

# Ladungssicherung

Das Wichtigste in Kürze

LES  
ROUTIERS +  
SUISSES



Mitfinanzierung durch den Fonds für Verkehrssicherheit

© 5. Auflage 2/2006, Herausgeber: Les Routiers Suisses, Postfach 99,  
1026 Echandens, Tel. 021 706 20 00, [www.routiers.ch](http://www.routiers.ch)

## Vorwort

Ladungssicherung wird oft als Zeitverschwendung angesehen. Die Ladung anzubinden erfordert Material, Zeit, ist mühsam und vermeintlich nicht immer nötig. Um Zeit zu sparen, betrügt sich manch einer mit der Ausrede, vorsichtiger zu fahren. Die Verkehrsmeldungen zeigen das Gegenteil, regelmässig entstehen Staus wegen verlorener Ladung. Auch ohne dass die Ladung verloren geht, kann ein Fahrzeug durch verschobene Ladung instabil werden und somit einen Unfall verursachen.

Häufigste Ausrede bei mangelnder Ladungssicherung ist Zeitmangel oder Mangel an Bindematerial. Der Disponent gebe keine Zeit, der Abladetermin steht bereits fest und Zeit für die Ladungssicherung wurde nicht eingeplant. Trotz all diesen Gründen darf es nicht vorkommen, dass an der Sicherheit gespart wird. Die Verantwortung fällt letztendlich auf den Chauffeur. Es liegt an ihm, zu beurteilen, ob er sich mit einer Fuhre auf die Strasse getraut. Seine Entscheidung muss von Kunden, Disponenten und seinem Chef akzeptiert werden. Es ist oft nicht leicht, mehr Zeit zu verlangen oder Nein zu sagen. In mancher Firma ist es für den Chauffeur leider einfacher, mit ungesicherter Ladung sich selbst, Verkehr und Mitmenschen zu gefährden als Zeit zu finden, die Ladung genügend zu sichern.

Diese Broschüre gibt nicht für jedes Ladegut ein endgültiges Rezept. Einerseits soll sie über einfache physikalische Grundsätze aufklären, andererseits soll sie zu eigenen Überlegungen und zum Improvisieren anregen. Allerdings soll sie auch die Grenzen der Improvisationskunst zeigen. Mit einem ungeeigneten Fahrzeug, zu wenig Bindematerial und Zeitdruck werden die Grenzen gelegentlich erreicht und überschritten. Versuchen Sie als Chauffeur die Grenze zu erkennen. Informieren Sie Kunden und Chef, wenn die Grenze überschritten ist. Für einen Unfall sind Sie zuerst selbst verantwortlich.

# Ladungssicherung

<b>Kapitel</b>	<b>Seite</b>
1. Physikalische Gesetze	2
2. Gesetzesgrundlagen und Verantwortung	6
3. Das Fahrzeug	6
4. Dimensionen und Signalisation der Ladung	8
5. Lastverteilung	9
6. Ladungssicherung	11
7. Ladungssicherungshilfsmittel	14
8. Verschiedene Hinweise	17
9. Versuche	18

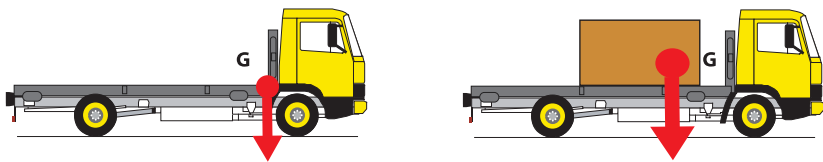
# 1. Physikalische Gesetze

Sobald sich ein Fahrzeug bewegt, wirken gewisse Kräfte ein. Diese Kräfte sind besonders stark beim Beschleunigen, beim Bremsen, in einer Kurve sowie bei Unebenheiten in der Strassenfläche (z. B. Löcher, Bodenschwellen usw.). Die Einwirkung dieser Kräfte ist bei einem Verkehrsunfall besonders stark.

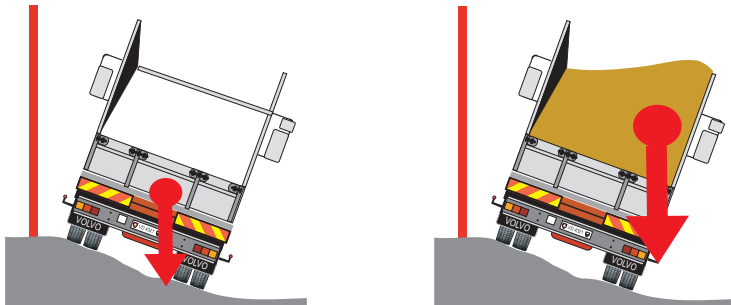
Diese Kräfte wirken nicht nur auf das Fahrzeug ein, sondern auch auf die Ladung. Es ist also wichtig diese zu kennen, um mit ihnen umzugehen.

## Schwerpunkt

Auf diesen Punkt konzentrieren sich alle Kräfte, welche auf das Fahrzeug und seine Ladung einwirken.



Der Schwerpunkt eines leeren Fahrzeuges wird durch dessen Aufbau bestimmt.

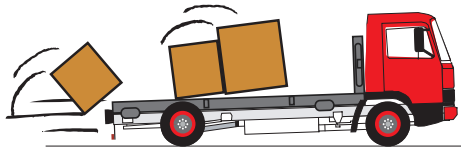


Die Fahrzeugladung verschiebt den Schwerpunkt. Ein Fahrzeug mit sehr hoch liegendem Schwerpunkt, (z. B. Tankwagen, Betonmischer, Fleisch usw.) läuft in engen Kurven oder in Kreiseln, Gefahr umzukippen.

Während der Fahrt ist der Schwerpunkt dauernd in Bewegung. Man nennt dies den dynamischen Schwerpunkt.

## Bewegungslosigkeit beim Anfahren

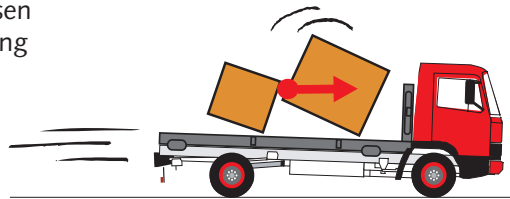
Beim Anfahren bleibt die Ladung bewegungslos: Die Ladung rutscht folglich nach hinten.



## Bewegungslosigkeit beim Bremsen

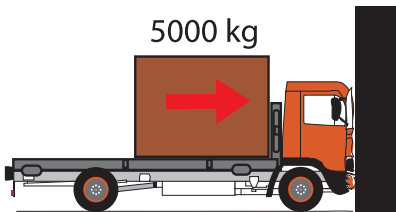
Die Ladung behält beim Bremsen die Geschwindigkeit: Die Ladung rutscht folglich nach vorne.

Je schwerer die Ladung und je stärker die Bremsung, umso schneller gleitet die Ladung.

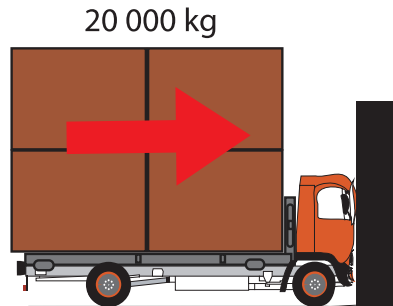


## Kinetische Energie

Dies ist die Energie, welche ein Körper beim Beschleunigen ansammelt. Verdoppelt man die Masse des Körpers, verdoppelt sich auch die Energie. Verdoppelt man aber die Geschwindigkeit des Körpers, vervierfacht sich die gespeicherte Energie.



Aufprall bei 40 km/h

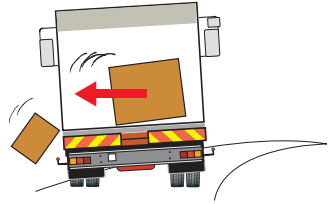


Aufprall bei 80 km/h

## Zentrifugalkraft (Fliehkraft)

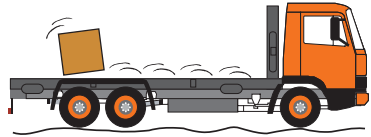
Diese Kraft tritt bei kurvigen Bewegungen auf. Sie drückt das Fahrzeug und seine Last nach aussen.

Die Zentrifugalkraft steigt proportional zur Masse und zum Kurvenradius. Verdoppelt man die Geschwindigkeit, vervierfacht sich die Zentrifugalkraft.



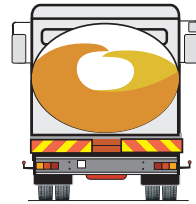
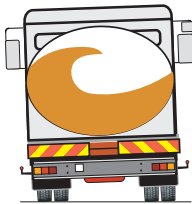
## Vertikale Verlagerung der Ladung

Bei normalen Verhältnissen erzeugt Ihr Fahrzeug infolge der unebenen Strassen vertikale Schwingungen. Die Ladung verliert den Kontakt zur Fahrzeugbrücke.

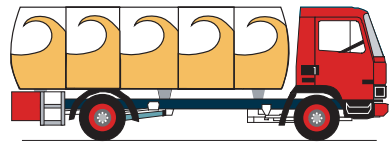
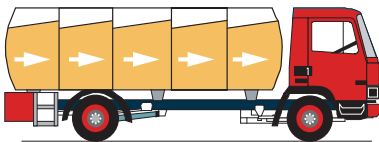


## Das Schwanken

Das seitliche Schwanken tritt in Kurven auf und das Fahrzeug nimmt eine Schwingbewegung an.



Das Längsschwanken tritt beim Bremsen oder beim Beschleunigen auf und erzeugt eine wiederholende Bewegung von vorne nach hinten.



## Auswirkungen der physikalischen Gesetze auch auf die Ladungssicherung

Eine schwere Last auf der Fahrzeugbrücke erscheint uns unbeweglich. Diese Theorie mag stimmen, solange das Fahrzeug steht und eine Person versucht, die Last von Hand zu bewegen. Ist das Fahrzeug aber in Bewegung, wird die Energie dieser Last zur Fahrzeugbrücke umso grösser.

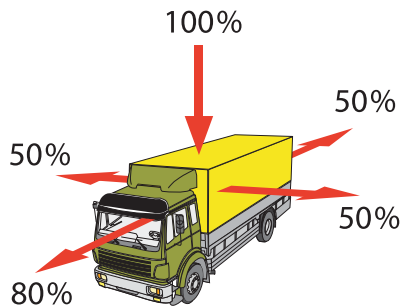
Folglich gilt, wenn die Last nicht eng an die Fahrzeugbrücke gesichert ist, wird sie sich in alle Richtungen bewegen, sobald sich das Fahrzeug in Bewegung setzt.

Es ist also unerlässlich, die Last ans Fahrzeug festzuzurren.

## Beschleunigungs-, Flieh- und Verzögerungskräfte

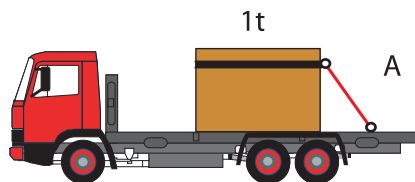
Um die Ladung ans Fahrzeug festzuzurren, müssen die Beschleunigungs-, Flieh- und Verzögerungskräfte nach folgenden Proportionen erfüllt sein:

- 80 % der Masse muss nach vorne gesichert sein
- 100 % der Masse muss nach oben gesichert sein
- 50 % der Masse muss auf den Seiten gesichert sein
- 50 % der Masse muss nach hinten gesichert sein



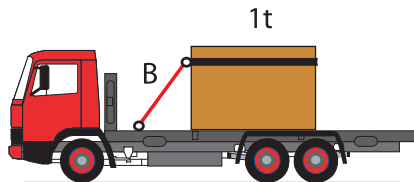
## Lastverlegung nach vorne

Wenn die Last 1 Tonne wiegt, muss der Zurrgurt "A" eine Sicherungskapazität von mindestens 800 kg (80 % der Last) haben.



## Lastverlegung nach hinten

Wenn die Last 1 Tonne wiegt, muss der Zurrgut "B" eine Sicherungskapazität von mindestens 500 kg (50 % der Last) haben.



## 2. Gesetzesgrundlagen und Verantwortung

### Ladung

SVG 30.2 Fahrzeuge dürfen nicht überladen werden. Die Ladung ist so anzubringen, dass sie niemanden gefährdet oder belästigt und nicht herunterfallen kann.

### Verantwortung

Der Fahrer ist für die Ladung und die Ladungssicherung des Fahrzeuges verantwortlich.

## 3. Das Fahrzeug

Bevor ein Transport begonnen werden kann, muss sich der Fahrer davon überzeugen, dass das Fahrzeug für die Ladung geeignet ist. Das Fahrzeug muss mit genügend Verankerungsmöglichkeiten ausgerüstet sein.



Verankerungsmöglichkeiten





## Der Fahrzeugausweis

30	Leergewicht Poids à vide Peso a vuoto Paisa da vid	kg	**9700
32	Nutz-/Sattelast Charge utile/selleite Carico utile/sella Chargia utilia/sella	kg	**8300
33	Gesamtgewicht Poids total Peso totale Paisa totala	kg	*18000
35	Gewicht des Zuges Poids de l'ensemble Peso del convoglio Paisa cumpositiun	kg	*40000
31	Anhängelast Poids remorquable Carico rimorchiato Chargia annexa	kg	*****

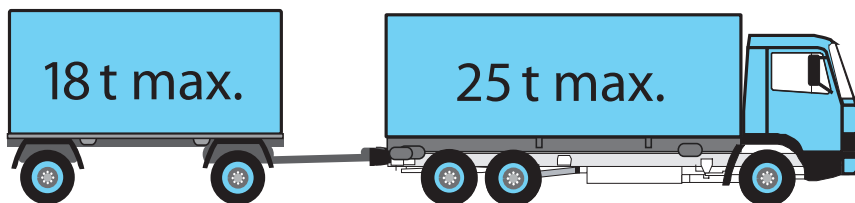
Marke und Typ:	VOLVO FH12-4204X2
Typen Nr. :	208.343.282
Chassis Nr. :	YV A4B 3A5 VA2 63 844
Bern, den	13.06.2002

208 Die zulässigen maximalen Dimensionen und Gewichte des Staates in welchem das Fahrzeug fährt, dürfen nicht überschritten werden ausser wenn eine Sonderbewilligung ausgehändigt wurde.

243 Innerhalb des erlaubten Gesamtgewichts, darf die maximale Achslast nicht folgende Werte überschreiten:

Achse 1:	-7100	kg	doppel Achse
Achse 2:	11500	kg	---- kg
Achse 3:	----	kg	dreifach Achse

Der Fahrzeugausweis informiert über das maximale Gesamtgewicht.



40 t max.



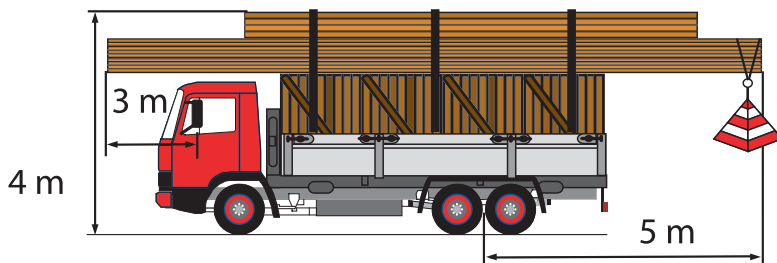
Wenn im Fahrzeugausweis ein Gesamtgewicht des Fahrzeugzuges steht, welches das zulässige Maximum überschreitet, kann dieses nur erreicht werden, wenn der Fahrer über eine Sonderbewilligung verfügt oder er im Ausland fährt.

## Toleranz zur Ladung

Die bisherige straffreie Überschreitung des zulässigen Gesamtgewichts bis 5 % und der zulässigen Achslast bis 2 % wird aufgehoben, um auch im Bereich der Toleranzregelung mit dem europäischen Recht übereinzustimmen. Um allfälligen Ungenauigkeiten der Wägeeinrichtung sowie der Wägemethode und -umstände Rechnung zu tragen, wird jedoch vom ermittelten Messergebnis eine Geräte- und Messtoleranz von 3 % abgezogen.

## 4. Dimensionen und Signalisation der Ladung

Die Ladung darf bei Motorfahrzeugen, von der Mitte der Lenkvorrichtung gemessen, höchstens 3 m nach vorne und bei Motorfahrzeugen und Anhängern höchstens 5 m hinter die Mitte der Hinterachse oder den Drehpunkt der Hinterachsen hinausreichen, wenn sie über die Ladefläche hinausragt. Die Ladung darf mehrspurige Motorfahrzeuge und Anhänger seitlich nicht überragen.



## Signalisation

Die Enden der Ladung oder die Teile, welche über 1 Meter beim Fahrzeug nach hinten herausragen, müssen mit einem rot-weißen kegelförmigen oder pyramidenförmigen Signal markiert sein.

# 5. Lastverteilung

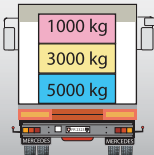
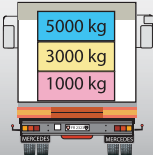
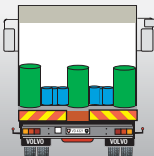
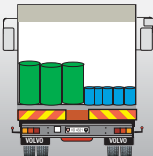
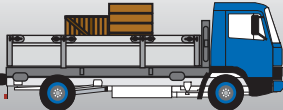
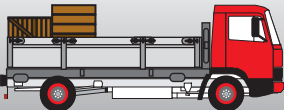
## Leeres Fahrzeug

Der Lastverteilungsplan des leeren Fahrzeuges muss vor dem Beladen bekannt sein. Sie wird ungefähr folgendermassen verteilt:

<b>Lastwagen:</b>	<b>75 %</b>	vorne,	<b>25 %</b>	hinten
<b>Anhänger 2 Achsen:</b>	<b>50 %</b>	vorne,	<b>50 %</b>	hinten

## Grundlagen zur guten Lastverteilung

Die Ladung muss so verteilt werden, dass der Schwerpunkt:

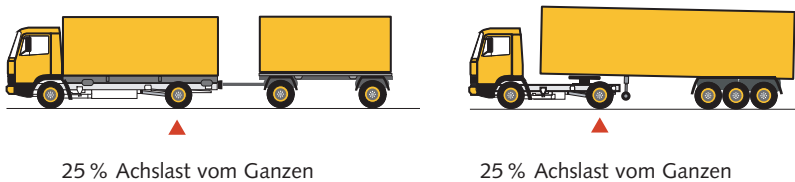
so tief wie möglich liegt, die schwereren Gegenstände unten	<b>Richtig</b> 	<b>Falsch</b> 
in der Längsmittle liegt		
sinnvoll zwischen den Achsen liegt	9500 kg 	9500 kg 

Wenn möglich soll die Ladung gleichermassen (Längs-, Breitenmitte) auf der gesamten Fahrzeugbrücke verteilt werden.

## Minimale Achslast

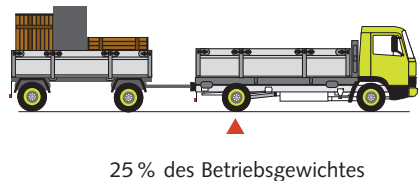


Die Ladung muss so verteilt werden, dass die Lenkachse mindestens 20 % des Betriebsgewichts des Fahrzeuges trägt.



Die Ladung muss so verteilt werden, dass die Antriebsachse mindestens 25 % des Betriebsgewichts des ganzen Fahrzeuges trägt.

Ein Sattelschlepper oder ein leerer Lastwagen können einen beladenen Sattelanhänger/Anhängen mitführen, solange die Antriebsachse 25 % des Betriebsgewichtes der ganzen Fahrzeugkombination trägt (Adhäsionsgewicht).



### Eine schlecht verteilte Ladung kann Folgendes auslösen:

- Umkippen des Fahrzeuges, auch bei geringer Geschwindigkeit
- Zusammenklappen des ganzen Fahrzeuges
- Spurabweichung beim Bremsen
- Schwierigkeit, die Spur beizubehalten

## 6. Ladungssicherung

### Erklärung

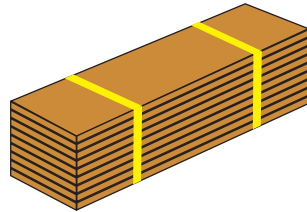
Die Ladungssicherung besteht darin, die Ladung mit dem passenden Material auf dem Fahrzeug zu befestigen und so ein Verschieben oder Herunterfallen während des Transportes zu vermeiden.



Schlecht: ein Gurt = kein Gurt

### Das Bündeln zur Ladeinheit

Manche Ladungen müssen erst zusammengebunden werden, bevor man sie auf das Fahrzeug lädt, das ist das Bündeln zur Ladeinheit. Das Bündeln vereinfacht die Handhabung der Ladung und stabilisiert bereits die verschiedenen Teile untereinander.



### Gleitreibbeiwert

Der Gleitreibbeiwert ( $\mu$ ) ist sehr wichtig für die verschiedenen Ladungssicherungsmethoden. Der Gleitreibbeiwert hängt von der Oberflächenbeschaffenheit der Ladung und der Unterlage ab. Ein höherer Gleitreibbeiwert bedeutet mehr Reibung und bremst die Bewegung der Ladung auf der Ladefläche (siehe Tabelle letzte Seite).

### Verschiedene Ladungssicherungsmethoden

Die Lastwagen und die Ladungen sind verschieden und es ist deshalb schwierig oder gar unmöglich, eine einzige Regel zur Ladungssicherung zu geben.

Man unterscheidet zwischen 3 Ladungssicherungsmethoden:

- Schräg- oder Diagonalzurren
- Kraftschluss (Niederzurren)
- Formschlüssig

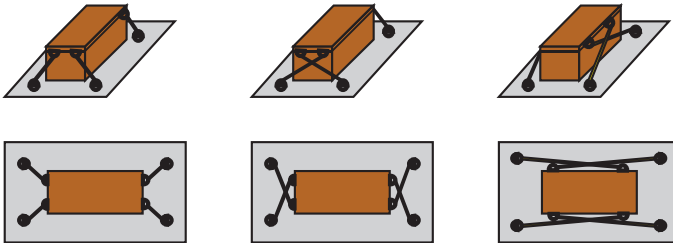
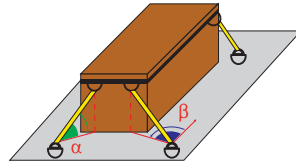
## Schräg-/Diagonalzurren

Die Ladung wird mit Sicherungsgeräten direkt am Fahrzeug und an der Ladung durch Verankerungspunkte befestigt. Die Anzahl ist anhand des Ladungsgewichtes und der Zurrwinkel festzulegen. Hierfür wird die Benutzung von mindestens 4 Zurrgurten empfohlen.

### Neigungswinkel der Gurte

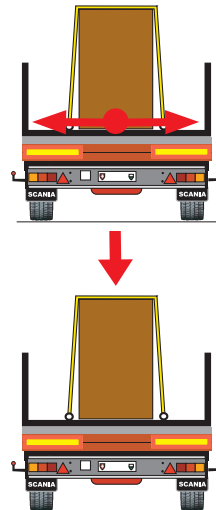
$\alpha$  = Winkel zwischen  $20^\circ$  und  $65^\circ$

$\beta$  = Winkel zwischen  $10^\circ$  und  $50^\circ$



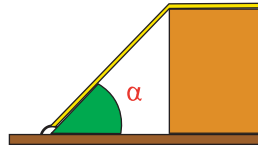
### Kraftschluss (Niederzurren)

Die Ladung wird auf die Brücke festgezurt. Der Gleitreibbeiwert zwischen Ladung und Brücke muss genügen, um Verschiebungen in alle Richtungen zu vermeiden.

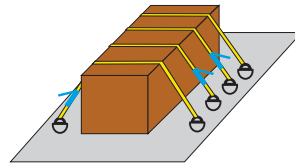
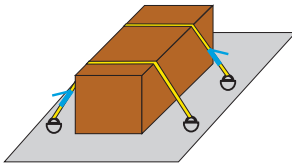


Die Zurrgurte vergrößern den Druck der Ladung auf den Boden und beugen so vertikalen Bewegungen vor.

Die Ladungssicherung ist optimal, wenn der Winkel  $\alpha$  nahe bei  $90^\circ$  ist. Winkel unter  $30^\circ$  sollten vermieden werden.

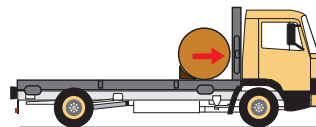
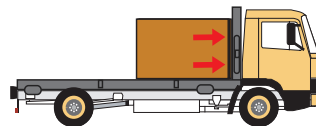
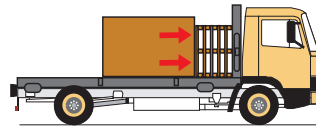


Die Anzahl Gurte ergibt sich aus dem Ladungsgewicht, Gleitreibbeiwert und Zurrwinkel (siehe Tabelle letzte Seite). Mindestens 2 Ladungssicherungsgurte sind notwendig.



## Formschlüssig

Formschlüssig nennt man die direkte Sicherung der Ladung zur Stirnwand, zu den Wagenwänden oder die Anwendung von an der Brücke fixierten Klötzen. Am besten wird die Ladung direkt (oder mit Hilfe von Klötzen oder Paletten) an die Stirnwand gelehnt. Die Leerräume müssen aufgefüllt werden.



## Kombinierte Ladungssicherung

In der Praxis werden diese Methoden oft kombiniert angewendet.



# 7. Ladungssicherungshilfsmittel

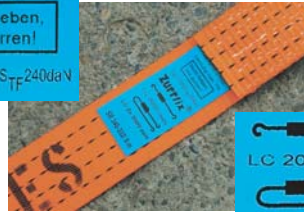
## Die Gurte



### Etikette: (Nach EN12195)

$S_{HF}$  = Standard hand force  
 $S_{TF}$  = Standard tension force  
LC = Lashing capacity  
2000 daN direkt  
4000 daN Umreifung

Dehnung max 7%  
Nicht heben,  
nur zurren!  
 $S_{HF}$  50daN/ $S_{TF}$  240daN



LC 2000 daN  
LC 2x 2000 daN

### Eigenschaften der Gurte

- $S_{HF}$  gibt die Handkraft am Spannhebel an.
- $S_{TF}$  gibt die erreichbare Vorspannkraft an, welche unter üblichen Bedingungen mit der Ratsche erreicht werden kann.
- LC gibt die maximale Belastbarkeit des Zurrgurtes an.
- Die Rückhaltekraft kann durch einen oder mehrere Zurrgurte mit gleicher oder anderer Belastbarkeit erhalten werden.
- Alle Zurrgurte müssen die gleiche Spannkraft oder die gleiche Vorspannkraft besitzen.
- Der Zurrgurt übt im Vergleich zur Kette eine gewisse permanente Spannkraft auf die Ladung aus.
- Die Zurrgurte dürfen nicht beschädigt oder angerissen sein.
- Die Zurrgurte dürfen nicht verknotet sein.





## Die Ratsche

Mit der Ratsche wird der Zurringurt vorgespannt. Sie hilft, eine genügende Vorspannung zu halten. Zur Erhöhung der Vorspannung dürfen keine Verlängerungen verwendet werden.

## Antirutschmatte

Die Benutzung einer Antirutschmatte erhöht die Reibung zwischen der Ladung und der Brücke.

## Ecken und Kantenschutz

Sie schützen die Zurrgurte, die Ladung und erlauben eine bessere Spannungsverteilung des Zurrgurtes einerseits und der Ladung andererseits. Sie werden bei der Sicherung von Elementen mit rauen, scharfkantigen oder stacheligen Abschlüssen angewendet.



## Keil und Holzbalken

Die am Boden fixierten Keile oder Holzbalken gewährleisten die Stabilität der Ladung auf der Brücke. Sie verhindern Längs- oder seitliches Bewegen. Sie werden auch unter der Ladung angebracht, um das Ein- und Ausladen zu vereinfachen.

## Netze oder Blachen

Netze oder Blachen müssen bei leichten Materialien (Papier, Karton, Sand usw.) verwendet werden.



## Ketten

Ketten werden bei sehr grosser Last (normalerweise ab 10 Tonnen), wie zum Beispiel die Sicherung von Baustellenfahrzeugen, verwendet. Bei Sicherungen von grossen Maschinen können Ketten und Zurrgurte kombiniert angewendet werden. Ketten und Kabel lockern sich eher als ein Zurrgurt und es ist deshalb notwendig, diese nach der Abfahrt zu kontrollieren.



## 8. Verschiedene Hinweise

- Der Umschlagsort muss signalisiert werden (z. B. mit Triopan, Pannendreiecken usw). Wenn notwendig, muss eine Drittperson beigezogen werden, um den Verkehr zu regeln und die Sicherheit zu gewährleisten.
- Überprüfen Sie die Stabilität des Geländes.
- Bei gewissen Handhabungen mit einem Ladungskran muss das Fahrzeug mit seitlichen Sicherungskrücken, unter welchen Klötze angebracht sind, um den Boden nicht zu beschädigen, stabilisiert werden.
- Versichern Sie sich, dass sich niemand im Ladungsbereich befindet.
- Der Fahrzeugführer vermeidet ein Verschmutzen der Strasse. Bevor ein Fahrzeug eine Baustelle, eine Grube oder ein Feld verlässt, müssen die Räder gereinigt werden. Verschmutzte Strassen müssen den anderen Verkehrsteilnehmern signalisiert werden und sofort gereinigt werden.
- Nach einer kurzen Strecke ist die Spannung der Zurrgurte oder der Ketten regelmässig zu überprüfen.
- Nach jeder Teilentladung muss der Fahrer die Ladung neu verteilen.
- Die Fahrweise der geladenen Last anpassen.
- Bevor Sie die Zurrgurte nachspannen, muss die Unterlage der Ladung überprüft werden.
- Auf der Fahrzeugbrücke lose herumliegende Hilfsmittel können Personen gefährden und Schäden verursachen. Nicht verwendete Hilfsmittel müssen gut verstaut werden. Um die Haltbarkeit zu verlängern, sollten sie an einem sauberen und trockenen Ort verstaut werden.



Diese Broschüre wurde in Zusammenarbeit mit  
Sylvaire Coquil, Schule Prométhée, realisiert.

(Berufsbildungszentrum für Fahrlehrer und Berufsfahrer)

## 9. Versuche

Gute Ladungssicherung kann das Fahrverhalten eines Fahrzeugs stark beeinflussen, Unfälle verhindern oder mindestens deren Folgen abschwächen. Ist die Ladung schlecht oder nicht gesichert, entsteht eine Gefahr für Ladegut, Fahrzeug, Fahrer und Verkehrspartner. Andererseits ist Ladungssicherung immer mit Aufwand verbunden. Verkehrssicherheit und Aufwand stehen sich gegenüber. Die Versuche in DTC – Vauffelin haben auf eindrückliche Weise gezeigt, dass Ladungen zum eigenen Schutz und dem der Verkehrspartner immer gesichert werden müssen.

### Vollbremsung bei gesicherter Ladung

Die Ladung wurde so gesichert, dass sie sich bei einer Vollbremsung nicht verschiebt, keine Schäden entstehen und das Fahrverhalten des Fahrzeuges nicht negativ beeinflusst wird.



Ladungssicherung: formschlüssig, bündeln, mit Zurrgurten gesichert (6 t/50 km/h)

## Vollbremsung bei ungesicherter Ladung

Dieser Versuch wurde mit dem gleichen Fahrzeug, gleicher Ladung, aber mit ungesicherter und freistehender Ladung durchgeführt. Die Ladung drückte von hinten auf die Kabine und verformte diese völlig, dazu gingen Fensterscheiben in die Brüche und Chauffeur wie Beifahrer hätten wohl einiges abbekommen.



Während der Vollbremsung



Nach der Vollbremsung

Ladungssicherung: freistehend, keine Zurrgurte (6 t/45 km/h)

## Crash Lieferwagen

Ein beladener Lieferwagen wurde mit ca. 50 km/h gegen ein festes Hindernis gefahren. Das Fahrzeug hatte auf der rechten Seite keine Wand, beim Frontalaufprall flog ein Teil der Ladung durch die Frontscheibe. Der Fahrer wurde von der herumfliegenden Ladung getroffen.



Vor dem Versuch



Aufprall



Nach dem Aufprall



Nach dem Aufprall

Ladungssicherung: Fahrerseite – formschlüssig, Beifahrerseite – freistehend  
(ca. 500 kg/50 km/h)

## Beladener Lastwagen gegen Leitplanke

Ein beladener Lastwagen wurde in einem definierten Winkel gegen eine Leitplanke gefahren. Der Versuch zeigte die Grenzen der Ladungssicherung auf. Grundsätzlich dient die Ladungssicherung der Befestigung des Ladegutes bei alltäglichen Betriebslasten und muss keine «Kollisionssicherheit» haben. Fazit: In der Praxis dürfte sich eine «crashfeste» Ladungssicherung kaum realisieren lassen. Mit einer vorschriftsgemässen Ladungssicherung kann die Gefahr im Ernstfall jedoch bereits deutlich reduziert werden.



Vor dem Versuch



Während dem Versuch



Ladungssicherung: Front – 4 Fässer übermässig gesichert, Mitte – 4 Fässer korrekt gesichert, hinten – 4 Fässer ungesichert (2400 kg/70 km/h)

**Sicherung zur Seite (bei 0,50)** Standardgurt SR340 und 350

Winkel	Vorspannkraft nach EN	Gleitreibbeiwert				
		$\mu = 0,2$	$\mu = 0,3$	$\mu = 0,4$	$\mu = 0,5$	$\mu = 0,6$
		Benötigte Gurte pro 1000 kg Ladungsgewicht				
90°	250 daN einfach direkt	3,93	1,75	0,66	0,05	0,02
60°	250 daN einfach direkt	4,54	2,02	0,76	0,06	0,03
30°	250 daN einfach direkt	7,87	3,5	1,32	0,11	0,04

Rechnerische Werte, in jedem Fall mind. 2 Gurte anschlagen

**Sicherung nach vorne (bei 0,80)** Standardgurt SR340 und 350

Winkel	Vorspannkraft nach EN	Gleitreibbeiwert				
		$\mu = 0,2$	$\mu = 0,3$	$\mu = 0,4$	$\mu = 0,5$	$\mu = 0,6$
		Benötigte Gurte pro 1000 kg Ladungsgewicht				
90°	250 daN einfach direkt	10,47	6,11	3,93	2,62	1,75
60°	250 daN einfach direkt	12,09	7,05	4,53	3,02	2,02
30°	250 daN einfach direkt	20,93	12,21	7,85	5,24	3,49

Rechnerische Werte, in jedem Fall mind. 2 Gurte anschlagen

**Gleitreibbeiwert nach EN**

Materialpaarung	fettig	nass	trocken
Holz/Holz	0,05 – 0,15 $\mu$	0,20 – 0,25 $\mu$	0,20 – 0,50 $\mu$
Metall/Holz	0,02 – 0,10 $\mu$	0,20 – 0,25 $\mu$	0,20 – 0,50 $\mu$
Metall/Metall	0,01 – 0,10 $\mu$	0,10 – 0,20 $\mu$	0,10 – 0,25 $\mu$
Beton/Holz	0,10 – 0,20 $\mu$	0,30 – 0,50 $\mu$	0,30 – 0,60 $\mu$

Mit Antirutschmatte kann der Reibbeiwert von 0,60  $\mu$  angewendet werden. Die Ladefläche/Ladung darf nicht ölig, fettig, vereist und/oder stark verunreinigt sein.

**Um die Anzahl Gurte zu berechnen, gehen Sie in folgenden Schritten vor:**

1. Welche Ladungssicherungsmethode verwende ich: **Formschluss nach vorne** oder **freistehend**?
2. Zurrwinkel berechnen (Winkel sind aufgedruckt).
3. Materialpaarung (Gleitreibbeiwert festlegen).
4. Anzahl Gurte anhand der Tabelle festlegen (Tabelle zeigt benötigte Gurte pro 1000 kg Ladungsgewicht), Ladungsgewicht anhand Tabelle einfach addieren.

**Wichtiger Hinweis:** Die Vorspannkraften müssen auf beiden Seiten gleich gross sein, um dies zu gewährleisten, immer mit Kantenschutz arbeiten.