

## ► Logistik

# VDI-Richtlinie zur Ladungssicherung: Einspruchsfrist endet im Oktober

„Ladungssicherung bei Getränken“ heißt die neue VDI-Richtlinie 2700 Blatt 12, die im Mai als Vorversion (Gründruck) erschienen ist. Mit dieser Veröffentlichung ist die seit Jahren anhaltende Diskussion um die Ladungssicherung bei Getränketransporten in die entscheidende Phase gekommen. Zwar ist die VDI-Richtlinie noch nicht rechtsverbindlich, allerdings können Einsprüche gegen sie nur noch bis 31. Oktober 2006 geltend gemacht werden.

Dipl.-Ing. Norbert Heyer, Forschungsinstitut für Management und Getränkelogistik (FIM) der VLB Berlin

Schon seit vielen Jahren beschäftigt sich das Forschungsinstitut für Management und Getränkelogistik (FIM) mit der Ladungssicherung bei Getränketransporten. Im Rahmen dieser Forschung fanden einige Praxistests in Zusammenarbeit mit mehreren Partnern statt. So beteiligten sich an den Versuchen neben der VLB Berlin auch Getränkelogistiker aus der Brauindustrie und des Getränkefachgroßhandels sowie Hersteller für Fahrzeugaufbauten. Veröffentlicht wurden die Ergebnisse der Praxistests im Oktober 2005 in der Studie **Ermittlung von branchenspezifischen Daten als Grundlage für die Erstellung einer Richtlinie zur Ladungssicherung bei Getränketransporten**. Diese Studie der VLB war nicht zuletzt eine der wissenschaftlichen Grundlagen für die neue VDI-Richtlinie zur Ladungssicherung. Finanziell gefördert wurde das Forschungsprojekt von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen Otto von Guericke (AiF).

## Neue Fragestellungen

Zwar wurden die Ergebnisse der VLB-Forschung sowie weitere Ergebnisse der Mitglieder des Arbeitskreises Blatt 12 in die VDI-Richtlinie „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen“ eingearbeitet. Allerdings ergaben sich zugleich wieder neue Fragen. Im Hinblick auf die aufzunehmenden Belastungen an einem Fahrzeugaufbau konnte ein erster Schritt gemacht werden, um die

Anforderungen an ein Getränkefahrzeug schriftlich festzuhalten. Weiterhin problematisch für die Praxis bleibt jedoch die Formulierung der VDI Richtlinie 2700 Blatt 12 unter Punkt 4.1. Dort heißt es, „... ist eine ausreichende Ladungssicherung durch den entsprechend stabilen Aufbau gewährleistet, wenn die einzelnen Teile der Ladung [z.B. Bier-Kästen und Kegs] auf dem Fahrzeug so gestaut sind, dass sie ihre Lage zueinander sowie zu den Wän-



den des Fahrzeuges nicht oder nur geringfügig verändern können...“. Leider konnte man sich im VDI-Arbeitskreis nicht, in dem u.a. auch Vertreter der Autobahnpolizei, Sachverständige und Gutachter vertreten sind, auf die Festlegung eines Maximalabstandes einigen. Dies hat zur Folge, dass sich nun jeder in der Transportpraxis fragt: Wie viele Zentimeter sind denn als maximaler Abstand zulässig? Bei Kontrollen dürften künftig durch die Formulierung „geringfügig“ Diskussionen zwischen Kraftfahrern und Ordnungshütern vorprogrammiert sein.

## Forschung an der VLB

Angesichts dieser unbefriedigenden Situation hatte das FIM daher ein neues Forschungsprojekt durchgeführt.



Ziel war es zu ermitteln, „Welcher Abstand wäre praktisch möglich, damit sich die Ladung nicht oder nur geringfügig verschiebt?“ Diese Fragestellung wurde gemeinsam mit der DEKRA und der Technischen Fachhochschule (TFH) Berlin thematisiert, um grundlegende Erkenntnisse über das Verhalten von Getränkeladungen beim Transport zu gewinnen. Schließlich hat das FIM dieses Thema im Rahmen einer Diplomarbeit ausgeschrieben, die dann durch die Zusammenarbeit mit der TFH Berlin realisiert werden konnte. Hierbei wurden zunächst die Getränkekästen selbst (20 x 0,5-l-Mehrwegglas) auf ihre Eigenschaften wie Reibwert, Stapelspiel, Schwerpunkte, Kippgrenzen und Verhalten in Säulenstapelung im Technikum an der VLB Berlin in Vorversuchen untersucht. Um die Verletzungsgefahr und die Gefahr des Glasbruchs zu verhindern, wurden die Glasflaschen durch kiesbefüllte PET-Flaschen ersetzt, welche die gleichen Abmaße und das identische Gewicht zur Bierflasche aufwiesen. (Abb. 1).

Abb. 1. Stapelsäulen aus Getränkekästen sind stark kippgefährdet

## Verblüffende Ergebnisse

Die Ergebnisse waren zum Teil verblüffend: Die Kippgrenzen waren weit niedriger als erwartet. Auch die Wirkung des vermeintlichen „Sicherungsbandchens“ um die oberste Kastenlage konnte ein Ankippen der Einzelsäulen (5 Kästen hoch) ab einem Kippwinkel von 8,7°, was einer Beschleunigung von ca. 0,14 m/s<sup>2</sup> entspricht, nicht verhindern. Dieser Effekt könnte dadurch verstärkt worden sein, dass sich die Deckbretter der Palette durchbogen bzw. eine Schwerpunkterlagerung der Kastensäule durch das zu beobachtende Stapelrandspiel zur Seite stattfand. Trotzdem ist der Wert als sehr gering anzusehen. So



Abb. 2: DEKRA Fahrdynamische Tests (Simulation seitlicher Schiebeplanaufbau)

fordert die VDI-Richtlinie eine Querschleunigung zur Seite von  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Dies entspräche einem Kippwinkel von ca.  $30^\circ$ , wenn die Ladungssicherung ausschließlich durch die Ladeeinheitensicherung vorgenommen werden würde und der Fahrzeugaufbau keinerlei Kräfte aufnehmen könnte. Insgesamt konnten folgende Ergebnisse aus den Voruntersuchungen gewonnen werden:

- Der Ladeeinheitenverbund aus Getränkeboxen (20 x 0,5-l-Flaschen) ist stark kipppgefährdet.
- Ein Sicherungsband hat nur einen sehr geringen Einfluss auf den Grenzkippwinkel.
- Der Ladeeinheitenverbund von 40 Kästen verhält sich annähernd gleich wie die Einzelkastensäule.

Die Voruntersuchungen führten weiterhin zu der theoretischen Überlegung, dass die untersuchten Kästen, welche einen Reibgleitbeiwert von  $\mu = 0,25$  aufwiesen, im Stapel zunächst kipppgefährdet sind und erst dann unter Beschleunigungseinfluss auf dem Ladungsträger verrutschen.

**Fahrdynamische Untersuchungen**

Theoretische Betrachtungen und grundlegende Prinzipversuche im Labor sind hilfreich, den Umfang von zeit- und kostenintensiven Praxistests zu minimieren. Sie können aber die Praxis oft nur bis zu einem gewissen Grad simulieren. Deshalb wurden bei der Klärung der Frage nach dem maximalen Abstand zur seitlichen Laderaumbegrenzung auch fahrdynamische Tests bei der DEKRA durchgeführt. In dessen Crashtest-Center in Neumünster wurde im Herbst 2005 eine neuartige Indoor-Crashanlage eingeweiht. Diese ermöglicht es, einen Teil des Transportfahrzeuges definiert zu beschleunigen und abzubremesen und damit eine Fahrsituation praxisgetreu zu simulieren. Dabei lassen sich – im Gegensatz zu einem „echten“ Fahrzeugversuch mit Zugmaschine und Aufliegerfahrzeug – die Bewegungen der Ladung auf der Transportfläche mit einer Hochgeschwindigkeitskamera dokumentieren. Zur Verfügung stehen fünf Kamerapositionen, die die Bewegungen der Bierkastenstapel eindrucksvoll festhielten. Bei der Auswertung der Versuche ergab sich auf die Bierkästen ein Beschleunigungseinfluss knapp oberhalb der geforderten Seitenbeschleunigung von  $0,5 \text{ g}$  nach VDI Richtlinie 2700 ff. (Abb. 2).

**Rutschgefahr**

Entgegen der theoretischen Annahme aus den Vorversuchen verrutschten und kippten die Kästen zu Beginn der Verzögerung fast zur gleichen Zeit und nutzen zunächst jeden Raum aus, der zwischen dem Ladegut und der seitlichen Laderaumbegrenzung existierte (hier eine Ladungssicherungsplane). Der im Bild dokumentierte Test zeigte das Verhalten der Kästen wenige Millisekunden nach Beginn der simulierten Querschleunigung. Der Abstand zwischen der Ladeeinheit aus Getränkeboxen und der Seitenplane betrug  $80 \text{ mm}$ . Nach Beendigung des Beschleunigungseinflusses federten die Kästen aus der gespannten Plane zurück in die ursprüngliche Position, d.h. in die Säulenstapelung. Die Verschiebung auf dem Ladungsträger und damit die Auffächerung der Kastensäulen auf der Palette blieb allerdings bestehen. Dies kann im ungünstigsten Fall zu einer dauerhaften Ausbeulung der seitlichen Planen oder zu Problemen bei der Entladung bzw. beim Öffnen der Planen führen, was aber gerade vermieden werden

ken Ausbeulung der Ladungssicherungsplane. Diese verhinderte aber bei allen durchgeführten Versuchen ein Herabfallen bzw. ein Verlassen des Ladegutes von der Ladefläche. Bemerkenswert bei den Ergebnissen war weiterhin das dynamische Verhalten der Kastensäulen, welche immer wieder in die ursprüngliche Säulenstapelung zurückfanden. In der Praxis kommen Abstände von über  $80 \text{ mm}$  selten vor, da die Fahrzeugaufbauinnenbreite normalerweise nicht mehr als  $2,48 \text{ m}$  beträgt und die Paletten mit den Kästen schon  $2,40 \text{ m}$  ausfüllen. Ein ausreichend stabiler Getränkefahrzeugaufbau ist in der Lage, auch bei derartigen Abständen das Ladegut ausreichend zu sichern. Dies haben viele Tests in der Vergangenheit gezeigt. Sollte ein Standardaufbau für den Transport von Getränken eingesetzt werden, so ist die Ladung zusätzlich mit Ladungssicherungsmitteln zu sichern. Dies kann mittels Sicherungsgurten, -planen oder -netzen geschehen. Die Abbildung 2 mit der Simulation einer Fahrsituation (z.B. Baustellen-Fahrbahnwechsel) lässt vermuten, mit



Abb. 3: Die Kastenkontur beeinflusst das Säulenverhalten

soll. Um also zu verhindern, dass die Kastenstapel von der Palette rutschen können, sind weitere Maßnahmen zu ergreifen. Dies kann zum einen die Anwendung rutschhemmender Materialien oder Anschlagleisten auf dem Ladungsträger sein. Auch ein seitliches Steckbrett, welches in der Höhe die unterste Lage der Kästen miterfasst, verhindert durch Formschluss das unerwünschte Verrutschen.

**Zusätzliche Sicherungsmittel**

Weitere Versuche mit einem Abstand der Ladung von  $120 \text{ mm}$  zur Seitenplane führten ebenfalls zu einer sehr star-

welch großen Kräften die Kastensäulen aufgrund ihrer Beweglichkeit auf die Laderaumbegrenzungen einwirken. Dies muss beim Verladen immer berücksichtigt werden!

Welche Belastungen das Fahrzeug aufnehmen muss und welche Maßnahmen für die Sicherheit getroffen werden können, beschreibt die neue VDI-Richtlinie. Aber nicht nur das Fahrzeug selbst trägt zu einer ausreichenden Ladungssicherung bei, sondern auch die zum Teil sehr produktspezifische Ladeeinheitensicherungen. Während sich die getesteten Bierkästen immer vorbildlich verhielten, zeigte ein Test-

lauf mit Wasserkästen ein ganz anderes Bild (Abb. 3). Bedingt durch die Konstruktion der Wasserkästen, kam es zu Verkeilungen zwischen den einzelnen Kästen und Kastensäulen während den Bewegungen unter Beschleunigungseinfluss, was ein geordnetes Zurückkippen der Kastenstapel aus der Plane verhinderte. Ein „Hängenbleiben“ der Kästen in der Plane führt unter Umständen zu Fahrzeugüberbreiten und muss sofort nach dem Auftreten vom Fahrer beseitigt werden, bevor die Fahrt fortgesetzt werden kann. Dabei ist jedoch der entstehende manuelle Aufwand gewaltig. Auch bei leichtem Ausmaß bereitet das Abladen derartiger Ladungen oft Probleme. Es ist also auch bei der Einführung einer neuen Kastenkonstruktion – besonders bei den aus Marketingsicht beliebten Displaykästen – darauf zu achten, dass derartige Folgen nicht auftreten. Eine weitere Lösung wäre die zusätzliche Sicherung der Ladeinheit, um ein Verschieben der Kastensäulen zu verhindern. Schließlich kann auch der Einsatz von zwischenraumfüllenden Abstandshaltern an den seitlichen Fahrzeugbegrenzungen Abhilfe schaffen.

#### Fazit

Die weiteren Forschungen des FIM haben gezeigt, wie unterschiedlich sich Getränkekästen unter Beschleunigungseinfluss verhalten. Ein Abstand des Ladeguts zur Seitenplane von 80 mm wäre denkbar, wenn eine speziell geeignete Sicherungsplane am Fahrzeug eingesetzt wird und das Gesamtsystem zertifiziert ist. Weiterhin ist aber darauf zu achten, dass ein Verrutschen der Kastenstapel auf dem Ladungsträger etwa durch ein ausreichend hohes, seitliches Steckbrett verhindert wird. Das FIM wird auch künftig an Fragestellungen zur Ladungssicherheit arbeiten und entsprechende Forschungsergebnisse im Brauerei Forum oder im Internet unter [www.ladungssicherheit.org](http://www.ladungssicherheit.org) veröffentlichen. ■

VDI/DEKRA

### VDI/DEKRA-Tagung „Ladungssicherung 2006“

Das VDI Wissensforum veranstaltet am 25. Oktober 2006 in Zusammenarbeit mit der DEKRA die Tagung „Ladungssicherung 2006“.

Info: VDI Wissensforum Kundenzentrum, [www.vdi.de/lad2006](http://www.vdi.de/lad2006)