den Tank) vorgibt, die ggw. Größenbegrenzung der Tanks in Deutschland (andere Mitgliedsstaaten fahren wegen anderer Straßenverkehrsregeln schon weit größere Nutzmassen Gefahrgut in Straßentankfahrzeugen) resultiert aus allgemeinen Regelungen des deutschen Straßenverkehrs von Nutzfahrzeugen.

Für die Bewertung wurde sich ausschließlich auf die Schutzziele des Gefahrgutbeförderungsgesetzes – Menschen, Tiere und Sachwerte – orientiert.

Mit dem DGMK-Forschungsbericht 659 wurde der Nachweis geführt, dass unter den eingangs geschilderten Voraussetzungen und bei Beachtung der im Bericht enthaltenen Empfehlungen der gegenwärtig durch die Rechtsvorschriften vorgegebene Sicherheitsstatus auch im Falle einer Nutzlasterrhöhung mindestens erreicht wird.

Ergänzend zu den im DGMK-Forschungsbericht 659 unter Pkt. 5 enthaltenen Darstellungen zur aktuellen Unfallsituation bei den Gefahrgut-Tankfahrzeugen für Diesel und Benzin in der Tankstellenversorgung (denn diese stellen von ihrer Bauart und des Betriebes her eine eigenständige „Gruppe“ von Gefahrgut-Tankfahrzeugen dar) sollen hier noch einige Ergänzungen erfolgen, die aus der Sicht der Sicherheitsbehörde BAM ein komplexeres Bild für die Situationsdarstellung liefern:

Nachdem sich in den frühen 80er Jahren einige schwere Straßenverkehrsunfälle mit brennbaren Gefahrgütern (Herborn, Ingolstadt) ereigneten, begannen in Deutschland umfangreiche Aktivitäten zur Steigerung der Sicherheit solcher Transporte. Unter der Prämisse „Lernen aus Erfahrungen“ wurden die schweren aber auch viele kleinere Unfälle analysiert und ganz bewusst sukzessiv Maßnahmen zur Erhöhung der Tanksicherheit über das vom ADR vorgegebene Maß entwickelt. Dies bedeutete, dass gerade die Mineralöltankfahrzeuge, die die große Menge der am Markt verfügbaren Tankfahrzeuge darstellen, Eigenschaften bekamen, welche ganz zielgerichtet die Unfallsicherheit dieser Tanks (darauf lag der Focus, nicht auf dem Fahrzeugteil) erhöhten. Beispiele dafür sind die sog. Bauchbinde als longitudinaler Schutz des Tankäquators oder die verschiedenen neuen Elemente des Transversalschutzes, deren Funktion in der Erhöhung der Energieaufnahmefähigkeit des Tanks liegt. Auf der Grundlage von wissenschaftlichen Ergebnissen größerer Forschungsvorhaben (TOPAS, THESEUS) entstanden in den Folgejahren weitere Schutzmaßnahmen am Tank (z. B. Anforderungen an die Bauart von Domdeckeln), die schließlich in einer typisierten Bewertungsmethodik des Sicherheitsniveaus von solchen Tanks mündeten, mit der völlig unabhängig von den mindestens einzuhaltenden Regelungen des ADR, die Sicherheit der Tanks gegen unfallartige Belastungen von außen bewertet wurde. Diese (im Übrigen

von der BAM entwickelte) Methodik wurde vom Gesetzgeber in das Zulassungsverfahren für solche Tankfahrzeuge einbezogen und bewährt sich noch heute am Markt. Erreicht wurde damit eine deutliche, über das ADR-Maß hinausgehende Sicherheitserhöhung der Tankfahrzeugflotte in Deutschland. Dazu kam, bedingt durch die Automobilentwicklung, in den späten 90er Jahren eine Erhöhung der Fahrzeugsicherheit (Bremsenanforderungen, elektronische Anfahrhilfen usw.) bis letztlich heute die elektronischen Fahrdynamikregelungen auf ihren festen Einbau in die Gefahrgut-Tankfahrzeuge warten (offene Regelungsfragen).

An all diesen Entwicklungen, zumindest was den Tank angeht, hatte und hat die BAM erheblichen Anteil. Viele dieser Maßnahmen wurden durch deutsche Aktivitäten in das internationale Gefahrgutrecht eingebracht.

Es wurden somit Tankfahrzeuge am Markt etabliert, deren Sicherheit gegenüber

- einer Beteiligung an Unfällen und
- einer möglichen Freisetzung von Gefahrgut infolge Tankversagen

erheblich gesteigert wurde. Entsprechende Zahlen dazu sind im DGMK-Bericht 659 enthalten, selbst wenn – und dies wird einschränkend bemerkt – der Vertrauensbereich der „kleinen Zahlen“ aufgrund des Mangels an amtlicher Statistik nicht überbewertet werden darf.

Auch wenn selbstverständlich das gesamte Unfallgeschehen, auch jenes mit Gefahrgut, ein Komplex aus Sicherheitstechnik, Organisation und dem Faktor Mensch ist, bleibt die Tatsache, dass auf dem Gebiet der Technik gerade bei den Straßentankfahrzeugen eine bedeutende sicherheitstechnische Veränderung stattgefunden hat.

Vor diesem Hintergrund hat die BAM die im DGMK-Bericht 659 enthaltene Risiko- (oder Sicherheits-) Bewertung für eben diese Art von Gefahrgut-Tankfahrzeugen erarbeitet, dazu wurde auch die erwähnte Sicherheits-Bewertungs-Methodik fortgeschrieben, um ausschließlich unter technischen Sicherheitsaspekten der Nutzlasterrhöhung von 10 % begegnen zu können.

Es ist vorgeschlagen worden, die nutzlasterrhöhten Tanks in ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Unfallbelastungen noch weiter zu steigern, d.h. ihre nochmals erhöhte Fähigkeit, bestimmte Unfallenergien ohne Versagen zu ertragen, ist als eine notwendige Voraussetzung der gefahrgutrechtlichen Zulassung gefordert worden.

Es ist also nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens davon auszugehen, dass sich die Unfallzahlen mit den im DGMK-Bericht 659 beschriebenen nutzlasterrhöhten Tankfahrzeugen für die Tankstellenversorgung schon allein auf der Grundlage der sicherheitstechnischen Zusatzmaßnahmen nicht negativ verändern werden, wenn es zu einem Marktzugang (Zulassung) dieser Fahrzeugart kommen sollte.

Aufgrund der erhöhten Transportmenge pro Tankfahrzeug wird die absolute Zahl der Transporte sinken. Damit besteht ein weiterer risikosenkender Parameter.

Es bleibt festzuhalten, dass diese Tankfahrzeuge aus gefahrgutrechtlicher Sicht ein Sicherheitsniveau besitzen, das erheblich über dem in Europa vom ADR geforderten Niveau liegt.

## **1.2 Nachbemerkung**

Umweltaspekte werden dezidiert durch die Gefahrgutvorschriften nicht erfasst, waren per se also nicht Gegenstand der Betrachtung. Es kann jedoch festgestellt werden, dass die Beeinträchtigung der Umwelt durch eine potenzielle Freisetzung von Gefahrgut nach Unfallhäufigkeit und möglichem Schadensausmaß zumindest nicht schlechter zu bewerten ist als für Tankfahrzeuge mit herkömmlicher höchstzulässiger Gesamtmasse, wenn die im Bericht enthaltenen Empfehlungen beachtet werden.

Im Bericht nicht enthalten und ausdrücklich aus der Gefahrgut-Bewertung auszuschließen sind Betrachtungen zu den sich aus der Gesamtmasseerhöhung einstellenden Rückwirkungen auf Straßenbauwerke wie Fahrbahndecken oder Brücken, die ebenso wie weitere Umweltschutzaspekte (Stichwort Luftreinhaltung) durch ergänzende andere Stellungnahmen erfasst werden müssen.

## **2 Belastung von Straßen und Brücken - Folgen für die Straßenbeanspruchung bei Einsatz von Tankfahrzeugen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 44 Tonnen**

### **2.1 Grundlagen der Bemessung**

Die Einführung höherer Gesamtgewichte und Volumen von Tankfahrzeugen stellt die historisch gewachsene Infrastruktur der Bundesrepublik Deutschland vor neue Herausforderungen. Im Mittelpunkt dieser Einschätzung stehen die Auswirkungen eines höheren zulässigen Gesamtgewichts auf Brückenbauwerke. Die Belastungsannahmen für die Verkehrslasten auf Brücken wurden bis vor einiger Zeit entsprechend der DIN 1072 (letzte Ausgabe Dezember 1985, s. Straßen- und Wegebrücken, Lastannahmen nach DIN 1072 in Bautabellen für Ingenieure, S. 3.34ff) festgelegt. Auch die in den neuen Bundesländern bis 1990 angewandten TGL – Vorschriften (Technische Güte- und Lieferbedingungen) beruhten auf den gleichen Grundsätzen, weil die TGL aus den DIN-Normen hervorgegangen sind. Seit dem 01. November 2003 sind die auf den europäischen Regelungen beruhenden Verkehrslasten des DIN – Fachberichtes 101 "Einwirkungen auf Brücken" verbindlich, mit denen auf die angestiegenen Verkehrslasten der letzten Jahre reagiert wurde. Brücken mit diesen Lastannahmen werden aber gerade erst gebaut und sind noch nicht unter Betrieb. Das bedeutet, dass alle bestehenden Brücken fast ausschließlich für die Lastannahmen der DIN 1072 berechnet oder nach ihr eingestuft wurden.

## 2.2 Straßen- und Wegebrücken

Die Lastannahmen nach DIN 1072 unterscheiden zwei Brückenklassen (60/30 und 30/30). Die Zahlen beziehen sich auf die zulässigen Gesamtgewichte von so genannten Bemessungsfahrzeugen in der Haupt- (erste Ziffer) und Nebenspur (zweite Ziffer). Darüber hinaus wird der Schwingbeiwert  $\phi$  in der Hauptspur berücksichtigt. Im Einzelnen resultieren daraus:

	Brückenklasse 60/30	Brückenklasse 30/30
Gesamtlast:	600 kN	300 kN
Radlast:	100 kN	50 kN
Aufstandsfläche:	0,20 x 0,60 (m <sup>2</sup> )	0,20 x 0,40 (m <sup>2</sup> )
Ersatzflächenlast:	$p' = 33,3 \text{ kN / m}^2$	$p' = 16,7 \text{ kN / m}^2$

Im Weiteren werden die Belastungssysteme für die Fahrbahnfläche zwischen den Schrammborden jeweils in der Hauptspur mit  $p_1 = 5 \text{ kN / m}^2$  und in der Nebenspur mit  $p_2 = 3 \text{ kN / m}^2$  angenommen. Das Lastschema für die übrigen Brückenflächen bis zu den Geländern (Geh- und Radwege, Schrammbordstreifen, erhöhte oder baulich abgegrenzte Mittelstreifen) bewegt sich im gleichen Bereich.

Hinsichtlich der Zuordnung der Brückenklassen zum Straßen- und Wegenetz galt das Prinzip Brückenklasse 60/30 für Bundesautobahnen, Bundesstraßen, Landstraßen (Land- bzw. Staatsstraßen), Kreisstraßen und Stadt- bzw. Gemeindestraßen sowie Brückenklasse 30/30 für Gemeinde- und Wirtschaftswege. Damit scheidet für die Betrachtung die Brückenklasse 30/30 aus, weil die Tankstellenversorgung mit Tankfahrzeugen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 44t **nicht** über Gemeinde- und Wirtschaftswege erfolgt. Bei den zu nutzenden Brückenbauwerken handelt es sich also ausschließlich um die Brückenklasse 60/30.

## 2.3 Auswirkungen auf Straßen- und Brückenbauwerke

Für die Straßen ist mit einer anwachsenden Schädigung infolge einer Einführung von höheren Gesamtgewichten nicht zu rechnen, da die erhöhten Fahrzeuggewichte über mehrere Achsen auf die Fahrbahn übertragen werden und somit jedes Rad eher geringere Lasten auf die Fahrbahnoberfläche aufbringt. Die Gesamtzahl der Überrollungen wird darüber hinaus durch die Reduzierung von Gefahrguttransporten nach Erhebungen des MWV um ca. 140.000 verringert werden können. Allenfalls die Deckschicht von Asphaltbauweisen könnte an heißen Sommertagen infolge der geringeren Zeitabstände zwischen den Achsüberrollungen dazu neigen, sich weniger standfest zu verhalten und deshalb anfälliger gegenüber der Bildung von Spurrinnen sein. Obwohl dieser Effekt im Laborversuch nachweisbar ist, wird nicht erwartet, dass er zu nennenswert größeren Schäden führen wird.

Da die Brückenklasse 60/30 in der Hauptspur grundsätzlich von 60 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht des Bemessungsfahrzeugs in der Hauptspur ausgeht, kann ein Tankfahrzeug mit 44 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht grundsätzlich keine Schäden an Brückenbauwerken dieser Art verursachen. Die Tragfähigkeit einer solchen Brücke wird nicht überschritten. Der Sicher-

heitsfaktor hinsichtlich der Tragfähigkeit beträgt immerhin noch 1,36 und bietet damit noch eine Reserve von 36 Prozent.

### 3 Anzahl der Tankfahrzeuge bei Transporten von 40 t bzw. 44 t

Für die im MWV vertretenen Mitgliedsfirmen werden für die Transporte der Kraftstoffe zu ihren ca. 9.000 öffentlichen Tankstellen ausschließlich Tankfahrzeuge eingesetzt. Jährlich finden dafür ca. 1,1 Mio Transporte mit ca. 1.000 Tankfahrzeugen statt (Stand: 06/2006).

Grundlagen:

Über die Tankstellen der MWV-Mitgliedsfirmen wurden 2005 16,0 Mio t Ottokraftstoff und 12,5 Mio t Diesekraftstoff entspr. 37,5 Mio m<sup>3</sup> umgesetzt. Dies entspricht 37.500 m<sup>3</sup> pro Tankfahrzeug jährlich.

Bei 40 t-Tankfahrzeugen:

Pro Transport/Tour mit 34 m<sup>3</sup>

→ 1.103 Transporte/Tankfahrzeuge jährlich

→ 1.103 \* 1000 Tankfahrzeuge/Jahr

= 1.103.000 Transporte pro Jahr

Bei 44 t-Tankfahrzeugen:

Pro Transport/Tour mit 39 m<sup>3</sup>

→ 962 Transporte/Tankwagen jährlich

→ 962 \* 1000 Tankfahrzeuge/Jahr

= 962.000 Transporte pro Jahr

Aus dem Vergleich ergibt sich, dass mit 44 t-Tankfahrzeugen 141.000 Fahrten weniger pro Jahr geleistet werden.

Die Ausfuhrstruktur der Mineralölgesellschaften bleibt durch die Erhöhung auf 44 t unverändert, da die Tankkapazitäten von den Tankstellen das erhöhte transportierte Volumen pro Tankfahrzeuge aufnehmen („One drop“-Philosophie). Für die übrigen Tankstellen liegen keine abgesicherten Zahlen vor.

### 4 Kraftstoffverbrauch

Unter Zugrundelegung von gleichen Zugmaschinen und vergleichbaren Jahreskilometerleistungen von ca. 180.000 km wurde ein Mehrverbrauch für 44 t-Tankfahrzeuge von ca. 3 l / 100 km ermittelt (40 t: 29 l / 100 km; 44 t: 32 l/100 km)

Die mittlere Transportweite beträgt 80 km.

40 t Tankfahrzeug Verbrauch pro Jahr:

1.103.000 Transporte pro Jahr \* 160 km

\* 29 l/100 km

= 51.179.200 l

44 t Tankfahrzeug Verbrauch pro Jahr:

962.000 Transporte pro Jahr \* 160 km

\* 32 l/100 km

= 49.254.400 l

Beim Vergleich 44 t zu 40 t ergibt sich ein Minderverbrauch pro Jahr von 1.924.800 l entspr. 1.588 t.

## **5 Schadstoffemissionen**

Aus dem Minderverbrauch von 1.588 t Dieselkraftstoff resultiert eine CO<sub>2</sub>-Minderung von 5.002 t CO<sub>2</sub>/Jahr (Emissionsfaktor für DK: 3,15 t CO<sub>2</sub>/t DK). Aufgrund der Vertragslaufzeiten mit den Spediteuren werden die Zugmaschinen der Tankfahrzeuge alle 3-4 Jahre erneuert und entsprechen damit mindestens dem neuesten Stand der europäischen Abgasvorschriften.

## **6 Erfahrungen mit Tankfahrzeugen mit höherem Gesamtgewicht als 40 t**

Im Inland werden bereits seit Jahren zulässige 44 t-Transporte (z. B. Containerverkehr, Kombiverkehr) uneingeschränkt über das bestehende Straßennetz abgewickelt.

Alle Abmessungen und Achslasten der 44 t-Tankfahrzeuge bewegen sich innerhalb der bestehenden Straßenverkehrsvorschriften (StVZO, StVO).

Über die im europäischen Ausland seit langem verkehrenden Tankfahrzeuge mit Gesamtgewichten über 40 t gibt es hinsichtlich der in dieser Fortschreibung vorgenommenen Bewertungen keine abweichenden Erkenntnisse.

## **7 Fazit**

Die Schlussfolgerungen des DGMK-Forschungsberichtes 659 werden auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse dieser Fortschreibung bestätigt: Das Transportrisiko bei der Tankstellenbelieferung mit Kraftstoffen der Klasse 3 wird durch neue Tankfahrzeuge mit bis zu 44 t Gesamtgewicht nicht erhöht.

Mit Einführung höherwertiger 44 t-Tankfahrzeuge in Deutschland wird die Sicherheit und der Umweltschutz in der Tankstellenversorgung sogar verbessert.