

IFM – Institut für Fahrzeugtechnik und Mobilität

# Handbuch für Ladungssicherung



Für Fuhrparks, Logistikunternehmen  
und Aufbauhersteller

**6. Auflage 2012**

TÜV®

**TÜV NORD**

*Mobilität  
sicher genießen*

---

## Vorwort

Schäden in Höhe von mehreren hundert Millionen Euro werden aufgrund mangelhafter Ladungssicherung auf unseren Straßen jedes Jahr verursacht. Leider werden auch immer wieder Verkehrsteilnehmer durch verrutschte oder herunterfallende Ladung verletzt oder gar getötet.

Das muss nicht so sein und darf nicht so bleiben, denn es gibt ein umfangreiches Regelwerk zur Ladungssicherung, das auf den Bestimmungen von StVO und StVZO basiert und in der VDI-Richtlinie 2700 ff zusammengefasst ist.

Entscheidend für die Sicherheit beim Transport von Gütern ist aber das Verhalten der Menschen, die mit diesen Gütern professionell umgehen. Sie müssen Sachkunde und Gefährdungsbewusstsein verinnerlichen und sich motiviert und verantwortungsvoll für ihre Aufgabe engagieren.

Diese Broschüre soll dabei helfen, diese anspruchsvolle Aufgabe zu bewältigen und für die eigene Sicherheit und die Sicherheit auf unseren Straßen Nutzen bringen.

TÜV NORD Mobilität hat bereits vor Jahren die Wichtigkeit des Themas Ladungssicherung erkannt und eine eigene Fachgruppe eingerichtet. Durch langjährige Erfahrung, die Nähe zum Markt und vor allem durch konsequente Praxisorientierung hat sich die Fachgruppe zu einem kompetenten Ansprechpartner für alle Branchen und Institutionen entwickelt.

Die Inhalte dieser Broschüre sind nicht nur für Aufbauhersteller, sondern auch für Verlader, Spediteure und Transporteure von Interesse – mithin für alle, die in Transportabläufen eine Funktion ausüben.

Auf Basis der Inhalte dieser Broschüre können Sie sich verantwortungsvoll Ihren alltäglichen Aufgaben widmen. Wir wünschen Ihnen und uns allen eine unfallfreie Zukunft.

Axel Richter

TÜV NORD Mobilität

Bereich Automobil & Ausland

---

# Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| <b>Vorwort</b>   | 3  |
| <b>Einleitung</b>  | 7  |
| <b>1 Gesetzliche Grundlagen</b>  | 8  |
| 1.1 StVO § 22 Ladung (Auszug)  | 8  |
| 1.2 StVO § 23 Sonstige Pflichten des Fahrzeugführers (Auszug)                  | 8  |
| 1.3 StVZO  | 8  |
| 1.4 GGVSE  | 8  |
| 1.5 Handelsgesetzbuch  | 9  |
| <b>2 Verantwortlichkeiten und Pflichten</b>                                    | 10 |
| 2.1 Pflichten des Fahrzeughalters  | 10 |
| 2.2 Pflichten des Fahrzeugführers  | 10 |
| 2.3 Pflichten des Verladers  | 10 |
| 2.4 Pflichten des Fahrzeugbauers   | 10 |
| 2.5 Vorschriften aus GGVSE / ADR   | 10 |
| 2.6 Vorschriften des Handelsgesetzbuches                                       | 11 |
| 2.7 Mögliche Rechtsfolgen für den Fahrzeugführer, Fahrzeughalter und Verloader | 11 |
| <b>3 Richtlinien und Normen zur Ladungssicherung</b>                           | 12 |
| 3.1 VDI 2700 ff  | 12 |
| 3.2 DIN EN 12195-1   | 13 |
| 3.3 Daimler Ladungssicherung 9.5   | 14 |
| 3.4 DIN EN 283 Prüfanforderungen für Wechselbehälter                           | 14 |
| 3.5 DIN EN 12642 Anforderungen an Aufbauten                                    | 14 |
| 3.6 DIN EN 12640 Prüfungen für Zurrpunkte                                      | 14 |
| 3.7 DIN EN 12641-2 Festigkeit und Befestigung von Schiebeplanen                | 14 |
| 3.8 VDI 2700 Blatt 14 Ermittlung von Gleitreibbeiwerten                        | 14 |
| <b>4 Physikalische Grundlagen der Ladungssicherung</b>                         | 15 |
| 4.1 Kräfte im Fahrbetrieb  | 15 |
| 4.2 Befestigung der Ladung   | 17 |
| <b>5 Reibungskräfte und Reibbeiwerte, VDI 2700 Blatt 14</b>                    | 18 |
| 5.1 Anwendung und Messung  | 18 |
| 5.2 Tabellen für Gleit-Reibbeiwerte  | 21 |
| 5.3 Rutschhemmende Unterlagen  | 22 |
| 5.4 Ladeflächen  | 22 |
| <b>6 Innere Festigkeit und Steifigkeit der Ladeeinheiten</b>                   | 23 |
| <b>7 Standsicherheit (Kippgefahr der Ladung)</b>                               | 25 |
| <b>8 Zurrmittel und Hilfsmittel zur Ladungssicherung</b>                       | 27 |
| 8.1 Zurrgurte  | 27 |
| 8.2 Anforderungen Zurrpunkte   | 28 |
| 8.3 Zurrketten   | 28 |
| 8.4 Zurrdrahtseile   | 29 |
| 8.5 Rutschhemmende Unterlagen (Zwischenlagen), VDI 2700 Blatt 15               | 29 |
| 8.6 Klemmbalken  | 29 |
| 8.7 Stirnwandersatz  | 29 |
| <b>9 Ladungssicherungsmethoden</b>   | 30 |
| 9.1 Formschluss  | 30 |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 9.2       | Niederzurren  | 31        |
| 9.3       | Diagonalzurren  | 34        |
| 9.4       | Schrägzurren  | 37        |
| 9.5       | Kopflashing und Buchtflashing   | 37        |
| 9.6       | Kombinierte Sicherung   | 38        |
| <b>10</b> | <b>Beladungsoptimierung</b>   | <b>39</b> |
| 10.1      | Lastverteilungsplan (Beispiel)  | 39        |
| 10.2      | Ladungsschwerpunkt (Beispiel)   | 40        |
| 10.3      | Nutzlasten  | 40        |
| <b>11</b> | <b>Geprüfte Fahrzeugaufbauten</b>   | <b>42</b> |
| 11.1      | DIN EN 283 Wechselbehälter  | 42        |
| 11.2      | DIN EN 12642 Mindestanforderungen Fahrzeugaufbauten   | 44        |
| 11.3      | Weitere Prüfung nach DIN EN 12642   | 46        |
| 11.4      | Daimler Ladungssicherung 9.5  | 46        |
| 11.5      | DIN EN 12640 Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen   | 49        |
| 11.6      | DIN EN 12641-2 Mindestanforderung an Schiebeplanen  | 50        |
| <b>12</b> | <b>Prüfverfahren an Fahrzeugaufbauten zur Ladungssicherung</b>  | <b>51</b> |
| 12.1      | Statische Prüfungen   | 51        |
| 12.2      | Dynamische Prüfungen  | 53        |
| 12.3      | Prüf- und Zertifizierungsverfahren TÜV NORD Mobilität<br>Prüfberichte, Zertifikate und Bestätigungen zur Aufbaufestigkeit<br>und Ladungssicherung | 56        |
| 12.4      | Prüfung von Sicherungssystemen  | 57        |
| <b>13</b> | <b>Stückguttransport</b>  | <b>58</b> |
| <b>14</b> | <b>Beispiele aus der Praxis</b>   | <b>59</b> |
| 14.1      | Stahlcoils  | 59        |
| 14.2      | Papierrollen  | 59        |
| 14.2.1    | Weitere Möglichkeiten der Ladungssicherung für Papierrollen   | 60        |
| 14.2.2    | Papierrollen im Verbund gestellt  | 60        |
| 14.3      | Baustahlmatten  | 61        |
| 14.4      | Bauelementtransport   | 61        |
| 14.5      | Baustofffahrzeug (offener Kasten)   | 62        |
| 14.6      | Luftsacksicherung   | 62        |
| 14.7      | Schwertransport   | 63        |
| 14.8      | Kleintransporter  | 63        |
| 14.9      | Trenngitter in Pkw  | 64        |
| 14.10     | Getränketransport   | 64        |
| 14.11     | Abroll- und Absetzkipper  | 65        |
| 14.12     | Langmaterial  | 65        |
| <b>15</b> | <b>Schulungen zur Ladungssicherung</b>  | <b>66</b> |
| 15.1      | Schulungen zur Ladungssicherung nach VDI 2700 Blatt 5   | 66        |
| <b>16</b> | <b>Checkliste zur Ladungssicherung</b>  | <b>66</b> |
| <b>17</b> | <b>Musterzertifikat</b>   | <b>67</b> |
| <b>18</b> | <b>Fachbegriffe und Abkürzungen</b>   | <b>69</b> |
|           | Für Notizen und Berechnungen  | 70        |

## 4 Physikalische Grundlagen der Ladungssicherung

### 4.1 Kräfte im Fahrbetrieb

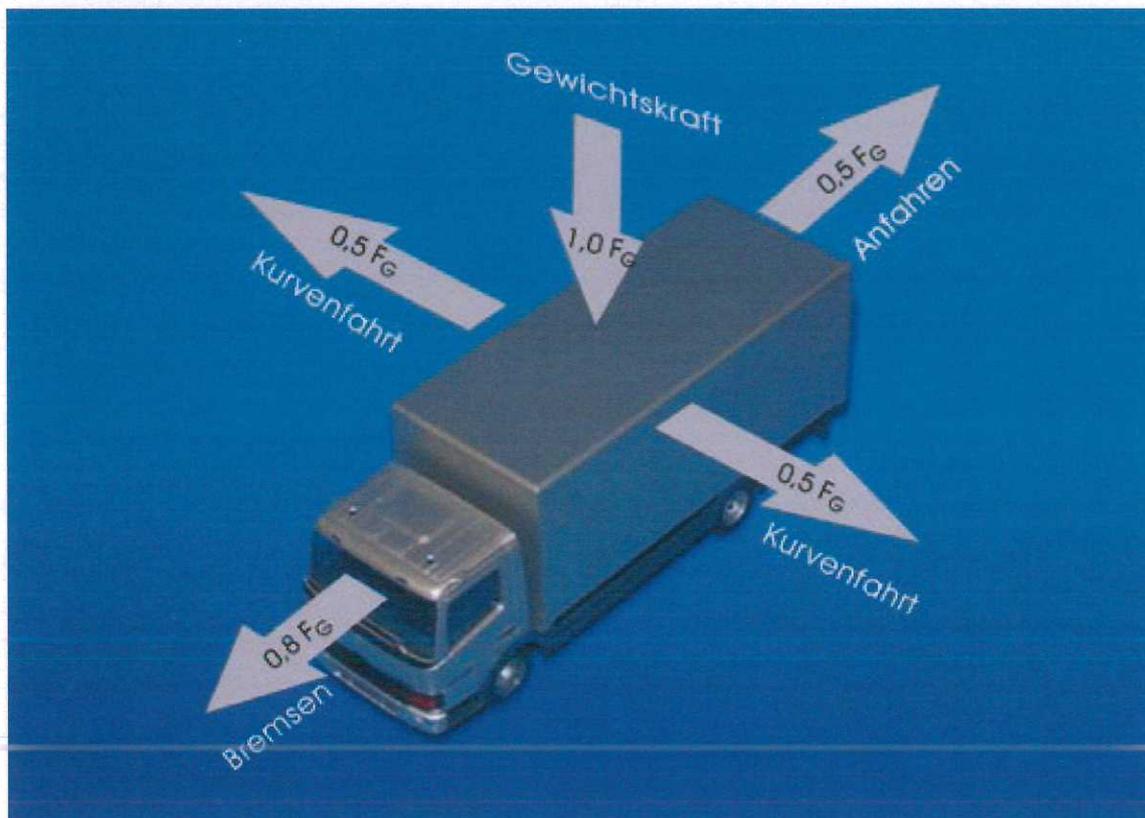
Nach VDI 2700 sind folgende Massenkräfte abzusichern (Lastkraftwagen mit und ohne Anhänger, auch Sattelkraftfahrzeuge sowie Spezialfahrzeuge)

- $0,8 \cdot F_G = 80\%$  des Ladungsgewichtes in Fahrtrichtung (Bremsvorgänge)
- $0,5 \cdot F_G = 50\%$  des Ladungsgewichtes quer zur Fahrtrichtung (Kurvenfahrten)
- $0,7 \cdot F_G = 70\%$  des Ladungsgewichtes quer zur Fahrtrichtung bei kippgefährdeter Ladungen (Kurvenfahrten)
- $0,5 \cdot F_G = 50\%$  des Ladungsgewichtes entgegen der Fahrtrichtung (Anfahrvorgänge)

Die Gewichtskraft  $F_G$ , die sich aus der Masse  $m$  in [kg] und der Erdbeschleunigung  $g$  zusammensetzt. Die Erdbeschleunigung  $g$  ist konstant =  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Zur Vereinfachung genügt es zu rechnen:

$$F_G = m \cdot g \text{ mit } g \approx 10 \text{ m/s}^2$$

Ein Kastenwagen ist ein Vielzwecklastkraftwagen, dessen Fahrerhaus und Laderaum aufbauseitig eine Einheit bilden, unabhängig davon, ob diese Fahrzeuge als Pkw oder Lkw zugelassen sind.



Die VDI 2700 Blatt 16 beschreibt Kräfte im Fahrbetrieb für Transporter bis 7,5 t zGM (zulässige Gesamtmasse) sowie für mitgeführte Anhänger, unabhängig davon, ob sie mit einem Kasten Aufbau, Kofferaufbau oder Pritschenaufbau ausgestattet.

### Erforderliche Absicherung entgegen und quer zur Fahrtrichtung:

$$F_M = 0,5 \cdot F_G = 0,5 \cdot 24.000 \text{ daN} = 12.000 \text{ daN}$$

Vorhandene Reibungskraft ( $\mu = 0,3$ ):

$$F_R = 0,3 \cdot F_G = 0,3 \cdot 24.000 \text{ daN} = 7.200 \text{ daN}$$

Erforderliche Sicherungskraft der Rückwand und Seitenwände:

$$F_S = 12.000 \text{ daN} - 7.200 \text{ daN} = 4.800 \text{ daN}$$

Anmerkung: Die Voraussetzungen und Randbedingungen zur formschlüssigen Sicherung sind dem jeweiligen Zertifikat zu entnehmen; z.B. Beladungshöhen, Gleit-Reibbeiwerte, Staulücken.

## 9.2 Niederzurren

Durch Niederzurren wird die Ladung auf die Ladefläche gedrückt, hierdurch entstehen zusätzliche Sicherungskräfte. Diese Sicherungskräfte aus den Niederzurrkräften wirken in der gleichen Weise wie die Reibungskräfte aus der Gewichtskraft der Ladung.

Dieses Verfahren wird auch als kraftschlüssige Ladungssicherung bezeichnet.

Beim Niederzurren werden die Zurrmittel über die Ladung gespannt. Die Zurrmittel sollen dabei möglichst in die Zurrpunkte eingehängt werden. Die Vorspannkraft (Kraft, die über die Ratsche aufgebracht wird) wirkt somit direkt auf die Ladung. Die Größe der erreichbaren Vorspannkraft hängt von Zurrgurt und Ratschenart ab. Die Normvorspannungskraft  $S_{TF}$  ist auf dem Label des Zurrgurtes angegeben. Zur exakten Feststellung der erreichten Kräfte in den Zurrgurten benutzt man Vorspannkraftmessgeräte.

### Beispiel zur Berechnung der nötigen Niederzurrkraft:

$$\text{Gewichtskraft } F_G = 10.000 \text{ daN}$$

$$\mu = 0,4$$

$$\alpha = 85^\circ$$

$F_Z$  = Zurrkraft am Zurrmittel

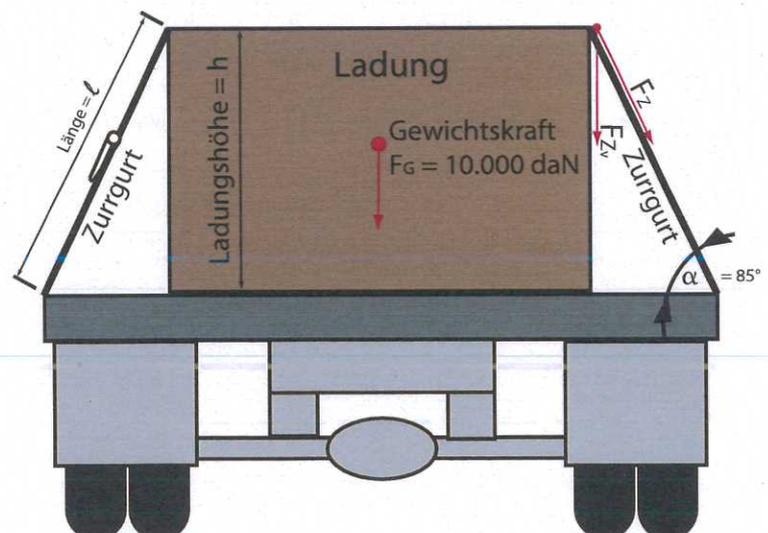
$F_{Zv}$  = Vertikalanteil der Zurrkraft Z

$F_{Zi}$  = Summe aller Zurrkräfte

$F_G$  = Gewichtskraft der Ladung

f = Beschleunigungsfaktor  
(vorwärts: 0,8,  
rückwärts / seitlich 0,5)

$\mu$  = Gleit-Reibbeiwert

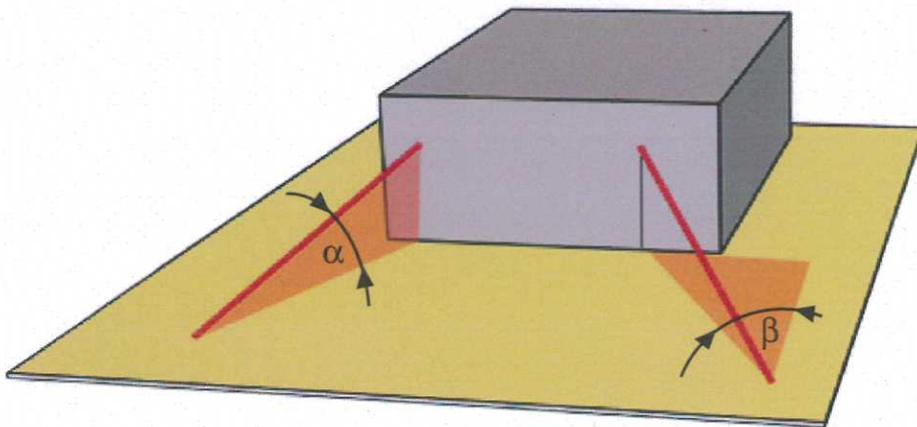


## 9.3 Diagonalzurren

Beim Diagonalzurren wird die Ladung durch die Zurrmittel auf der Ladefläche festgehalten. Dieses Verfahren ist eine Art der formschlüssigen Sicherung.

Beim Diagonalzurren werden die Zurrmittel lediglich leicht vorgespannt. Bei dieser Sicherungsmethode ist nicht die Vorspannkraft des Spannelementes (z. B. Ratsche oder Spindelspanner) entscheidend, sondern die Festigkeit des Zurrmittels (LC-Wert auf dem Label) und die Zurrwinkel (Vertikalwinkel  $\alpha$ , Horizontalwinkel  $\beta$ ). Die Ladung wird erst dann am Verrutschen gehindert, wenn sie sich durch fahrdynamische Kräfte in Bewegung setzen will.

Bei dieser Sicherungsmethode sind die Zurrwinkel (Vertikalwinkel  $\alpha$ , Horizontalwinkel  $\beta$ ) und der LC-Wert auf dem Gurtlabel entscheidend.



### Beispiel:

Beim Diagonalzurren werden in der Regel 4 Zurrmittel oder mehr eingesetzt, um das Ladegut auf der Ladefläche zu halten.

Der Winkel  $\alpha$  (Vertikalwinkel) wird dabei zwischen der Ladefläche und dem Zurrmittel in der Senkrechten gemessen.

Der Winkel  $\beta$  (Horizontalwinkel) wird zwischen dem Zurrmittelverlauf und der Zurrpunktlinie parallel zur Außenkante der Ladefläche gemessen.

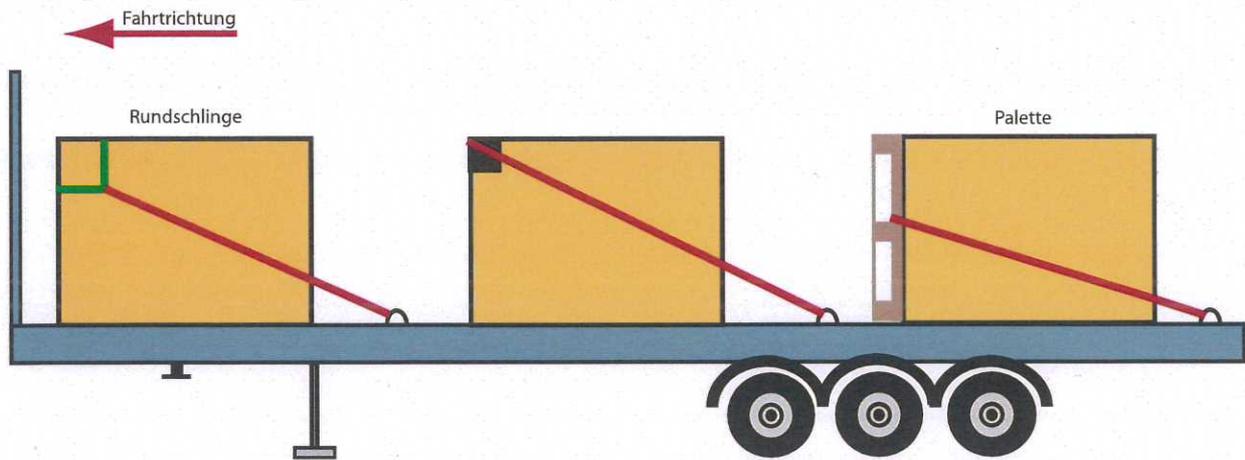
Diese Winkel lassen sich durch geeignete Winkelmesser leicht bestimmen. Für die Zurrwinkel beim Diagonalzurren werden folgende Zurrwinkel empfohlen:

- Der Winkel  $\alpha$  von  $20^\circ$  bis  $65^\circ$
- Der Winkel  $\beta$  von  $10^\circ$  bis  $50^\circ$

Liegen die Winkel außerhalb dieser Wertebereiche, ist die Kraftwirkung der Zurrmittel in die Sicherungsrichtungen nur gering. Zur Berechnung sind alle vier Zurrmittel auf ihre Winkel zu prüfen.

Beim Diagonalzurren ist weiterhin auf die Festigkeit der Anschlagpunkte an der Ladung zu achten. Ebenso sind die LC-Werte der Zurrmittel und die Festigkeit der Zurrpunkte zu berücksichtigen.

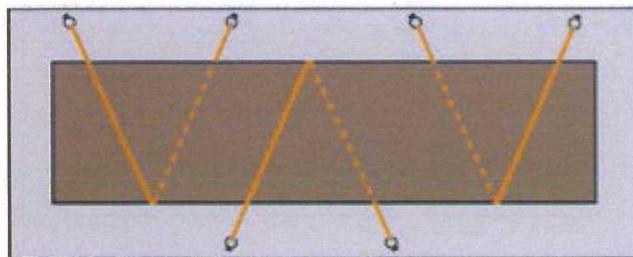
## Kopflashing



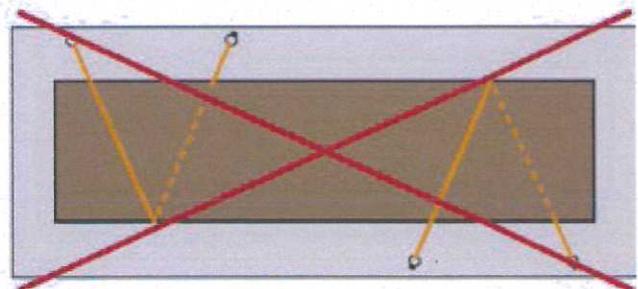
Beim Buchtlashing werden die Sicherungskräfte quer zur Fahrtrichtung (beidseitig) durch mindestens drei Lashings aufgebracht (Sicherung auch gegen Verdrehen der Ladung).

## Buchtlashing

Sicht von oben auf die Ladefläche



Positivbeispiel



Negativbeispiel

Es sind mindestens drei Buchtlashings nötig (zwei zur einen Seite und eines zur anderen Seite), damit die Ladung auch tatsächlich fixiert ist.

## 9.6 Kombinierte Sicherung

Form- und kraftschlüssige Sicherungsmethoden können zum Erreichen der erforderlichen Sicherungskräfte kombiniert werden. Hier sind Berechnungen zu Aufbaukräften, Sicherungskräften und Zurrkräften erforderlich, und es setzt beim Anwender (Fahrer, Verlader, Halter) gute Kenntnisse zur Ladungssicherung voraus.