Aktuelle Vorschriften zur Berechnung von Zurrkräften – Darstellung der Problematik und Lösungsansätze

Von Uwe Schöbel*

Lange Zeit erfolgte in Deutschland eine Berechnung von Ladungssicherungskräften allein nach der Richtlinie VDI 2700, welche erstmals im Oktober 1975 veröffentlicht und seither ständig weiterentwickelt wurde. Als Europäische Norm zur Berechnung von Zurrkräften kam im Jahr 2003 EN 12195-1 hinzu, die als DIN EN 12195-1 seit April 2004 auch im deutschen Normenwerk verankert ist. Im Beitrag werden die derzeit gegeben Unterschiede der in VDI 2700-Blatt 2 und EN 12195-1 angegebenen Formeln zur Ladungssicherung aufgezeigt. Weiterhin werden die Auswirkungen der Berechnungsergebnisse auf die Sicherung einiger konkreter, typischer Ladungen dargestellt.[1]

1 Einleitung

In Deutschland gibt es zurzeit einige Diskussionen bezüglich der Frage, welche Berechnungsgrundlage für die Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen verwendet werden muss. Der Beitrag beschäftigt sich mit dieser Fragestellung und betrachtet dabei ausschließlich die DIN EN 12195 [1] und das Regelwerk VDI 2700 [2]. Andere Veröffentlichungen wie zum Beispiel die „European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport" [3] oder die IMO/ILU-Vorgaben [4] bleiben unberücksichtigt.

Sind die Richtlinien aus der VDI-Reihe 2700 oder sind die DIN-Normen aus der Reihe 12195 zu beachten? Diese Frage ist nicht neu, sie besteht eigentlich schon seit einigen

[1] Schriftliche Fassung des Vortrages, gehalten auf dem Dekra/VDI Symposium Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen, 6. und 7. Oktober 2011.

Jahren, genau gesagt seit dem Erscheinen der EN 12195-1 im Dezember 2003 sowie der deutschen Fassung DIN EN 12195-1 im April 2004. Mit Veröffentlichung der überarbeiteten DIN EN 12195-1 im Juni 2011 ist die Fragestellung aber wesentlich aktueller und umstrittener geworden.

Normen haben für sich genommen keinerlei Gesetzeskraft. Die Anwendung von Normen ist freiwillig[2]. Das gilt auch für eine DIN EN (Deutsche Ausgabe einer Europäischen Norm, die unverändert von allen CEN / CENELEC-Mitgliedern übernommen wird). Erst durch Rechtsakte Dritter können Normen Verbindlichkeit erlangen, etwa wenn in privaten Verträgen oder in Gesetzen und Verordnungen auf sie Bezug genommen wird. Durch die Anwendung von Normen lassen sich Rechtsstreitigkeiten vermeiden, weil sie eindeutige Festlegungen enthalten. Im Beitrag werden die Schnittmengen dieser Regelwerke sowie wesentliche Unterschiede betrachtet.

Vor Erscheinen der DIN EN 12195-1: 2003 wurde in Deutschland ausschließlich die VDI-Richtlinie 2702 beziehungsweise später die VDI-Richtlinie 2700 Blatt 2 zur Berechnung der erforderlichen Ladungssicherung verwendet. Zum Teil wurde die VDI-Richtlinie auch in anderen europäischen Ländern (zum Beispiel in Österreich) als Ladungssicherungsgrundlage verwendet. Nennenswerte Probleme gab es mit der VDI-Berechnungsrichtlinie nicht. Lediglich der komplizierte Aufbau beziehungsweise die Verständlichkeit für den Anwender wurde teilweise kritisiert. Außerdem besteht immer das Problem, eine Richtlinie, die in der Hauptsache auf physikalischen Grundlagen und Formeln beruht, in den Ladungssicherungsalltag umzusetzen.

Die Forderung, Ladungen zu 100 % entsprechend einer Richtlinie oder auch Norm zu sichern, ist in der Praxis nicht immer leicht zu erfüllen. So ist die Berechnungsvorgabe des erforderlichen Reibbeiwertes μ – unabhängig davon, ob die dynamische Gleitreibung oder die statische Haftreibung zu verwenden ist – an der Verladerampe oftmals nur schwer einzuhalten. Nicht zuletzt aus diesem Grund werden Reibbeiwerte und ihre (richtige) Ermittlung vielfach diskutiert. Ob der aktuelle Weg, Reibbeiwerte normativ vorzugeben, Abhilfe schafft, bleibt ebenfalls abzuwarten.

Auch viele andere Faktoren aus der Praxis sind nicht immer eindeutig in einer Richtlinie beschreibbar. Aber allein die Tatsache, dass in den VDI-Richtlinien, Normen und vielfach veröffentlichten Verladeanweisungen zur Ladungssicherung darauf hingewiesen wurde, hat besonders in den letzten Jahren erfolgreich zum Verständnis der notwendigen Ladungssicherungsmaßnahmen beigetragen. Im Laufe der Jahre hat der VDI daher auch weitere „Blätter" (zum Beispiel Blatt 9 „Ladungssicherung von hart gewickelten Papierrollen") in Zusammenarbeit mit der verladenden Industrie zu speziellen Fragestellungen entwickelt. Oftmals entstehen diese Blätter auf Initiative der verladenden Industrie.

Mit Erscheinen der DIN EN 12195-1: 2003 existierten in Deutschland zwei Grundlagen zur Berechnung der Ladungssicherung. Zu größeren Problemen hat es dadurch aber nicht geführt, da sich die beiden Regelwerke grundsätzlich nicht widersprachen. Lediglich beim kraftschlüssigen Sicherungsverfahren „Niederzurren" gab es Unterschiede in der Berücksichtigung des sogenannten *k*-Wertes[3]. Dieser war in der VDI-2700-Richtlinienreihe nicht in den Berechnungsformeln berücksichtigt, jedoch in seiner Auswirkung beschrieben.

Im Januar 2006 kam es zur Neufassung der STVO. In § 22 wird auf die Beachtung der anerkannten Regeln der Technik hingewiesen. Dazu gehören die DIN EN 12195-1 und die VDI 2700, Blatt 2[4].

Unumstritten handelt es sich bei beiden Regelwerken um Sicherheitsregeln, in denen Mindestanforderungen beschrieben werden. Abweichend von diesen Mindestanforderungen konnte der Anwender schon immer auch andere Maßnahmen zur Ladungssicherung, die dann aber mindestens gleichwertig sein müssen, treffen. Für den Fall, dass eine Ladungssicherungsmaßnahme versagt hat, muss der Verantwortliche nachweisen können, dass er alle erforderlichen Maßnahmen getroffen hat. Dieser Nachweis ist oftmals leichter zu führen, wenn man sich auf bestehende Vorgaben (VDI / DIN) beziehen kann, in denen genau diese Mindestanforderungen beschrieben sind.

Was ist aber zu tun, wenn eine europäische Norm nach der Überarbeitung plötzlich geringere Mindestanforderungen stellt? Ist der „alte" Stand der Technik dann nicht mehr gültig? Waren die Mindestanforderungen vielleicht weit überzogen? Sind nationale Vorschriften und Regeln dann etwa nicht mehr gültig? Mit der Revision der EN 12195-1: 2003 ist genau dieser Fall eingetreten. Erstmalig wurde mit der Überarbeitung ein geringeres Sicherheitsniveau formuliert. Damit sind viele Fragestellungen verbunden. Diese Fragen sind sowohl von technischer Herkunft, sie können aber auch juristische Aspekte beinhalten.

2 VDI-Richtlinien

Seit 1990 gibt es die VDI-Richtlinie 2702 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen, Zurrkräfte", die zuvor als Entwurf erstmals im April 1983 und Juni 1986 erschienen ist. Seit November 2002 ist die Richtlinie als VDI 2700 Blatt 2 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen, Zurrkräfte" auch in der englischen Übersetzung verfügbar.

---

2 DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

3 Beiwert, der den Verlust an Vorspannkraft durch Reibung zwischen Zurrmittel und Ladung berücksichtigt.

4 Siehe Anmerkung in der Einleitung: Erst durch Rechtsakte Dritter können Normen Verbindlichkeit erlangen, etwa wenn in privaten Verträgen oder in Gesetzen und Verordnungen auf sie Bezug genommen wird.

Im September 2004 wurde vom VDI auf der 34. Sitzung des Fachbereichs Ladungssicherung beschlossen, das Blatt 2 zu überarbeiten. Hauptgrund für die Überarbeitung der VDI-Richtlinie war die zuvor genannte, im April 2004 veröffentlichte DIN EN 12195-1.

Der Schwerpunkt der Überarbeitung sollte – wo erforderlich – in der Anpassung an den aktuellen Stand der Technik liegen. Im neuen Blatt 2 sollten die Methoden „Winkelberechnung" und „Längenberechnung" gegenüber gestellt werden. Die Übertragungsverluste der Vorspannkraft, die bisher nur beschrieben wurden, sollten zukünftig auch in den Berechnungsformeln berücksichtigt und damit an die europäische Norm angepasst werden. Zusätzliche Berechnungsmethoden, zum Beispiel kombinierte Sicherungsmethoden, sollten eingearbeitet werden. Insgesamt sollte das Blatt 2 verständlicher werden. Im August 2011 wurde die VDI-Richtlinie „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen, Berechnung von Sicherungskräften, Grundlagen" als Gründruck veröffentlicht [5].

3 Aktuelle Konstellation

In Deutschland existieren augenblicklich vier Regelwerke zur Berechnung der Ladungssicherung:

1. VDI 2700, Blatt 2 vom November 2002
2. VDI 2700, Blatt 2, Entwurf als Gründruck vom August 2011
3. DIN EN 12195-1 vom April 2004
4. DIN EN 12195-1 vom Juni 2011

Zwei davon sind zurzeit in Kraft, eine wurde zurückgezogen und eine befindet sich im Entwurf. Zu den zwei in Kraft befindlichen Regelwerken, der gültigen VDI 2700, Blatt 2 vom November 2002 und der revidierten DIN EN 12195-1 vom Juni 2011, muss vorab festgestellt werden, dass die Unterschiede im Vergleich zur DIN EN 12195-1 vom April 2004 größer geworden sind[5]. Bereits im Dezember 2003 wurde die EN 12195-1 vom CEN angenommen. Bis auf Schweden und Großbritannien haben damals alle Länder der EN 12195-1 zugestimmt. Somit wurde die Norm veröffentlicht und mit den oben genannten Ausnahmen angewendet.

Ende 2005 stellten sieben CEN-Mitgliedstaaten einen Antrag auf Revision der EN 12195-1: Dänemark, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Niederlande und Schweden. Die 1. CEN-Sitzung fand dann im Herbst 2006 in Berlin statt. Die 18. und letzte CEN-Sitzung fand im Januar 2009 in Wien statt. Das Sekretariat lag in dieser Zeit beim deutschen Spiegelgremium „Normenausschuss Textil und Textilmaschinen (Textilnorm)" des DIN in Berlin.

Bereits in der ersten internationalen Sitzung gab es kontroverse Auffassungen über die Betrachtung der Norm. Nach deutscher Auffassung hat die Norm nicht die Aufgabe, die Besonderheiten bei der Sicherung spezieller Ladegüter darzustellen und zu beschreiben. Schon gar nicht kann sie als Verladeanweisung betrachtet werden. Dies ist aufgrund der vielfältigen Ladegüter / Transportmöglichkeiten und den damit verbundenen „Sonderanforderungen" (Beispiel siehe oben) auch gar nicht möglich. Einige CEN-Mitglieder wollten jedoch die zukünftige EN-Norm als „Beste Praxis-Anweisungen" für den Anwender betrachten und spezifische Anforderungen dort hinterlegen.

Bestimmte Ladegüter, zum Beispiel „weiche Ladegüter", sollten von der Richtlinie ausgenommen werden. Als Begründung wurde angeführt, dass sie nicht durch das Sicherungsverfahren „Niederzurren" gesichert werden können. Der Vorschlag, Anhänge für spezielle Ladegüter zu entwickeln, in denen die Besonderheiten beschrieben würden, blieb unberücksichtigt.

Als Hauptproblem kann also festgestellt werden, dass die Berechnungsvorgaben der DIN EN 12195-1 und derer in der VDI-Richtlinie 2700, Blatt 2 in Deutschland als grundlegende Anforderung betrachtet, in einigen europäischen Ländern jedoch als Praxisanweisung beziehungsweise Kontrollanweisung verstanden werden.

Nachfolgend werden einige Unterschiede der DIN EN 12195-1 vom April 2004 zu der aktuellen Fassung vom Juni 2011 aufgeführt.

3.1 Titel der Norm

Der Titel wurde von „Zurrkräfte" in „Sicherungskräfte" geändert. Somit soll schon der Titel der Norm deutlich machen, dass die Ladungssicherung nicht ausschließlich durch Zurrmaßnahmen erfolgen muss. Eine sinnvolle Änderung, die auch in der zukünftigen VDI-Richtlinie erfolgt. Der Begriff Sicherungskräfte beinhaltet die Summe aller Maßnahmen und ist daher zutreffender.

4 Beiwert k, f_s

Die Berücksichtigung des Beiwertes k ist mittlerweile auch in der Praxis Stand der Technik geworden. In der aktuellen Fassung der Norm wurde dieser Beiwert k allerdings wieder gestrichen. Zwar wurde ein neuer Faktor $f_s = 1{,}1$ eingeführt, dieser gleicht aber nicht den Wegfall aus. Die Einführung des f_s-Wertes wurde daher auch mit dem Ausgleich von „Berechnungsunsicherheiten" begründet. Der f_s-Wert wurde ausschließlich für das Sicherungsverfahren Niederzurren eingeführt. Er kann aber die Streichung des k-Wertes sowie die weiteren Veränderungen nicht kompensieren und wird daher als ein Rückschritt auf Kosten der Sicherheit gesehen.

In Fahrtrichtung wurde der f_s-Wert auf 1,25 erhöht. Dieser Wert ist aufgrund der gesetzlichen Vorgaben einiger Länder entstanden. So wird zum Beispiel in Norwegen in Fahrtrichtung mit dem Beschleunigungsbeiwert in Längsrichtung 1,0 g gerechnet. Die jetzige Norm berücksichtigt

[5] Da die neue VDI-Richtlinie 2700, Blatt 2 im Gründruck erst im August 2011 veröffentlicht wurde, können diesbezügliche Änderungen erst später behandelt werden.

aber in Längsrichtung den Beschleunigungsbeiwert 0,8 g. Durch die Erhöhung von f_S von 1,10 auf 1,25 ergibt sich in der Multiplikation ein Wert des Beschleunigungsbeiwerts von 1,0 g (1,25 x 0,8 g = 1,0). Dadurch wurde die Akzeptanz der Norm für diese Länder hergestellt. Da der Faktor f_S nur bei kraftschlüssiger Sicherung berücksichtigt wird, entfällt er bei Direktsicherungen.

Zurrmittel, die zum Niederzurren verwendet werden, müssen seit Inkrafttreten der DIN EN 12195-2 mit Angabe einer STF (Standard Tension Force) gekennzeichnet sein. In der Berechnung nach DIN EN 12195-1 fließt dieser Wert als F_T ein. In der Berechnung kann für F_T die jeweilige STF des Zurrmittels eingesetzt werden. Da der Beiwert k nicht mehr in der Formel enthalten ist, wird der Vorspannwert F_T mit dem Faktor 2 multipliziert – also ohne Vorspannverluste auf der dem Spannmittel gegenüberliegenden Seite gerechnet.

Deutschland hat im Verlauf der Revision im Auftrag der BG-Verkehr eine Untersuchung zu diesem Thema durchgeführt. Der Untersuchungsbericht[6] bestätigt allerdings die Notwendigkeit des Beiwertes k in der Berechnung. In der Zusammenfassung wird gesagt: „Die Versuche ergaben, dass Zugkraftunterschiede beim Niederzurren zwischen Festende und Losende real sind. Der anzusetzende Übertragungsbeiwert differiert zum Teil schon deutlich zwischen den einzelnen Kantenschutzwinkeln bei Verwendung von neuen Zurrgurten. [...]"

Somit ist auch durch diese Untersuchung bestätigt, dass der Vorspannkraftverlust aufgrund wirksamer Reibungsverluste vorhanden ist. Aus diesem Grund hat Deutschland dem Wegfall auch nicht zugestimmt.

5 Wankfaktor

Für die Berechnung kippgefährdeter Ladegüter sind ebenfalls neue Beschleunigungsbeiwerte eingeführt worden. Der bisherige Wankfaktor (Kippfaktor) von 0,2 g ist entfallen beziehungsweise abhängig vom Sicherungsverfahren um 0,1 g auf 0,6 g reduziert worden.

Der bisherige Beschleunigungsbeiwert in Höhe von 0,2 g wird in der VDI-Richtlinie wie folgt beschrieben: „Zur Berücksichtigung von dynamischen Kippmomenten durch eine instationäre Seitenneigung beziehungsweise durch Winkelbeschleunigungen aus Wankschwingungen des Fahrzeugs um seine Längsachse während einer Kurvenfahrt, wird zur Bewertung der Kippsicherheit der Ladegüter zum Querbeschleunigungsfaktor f_q noch ein Wankfaktor $f_w = 0{,}2$ g eingeführt."

In Deutschland wurde die Höhe des Wankfaktors ebenfalls diskutiert. Im Verlaufe der Expertenbefragungen durch das deutsche Spiegelgremium im Oktober 2006 wurde festgestellt, dass der Beschleunigungsbeiwert von 0,2 g vorerst auch international zu vertreten sei, da es keine belastbaren Veröffentlichungen gab, die eine Reduzierung gerechtfertigt hätten. Nicht veröffentlichte Prüfungen und Praxistests wiesen allerdings erkennbare Tendenzen auf, die eine Reduzierung des Wankfaktors um 0,1 g rechtfertigen könnten.

In einer aktuellen Veröffentlichung des GDV aus dem Jahr 2011 [6] wird ein Wankfaktor in Höhe von 0,1 g als angemessen betrachtet. Es wird allerdings auch gefordert, dass er ebenso für die Fahrtrichtung Berücksichtigung finden muss.

Das eigentliche Problem der Kippbetrachtung in der neuen EN 12195-1 besteht in der Betrachtung des Verhaltens instabiler Ladegüter bezüglich des gewählten Sicherungsverfahrens. Mit der revidierten Norm kann der Anwender den Wankfaktor vernachlässigen (also nicht berücksichtigen), wenn er zur Kippsicherung das kraftschlüssige Sicherungsverfahren Niederzurren anwendet und dabei die eingebrachte „Vorspannkraft des Zurrmittels" F_T der „normalen Spannkraft" STF entspricht – was bei Verwendung handelsüblich gekennzeichneter Zurrmittel meistens der Fall ist. Somit entfällt der Wankfaktor vollständig.

Der Wankfaktor von 0,1 g soll nur dann berücksichtigt werden, wenn die „Vorspannkraft des Zurrmittels" $F_T = 0{,}5$ LC entspricht (LC = Lashing Capacity = Höchstzugkraft bei Verwendung im geraden Zug). In der Praxis ist das nicht möglich. Ein handelsüblicher Zurrgurt, mit einer LC von zum Beispiel 2.500 daN im geraden Zug müsste dazu auf 1.250 daN, (entspricht 1,25 t) vorgespannt werden. Derartige Zurrsysteme stehen aber nicht zur Verfügung beziehungsweise würden ein nicht unerhebliches Gefahrenpotenzial beim Öffnen der Spannmittel bedeuten. Sollte der Anwender der Norm die Kippsicherung nicht kraft-, sondern formschlüssig vornehmen, soll wiederum der reduzierte Wankfaktor 0,1 g berücksichtigt werden – wenn die „Rückhaltekraft des Zurrmittels" F_R = LC ist.

Also wird mit Inkrafttreten der neuen EN 12195-1 die Berücksichtigung des Wankfaktors in Abhängigkeit von der jeweiligen Sicherungsmethode betrachtet und es werden dabei drei Anwendungsmöglichkeiten unterschieden. Dies ist aus deutscher Sicht unglücklich, da auf niedergezurrte Ladungen keine anderen Kräfte einwirken als auf direkt gesicherte Ladungen. Wie der Anwender der Norm zukünftig kombinierte Sicherungsmaßnahmen behandeln soll, ist unklar.

6 Reibung

Die Reibung ist eine sehr wichtige Einflussgröße bei der Bestimmung der ausreichenden Ladungssicherungsmaßnahme. Bisher wurde in Deutschland für die Ladungssicherung die Gleitreibung als Grundlage für die Berechnung verwendet. Im Laufe der Jahre wurden Gleitreibbeiwerte für viele Ladegüter ermittelt

[6] Auftraggeber: Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen, Technischer Aufsichtsdienst, Geschäftsbereich Prävention. Auftrag vom: 14.05.2007, Fertigstellung des Gutachtens: 12.06.2007, www.bg-verkehr.de.

und veröffentlicht. Eines haben all diese Werte gemeinsam, eine zum Teil erhebliche Streuung.

Unabhängig davon, welche Reibung zur Anwendung kommt, ist die Frage, wie der jeweilige Reibbeiwert ermittelt und wie aus dem „Prüfwert" ein verwendbarer Anwendungswert wird. Es gibt Befürworter der Neigungsversuche, die für die Ermittlung der Haftreibbeiwerte herangezogen werden können. Dieser Versuch ist relativ einfach im Aufbau. Im Vergleich dazu ist die Ermittlung der Gleitreibung im Zugversuch aufwendiger. Beide Prüfungen können sowohl im Prüflabor als auch direkt auf einem Fahrzeug in der Praxis durchgeführt werden.

In der VDI-Richtlinie wird dazu gesagt „[...] Vertikaldynamik eines Fahrzeugs allerdings kann zu Vertikalkraftschwankungen führen, welche kleine Verschiebebewegungen des Ladegutes begünstigen. Ferner bauen die Zurrmittel bei allen Zurrarten durch ihr elastisches Verhalten erst nach geringfügiger Ladungsverschiebung die erforderlichen Sicherungskräfte auf (siehe Abschnitt 3.3). Da im ungünstigsten Fall die bereits gleitende Ladung gesichert werden muss, ist nur die Einsetzung der kleineren Gleit-Reibbeiwerte zulässig".

Die Vertikaldynamik ist unzweifelhaft vorhanden. Die BG-Verkehr hat im Verlauf der Revision eine Überprüfung dieser Frage durch die Universität Dortmund, Fachbereich Logistik veranlasst. Im Untersuchungsbericht[7] wird festgestellt, dass für die Berechnung von Ladungssicherungsmaßnahmen nicht der Haftreibbeiwert, sondern der Gleitreibbeiwert eingesetzt werden muss. Diese Vorgabe wird aufgrund der durchgeführten Untersuchungen sogar als unbedingt einzuhaltende Mindestvorgabe bezeichnet. Weiter wird festgestellt, dass Reibungskräfte, die in den üblichen quasistatischen Untersuchungen ermittelt worden sind, beim Einwirken von dynamischen Stoß- oder Schwingungsbelastungen gravierend unterschritten worden sind.

Vor diesem Hintergrund wird die Forderung der Richtlinie VDI 2700, im Zweifelsfall, also bei Vorliegen unterschiedlicher Reibbeiwerte für vergleichbare Reibungskombinationen, ausschließlich den kleinsten Gleitreibbeiwert zu verwenden, als absolute Minimalforderung bewertet.

In der revidierten DIN EN 12195-1 vom Juni 2011 wird für die Berechnung formschlüssiger Ladungssicherung ein Umrechnungsfaktor f_μ mit dem Betrag 0,75 eingeführt. Freilich wurde auch hier die Möglichkeit eingeräumt, auf Basis von Prüfergebnissen – die im weiteren Verlauf noch erläutert werden – den Umrechnungsfaktor auf 1,0 zu erhöhen.

Aufgrund der kontroversen internationalen Standpunkte bezüglich der Frage, ob bei der Ladungssicherung die dynamische oder die statische Reibung verwendet werden soll, wurde der Reibbeiwert μ ohne Indizes eingeführt.

In der revidierten DIN EN 12195-1 vom Juni 2011 werden die Reibbeiwerte in einem „normativen Anhang" dargestellt (in der vorherigen Norm waren die Werte in einem „informativen Anhang" dargestellt). Der anzusetzende Reibbeiwert für die Materialpaarung „Europalette / Siebdruckboden" wurde während der Revision ausführlich diskutiert, weil diese Konstellation sehr häufig in der Praxis vorkommt. In der DIN EN 12195-1 vom April 2004 betrug der Wert dafür noch 0,25 (Tabelle B.1, kunstharzgebundenes Sperrholz, Gitterstruktur / Europalette). In der revidierten Fassung vom Juni 2011 ist die Tabelle wesentlich kürzer. Der Abschnitt Paletten fehlt komplett. Dafür steht unter der Rubrik „Schnittholz – Schichtholz / Sperrholz" der Wert $\mu = 0{,}45$, der in der alten Fassung noch mit 0,35 angegeben war.

Das deutsche Spiegelgremium hat zur Beantwortung der Frage, welche Prüfmethode verwendet werden muss, das IFA in St. Augustin mit der Untersuchung[8] beauftragt. In der zusammenfassenden Bewertung heißt es: „Unter den gewählten Versuchsbedingungen ergaben sich für die Materialpaarung Siebdruckboden / Euro-Holzpalette mittlere Haftreibungszahlen zwischen 0,28 und 0,34 im Kippversuch und zwischen 0,30 und 0,41 im Zugversuch. Die mittleren Gleitreibungszahlen im Zugversuch lagen zwischen 0,28 und 0,37." Und weiter „Die Bestimmung von Haftreibungszahlen durch Kipp- und Zugversuche führte alles in allem zu ähnlichen Ergebnissen. Bei den Zugversuchen konnten jedoch zum Teil keine Haftreibungszahlen aufgrund von Setzeffekten in der Versuchseinrichtung ermittelt werden. Stick-slip-Effekte erschwerten ebenfalls die Angabe von Haft- wie auch Gleitreibungszahlen."

Somit war der bisherige dynamische Gleitreibbeiwert $\mu_D = 0{,}25$ für diese Materialpaarung bestätigt. Die überwiegende Mehrheit der internationalen Vertreter wollte jedoch die Erhöhung des Reibbeiwertes für diese Paarung auf $\mu = 0{,}5$. Der veröffentlichte Wert 0,45 ist als Kompromiss der darüber geführten Diskussion entstanden. Die neuen Reibwerte sind analog auch für die Berechnung der Blockierkraft anzuwenden.

7 Praktische Verfahren zur Bestimmung der Wirksamkeit von Ladungssicherungsmaßnahmen

In der revidierten Norm DIN EN 12195-1 vom Juni 2011 kann die erforderliche Ladungssicherung auch ohne Berechnung, also aufgrund von Versuchen ermittelt werden. Bisher wurden in Deutschland dafür dynamische Fahrversuche nach DIN EN 12642 durchgeführt. Zukünftig soll auch ein statischer Versuch mit der schiefen Ebene gleichwertige

[7] BG-Verkehr, Untersuchung der Wirksamkeit von Reibungskräften bei der Sicherung verladener Güter im Fahrbetrieb, www.bg-verkehr.de.

[8] Vergleichende Ermittlung von Reibungszahlen zwischen Ladung und Ladefläche durch Kippversuche und durch Zugversuche im Hinblick auf die Überarbeitung der DIN EN 12195-1, www.bg-verkehr.de.

Nur für Abonnenten: Kostenloser 2D DXF-Download unter www.VKUonline.de/dxf

Ergebnisse ermöglichen. Einige Experten halten das für gefährlich, weil ein „bestandener" statischer Test oftmals unter gleichen Voraussetzungen im dynamischen Fahrversuch versagt.

Ungeachtet dessen kann der Anwender der Norm sich frei entscheiden. Er soll allerdings sicherstellen, dass das verwendete Prüfverfahren für die geprüften Waren und den Transport geeignet ist. Inwieweit statische Versuche hier Beachtung finden werden, bleibt abzuwarten.

8 Vorwort der DIN EN 12195-14 Juni 2011

DIN hat gegen die Annahme der Änderung der Norm revidierten EN 12195-1 gestimmt, da diese Neufassung in wesentlichen Punkten eine erhebliche Reduzierung des Sicherheitsniveaus der bisherigen Norm (EN 12195-1: 2004) darstellt und nicht den anerkannten Regeln der Technik im Sinne des § 22, Abs. 1 StVO entspricht. Als Mitglied im CEN ist das Deutsche Institut für Normung (DIN) aber verpflichtet, die geänderte neue Norm in Deutschland zu veröffentlichen, obwohl es gemeinsam mit Polen und der Schweiz bei der Abstimmung im europäischen Gremium gegen die Einführung gestimmt hat. Um diesen Standpunkt zu verdeutlichen, hat DIN in einem „nationalen Vorwort" die Sicherheitsbedenken konkret zum Ausdruck gebracht. In diesem Vorwort werden unter anderem die nachfolgenden Punkte aufgeführt:

„[...] Die bisherige EN 12195-1: 2003, die wesentlich auf der VDI-Richtlinie 2700 beruht, zählt in Deutschland zu den anerkannten Regeln der Technik im Sinne des § 22 der StVO. Bei der aktuellen Überarbeitung, gegen die sich Deutschland ausgesprochen hatte, wurden die Anforderungen in Bezug auf die Sicherheitskennwerte jedoch erheblich reduziert. [...]

Zur Wahrung des in Deutschland allgemein anerkannten Sicherheitsniveaus zur Ladungssicherung werden im Folgenden einige weitere Hinweise und Erläuterungen zur Anwendung der DIN EN 12195-1: 2011-06 gegeben:

1) Ein höherwertiges als das in DIN EN 12195-1: 2011-06 beschriebene Sicherheitsniveau kann jederzeit angewendet werden;

2) Die nationalen Vorschriften, Regelwerke und Verordnungen sind zu beachten, welche durchaus ein höheres Sicherheitsniveau voraussetzen können. [...]"

Im transeuropäischen Straßengüterverkehr sehen sich die Spediteure und die Kontrollinstitutionen mit einer zunehmenden Regelvielfalt konfrontiert. Diese ist zwar mit der Absicht einer Steigerung der Straßenverkehrssicherheit entstanden, infolge der unzureichenden Harmonisierung bestehen jedoch in der praktischen Umsetzung Probleme. Es steht außer Zweifel, dass der derzeit gegebene Zustand für die Praktiker in den Speditionen und bei den Überwachungsbehörden sehr unbefriedigend ist. Die jüngsten Entwicklungen auf dem Gebiet der Normen- und Richtlinienarbeit sind zum Teil nicht gut koordiniert. Viele Fragen blieben bisher unbeantwortet. Leidtragende sind neben den Spediteuren auch die verladende Industrie, Beratungs- und Schulungsunternehmen, Kontrollorgane wie BAG und Polizei sowie Sachverständige. Viele Betroffene warten auf den Gesetzgeber beziehungsweise auf juristische Entscheidungen.

Daher ist eine bessere Harmonisierung der nationalen und internationalen Regeln der Technik dringend erforderlich. Es bleibt die Hoffnung, dass für Europa eine einheitliche Regelung auf einer vernünftigen fachlichen Grundlage gefunden werden kann. Länder, die über eine gut entwickelte Ladungssicherungs-Infrastruktur verfügen, sollten auch weiterhin eine Vorbildfunktion wahrnehmen. Ladungssicherungsvorgaben müssen an erster Stelle nachvollziehbar und sicher sein, um akzeptiert zu werden. Es wird geschätzt, dass europaweit bei bis zu 25 % der Unfälle, an denen Lkw beteiligt sind, mangelhafte Ladungssicherung eine ursächliche Rolle gespielt hat [3]. Faktisch ist die neue DIN EN 12195-1 vom Juni 2011 schlechter nachvollziehbar als die Vorgängerversion.

Daher stellt sich die wichtige Frage, ob die Inhalte der neuen DIN EN 12195-1 vom Juni 2011 sachlich und fachlich erneut zu hinterfragen sind. Anders ist die Sicherstellung eines hohen Niveaus der Ladungssicherung im grenzüberschreitenden Verkehr nur schwer aufrecht zu erhalten. Eine Herabstufung des Sicherheitsniveaus kann gerade für Deutschland als Transitland Nummer 1 und einer entsprechend hohen Verkehrsdichte gefährliche Folgen haben. Auch zukünftig sollten in Deutschland die geltenden anerkannten Regeln der Technik, namentlich der Richtlinienreihe VDI 2700, die erforderliche Beachtung finden, mit dem Ziel, dass diese Erkenntnisse weiter mithelfen können, auch für Europa einheitlich akzeptierte Grundlagen zu erarbeiten, um die Sicherheit im Straßenverkehr auch über die Grenzen hinaus zu verbessern.

9 Zusammenfassung

Lange Zeit erfolgte in Deutschland eine Berechnung von Ladungssicherungskräften allein nach der Richtlinie VDI 2700, welche erstmals im Oktober 1975 veröffentlicht und seither ständig weiterentwickelt wurde. Als Europäische Norm zur Berechnung von Zurrkräften kam im Jahr 2003 EN 12195-1 hinzu, die als DIN EN 12195-1 seit April 2004 auch im deutschen Normenwerk verankert ist. Bei der „klassischen" Berechnung der durch Niederzurren erzeugten Gesamtvorspannkraft eines Zurrmittels nach VDI 2700 konnte die mit dem Spannelement einseitig in den Gurt eingebrachte Mindest-Vorspannkraft verdoppelt werden. Der mögliche Vorspannkraft-Unterschied infolge der Umschlingungsverluste wurde lediglich als Hinweis in einer Fußnote dargestellt. Im Gegensatz dazu berücksichtigt die

EN 12195-1 den Reibungsverlust zwischen Sicherungsmittel und Oberfläche der Ladung durch einen Übertragungsbeiwert *k*, der direkt in den Berechnungsformeln hinterlegt ist.

Somit kann sich bei Berechnung nach EN 12195-1 ein höherer erforderlicher Vorspannkraftwert ergeben als nach VDI 2700. Im Zuge der regelmäßigen Überprüfung der VDI-Richtlinien wurde mit der Überarbeitung des Blattes 2 begonnen, um eine Anpassung an den aktuellen Stand der Technik zu erreichen. So wurden im überarbeiteten Blatt 2 zum Beispiel die Methoden der Winkel- und Längenberechnung gegenübergestellt, Übertragungsverluste der Vorspannkraft in den Formeln berücksichtigt, zusätzliche Berechnungsbeispiele – insbesondere für kombinierte Sicherungsmethoden – aufgenommen und insgesamt das Blatt 2 verständlicher dargestellt.

Da alle fünf Jahre auch die EN-Normen hinterfragt werden, ist in diese Phase ebenfalls die erneute Überarbeitung der DIN EN 12195-1 gefallen. Über das Ergebnis wird seit mehreren Monaten kontrovers darüber diskutiert.

Mit Erscheinen der ersten Fassung der EN 12195-1 sind in Europa die European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport von der Europäischen Kommission herausgegeben worden. Dieser Leitfaden ist heute in 19 europäischen Sprachen verfügbar und bezieht sich auf die damalige EN 12195-1. Er ist zwar nicht bindend im Sinne eines von der EU erlassenen Rechtsaktes, es ist aber zu erwarten, dass er im transeuropäischen Straßengüterverkehr zunehmende Beachtung finden wird.

Damit sehen sich die Spediteure und die Kontrollinstitutionen mit einer zunehmenden Regelvielfalt konfrontiert. Diese ist zwar mit der Absicht einer Steigerung der Straßenverkehrssicherheit entstanden. Infolge unzureichender Harmonisierung bestehen jedoch in der praktischen Umsetzung Probleme. In Anbetracht der zunehmenden Internationalisierung des europäischen Straßengüterverkehrs ist zu erwarten, dass hier noch viel Diskussionsbedarf bestehen wird.

Eine zusätzliche Brisanz erhält die Problematik im Zusammenhang mit der seit 1. Januar 2006 gültigen Formulierung des § 22 der deutschen Straßenverkehrsordnung. Danach sind bei der Sicherung der Ladung die anerkannten Regeln der Technik zu beachten.

Im Beitrag werden die derzeit gegeben Unterschiede der in VDI 2700-Blatt 2 und EN 12195-1 angegebenen Formeln zur Ladungssicherung aufgezeigt. Weiterhin werden die Auswirkungen der Berechnungsergebnisse auf die Sicherung einiger konkreter, typischer Ladungen dargestellt.

Es steht außer Zweifel, dass der derzeit gegebene Zustand für die Praktiker in den Speditionen und bei den Überwachungsbehörden sehr unbefriedigend ist. Deshalb ist eine bessere Harmonisierung der nationalen und internationalen Regeln der Technik der Ladungssicherung dringend erforderlich. Hierzu enthält der Beitrag einige Vorschläge, die auf gesicherten physikalischen Erkenntnissen und reproduzierbaren Versuchsergebnissen aufbauen.

Current regulations for calculating lashing forces – description of problems and approaches to solving them

For a long time, cargo securing forces were calculated in Germany solely in accordance with VDI Guideline 2700, first published in October 1975 and under continuous revision since then. In 2003, it was joined by EN 12195-1, the European Standard for calculating lashing forces which, as DIN EN 12195-1 has been part of the corpus of German Standards since April 2004. The present paper discusses the differences that currently exist between the cargo securing formulae set out in Part 2 of VDI 2700 and those contained in EN 12195-1. There will also be a discussion dealing with the effects of the calculated results on the securing of a number of specific typical cargoes.

Literaturhinweise

[1] DIN EN 12195-1: Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen – Sicherheit – Teil 1: Berechnung von Zurrkräften. Normenausschuss Textil und Textilmaschinen (Textilnorm) im DIN, Normenausschuss Rundstahlketten (NRK) im DIN, Normenausschuss Stahldraht und Stahldrahterzeugnisse (NAD) im DIN. Beuth Verlag GmbH, Berlin, Juni 2011

[2] VDI 2700: Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen. VDI Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik. Beuth Verlag GmbH, Berlin, November 2004 (neuer Entwurf vom August 2011) und diverse Folgeblätter VDI 2700 ff

[3] European Commission, Mobility & Transport: Road Safety – Best practice guidelines on cargo securing and abnormal transport. Internetquelle: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/vehicles/guidelines_cargo_securing__en.htm

[4] IMO / ILO / UNECE, Guidelines for packing of cargo transport units (CTUs) ISBN 92-01-1443-3 Model course 3.18 Safe Packing of Cargo Transport Units, Course ISBN 92-801-5127-4, Working book ISBN 92-801-5116-9

[5] VDI 2700 Blatt 2 Entwurf: Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen – Berechnung von Sicherungskräften – Grundlagen. VDI-Gesellschaft Produktionstechnik und Logistik (GPL), Fachbereich Technische Logistik, VDI-Handbuch Ladungssicherung, VDI-Handbuch Technische Logistik, Band 6: Verpackungslogistik. Beuth-Verlag GmbH, Berlin, August 2011

[6] Kapps, H.: Ladungssicherung im Straßenverkehr – Wer kennt die Wahrheit? Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV), Berlin 1999-2011 Internetquelle: http://www.tis-gdv.de/tis/ls/ls_im_strassenverkehr/ladungssicherung_im_sv_110517.html

*** Autor**

Dipl.-Ing. Uwe Schöbel ist Betriebsleiter und Abteilungsleiter K&E der Dolezych GmbH & Co. KG in Dortmund. ::