

Dokumentation

Zurrgurte (Industriequalität) **DIN EN 12195-2** **- Typ ZGK ..., ZGR ... -**



1. Inhalt

2. Artikelnummern und technische Daten	1
3. Allgemeines	2
4. Auswahl der geeigneten Zurrmittel	3
5. Grundregeln bei der Ladungssicherung mit Zurrmitteln	4
6. Lagerung, Überprüfung und Instandsetzung von Zurrgurten	5
7. Tabellen	5

2. Artikelnummern und technische Daten

Klemmschloss-Zurrgurte (Industriequalität)

DIN EN 12195-2

Beschreibung: Zurrgurte / Spanngurte aus dehnungsarmen, widerstandsfähigem, scheuerfestem und UV-beständigem Gurtmaterial mit hoher Lebensdauer. Keine Feuchtigkeitsaufnahme in den Gurtfasern, daher keine Froststarre und weitgehende Verrottungsbeständigkeit.

Verwendung: Zum schnellen und einfachen Fixieren, Bündeln, Befestigen, Schräg- und Diagonalverzurren von Ladungen und Gegenständen.

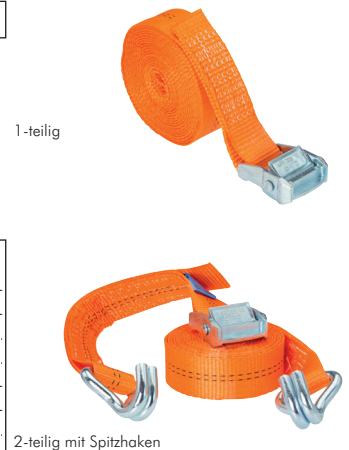
Werkstoffe: Gurtband: stabiles, PU-impregniertes Polyestergewebe (PES), Gurtklemme: Zinkdruckguss (LC 500 daN: Stahl verzinkt), Spitzhaken: Stahl verzinkt

Temperaturbereich: -40°C bis max. +100°C

Bandfarbe: orange

Typ	Typ	Breite	Zugkraft (LC)*
Länge 4 mtr.	Länge 6 mtr.		
1-teilig			
ZGK 250-4	ZGK 250-6	25	250 daN
ZGK 500-4	ZGK 500-6	25	500 daN
ZGK 700-4	ZGK 700-6	35	700 daN
2-teilig mit Spitzhaken			
ZGK 250-4 S	ZGK 250-6 S	25	250 daN
ZGK 500-4 S	ZGK 500-6 S	25	500 daN
ZGK 700-4 S	ZGK 700-6 S	35	700 daN

* in der Umreifung



1-teilig

2-teilig mit Spitzhaken

Ratschen-Zurrgurte (Industriequalität)

DIN EN 12195-2

Beschreibung: Zurrgurte / Spanngurte aus dehnungsarmen, widerstandsfähigem, scheuerfestem und UV-beständigem Gurtmaterial mit hoher Lebensdauer. Keine Feuchtigkeitsaufnahme in den Gurtfasern, daher keine Frostgefahr und weitgehende Verrottungsbeständigkeit.

Verwendung: Zur Ladungssicherung bei Güterbeförderung auf Nutzfahrzeugen. Mit Zurrgurten können Ladungen umreif, in sich zusammengehalten oder niedergezurrt werden.

Werkstoffe: Gurtband: stabiles, PU-impregniertes Polyestergewebe (PES), Ratsche und Spitzhaken: Stahl verzinkt

Temperaturbereich: -40°C bis max. +100°C

Bandfarbe: orange (LC 5000 daN: gelb)

Typ	Typ	Typ	Typ	Breite	Vorspannkraft (STF)	Zugkraft (LC)*
Länge 4 mtr.	Länge 6 mtr.	Länge 8 mtr.	Länge 10 mtr.			
Druckratsche, 1-teilig						
ZGR 1500-4	ZGR 1500-6	ZGR 1500-8	ZGR 1500-10	25	300 daN	1500 daN
ZGR 2000-4	ZGR 2000-6	ZGR 2000-8	ZGR 2000-10	35	480 daN	2000 daN
---	ZGR 5000-6	ZGR 5000-8	ZGR 5000-10	50	600 daN	5000 daN
Druckratsche, 2-teilig mit Spitzhaken						
ZGR 1500-4 S	ZGR 1500-6 S	ZGR 1500-8 S	ZGR 1500-10 S	25	150 daN	1500 daN
ZGR 2000-4 S	ZGR 2000-6 S	ZGR 2000-8 S	ZGR 2000-10 S	35	240 daN	2000 daN
---	---	ZGR 5000-8 S	ZGR 5000-10 S	50	300 daN	5000 daN
Zugratsche mit Langhebel für hohe Vorspannkraft, 1-teilig						
---	ZGRZ 5000-6	ZGRZ 5000-8	ZGRZ 5000-10	50	1000 daN	5000 daN
Zugratsche mit Langhebel für hohe Vorspannkraft, 2-teilig mit Spitzhaken						
---	ZGRZ 5000-6 S	ZGRZ 5000-8 S	ZGRZ 5000-10 S	50	500 daN	5000 daN

* in der Umreifung



Druckratsche, 1-teilig

Druckratsche, 2-teilig mit Spitzhaken

Zugratsche mit Langhebel, 1-teilig

Zugratsche mit Langhebel, 2-teilig mit Spitzhaken

3. Allgemeines

Faktoren die für den Einsatz textiler Zurrmittel von Bedeutung sind:

- Gesetze, Verordnungen, Richtlinien
- Ladung (Abmessungen, Gewicht, Schwerpunktlage)
- Oberfläche der Ladung (Rauheit, Form, Kanten)
- Einsatzbereich (Temperaturen der Ladung und der Umgebung, Chemikalien, aggressive Stoffe)
- Zurrmethode (abhängig von der jeweiligen Lastaufnahme Punkten und der Beschaffenheit der Ladung)

Vorteile textiler Zurrmittel:

- hohe Vorspannkraft bei geringem Eigengewicht
- vielfältige Auswahlmöglichkeiten nach Vorspannkraft, Form und Abmessungen
- geringe Feuchtigkeitsaufnahme (max. 0,4%)
- rutschhemmend durch breite Auflage der Last
- lange Haltbarkeit (verrottungsfrei)
- Eigensteifigkeit
- Schonung des Ladegutes durch gute Anpassung an die Form der Last
- Platz sparend verstaubar
- hohe Abriebfestigkeit
- im trockenen Zustand elektrisch nicht leitend

Sichern und Sicherheit sind Pflicht:

Beim Transportieren treten vielfältige Gefahren für Menschen und Lasten bzw. Transportgüter auf. Diese müssen weitestgehend ausgeschaltet bzw. minimiert werden, denn zu schwer sind die Folgen, wenn Transportgüter durch unsachgemäßes oder unangepasstes Transportieren verrutschen, umkippen oder herunterfallen.

Aus diesem Grund wurden vielfältige Normen, Verwaltungsvorschriften, Verordnungen und Empfehlungen erarbeitet, die für alle Beteiligten verbindlich sind. Wichtige europäische Normen sind z.B.:

- EN 12195-1 „Berechnung von Zurrkräften“
- EN 12195-2 „Zurrgurte aus Chemiefasern“ (Stand 2001)

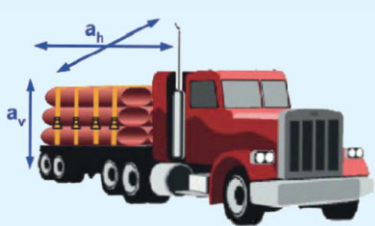
Folgende Normen besitzen den Status deutscher Normen:

- Straßenverkehrsordnung (StVO) und Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) mit den dazugehörigen Verwaltungsvorschriften und der Unfallverhütungsvorschrift (BGV D 29)
- Richtlinien 2700 ff des VDI (Verein deutscher Ingenieure)

Darüber hinaus gilt es in großem Umfang Sicherheitsanforderungen entsprechend der EN 12195-2 zu erfüllen, um auf dem Europäischen Binnenmarkt den freien Warenverkehr zu ermöglichen.

Sicherer Transport von Ladungen (z.B. auf Lastkraftwagen, Anhängern, Schiffen, Bahn) ohne Gefährdung von Personen, des Ladegutes oder anderer Sachwerte muss allen Vorschriften und Regeln entsprechend gewährleistet sein.

Gefährdungen durch Einsatz von ungeeigneten Zurrmitteln oder Zurrmittelkombinationen bzw. ohne ausreichende Ladungssicherung können zum Beispiel sein:

Gefahren für Personen durch ...	Gefahren für Ladungen	Gefahren im Straßenverkehr											
<ul style="list-style-type: none"> - kippende, verrollende oder verrutschende Ladungen beim Abladen (Balanceverlust, Sturz, Verletzungen) - scharfe Kanten an Ladungen oder Spannelementen (Quetschungen, Risse, Schnitte) - herabfallende Ladung oder gelöste Ladungsteile beim Öffnen der Bordwände - Bruch oder Funktionsstörungen des Spannmittels und der dadurch plötzlich fehlenden Handgegenkraft (Balanceverlust, Sturz, Verletzungen) - starken Rückschlag von Hebeln und Handkurbeln der Spannelemente (Hand und Armverletzungen) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ladungsverhalten beim Straßentransport (Beschleunigungsbeiwerte a_h und a_v) 	$G = m \times g$ $g = 9,81 \text{ m/s}^2$		G Gewichtskraft (daN) m Masse (kg) g Erdbeschleunigung									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">a_h horizontale Beiwerte</th> <th rowspan="2">a_v vertikale Beiwerte nach unten (Mindestwerte)</th> </tr> <tr> <th>längs</th> <th>quer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>nach vorn</td> <td>nach hinten</td> <td rowspan="2">in beide seitliche Richtungen</td> </tr> <tr> <td>0,8</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>				a_h horizontale Beiwerte		a_v vertikale Beiwerte nach unten (Mindestwerte)	längs	quer	nach vorn	nach hinten	in beide seitliche Richtungen
a_h horizontale Beiwerte		a_v vertikale Beiwerte nach unten (Mindestwerte)											
längs	quer												
nach vorn	nach hinten	in beide seitliche Richtungen											
0,8	0,5												
	<ul style="list-style-type: none"> - Beschädigungen, Zerstörungen beim: <ol style="list-style-type: none"> 1. Umkippen, Verrollen, Verrutschen oder Herabfallen durch horizontale Beschleunigungen 2. Schwingungen und Stöße durch vertikale Beschleunigungen (Schlaglöcher, Bodenwellen, Begrenzungskanten usw.) - Beschädigungen der Oberflächen durch Reibung: <ol style="list-style-type: none"> 1. mit zu lose sitzenden Zurrgurten 2. mit den Spannelementen 3. mit der Ladefläche 	<ul style="list-style-type: none"> - Loslösen, Verschieben oder Herabfallen von Ladungen oder Ladungsteilen <ol style="list-style-type: none"> 1. nach hinten durch zu schnelles Anfahren, Beschleunigen 2. nach vorn durch zu scharfes Bremsen 3. nach links oder rechts durch zu hohe Geschwindigkeit in einer Rechts- bzw. Linkskurve mit folgenden möglichen Gefahren: - Umkippen des Fahrzeuges bei Ausweichmanövern, Kurvenfahrten - Berührung der Ladung mit Gebäuden, anderen Fahrzeugen, Bauwerken usw. 											

 Zurrgurte dürfen nicht als Anschlagmittel genutzt werden!

Verantwortlich für die Einhaltung aller Vorschriften für die Be- und Entladung von Fahrzeugen, den sicheren Transport, die Eignung und Verkehrssicherheit des Fahrzeuges sind Betriebsinhaber, Fahrzeughalter, Fuhrparkleiter, Verladeteam und Fahrzeugführer.

4. Auswahl der geeigneten Zurrmittel

4.1 Allgemeines

Zurrmittel dürfen keinesfalls überlastet werden. Sie sind für den jeweiligen Einsatz geeignet, wenn sie den hier zutreffenden Sicherheitsanforderungen entsprechen und damit alle Gefährdungen unter normalen Verkehrsbedingungen ausschließen. Daraus folgt, dass die Zurrmittel für jede Anwendung nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt werden müssen:

- Art und Eigenschaften des Transportmittels (LKW, Anhänger, Schiff, Waggon)
- Gewicht, Material, Größe, Form der Ladung
- Oberflächenbeschaffenheit der Ladung (Rauheit, Kanten, Reibbeiwert)
- Lage des Schwerpunktes der Ladung (Standfestigkeit der Ladung)
- Oberfläche der Ladefläche (Reibbeiwert)
- Vorgesehene Zurrmethode (Niederzurren, Diagonalzurren, Schrägzurren, Zurren mit oder ohne Zurrpunkten an der Ladung)
- Transportumgebung (Temperaturen, aggressive Stoffe)

Bei der Auswahl müssen also für die jeweiligen Zurrmittel festgelegt oder berechnet werden:

- Aufbau der Zurrgurte (einteilig, zweiteilig, Spannelement)
- zulässige Zurrkraft LC
- erforderliche Vorspannkraft Fv
- Länge (gesamt l_G , Festende (FE) l_{GF} , Losende (LE) l_{GL})
- Anzahl der Zurrgurte
- gewünschter Gleitreibbeiwert μ
- Einsatz von Sicherungshilfen, wie Antirutschmatten, Ladegestelle, Keile, Blöcke usw. zur formschlüssigen Ladungssicherung
- benötigte Schutzrüstungen, (Abriebschutz, Schutzschläuche, Kantenschutzplatten, -winkel)

Physikalische und mathematische Grundlagen für die Berechnungen:

- Ursachen für die Gefährdungen der Ladungen (Verrutschen, Verrollen, Kippen, Herunterfallen) sind vor allem die Trägheitskräfte, die als Folge von Fahrzeugbewegungen beim Transport auf die Ladungen einwirken und selbstverständlich die Gewichtskraft.
- Ladungssicherungen sind also alle Maßnahmen, die den unerwünschten Wirkungen der Trägheitskraft und der Gewichtskraft entgegenwirken.

Maßnahmen zur Ladungssicherung:

- Erhöhung der Gleitreibung zwischen den Kontaktflächen von Ladung und Ladefläche

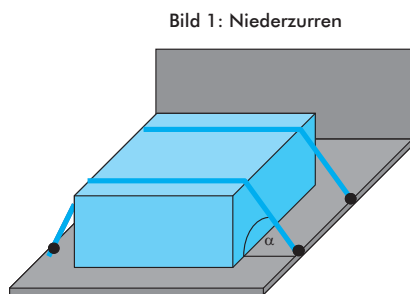
Gleitreibbeiwerte ausgewählter Materialpaarungen:

Reibbeiwert μ	trocken	nass	ölilig
Holz auf Holz	0,20-0,50	0,20-0,25	0,05-0,15
Metall auf Metall	0,10-0,25	0,10-0,20	0,01-0,10
Metall auf Holz	0,20-0,50	0,20-0,25	0,02-0,10
Holz auf Beton	0,20-0,50	0,30-0,50	0,10-0,20
Anti-Rutsch-Matte	0,60	0,60	

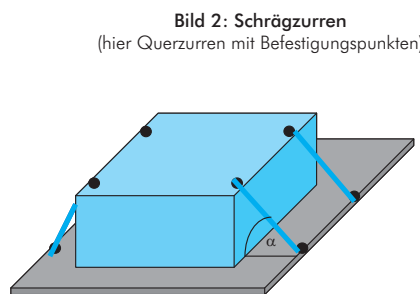
Hinweise:

1. Angestrebt wird ein möglichst hoher Gleitreibbeiwert zur Verminderung der Gefahr des Verrutschens.
 2. Anti-Rutsch-Matten erhöhen den Gleitreibbeiwert enorm und reduzieren dadurch die Anzahl der benötigten Zurrgurte bedeutend (siehe Berechnungsbeispiel).
- **Erhöhung der Standfestigkeit und der Stabilität der Ladung**
Verlagerung des Schwerpunktes nach unten (wenn möglich)
 - **Erhöhung der Anzahl der eingesetzten Zurrmittel**
einsetzbar beim Niederzurren zur Erhöhung der Gleitreibung zwischen Ladung und Ladefläche
 - **Einsatz von Zurrgurten mit erhöhten Vorspannkraften**
Zurrkräfte, die durch Vorspannen mit Spannvorrichtungen (Zurrgurte mit Spannvorrichtungen und Vorspannmessgerät) auf Zurrmittel einwirken und damit die Anpresskraft und die Gleitreibung zwischen Ladung und Ladefläche erhöhen
- **Wahl der geeigneten Methode der Ladungssicherung:**
 1. **Verankern, Verriegeln**
bei Containern
 2. **Blockierung ohne Zurrung**
bei stabilen Ladungen durch formschlüssige Ladungssicherung
 3. **Niederzurren**
leichte bis mittelschwere Ladungen werden mit mindestens zwei Zurrgurten, die über die Oberseite der stabilen Ladung verlaufen, mit je einer oder zwei Spannvorrichtungen mit Vorspannkraften vorgespannt (Bild 1)
 4. **Diagonal-/Schrägzurren**
zwei Paar Zurrmittel befestigen die meist schwere Ladung direkt am Fahrzeug und sichern deren Position in alle Richtungen gleichmäßig (Bilder 2 und 3)
 5. **Wahl der optimalen Zurrwinkel**
Niederzurren:
 $70^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ (α ...Vertikalwinkel)
Schräg-/ Diagonalzurren:
 $20^\circ \leq \alpha \leq 65^\circ$ (α ...Vertikalwinkel)
 $6^\circ \leq \beta \leq 55^\circ$ (β ...Horizontalwinkel)

Darstellung der Zurrmethoden (kraftschlüssige Ladungssicherungen):



große Vorspannkraften



Zurrmittel nur gleichmäßig vorspannen - geringere Vorspannkraften

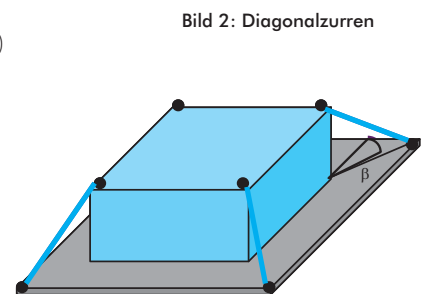


Bild 2: Diagonalzurren

Kennzeichnung von Zurrgurten:

- Jede komplette Zurrgurteinheit oder -untereinheit muss mit einem dauerhaft haltbaren Etikett des Herstellers mit allen notwendigen Benutzerinformationen gut lesbar und unlöslich wie folgt versehen sein: (siehe EN 12195-2, Punkte 8 und 9):

Farbcodiertes Etikett für Zurrgurte (allgemein): blau für Polyester

Abschnitt A					Abschnitt B									
Norm EN 12195-2	Herstellungsjahr	Rückverfolgbarkeitscode des Herstellers	Hersteller	Gurtbandwerkstoff	Zurirkraft LC in daN	Norm EN 12195-2	Herstellungsjahr	Rückverfolgbarkeitscode des Herstellers	Name des Herstellers oder Lieferanten eingetragenes Warenzeichen oder ein anderes eindeutiges Warenzeichen	„Darf nicht zum Heben verwendet werden“	Länge (LG, LGF oder LGL, wie zutreffend)	Gurtbandwerkstoff	Handkraft/ Vorspannkraft SHF in daN / STF in daN	Zurirkraft LC in daN

- Einteilige Zurrgurte werden einfach etikettiert, während bei zweiteiligen Zurrgurten Fest- und Losende jeweils mit einem Etikett zu versehen sind.

4.2 Berechnungsverfahren beim Einsatz von Zurrmitteln

Die Berechnungen bzw. Messungen der wirkenden Kräfte und der dadurch notwendigen Zurrmittel und Gegenkräfte sind an die jeweilige Anwendung und besonderen Bedingungen gebunden, zum Beispiel:

- Fahrzeugart (LKW, Anhänger, Zug, Schiff)
- Zurrmethode, Zurrwinkel (α , β), Reibbeiwert
- Schwerpunktslage, Längenverhältnisse (vertikal, horizontal) der Ladungen
- Stabilitätsfaktor (für Straßentransport $S = 1,2$)
- Beschleunigungsbeiwerte
- Blockierungen in Kombination mit Zurrmethoden

Die Berechnungen können somit sehr unterschiedlich und umfangreich werden. Informieren Sie sich deshalb bitte auch in der entsprechenden VDI bzw. EN 12195-1.

i Hinweis: Als Service für Sie befinden sich im Punkt 7 Tabellen, die es Ihnen ermöglichen, Lösungen zu vorliegenden Sachverhalten sofort ohne Berechnungen abzulesen (Anzahl von Zurrgurten, benötigte Vorspannkraft).

Vereinfachte Berechnungsbeispiele: (Niederzurren mit $\alpha = 90^\circ$ für den Straßentransport)

Eine Maschine (Stahl) mit einer Masse von 3500 kg soll mit einem LKW (Ladefläche aus Holz) transportiert werden. Die Ladungssicherung soll mit Zurrgurten (STF 500 daN) erfolgen.

Frage 1: Welche Vorspannkräfte müssen ohne und mit Anti-Rutsch-Matte aufgebracht werden?

Gegeben: Masse $m = 3500$ kg; Reibbeiwert $\mu = 0,3$; Beschleunigungsbeiwert $a = 0,8$

Gewichtskraft: $G = m \times g$; $G = 3500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$; $G = 34335 \text{ N} = 3433,5 \text{ daN}$ (1 daN = 10 N)

Vorspannkraft: **ohne Anti-Rutsch-Matte**

$$F_v = G \times (\alpha - \mu) / \mu$$

$$F_v = 3433,5 \text{ daN} \times (0,8 - 0,3) / 0,3$$

$$F_v = 5722,5 \text{ daN}$$

mit Anti-Rutsch-Matte

$$F_v = G \times (\alpha - \mu) / \mu$$

$$F_v = 3433,5 \text{ daN} \times (0,8 - 0,6) / 0,6$$

$$F_v = 1144,5 \text{ daN}$$

Frage 2: Wie viele Zurrgurte werden mit und ohne Anti-Rutsch-Matte benötigt?

Anzahl Zurrgurte: **n = 6 Stück**

(Die Berechnung erfolgte nach DIN EN 12195-1)

n = 2 Stück

i Hinweis: Wenn eine optimale Kraftübertragung vom Zurrgurt auf die Ladung gewährleistet ist, kann beim Niederzurren die doppelte Vorspannkraft (STF) je Zurrgurt angenommen werden, da die Kraft auf beiden Seiten der Ladung wirkt.

5. Grundregeln bei der Ladungssicherung mit Zurrmitteln

- Transportfahrzeuge müssen für den Transport der jeweiligen Ladung geeignet sein. Beim Beladen dürfen das zulässige Gesamtgewicht, die zulässigen Achslasten und die maximalen Abmessungen nicht überschritten werden.
- Die ausgewählten Zurrgurte müssen für den jeweiligen Verwendungszweck sowohl stark als auch lang genug sein.
- Zurrgurte aus Polyester sind resistent gegenüber mineralischen Säuren, werden aber von Laugen angegriffen (steigende Temperaturen erhöhen die Wirkungen von Chemikalien). Sie sind für die Verwendung im Temperaturbereich von -40°C bis 100°C geeignet.
- Das Anbringen und Entfernen der Zurrgurte ist vor der Fahrt zu planen. Dabei müssen auch notwendige Teilladungen berücksichtigt werden.
- Die Anzahl der für eine Ladung zu verwendenden Zurrgurte muss exakt berechnet werden. Aus Sicherheitsgründen müssen dabei beim Niederzurren mindestens zwei, beim Diagonal- oder Schrägzurren zwei Paar Zurrgurte verwendet werden.
- Zurrgurte dürfen nicht überlastet werden. Deshalb dürfen beim Vorspannen keine mechanischen Hilfsmittel (Hebel, Stangen usw.) verwendet werden.
- Sinnvoll sind oft auch ausgewogene Kombinationen von kraftschlüssigen Ladungssicherungen (Zurrmittel) mit formschlüssigen Ladungssicherungen (Blöcke, Gestelle, Keile usw.)
- Zum Schutz von empfindlichen Ladungsoberflächen und der Zurrgurte (bei scharfen Kanten) können Abriebschutz, Schutzschläuche, Kantenschutzplatten und Kantenschutzwinkel eingesetzt werden. Weiterhin muss dabei beachtet werden, dass Zurrgurte nur mit höchstens 50% der angegebenen Zurirkraft LC vorgespannt werden dürfen. Es gilt also für die größte Vorspannkraft bei einem Zurrgurt:

$$F_v \leq 0,5 \times LC$$
 Damit wird eine Überlastung der Gurte durch während der Fahrt auftretende dynamische Kräfte verhindert.
- Zum Niederzurren dürfen nur dafür zugelassene Gurte (gekennzeichnet mit STF auf dem Etikett) verwendet werden.
- Zum Verzurren einer Last dürfen nur gleiche Zurrmittel verwendet werden, um Unterschiede im Verhalten und der Längenänderung unter Belastung zwingend auszuschließen.

- Alle Zurrgurte müssen gleichmäßig vorgespannt werden. Die Vorspannkkräfte müssen dann schon nach einer kürzeren Fahrstrecke kontrolliert werden, da sie sich durch Längenänderungen infolge normaler Dehnung der Gurte oder durch Umwelteinflüsse verändern können.
- Schutzschläuche ermöglichen zusätzlich beim Niederzurren höhere Vorspannkkräfte, da die Gurte in den Schläuchen gleiten können.
- Zurrgurte dürfen nicht verknötet, verdreht oder verlängert werden, da sie sonst an Festigkeit verlieren.
- Vor Beginn des Abladens müssen alle Verzurrungen vorsichtig so weit gelöst werden, dass die Ladung frei steht, nicht aber herunter fallen kann.

6. Lagerung, Überprüfung und Instandsetzung von Zurrgurten

- Zurrgurte müssen mindestens einmal im Jahr von einer sach- und fachkundigen Person nachweisbar (Prüfprotokoll) geprüft werden.
- Empfohlen wird außerdem eine regelmäßige Sichtprüfung vor und nach jeder Benutzung.
- Zurrmittel müssen außer Betrieb genommen werden, falls sie Anzeichen von Schäden zeigen. Solche Schäden können sein:
bei Gurtbändern:
 1. Risse, Schnitte, Einkerbungen und Brüche in lasttragenden Fasern und Nähten (unbrauchbar bei mehr als 10% des Querschnittes)
 2. Verformungen, Verhärtungen, Verschmelzungen und Aufweichungen durch Wärmeeinwirkungen (Reibung, Strahlung) oder chemische Einflüsse
 3. zufälliger Kontakt mit Chemikalien (Hersteller oder Lieferanten befragen)
 4. fehlende oder unleserliche Etiketten
 bei Endbeschlagteilen und Spannelementen:
 1. Risse, Kerben
 2. Verformungen, Versprödungen
 3. starker Verschleiß oder Korrosion

⚠ Instandsetzungsarbeiten dürfen nur an Gurten mit leserlichem Etikett und nur vom Hersteller oder durch eine von ihm beauftragte Person durchgeführt werden.

- Nach Kontakt mit mineralischen Säuren oder bei starken Verschmutzungen sind Gurtbänder mit klarem Wasser zu reinigen.
- Zurrgurte sollen sauber, trocken, gut gelüftet und fern von Wärmequellen und aggressiven Stoffen gelagert werden.

⚠ Beschädigte Zurrmittel müssen umgehend aussortiert und der weiteren Nutzung entzogen werden. Sie dürfen nicht zusammen mit anderen Zurrmitteln gelagert werden.

7. Tabellen

In den folgenden Tabellen kann für eine Ladungssicherung sofort die notwendige Anzahl von Zurrgurten abgelesen werden (Berechnungen nach EN 12195-1).

Berücksichtigt werden dabei:

- Masse m der Ladung
- Gleitreibwert μ (siehe Tabelle Pkt. 4.1)
- Beschleunigungsbeiwerte horizontal (a_H) und vertikal a_V
- Anzahl der wirksamen Vorspannkkräfte (n_V) beim Niederzurren bzw. Anzahl der Rückhaltekräfte (n_R) beim Schräg- oder Diagonalzurren
- Zurrwinkel α beim Niederzurren und Zurrwinkel α (Vertikalwinkel) und β (Horizontalwinkel) beim Schräg- oder Diagonalzurren

**⚠ - Alle Berechnungen gelten für stabile (nicht-kippgefährdete) Ladungen.
- Der günstigste Gleitreibbeiwert von $\mu = 0,6$ wird nur bei Verwendung einer Anti-Rutsch-Matte erreicht.**

Zu empfehlen ist der Einsatz von Anti-Rutschmatten

- Anti-Rutschmatten verringern die Gefahr, die von glatten Ladeflächen bei Vollbremsung, Ausweichmanövern, Kurvenfahrten oder Unebenheiten in der Fahrbahn ausgeht.
- Sie reduzieren die erforderlichen Gesamtvorspannkkräfte beim Niederzurren der Lasten und sorgen zusammen mit den Zurrgurten dafür, dass die Lasten eine geschlossene Einheit mit dem LKW bilden.
- Die gleithemmende Wirkung kommt vor allem solchen Lasten zugute, die keinen hohen Anpressdruck vertragen.
- Durch den Einsatz einer Anti-Rutschmatte kann ein Gleitreibbeiwert von $\mu = 0,6$ erreicht werden. (Durchschnittswert / maximal erreichbar: $\mu = 0,8$).

Die Verwendung von Anti-Rutschmatten zur Ladungssicherung ist besonders für folgende Transporte zu empfehlen:

- Spanplatten: Auf Grund der glatten Oberfläche der Spanplatten, sind Anti-Rutschmatten optimal zur Erhöhung der Reibungskraft zwischen Paletten und Paketen geeignet.
- Blechpakete: Als Ersatz für die mögliche formschlüssige Ladungssicherung, die meist den Umschlag beeinträchtigt, können Matten, Mattenstreifen oder stücke zwischen jede Lage platziert werden.
- Betonplatten, -treppen, Maschinen-Bauteile: Anti-Rutschmatten zwischen jede Lage von Platten, Treppen oder unter Maschinen-Bauteilen erhöhen deren Gesamtaufbau nur unwesentlich.
- Container: Obwohl Container in der Regel nur formschlüssig gesichert werden, ist eine Sicherung der Ladung in den Containern oft unerlässlich. Anti-Rutschmatten sind dabei außerordentlich wirkungsvoll.
- Beton- und Metallrohre: Beim Transport der Rohre im Sattel, sichern Anti-Rutschmatten unter den Querträgern und zwischen den Rohren die Ladung zuverlässig.
- Papier-, Rad- und Restcoils: Bei stirnseitig verladenen Rollen müssen mindestens zwei Streifen Anti-Rutschmaterial oder eine ausreichende Anzahl von Pads in Fahrtrichtung untergelegt werden. Bei Verladung der Rollen mit quer liegender Achse muss Anti-Rutschmaterial in Form von Matten oder Streifen unter und zwischen den Lagen das Verrutschen verhindern.

Anzahl der notwendigen Zurrgurte beim Niederzurren:

Bedingung: Für die Berechnungen gilt $n_V = 2$

Das bedeutet, dass an beiden Seiten eines jeden eingesetzten Zurrgurtes die volle Vorspannung STF wirken muss.

Dies wird gewährleistet durch:

1. ein Spannelement an beiden Seiten des Gurtes oder
2. Kantenschutz bzw. Kantenschläuche, die ein ungehindertes Gleiten der Gurte ermöglichen

Anzahl der Zurrgurte bei Lasten von 1t bis 5t:

Masse der Ladung m		1 t					2 t					4 t					5 t				
Vorspannkraft F_v	Reibbeiwert μ	Zurrwinkel α																			
		30°	45°	60°	75°	90°	30°	45°	60°	75°	90°	30°	45°	60°	75°	90°	30°	45°	60°	75°	90°
	0,2	13	9	8	8	7	26	18	15	13	13	50	36	29	26	26	63	45	37	33	32
250daN	0,4	5	4	3	3	3	10	7	6	5	5	19	14	11	10	10	24	17	14	13	12
	0,6	3	2	2	2	2	5	3	3	3	3	9	6	5	5	5	11	8	6	6	6
	0,2	11	7	6	6	5	21	15	13	11	11	42	30	25	22	20	53	38	31	28	27
300 daN	0,4	4	3	2	2	2	8	6	5	5	4	16	12	10	8	8	20	14	12	11	10
	0,6	2	2	2	2	2	4	3	2	2	2	7	5	4	4	3	9	7	5	5	5
	0,2	7	5	4	4	4	14	10	9	8	7	28	20	16	15	13	35	25	21	19	18
450 daN	0,4	3	2	2	2	2	6	4	4	3	3	11	8	6	6	5	14	10	8	7	7
	0,6	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	5	4	3	3	2	6	5	4	3	3
	0,2	7	5	4	4	3	13	9	8	7	7	26	18	15	13	12	32	23	19	17	16
500 daN	0,4	3	2	2	2	2	5	4	3	3	3	10	7	6	5	4	12	9	7	7	6
	0,6	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	6	4	3	3	2	6	4	3	3	3

Anzahl der Zurrgurte bei Lasten von 8t bis 15t:

Masse der Ladung m		8 t					10 t					12 t					15 t				
Vorspannkraft F_v	Reibbeiwert μ	Zurrwinkel α																			
		30°	45°	60°	75°	90°	30°	45°	60°	75°	90°	30°	45°	60°	75°	90°	30°	45°	60°	75°	90°
	0,2	101	71	58	52	51	126	89	73	65	63	151	107	87	78	76	189	134	109	98	95
250daN	0,4	38	27	22	20	19	48	34	28	25	24	57	40	33	30	29	71	50	41	17	36
	0,6	17	12	10	9	9	21	15	13	11	11	26	18	15	13	13	32	23	19	82	79
	0,2	84	60	49	42	42	105	74	61	55	53	126	89	73	65	63	157	111	91	31	30
300 daN	0,4	32	23	19	16	16	40	28	23	21	20	48	34	28	25	24	59	42	34	14	14
	0,6	14	10	9	7	7	18	13	11	9	9	21	15	13	11	11	27	19	16	55	53
	0,2	56	40	33	29	28	70	50	41	37	35	84	60	49	44	42	105	74	61	55	53
450 daN	0,4	21	15	13	11	11	27	19	16	14	14	32	23	19	17	16	40	28	23	21	20
	0,6	10	7	6	5	5	12	9	7	6	6	14	10	9	8	7	18	13	11	9	9
	0,2	51	36	29	26	26	63	45	37	33	32	75	66	44	39	38	95	74	55	49	48
500 daN	0,4	19	14	11	10	10	24	17	14	13	12	29	25	17	15	15	36	25	21	19	18
	0,6	9	6	5	5	5	11	8	6	6	6	13	11	8	7	7	16	12	10	9	8

i Hinweis: Die benötigte Anzahl an Zurrgurten für Ladungsgewichte, die nicht in der Tabelle vorhanden sind lassen sich sehr einfach durch das Addieren der Anzahlen entsprechender Tonnagen ermitteln, z.B:

Anzahl für 8t = 2x Anzahl für 4t

Anzahl für 13t = Anzahl für 10t + Anzahl für 3t

Erkenntnisse: - die Anzahl der Zurrgurte ändert sich bei Zurrwinkeln von 75° bis 90° nur geringfügig
 - Zurrwinkel unter 30° sind unökonomisch und deshalb zu vermeiden