

# Ladungssicherung Methoden

[www.auva.at](http://www.auva.at)



## **Inhalt**

<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>Gewichtskraft</b>	<b>3</b>
<b>Schwerpunkt</b>	<b>4</b>
<b>Reibung</b>	<b>5</b>
<b>Kräfte beim Fahren</b>	<b>7</b>
<b>Sicherung des Ladeguts</b>	<b>8</b>
<b>Standicherheit – Kippsicherheit</b>	<b>17</b>
<b>Tabellen zur Ladungssicherung</b>	<b>18</b>
<b>Symbole, Einheiten, Begriffe</b>	<b>22</b>
<b>Weitere Informationen</b>	<b>23</b>

**Sinn und  
Zweck dieses  
Merkblattes**

## Einleitung

Damit Ladung richtig gesichert werden kann, sind einige Grundkenntnisse notwendig. Begriffe wie Gewichtskraft, Reibung, Beschleunigung, Schwerpunktlage oder Zurrkräfte müssen bekannt sein.

Sehr oft hört man von Fahrern: "Mir ist seit 20 Jahren nichts verrutscht!" oder „Ich fahre so langsam und vorsichtig, dass mir schon nichts passiert!“ Geht man jedoch ins Detail, stellt sich heraus, dass Ladung oft verloren geht oder beschädigt wird.

Unterschiedliche Fahrsituationen lassen keinen Spielraum für mangelnde Ladungssicherung. Ein Kind, das über die Straße läuft, zwingt den Fahrer zur Vollbremsung. Kommt die Ladung durch mangelnde Sicherung ins Rutschen, können die Auswirkungen fatal sein.

Diese Broschüre beschäftigt sich mit den physikalischen Prinzipien, die bei der Ladungssicherung im Straßenverkehr zu berücksichtigen sind. Die verwendeten Begriffe und Einheiten sind europäischen Normen und anderen Regelwerken entnommen.

### Ladungssicherung durch Zurren:

Niederzurren

kraftschlüssig  
sehr aufwendig

Direktzurren

formschlüssig  
sehr effektiv

## Gewichtskraft

Die Gewichtskraft einer Ladung ist ein wesentlicher Wert, den der Fahrer kennen muss. Da alle anderen Berechnungen darauf aufbauen, können falsche Angaben oder ungenaue Schätzungen über die Gewichtskraft einer Ladung negative Folgen haben.

Die Gewichtskraft  $F_G$  [N] ist das Produkt aus Masse  $m$  [kg] und Erdbeschleunigung  $g$  [m/s<sup>2</sup>]. Ihre Einheit wird in Newton [N] angegeben.

$$F_G = m \cdot g$$

$F_G$  Gewichtskraft [N]

$m$  Masse [kg]

$g$  Erdbeschleunigung [m/s<sup>2</sup>]  
 $g=9,81 \text{ m/s}^2 \sim 10\text{m/s}^2$

Anmerkung:

In der Praxis wird die Masse mit 10 multipliziert, wobei die Einheit Dekanewton [daN] üblich ist.

$$1 \text{ kg} \sim 1 \text{ daN}$$

Beispiel:

Eine Ladung mit 10.000 kg entspricht einer Gewichtskraft von ungefähr 10.000 daN.

**Gewichtskraft**  
 **$F_G = m \cdot g$  [daN]**

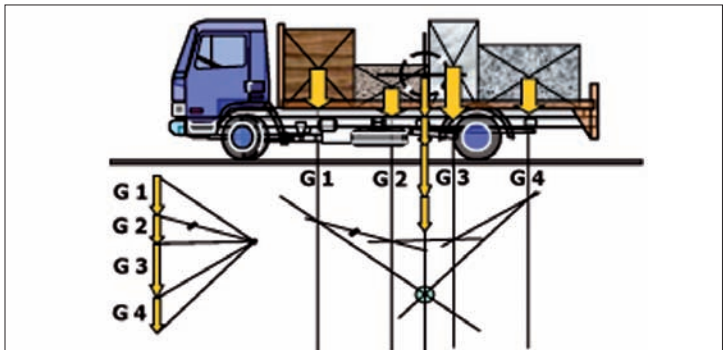
**Der Schwerpunkt muss nicht immer mittig sein. Herstellerangaben (Lastverteilungsplan) beachten!**

## Schwerpunkt

Für die Bestimmung des Gesamtschwerpunktes müssen Sie die Schwerpunkte und Gewichte der Einzellasten kennen. Beachten Sie, dass der Schwerpunkt einer Ladungseinheit nicht immer in der Mitte liegen muss. Nach Ermittlung des Gesamtschwerpunktes können Sie mit Hilfe des Lastverteilungsplans überprüfen, ob die Einzellasten richtig verteilt sind.



Lastverteilungsplan



Grafische Methode zur Ermittlung des Gesamtschwerpunktes der Lasten

## Reibung

Reibung ist der Widerstand, der beim Verschieben zweier Gegenstände an deren berührenden Oberflächen auftritt. Die Reibungskraft  $F_R$  ist das Produkt aus Reibbeiwert  $\mu$  und Gewichtskraft  $F_G$  [N].

$$F_R = \mu \cdot F_G$$

Der Reibbeiwert beschreibt die Beschaffenheit der Oberflächen. Je „rauer“ zwei Oberflächen sind, die aufeinander treffen, desto mehr "verzahnen" sich diese ineinander, desto größer ist der Reibbeiwert  $\mu$ .

Äußere Einflüsse wie Öl, Wasser, Eis, Sand verringern den Reibbeiwert stark. Dies erfordert einen wesentlich größeren Sicherungsaufwand.

$$R = \mu \cdot F_G$$

$\mu$  ist material-abhängig

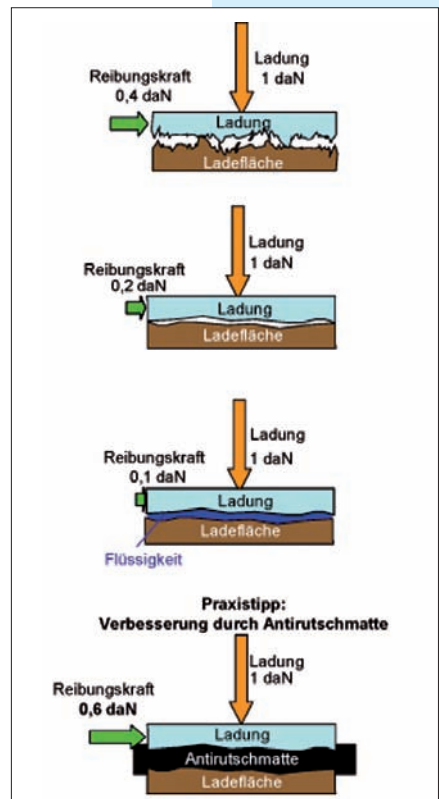
**Verwenden Sie Antirutschmatten.**

**Halten Sie Ihre Ladefläche sauber!**

### Unser Tipp:

**Durch die Verwendung von Antirutschmatten können Sie den Reibbeiwert wesentlich erhöhen!**

**Vergessen Sie nicht, dass Reibung sowohl zwischen der Ladefläche und dem Ladegut wirkt, als auch innerhalb einer Ladeeinheit, z. B. zwischen Ladung und Palette. Bedenken Sie dabei, dass auch die einzelnen Teile einer Ladeeinheit verrutschen können!**



**Ihr Ziel muss sein: Die Ladung darf sich nicht bewegen!**

## Warum ist die Reibung so wichtig?



*Darstellung der Kräfte, die beim Bremsen auf die Ladung wirken*

Die Reibungskraft hilft, die Ladung zu sichern, weil sie den auf die Ladung wirkenden Kräften entgegenwirkt. Je höher die Reibungskraft ist, desto geringer fällt der Aufwand für die Sicherung aus.

**Ihr Ziel muss sein:  
Die Ladung darf sich nicht bewegen!**

Die Reibungskraft und die Sicherungskraft müssen höher sein als die auftretenden Kräfte beim Anfahren, Kurvenfahren und Bremsen (Gilt auch für die Notbremsung!).

### **Unser Tipp:**

**Eine saubere Ladefläche verringert den Sicherungsaufwand, da Schmutz, Sand usw. auf der Ladefläche eine ähnliche Wirkung wie Rollsplitt auf der trockenen Fahrbahn hat (stärkere Rutschgefahr).**

### Kräfte beim Fahren

Beim Fahren treten nach allen Seiten und nach oben Kräfte auf, die die ungesicherte Ladung zum Verrutschen, Kippen, Rollen und Abheben bringen können.

Die Kräfte können beim Kurvenfahren und beim Anfahren 50 % der Gewichtskraft betragen. Durch fahrbahnbedingte Erschütterungen kann ungesicherte Ladung leicht von der Ladefläche abheben. Dadurch geht die Reibung zwischen Ladung und Ladefläche verloren. Die größten Kräfte treten aber beim Bremsen auf. Hier schießt die ungesicherte Ladung meist kurz vor dem Stillstand nach vorn. Die Bremskraft erreicht dabei Höchstwerte von 80 % bis 100 % der Gewichtskraft.

**Sicherung nach allen Seiten notwendig!**



*Darstellung der zu erwartenden Kräfte, die entsprechend den auftretenden Fahrmanövern auf die Ladung wirken.*



### Sicherung des Ladeguts

Die Ladung muss auf dem Fahrzeug so gesichert sein, dass sie den im normalen Fahrbetrieb auftretenden Kräften standhält. Zum normalen Fahrbetrieb zählt auch eine Notbremsung bei gleichzeitiger Kurvenfahrt und Verreißen des Fahrzeuges auf holpriger Fahrbahn.

### Formschlüssige Ladungssicherung



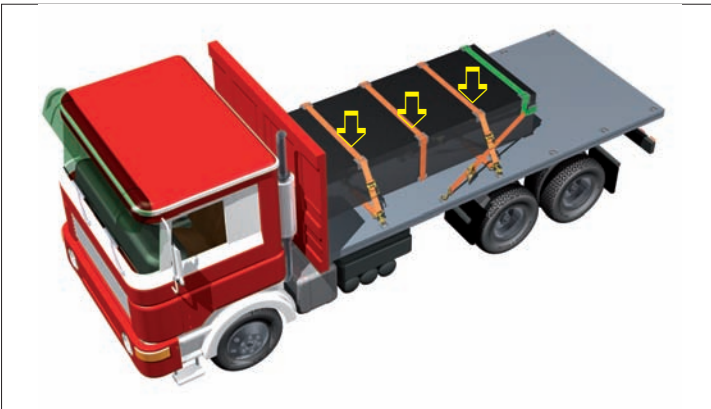
*Formschlüssige Sicherung*



*Diagonalzurren*



*Kopfschlinge (formschlüssig, hinten)*



*3 Buchschnellen (formschlüssig, seitliche Sicherung)*

### Kraftschlüssige Ladungssicherung (Niederzurren)



*Kraftschlüssige Sicherung*

### Kombinierte Ladungssicherung



*Kombinierte Ladungssicherung: formschlüssige Sicherung nach vorne, kombiniert mit kraftschlüssiger Sicherung durch Niederzurren zur Seite*

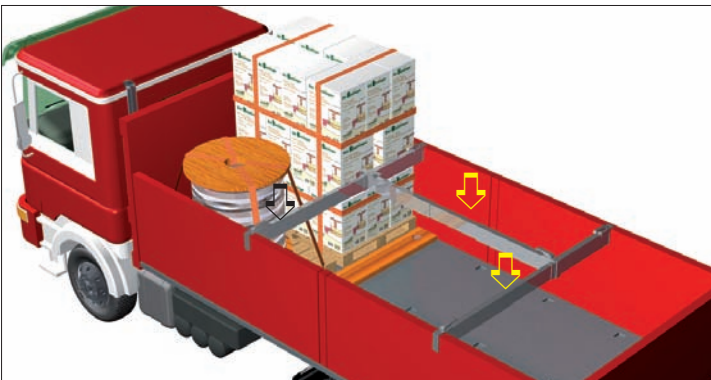
### Formschlüssige Sicherung durch Fahrzeugaufbauten und Hilfsmittel

Wenn die Ladung allseitig durch Fahrzeugaufbauten wie Stirn- und Seitenwände eingeschlossen ist, nehmen die Aufbauten die entstehenden Kräfte auf. Ladelücken zwischen den einzelnen Ladegütern sind grundsätzlich z. B. durch Zwischenstellen von Paletten, Kanthölzern oder Verwendung von Luftsäcken, zu füllen. Wenn ein Ausfüllen der Ladelücken nicht möglich ist, muss die Ladung z. B. durch Keilen, Vernageln oder Verwendung von Lochschienen befestigt werden.

Da durch die Formen der Ladung und des Aufbaues keine Verschiebung möglich ist, nennt man diese Art der Ladungssicherung formschlüssige Sicherung. Voraussetzung für diese Art der Sicherung ist ein den Anforderungen entsprechender und unbeschädigter Aufbau.

#### **Unser Tipp:**

**Führen Sie immer Hilfsmittel wie z.B. Kanthölzer, Leerpaletten, Luftsäcke, Keile und Spannplatten (nur für leichte Ladegüter) – natürlich auch gesichert – mit.**



*Sicherung durch Spannplatten für leichte Ladung*

**Direktzurren:  
effektivste  
Methode der  
Ladungs-  
sicherung**

### Formschlüssige Sicherung durch Direktzurren

Beim Direktzurren wird das Ladegut mit Zurrmittel (Ketten oder Zurrgurte) direkt mit Zurrpunkten des Fahrzeugs verbunden. Am Ladegut müssen Zurrpunkte vorhanden sein. Fehlen diese, kann man z. B. mittels Kantenwinkel und Kantenwinkel das Ladegut horizontal umschlingen.

Die Zurrmittel werden nur so fest gespannt, dass sie nicht durchhängen. Die auf dem Etikett ausgewiesene Zurrkraft LC (Lashing Capacity) muss größer sein als die berechnete Sicherungskraft.



*Direktzurren (Kantenwinkel bei fehlenden Zurrpunkten) kombiniert mit Niederzurren*

#### **Unser Tipp:**

**Denken Sie daran, dass Sie durch die Verzurrung die Ladung in alle Richtungen absichern müssen. Wählen Sie beim Direktzurren möglichst flache Winkel.**

## Kraftschlüssige Sicherung durch Niederzurren

Beim Niederzurren wird die notwendige Sicherungskraft durch Niederdrücken der Ladung mit einer ausreichenden Anzahl von Gurten erreicht. Dabei ist zu berücksichtigen:

- Gewichtskraft der Ladung
- Reibung
- Vertikalwinkel  $\alpha$
- Zurrmittel
- Übertragung der Vorspannkraft

### Reibung

Die Reibung hilft mit, die Ladung auf der Ladefläche zu halten. Die Reibkraft ist abhängig vom Reibbeiwert  $\mu$ . Das gilt auch für die durch Zurrgurte aufgebrachten Vorspannkraft.

Beispiel:

Ein Reibbeiwert  $\mu = 0,30$  bedeutet, dass bei einer Ladung von 1000 daN ( $\sim$  kg) nur 300 daN ( $\sim$  kg) durch Reibung gehalten wird!

Bei Einsatz von Antirutschmatten ( $\mu = 0,6$ ) werden bereits 600 daN ( $\sim$  kg) durch Reibung gehalten. Die Anzahl der benötigten Zurrgurte verringert sich dadurch wesentlich.

***Einflussfaktoren  
auf das Niederzurren***

### ***Unser Tipp:***

***Verwenden Sie Antirutschmatten mit einem Reibbeiwert von mindestens  $\mu = 0,6$ .***

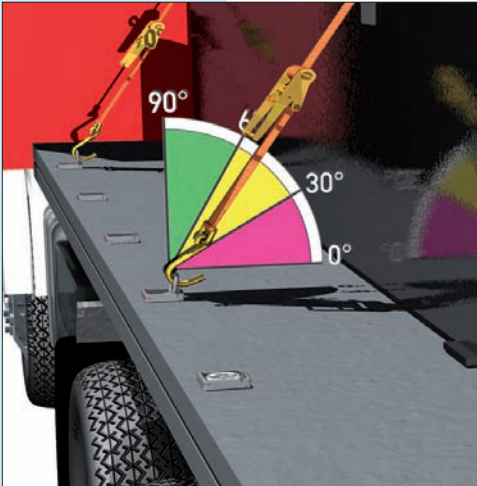
***Bei kleinem Reibbeiwert (z. B.:  $\mu = 0,1$  bis  $0,3$ ) oder hohem Ladungsgewicht wird die Anzahl der benötigten Gurte zu groß.***

**Wählen Sie den Vertikalwinkel so groß wie möglich!**

### Vertikalwinkel $\alpha$

Je größer der Vertikalwinkel  $\alpha$  ist, desto besser wird die Vorspannkraft umgesetzt. Am besten ist daher ein Vertikalwinkel  $\alpha$  von  $90^\circ$ .

Je geringer dieser Winkel ist, desto mehr Gurte müssen verwendet werden.



Bestimmung des Vertikalwinkels  $\alpha$

**Die tatsächlich über die Ratsche aufgebrachte Zurrkraft ist immer wesentlich kleiner als die am Etikett des Zurrmittels angegebene maximale Zurrkraft!**

### Unser Tipp:

**Wählen Sie einen möglichst großen Vertikalwinkel  $\alpha = 90^\circ$ . Vermeiden Sie Vertikalwinkel kleiner als  $30^\circ$ .**

### Zurrgurt mit Ratsche

Auf dem Etikett des Zurrmittels wird die Zurrkraft LC (Lashing Capacity) angeführt. Diese Zurrkraft LC gibt die Höchstkraft des Zurrmittels im einfachen Zug an. Ein Zurrgurt mit LC = 2500 daN kann im einfachen Zug

2500 daN aufnehmen, bevor es zur Überlastung des Gurts kommt. Die tatsächlich durch Handkraft ( $S_{HF}$ ) aufgebrachte Vorspannkraft ( $S_{TF}$ ) beim Niederzurren liegt aber weit unter diesem Wert.

Mit einer Standardratsche können die  $S_{TF}$ -Werte zwischen 200 daN bis ca. 400 daN liegen, mit einer Langhebelratsche von 500 daN und mehr. Ohne Vorspannmessgerät wird bei der Berechnung für die Anzahl der Gurte der am Etikett angegebene  $S_{TF}$ -Wert zugrunde gelegt.

## Sicherung des Ladeguts



Etikett eines Zurrgurtes mit Standardratsche und  $S_{TF}$ -Wert von 300 daN



Etikett eines Zurrgurtes mit Langhebelratsche und  $S_{TF}$ -Wert von 500 daN

### Unser Tipp:

**Faustregel zum Niederrücken bei Reibung von  $\mu = 0,33$ .**

**Sicherung nach vorne (wenn die Ladung vorne nicht ansteht):**

**Ladungsgewicht geteilt durch den  $S_{TF}$ -Wert ergibt die Anzahl der notwendigen Zurrmittel**

**Beispiel: Ladungsgewicht 1.000 kg,  $S_{TF}$ -Wert 250 daN laut Etikett 4 Gurte**

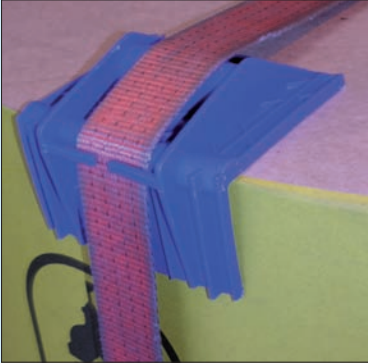
**Sicherung zur Seite und nach hinten (wenn die Ladung vorne ansteht):**

**Halbes Ladungsgewicht geteilt durch den  $S_{TF}$ -Wert ergibt die Anzahl der notwendigen Zurrmittel**

**Beispiel: Ladungsgewicht 2.000 kg,  $S_{TF}$ -Wert 350 daN laut Etikett 3 Gurte**



### Übertragung der Vorspannkraft



Auf der der Ratsche gegenüberliegenden Seite ist die Vorspannkraft im Zurrgurt kleiner als auf der Ratschenseite. Durch Verwendung geeigneter Kantenschoner (Kantengleiter) zwischen Gurt und Ladung kann dies verbessert werden.

#### **Unser Tipp:**

**Bringen Sie bei Verwendung von mehreren Zurrgurten die Ratschen wechselseitig an.**

*Kantengleiter zur besseren Übertragung der Vorspannkraft*

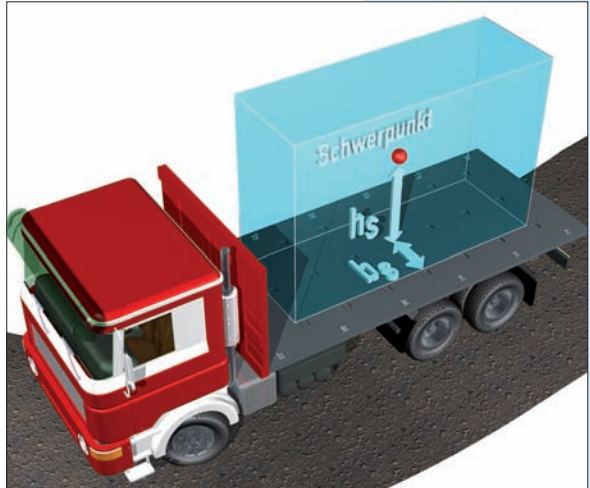


*Wechselseitige Anordnung der Ratschen*

### Standfestigkeit – Kippsicherheit

Bei der Ladungssicherung ist die Kippsicherheit jedes einzelnen Ladeguts zu berücksichtigen. Das Ladegut ist kippicher, wenn die Schwerpunkthöhe kleiner ist als die halbe Breite seiner Grundfläche (gilt nur bei Kurvenfahrten!).

Liegt der Schwerpunkt nicht mittig, sollte das Ladegut mit einem Schwerpunktsymbol gekennzeichnet sein.



Ist das Ladegut nicht kippicher, ist die Kraft zur Seite statt mit 0,5G mit 0,7G der Gewichtskraft anzunehmen (Wankfaktor = 0,2G). Für die Kippsicherheit in Fahrtrichtung ist ein Verhältnis von  $b_s / h_s \geq 0,8$  erforderlich.

#### Beispiel: Sicherung gegen Kippen

Papierrolle

Höhe 200 cm, Durchmesser 148 cm

Schwerpunkthöhe ( $h_s$ ): 100 cm

halber Durchmesser ( $r$ ): 74 cm

Somit ist die Schwerpunkthöhe größer als der halbe Durchmesser (100 cm zu 74 cm). Die Papierrolle ist daher stehend nicht standsicher.

$h_s$ ...Höhe des Schwerpunktes der Ladung  
 $b_s$ ...horizontaler Abstand des Schwerpunktes zur Kippkante

## Tabelle Niederzurren im Straßentransport nach EN 12195-1

Sicherung nicht kippfährender, freistehender Ladeeinheiten gegen Rutschen - Das Ergebnis ist die Anzahl der benötigten Zurrgurte

STF daN k-Faktor	Anzahl der benötigten Zurrgurte						STF daN k-Faktor	Anzahl der benötigten Zurrgurte																																																																																																																																																																																												
	300			500				300			500																																																																																																																																																																																									
	90°	60°	30°	90°	60°	30°		90°	60°	30°	90°	60°	30°																																																																																																																																																																																							
Dyn. Reib- beiwert $\mu_D$	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,6																																																																																																																																																																																					
Zurmwinkel $\alpha$	1,5			1,5			1,5			1,5			1,5																																																																																																																																																																																							
Ladung in Kg	500	4	2	4	3	2	7	4	2	1000	7	4	2	8	5	2	1500	10	6	2	12	7	2	20	11	3	2000	14	8	2	16	9	2	27	15	3	2500	17	10	2	19	11	3	33	19	4	3000	20	11	3	23	13	3	40	22	5	3500	23	13	3	27	15	3	46	26	6	4000	27	15	3	31	17	4	53	30	6	4500	30	17	4	34	19	4	59	33	7	5000	33	19	4	38	21	5	66	37	8	5500	36	20	4	42	24	5	72	40	8	6000	40	22	5	46	26	6	79	44	9	6500	43	24	5	50	28	6	86	48	10	7000	46	26	6	53	30	6	92	51	11	7500	50	28	6	57	32	7	99	55	11	8000	53	30	6	61	34	7	105	59	12	8500	56	31	7	65	36	8	112	62	13	9000	59	33	7	68	38	8	118	66	14	9500	63	35	7	72	40	8	125	70	14	10000	66	37	8	76	42	9	131	73	15

STF = Vorspannkraft der Zurrgurte (siehe am Zurreißen)

Dynam. Reibbeiwert  $\mu_D$  – siehe Tabelle auf der Rückseite

k-Faktor 1,5 für Zurrmittel mit einem Spannelement ohne Vorspannmessung an der gegenüberliegenden Seite.

Diese Tabellen wurden mit einer geprüften\* Excel – Berechnungstabelle erstellt, die wir Ihnen gerne auf Wunsch für eigene Berechnungen (z.B. k-Faktor Z) zur Verfügung stellen.

\* Geprüft von Hr. DI. Bürger, allg. beid. und gerichtet. zertifizierter Sachverständiger, Fa. Transpack, 1210 Wien



## Niederzurren für freistehende Ladung

(Quelle: Fa. Hebetchnik)

# Tabellen zur Ladungssicherung

## Niederzurren mit Formschluss nach vorne

(Quelle: Fa. Hebetchnik)

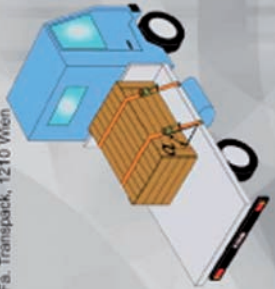
**Tabelle Niederzurren im Straßentransport nach EN 12195-1**

Sicherung nicht kippfährender Ladeeinheiten gegen Rutschen. Ladung nach vorne blockiert (z. B. Formschluss zur Stirnwand)  
 - Das Ergebnis ist die Anzahl der benötigten Zurrgurte

STF daN	Anzahl der benötigten Zurrgurte									
	300		500							
	k-Faktor	1,5	k-Faktor	1,5						
Zurmwinkel α	90°	60°	90°	30°						
Dyn. Reib- beiwert $\mu_0$	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,6				
Ladung in kg	500	2	1	2	1	4	2	1		
	1000	4	2	1	4	2	1	7	3	1
	1500	5	3	1	6	3	1	10	5	1
	2000	7	3	1	8	4	1	14	6	1
	2500	9	4	1	10	5	1	17	8	1
	3000	10	5	1	12	6	1	20	9	1
	3500	12	6	1	14	6	1	23	11	1
	4000	14	6	1	16	7	1	27	12	1
	4500	15	7	1	17	8	1	30	14	1
	5000	17	8	1	19	9	1	33	15	1
	5500	18	8	1	21	10	1	36	16	1
	6000	20	9	1	23	11	1	40	18	1
	6500	22	10	1	25	11	1	43	19	1
	7000	23	11	1	27	12	1	46	21	1
	7500	25	11	1	29	13	1	50	22	1
	8000	27	12	1	31	14	1	53	24	1
	8500	28	13	1	33	15	1	56	25	1
	9000	30	14	1	34	16	1	59	27	1
	9500	32	14	1	36	16	1	63	28	1
	10000	33	15	1	38	17	1	66	30	1

STF daN	Anzahl der benötigten Zurrgurte									
	300		500							
	k-Faktor	1,5	k-Faktor	1,5						
Zurmwinkel α	90°	60°	90°	30°						
Dyn. Reib- beiwert $\mu_0$	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,6				
Ladung in kg	500	1	1	2	1	2	1	2	1	
	1000	2	1	1	3	2	1	4	2	1
	1500	3	2	1	4	2	1	6	3	1
	2000	4	2	1	5	3	1	8	4	1
	2500	5	3	1	6	3	1	10	5	1
	3000	6	3	1	7	4	1	12	6	1
	3500	7	4	1	8	4	1	14	7	1
	4000	8	4	1	10	5	1	16	7	1
	4500	9	4	1	11	5	1	18	8	1
	5000	10	5	1	12	6	1	20	9	1
	5500	11	5	1	13	6	1	22	10	1
	6000	12	6	1	14	7	1	24	11	1
	6500	13	6	1	15	7	1	26	12	1
	7000	14	7	1	16	8	1	28	13	1
	7500	15	7	1	17	8	1	30	14	1
	8000	16	7	1	19	9	1	32	14	1
	8500	17	8	1	20	9	1	34	15	1
	9000	18	8	1	21	10	1	36	16	1
	9500	19	9	1	22	10	1	38	17	1
	10000	20	9	1	23	11	1	40	18	1

STF = Vorspannkraft der Zurrgurte (siehe am Zurrticket)  
 Dynam. Reibbeiwert  $\mu_0$  – siehe Tabelle auf der Rückseite  
 k-Faktor 1,5 für Zurrtmittel mit einem Spannlement ohne Vorspannmessung an der gegenüberliegenden Seite.  
 Mit einem Zurrtmittel darf nur gesichert werden wenn ein Verdrehen der Ladung durch den Formschluss verhindert ist!  
 Diese Tabellen wurden mit einer geprüften\* Excel – Berechnungstabelle erstellt, die wir Ihnen gerne auf Wunsch für eigene Berechnungen (z.B. k-Faktor 2) zur Verfügung stellen.  
 \* Geprüft von Hr. DI. Bürger, allg. beek. und geneigl. zertifizierter Sachverständiger. Fa. Transpack, 1210 Wien



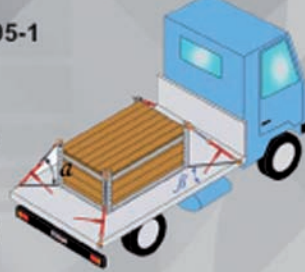
## Diagonalzurren

(Quelle: Fa. Hebeteknik)

### Tabelle Diagonalzurren nach EN 12195-1 einer nicht kippfährdeten Ladung - ohne Blockieren

Ergebnis notwendige LC in daN je Zurrmittel bei Verwendung von 4 Zurrmitteln

Der Vertikalwinkel  $\alpha$  muss zwischen 20° - 60° liegen  
Der längsverlaufende Horizontalwinkel  $\beta$  muss zwischen 10° - 60° liegen



#### Erforderliche Zurrkraft LC in daN je Zurrmittel

Dyn. Reibbeiwert $\mu_0$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1000	700	500	400	300	200
1500	1100	800	500	400	200
2000	1400	1000	700	500	300
2500	1800	1300	900	600	400
3000	2100	1500	1000	700	400
3500	2500	1700	1200	800	500
4000	2800	2000	1400	900	600
4500	3200	2200	1500	1000	600
5000	3500	2500	1700	1100	700
5500	3900	2700	1900	1200	800
6000	4200	2900	2000	1300	800
6500	4600	3200	2200	1500	900
7000	4900	3400	2400	1600	900
7500	5300	3700	2500	1700	1000
8000	5600	3900	2700	1800	1100
8500	6000	4100	2800	1900	1100
9000	6300	4400	3000	2000	1200
9500	6700	4600	3200	2100	1300
10000	7000	4900	3300	2200	1300
11000	7700	5300	3700	2400	1500
12000	8400	5800	4000	2600	1600
13000	9100	6300	4300	2900	1700
14000	9800	6800	4700	3100	1800
15000	10500	7300	5000	3300	2000
16000	11200	7700	5300	3500	2100
17000	11900	8200	5600	3700	2200
18000	12600	8700	6000	3900	2300
19000	13300	9200	6300	4100	2500
20000	14000	9700	6600	4400	2600

Diese Tabelle wurde mit einer geprüften\* Excel - Berechnungstabelle erstellt, die wir Ihnen gerne auf Wunsch für eigene Berechnungen zur Verfügung stellen. Bei genauer Ermittlung der Zurrwinkel und individueller Berechnung können günstigere Werte herangezogen werden, da zur besseren Übersicht und einfachen Handhabung in dieser Tabelle von den jeweils ungünstigsten Winkeln ausgegangen wurde.

\* Geprüft von Hr. DI. Bürger, allg. beeid. und gerichtl. zertifizierter Sachverständiger, Fa. Transpack, 1210 Wien

## Tabellen zur Ladungssicherung

Empfehlungen für anzuwendende Gleitreibbeiwerte $\mu_D$ bei der Ladungssicherung					
Tabelle aus BGUBGF-Praxishandbuch Laden und Sichern, 2. Auflage 2005					
Lkw-Ladefläche	Ladungsträger oder Ladegut				
trocken oder regennass	Flachpalette aus Holz	Gitterboxpalette aus Stahl	Palette aus Holzpressspan	Palette aus Kunststoff (PP)	Ladeinheit in Folie verpackt
Sper Holz, mit Melaminharz beschichtet, raue Seite	0,25	0,25	0,20	0,25	0,25
Sper Holz, mit Melaminharz beschichtet, glatte Seite	0,20	0,25	0,15	0,20	0,25
Aluminium-Lochschiene in der Ladefläche	0,25	0,35	0,20	0,25	0,20
Tränenblech aus Stahl	0,45	0,20	0,35	0,25	0,35
Dynamische Reibbeiwerte - Richtwerte $\mu_D$ nach VDI 2700					
		trocken	nass	fettig	
	Holz auf Holz	0,20 - 0,50	0,20 - 0,25	0,05 - 0,15	
	Metall auf Holz	0,20 - 0,50	0,20 - 0,25	0,02 - 0,10	
	Metall auf Metall	0,10 - 0,25	0,10 - 0,20	0,01 - 0,10	

Zusätzliche Berechnungstabellen zu diesem Thema erhalten Sie auch unter [www.hebetchnik.at](http://www.hebetchnik.at).

## Symbole, Einheiten, Begriffe

Symbol	Einheit	Begriff
m	kg	Masse
g	m/s <sup>2</sup>	Erdbeschleunigung ( $g = 9,81\text{m/s}^2$ )
a	m/s <sup>2</sup>	Beschleunigung, Verzögerung
F <sub>G</sub>	daN	Gewichtskraft
F <sub>R</sub>	daN	Reibungskraft
$\mu$	-	Reibbeiwert
S <sub>HF</sub>	daN	Handkraft
S <sub>TF</sub>	daN	Spannkraft (Standard Tension Force)
LC	daN	Zurrkraft (Lashing Capacity)
$\alpha$	Grad (°)	Vertikalwinkel
$\beta$	Grad (°)	Horizontalwinkel
S		Schwerpunkt
h <sub>s</sub>	m	Höhe des Schwerpunktes
b <sub>s</sub>	m	Abstand des Schwerpunktes von der Kippkante

### Weitere Informationen

#### Gesetze, Verordnungen, Erlässe

- Straßenverkehrsordnung StVO
- Kraftfahrzeuggesetz KFG
- Allgemeiner Durchführungserlass, GZ. 179316/8-II/ST4/03, des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie

#### Normen

- ÖNORM EN 12195-1** Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen  
04/04 Sicherheit - Teil 1: Berechnung von Zurrkräften
- ÖNORM EN 12195-2** Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen  
03/01 Sicherheit - Teil 2: Zurrgurte aus Chemiefasern
- ÖNORM EN 12195-3** Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen  
11/01 Sicherheit - Teil 3: Zurrketten
- ÖNORM EN 12195-4** Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen  
04/04 Sicherheit - Teil 1: Berechnung von Zurrkräften
- ÖNORM EN 12640** Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen  
10/00 Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung  
Mindestanforderungen und Prüfung
- ÖNORM EN 12642** Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen  
12/06 Aufbauten an Nutzfahrzeugen - Mindestanforderungen
- ÖNORM EN 29367-1** Zurr- und Befestigungseinrichtungen an Straßenfahrzeugen für den Seetransport auf Ro-Ro Schiffen  
(ISO 9367-1:1989)  
04/95 Allgemeine Anforderungen  
Teil 1: Nutzfahrzeuge und Fahrzeugkombinationen, Sattelanhänger ausgenommen
- ÖNORM EN 29367-2** Zurr- und Befestigungseinrichtungen an Straßenfahrzeugen für den Seetransport auf Ro-Ro Schiffen  
(ISO 9367-2:1994)  
02/95 Allgemeine Anforderungen  
Teil 2: Sattelanhänger
- ÖNORM V 5750 Teil 2** Ladungssicherung beim Transport + Teil 1 (11/07)  
10/90 Methoden
- EN 12195** Ladungssicherung beim Transport  
Teil 2, 3 und 4 Hilfsmittel
- EN 12640** (10/00) Ladungssicherung beim Transport  
**EN 12642** (12/06) Transportmittel

*Für alle, die  
noch mehr  
wissen wollen  
oder müssen ...*



<b>VDI 2700</b> 11/04	<b>Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen</b>
<b>VDI 2700 Blatt 2</b> 11/02	<b>Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen</b> Zurrkräfte
<b>VDI 2700 Blatt 4</b> 05/00	<b>Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen</b> Lastverteilungsplan
<b>VDI 2700 Blatt 5</b> 04/01	<b>Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen</b> Qualitätsmanagement-Systeme
<b>VDI 2700 Blatt 7</b> 07/00	<b>Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen</b> Ladungssicherung im Komb. Ladungsverkehr (KLV)
<b>VDI 2700 Blatt 8</b> 03/00	<b>Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen</b> Sicherung von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen auf Autotransportern
<b>VDI 2700a</b> 07/08	<b>Ausbildungsnachweis Ladungssicherung</b>
<b>VDI 2700 Blatt 3.2</b> 09/06	<b>Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen</b> Hilfsmittel zur Ladungssicherung
<b>VDI 3968 Blatt 1</b> 01/94	<b>Sicherung von Ladeeinheiten</b> Anforderungsprofil
<b>VDI 3968 Blatt 2</b> 05/94	<b>Sicherung von Ladeeinheiten</b> Organisatorisch-technische Verfahren
<b>VDI 3968 Blatt 3</b> 01/94	<b>Sicherung von Ladeeinheiten</b> Umreifen
<b>VDI 3968 Blatt 4</b> 01/94	<b>Sicherung von Ladeeinheiten</b> Schrumpfen
<b>VDI 3968 Blatt 5</b> 12/94	<b>Sicherung von Ladeeinheiten</b> Stretchen
<b>VDI 3968 Blatt 6</b> 01/94	<b>Sicherung von Ladeeinheiten</b> Sonstige Verfahren

### Handbuch

BGI 649 „Ladungssicherung auf Fahrzeugen“  
Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen, Deutschland

### Videos

- **Volltreffer – Ladungssicherung**  
Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen,  
Deutschland
- **Ladungssicherung im Straßentransport**  
Verband Les Routiers Suisses, Schweiz

Bitte wenden Sie sich in allen Fragen des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit bei der Arbeit an den Unfallverhütungsdienst der für Sie zuständigen Landesstelle:

**Wien, Niederösterreich und Burgenland:**

UVD der Landesstelle Wien  
Webergasse 4, 1203 Wien  
Telefon +43 1 331 33-0

UVD der Außenstelle St. Pölten  
Kremser Landstraße 8, 3100 St. Pölten  
Telefon +43 2742 25 89 50-0

UVD der Außenstelle Oberwart  
Hauptplatz 11, 7400 Oberwart  
Telefon +43 3352 353 56-0

**Steiermark und Kärnten:**

UVD der Landesstelle Graz  
Göstinger Straße 26, 8021 Graz  
Telefon +43 316 505-0

UVD der Außenstelle Klagenfurt  
Waidmannsdorfer Straße 35, 9021 Klagenfurt am Wörthersee  
Telefon +43 463 58 90-0

**Oberösterreich:**

UVD der Landesstelle Linz  
Garnisonstraße 5, 4017 Linz  
Telefon +43 732 23 33-0

**Salzburg, Tirol und Vorarlberg:**

UVD der Landesstelle Salzburg  
Dr.-Franz-Rehrl-Platz 5, 5010 Salzburg  
Telefon +43 662 21 20-0

UVD der Außenstelle Innsbruck  
Ing.-Ettel-Straße 17, 6020 Innsbruck  
Telefon +43 512 520 56-0

UVD der Außenstelle Dornbirn  
Eisengasse 12, 6850 Dornbirn  
Telefon +43 5572 269 42-0

[www.auva.at](http://www.auva.at)

