Königsberger
Ladungssicherungskreis e.V.

Ladungssicherung über den Aufbau-Formschluss

auf Straßenfahrzeugen unter Berücksichtigung der DIN EN 12642

- **Ist der Code „XL“ ein Alleskönner?**
- **Wo hat der Code „L“ noch Vorteile?**
- **Was kann ein nach der DIN EN 12642 geprüfter Aufbau über den Aufbau-Formschluss im zulässigen Bereich ladungssichern?**
- **Wo sind die Grenzen der DIN EN erreicht?**

Standpunktbetrachtung des
Königsberger Ladungssicherungskreis e.V.
Stand April 2010

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS 2

1. EINLEITUNG 4

2. GELTUNGS- UND ANWENDUNGSBEREICH DER DIN EN 12642 4

3. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN 4

4. PRÜFPARAMETER 6

4.1. Allgemeines zur Code XL 6

4.2. Prüfbedingungen der Code XL-Aufbauten 6
4.2.1. Stirnwand 7
4.2.2. Rückwand 7
4.2.3. Seitenwände / seitliche Schiebeplane / DIN EN 12642 7

5. KENNZEICHNUNGEN 8

5.1. DIN EN 12642 8

5.2. Sonstige Kennzeichnungen 9
5.2.1. DIN EN 12640 (Zurrpunkte) 9
5.2.2. DIN EN 12641 (Schiebeplanen) 9
5.2.3. VDI 2700 / Stand der Technik / Gutachten 9

6. KONTROLLE 10

6.1. Bewertung der Aufbauten 10
6.1.1. Herstellung ab Januar 2007 10
6.1.2. Herstellung ab April 2002 bis Dezember 2006 10
6.1.3. Altfahrzeuge vor April 2002 11
6.1.4. Einrichtungen zur Ladungssicherung 11

6.2. Was kann das eingesetzte Fahrzeug? 11

6.3. Ladungssicherung durch Formschluss 12

6.4. Problembereich Ladung 12
6.4.1. Abmessungen der Ladeeinheiten / Beanspruchung der Fahrzeugseitenwand / Ladungsabteile 12
6.4.2. Gewicht der Ladeeinheiten 15
6.4.3. Formstabilität der Ladeeinheiten 16

6.5. Problembereich Fahrzeugaufbau 16
6.5.1. Stirnwand 16
6.5.2. Heckportal 17
6.5.3. Seitliche Schiebeplane 17
6.5.4 Seitliche Bordwand 14
6.5.5. Problembereich Ausstattung 18

6.6. Problembereich Punktbelastung an der Stirnwand 18

6.7. Problembereich Streckenlast 19

6.8. Problembereich Sicherheitsfaktor 19

6.9. Problembereich Heckportal bei Ladungs-Überlänge 20

6.10. Problembereich Zertifikate 21

7. NUTZLASTBERECHNUNG 21

7.1 Fazit 22

8. ZUSAMMENFASSUNG 22

1. Einleitung

Seit Januar 2007 ist die Neufassung der DIN EN 12642 in Kraft. Sie beschreibt erstmals die Anforderungen an verstärkte Fahrzeugaufbauten, von so genannten Code XL-Aufbauten.

In der nachstehenden Ausarbeitung soll schwerpunktmäßig das Anforderungsprofil der so-genannten Code L- und Code XL-Aufbauten betrachtet werden.

In der Werbung der verschiedenen Fahrzeughersteller werden die Code XL-Aufbauten vielfach als wahre Alleskönner dargestellt. Im Rahmen vieler Polizeikontrollen wurde immer wieder festgestellt, dass die Bezeichnung Code XL zahlreiche Irritationen, Probleme und Fragen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit aufwirft. Offensichtlich ist der Code XL doch nicht der Alleskönner, wie es die Werbung verspricht.

Die Doppelstockvariante nach Ziffer 5.4 der DIN EN 12642 wird bei den nachstehenden Betrachtungen nicht berücksichtigt.

2. Geltungs- und Anwendungsbereich der DIN EN 12642

Die EN 12642, national als DIN EN 12642 bezeichnet, gilt in allen CEN Mitgliedsstaaten. Diese umfassen neben den EU-Mitgliedstaaten, z. B. auch Norwegen und die Schweiz.

Die Norm gilt nur für Aufbauten an Lastkraftwagen und Anhängern mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3.500 kg. Sie unterscheidet in Standardaufbauten (Code L) und in verstärkte Aufbauten (Code XL). Als Bauvorschrift kann zunächst der Eindruck entstehen, der Anwender, Halter, Verlader oder Fahrer, müsse sich nicht mit den Inhalten der EN befassen.
Der oben genannte Personenkreis unterliegt hier jedoch im Einzelfall einem fatalen Irrtum. Mit der Bezeichnung „verstärkte Aufbauten entsprechend Code XL“ ist noch nichts Abschließendes über eine Aufbau-Formschluss-Ladungssicherung von Ladeeinheiten gesagt!

Ergänzend ist anzumerken, dass es bereits von Mai 2002 bis 31. Dezember 2006 eine DIN EN 12462 mit der Bezeichnung „Aufbau-Mindestfestigkeiten“ gab. Diese Norm war in mehreren Positionen, bezüglich der Aufbau-Prüfung, der seit langem bekannten Norm DIN EN 283 „Wechselbehälter Prüfung“ (Fassung August 1991), angelehnt.

Auch ist zu berücksichtigen, dass bereits vor Inkrafttreten der Norm DIN EN 12642 zahlreiche Fahrzeughersteller im Vorfeld verstärkte Fahrzeugaufbauten auf Grund der Entwurfsfassung **prEN** 12642 herstellten und entsprechend zertifizieren ließen.

3. Allgemeine Anforderungen

Gemäß der Norm kann der Nachweis einer ausreichenden Belastbarkeit der Aufbauten durch statische Prüfungen, durch Fahrversuche oder Berechnungen erfolgen. Bei Serienfertigung reicht eine Musterprüfung; bei Einzelstücken ist ein Einzelnachweis erforderlich. Es ist jedoch stets das „Gesamtsystem“ eines Fahrzeugaufbaus zu bewerten.
Eine Bewertung und Prüfung im Rahmen des Gesamtsystems erfolgt auch im Rahmen einer Kontrolltätigkeit des Beamten.
Bei der Ladungssicherung über den Formschluss des Aufbaus muss

berücksichtigt werden, dass beim Seitenwand-Test nach Code XL eine seitliche Ausbauchung von ≤ 300 mm zulässig ist. Diese Aufbauverbreiterung ist im öffentlichen Straßenverkehr **nicht zulässig**.
Die über Formschluss gesicherte Ladeeinheit muss somit nach einer extremen Kurvenfahrt von z.B. 0,5 g Querkraft wieder annähernd auf ihrer alten Position stehen!

Die Ladungssicherung muss grundsätzlich mit der Art der Ladung / Ladeeinheit, mit dem Fahrzeug / Fahrzeugaufbau und dem Ladungssicherungsverfahren aufeinander abgestimmt sein. Die ausschließliche Betrachtung nur einer der oben genannten Einzelparameter führt zwangsläufig zu einem falschen Ergebnis!

Beispiel

Annahme:
Ein Curtainsider-Aufbau soll z.B. eine 25 t schwere Paletten-Ladung (33 Paletten 800 x 1200 mm) seitlich über den Formschluss mit 2 Reihen Einsteck-Seitenlatten sichern. Diese Seitenlatten wären so stabil, dass sie bei einem Reibbeiwert von 0,3 die Ladung bei 0,5 g Querbeschleunigung rechnerisch ohne die flexible Plane halten können.
Ergebnisse:
Bei einer eintretenden Seitenlatten-Beanspruchung, durch die Ladung, stützen sich die Seitenlatten an ihren Enden an den Seitenlattentaschen der Seitenrungen ab.
Jetzt ist es wichtig, dass die Seitenrungen die Abstützkräfte der Seitenlatten ohne eine Verbiegung des Rungenkörpers aufnehmen können!
Vorausgesetzt, die Seitenrungen sind stabil genug (was oft nicht der Fall ist), dann stellt sich die nächste Frage ob die Seitenrungen eine ausreichende Abstützung unten am Außenrahmen und oben am Dachbaum erfahren.
Eine ausreichende untere Abstützung der Seitenrunge am Außenrahmen ist in der Regel gegeben.
Bei der oberen Abstützung am Dachbaum ist die Rungenabstützung quer zur Fahrzeuglängsrichtung oft nicht ausreichend. Das gesamte Planendach wandert bei einer Seitendruck-Beanspruchung durch die z.B. drei Seitenrungen zur Fahrzeugseite oft zu weit hinaus.
Die Ursache liegt zum einen an den oft verwendeten Dach-Gurtdiagonalen, welche für diesen höheren Belastungsfall nicht ausreichend dimensioniert sind, die Dachbeanspruchungen liegen hier höher als beim Code XL-Test.
Ein weiterer Punkt kommt noch dadurch hinzu, dass die Gurtdiagonalen im Tageseinsatz des Fahrzeuges nicht die Spannung aufweisen wie beim seinerzeitigen Code XL-Test. Diese Gurtdiagonalen hängen oft lose zwischen ihren Befestigungspunkten durch.
Stramm gespannte Gurtdiagonalen ergeben jedoch bei dem Schließen und Öffnen des Schiebedaches große Handhabungsprobleme.
Im Ergebnis wäre diese gedachte Dachscheibe des Planendaches dann der Schwachpunkt im System!

Zusammenfassung:
Ein bestandener statische Test nach DIN EN 12642 Code XL / Anhang (A) gibt für diese hier geschilderte Belastung noch keine befriedigende Antwort! Bei dem Test (A) wird der Dachaußenbaum auf der ganzen Länge durch die vom Prüf-Luftsack

beanspruchte Plane gleichmäßig belastet und nicht an drei Rungenabstützungen mit hohen Einzellasten.
(Beispielrechnungen werden zu einem späteren Zeitpunkt im Anhang folgen)

4. Prüfparameter

4.1. Allgemeines zur Code XL

Die allgemeinen Prüfbedingungen für einen verstärkten Aufbau (Code XL) sind wie folgt festgelegt:

- Stirnwand = 0,5 P
- Rückwand = 0,3 P
- Seitenwand = 0,4 P

Der Buchstabe (P) steht für die maximale, zulässige Nutzlast des zu prüfenden Fahrzeuges.

Bei den angegebenen Werten handelt es sich jeweils um Mindestwerte, was in der Praxis bedeutet, dass Fahrzeugaufbauten mit höheren Werten geprüft sein können. Fahrzeugaufbauten müssen grundsätzlich in ihrem verkehrsüblichen Betriebszustand geprüft werden. Ein Verzurren des Fahrzeuges beim Test nach Anhang (A) an externen Zurrpunkten, außerhalb des Fahrzeuges, ist nicht zulässig. Für alle Prüfungen gilt weiterhin, dass die Prüfkräfte mindestens 5 Minuten aufgebracht werden müssen.

Die Nutzlast **„P“** ist die Differenz aus der zulässigen Gesamtmasse des Fahrzeugs und der Leermasse. Hierbei sind die zulässigen Achsdrücke (Lastverteilung) als auch die zulässigen Gesamtgewichte eines Fahrzeuges bzw. einer Lastzug-Kombination sowohl in technischer Hinsicht, als auch in zulassungsmäßiger Hinsicht zu berücksichtigen bzw. zu überprüfen. Die vorgegebenen Mindestprüfkräfte in Fahrtrichtung von 0,5 x P erfordern daraus folgend einen Mindestgleitreibbeiwert von 0,3 zwischen der Ladeeinheit und dem Ladeboden. Die Prüfkraft (P) errechnet sich wie folgt: 0,8 g - 0,3 Reibbeiwert = 0,5.

4.2. Prüfbedingungen der Code XL-Aufbauten

Die Prüfbedingungen gelten gleichermaßen für alle Aufbauarten! Bei einem statischen Test sind die Einzelheiten der Luftsackprüfung im Anhang (A) der DIN EN 12642 aufgeführt. Eine Unterscheidung bei der Prüfung der Seitenwand in zwei Höhenbereiche wie beim Code L ist nicht vorgesehen, die Seitenwand wird bei der Code XL ganzflächig mit ≥ 0,75 mal der Wandhöhe geprüft. Ergänzend ist festgelegt, dass im Rahmen der Prüfung der seitlichen Schiebeplanen keine elastischen Aufbau-Verformungen von mehr als 300 mm auftreten dürfen. Bei 100 % Prüfkraft darf keine plastische Verformung an den Aufbaukomponenten von mehr als 20 mm entstehen.

Ein Nachweis der Belastbarkeit durch Fahrversuche mit einer „Echtbeladung“ ist grundsätzlich möglich und auch oft zu empfehlen. Die entsprechenden Prüfbedingungen eines dynamischen Fahrtests sind im Anhang (B) der DIN EN 12642 aufgeführt.

4.2.1. Stirnwand

Die Stirnwand wird gleichmäßig mit der Prüfkraft von 0,5 x P auf der gesamten Fahrzeugbreite sowie gleich oder größer von 0,75 x Stirnwandhöhe, jedoch mindestens 1.600 mm hoch, belastet. Bei Stirnwänden, die niedriger sind als 1.600 mm sind, ist die gesamte Höhe zu prüfen.

4.2.2. Rückwand

Die Rückwand wird analog zur Stirnwandprüfung mit 0,3 x P geprüft.

4.2.3. Seitenwände / seitliche Schiebeplane / DIN EN 12641-2

Seitenwände werden mit 0,4 x P geprüft. Ist das Fahrzeug mit einer seitlichen Schiebeplane ausgerüstet und soll diese im Ausnahmefall Ladungssicherungskräfte aufnehmen, so muss diese Plane mindestens der DIN EN 12641-2 entsprechen.
Eine Seitenplane kann nur in Ausnahmefällen ganz bestimmte Ladegüter sichern.
Ein Beispiel ist hier die Ladungssicherung von Getränkekästen. Diese Aufbauten müssen jedoch der VDI-Richtlinie 2700 Blatt 12 entsprechen. Das Blatt 12 schreibt bei der Seitenplane, mindestens die Berücksichtigung der DIN EN 12641-2 vor.
Auch wird ein Rückhaltesystem in Form von stabilen Latten vorgeschrieben, welches die **Paletten und die untersten Kastenlagen** an einem Herauswandern zur Fahrzeugseite verhindern muss. Diese Forderung ist erheblich, im Gutachten muss eindeutig definiert sein, wie die Rückhalte-Latten beschaffen sind, eine Formulierung wie z.B.:
“unten sind Einstecklatten zu verwenden“ ist nicht ausreichend!
Im Blatt 12 werden auch entsprechende Anweisungen zur Beladung gegeben.

Bei der DIN EN 12641-2 (Mindestanforderungen an Schiebeplanen) sind die kritischen Bauelemente, wie obere Planenrollen und untere Spannverschlüsse in einem dynamischen Test unter einer festgelegten Vorspannung geprüft worden. Auch sind die Abstände der senkrechten Spanngurte mit ihren Planenrollen und Verschlüssen zueinander im durchschnittlichen Abstand von ≤ 550 mm festgelegt, der maximale Abstand von 2 vertikalen Gurten muss ≤ 600 mm sein.
Um eine hohe Sicherheit gegen das Einreißen der Seiten-Plane zu erhalten sind ebenfalls zusätzliche, eingeschweißte horizontale Gurte im Abstand von ≤ 600 mm vorgeschrieben.

Weiterhin wurde in dieser Norm festgelegt, dass die vertikalen Gurte eine Zugfestigkeit von ≥ 2300 daN und die horizontalen Gurte eine Zugfestigkeit von ≥ 1200 daN haben müssen!
Diese verstärkten Seitenplanen sind entsprechend der DIN EN 12641-2 zu kennzeichnen!
Bei der seinerzeitigen Festlegung der DIN EN 12641-2 wurde eine Mindest-Lebensdauer einer solchen Seitenplane, durch die vorgeschriebene dynamischen Belastung, berücksichtigt.
Es ist kein Argument und technisch auch nicht zu vertreten wenn eine Seitenplane ohne Berücksichtigung der DIN EN 12641-2 verwendet wurde, auch wenn das Prüfobjekt hierbei den Seitenwandtest nach Code XL erfolgreich bestanden hatte. Ein einmaliger Test sagt noch nichts über das Langzeitverhalten der Seitenplane bei dynamischer Beanspruchung etwas aus.
Auch eine Seitenplane entsprechend der DIN EN 12641-2 muss sehr sorgfältig, bezüglich ihres einwandfreien Zustandes, regelmäßig überprüft werden. Auch diese Plane hält nicht ewig!

Wenn der Fahrzeugaufbau mit Bordwänden ausgestattet ist, dann wäre ein Test nach DIN EN 12642 **Code L** bezüglich der Bordwandfestigkeit höherwertig als ein Test nach Code XL. (Anhang A)
Beim Test nach Code XL wird z.B. die ca. 700 mm hohe Bordwand nur zu ca. ≤ 35 % der Prüfkraft 0,4 x P geprüft, was real einer Prüfkraft auf die Bordwand von ca. 0,14 x P entspricht.
Beim Test nach Code L wäre die Bordwand mit 0,24 x P geprüft worden, was einer Prüfkraft von 171 % gegenüber der Prüfkraft von der Code XL entspricht.
Achtung, beim geprüften Bordwandaufbau nach Code L ist die Bordwand stabil, das darüber befindliche Planengestell mit der Plane ist jedoch nur mit 0,06 x P geprüft, hier ist die Plane mit dem Verdeckgestell nur noch ein Wetterschutz. Oberhalb der Bordwand können keine Ladedruck-Kräfte vom Planengestell oder der Plane aufgenommen werden!
Kippgefährdete Ladungen, welche über der Bordwand vorstehen, müssen bezüglich ihrer Ladungssicherung entsprechend berücksichtigt werden.

5. Kennzeichnungen

5.1. DIN EN 12642

Alle Fahrzeuge die der DIN EN 12642 entsprechen, müssen dauerhaft und gut sichtbar gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Fahrzeug entspricht der EN 12642
- Angabe des Anforderungsprofilcodes („L“ oder „XL“)
- Hersteller
- Herstellungsjahr
- Wenn die Schiebeplane der DIN EN 12641 - 2 entspricht, dann ist diese entsprechend der Norm zu kennzeichnen.

Die Angaben dürfen auch im Typschild des Fahrzeugs integriert sein, mit Ausnahme der Planen-Kennzeichnung. Eine Seiten-Plane nach DIN EN 12641 – 2 wird auf Grund ihrer hohen Anforderungen mehrmals innerhalb eines Fahrzeug-Lebens ausgewechselt werden müssen (siehe auch Pos. 4.2.3).

An dieser Stelle muss festgestellt werden, dass die nach Ziffer 6 der DIN EN 12642 vorgeschriebene Kennzeichnung der Aufbauten bis Mitte 2008 fast durchgehend fehlte, was regelmäßig zu Rückfragen bei den Herstellern und damit zum Zeitverzug in der Transportkette führte. Selbst auf der Internationalen Automobilausstellung Nutzfahrzeuge 2008 in Hannover fehlte bei einigen der ausgestellten Fahrzeuge diese Kennzeichnung.
Bei fehlenden Angaben muss der Fahrzeughalter bei einer Fahrzeugkontrolle mit Zeitverzögerungen rechnen, ebenso weiß der Verlader bei fehlendem Hinweis oft nicht, ob er den Fahrzeugaufbau, z.B. die Stirnwand, zur Ladungssicherung über Formschluss mit heranziehen kann.

Das Ausstellen eines Zertifikats ist in der DIN EN 12642 nicht vorgeschrieben. Gleiches gilt

für eine eventuell vermutete Mitführ- und Aushändigungspflicht gegenüber Kontrollbehörden, obgleich es den Kontrollablauf natürlich beschleunigen kann. Der Nachweis über die Übereinstimmung des Fahrzeugaufbaus mit der Norm erfolgt ausschließlich über die vorgeschriebene Kennzeichnung mit folgenden Ausnahmen:

Es werden relevante Veränderungen oder unsachgemäße Instandsetzungen am Fahrzeug festgestellt, Baukomponenten des Fahrzeuges, welche die Aufbaustabilität sicherstellen, sind beschädigt.

5.2. Sonstige Kennzeichnungen

5.2.1. DIN EN 12640 (Zurrpunkte)

Offene Fahrzeugaufbauten und Planenaufbauten müssen entsprechend dem „Stand der Technik“ mit Zurrpunkten nach DIN EN 12640 ausgerüstet sein. Eine entsprechende Kennzeichnung, mit der Angabe der Zugkraft ist in der Norm vorgeschrieben.
Fahrzeuge mit einem Aufbau nach Kofferbauart oder ähnlich sind davon in aller Regel ausgenommen.

5.2.2. DIN EN 12641 (Schiebeplanen)

Fahrzeugaufbauten mit seitlichen Schiebeplanen (so genannte Curtainsider) sind nach der DIN EN 12641 Blatt 1 bzw. Blatt 2 zu kennzeichnen. (siehe auch 4.2.3 / seitliche Schiebeplane).

5.2.3. VDI 2700 / Stand der Technik / Gutachten

Die VDI 2700 ff stellt den Stand der Technik bezüglich der Ladungssicherungen auf Straßenfahrzeugen dar. Im Paragraph 22 der StVO wird im Absatz 1 im Schlusssatz aufgefordert:
“ Dabei sind die anerkannten Regeln der Technik zu beachten“
Viele dieser VDI-Blätter befassen sich mit typischen Ladungen wie Papierrollen, Getränkekästen, Autotransportern, Betonfertigteilen, Betonstahl und vielen anderen Ladungen.
Die VDI-Richtlinie gibt somit eine Vielzahl von Beispielen der unterschiedlichsten Ladungssicherungen bei unterschiedlichen Ladungen wieder.
Die VDI-Richtlinie erfasst jedoch nicht alle Ladungsarten, auch sind teilweise lückenhafte Angaben bei einigen beschrieben Ladungen vorhanden.

Beispiel:
In Bezug auf den Transport von Coils findet sich in Ziffer 3.3.1.3.1 der VDI 2700 (2004-11) ein Hinweis, dass fest installierte Einrichtungen zur Ladungssicherung mit Angaben versehen sein müssen, aus denen die zugelassenen Abmessungen und Gewichte hervorgehen.

Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass dies für alle Einrichtungen zur Ladungssicherung gelten müsste. Es stellt sich die grundsätzliche Frage, wie der Anwender eine ordnungsgemäße Ladungssicherung gewährleisten soll, wenn ihm die Belastbarkeit und die zulässigen Einsatzbereiche der verwendeten Ladungssicherungseinrichtungen oder –Hilfsmittel nicht bekannt sind. Die Antwort kann nur lauten - nahezu

unmöglich!
Bezüglich der typischen Stahltransporte kommt in wenigen Monaten ein neues VDI-Blatt 19 heraus, welches sich auch mit dem Thema „Coil-Transporte“ befasst.

Der Fahrzeughersteller ist im Zuge seiner Produkthaftung verpflichtet entsprechende Angaben bezüglich der Belastbarkeiten der Ladungssicherungs-Einrichtungen zu machen! Wenn hier Angaben fehlen, dann sollten diese bei der Kontrolle beim Hersteller rückgefragt werden. Der hier eingetretene Zeitverzug wird den Fahrzeughalter veranlassen in der Zukunft entsprechende Informationen vor Ort beim Fahrer zu haben.

Bei mitgeführten Gutachten über bestimmte Ladungssicherungen von bestimmten Ladungen, müssen diese für eine dritte Person allgemein verständlich und aussagefähig sein. Diese Gutachten werden häufig vom TÜV, der DEKRA, oder einem anderen anerkannten Institut ausgestellt.

Wenn diese Gutachten über den Fahrzeughersteller an den Fahrzeughalter ausgegeben werden, dann hat der Fahrzeughersteller bei nicht eindeutiger Gutachten-Aussage eine entsprechende verständliche Beschreibung mit Skizzen und Fotos von Ladungsbeispielen dieser Ladungssicherung mitzugeben. Hierbei sind alle erforderlichen Maßnahmen genau zu beschreiben.
Allgemeine zweideutige Aussagen machen das Gutachten wertlos. So sollte es dann auch behandelt werden.
Wenn ein Gutachten z.B. von einer Firma ausgegeben wird, welches Ladungssicherungszubehör im Handel vertreibt, dann sind auch hier eindeutige, aussagefähige Beschreibungen erforderlich, wobei hier dann auch die infrage kommenden Aufbauten bezüglich ihrer Voraussetzungen beschrieben werden müssen.
Nur unter diesen Voraussetzungen kann der Verlader richtig beladen und sichern.
Der Fahrer kann dann im Zuge der Beladung, wie vom Gesetzgeber gefordert, die Fahreigenschaften des Fahrzeuges sicherstellen.

6. Kontrolle

6.1. Bewertung der Aufbauten

6.1.1. Herstellung ab Januar 2007

Beim Antreffen eines Fahrzeugs ab dem Herstellungsdatum 01. Januar 2007 wird, sofern es dem Anwendungsbereich der DIN EN 12642 / 2007-01 unterliegt, diese Vorschrift angewandt. Bei einer ordnungsgemäßen Kennzeichnung wird ein Nachweis bzw. Zertifikat nicht verlangt. Liegt eine Kennzeichnung nicht vor, so kann im günstigsten Fall davon ausgegangen werden, dass der Aufbau „nur“ dem Anforderungsprofil Code L entspricht.

6.1.2. Herstellung ab April 2002 bis Dezember 2006

Fahrzeuge, die im Zeitraum April 2002 bis Dezember 2006, hergestellt wurden, unterlagen auf Wunsch des Käufers, der DIN EN 12642 / 2002-04.
Diese Norm befasste sich seinerzeit mit der Aufbau-Mindestfestigkeit. Bei normalen Planen-

Fahrzeugaufbauten war die Einhaltung dieser Norm keine Pflicht. Diese Norm entspricht der heutigen DIN EN 12642 Code L.
Wie unter 4.2.3 (Seitenwände / seitliche Schiebeplane) aufgeführt, hat z.B. eine nach DIN EN 12642 / 2002-04 geprüfte Seitenbordwand eine relativ hohe Seitenstabilität. Die Stirnwandfestigkeit beträgt bei diesen Fahrzeugaufbauten in der hohen Gewichtsklasse 5.000 daN.
Viele Fahrzeughersteller haben z.B. bei Bordwand- und Curtainsider-Aufbauten ab Baujahr 2002-04 keinen Nachweis entsprechend der DIN EN 12642 / 2002-04!
Ein Herstellernachweis oder Zertifikat zum Nachweis höherer Belastbarkeiten ist zwingend erforderlich, wenn mit diesen höheren Werten der Aufbau zur Ladungssicherung herangezogen wird. Eine Kennzeichnungspflicht am Fahrzeug nach der obigen alten Norm bestand nicht.

6.1.3. Altfahrzeuge vor April 2002

Fahrzeuge mit Herstellung vor April 2002 unterlagen mit Ausnahme von kodifizierten Wechselbehältern keiner Bauvorschrift. Vielfach wird und wurde die DIN EN 283 (Wechselbehälter Prüfung) analog angewandt.
Für Fahrzeughalter ältere Fahrzeuge ist anzustreben, dass der Aufbau-Hersteller, auf Anfrage des Halters, nachträglich eine Bestätigung darüber ausstellt, dass das angefragte Fahrzeug einen Aufbau besitzt, welcher den Festigkeitsanforderungen der DIN EN 12642 2002-04 entspricht. Wenn der Fahrzeughersteller diese Bestätigung nicht erbringen kann, weil seinerzeit nicht nach DIN EN 12642 2002-04, geprüft wurde, dann sollte angefragt werden, ob die Stirnwand den Anforderungen der DIN EN 12642 2002-04 standhält.
Eine 5000 daN Stirnwand, in der hohen Gewichtsklasse, ist im Regelfall in der Lage $\leq$ 10 t Ladung bei einem Reibbeiwert von $\geq$ 0,3 nach vorne zu sichern.

6.1.4. Einrichtungen zur Ladungssicherung

Die Belastbarkeit von fahrzeugfesten Einrichtungen, wie z.B. Stirnwände, Seiten-Rungen, Bordwände, Seitenlatten zur Ladungssicherung über Formschluss, ist zu einem hohen Anteil der an der Verladung und den am Transport beteiligten Personen nicht bekannt. Für eine sichere Bewertung der Ladungssicherung sind diese Angaben jedoch zwingend erforderlich.
Weiterhin sind Lastverteilungspläne (LVP) nach Blatt 4 der VDI 2700 dem Anwender, Halter, Fahrer und Verlader, weithin oft unbekannt. Nur in Einzelfällen finden sich an den Fahrzeugen Angaben zum Schwerpunkt des Fahrzeugs oder LVP's in den Bedienungsanleitungen.
Bei > 90 % aller normalen Nutzfahrzeugen, liegt der Lastschwerpunkt in etwa auf der halben Länge der Ladefläche, wenn dieses nicht der Fall ist, dann ist im Fahrzeugbrief eine ungleichmäßige Beladung eingetragen.

6.2. Was kann das eingesetzte Fahrzeug?

Aus Erfahrungen von langjähriger, regelmäßiger Kontrolltätigkeit der Beamten im Bereich der Ladungssicherung ergeben sich immer wieder die Fragen:

- Was kann das eingesetzte Fahrzeug mit seiner Ausstattung zur Ladungssicherung beitragen?

- Kann der Fahrzeugaufbau, die im Fahrbetrieb einwirkenden Kräfte der Ladeeinheiten über den Aufbau-Formschluss aufnehmen?
  Hierbei sind auch Notsituationen mit hohen dynamischen Belastungen, wie z.B. ein erzwungener Fahrspurwechsel, zu berücksichtigen (siehe VDI 2700 ff)!
- Gibt es darüber hinausgehenden Sicherungsbedarf? Ist die Ladeeinheit kippgefährdet?
- Was können vorhandene fahrzeugfeste Einrichtungen zur Ladungssicherung beitragen?
- Ist in Bezug zur Ladung / Ladeeinheit und Fahrzeug das richtige Ladungssicherungsverfahren ausgewählt worden?
  Hier muss entschieden werden, ob über Kraftschluss oder Formschluss, oder in einer Kombination beider Sicherungsverfahren gearbeitet wird!
- Ist das Fahrzeug überhaupt geeignet für die zu transportierende Ladung?
  (siehe § 30 StVZO)
- Ist die Ladung für das gewählte Sicherungsverfahren geeignet?
- Wird die vorne stehende Ladung nicht von der hinteren Ladung erdrückt?
- Kann eine bestimmte, druckempfindliche Ladung, überhaupt durch eine Kraftschluss-Ladungssicherung (Niederzurren) gesichert werden?

Die Beantwortung dieser beispielhaft aufgeführten Fragen, ist für alle Beteiligten unter Umständen „lebenswichtig“!

6.3. Ladungssicherung durch Formschluss

Formschluss bedeutet, dass die Ladung direkt oder indirekt an ausreichend stabilen Laderaumbegrenzungen abgestützt wird. Siehe auch Ziffer 2.3 der VDI 2700. Wann sind die Laderaumbegrenzungen ausreichend stabil? Diese Forderung ist nur erfüllt, wenn der Aufbau in der Lage ist, die im Fahrbetrieb auftretenden Kräfte auch tatsächlich aufzunehmen. Weiterhin muss die Ladung oder das Füll-Distanzmaterial auch tatsächlich an den Laderaumbegrenzungen anstehen. Formschluss ist insbesondere bei nicht formstabilen Ladeeinheiten zwingend erforderlich! Problemstellung bezüglich nicht formstabiler Ladeeinheiten (siehe Abschnitt 6.4.3 Formstabilität der Ladeeinheiten).

6.4. Problembereich Ladung

6.4.1. Abmessungen der Ladeeinheiten / Beanspruchung der Fahrzeug-Seitenwand / Ladungsabteile

Nicht jede Ladung oder Ladeeinheit ist geeignet Formschluss zu gewährleisten. Betrachtet man die Innenabmessungen eines serienmäßigen Planen-Fahrzeugaufbaus, so überwiegt hier eine Innenbreite von ca. 2.480 mm. Dieses Innenmaß ist grundsätzlich technisch erforderlich, um zwei Europaletten quer, oder 3 Europaletten längs zur Fahrrichtung zu stauen. Obwohl kein Formschluss im engeren Sinne vorliegt, ist dies in der Praxis eine akzeptable Lösung – weil technisch nicht anders möglich. Das Modul-Maß einer häufig verwendeten Euro-Palette beträgt 800 x 1200 mm, so dass sich eine Ladebreite von theoretisch 2400 mm ergibt (2 x 1200 oder 3 x 800 mm = 2400 mm). Der verbleibende Spielraum von ca. 80 mm ist als sog.

Handlingspielraum erforderlich, um die Paletten auf der Ladefläche anordnen zu können. Es muss auch berücksichtigt werden, dass eine Palette leicht überpackt sein kann.
Wenn in Kauf genommen wird, dass die Ladung etwas seitlich rutschen darf, dann muss die Ladung hierfür auch geeignet sein, der Verlader hat hier die jeweiligen Gegebenheiten zu berücksichtigen.
Bei einer Ladungssicherung zur Fahrzeugseite hin, mit bis zu 80 mm seitlich rutschender Ladung, bedeutet dass bei einer seitlichen Formschluss-Ladungssicherung ein Aufbau nach Code XL ohne Zusatzeinrichtungen **nicht** ausreichend stabil ist!

Begründung:
Bei einer Ladung von 25 t und einem Reibbeiwert von z.B. 0,3, was absolut realistisch ist, ergeben sich bei 0,5 g Querbeschleunigung eine Ladungskraft gegen die Seitenwand von:

25.000 daN x (0,5 – 0,3) = **5.000 daN** erforderliche seitliche Sicherungskraft.

(Sehr trockene Holzpaletten, so wie auch Kunststoff-Paletten, haben sogar nur einen Reibbeiwert von ca. 0,25 / siehe im Lexikon „Reibung / Reibbeiwerte".
Bei einem Reibbeiwert von 0,25 würde die erforderliche seitliche Sicherungskraft sogar 6250 daN betragen).

Diese Ladungs-Druckkräfte von 5.000 daN können nicht von einer standardmäßigen XL-Planenausführung ohne Seitenlatten oder mit mehreren, z.B. ca. 25 x 150 x 1,8 mm Alu-Seitenlatten (ohne einer Seitenrahmen-Arretierung), bei einer einzuhaltenden Fahrzeugbreite, gesichert werden. Es fehlt hier, nach einer hohen Querbeschleunigung, die erforderliche Rückstellkraft.
Beim Test nach Code XL darf der Aufbau bis zu 300 mm nach außen zur Fahrzeugseite ausweichen, die Ausweichung setzt sich zusammen aus der eigentlichen Planen-Ausbauchung und dem gesamten Verdrehen der Aufbaustruktur.
Die Rückstellkraft der Plane und der Latten reichen in der Regel nicht aus, die Ladung wieder annähernd auf die alte Stellplatz-Position zurückzudrücken.

Beim Seitentest erfolgt bei der mit dem Luftsack beaufschlagten Plane erst auf den letzten „cm" der insgesamt geschätzten ca. 20 bis 25 cm Planen-Ausbauchung eine nennenswerte Reaktionskraft, welche dann sehr schnell auf 0,4 P ansteigt. Die Seitenplane leistet dem Luftsack also erst dann einen nennenswerten Widerstand wenn eine **ausreichende** Planen-Ausbauchung stattgefunden hat!

Im Umkehrschluss bedeutet dieses, dass nach einer Kurvenfahrt, die durch die Ladung nach außen gedrückte Plane, die Plane die Ladung am Anfang wenige cm zurückschiebt. Anschließend baut sich die Rückstellkraft der Plane jedoch sehr schnell ab, so dass die Ladung nicht mehr weiter zum vorherigen alten Stellplatz geschoben werden kann und somit außerhalb der zulässigen Fahrzeugbreite stehen bleibt oder die verrutschte bzw. gekippte Ladung schräg stehend in die Seitenplane drückt. Das Fahrzeug hat jetzt die bekannte Überbreite.

Eine handelsübliche 3,2 m lange Alu-Seitenlatte (ca. 25 x 150 x 1,8 mm Wandungsdicke) hat bei einer gleichmäßig verteilten Streckenlast von ca. 220 daN ihre

Verformungsgrenze bei ca. 185 mm Durchbiegung. erreicht.
Die Rückstellkraft dieser Seitenlatte beträgt am Anfang, bei 185 mm Verformung, ca. 220 daN, die Rückstellkraft geht dann bei abnehmender Verformung und abnehmender Rückstellkraft linear bis auf 0 daN zurück.
Eine Holzlatte hat eine Rückstellkraft, je nach Holzqualität und je nach Querschnitt, von ca. 70 daN, bei ca. 320 mm Durchbiegung. Die Holzlatte stellt somit nur einen Schutz zwischen der z.B. scharfen Ladungskante und der Seitenplane dar.

Bei den zur Verfügung stehenden Rückstellkräften von Seitenlatten aus Metall muss immer berücksichtigt werden, dass z.B. bei einer 50 % Seitenlatten-Belastung auch nur noch 50 % an Rückstellkraft zur Verfügung stehen. Die zur Fahrzeugseite verschobene Ladung hat auf Grund ihres Reibbeiwertes zwischen der Ladung und dem Fahrzeugladeboden ein Verharrungsvermögen und kann bei einer zu geringen Planen und Seitenlattenkraft nicht mehr zurückgeschoben werden.
Zusammenfassend kann gesagt werden:
- dass die Rückstellkraft von Seitenlatten linear abnimmt, während die Rückstellkraft der anfangs stark ausgebauchten Plane stark degressiv abnimmt.
- Ein hoher Reibbeiwert zwischen der Ladung und dem Fahrzeugboden wirkt sich beim Zurückschieben der Ladung negativ aus, da hier eine höhere Rückstellkraft zum Zurückschieben erforderlich ist.

Ein weiteres grundsätzliches Problem bei der Ladungssicherung tritt dann auf, wenn z.B. alle geladenen Pool-Paletten (800 x 1200 mm) je 1,2 t wiegen. In diesem Fall können bei z.B. 26,4 t Nutzlast nur 22 Paletten mit ca. 8,8 m gesamter Paletten-Ladelänge (22 x 1,2 t = 26, 4 t) bei ca. 13,62 m vorhandener Fahrzeug-Ladelänge transportiert werden.
Eine mittige Beladung der 8,8 m langen Ladung auf einem Standard Sattelanhänger scheidet wegen der Rahmen-Überbeanspruchung aus.
Bei dieser Ladungsart müssen somit Ladeabteile gebildet werden, um der Lastverteilung entsprechend dem Lastverteilungsplan (VDI-Ri. 2700 Blatt 4) gerecht zu werden.

Der Fahrzeughalter sollte sich vom Fahrzeughersteller neben dem Lastverteilungsplan auch eine Bestätigung für zulässige kleinere Punktlasten geben lassen, um Rahmen-Überbeanspruchungen zu vermeiden. Der Lastverteilungsplan sagt nichts über die Rahmenbeanspruchungen des Fahrgestells aus.

Ein ähnliches Problem tritt auf, wenn während einer Tour von A nach C Teilentladungen bei z.B. B durchgeführt werden. Nach den erfolgten Teilentladungen müssen oft entsprechend dem Lastverteilungsplan wiederum Ladeabteile für die verbleibende Ladung gebildet werden.

Zur schnellen Entscheidungsfindung ist ein Lastverteilungsplan erforderlich.
Bei der Ausarbeitung des Tourenplanes muss dem Fahrer schon die Anweisung für die spätere, geänderte Ladungsverteilung mitgegeben werden. Wenn erforderlich ist hierfür das zusätzliche entsprechende Ladungssicherungs-Zubehör dem Fahrzeug mitzugeben!

Die Bildung von Ladeabteilungen kann bei einer Formschluss-Ladungssicherung nur mit entsprechend stabilen Sperrbalken durchgeführt werden, zumal hier die Bremsung mit 0,8 g berücksichtigt werden muss.

Klemm-Sperrbalken sind bei diesem Beispiel in der Regel völlig ungeeignet, hier sind z.B. bei 10 t Ladungsabsicherung nach vorne Sperrbalken mit insgesamt ≥ 5000 daN Strecken-Belastbarkeit erforderlich. Diese hoch belasteten Sperrbalken müssen mechanisch schubfest an den Seitenlatten arretiert sein.
Die Seitenlatten müssen dann wiederum so knickfest sein, dass sie die eingeleiteten Abstützkräfte der Sperrbalken weiterleiten bis in die Runge. Die Druckkraft des Sperrbalkens wird dann von der Runge weiter bis zur Stirnwand über die vorderen, hoffentlich knicksteifen Seitenlatten weitergeleitet.
Technisch möglich ist es aber auch, die entsprechenden Seitenlatten mit der Sperrbalken-Arretierung über einen Spanngurt schräg nach hinten zum Fahrzeug-Außenrahmen abzusichern.
Für diese Vorgehensweise ist es jedoch erforderlich, dass die Seitenlatten ein Lochraster aufweisen, um einen Spanngurt mit z.B. LC ≥ 2.000 daN (besser LC 2500 daN) einhaken zu können.

Die hier aufgelisteten Problemfälle zeigen deutlich, dass bei der Formschluss-Ladungssicherung ein durchdachtes stabiles Aufbau-System mit aufeinander abgestimmten Baukomponenten vorhanden sein muss.
Wenn z.B. sehr biegesteife Seitenlatten mit hohen Rückstell-Kräften verwendet werden, dann werden zwangsläufig auch die Seitenrungen mit hohen Biegekräften belastet.
Bei den hier beispielhaft aufgeführten Beanspruchungen fehlen noch die Betrachtungen der Seiten-Rungen-Festigkeiten mit ihren Abstützmöglichkeiten oben am Dachbaum.
Für die obere Rungenabstützung ist wiederum eine sehr steife Dachscheibe erforderlich. Siehe „Kapitel 3. Allgemeine Anforderungen“

All diese Zusammenhänge der unterschiedlichen Belastungen können vor Ort bei einer Kontrolle nicht im Detail nachvollzogen werden. Aus diesem Grund muss ein aussagefähiges Ladungssicherungs-Gutachten oder eine entsprechende Bedienungsanweisung des Herstellers vorliegen. Der Gutachter bzw. der Hersteller haften für die Richtigkeit der Anweisungen.
Sätze in der Ladungssicherungsanweisung wie „sollte oder könnte“ sind contra produktiv, hier sind klare Aussagen gefordert!
Der Fahrzeughersteller hat seine Planenaufbau-Komponenten entsprechend aufeinander abzustimmen und dieses in der Bedienungsanleitung eindeutig darzulegen.

6.4.2. Gewicht der Ladeeinheiten

Geht man von 34 Palettenstellplätzen bei 13,62 m Ladelänge aus, die für ein vollständiges Ausfüllen der Ladefläche erforderlich sind, lässt sich auf das maximale Gewicht einer Ladeeinheit zurückrechnen. Unterstellen wir eine mögliche Zuladung von 26.000 kg, so ergibt sich ein Bruttopalettengewicht von 765 kg.
Häufig werden auch 33 Paletten gefahren, so dass dann eine Palette theoretisch 788 kg wiegen darf. Bei 33 Paletten verbleiben noch ca. 400 mm Ladelänge für entsprechende Sperrbalken bei druckempfindlichen Ladungen.
Sobald die Ladeeinheiten diese Gewichte überschreiten, muss die Anzahl der Paletten reduziert werden; Folge – ein durchgehender Formschluss bis zur Stirnwand ist nicht mehr gewährleistet. Bei Palettengewichten von 1.000 kg und mehr verstärkt sich dieses Problem noch (siehe Position 6.4.1 / Bildung von Ladeabteilen).

6.4.3. Formstabilität der Ladeeinheiten

Formstabil ist eine Ladeeinheit, wenn sie unter den verkehrsüblichen Belastungen ihre Form nicht nennenswert verändert. In der Praxis bedeutet dies, dass die Ladung in einer Weise mit dem Ladungsträger verbunden ist, die ein Auseinanderfallen der gesamten Ladeeinheit oder ein Verrutschen, Kippen oder Beschädigung einzelner Teile innerhalb der Ladeeinheit unmöglich macht.
In der VDI-Richtlinie 3968 Blatt 1 bis Blatt 6 sind die entsprechenden Anforderungsprofile beschrieben.

Ein sehr schwieriges Ladegut sind BigBag-Ladungen („Großsäcke“), welche zu den so genannten IBC gehören. BigBags sind Weichversandstücke die mit einem Schüttgut befüllt sind. Da für das Sichern aber „steife“ Ladungen vorausgesetzt werden, gibt es Sicherungsprobleme im Straßentransport.

Der KLSK hatte auf der Tagung in Hildesheim (14./15. März 2008) Praxisversuche mit unterschiedlich gesicherten BigBags und 25 kg Säcken auf Paletten durchgeführt.
Herr Prof. U. Podzuweit hat über das unterschiedliche Verhalten von Schüttgütern in Großsäcken („BigBags“) eine umfangreiche Ausarbeitung erstellt (siehe KLSK „Lexikon“ / und Bericht zu: BigBag – Versuche vom März 2008).

Der Einsatz von rutschhemmenden Mitteln, z.B. in Form von rutschhemmender Pappe oder anderen leicht klebenden Mitteln innerhalb der Ladeeinheit, ist möglich.

Liegt eine stabile Ladeeinheit nicht vor, so ist eine Ladungssicherung ausschließlich über Formschluss möglich. Ist die Ladung darüber hinaus nicht oder nur eingeschränkt in der Lage entstehende Horizontalkräfte aufzunehmen, so sind zusätzliche Maßnahmen zur Ladungssicherung erforderlich.
Wenn eine formstabile Ladeeinheit kippgefährdet ist, dann ist diesem Zustand bei der Ladungssicherung Rechnung zu tragen.

6.5. Problembereich Fahrzeugaufbau

Es herrscht derzeit die Meinung vor, dass ein Fahrzeugaufbau des Anforderungsprofils Code XL „alles kann“! Dies ist ein fataler Irrtum! Ein Fahrzeugaufbau nach Code XL ist leider keine Allroundlösung.
Dieser Irrtum trifft auch dann zunächst einmal uneingeschränkt für alle Fälle zu, in denen die Ladefläche vollflächig und gleichmäßig ausgeladen wurde, die Nutzlast nicht überschritten wurde und ein Gleitreibbeiwert von $\mu = 0{,}3$ angesetzt werden kann und die Ladung bzw. Ladeeinheiten formstabil sind.

6.5.1. Stirnwand – nach Code XL

Die Stirnwand hat bei einer Nutzlast von 27.000 kg einer Belastbarkeit von 0,5 x P entsprechend 13.500 daN zu widerstehen. Wenn ein Gleitreibbeiwert von $\mu \geq 0{,}3$ vorhanden ist, würde dies ein Ladungsgewicht von 27.000 kg bedeuten. Liegt nur ein Gleitreibbeiwert von $\mu \geq 0{,}25$ (Europaletten zu Siebdruckboden im sehr trockenen Zustand) vor, so reduziert sich die zulässige Zuladung rechnerisch auf 24.545 kg!
Grundsätzlich ist zu prüfen, ob die vorne an der Stirnwand stehende Ladung

überhaupt den Druck beim Bremsen von der hinteren Ladung ohne Schaden bis an die Stirnwand durchleiten kann. Die einwirkende Druckkraft auf die erste Palettenreihe kann bis zu ca. 12.000 daN auf voller Fahrzeugbreite betragen.
Es gibt viele Ladungen, die auf Grund ihrer Druckempfindlichkeit diese Kräfte nicht durchleiten können, wie z.B. Fässer oder Milchtüten in Papierverpackungen, oder 1,5 Ltr. PET-Flaschen, lose ohne Kästen auf der Palette verstaut. Diese Ladungsbeispiele können hierbei sehr schnell ihre Flüssigkeit verlieren. Es müssen somit häufig Ladungen in kleineren Ladeabteilungen von z.B. 3,6 m jeweiliger Ladeabteil-Länge transportiert werden.
(Siehe auch Position 6.6 Problembereich Punktbelastung an der Stirnwand)

6.5.2. Heckportal

In der Praxis wird im Straßentransport nicht mit einer Überlastung des Heckportals zu rechnen sein. Der Gleitreibbeiwert könnte bis auf $\mu = 0{,}25$ reduziert werden, wenn ein entsprechender Sicherheitsfaktor für die Rückwandtüren berücksichtigt wird.
Voraussetzung ist jedoch, dass die Rückwandtüren mit ihren Scharnieren und Verschlussmechanismen in funktionsfähigem Zustand sind und das Fahrzeug raumfüllend ausgeladen ist.

6.5.3. Seitliche Schiebeplane

Die seitliche Laderaumbegrenzung hat bei der Code XL zwar eine Belastbarkeit von 0,4 x P, bei einer zulässigen Ausbauchung während der Prüfung von 300 mm. Dieses bedeutet im ersten Ansatz, dass der Gleitreibbeiwert zwischen der Ladeeinheit und dem Ladeboden rechnerisch auf $\mu = 0{,}1$ reduziert werden könnte.
Ein Ausbeulen der Plane durch verrutschte und nach außen vorstehende Ladeeinheiten darf im Fahrbetrieb nach einer hohen Kurvenbeschleunigung jedoch **nicht** auftreten (siehe Position 6.4.1)!
Ein hoher Reibbeiwert von z.B. 0,35 bis 0,4 ist beim Zurückdrücken der Ladeeinheiten durch die Plane kontraproduktiv, da jetzt der hohe Reibbeiwert nach dem Rausrutschen beim Zurückdrücken überwunden werden muss!

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit einem Code XL-Aufbau in der Regel eine Formschluss-Ladungssicherung zur Seite über die Seitenplane ohne und mit handelsüblichen Aluminium-Seitenlatten ohne weitere Abstützungen und oder Hilfsmittel nicht möglich ist.
Die seitliche Ladungssicherung muss je nach Beschaffenheit der Ladeeinheit durch Anschlagleisten unten am Außenrahmen (Option bei der Code XL Ausführung) und oder ausreichend dimensionierten Seitenlatten, stabilen Mittelrungen und einer entsprechend steifen Dachscheibe, zur Abstützung der Mittelrungen, erfolgen.
Hierbei ist bei der Dimensionierung dieser verantwortlich tragenden Bauteile ein Sicherheitsfaktor zu berücksichtigen.

▪ 6.5.4. Seitliche Bordwand

Seitliche Bordwände, welche nach Code L geprüft sind, haben in der Regel eine höhere seitliche Aufbaufestigkeit als Code XL-Aufbauten mit seitlicher Schiebeplane und einfachen Alu-Einstecklatten. Diese Planenaufbauten sind bis zur Bordwandoberkante mit 0,24 x P geprüft.

Seitliche Einsteckbretter mit einer mechanischen Arretierung am Fahrzeugaußenrahmen stellen im unteren Bereich eine gute formschlüssige Ladungssicherung dar, wenn sie als Option der Code XL entsprechend geprüft wurden.

6.5.5 Problembereich Ausstattung

Ein weiteres derzeit ausschließlich über ein Zertifikat / Bedienungsanleitung zu klärendes Problem ist die Ausstattung eines Code XL-Aufbaus. Auf Grund einer vorhandenen Kennzeichnung ist nicht überprüfbar, mit welchen Ausstattungskomponenten die Aufbauprüfung stattgefunden hat. Mit Einsteckbrettern, wenn ja wie viele, sowie Holz oder Alu, Festigkeit / Biegesteifigkeit der Einsteckbretter und wie müssen diese eingesetzt sein. Feste Anzahl je Rungenfeld, ladungshoch, etc..
Ist eine vorhandene Palettenanschlagleiste optional oder verbindlich (nach DIN EN 12642 Code XL ist die untere Anschlagleiste nur optional), wenn ja einseitig oder beidseitig. Muss eine zusätzliche Diagonalverspannung zu den Stirnwandzurrpunkten erfolgen, wenn ja sind Mindest- oder Maximalwinkel vorgeschrieben.
Detaillierte Beschreibung zu diesem Problemkreis siehe Positionen 5.2.3 = Gutachten / Stand der Technik und 6.4.1 = Beanspruchung der Fahrzeugseitenwand.

6.6. Problembereich Punktbelastung an der Stirnwand

Die Prüfparameter in der DIN EN 12642 beinhalten Flächendruckprüfungen, welche in der Regel mit einem Luftsack aufgebracht werden. Die zu prüfenden Flächen werden in ihrer gesamten Breite x Länge und mit ≥ ¾ ihrer Höhe belastet.
In der Praxis wird die Stirnwand eines Code XL Aufbaues zur Formschluss-Ladungssicherung herangezogen.

Was aber, wenn 25 Ladeeinheiten mit je einem Gewicht von je 1.000 kg und einer Paletten-Grundfläche von 800 x 1200 mm wie folgt, beginnend an der Stirnwand, verladen werden:

- Drei Paletten einzeln hintereinander jeweils quer, mit 1200 mm Ladungsbreite an der Stirnwand anstehend, mittig auf der Ladefläche, dahinter elf Reihen mit je zwei Paletten. In Abhängigkeit von der Höhe der Ladeeinheit wird die Stirnwand bei diesem Beispiel nur mittig auf 1200 mm Breite, anstatt wie bei der Prüfung auf ca. 2400 mm Breite, belastet. Hier hat der Aufbauhersteller in seiner Bedienungsanleitung bei dieser gängigen Praxis mitzuteilen, ob seine Stirnwand für diesen Lastfall von z.B. 13000 daN Druckkraft geeignet ist.

Ein weiteres Beispiel mag dieses Problem zusätzlich verdeutlichen:

- Auf einer 2 m breiten Fläche sind unter Einhaltung der Lastverteilung 25.000 kg Blechpakete verladen. Diese liegen auf einer Höhe von nur 600 mm an der Stirnwand an. Die absolut starren Blechpakete drücken somit auf einer Fläche von 600 mm Höhe x 2000 mm Breite gegen die Stirnwand. Die Blechpakete haben in diesem Beispiel nur einen Reibbeiwert von z.B. μ= 0,2, so dass bei einer alleinigen Formschluss-Ladungssicherung nach vorn ca. 15.000 daN gegen die Stirnwand drücken.

Grundsätzlich muss geklärt sein, ob die Stirnwände für diese Arten der begrenzten stirnflächigen Abstützung ausgelegt sind.
Abweichungen, welche nicht einer Regelbeladung entsprechen müssen

zusätzlich mit ihren Belastungsgrenzen im Gutachten oder der Bedienungsanleitung beschrieben werden!

6.7. Problembereich Streckenlast

Die zulässige Streckenlast, nicht zu verwechseln mit zulässiger Staplerachslast, gibt die maximale Belastung der Ladefläche je Meter Ladelänge an. Sie ist nur über entsprechende Hinweise in den Bedienanleitungen oder über den Hersteller zu ermitteln. Sie beträgt z. B. bei Sattelaufliegern diverser Hersteller ca. 2.000 kg je 1 Meter Aufbaulänge. Rechnet man über die Ladeflächenlänge zurück, würde sich eine rechnerische Nutzlast von ca. 27.000 kg ergeben, was aber wegen der zulässigen 40 t Gesamtzuggewichte oft nicht möglich ist.

Was aber, wenn eine deutlich höhere Last je Meter Ladeflächenlänge im mittleren Ladebereich aufgebracht wird?
Rein technisch gesehen können bei einer solchen Ladesituation, z.B. die 2 Langträger des Sattelanhängers im vorderen Kröpfungsbereich überbeansprucht werden.
Bei diesem Lastfall müssen somit Ladungsblöcke gebildet werden, diese Ladungsblöcke müssen auf der Ladefläche so angeordnet werden, dass zum einen der Rahmen des Fahrzeuges nicht überbeansprucht wird (Angaben des Herstellers beachten) und zum anderen der Lastverteilungsplan (VDI-Ri. 2700 Blatt 4) wegen der Achsdrücke eingehalten wird.

6.8. Problembereich Sicherheitsfaktor

Es gibt offensichtlich keinen Sicherheitsfaktor für die Aufbauprüfung analog zu Sicherheitsfaktoren bei Zurrmitteln oder Zurrpunkten.
Zurrmittel nach den EN 12195 Blatt 2 bis 4 haben eine 2-fache Sicherheit, Zurrpunkte an Fahrzeugladeflächen nach EN 12640 eine 1,25-fache Sicherheit. Bisherige Nachfragen bei verschiedenen Fahrzeugherstellern haben bezüglich eines Sicherheitsfaktors zu keinem Ergebnis geführt. Die Antwort war stets identisch:
„Unsere Stirnwände sind mit dem im Zertifikat angegebenen Wert geprüft worden“.
Von der Sache ist diese Aussage richtig, wenn ein Aufbau nach DIN EN 12642 Code L oder Code XL erfolgreich geprüft wurde, dann besagt dieses, dass der Aufbau eine bestimmte festgelegte Festigkeit hat. Hiermit ist noch nichts über eine Ladungssicherung über Formschluss mit entsprechenden Sicherheitsfaktoren gesagt.
Normalerweise müsste jedoch als Sicherheitsfaktor mindestens der Wert „1,25 fach“ analog der DIN EN 12640 genommen werden. Im Umkehrschluss würde dieses bedeuten, dass die ursprünglichen geprüften Werte der DIN EN 12642 oder 283 mit dem Faktor 0,8 multipliziert werden müssten, wenn mit den geprüften Aufbaukomponenten Ladungssicherung über Formschluss betrieben werden soll und eine Sicherheit von 1,25 fach berücksichtigt wird.

Beispiel – Berechnung für eine Formschluss-Ladungssicherung der Stirnwand:
26 t Nutzlast / Reibbeiwert von 0,3 / Bremsverzögerung von 0,8 g.

a) heutige Berechnungsauslegung = 26.000 x (0,8 – 0,3) = **13.000 daN** Ladungs-Druckkraft welche auf die Stirnwand drückt.
Die Stirnwand müsste in diesem Beispiel mindestens 13.000 daN als Prüfkraft nachgewiesen haben.

b) Berechnung mit dem Faktor 1,25:
hier reduziert sich dann die auszunutzende Kraft auf 13.000 daN x 0,8 = **10.400 daN.** Die zulässige abzusichernde Nutzlast wäre dann nur noch
10.400: 0,5 = **20.800 kg** statt 26.000 kg.

Das Thema Sicherheitsfaktor betrifft auch seitliche Einstecklatten, Sperrbalken, lose Einsteckrungen, die fest eingebauten Schieberungen von Curtainsidern usw.

Abschließend muss aber auch berücksichtigt werden, dass bezüglich der Stirnwandbelastung in der Praxis bei z.B. Palettenladungen oft ≥ 11 Paletten hintereinander stehen, und dass bei einer Vollbremsung das gesamte Ladungspaket (33 Pool-Paletten) in den meisten Fällen wie eine kleine Feder zusammengedrückt wird, die Ladung verschiebt sich hierbei auch geringfügig ineinander. Hierdurch ist die letztendliche Belastung der Stirnwand geringer als rein rechnerisch angenommen, da ein Teil der Brems-Energie durch das Zusammendrücken und Schieben zwischen den Ladungen durch innere Reibung vernichtet wird.
Dieser Sachverhalt trifft zur Fahrzeugseite bei 2 oder 3 nebeneinander stehenden Paletten nur sehr geringfügig zu und muss hier vernachlässigt werden.
Große starre Ladeeinheiten drücken voll, ohne Minderung, gegen die Stirnwand bzw. gegen die Seitenwand, hier ist ein Sicherheitsfaktor erforderlich.
Eine Differenzierung von Ladeeinheiten zwischen absolut starren Ladungen und solchen welche sich beim Bremsen etwas zusammenschieben können, sind in der Praxis nur sehr schwer auseinander zu halten.

In der Zukunft sollten die Hersteller unter Beachtung ihrer Produkthaftung alle Stirnwände mit 0,5 x P **x 1,25** (Sicherheitsfaktor) prüfen!

6.9. Problembereich Heckportal bei Ladungs-Überlänge

Auf einem Sattelanhänger mit der Standard-Ladelänge von 13.620 mm wird Langgut mit einer Länge von z. B. 14.000 mm und einem Gewicht von 25.000 kg befördert. Fraglich ist, wie und ob sich die zunächst zulässige überlange Ladung auf den Aufbau auswirkt.

In der Praxis werden die Hecktüren üblicherweise wegen der überstehenden Ladung seitlich an den Aufbau herangeklappt und dort fixiert. Unabhängig davon, dass für das Fahrzeug nunmehr eine Ausnahmegenehmigung nach § 70 StVZO, sowie eine Erlaubnis nach § 29 Abs. 3 StVO, wegen des Betriebs eines überbreiten Fahrzeugs fällig wird, stellt sich die Frage, wie sieht es mit der Aufbaustabilität aus?

In diesem Fall muss die Ladungssicherung des Langmaterials zur Fahrzeugseite über eine Kraftschluss-Sicherung und oder über Schubklötze oder geeignete extra eingesteckte Steckrungen erfolgen. Rutschhemmendes Material reduziert die Belastungen der Sicherungselemente erheblich.
Auf keinen Fall ist es zulässig, dass die Ladungssicherung zur Seite über den Aufbau-Formschluss geht.
Der Aufbau entspricht in dieser Situation nicht mehr der Code XL, da beim XL-Test die Rückwandtüren zu 99,9 % geschlossen waren, um eine ausreichende Aufbaustabilität zu erhalten.
Ob der Aufbau noch der Code L entspricht, müsste der Aufbauhersteller prüfen und

bestätigen.

6.10. Problembereich Zertifikate

Zertifikate oder Gutachten zum Fahrzeugaufbau oder zur Ladungssicherung erleichtern grundsätzlich eine Überprüfung im Rahmen von Kontrollmaßnahmen oder der Festlegung der Ladungssicherung. Die beschriebenen Parameter an Fahrzeug, Ladung und Ladungssicherung sind jedoch einzuhalten. Bezüglich der Aussagefähigkeit von Gutachten und Bedienungsanleitungen für eine Ladungssicherung siehe Position 5.2.3.

Vielfach finden sich Formulierungen wie
„… für abweichende Ladegüter, etc. sind gesonderte Ladungssicherungsmaßnahmen erforderlich!“
In diesem Punkt sind diese Zertifikate und Gutachten eindeutig, sie sind für diese abweichenden Ladungen nicht zulässig, da ja gesonderte Ladungssicherungsmaßnahmen erforderlich sind.
Hiermit ergeben sich für den Anwender zusätzliche Probleme. Eine Abweichung ist bereits dann gegeben, wenn zum Beispiel eine Ladeeinheit weniger befördert wird als im Zertifikat oder Gutachten beschrieben. Es ergibt sich automatisch ein zusätzlicher Ladungssicherungsbedarf, den es zu bewältigen gilt. Es müssen somit auch kleinere Ladungsabweichungen im Gutachten oder in der Bedienungsanleitung mit den erforderlichen Ladungssicherungsmaßnahmen beschrieben werden.

Weiterhin sind Zertifikate in ihrer „Laufzeit“ begrenzt. Dahin gehende Formulierungen lauten zum Beispiel: „… gilt bis zur Änderung gesetzlicher Vorschriften“. Eine solche Änderung liegt unseres Erachtens bereits dann vor, wenn sich die im Zertifikat zitierte Norm, technische Richtlinie im Sinne des § 22 StVO, ändert!
Ein Praxisbeispiel dazu: Aufbauprüfungen nach der prEN 12642 (Norm im Entwurf) mit Januar 2007 durch die Endfassung ersetzt. Hier ist unseres Erachtens mindestens eine Erklärung beizufügen, dass das Zertifikat auch weiterhin Gültigkeit hat! Weitere Formulierung machen eine jährlich nachzuweisende Überprüfung des Aufbaus durch den Hersteller oder einer vom Hersteller autorisierte Person erforderlich. Findet diese Prüfung nicht statt, so ist das Zertifikat ungültig.
Die Prüfergebnisse sind zu dokumentieren und aufzubewahren, festgestellte Mängel müssen sofort beseitigt werden.

7. Nutzlastberechnung

Die Nutzlast eines Fahrzeuges ist zum einen die Differenz zwischen zulässiger Gesamtmasse und Leergewicht. Heute werden die meisten Standard-Sattelanhänger in der Regel mit 3 x 9 t Achsen hergestellt, so dass technisch 27 t Hinterachsdruck zur Verfügung stehen. In dieser Situation beträgt der zulässige Satteldruck dann wiederum ca. 12 t.
Diese technische Auslegung wird von den Fahrzeugherstellern gewählt, um bei Ausnahmegenehmigungen (z.B. Kombinierter Verkehr / Vor-und Nachlauf), sowie im Ausland ohne Bauänderungen, höhere Gesamtgewichte zu haben.

Tatsächlich können aber laut StVZO im Normalfall (ohne Ausnahmegenehmigung) Sattelzüge nur eine Gesamtmasse von 40 t haben. In der Praxis bedeutet

dieses, dass bei einer Zwei-Achs 18 t Zugmaschine und einem Dreiachs-Sattelanhänger mit zulässigem 24 t Hinterachsdruck insgesamt technisch 42 t Gesamtmasse zur Verfügung stehen (18 + 24
= 42 t). Dieser Sachverhalt hat in der Praxis beim Beladen den Vorteil, dass der theoretische Ladungsschwerpunkt um ca. 600 mm in Fahrzeug-Längsrichtung variieren kann, hierbei sind es je nach Radstand, von der Fahrzeugmitte aus gesehen, oft ca. 130 mm nach vorne und ca. 470 mm nach hinten.

In Bezug auf die Aufbauprüfung nach EN 12642 Code XL legen die Fahrzeughersteller oft eine Nutzlast von 27 t zugrunde.
Daraus ergeben sich dann nachfolgende Prüfkräfte:

- Stirnwand = 13.500 daN (0,5 x 27 t = 13,5 t)
- Heckportal = 8.100 daN (0,3 x 27 t = 8,1 t)
- Seitenwände = 10.800 daN (0,4 x 27 t = 10,8 t)

Die häufig von den Fahrzeugherstellern gewählte Nutzlast mit 27 t ist im Normalfall bei einem 40 t LKW-Zug richtig.
Wenn der 5-achsige LKW-Zug jedoch im kombinierten Verkehr z.B. mit 44 t Gesamtmasse bei 18 t LKW und ≤ 27 t Hinterachsaggregat vom Sattelanhänger eingesetzt wird, dann beträgt die Nutzlast ca. 29 t. In diesem Fall wäre die Stirnwand nicht in der Lage die 29 t Ladung über Formschluss zu sichern, wobei das Thema Sicherheitsfaktor von Pos. 6.8 noch nicht eindeutig geklärt ist.
Auf der Bahn im Taschenwaggon wäre die Festigkeit dieser Stirnwand ebenfalls nicht ausreichend.

7.1. Fazit

Die Nutzlast ist die Differenz aus zulässiger Gesamtmasse und Leergewicht. Sie ist Grundlage für die Berechnung der Prüfkräfte nach der DIN EN 12642! Die Normen (EN) sind in allen CEN Mitgliedstaaten zu beachten. Da es sich um eine internationale Vorschrift handelt, sollte bei der Berechnung der Nutzlast grundsätzlich von dem höheren Wert ausgegangen werden.

8. Zusammenfassung

Ein Transportunternehmen sollte bei einer Neuanschaffung grundsätzlich einen Planen-Aufbau bezüglich seiner nachgewiesenen Festigkeit nach DIN EN 12642 kaufen.
Bei Curtainsidern (Aufbau mit seitlicher Schiebeplane) sollte der Aufbau der Code XL entsprechen. Bei dieser Ausführung ist eine Ladungssicherung über Formschluss in Fahrzeug-Längsrichtung bei geeigneter Ladung gegeben.
Eine Ladungssicherung von Ladeeinheiten über Formschluss zur Fahrzeugseite hin ist nicht automatisch gegeben! Die Fahrzeugseite wurde zwar mit 0,4 x P (P = Nutzlast) geprüft, wobei jedoch eine Seitenausbauchung von ≤ 300 mm zulässig ist. Die

Rückstellkraft der Seiten-Plane, oder der handelsüblichen Seitenlatten, reicht in der Regel nicht aus, die Ladung / Ladeeinheiten auch nur annähernd nach einer Kurvenfahrt wieder auf ihre alte Stellposition zurückzudrücken.
Bei einer gewünschten Formschluss-Ladungssicherung zur Fahrzeugseite hin sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich.
Curtainsider mit Bordwänden sollten bezüglich des Nachweises der Bordwandfestigkeit einmal nach Code L und bezüglich der Stirnwände sowie der gesamten Planenseitenwand mit dem Verdeckgestell in einem zweiten Test nach Code XL geprüft werden.

Planen-Aufbauten mit Bordwänden, welche nach DIN EN 12642 Code L geprüft wurden, haben bei z.B. 35 t Sattelanhängern den Nachteil, dass die Stirnwand nur eine Festigkeit von 5.000 daN aufweist. Diese Festigkeit reicht gerade aus, um ca. ≤10 t Ladung bei einem Reibbeiwert von ≥ 0,3 über Formschluss zu sichern.
Die Seitenbordwände sind hier jedoch mit 0,24 x P geprüft, so dass je nach Ladung und Reibbeiwert ein größerer Anteil der Ladung seitlich über den Bordwand-Formschluss gesichert werden kann.
Das über der Bordwand aufstehende Verdeckgestell wird mit 0,06 x P geprüft und kann somit keinerlei Ladungssicherungsfunktionen übernehmen. Dieses Verdeckgestell ist nur noch ein Wetterschutz.

Königsberger Ladungssicherungskreis
Stand April 2010