



Foto: gela-Archiv

Mit der Ladung eine Einheit bilden

VORHABEN – Für die Ladeeinheitensicherung existieren drei gängige Prüfverfahren. Eine europäische Norm, in der diese zusammengefasst werden sollten, kam im ersten Anlauf allerdings noch nicht zustande.

VON GERRIT HASSELMANN



Gerrit Hasselmann ist Leiter Verpackungsprüfung/Entwicklung, am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) in Dortmund.

Regelmäßig kommt es in Diskussionen zu Verständniskonflikten, wenn es um die beiden Begriffe Ladungssicherung und Ladeeinheitensicherung geht. Leider stellt man fest, dass vielfach die Meinung vorherrscht, Ladungssicherung könnte die Ladeeinheitensicherung ersetzen. Das ist definitiv nicht der Fall. In Deutschland – und leider nur hier – liegt die DIN-Norm 55405 vor, welche die Begriffskette von der Verpackung über die Bildung einer Ladeinheit unter Verwendung eines Ladungsträgers und der Applikation von Maßnahmen, um dieses Konstrukt zusammenzuhalten, beschreibt.

Auch liegt mit den verschiedenen Blättern der VDI 3968 eine Grundlage vor, in der die verschiedenen Verfahren zur Bildung von Ladeeinheiten explizit dargestellt werden. Zugegebenermaßen ist diese Richtlinie nicht mehr vollständig aktuell. Es werden aber die noch immer technologisch verbreiteten Verfahren, die da heißen Umreifen mit Einweg-Kunst-

stoffband, Stretch-Folienwicklung und (Dehn-) Haubenschrupfen, eindeutig beschrieben. Was unmittelbar zu der Frage führt, wozu Ladeeinheitensicherung eigentlich notwendig ist.

Eine Antwort liefert die Analyse der für eine vorgegebene Distributionsstruktur anzunehmenden Belastungen. Der Fokus soll hier auf den mechanischen Belastungen in den drei bekannten TUL-Prozessen Umschlagen, Lagern und Transportieren liegen, die sich in einer Logistikkette wiederholen. Für den Transport mit verschiedenen Verkehrsträgern wie Straßenfahrzeug, Eisenbahn, Schiff und Flugzeug wurden diese Belastungen in Form von Beschleunigungswerten in der Einheit „g“ (1,0 g entspricht 9,81 m/s²) im CTU-Code vom Mai 2015 als international gültigem Standard festgelegt. Die Abkürzung CTU stammt aus dem Englischen und steht für *Cargo Transport Unit*, was dem deutschen Begriff „Güterbeförderungseinheit“ entspricht. Dabei bedeutet „Code“ so viel wie Regelwerk.

Die mechanischen Belastungen beim Lkw-Transport können in Bezug auf ihre Wirkrichtung unterschieden werden in vertikale und horizontale Schwingungen und Stöße. Bremsvorgänge, Kurvenfahrten, Spurwechsel erzeugen horizontale Belastungen mit einer maximalen Beschleunigung (a) von 0,8 g. Kupplungsvorgänge beim Rangieren von Eisenbahnwaggons erzeugen eine Beschleunigung von maximal 4,0 g. Beim „Touch-Down“ eines Frachtfliegers sind vertikale Stöße von 2,0 g anzunehmen und beim Stampfen eines Containerschiffs in rauer See muss von vertikalen Stoßbelastungen ebenfalls von 2,0 g ausgegangen werden. Grundsätzlich wirken diese Belastungen auf den Verkehrsträger und seine Ladung nicht einzeln hintereinander ein, sondern gleichzeitig und überlagernd. Für die Belastungen bei Umschlag- und Lagerprozessen liegen derartige Zahlenwerte nicht vor.

Beschleunigungen und Wirkdauer

Die Belastungen wirken grundsätzlich auf das gesamte System, bestehend aus Ladung und Verkehrsträger. Es hängt also von der Art der Ladung ab, welche Maßnahmen zu ergreifen sind, um eine spezifische Ladung mit einem gewählten Verkehrsträger sicher von A nach B zu transportieren. Die mechanischen Belastungen müssen aber auch in Bezug auf ihre Wirkdauer unterschieden werden. Denn eines ist physikalisch unumstritten: Je länger eine Beschleunigung auf eine Masse wirken kann, desto länger wirkt auch die daraus resultierende Kraft (F) als Produkt von Masse mal Beschleunigung auf das Sicherungssystem.

Als Beispiel mag die Verformbarkeit und Belastung einer Stretchfolienwicklung dienen. Je länger die beim Bremsen entstehende Verzögerungskraft auf die Stretchfolie einwirken kann, desto stärker wird diese verformt werden, d.h. sich dehnen, und desto mehr wird die Ladung auf dem Ladungsträger, z.B. einer Palette, verrutschen. Die Wirkdauer, d.h.

die Zeitdauer der Bremsung oder Kurvenfahrt oder des Rangierstoßes, ist sowohl für die Auslegung von Sicherungsmaßnahmen als auch für die Überprüfung einer Maßnahme ein entscheidender Faktor.

Einige Beispiele sollen das verdeutlichen. Die einzelnen Bestandteile eines kompakten Transformatorgehäuses werden sich bei einer Bremsverzögerung nicht gegeneinander verschieben. Dennoch muss das Gehäuse auf der Ladefläche gegen Verrutschen und Umkippen gesichert werden. Dagegen muss bei einer Ladeinheit von vier Stahlfässern, befüllt mit je 200 Liter Flüssigkeit, auf einer Euro-Palette zunächst eine ausreichende Verbindung der Fässer mit der Palette hergestellt werden, um die Ladeinheit anschließend für den Transport im Lkw/Container durch kraft- oder formschlüssige Verfahren ausreichend gegen Verrutschen und Umkippen zu sichern. Diese Logik wird weder in den einschlägigen Tabellen, noch dem aktuellen CTU-Code deutlich gemacht. Die Tatsache, dass die anzunehmenden Belastungen sowohl Basis für die Berechnung von Ladungssicherungsmaßnahmen wie auch die Anwendung und Auslegung von Maßnahmen zur Ladeeinheitensicherung sind, wird häufig nur diffus wahrgenommen.

Komplexer als Ladungssicherung

Im Gegensatz zu Maßnahmen zur Ladungssicherung lassen sich Maßnahmen zur Ladeeinheitensicherung nicht gemäß den Grundlagen der Mechanik berechnen. Bei der Ladungssicherung entscheiden überschaubare Faktoren, welches Prinzip der Sicherung angewendet werden kann. Beim kraftschlüssigen Verfahren wie dem Niederzurren muss der Anwender wissen, ob Reibung zwischen Ladung und Ladefläche genutzt werden kann. Bei formschlüssigen Verfahren müssen die Belastungsgrenzen z. B. der Fahrzeugstirnwand oder die der Zurrpunkte beim Direktzurren bekannt sein. Wie aber berechnet man die Anzahl der

notwendigen Wicklungen, wenn man die Ladeinheit durch eine Stretchfolienwicklung mit dem Ziel sichern möchte, dass diese Ladeinheit den bekannten und anzunehmenden Belastungen widerstehen kann und die einzelnen Ladungsteile sicher mit dem Ladungsträger verbunden bleiben sollen? Diese Fragen, die sich etwa ein Verloader stellt, sind deutlich komplexer als Fragen zur Ladungssicherung.

Lange Zeit wurde dies – nennen wir es die Qualität der Ladeeinheitensicherung – entweder „aus dem Bauch heraus“ oder durch so genannte „Erfahrungen“ geklärt und praktiziert. Pro Seite zwei vertikale Umreifungsbänder mit oben aufgelegter Einweg-Palette sichern vier 200-Liter-Fässer. Doch mit welcher Umreifungsband-Qualität, welcher Vorspannung? Und reichen vier Bänder, um durch die Niederzurrung eine ausreichend hohe Reibkraft zwischen Fass und Palette herzustellen? Überprüft wurde das nie – es hat ja immer gehalten. Oder man nehme die Stretchfolienwicklung zur Sicherung von 40 Foliensäcken á 25 Kilogramm auf der Palette: Wieviel Fuß- und Kopfwicklungen bei welcher Überlappung, welche Stretchfolienqualität, wieviel Prozent Vorreckung, welche Anlegespannung? Werden die Einstellungen des Wicklers für eine spezifische Foliensqualität definiert oder wird das immer so gemacht?

Letztendlich stellt sich also die Frage, wie eine derartige Sicherungsmaßnahme an einer Ladeinheit vor dem Versand von einem gewissenhaften Verloader/Absender überprüft werden kann. Leider gibt es keine anerkannten Berechnungsverfahren, um Ladeeinheitensicherungsverfahren bei

Verwendung von Folien zu berechnen, auch wenn von Folienherstellern durch Verwendung von allerlei Techniken versucht wird, diesen Eindruck zu erwecken. Durch eine Stretchfolienwicklung, aber auch eine Haubenschumpfung oder Aufbringen einer Dehnhaut entstehen werkstofftechnologisch in der verformten Folie äußerst komplexe Zustände, die bis heute weitestgehend nicht erforscht sind – und daher nicht berechnet werden können.

Was bleibt, ist also die Überprüfung durch Anwendung verschiedener Prüfverfahren – allerdings erst nach der Herstellung der Ladeeinheitensicherung. Im Wesentlichen sind es drei Methoden, die international angewendet werden, um die Sicherung einer Ladeinheit zu überprüfen. Die beiden Verfahren Kipp- und horizontale Brems- und

Von A nach B mit Dolezych

80% leichtere Kette = 100% glückliche Fahrer!

Mit der textilen Zurrkette **Dolezych PowerLock** ist das Sichern schwerer Lasten das reinste Vergnügen!

Die leichte Kette ist stark wie Stahl, verschleißfest, kinderleicht im Handling und schonend zur Ladung!

Heben und Transportieren – seit über 85 Jahren wird's sicher mit **Dolezych** wie Dolezych.

Dolezych
Mittelschwer

www.donova.info

Shockprüfung können in einem entsprechend ausgestatteten Prüflabor durchgeführt werden. Durch eine dynamische Fahrprüfung besteht die Möglichkeit, die Sicherung der Ladeeinheit mit sehr hoher Realitätsnähe zu überprüfen, wobei der Aufwand gegenüber den Laborprüfungen erheblich größer ist.

Ziel jeder dieser drei Methoden ist es, die real auf die Ladeeinheitensicherung einwirkenden Belastungen mit möglichst großer Präzision auf das Prüfobjekt zu übertragen. Gemeinsam haben alle drei Methoden, dass eine optimale Sicherungsvariante nur durch einen *iterativen Prozess* – d.h. das Prüfen einer Variante, die Optimierung und erneute Prüfung der neuen Variante – gefunden werden kann.

Brems- und Shockprüfanlage im Labor des Fraunhofer-IML in Dortmund



Kipptest

Der Kipptest gemäß DIN EN 12195-1:2010 ist eine quasi-statische Prüfung und simuliert durch einseitiges Ankippen einer Ladeeinheit mit relativ langsamer Hubgeschwindigkeit bis zu einem zuvor berechneten Kippwinkel die Beschleunigungs- und Reibungsverhältnisse, die bei horizontal einwirkenden Beschleunigungen auf die Ladeeinheit resp. die Sicherungsmaßnahme einwirken. Allerdings ist die Bestimmung des Neigungswinkels nicht trivial und muss gemäß der Lösungsformel der Norm erfolgen. Wichtige Anmerkungen machte hierzu Prof. Kapt. Hermann Kaps in verschiedenen Veröffentlichungen. Die Masse der Ladeeinheit sowie der

Reibwert zwischen Ladung und Ladungsträger müssen zudem bekannt sein. Eine dynamische Komponente fehlt bei dieser Prüfung, wodurch diese Methode nur geeignet ist, eine erste Einschätzung zur Qualität zu liefern.

Brems- und Shockprüfung

Basis für Brems- und Shockprüfungen im Labor, mit denen die bei Bremsvorgängen und Kurvenfahrten auf das Fahrzeug resp. die Ladung einwirkenden Beschleunigungen mit entsprechenden Wirkzeiten nachgebildet werden, sind zuvor ausgeführte Messungen am Fahrzeug bei real durchgeführten Fahrmanövern, die bis in den Grenzbereich der Fahrzeugbelastbarkeit ausgeführt werden. Diese Messdaten liegen in großer Anzahl und hoher Qualität in Bezug auf die Messgenauigkeit und Repräsentanz vor. Sie bilden damit die Basis für die Einstellung der Prüfanlagen im Labor. Insbesondere liefern sie Angaben zu den Wirkzeiten, innerhalb derer Beschleunigungen bei Vollbremsungen, Spurwechseln und Kurvenfahrten anliegen. Diese Angaben übertreffen die Angaben im CTU-Code in dem Sinne, dass dort allein die maximal anzunehmenden Beschleunigungen für die verschiedenen Verkehrsträger definiert wurden. Um im Labor mit möglichst großer Präzision die realen Bedingungen abbilden zu können, müssen geeignete, prüftechnisch moderne Anlagen eingesetzt werden.

Dynamische Fahrprüfung

Die dynamische Fahrprüfung gemäß DIN EN 12642-2016 ist quasi die Königsklasse der möglichen Prüfungen. Sie umfasst alle relevanten, realen Fahrmanöver und damit Belastungszustände. Insbesondere die Überlagerung von Belastungen aus den drei orthogonalen Richtungen x, y und z und zusätzlich dazu die gleichzeitige Überlagerung von Drehbewegungen zeichnen diese Prüfmethodik als extrem repräsentativ und zuverlässig aus. Aber auch hier gilt es mögliche Einschrän-

kungen in Bezug auf die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse gegenüber der Konstruktion des Fahrzeugs, der verbauten Kontroll- und Sensorsysteme und der Repräsentanz des Fahrbahnprofils zu beachten.

Kontrollen von Ladeeinheiten

Seit Jahren werden in Deutschland von Polizei und BAG bei Verkehrskontrollen Maßnahmen zur Ladungssicherung überprüft. Die Art und Weise und die Qualität der Sicherung von Ladeeinheiten fand bis in jüngste Zeit in der Regel nur wenig Beachtung. Erst in der Richtlinie 2014/47/EU über die Technische Unterwegskontrolle der Verkehrs- und Betriebssicherheit von Nutzfahrzeugen wurde die Überprüfung der Ladeeinheitensicherung gesetzlich verankert.

EUMOS 40509

Da es aber zum Zeitpunkt der Verabschiedung keine europäische Norm dazu gab, wurde das Dokument 40509 des Europäischen Sachverständigenverbandes für Transportsicherheit (EUMOS) zitiert. Dieses kann allerdings nicht als Norm bezeichnet werden, weil es in einem privatwirtschaftlichen Kreis erstellt wurde und es daher kein ordentliches Normungsverfahren gemäß den Grundsätzen und Verfahrensregeln der offiziellen normgebenden Institutionen – in Deutschland das DIN und für Europa das CEN – durchlaufen hat. Alle diejenigen, die nach den EUMOS 40509-Vorgaben prüfen, prüfen wollen oder haben prüfen lassen, erhalten Prüfergebnisse resp. Prüfberichte ohne Bezug zu einer gültigen Norm, die in Deutschland in Bezug zu § 22 Straßenverkehrs-Ordnung (StVO), d.h. den dort genannten „anerkannten Regeln der Technik“, steht. Anders gesagt, sie erhalten ein gegenüber Transportdienstleistern, Handelspartnern, Versicherungen und schließlich Behörden wertloses Ergebnis.

Diese Feststellung erfolgt auch vor dem Hintergrund der nationalen Umsetzung der Richtlinie 2014/47/EU durch das zuständi-

ge Bundesverkehrsministerium (BMVI). Der Bundesrat hat am 20. Mai 2018 die „Verordnung zur Änderung der Verordnung über technische Kontrollen von Nutzfahrzeugen auf der Straße“ in Kraft gesetzt. Die neuen Bestimmungen lösten die bislang geltende EU-Richtlinie 2000/30/EG ab. Das BMVI hat in der nationalen Umsetzung der 2014/47/EU aufgrund erheblicher Zweifel und Bedenken auf die Benennung von Normen – insbesondere der Heranziehung von EUMOS 40509 – ausdrücklich verzichtet und benennt nur die mit Bezug auf § 22 der StVO anzuziehenden Normen und Richtlinien, d. h. die anerkannten Regeln der Technik.

Hintergrund ist, dass es bereits im März 2017, vor der Umsetzung der Richtlinie 2014/47/EU in Deutschland, erste Stimmen gab, die deutliche Kritik und erhebliche Zweifel an der Qualität der in EUMOS 40509 beschriebenen Prüfparameter und insbesondere der Bewertungskriterien äußerten, zum Beispiel was den zu akzeptierenden Versatz einer Ladung auf dem Ladungsträger von bis zu 10 cm angeht. Es schloss sich eine intensive und gemeinschaftlich geführte Diskussion verschiedener relevanter und fachlich kompetenter Verbände und Organisationen wie Dekra, TÜV, Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL), Berufsgenossenschaft Verkehr, Polizei und Forschungseinrichtungen wie Fraunhofer-IML an, die schließlich – ganz wesentlich gestützt durch den BGL-Arbeitskreis „Ladungssicherung auf dem Nutzfahrzeug“ – in der Initiative mündete, einen Normungsantrag zu erstellen.

Ziele der neuen Norm

Bei der Erarbeitung der Norm wurden folgende Ziele verfolgt:

- ◆ sie soll europaweit anerkannt sein,
- ◆ die drei für die Ladeeinheitensicherung relevanten Prüfmethoden sollen in einer Norm zusammengefasst werden,
- ◆ Parameter für Prüfungen im Labor sollen definiert werden,

◆ die Kennzeichnung von Ladeeinheiten mit einem Label soll die Transparenz erhöhen und Sicherheit bei Kontrollen geben.

Der Normungsantrag wurde am 10. Oktober 2017 im Arbeitskreis „Prüfungen und Anforderungen“ im DIN-Normenausschuss Verpackungswesen (NAVp) zur Beratung vorgestellt und zur weiteren Bearbeitung an das Technical Committee (TC) 119 des CEN und parallel dazu an CEN/TC 261 geleitet. Nach mehreren Zusammentreffen der Delegierten der am Normungsvorhaben interessierten europäischen Institutionen in den Jahren 2018 und 2019 wurden im Normungsentwurf pr EN 17321 mit dem englischen Titel „Intermodal loading units and commercial vehicles – Transport stability of packages – Minimum requirements and tests“ die drei zuvor vorgestellten Prüfmethoden zusammengefasst und die relevanten Prüfparameter zur Überprüfung der Qualität einer Ladeeinheitensicherung definiert. Allerdings wurde hierbei der für Prüfungen im Labor relevante Parameter der Wirkdauer (t) einer Beschleunigung erheblich aufgeweicht und von 1.000 Millisekunden (ms) auf 300 ms reduziert.

Als eine besonders innovative Maßnahme wurde das sogenannte *Transport Stability Label* (TSL) zur Kennzeichnung der Qualität der Ladeeinheitensicherung gegenüber Beschleunigungen in diversen Stufen zwischen 0,18 und 1,0 g und größer als 1,0 g eingeführt. Vor der Versendung könnten künftig Ladeeinheiten mit einem TSL-Aufkleber gekennzeichnet werden, um dadurch die Qualität und Belastbarkeit einer Ladeeinheit gegenüber Transporteuren, Umschlagzentren und schließlich auch kontrollierenden Behörden kenntlich zu machen.

Der Normungsentwurf pr EN 17321, final erstellt vom Technical Committee CEN/TC 119, wurde im Februar 2020 zur Abstimmung



Foto: Stefan Klein

Herstellen einer Ladeeinheit am Stretchfolienwickler

innerhalb der Normungsinstitutionen der Europäischen Union gestellt und sollte bei Zustimmung jeweils in nationales Recht umgesetzt werden. Der Entwurf wurde beim ersten *Final Vote* abgelehnt.

Daran schlossen sich intensive Auseinandersetzungen zwischen verschiedenen CEN-Normungsgremien an, die derzeit noch nicht gelöst sind. Dieses Vorgehen führt zwangsläufig zu der Frage, wozu Normung dienen soll. Ziel ist es immer, eine Definition und Regelungen für eine vorgegebene Aufgabenstellung zu erarbeiten. Berücksichtigung müssen dabei die Interessen der verschiedenen Kreise finden, was die Fähigkeit zum Kompromiss notwendig macht. Wenn allerdings wie im Fall der pr EN 17321 wirtschaftliche Interessen im Vordergrund stehen, werden Statuten der Normung massiv verletzt. Hintergrund sind hier die Interessen von Herstellern von Prüfanlagen, die mittelbar durch Lobbyarbeit einen erfolgreichen Abschluss des Normungsvorhabens zunächst verhindert haben. Was bleibt, ist die Hoffnung auf eine strikte Anwendung der CEN-Regeln durch übergeordnete Lenkungsgruppen, um das Normungsvorhaben in einem zweiten Abstimmungsverfahren zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen. ■