

# Verladeempfehlungen

## zur Ladungssicherung

### von Altpapierballen auf Straßenfahrzeugen



Die Verladeempfehlungen orientieren sich an der „Besten Praxis“ zum verkehrs-, betriebs- und beförderungssicheren Transport von Altpapierballen und basieren in ihrer technischen Umsetzung auf den Vorgaben der Richtlinie VDI 2700 (Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen, Stand November 2004). Die Verladeempfehlungen wurden durch praktische Fahrversuche nach DIN EN 12642 (Stand Januar 2007) verifiziert und im Konsens der nachfolgend genannten Beteiligten erstellt.

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (bvse) e.V.  
Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e. V.  
Gesamtverband Verkehrsgewerbe Niedersachsen (GVN) e. V.  
Verband Verkehrswirtschaft und Logistik Nordrhein-Westfalen (VVWL) e. V.  
Verband Deutscher Papierfabriken (VDP) e.V.  
Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr)  
Bundesamt für Güterverkehr (BAG)  
Polizei Niedersachsen  
Polizei Nordrhein-Westfalen

Technische Unterstützung  
Fahrzeugwerk Bernard Krone GmbH  
Schmitz Cargobull AG

Wissenschaftliche Begleitung:  
DEKRA Automobil GmbH  
TÜV NORD Mobilität GmbH & Co. KG

Stand: September 2013

# Ladungssicherung von Altpapierballen auf Straßenfahrzeugen



<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
1 Grundsätzliches zur Ladungssicherung .....	3
1.1 Im Fahrbetrieb auftretende Kräfte .....	3
1.2 Kippgefahr beim Transport von Altpapierballen .....	3
2 Spezifikation von Altpapierballen .....	4
2.1 Arten von Ballen, Abmessungen und Ladungsgewichte .....	4
2.2 Bilden von transportsicheren Ladeeinheiten .....	6
3 Anforderungen an das Transportfahrzeug .....	7
3.1 Mindestfestigkeit des Fahrzeugaufbaus .....	8
3.2 Zurrpunkte zur Ladungssicherung .....	8
4 Grundsätze beim Verladen von Altpapierballen .....	9
4.1 Anzunehmende Reibbeiwerte .....	9
4.2 Formschlüssiges Beladen .....	9
4.3 Die Lastverteilung .....	11
5 Regelverladung, Stau- und Sicherungsvarianten .....	14
5.1 Die Regelverladung .....	14
5.2 Stau- und Sicherungsvarianten .....	14
5.3 Die Rückhalteverzurrung .....	16
6 Literaturhinweise .....	17

# 1 Grundsätzliches zur Ladungssicherung

## 1.1 Im Fahrbetrieb auftretende Kräfte

Die gesetzlichen Verpflichtungen zur Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen werden durch die Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) und Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) vorgegeben. Die anerkannten technischen Regeln zur Ausführung der Ladungssicherung enthält die VDI-Richtlinie 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen“.

Die erforderlichen Ladungssicherungskräfte auf Straßenfahrzeugen im Fahrbetrieb ergeben sich aus den gesetzlichen Vorgaben bzw. technischen Richtlinien zu:

- 0,8 x FG in Fahrtrichtung
  - 0,5 x FG entgegen der Fahrtrichtung
  - 0,5 x FG quer zur Fahrtrichtung
- (FG = Gewichtskraft der zu sichernden Ladung)

## 1.2 Kippgefahr beim Transport von Altpapierballen

Beim Ankippen setzt ein unmittelbares Verrutschen der Ladung ein was dazu führt, dass die Ballen nicht mehr in die Ausgangslage zurückkippen können. Durch einen sich auf die übrige Ladung ausbreitenden Dominoeffekt kann bei dieser Verladungsart der Fahrzeugaufbau zerstört werden (vgl. Abb. 5 und 6).

Hinweis: Zur Kipp- und Rutschgefährdung finden sich allgemeine Erläuterungen bspw. in der Richtlinie VDI 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen - Grundwerk“ sowie im BGL/ BG Verkehr Praxishandbuch Laden und Sichern - Band 1: Grundlagen der Ladungssicherung und Band 3: Ladungssicherung für Papierrollen.

## **2 Spezifikation von Altpapierballen**

Um der Papierindustrie die nachgefragten Qualitäten liefern zu können, richtet sich die Spezifikation von Altpapier nach der "Liste der Europäischen Standardsorten und ihre Qualitäten" (DIN EN 643). Zurzeit sind 67 Altpapiersorten in der Liste beschrieben. Die im Folgenden betrachteten Qualitäten decken etwa 70 % der Menge des transportierten Papierballenaufkommens ab und bilden die Basis für die hier dargestellte Empfehlung.

### **2.1 Arten von Ballen, Abmessungen und Ladungsgewichte**

Das Ladegut Altpapierballen entsteht durch Verpressen von Altpapier in sogenannten Ballenpressen. Aufgrund deren unterschiedlichen Dimensionierungen sowie der unterschiedlichen Pressdrucke haben Altpapierballen unterschiedliche Abmessungen und Gewichte. Typische Kenndaten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Hinsichtlich der Höhe des aufzubringenden Pressdruckes besteht die Anforderung, dass dieser in Abhängigkeit mit der Art der Umreifung/Bänderung der jeweiligen Altpapierballen so gewählt sein muss, dass eine gefahrlose formstabile 4-fach-Stapelung von freistehenden Altpapierballen übereinander möglich ist.

Die einzelnen Lagen, verschiedene Altpapieranteile der jeweiligen Altpapier-Fractionen im Ballen sowie die Art und technische Einstellung zum Pressverhalten der Ballenpresse wirken sich auf die Masse und die Abmessungen des Ballens aus.

Die Masse variiert deshalb im Bereich von 400 kg bis 1.200 kg.

Die Maße betragen ca. 1,00 m (B) x 1,00 m (H) x 1,20 m (L).

(Die Länge beträgt zwischen 1,10 m und 1,30 m (Durchschnitt 1,20 m)).

In Tabelle 1 sind ausgewählte Arten von Papierballen abgebildet, wie sie üblicherweise in der Praxis anzutreffen sind und die im Folgenden unter dem Gesichtspunkt der Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen behandelt werden.



Bezeichnung, Merkmale	Bild	Typische Kenndaten
<p><b>Sortiertes gemischtes Altpapier:</b></p> <p><b>1.02 (alt B12)</b></p> <p>Eine Mischung verschiedener Papier- und Pappenqualitäten, die maximal 40 % an Zeitungen und Illustrierten enthält</p>		<p><b>Pressmaße der Papierballen</b> <b>B x H x L [m]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,10 x 0,75 x 1,10</li> <li>• 1,10 x 0,80 x 1,20</li> <li>• 1,10 x 1,10 x 1,30</li> </ul> <p><b>Gewicht der Ballen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 kg bis 1.200 kg</li> </ul>
<p><b>Kaufhausaltpapier:</b></p> <p><b>1.04 (alt B19)</b></p> <p>Gebrauchte Papier- und Kartonverpackungen, die mindestens 70 % Wellpappe enthalten, Rest: Vollpappe und Packpapier</p>		<p><b>Pressmaße der Papierballen</b> <b>B x H x L [m]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,100 x 0,75 x 0,80</li> <li>• 1,100 x 0,80 x 1,20</li> <li>• 1,100 x 1,10 x 1,30</li> </ul> <p><b>Gewicht der Ballen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 600 kg bis 1.200 kg</li> </ul>
<p><b>Alte Wellpappe-Verpackungen</b></p> <p><b>1.05 (alt W 52)</b></p> <p>Gebrauchte Verpackungen und Bogen aus Wellpappe verschiedener Qualitäten</p>		<p><b>Pressmaße der Papierballen</b> <b>B x H x L [m]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,100 x 0,75 x 0,80</li> <li>• 1,100 x 0,80 x 1,20</li> <li>• 1,100 x 1,10 x 1,30</li> </ul> <p><b>Gewicht der Ballen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 600 kg bis 1.200 kg</li> </ul>
<p><b>Deinkingware</b></p> <p><b>1.11 (alt D 39)</b></p> <p>Sortiertes grafisches Papier aus haushaltsnaher Erfassung, Zeitungen und Illustrierte mit einem Mindestanteil von jeweils 40 %.</p>		<p><b>Pressmaße der Papierballen</b> <b>B x H x L [m]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,10 x 0,75 x 1,10</li> <li>• 1,10 x 0,80 x 1,20</li> <li>• 1,10 x 1,10 x 1,30</li> </ul> <p><b>Gewicht der Ballen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 kg bis 1.200 kg</li> </ul>

Tab. 1: Arten von Altpapierballen mit Altpapiersorten nach DIN EN 643  
"Liste der Europäischen Standardsorten und ihre Qualitäten"

## 2.2 Bilden von transportsicheren Ladeinheiten

Eine sachgemäße Ladungssicherung setzt das Vorliegen einer stabilen Ladeinheit voraus. Eine stabile Ladeinheit im Falle von Altpapierballen wird erreicht durch ein maschinelles Verpressen von losem Altpapier zu Altpapierballen mit vertikalen und ggf. horizontalen Umreifungen mit Bindendraht (vgl. Abb. 1 und 2). Die Ladeinheit muss so beschaffen sein, dass sie auf der gesamten Transportkette formstabil bleibt.

Die einzelnen Ballen sind durch Bindendraht mindestens 4-fach vertikal umreift. Der Abstand der Umreifungsdrähte zueinander sollte 25 cm nicht überschreiten, der Abstand der äußeren Umreifungsdrähte zum Ballenrand sollte nicht mehr als der halbe Abstand der inneren Umreifungsdrähte betragen (vgl. Abb. 1 und 2). Bei weniger als vier vertikalen Bänderungen oder im Falle von anderen Umreifungssystemen sind diese hinsichtlich ihrer Sicherungswirkung nachweislich mindestens gleichwertig auszuführen.

Die Drahtgüte nach DIN 177 des Drahtes sollte eine Zugfestigkeit von mehr als 350 N/mm<sup>2</sup> mit dem daraus jeweils resultierenden Drahtdurchmesser aufweisen oder muss dieser Drahtgüte nachweislich mindestens gleichwertig sein. Andere als mit Draht gewählte Umreifungsarten müssen ein dem Draht vergleichbares Rückstellmoment aufweisen. Herausstehende Drahtenden sollten aus Gründen der Unfallverhütung vermieden werden. Neben der vorgegebenen Umreifung in Vertikalrichtung können ggf. zusätzliche anwenderspezifische Umreifungen in Horizontalrichtung vorgenommen werden. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen übliche Umreifungs-/Bänderungsbeispiele für Ballenware:

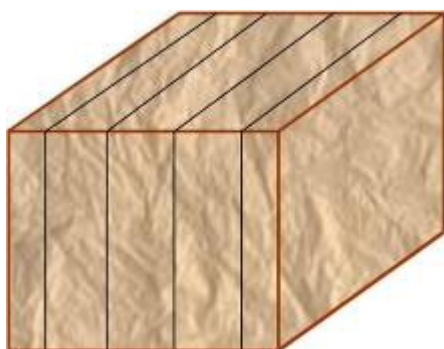


Abb. 1: Schema der Altpapierballen-Bänderung/Umreifung



Abb. 2: Altpapierballen mit mindestens 4 Umreifungen/Bänderungen

### 3 Anforderungen an das Transportfahrzeug

Für den Straßentransport von Altpapierballen werden in der Praxis Lastkraftwagen, vorzugsweise Sattelkraftfahrzeuge, verwendet. Die Fahrzeuge sollten den jeweils geltenden Regeln der Technik entsprechen, wobei die **Stirnwände** - auch bei Altaufbauten - nachweislich den Vorgaben des Anforderungsprofils nach DIN EN 12642 "Code XL" entsprechen müssen.

Die gebräuchlichsten Aufbauformen sind:

- seitliche Schiebepanzen
- Plane- / Spriegel-Aufbau mit Schiebeverdeck
- Plane- / Spriegel-Aufbau ohne Schiebeverdeck
- Schubboden

Im Folgenden werden Fahrzeuge mit den zuvor genannten gebräuchlichsten Aufbauformen mit Ausnahme von Schubbodenfahrzeugen betrachtet.

**Achtung: Fahrzeugaufbauten mit Schubboden (Abb. 4) sind nicht Gegenstand dieser Verladeempfehlung.**



*Abb. 3: Beispiel für ein Sattelkraftfahrzeug mit seitlicher Schiebepanzen*



*Abb. 4: Nicht Gegenstand der Verladeempfehlung: Schubbodenfahrzeuge*



### 3.1 Mindestfestigkeit des Fahrzeugaufbaus

Der Aufbau muss die Mindestfestigkeiten nach DIN EN 12642 aufweisen:

Komponente	Standardaufbau Code L	Verstärkter Aufbau Code XL
Stirnwand	0,4 F <sub>Nutzlast</sub> (max. 5.000 daN)	0,5 F <sub>Nutzlast</sub>
Rückwand	0,25 F <sub>Nutzlast</sub> (max. 3.100 daN)	0,3 F <sub>Nutzlast</sub>
Seitenwände	0,3 F <sub>Nutzlast</sub> (nicht für Fahrzeuge mit Schiebeplane!)	0,4 F <sub>Nutzlast</sub>

Tab. 2: Aufbaufestigkeiten nach DIN EN 12642

Code L-Aufbauten benötigen Zusatzausstattungen, die sie nachweisbar in den Zustand vergleichbar den Aufbaufestigkeiten nach Code XL versetzen. Auskünfte hierzu erteilen bspw. die Fahrzeughersteller oder Zubehörlieferanten.

Ist die Festigkeit der Stirnwand nach den Vorgaben der DIN EN 12642 Code XL (vgl. Tab. 2) nicht nachgewiesen, müssen zusätzliche Maßnahmen zur Ladungssicherung in Fahrtrichtung vorgenommen werden. Bspw. können hierzu für die jeweiligen Ladeeinheiten nachweislich entsprechend dimensionierte zusätzliche Rückhalteverzurrungen (siehe Kapitel 5.3) angebracht bzw. nachweislich entsprechend dimensionierte Zurrnetze oder Zwischenwandverschlüsse eingesetzt werden.

Sofern nicht durch Fahrversuche zu den speziellen Altpapiersorten die ausreichende Ladungssicherung durch den Fahrzeugaufbau nachgewiesen ist, ergibt sich aus den bisher vorliegenden nachprüfbaren Versuchsergebnissen (nach DIN EN 12642 Anhang B) der beteiligten Prüforganisationen, dass ein entsprechender Transport von Altpapierballen nur mit zusätzlicher Rückhalteverzurrung (siehe Kapitel 5.3) oder einer hierzu nachweislich mindestens gleichwertigen Sicherungsmethode möglich ist.

### 3.2 Zurrpunkte zur Ladungssicherung

Zu empfehlen ist der Einsatz von Zurrpunktlochsystemen/Lochleisten oder Zurrpunkte in Abständen von jeweils 60 cm. Die Zurrpunkte sollten der DIN EN 12640 oder dazu mindestens gleichwertigen Ausfertigungen und Belastbarkeiten entsprechen.

## **4 Grundsätze beim Verladen von Altpapierballen**

Voraussetzung für eine Verladung auf Fahrzeugen ist ein sauberer und trockener Fahrzeugboden. Auch die Ladung muss so trocken sein, dass sich kein schmieriger Abrieb zwischen Ballen und Fahrzeugboden bilden kann, um die Reibung zwischen Ladegut und Fahrzeugboden nicht nachteilig zu beeinträchtigen.

### **4.1 Anzunehmende Reibbeiwerte**

Ein wirksamer Reibkontakt zwischen Ladefläche und Ladegut und damit die Möglichkeit zur Anwendung eines Gleit-Reibbeiwertes ( $\mu$ ) der Größenordnung von  $\mu > 0,45$  wird nur bei trockenen und besenreinen Fahrzeugböden erreicht. Ein wirksamer Reibkontakt und damit die Möglichkeit zur Anwendung eines Gleit-Reibbeiwertes bis in den Verzahnungsbereich von  $\mu > 1$  zwischen den Ballen wird nur bei entsprechend gepressten und gebänderten Ballen erreicht. Die Messwerte basieren auf Praxisversuchen der beteiligten Prüforganisationen mit realen Altpapierballen.

Es ist zu beachten, dass bei der beschriebenen Umreifung/Bänderung der für die Ladungssicherung maßgebliche Reibkontakt zwischen dem Ladegut und der Ladefläche bzw. den Ladegütern untereinander allein von der Materialpaarung "Altpapier/Fahrzeugboden" bzw. "Altpapier/Altpapier" bestimmt und nicht vom Bindedraht der Umreifung/Bänderung beeinflusst wird. Ein etwaiger Kontakt des für derartige Ladeeinheiten typischerweise verwendeten Bindedrahtes zum Fahrzeugboden hat keinen nachteiligen Einfluss auf den resultierenden Gleit-Reibbeiwert der Ladeinheit.

Einseitig nasse Ballen sollten gedreht mit der nassen Seite nach oben in der oberen von maximal dann zulässigen 2 Ballenlagen transportiert werden, damit eine Schmierfilmbildung zwischen den Reibpartnern "Fahrzeugboden/Altpapierballen" verhindert wird.

### **4.2 Formschlüssiges Beladen**

Während des manuellen Beladevorganges z. B. mit Klammerstapler sind die Ballenreihen anschließend jeweils mittels Seitenschub formschlüssig anzuschließen. Ohne Formschluss in Längsrichtung mit Klammerbreitenabstand zwischen Ladung und Stirnwand besteht im Fahrbetrieb Ankipppgefahr der Ballen.



*Abb. 5: Ladungsverschub nach einem starken Bremsmanöver*



*Abb. 6: Durch Ladungsverschub beschädigte Stirnwand*

Die erste Altpapierballenreihe ist formschlüssig, gleichmäßig und vollflächig an die Stirnwand zu laden.

Im Hinblick auf die Lastverteilung (vgl. Kapitel 4.3) sind aufgrund zu hoher Ballenmassen vorgenommene Stapelungen mit nur einem Ballenstapel in den ersten Ladungsreihen bei sonstiger Vollaussladung unzulässig, da dies bei Vollbremsungen zu einer Stirnwandüberlastung führt. Grundsätzlich muss daher an der Stirnwand der erste Ladungsstapel vollflächig mit mind. 2,2 m Breite erfolgen. Danach kann mit einer geeigneten Einzelstapelanordnung einer Achslastüberschreitung des eingesetzten Fahrzeuges entgegengewirkt werden (vgl. Abb. 7,8,12).

Die Stapelanordnung sollte bei den unter Kapitel 3 genannten Fahrzeugen stets in Fahrzeugquerrichtung nicht mehr als 3 Ballen (3 x 0,75 m Breite) umfassen, angestrebt werden sollten 2 Ballen (2 x 1,10 m oder 2 x 1,20 m Breite). Die maximale Stapelhöhe im Fahrzeug darf 3 Ballenlagen nicht überschreiten (vgl. Abb. 7).



*Abb. 7: Maximale Stapelhöhe von 3 Altpapierballen*

### 4.3 Die Lastverteilung

Die betriebssichere Beladung der Fahrzeuge erfordert u. a. die Einhaltung der zulässigen Fahrzeug-Abmessungen und -Achslasten. Zur Bestimmung der ordnungsgemäßen Lastverteilung ist ein Lastverteilungsplan (LVP) hilfreich. Es wird empfohlen, einen Lastverteilungsplan des Fahrzeuges z. B. im Hecktürbereich seitens des Fahrzeugherstellers anzubringen.



Abb. 8: Formschlüssige Beladung der ersten Lage Altpapierballen an die Stirnwand. Kopfschlinge am versetzten Stapelbeginn der oberen Lage

Neben der ordnungsgemäßen Lastverteilung ist zu beachten, dass die Stirnwand vollflächig und formschlüssig bei Bremsungen durch die erste Lage der Ladung belastet wird (vgl. Abb. 8 und Kapitel 4.2).

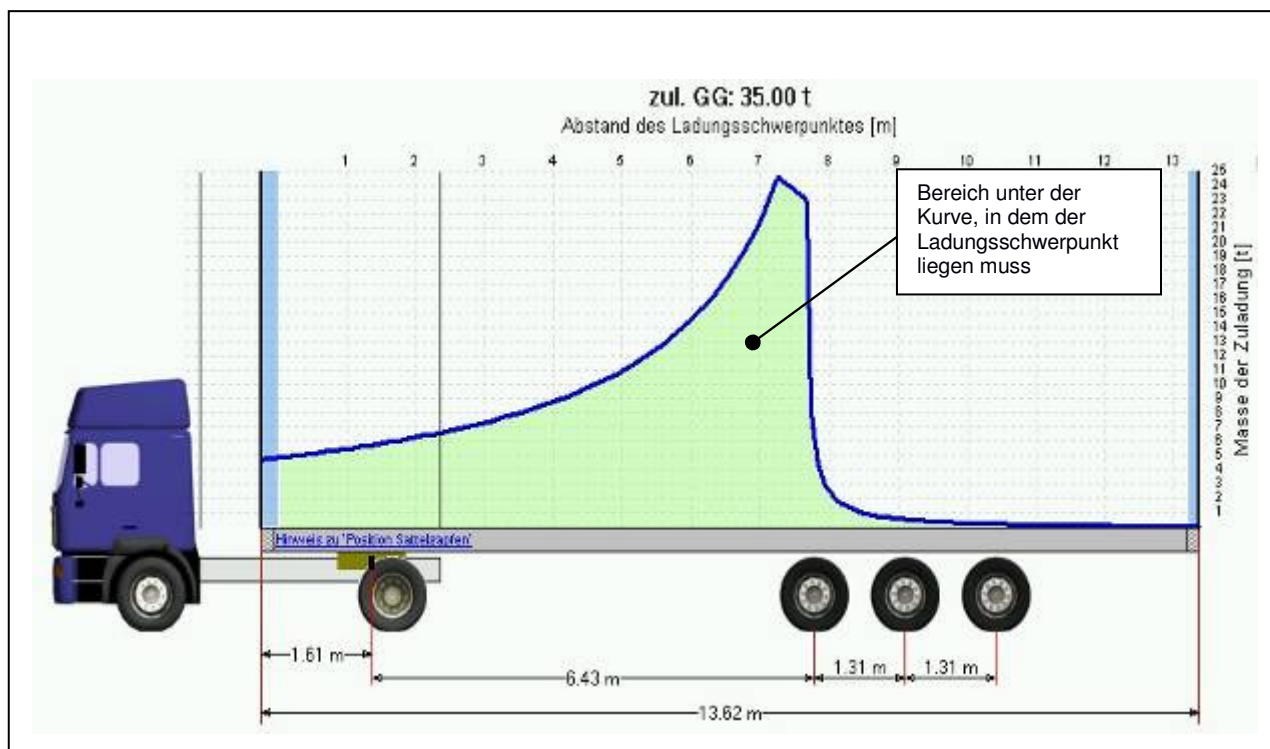


Abb. 9: Beispiel für einen Lastverteilungsplan

**Achtung:** Vollaussladung bedeutet nicht automatisch auch die Einhaltung des Lastverteilungsplanes (vgl. Abb. 10).

Aufgrund der Vielzahl möglicher Stauvarianten in Abhängigkeit der jeweils vorliegenden Altpapierballen und des eingesetzten Fahrzeugs kann im Rahmen dieser Verladeempfehlung nur allgemein und beispielhaft auf das Thema der Lastverteilung eingegangen werden. Die hier aufgeführten Beispiele dienen deshalb lediglich zur Erläuterung einer ordnungsgemäßen Beladung und haben daher keinen Ausschließlichkeitscharakter in der Umsetzung der Verladeempfehlung.

Beispiele unzulässiger und zulässiger Lastverteilungen:

Abb. 10: **Beispiel** einer Vollaussladung eines bestimmten Fahrzeugs mit Ballenstapeln von je 3 Ballen à 400 kg: **In diesem Beispiel wird der LVP nicht eingehalten**

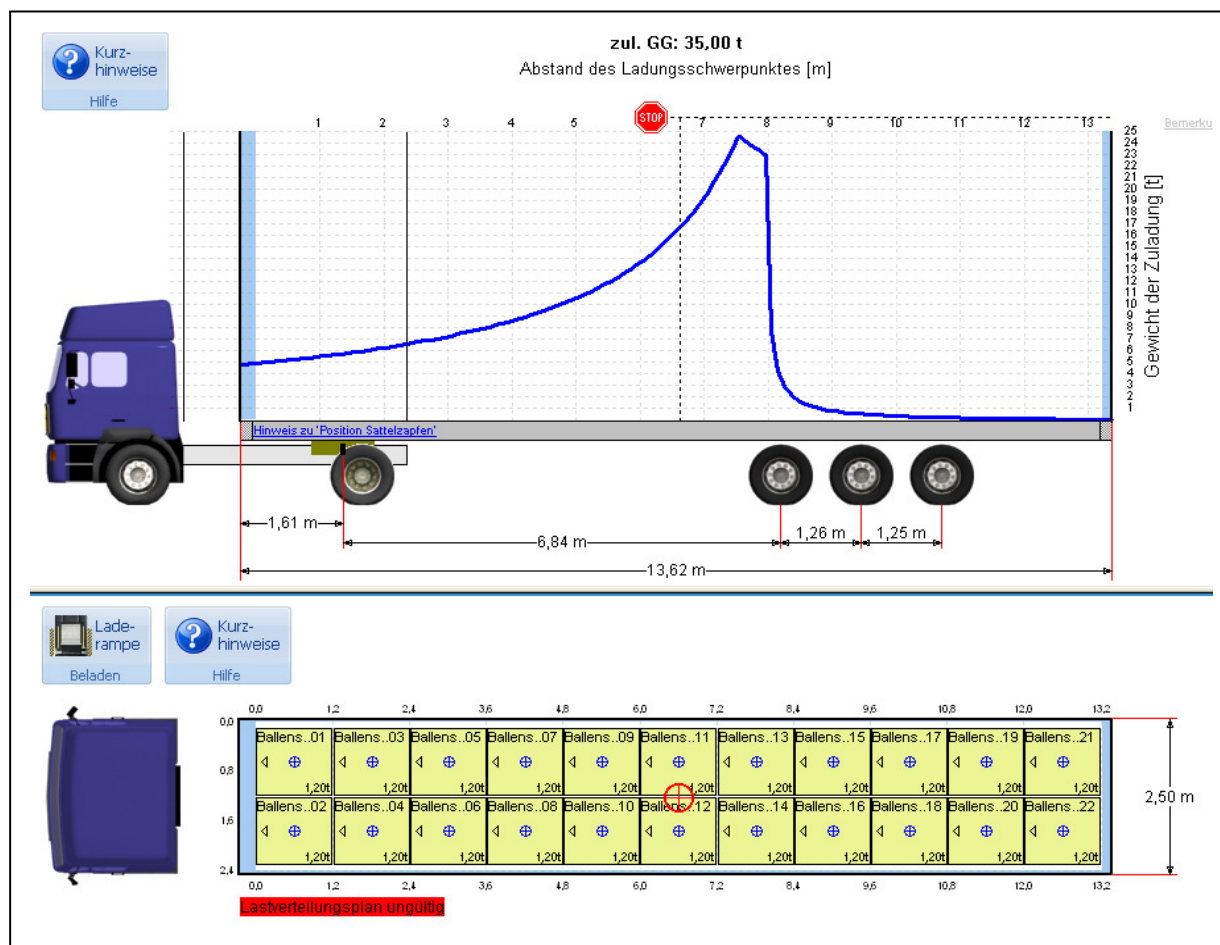




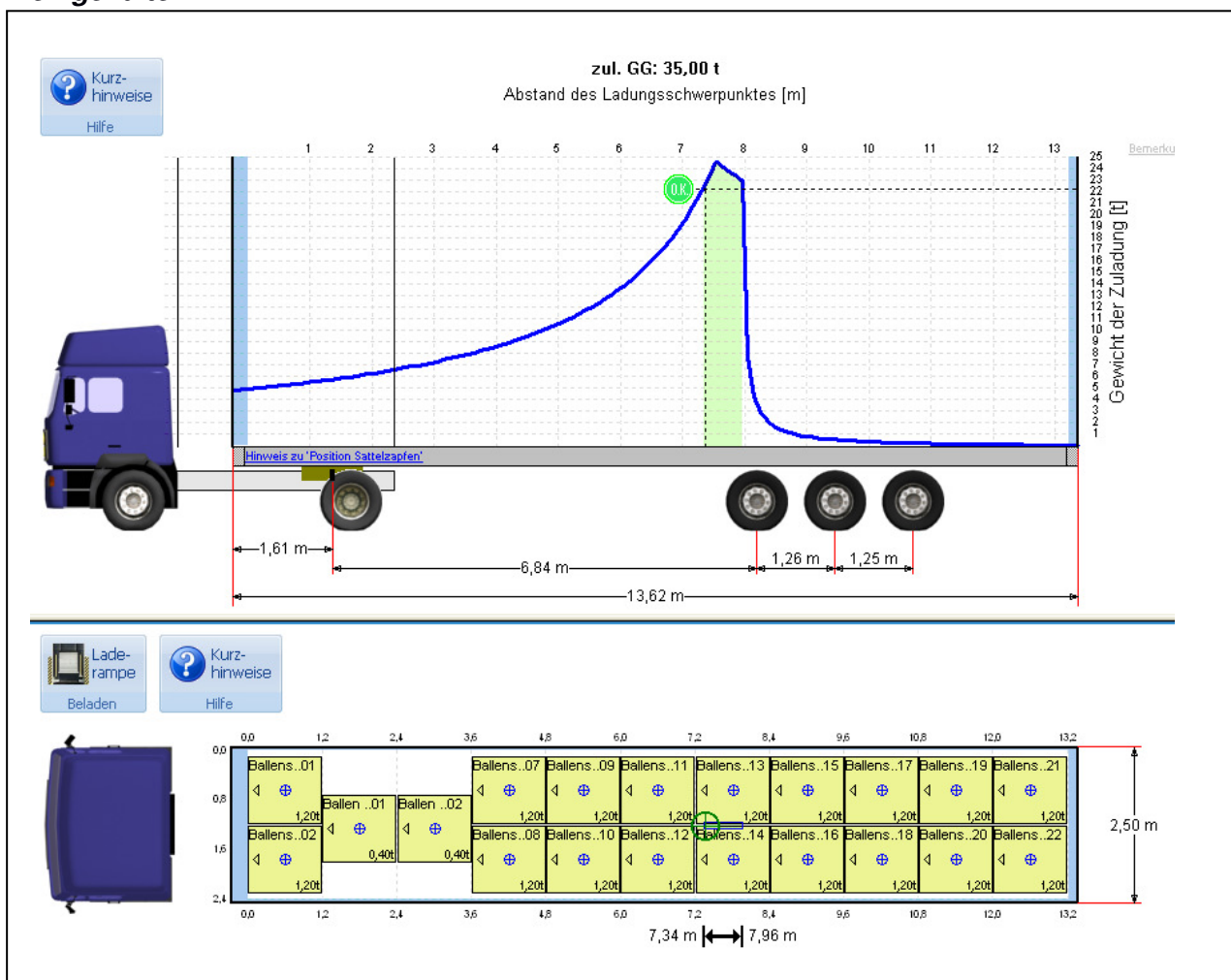


Abb. 11: Beispiel einer Vollaussladung\*

**\*Achtung:**

In diesem Beispiel (Abb. 11) ist zu überprüfen, ob eine mögliche Überladung der Antriebsachse des jeweils eingesetzten Fahrzeugs vorliegt.

Abb. 12: **Beispiel** einer Beladung eines bestimmten Fahrzeugs mit Ballenstapeln von je 3 Ballen à 400 kg, Reihe 2 und 3 je nur ein Ballen: **Der LVP wird in diesem Beispiel eingehalten**



## **5 Regelverladung, Stau- und Sicherungsvarianten**

### **5.1 Die Regelverladung**

Die Regelverladung setzt eine stabile Ladeeinheit (vgl. Kapitel 2.2) voraus.

Die Regelverladung besteht aus

- 2 Altpapierballen nebeneinander auf Mindestbreite von 2,20 m (2 x 1,10 m) und
- 2 - 3 Altpapierballen übereinander

Bei dieser Verladevariante stützen sich die gebildeten Ladeeinheiten gegenseitig. Bei unterschiedlichen Altpapierballengrößen und sich daraus ergebenden unterschiedlichen Altpapierballengewichten sollten die schwersten Altpapierballen in der untersten Ebene geladen werden.

Abweichungen von dieser Regelverladung bedürfen des Nachweises der ausreichenden Sicherung.

### **5.2 Stau- und Sicherungsvarianten**

Für die Ladungssicherung von Altpapierballen kommen formschlüssige, kraftschlüssige sowie kombinierte Verfahren zur Anwendung. Die Auswahl richtet sich in erster Linie nach den eingesetzten Fahrzeugen.

Versuchsergebnisse der beteiligten Prüforganisationen haben gezeigt, dass Niederzurren als alleinige Ladungssicherungsmaßnahme den Anforderungen beim Transport von Altpapierballen nicht gerecht wird.

Pro Ladereihe ist mindestens ein Zurrmittel (Zurrgurt) anzubringen. Zur Gewährleistung einer stabilen Ladungsreihe sollten die Zurrmittel möglichst mittig über die Ballenreihen geführt werden. In die Zurrmittel ist eine Mindestvorspannkraft von jeweils 350 daN einzubringen, wodurch zusätzlich ein Kippen der Ladeeinheit verhindert wird. Sinnvoll ist bspw. der Einsatz von Ratschen mit einer Vorspannkraft von  $STF = 500$  daN. Durch das Einschneiden der Zurrmittel in das Ladegut (vgl. Abb. 13) ist bei formschlüssiger Ladung der Ballenreihen untereinander ein Nachzurren

zur Beseitigung eines Vorspannungsverlustes während des Transports **nicht notwendig**. Dies befreit jedoch nicht von der Verpflichtung, die vorgenommene Ladungssicherung während des Transports auf ihre Ordnungsmäßigkeit zu kontrollieren.



*Abb. 13: Einschneiden des Zurrmittels in den Altpapierballen*

Zur Erzielung einer einfachen Ladungssicherung unter Einbeziehung der Sicherungseigenschaften der festen Fahrzeug-Aufbaubestandteile ist immer eine formschlüssige Ladungsanordnung in Fahrtrichtung erforderlich. Ladelücken ohne Einsatz zusätzlicher Rückhalteverzurrungen oder ohne hierzu nachweislich mindestens gleichwertiger Sicherungsmethoden sind unzulässig (vgl. hierzu bspw. Abb. 8).

Bei der kombinierten Sicherung wird zusätzlich als Rückhaltesicherung eine sogenannte Rückhalteverzurrungen (oder nachweislich mindestens gleichwertige Sicherung) notwendig (siehe Kapitel 5.3; Abb. 14 und 15). Dies wird immer erforderlich bei lückenhafter Verladung durch untereinander nicht formschlüssig verladener Ladeeinheiten (Ladungsunterbrechungen) in Längsrichtung.

### 5.3 Die Rückhalteverzurrung

Die Rückhalteverzurrung ist eine besondere Art der Direktzurrung bzw. der Kopfschlinge.

Bei einer Rückhalteverzurrung wird

- jeweils ein ausreichend dimensioniertes Zurrmittel seitlich schräg über die äußere Ballenkante geführt und
- dann an der freistehenden Ballenstirnseite diagonal hinunter zur anderen Ballenreihenseite geführt und anschließend
- am untersten Ballen wieder seitlich auf der anderen Seite bis zu dem am Ausgangszurrgpunkt gegenüberliegenden Zurrgpunkt geführt.

In gleicher Weise ist (spiegelbildlich) auf der anderen Seite vorzugehen.

Die Anzahl der Zurrmittel richtet sich nach der zu sichernden Ladungsmasse und der Nennzugkraft der Zurrgpunkte (siehe Kapitel 3.2).



Abb. 14: Rückhalteverzurrung mit Rückhaltesicherung



Abb. 15: Grafische Darstellung einer Rückhalteverzurrung. Das Klemmbrett ist entbehrlich. Es kann aber bspw. zur Gurtführung verwendet werden



Abb. 16: Unzureichende Ladungssicherung nach vorne durch ein Klemmbrett als Sicherungsmittel

## **6 Literaturhinweise**

### Grundlagen zur Ladungssicherung:

Richtlinie VDI 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen - Grundwerk“, Ausgabe November 2004, Beuth-Verlag, Berlin.

### Allgemeine Hinweise zur praktischen Umsetzung der Ladungssicherung:

BGL / BG Verkehr Praxishandbuch Laden und Sichern Band 1: Grundlagen der Ladungssicherung, 3., aktualisierte Auflage 2007, BGL e.V., Frankfurt/Main, BG Verkehr, Hamburg.

### Aspekte zum Arbeitsschutz:

UVV Fahrzeuge, BGV D 29, Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr), Hamburg, 08/2007.

### Fahrversuche:

DIN EN 12642 - Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen - Aufbauten an Nutzfahrzeugen - Mindestanforderungen, Ausgabe Januar 2007, Beuth-Verlag, Berlin. (Anmerkung: Fahrdynamische Prüfungen werden in Anhang B dieser Norm thematisiert)