

# Verladeempfehlung

## zur Ladungssicherung

### von Stahlblechen ab 5 mm Dicke

### beim Transport auf Straßenfahrzeugen



Die Verladeempfehlung basiert auf der Richtlinie VDI 2700 (Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen, Stand 2004-11) und der Richtlinie VDI 2700 Blatt 19 (Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen, Gewickeltes Band, Bleche und Formstahl; Stand 2011-01). Sie wurde durch praktische Fahrversuche nach DIN EN 12642 (Stand 2007-01) verifiziert und orientiert sich an der „Besten Praxis“ zum verkehrs-, betriebs- und beförderungssicheren Transport von Stahlblechen.

Die Verladeempfehlung wurde im Konsens der nachfolgend genannten Beteiligten erstellt:

Wirtschaftsvereinigung Stahl

BDS AG – Bundesverband Deutscher Stahlhandel

Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V.

Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft

Landesverband TransportLogistik und Entsorgung im  
Verband Verkehrswirtschaft und Logistik Nordrhein-Westfalen e.V. (VVWL)

Gesamtverband Verkehrsgewerbe Niedersachsen (GVN) e.V.

Bundesamt für Güterverkehr (BAG)

Polizei Niedersachsen

Polizei Nordrhein-Westfalen

Wissenschaftliche Begleitung:

Gesellschaft für Transport-, Umschlag- und Lagerlogistik mbH (TUL-LOG)

TÜV Nord Mobilität GmbH & Co. KG

Technische Unterstützung:

Dolezych GmbH & Co. KG

Fahrzeugwerk Bernard Krone GmbH

## Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen .....	3
2	Ladegüter und Beladung.....	3
2.1	Ladegüter.....	3
2.2	Laden und Stauen der Bleche .....	3
3	Anforderungen an das Fahrzeug .....	6
3.1	Vorbemerkungen .....	6
3.2	Anlegen der Ladung an die Stirnwand.....	6
3.3	Anlegen der Ladung an Rungen .....	7
3.4	Zurpunkte .....	7
4	Ladungssicherungsmittel und Hilfsmittel.....	8
4.1	Zurmittel.....	8
4.2	Kantenschoner, Kantenschutzwinkel .....	8
4.3	Rutschhemmendes Material (RH-Material, RHM).....	10
4.7	Kantholzunterlagen .....	11
4.8	Formschluss gebendes Material .....	11
5	Allgemeine Regeln zum Laden und zur Ladungssicherung.....	12
6	Sicherungsbedarf.....	12
6.1	Sicherungskräfte in Fahrtrichtung .....	12
6.2	Bedarf an Zurmitteln .....	13

## 1 Grundlagen

Die gesetzlichen Verpflichtungen zur Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen werden durch die Straßenverkehrsordnung (StVO) und Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) vorgegeben. Die anerkannten technischen Regeln zur Ausführung der Ladungssicherung enthalten die VDI Richtlinie 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen“ und hier im Besonderen das Blatt 19, Gewickeltes Band, Bleche und Formstahl.

Die erforderlichen Ladungssicherungskräfte ergeben sich aus den gesetzlichen Vorgaben bzw. Richtlinien zu:

- $0,8 \times F_G$  in Fahrtrichtung
  - $0,5 \times F_G$  entgegen der Fahrtrichtung
  - $0,5 \times F_G$  quer zur Fahrtrichtung
- $F_G$  - Gewichtskraft der zu sichernden Ladung

Sonstige Bedingungen:

- Die Verladempfehlungen gelten für trockene und regennasse Ladungen.
- Eis und Schnee sind von Ladung und Fahrzeug sorgfältig zu entfernen.
- Die Bleche müssen frei sein von Öl- und Fettanhaftungen.

## 2 Ladegüter und Beladung

### 2.1 Ladegüter

Die Empfehlungen zum Laden und Sichern von Stahlblechen gelten für folgende Ladegüter und Ladungen:

- Bleche mit gleicher Breite und gleicher oder unterschiedlicher Dicke (Beispielladung Bild 2.1 und Bild 2.4);
- Bleche mit unterschiedlicher Breite und unterschiedlicher oder gleicher Dicke (Beispielladung Bild 2.3);
- Bleche mit einer Dicke ab 5 mm.

### 2.2 Laden und Stauen der Bleche

- Die Bleche sind in Fahrtrichtung formschlüssig zu laden entweder
    - gegen eine ausreichend dimensionierte Stirnwand oder
    - gegen ausreichend dimensionierte Rungen oder
    - durch Direktzurren (sogenanntes „Kopfschlingenzurren“) oder
    - durch eine Kombination von Formschluss (an beispielsweise Stirnwand oder Rungen) und Direktzurren.
  - Bei Formschluss in Fahrtrichtung ist die zulässige Belastbarkeit von Zurrmitteln, Stirnwand oder Rungen zu beachten.
  - Zurrpunkte müssen in der Lage sein, die Kräfte unter den auftretenden Zurrwinkeln aufnehmen zu können.
  - Wenn in Längsrichtung einzelne nicht durchgängige Bleche hintereinander geladen werden, sind diese gleichfalls untereinander formschlüssig oder wie vorgenannt als Teilladungen formschlüssig zu laden.
  - Der Formschluss kann hergestellt werden durch direktes Stauen der Bleche aneinander, durch direktes Anlegen an Stirnwand oder Rungen, durch Zwischenlegen von Abstandhaltern oder durch Direktzurren. Abstandhalter sind in ihrer Lage zu fixieren.
- Beim Unterlegen von Abschnitten RH-Material bei dünnen, sich berührenden Blechen wurde in dynamischen Fahrversuchen ein Gleitreibbeiwert von  $\mu_D = 0,5$  zwischen den Blechlagen ermittelt.<sup>[1]</sup>
  - Bei mehreren Ladeebenen aus unterschiedlich langen und dicken Blechen sollen die Bleche so geladen werden, dass die Höhendifferenzen der einzelnen Stapelbenen klein sind (Bild 2.1). Falls erforderlich ist der Formschluss durch Füllmaterialien herzustellen.

<sup>[1]</sup> Voruntersuchungen zur Bestimmung des Einflusses der Berührung dünner Bleche auf den Gleitreibbeiwert beim Einsatz von Antirutschmaterial. Gutachten, TUL-LOG GmbH Dresden, Juli 2010]



Bild 2.1: Gleichmäßige Ladeebenen

➤ Kantholzunterlagen

- Zwischen Ladefläche und Blechstapel sind rechteckige, nichtquadratische Kanthölzer so zu legen, dass die Bleche nicht die Ladefläche berühren.
- Innerhalb der Blechstapel können zwischen die einzelnen Lagen rechteckige, nicht-quadratische Kanthölzer gelegt werden.

➤ Rutschhemmendes Material (RH-Material, RHM)

Rutschhemmendes Material ist in **alle Gleitebenen** mindestens wie nachfolgend beschrieben zu legen (s. Bilder 4.4c und 4.4d):

- Reihenabstand in Längsrichtung mit und ohne Kanthölzer maximal 2.000 mm,
- Ohne Kantholzzwischenlagen sind mindestens 3 (drei) Abschnitte RH-Material je Reihe in Querrichtung zwischen die Bleche zu legen.
- Mit Kanthölzern sind mindestens 3 (drei) Abschnitte RH-Material je Reihe in Querrichtung oberhalb und unterhalb jedes Kantholzes zu legen.

➤ Die Bleche dürfen sich zwischen den RH-Material-Abschnitten untereinander berühren. Zwischen benachbarten Reihen RH-Material darf der direkte Kontaktbereich der Bleche untereinander nicht länger als 300 mm sein (Bild 2.2, Prinzipdarstellung quer). Bei größeren Kontaktlängen sind die Abstände zwischen den RH-Material-Abschnitten zu verringern.

➤ Anlegen der Zurrmittel

- Die nach Abschn. 6 bestimmte Anzahl der erforderlichen Zurrmittel ist in Längsrichtung möglichst gleichmäßig zu verteilen.

Darüber hinaus sind

- einzeln liegende Bleche mit einer Länge kleiner 3.000 mm immer mit mindestens zwei Überspannungen zu sichern und
- einzeln liegende Bleche mit einer Länge über 3.000 mm bis 6.000 mm immer mit mindestens drei Überspannungen zu sichern.
- Die Zurrmittel sollten in unmittelbarer Nähe der in Querrichtung ausgelegten Abschnitte des Rutschhemmenden Materials bzw. der Kantholzunterlagen angelegt werden.

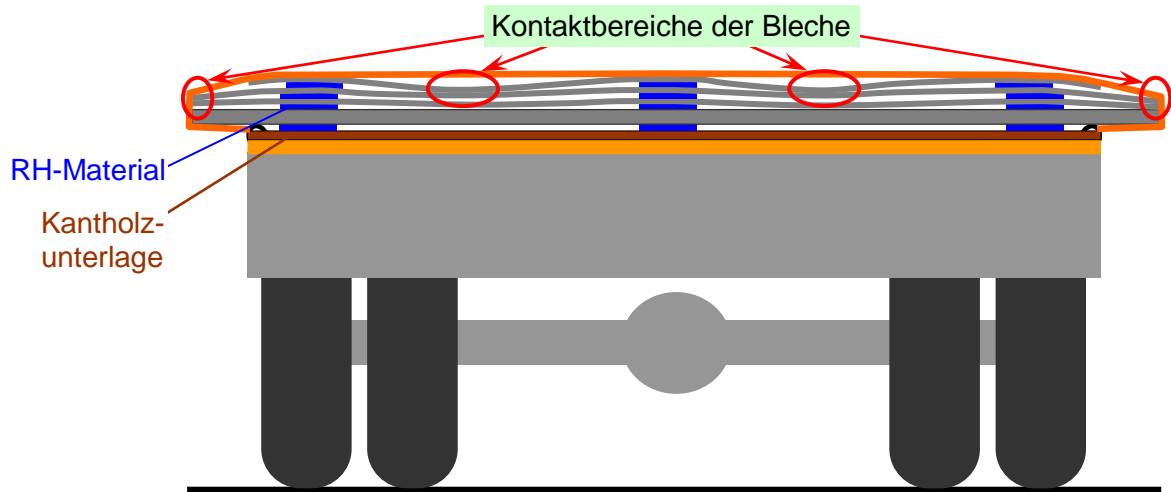


Bild 2.2: Berührungsmöglichkeiten bei dünnen Blechen - Prinzipdarstellung überhöht



Bild 2.3: Beispielladung aus Blechen unterschiedlicher Breite und Dicke



Bild 2.4: Beispielladung aus Blechen gleicher Breite



### 3 Anforderungen an das Fahrzeug

#### 3.1 Vorbemerkungen

Der Fahrzeugaufbau muss für den Transport von Stahlblechen geeignet sein. Aufbauten sind geeignet, wenn mindestens die Anforderungen aus den folgenden Abschnitten erfüllt sind.

Die Fahrzeuge sind mit den erforderlichen Einrichtungen zur Ladungssicherung (Stirnwand oder Rungen und Zurrpunkte) ausgestattet.

Die Fahrzeuge befinden sich in einem den Rechtsvorschriften entsprechenden technisch einwandfreien Zustand.

Die Ladefläche der Fahrzeuge wird besenrein zur Beladung bereitgestellt, ist frei von Schnee, Öl, Fett und sonstigen schmierenden Verunreinigungen, die den Gleitreibbeiwert reduzieren.

#### 3.2 Anlegen der Ladung an die Stirnwand



Bild 3.1: Beispiel für eine nachgerüstete Stirnwand



Bild 3.2: Beispiel für eine Stirnwand Code XL

Geprüft nach DIN EN 12642 mit einer Blockierkraft von 8.000 daN.

Geprüft nach DIN EN 12642 mit einer Blockierkraft von 13.500 daN

In Fahrtrichtung ist bei einer Ladungsmasse ( $m$ ) von 25 t eine Sicherungskraft ( $F_S$ ) von etwa 7.500 daN erforderlich.

Mit einem Gleitreibbeiwert von  $\mu_D = 0,5$  (vgl. Abschn. 2.2 <sup>[1]</sup>) ergibt sich rechnerisch eine Sicherungskraft von  $F_S = m \cdot g(c - \mu_D) = 25.000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0,8 - 0,5) = 73.600 \text{ N} = 7.360 \text{ daN}$

Beim Sichern der Ladung in Fahrtrichtung gegen die Stirnwand muss diese dafür ausreichend dimensioniert sein und die erforderlichen Sicherungskräfte aufnehmen können.

Berücksichtigt werden muss dabei, dass diese Kräfte nur im unteren Bereich der Stirnwand eingeleitet und nicht auf die gesamte Stirnwandfläche verteilt einwirken.

Das Einleiten der Kräfte punktförmig oder auf kleiner Fläche ist zu vermeiden durch Vorlegen geeigneter Mittel zur Verteilung, beispielsweise Kanthölzer oder Bohlen.

Als wirksame Höhe für die Krafteinleitung in die Stirnwand kann etwa die halbe Stapelhöhe der Blechladung angenommen werden.

Wenn die Blockierkraft der Stirnwand nicht ausreicht, sind weitere Sicherungsmaßnahmen zum Aufnehmen der Kräfte erforderlich.

### 3.3 Anlegen der Ladung an Rungen



Bild 3.3: Beispiel für ein Steckungenpaar

In Fahrtrichtung ist bei einer Ladungsmasse von 25 t eine Sicherungskraft von etwa 7.500 daN erforderlich (Berechnung vgl. Abschn. 3.2, grüner Kasten).

Beim Sichern der Ladung in Fahrtrichtung gegen Rungen müssen diese dafür ausreichend dimensioniert sein und die erforderlichen Sicherungskräfte aufnehmen können.

Wenn die Blockierkraft der Rungen nicht ausreicht, sind weitere Sicherungsmaßnahmen zum Aufnehmen der Kräfte erforderlich.

Als wirksame Höhe für die Krafteinleitung in die Rungen kann etwa die halbe Stapelhöhe der Blechladung angenommen werden.

### 3.4 Zurrpunkte

Die Fahrzeuge sind mindestens mit Zurrpunkten nach DIN EN 12640, Mindestzugkraft 2.000 daN oder mit Lochaußenrahmen auszurüsten.



Bild 3.4: Beispiel einer Zurröse



Bild 3.5: Beispiel eines Lochaußenrahmens

Empfehlung zur Ausrüstung:

Abstand zwischen Zurrpunkten maximal 1.000 mm oder ein Lochaußenrahmen.

Der Lochaußenrahmen sollte pro laufenden Lademeter mindestens mit jeweils 2 Zurrösen zu je 2.000 daN belastet werden können.

## 4 Ladungssicherungsmittel und Hilfsmittel

### 4.1 Zurrmittel

Als Zurrmittel zum Sichern der Bleche können eingesetzt werden:

- Zurrgurte
- Zurrwinden mit Zurrgurten
- Zurrwinden mit Zurrdrahtseilen
- Zurrketten

Die verwendeten Zurrmittel müssen **mindestens** folgende Bedingungen erfüllen:

- Zurrkraft mindestens  $LC = 2.500 \text{ daN}$
- Vorspannkraft mindestens  $S_{TF} = 500 \text{ daN}$  bei 50 daN Handkraft  
Empfohlen werden Zurrgurte mit Langhebelratschen.

**Die Verbindungsteile von Zurrketten und Zurrdrahtseilen müssen mit einer Vorrichtung gegen unbeabsichtigtes Lösen ausgerüstet sein.**

**Es dürfen nur intakte Zurrmittel verwendet werden, die nicht ablegereif sind und Zurrwinden, die sich in einwandfreiem technischen Zustand befinden!**

Zur Ablegereife von Zurrgurten und Zurrketten siehe: BGL/BG Verkehr „Leitfaden für Fahrer“

[http://www.bgl-ev.de/web/initiativen/sicher\\_laden\\_leitfaden.htm](http://www.bgl-ev.de/web/initiativen/sicher_laden_leitfaden.htm)

### 4.2 Kantenschoner, Kantenschutzwinkel

Zum Schutz von Zurrgurten und Zurrdrahtseilen vor mechanischen Beschädigungen und zum Ausgleich der Zurrkräfte sind die Zurrmittel mit Schutzvorrichtungen zu versehen, z. B. Schutzschläuche, Schutzunterlagen, Kantenwinkel. Diese Schutzeinrichtungen sind in ausreichender Anzahl mitzuführen, je nach Ladesituation besteht ein Bedarf von ca. 30 bis 40 Stück.

Grundsätzlich ist zu beachten:

**Es sind solche Kantenschoner bzw. Kantenschutzwinkel zu verwenden, die während des Transports in ihrer Ursprungslage verbleiben und nicht zwischen Zurrmittel und Ladung herausrutschen können.**

In den folgenden Bildern werden Beispiele für eingesetzte Kantenschoner bzw. Kantenschutzwinkel gezeigt:



Blechwinkel mit integrierten Führungslaschen für den Zurrgurt (Bild 4.1) werden sicher durch den Zurrgurt gehalten und können während des Transports nicht abrutschen.

Bild 4.1: Beispiel für einen geeigneten Kantenschutzwinkel





Kurzschenkliges Blechwinkel ohne Führungselemente (Bild 4.2) dürfen als Kantenschutz nicht verwendet werden. Bei dynamischen Fahrversuchen sind diese Winkel zwischen den Stahlblechen und Zurrgurten herausgewandert und auf die Fahrbahn gefallen. Es können erhebliche Gefährdungen für andere Verkehrsteilnehmer entstehen!

Bild 4.2: Ungeeignete Kantenschutzwinkel

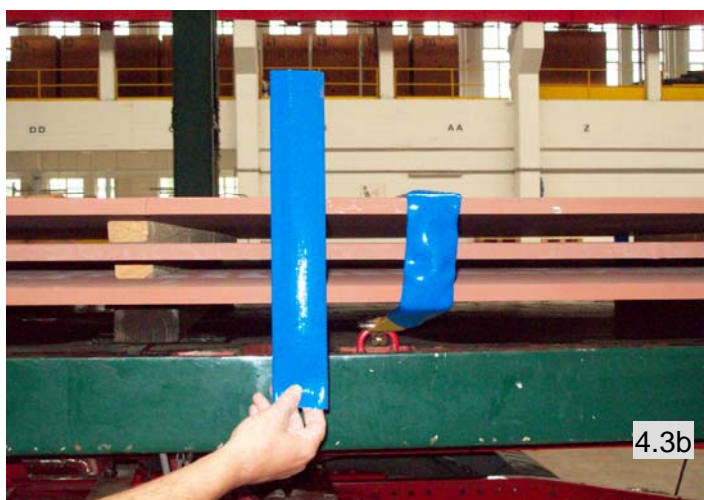


Bild 4.3: Weitere Beispiele

Die Schutzvorrichtungen werden während des Transportes durch die Zurrmittel sicher gehalten und verbleiben in der Ausgangslage.

### 4.3 Rutschhemmendes Material

Es ist Rutschhemmendes Material (RH-Material, RHM) mit einem Gleitreibbeiwert von mindestens  $\mu_D = 0,60$  einzusetzen.

Abmessungen des zu verwendenden Rutschhemmenden Materials:

- RH-Material in flächigen Abschnitten von mindestens 100 mm x 100 mm oder in Streifen von mindestens 100 mm Breite;
- RH-Material unter und auf Kanthölzern in flächigen Abschnitten oder in Streifen; je etwa 1 cm breiter als die Kanthölzer;
- RH-Material in Standardausführung mit einer Dicke von mindestens 8 mm; RH-Material mit einer Dicke von mindestens 6 mm kann eingesetzt werden, wenn das Material unter Belastung mindestens die gleiche Restdicke hat wie RH-Material in Standardausführung. (Derartiges RH-Material wird allgemein mit der Zusatzbezeichnung „hochverdichtet“ gehandelt.). Zwischen benachbarten Reihen RH-Material darf der direkte Kontaktbereich der Bleche untereinander nicht länger als 300 mm sein.

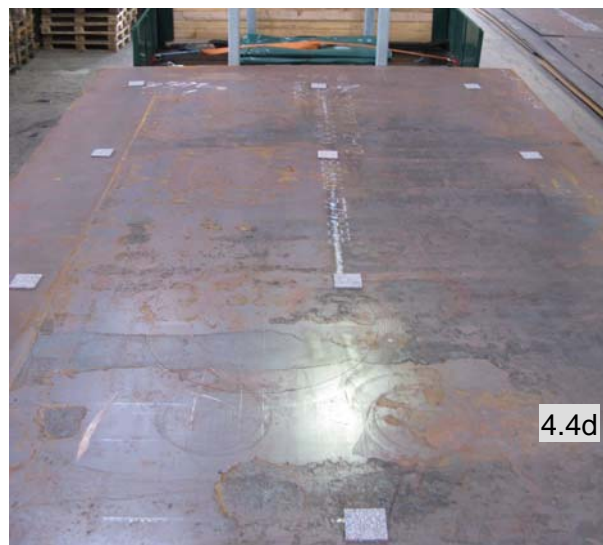


Bild 4.4: Zwischengelegte Abschnitte Rutschhemmendes Material



#### 4.7 Kantholzunterlagen

Als Unterlagen sind Hölzer mit rechteckigem, nichtquadratischem Querschnitt zu verwenden (Bild 4.5). Quadratische Querschnitte neigen zum Verrollen. Die Holzunterlagen müssen den Transportbelastungen unter allen üblichen Verkehrsbedingungen standhalten.



Bild 4.5: Die Breite der Kantholzunterlagen muss größer sein als die Höhe

#### 4.8 Formschluss gebendes Material

Wenn beim Laden kein direkter Formschluss zu Stirnwand, Steckungen oder zu den Blechen untereinander herzustellen ist, kann der Formschluss durch Formschluss gebendes Material hergestellt werden. Dazu geeignet sind Distanzmaterialien beispielsweise in Form von ausgelegten Kanthölzern. Die Distanzmaterialien müssen in ihrer Lage fixiert sein.



Bild 4.6 Holzbeamten als Formschluss gebendes Material (Distanzmaterial)

Durch das Vorlegen von Kanthölzern wird gleichzeitig bei schmalen Blechen die Krafteinleitung in die Stirnwand verteilt.

## 5 Allgemeine Regeln zum Laden und zur Ladungssicherung

- Die Zurrmittel sollten in unmittelbarer Nähe der in Querrichtung ausgelegten Abschnitte aus Rutschhemmendem Material bzw. der Kantholzunterlagen angelegt werden.
- Einzelne liegende Bleche mit einer Länge bis 3.000 mm sind immer mit mindestens zwei (2) Überspannungen zu sichern.
- Bleche mit einer Länge von mehr als 3.000 mm bis 6.000 mm sind mit mindestens drei (3) Überspannungen zu sichern.
- Zurrmittel sind so anzulegen, dass sie sich während der Fahrt nicht lösen können.
- Die Losenden der Zurrgurte sind so zu befestigen, dass sie sich während der Fahrt nicht lösen können.
- Die Zurrmittel sind im Verlauf des Transportes zu kontrollieren. Sie sind gegebenenfalls nachzuspannen.
- Zurrmittel sind nur im einsatzfähigen Zustand zu verwenden. Ablegereife beachten!
- RH-Material in flächigen Abschnitten von mindestens 100 mm x 100 mm oder in Streifen von mindestens 100 mm Breite; RH-Material unter und auf Kanthölzern je etwa 1 cm breiter als die Kanthölzer;
- Rutschhemmendes Material ist in allen Gleitebenen auszulegen.
- Zurrpunkte sind nur in einsatzfähigem Zustand zu verwenden.



**Haken im Hakengrund belastet. Hakenspitze darf nach innen oder nach außen zeigen.**



**Hakenspitze liegt auf, Haken nicht im Hakengrund belastet. Der Haken wird auf Biegung beansprucht und kann brechen!**

Bild 5.1: Haken richtig eingehängt

Bild 5.2: Haken nicht richtig eingehängt

In Ausnahmefällen kann mit geeigneten Verbindungselementen (z. B. Klauenhaken) auch am Fahrzeugrahmen angeschlagen werden. Voraussetzung ist, dass die notwendigen Sicherungskräfte hier auch eingeleitet werden können [VDI-Richtlinie 2700, Abschn. 2.4]. Die Zurrhaken dürfen nicht auf Biegung beansprucht werden.

## 6 Sicherungsbedarf

### 6.1 Sicherungskräfte in Fahrtrichtung

Beim Unterlegen von Abschnitten RH-Material bei dünnen, sich berührenden Blechen wurde in dynamischen Fahrversuchen ein Gleitreibbeiwert von  $\mu_D = 0,5$  zwischen den Blechlagen ermittelt (vgl. Abschn. 2.2, <sup>[1]</sup>).

Somit ergeben sich für die Sicherung in Fahrtrichtung die in der Tabelle 6.1 genannten erforderlichen Blockierkräfte (Werte jeweils auf volle Hundert aufgerundet).

Tabelle 6.1: Erforderliche Blockierkraft in Fahrtrichtung

Ladungsmasse in t	10	13	15	18	20	22	25
Erforderliche Blockierkraft $F_B$ in daN	3.000	3.900	4.500	5.400	6.000	6.600	7.500

Die erforderliche Blockierkraft muss aufgenommen werden entweder

- durch eine **Stirnwand** oder
- durch **Rungen** (fest eingebaut oder Steckrungen) oder
- durch **Direktzurrungen** oder
- durch eine **Kombination** von **Stirnwand** oder **Rungen** mit **Direktzurrungen**.

## 6.2 Bedarf an Zurrmitteln

Aus den Ergebnissen der dynamischen Fahrversuche konnte in Abhängigkeit von der Ladungsmasse der in der Tabelle 6.2 genannte Zurrmittelbedarf für das Überspannen der Ladung abgeleitet werden:

Tabelle 6.2: Zurrmittelbedarf zum Überspannen in Abhängigkeit von der Ladungsmasse

Ladungsmasse in t	unter 8	über 8 bis 10	über 10 bis 12	über 12 bis 14	über 14 bis 17	über 17 bis 19	über 19 bis 22	über 22 bis 25
Mindestens anzulegende Anzahl Zurrmittel	3	4	5	6	7	8	9	10

### Bedingungen beim Anlegen der Zurrmittel

Es sind mindestens die in Tabelle 6.2 genannten Anzahl Zurrmittel anzulegen.

Die Zurrmittel überspannen die Ladung als Niederzurrung; sie sind möglichst gleichmäßig auf die Ladungslänge verteilt anzulegen.

*Darüber hinaus ist zu beachten:*

Einzelne liegende Bleche mit einer Länge von bis 3.000 mm sind mit mindestens zwei Überspannungen zu sichern.

Bleche mit einer Länge von mehr als 3.000 mm bis 6.000 mm sind mit mindestens drei Überspannungen zu sichern.

**Diese Regeln gelten unter der Voraussetzung, dass das Laden und Sichern nach den vorstehend beschriebenen Bedingungen ausgeführt wurde!**

**Wird von den vorstehend beschriebenen Bedingungen abgewichen, ist diese Empfehlung nicht mehr anzuwenden.**

### ***Für alle Transporte ist grundsätzlich zu beachten:***

Während der Beförderung ist der Zustand der Ladungssicherung durch den Fahrer zu kontrollieren. Bei Bedarf sind die Zurrmittel nachzuspannen.