

## Transport von Betonfertigteilen



05/2017

**Handlungsempfehlungen  
und Produktvorschläge  
für Ihre Transportaufgabe**

### **PFEIFER**

#### **Deutschland**

DE-87700 MEMMINGEN

TELEFON +49 (0) 83 31-937-112

#### **Österreich**

AT-4481 ASTEN

TELEFON +43 (0) 72 24-6 62 24-0

#### **Schweiz**

CH-8934 KNONAU

TELEFON +41 (0) 44-7 68 55-55

#### **Luxemburg / Frankreich**

LU-3844 SCHIFFLANGE

TELEFON +352-57 42 42

+33-676 54 42 68

INTERNET [www.pfeifer.info](http://www.pfeifer.info)

## Ratgeber über das Verladen und den Transport von Betonfertigteilen

**Er soll die richtigen Informationen liefern, sensibilisieren und in der Praxis unterstützen.**

Gegebenheiten aus dem Markt, Unklarheiten bei vielen unserer Kunden und unser eigenes Interesse war der Grund, weshalb wir diese branchenspezifische Broschüre erstellt haben.

Eine zunehmende Zahl von Kontrollen im Güterverkehr, verschiedenste Faktoren wie Bauform, Gewicht und Abmaße stellt die Hersteller und Transportunternehmen immer wieder vor neue Herausforderungen.

Diese Aspekte sind weitere Punkte, welche für diese Broschüre sprechen.

Diese Handlungsempfehlung gibt einleitend einen allgemeinen Überblick zum Thema Ladungssicherung. Im weiteren Verlauf werden verschiedene Produktgruppen aus Beton detailliert betrachtet und mit konkreten Vorschlägen zur Sicherung abgebildet. Dabei steht die „Praxis“ der Verladung und dem Transport von Betonfertigteile im Vordergrund.



**WARNUNG:** Dieses Dokument gibt einen Überblick über die Verladung und den Transport von Betonfertigteilen und deren Sicherungsmittel. Es beinhaltet keine wichtigen Produktwarnungen und Anweisungen. PFEIFER empfiehlt allen Beteiligten am Transport eine eingehende Schulung. Alle Warnungen und Anweisungen, die mit den Produkten geliefert werden, müssen ausführlich gelesen und vor der Benutzung verstanden werden. Werden Produktwarnungen und Anweisungen nicht gelesen oder befolgt, können schwere Verletzungen bis hin zum Tod die Folge sein.

## Wer sind wir?

- PFEIFER bewegt und hebt Lasten, sichert Ladungen und Personen.
- Weltweit, wirtschaftlich, komfortabel und 100 % sicher.
- Jeder Anwendungsfall stellt andere Ansprüche an die Eigenschaften des eingesetzten Produktes. Wir wissen das, verstehen Ihre Anwendung und bieten Ihnen dafür das beste Produkt. Die beste Lösung ist für Sie auch immer die Wirtschaftlichste! **Hierfür stehen wir Ihnen zur Seite!**
- Mit unserer Kompetenz, mit unserem Produktsortiment, mit unseren Fachberatern, mit unserer Leidenschaft.



## Mehr als nur Heben, Bewegen und Sichern

Über unser breites Produktsortiment hinaus bieten wir Ihnen ...

- Sichere und vielseitige Standard- und Speziallösungen
- Reibungslose Materialbewegungen in allen Lastbereichen
- Komplettservices von Beratung über Schulung bis hin zum Mobilem Service

## Inhaltsverzeichnis

Allgemeine rechtliche Grundlagen	4
Anerkannte Regeln der Technik und Richtlinien	4
Warum muss Ladung gesichert werden?	4
Wer trägt die Verantwortung für korrekt ausgelegte Ladungssicherung?	5
Physikalische Grundlagen	7
Welche Kräfte wirken beim Transport?	7
Welche Reibung wirkt bei Betonfertigteilen?	7
Kräfte die beim Transport wirken – Zusammenfassung	8
Transportfahrzeuge	9
Welche Fahrzeuge sind für den Transport geeignet?	9
Arten der Ladungssicherung Allgemein	10
Sicherungsarten	10
Diagonalzurren	10
Niederzurren	11
Hilfsmittel zur Auslegung der Ladungssicherung	12
Anwendung Lastverteilungsplan	12
Anwendung Kopfschlingen	13
PFEIFER-Prüfservice	15
Besonderheiten beim Transport	16
Scharfe Betonkanten	16
Transporteinrichtungen	17
Anti-Rutsch-Matten	17
Berechnung Flächenpressung	18
Grundregeln der Ladungssicherung von Betonbauteilen	19
Verladebeispiele aus der Praxis	21
Wandelemente	22
Schachtringe	24
Decken-Binder	26
Paketierte Betonwaren	28
Deckenelemente	30
Treppenelemente	32
Kundenspezifische Sonderlösung Tübbing	34
Prüfung und Ablegereife	36
Zurrgurte	36
Zurrketten	37
Was kann PFEIFER Ihnen bieten?	38
Das „Wohlfühlpaket“ für Sie	38
Fachseminar Ladungssicherung	39

# Allgemeine rechtliche Grundlagen

## Anerkannte Regeln der Technik und Richtlinien

### Allgemein zur Ladungssicherung

#### Europäische Normen

DIN EN 12195-1	Berechnung von Sicherungskräften (2011-06)
DIN EN 12195-2	Zurrgurte aus Chemiefasern (2001-02)
DIN EN 12195-3	Zurrketten (2001-07)
DIN EN 12640	Zurpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung (2001-01)

#### VDI Richtlinien

VDI 2700	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen (2004-11)
VDI 2700 Blatt 2	Berechnung von Sicherungskräften (2014-07)
VDI 2700 Blatt 3.1	Gebrauchsanleitung für Zurrmittel (2006-10)
VDI 2700 Blatt 3.2	Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung (2006-09)
VDI 2700 Blatt 4	Lastverteilung (2012-03)
VDI 2700 Blatt 6	Zusammenladung von Stückgütern (2006-10)
VDI 2700 Blatt 15	Rutschhemmende Materialien (2009-05)
VDI 3968 Blatt 1	Sicherung von Ladeeinheiten – Anforderungsprofil (2013-04)

### Speziell zum Thema Betonfertigteile

#### VDI (Verein Deutscher Ingenieure) Richtlinien

VDI 2700 Blatt 10.1	2016-11 Ladungssicherung von Betonfertigteilen – Flächige Betonbauteile
---------------------	---

#### Syspro- Gruppe Betonbauteile e.V. & DEKRA Automobil GmbH

Ladeempfehlungen für Decken- und Wandelemente aus Beton

#### Verband Beton- und Fertigteilindustrie Nord e.V. & INTAKT Transportberater e.K.

Empfehlung zur Ladungssicherung von Betonprodukten auf Straßenfahrzeugen

#### FDB (Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilmaker e.V.)

Merkblatt Nr. 9	Ladungssicherung von konstruktiven Betonfertigteilen (09/2010)
-----------------	--

## Warum muss Ladung gesichert werden?



### §22 der StVO (Straßenverkehrsordnung) – Ladung (Auszug):

(1) Die Ladung einschließlich Geräte zur Ladungssicherung sowie Ladeeinrichtungen sind so zu verstauen und zu sichern, dass sie selbst bei Vollbremsung oder plötzlicher Ausweichbewegung **nicht verrutschen**, umfallen, hin- und herrollen, herabfallen oder vermeidbaren Lärm erzeugen können. Dabei sind die **anerkannten Regeln der Technik** zu beachten.

**Primär ist das Leben und die Gesundheit des Fahrers und unbeteiligter Personen, erst in zweiter Linie die Ladung zu schützen!**



# Wer trägt die Verantwortung für korrekt ausgelegte Ladungssicherung?

**Ladungssicherung ist Aufgabe aller am Transport Beteiligten!**



**Ladungssicherung im innerbetrieblichen Transport zählt ebenfalls dazu.** Grundlage dafür ist die DGUV Vorschrift 70 (ehem. BGV D 29 Fahrzeuge)

## Absender

**Verantwortlichkeiten nach § 412 HGB – Verladen und Entladen:**

(1) Soweit sich aus den Umständen oder der Verkehrssitte nicht etwas anderes ergibt, hat der Absender das Gut beförderungssicher zu laden, zu stauen und zu **befestigen** (verladen) sowie zu entladen.

**! TIPP:** Der Absender sollte detaillierte Verladeanweisungen für komplexe Betonbauteile erstellen, damit bei der Verladung keine Unklarheiten entstehen.

**Beförderungssichere Verladung nach § 412 HGB – Verladen und Entladen:**

Der **Absender** hat für die **beförderungssichere Verladung** zu sorgen. Hierunter fällt auch die Befestigung des Gutes mittels geeigneter Hilfsmittel auf der Ladefläche = Ladungssicherung

## Verlader

**Verantwortlichkeiten nach § 22 StVO – Ladung:**

Derjenige der eigenverantwortlich Fahrzeuge belädt oder ablehnt ist Leiter der Ladearbeiten. Gabelstaplerfahrer oder Lagerarbeiter müssen aber ausdrücklich die Verladeverantwortung hierfür übertragen bekommen

**! TIPP:** Vor dem eigentlichen Ladevorgang ist das zu ladende Fahrzeug auf augenscheinliche Mängel zu überprüfen, wenn es für die Beladung nicht geeignet oder die nicht passende Ausrüstung dabei hat **MUSS** es abgelehnt werden.

**! TIPP:** Der Verlader muss eine Art Abfahrtskontrolle durchführen, ob die Ladungssicherung des Fahrers ausreichend ist.

**! TIPP:** Eine Dokumentation mit Bilder und einem Ladungssicherungsprotokoll ist zu empfehlen.

## Frachtführer/Fahrzeugführer

**Verantwortlichkeiten nach § 412 HGB – Verladen und Entladen:**

(1) ... Der Frachtführer hat für die betriebssichere Verladung zu sorgen.

**! TIPP:** Der Fahrer sollte mit dem Verlader sprechen, um über Besonderheiten oder Verladeanweisungen etwas zu erfahren.

**Betriebssichere Verladung nach**

**§ 31 StVZO – Verantwortung für den Betrieb der Fahrzeuge:**

Der **Frachtführer** hat für die **betriebssichere Verladung** zu sorgen. Er muss darauf achten, dass das beladene Fahrzeug allen Anforderungen des Straßenverkehrs jederzeit genügt.

**! TIPP:** Die Verantwortung für die Betriebssicherheit hat in erster Linie der Halter (geeignetes Fahrzeug, Ausrüstung des Fahrzeugs, Lastverteilung, technischer Zustand).

**Sonstige Pflichten des Fahrzeugführers nach**

**§ 23 StVO – Sonstige Pflichten von Fahrzeugführenden:**

(1) Der Fahrzeugführer ist dafür verantwortlich, dass seine Sicht und das Gehör nicht durch (...) die Ladung, (...) beeinträchtigt wird. Er hat dafür zu sorgen, dass das Fahrzeug sowie (...) die Ladung (...) vorschriftsmäßig sind und dass die Verkehrssicherheit des Fahrzeuges durch die Ladung (...) nicht leidet.

## Fahrzeughalter

**Pflichten nach § 30 StVZO – Beschaffenheit der Fahrzeuge und § 31 StVZO – Verantwortung für den Betrieb der Fahrzeuge:**

- Geeignetes Fahrzeug muss für den Transport zum Einsatz kommen
- Einsatz von geeignetem Fachpersonal
- Stichprobenartige Überprüfung des Fahrpersonals auf Einhaltung der Verlade- und Betriebsanweisungen
- Hilfsmittel zur Ladungssicherung müssen auf dem Fahrzeug in ausreichender Menge vorhanden sein

**! TIPP:** Regelmäßige Kontrollen der Fahrzeuge und der Hilfsmittel zur Ladungssicherung müssen durchgeführt werden. Die Kontrollen sollten dokumentiert werden.

# Wer trägt die Verantwortung für korrekt ausgelegte Ladungssicherung?

## Planer

Das Thema Ladungssicherung fängt schon bei der Planung der Betonbauteile an. Der Planer hat nach DIN EN 1992-1 (Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken) folgende Aufgaben zu berücksichtigen:

- Ausschalen
- Lagerung
- Transport zur Baustelle
- Aufstellung (Heben)
- Einbau (Zusammenbau)

Das bedeutet, er hat ebenfalls eine sehr wichtige Rolle, wenn es um das Thema Ladungssicherung geht. Je intensiver man sich in dieser Phase mit dem Thema beschäftigt, umso weniger Probleme gibt es dann beim Transport der Betonbauteile.

### VDI 2700 Blatt 10.1 – Ladungssicherung von Betonfertigteilen – Flächige Betonbauteile (Auszug):

Die korrekte Bemessung, Kombination und Umsetzung von Maßnahmen zur Ladungssicherung ist für jeden spezifischen Einzelfall von den dafür Verantwortlichen vorzunehmen.

**Egal ob Verlager, Fahrer oder Fahrzeughalter es drohen bei „NICHT-Einhaltung“ empfindliche Strafen.**



## Rechtliche Folgen


BGB § 823 Schadensersatz  
BGB § 254 Mitwirkendes Verschulden

### ... bei einem Verkehrsunfall mit Sachschaden

- Ordnungswidrigkeit – Bußgeld und Punkte
- ... bei einem Verkehrsunfall mit Personenschaden
- Strananzeige mit Geld- oder sogar Freiheitsstrafe

### ... bei einer Verkehrskontrolle

- Ordnungswidrigkeit – Untersagung der Weiterfahrt oder Nachsichern
- Bußgeld und Punkte

 **ACHTUNG:** Die Bußgelder oder Punkte werden nicht von der Firma übernommen, diese müssen aus der eigenen Tasche bezahlt werden bzw. Punkte kommen aufs private Konto in Flensburg.

## Bußgeldkatalog 2017 – Ladungssicherung

Tatbestand	Bußgeld EUR	Punkte
Ladung höher als zulässig	20,-	0
Ladung breiter als zulässig	20,-	0
Ladung ohne vorgeschriebene Sicherungsmitteln befördert	25,-	0
Ladung nicht verkehrssicher verstaut	35,-	0
Ladung nicht verkehrssicher verstaut – andere Verkehrsteilnehmer wurden gefährdet	60,-	1
Ladung nicht verkehrssicher verstaut – es kam zum Unfall	75,-	1
Auf der Autobahn/Kraftfahrstraße mit einer Ladung über 4,20 m Höhe gefahren	70,-	1
Nicht vorschriftsmäßige Ladung – die Verkehrssicherheit litt erheblich	80,-	1
Nicht vorschriftsmäßige Ladung – die Verkehrssicherheit litt erheblich und es kam zum Unfall	120,-	1
Sie ließen die Inbetriebnahme eines Kfz zu, dessen Ladung die Verkehrssicherheit erheblich beeinträchtigte	135,-	1
Sie ließen die Inbetriebnahme eines Kfz zu, dessen Ladung die Verkehrssicherheit erheblich beeinträchtigte – andere Verkehrsteilnehmer wurden gefährdet	165,-	1
Sie ließen die Inbetriebnahme eines Kfz zu, dessen Ladung die Verkehrssicherheit erheblich beeinträchtigte – es kam zum Unfall	200,-	1

## Welche Kräfte wirken beim Transport?

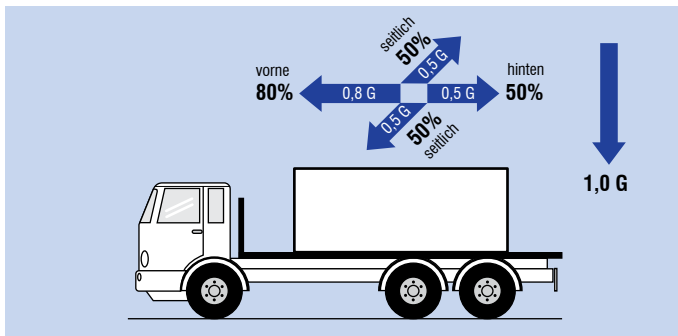
Bei jeder Geschwindigkeits- und Richtungsänderung eines Fahrzeugs treten Kräfte auf, die die **Ladung** zum **Verrutschen**, **Verrollen**, **Umfallen** oder **Herabfallen** bringen können.

In der Ladungssicherung wird immer von daN gesprochen wenn es um Kräfte geht. 10 daN entsprechen ungefähr 10 kg.

### Trägheitskräfte

Die Trägheitskraft drückt je nach Fahrsituation die Ladung nach vorn, hinten oder zur Seite. Zur Verdeutlichung ein Beispiel:

Beim Bremsvorgang wirken beim Ladungsgewicht von 10t nur 80%, also 8t, nach vorne.



### Reibungskraft

Die Reibkraft, auch „natürliche Ladungssicherung“ genannt, wirkt zwischen Ladung und Ladefläche entgegen der Trägheitskraft. Im weiteren Verlauf der Broschüre wird der Gleitreibbeiwert  $\mu$  immer wieder vorkommen. Der Gleitreibbeiwert ergibt sich aus der jeweiligen Materialpaarung. Wenn eine Antirutschmatte zum Einsatz kommt, gilt ein Gleitreibwert von  $\mu$  0,6. Dieser Wert bedeutet, dass die Anti-Rutsch-Matte schon 60 % der Ladungssicherung übernimmt.

Die wirksame Reibungskraft wird allein durch die Struktur und Zustand der sich berührenden Materialien beeinflusst. Sie ist unabhängig vom Gewicht der Ladung und/oder von der Größe der Auflagefläche.

## Welche Reibung wirkt bei Betonfertigteilen?

Speziell beim Transport von Bauteilen haben sich folgende Gleitreibbeiwerte nach VDI Richtlinie 2700 Blatt 10.1 ergeben

- VDI 2700 Blatt 10.1
  - trockener und nasser Zustand
  - bei unterschiedlichen Reibwerten ist immer der geringste Gleitreibbeiwert Basis für die Berechnung

Reibpaarung (Kontaktflächen)	Gleit-Reibbeiwert $\mu$
Deckenfertigteil (Beton) auf Stahlarmierung ohne Zwischenlage	0,60
Deckenfertigteil/Wandfertigteil (Beton) auf Holz, gebraucht oder sägerau	0,50
Deckenfertigteil/Wandfertigteil (Beton) auf Holz, fabrikneu	0,40
Wandfertigteil (Beton) auf Wandfertigteil (Beton)	0,55
Stahlrahmen auf Holzladefläche	0,40
Holzbalken auf Holzladefläche	0,50

- DEKRA und TÜV haben folgende Werte ermittelt

Ladeboden: Holzladefläche	Gleit-Reibbeiwert $\mu$
Stützen, Binder	0,45
Treppen	0,40
Betonwaren auf Holzpalette	0,45
Betonwaren nicht Palettiert	0,45

### Sicherungskraft

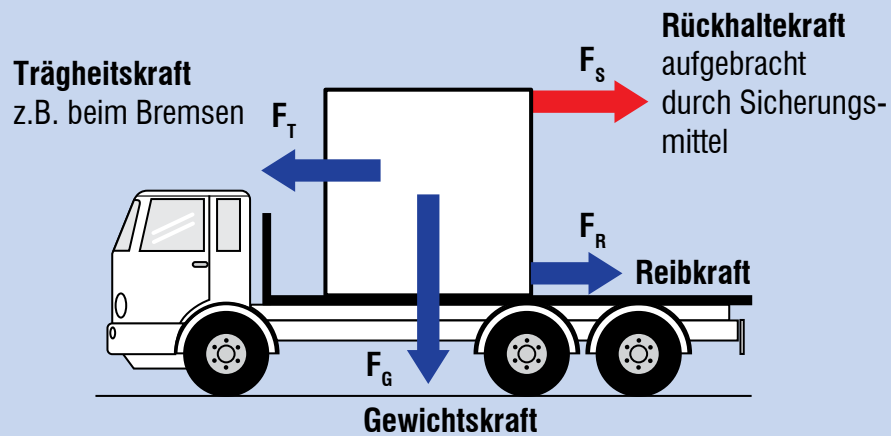
Zusätzlich zur Reibungskraft ist die Sicherungskraft notwendig, um die Ladung zu fixieren. Denn bei jeder Fahrsituation muss die Ladung ihre Position auf der Ladefläche beibehalten.

Beispiel zur Sicherungskraft:

- Wanelement aus Beton wiegt 10t
- Trägheitskraft beim Bremsen 80 %
- Ladefläche aus Holz gebraucht
- Gleitreibbeiwert 0,5  $\mu$

Das Bauteil drückt beim Bremsen mit 80% (8t) nach vorn, die Reibkraft hält mit 50% (5t) dagegen. Die restlichen 30% müssen durch Sicherungsmittel aufgebracht werden. Die Sicherungskraft beträgt bei diesem Beispiel 30% vom Gewicht des Bauteils, also 3 Tonnen.

## Kräfte die beim Transport wirken – Zusammenfassung



Die Rückhaltekraft und Reibkraft müssen zusammen größer sein, als die wirkenden Trägheitskräfte.





## Welche Fahrzeuge sind für den Transport geeignet?



### Rechtliche Rahmenbedingungen

#### Fahrzeugaufbauten, Aufbauteile, Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung nach §22 DGVV Vorschrift 70 – Fahrzeuge:

(1) Fahrzeugaufbauten müssen so beschaffen sein, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Fahrzeuges die Ladung gegen Verrutschen, Verrollen, Umfallen, Herabfallen (...) gesichert ist oder werden kann. Ist eine ausreichende Ladungssicherung durch den Fahrzeugaufbau allein nicht gewährleistet, müssen geeignete Hilfsmittel zur Ladungssicherung vorhanden sein.

#### Be- und Entladen nach §37 DGVV Vorschrift 70 – Fahrzeuge:

(1) Fahrzeuge dürfen nur so beladen werden, dass die zulässigen Werte für

- Gesamtgewicht,
- Achslasten,
- statische Stützlast und Sattellast

nicht überschritten werden. Die Ladungsverteilung hat so zu erfolgen, dass das Fahrverhalten des Fahrzeuges nicht über das unvermeidbare Maß hinaus beeinträchtigt wird.

(4) Die Ladung ist so zu verstauen und bei Bedarf zu sichern, dass bei üblichen Verkehrsbedingungen eine Gefährdung von Personen ausgeschlossen ist.

### Technische Auswahlkriterien für das

### Fahrzeug

- Ladungsgewicht (Nutzlast)
- Ladungsschwerpunkt (Achslasten)
- Ladungsgröße (Länge, Breite, Höhe)
- Zurrpunkte an der Ladung
- Einzelladungen, verschiedene Ladungsteile

### Anforderungen an das Fahrzeug

- Fahrzeugaufbauten müssen nach DIN EN 12642 – Stabilität von Fahrzeugaufbauten – geprüft sein
- Ladeflächenzustand muss vor Beladung besenrein, frei von Reif, Eis, Öl und Fett sein
- Es müssen Zurrpunkte nach DIN EN 12640 – Belastbarkeit von Zurrpunkten – eingesetzt werden, oder Anschlagpunkte mit angepasster LC (Lashing Capacity)
- Zulässige Massen sowie die Lastverteilung sind festgelegt im Lastverteilungsplan nach VDI 2700 Blatt 4. Zur Unterstützung kann der LVP 4.0 der Berufsgenossenschaft verwendet werden.



**ACHTUNG:** Angaben des Fahrzeugherstellers müssen beachtet werden!

# Arten der Ladungssicherung Allgemein

## Sicherungsarten

### Formschlüssige Sicherung

Unter Formschluss wird das Abstützen der Ladung gegen Stirn- und Bordwände bzw. gegen Rungen verstanden. Hier wird die Ladung ohne Ladelücken auf der Ladefläche verteilt. Es kann durch direktes Anlegen der Ladung gegen die Laderaumbegrenzung, durch Einbringen von gesicherten Distanzstücken oder variablen einsetzbaren Steckungen erfolgen. Weitere formschlüssige Methoden sind das **Diagonalzurren, Schrägzurren und Kopfschlingzurren**. Hier wird die Ladung durch Zurrmittel auf der Ladefläche fixiert.

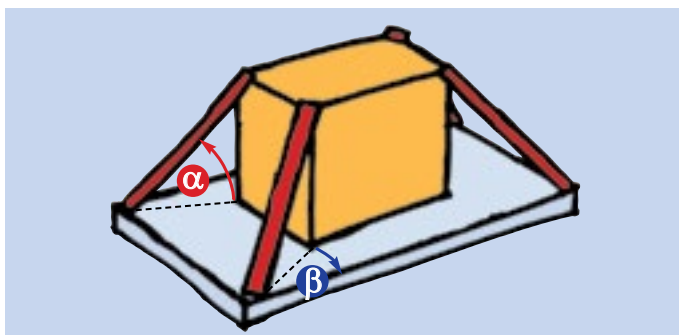
### Diagonalzurren

Das Diagonalzurren ist ein formschlüssiges Sicherungsverfahren. Bei dieser Zurrmethode wird das Ladegut nicht über erhöhte Reibwerte, sondern über entgegengesetzte Abspannung gesichert.

Gegenüber dem Niederzurren kann das Zurrmittel mit geringeren Kräften vorgespannt werden, da erst beim Auftreten von Horizontalkräften an der Ladung – bei Kurvenfahrten und Bremsmanövern – die Sicherungskräfte der Zurrsysteme aktiv werden. Baumaschinen werden meist über das Diagonalzurrverfahren gesichert.

### Diagonalzurrwinkel

- Empfehlung für Zurrwinkel  $\alpha$ : 30° bis 75°
- Empfehlung für Zurrwinkel  $\beta$ : 10° bis 60°



### Kraftschlüssige Sicherung

Das Prinzip dieser Sicherung beruht darauf, dass die Reibkräfte zwischen Ladung und Ladefläche erhöht werden. Ziel ist es, die Reibkräfte so weit zu erhöhen, dass sie größer als die wirkenden Trägheitskräfte werden. Ein kraftschlüssiges Verfahren ist das **Niederzurren**.



### Formel Diagonalzurren (in Fahrtrichtung)

EN 12195-1 (2011-06)

$$LC \geq \frac{(c_x - f_\mu \times \mu \times c_z) m \times g}{2 (\cos \alpha \times \cos \beta_x + f_\mu \times \mu \times \sin \alpha)}$$

LC = benötigte Zugkraft eines Zurrmittels [daN]

m = Masse [kg]

g = Erdbeschleunigung [9,81 m/s<sup>2</sup>]

$\mu$  = Reibbeiwert

c = Beschleunigung

(x in Fahrtrichtung, y quer zur Fahrtrichtung, z vertikal)

$f_\mu$  = Umrechnungsfaktor für die Reibung 0,75

## Niederzurren

Beim Niederzurren wird mit dem Zurrmittel die Ladung überspannt und auf die Ladefläche gepresst. Die mit Ratsche und Zurrgurt/Kette eingeleiteten Vorspannkraften erhöhen die Reibkräfte zwischen Ladefläche und Last soweit, dass bei ordnungsgemäßer Anwendung eine Bewegung des Ladeguts selbstständig nicht mehr möglich ist.



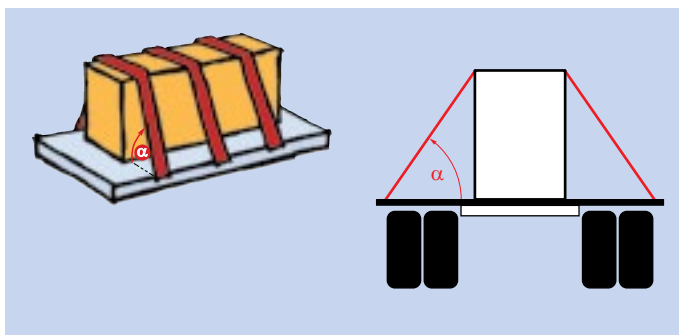
**WICHTIG:** Hier kommt es vor allem auf die erreichte Vorspannkraft im Zurrmittel an.

### Niederzurrwinkel

Auswirkung Zurrwinkel  $\alpha$  auf wirksame Vorspannkraft:

Zurrwinkel $\alpha$	$\sin \alpha$	wirksame Vorspannkraft
90°	1,00	100%
80°	0,98	98%
70°	0,94	94%
60°	0,87	87%
50°	0,77	77%
40°	0,64	64%
30°	0,50	50%
20°	0,34	34%
10°	0,17	17%

Je flacher der Winkel wird, desto kleiner ist die noch wirksame Vorspannkraft.



### Formel Niederzurren

EN 12195-1 (2011-06)

$$n \geq \frac{(c_{x,y} - \mu \times c_z) m \times g \times f_s}{2\mu \times \sin \alpha \times F_T}$$

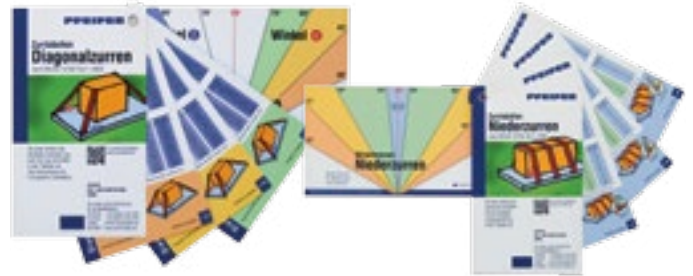
- $n$  = Anzahl der benötigten Zurrmittel
- $F_T$  = Vorspannkraft (ehemals STF) [daN]
- $m$  = Masse der Ladung [kg]
- $\mu$  = Reibbeiwert
- $g$  = Erdbeschleunigung [9,81 m/s<sup>2</sup>]
- $f_s$  = Sicherheitsbeiwert. 1,1 bei seitlicher Ladungssicherung, 1,25 bei Ladungssicherung in Fahrtrichtung
- $\alpha$  = Niederzurrwinkel
- $c$  = Beschleunigung (x in Fahrtrichtung, y quer zur Fahrtrichtung, z vertikal)

## Hilfsmittel zur Auslegung der Ladungssicherung

Die Zurrtafeln sind eine einfache Hilfestellung beim Verladen und Sichern von Betonbauteilen.

Beim **Niederzurren** lesen Sie je nach Bauteilgewicht, Zurrwinkel  $\alpha$  und Materialpaarung die erforderliche Anzahl der Zurrgurte ab. Dabei stehen Ihnen vier verschiedene Ratschentypen zur Verfügung.

Beim **Diagonalzurren** lesen Sie je nach Bauteilgewicht, Zurrwinkel  $\alpha$  und  $\beta$  sowie Materialpaarung die erforderliche Zurrkraft je Zurrmittel ab. Es müssen immer vier Zurrgurte oder Zurrketten eingesetzt werden.



## Anwendung Lastverteilungsplan

### Berechnung Gesamtschwerpunkt

Ein Lastverteilungsplan gilt immer für ein bestimmtes Fahrzeug. Um die richtige Lastverteilung zu kontrollieren, geht man folgendermaßen vor:

- Abstand des Schwerpunkts der Ladung von der vorderen/hinteren Bordwand in Metern ermitteln
- Von der Ladefläche nach oben Ladungsgewicht im Schwerpunkt eintragen
- Überschneidet das eingetragene Ladungsgewicht die Kurve um einen bestimmten Betrag nach oben, so entspricht diese Gewichtsgröße der Überladung der jeweiligen Achse
- Diese Anwendung gilt für alle Lastverteilungspläne

Bei Beladung mit mehreren einzelnen Ladungsgütern muss der Gesamtschwerpunkt rechnerisch ermittelt werden:  
Formel nach VDI 2700-4 (2012-03)

$$X = \frac{G_1 \times L_1 + G_2 \times L_2 + \dots + G_n \times L_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n}$$

X = gesuchter gemeinsamer Schwerpunkt der Gesamtladung  
L = Schwerpunktsabstand des jeweiligen Ladungsgewichts von der vorderen Bordwand  
G = Gewichtskraft

## Anwendung Kopfschlingen

### Berechnung Rückhaltekraft ( $F_R$ )

#### Rahmendaten zum Anwendungsfall

- LC des Zurrmittels (im geraden Zug)
- Neigungswinkel  $\alpha$
- Horizontalwinkel  $\beta$

#### Formel

$$F_R = 2 \times LC \times \cos \alpha \times \cos \beta$$

#### Beispiel

- LC des Zurrmittels 2500 daN
- Neigungswinkel  $\alpha = 40^\circ$
- Horizontalwinkel  $\beta = 20^\circ$

$$F_R = 2500 \text{ daN} \times 2 \times \cos 40^\circ \times \cos 20^\circ = 3599 \text{ daN}$$

#### Welches Ladungsgewicht kann nun mit der Rückhaltekraft von 3599 daN gesichert werden?

Um das zu ermitteln, muss noch der Gleitreibbeiwert und in welche Fahrtrichtung gesichert werden soll, bekannt sein.

- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,3$
- Trägheitskraft nach vorn (beim Bremsen) = 0,8 (80%)

$$\text{Ladungsgewicht} = \frac{F_R}{\text{Trägheitskraft nach vorn} - \text{Gleitreibbeiwert } \mu}$$

$$\text{Ladungsgewicht} = \frac{3599 \text{ daN}}{0,8 - 0,3} = 7198 \text{ daN} = 7,34 \text{ Tonnen}$$

### Fazit

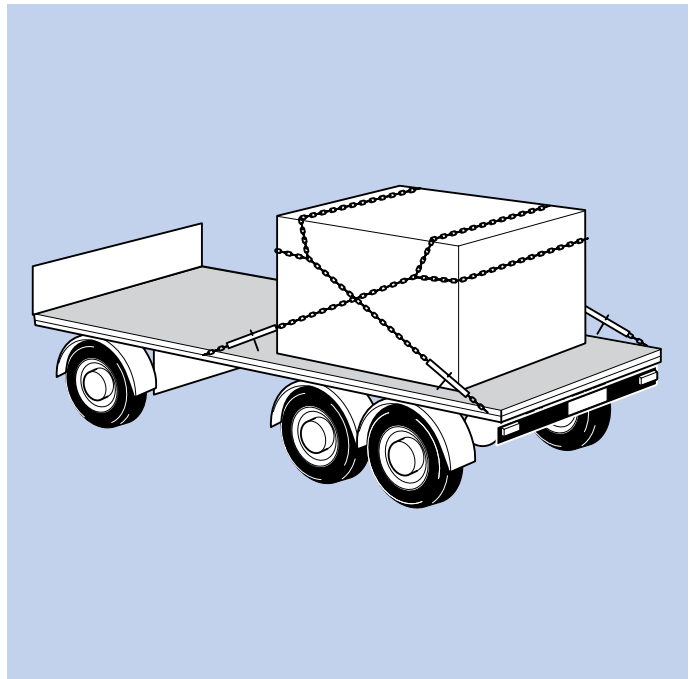
Ein Zurrgurt mit der LC von 2500 daN erreicht eine Rückhaltekraft von 3599 daN in der Anwendung des Kopfschlingenzurrens. Bei einem Gleitreibbeiwert zwischen Ladefläche und Bauteil von 0,3  $\mu$  darf das Bauteil max 7,34t schwer sein, um es nach vorne zu sichern.



**HINWEIS:** Die Ladungssicherung nach vorne, hinten und zur Seite muss gesondert betrachtet werden.

### Anmerkung

- Zurrpunkte am Fahrzeug auch min. 2500 daN
- Schwächstes Glied in der Kräfteketten muss beachtet werden und ist ausschlaggebend für die Rückhaltekraft.



Anwendungsbeispiel: Kopfschlinge mit Zurrketten  
Alternativ kann auch eine Europalette vor die Ladung gestellt werden um das Zurrmittel auf Position zu halten.

# Ladungssicherung von PFEIFER – ein komplettes Angebot!

## Zurrgurte aus eigener Näherei von 25–75 mm (LC 250 daN–10.000 daN)



## Zurrnetze



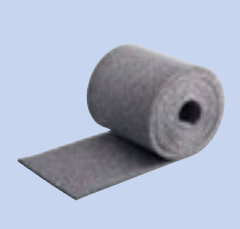
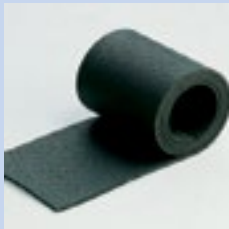
## Zurrketten der Güteklassen 8, 10 (HIT) & 12 (HIT PRO)



## Zurrringel und Zurrmulden



## Anti-Rutsch-Matten



## Wertvolle Hilfen für die Zurrpraxis



## Kantenschutzsysteme



## Service

Mobiler Prüfservice in Deutschland, Österreich, Schweiz und Luxemburg



Flächendeckendes Beraternetz im Außendienst



Fachseminare für die kompetente Anwendung





# PFEIFER-Prüfservice

**PFEIFER**

Übertragen Sie uns die Verantwortung und nutzen Sie das Know-how unseres renommierten Prüfdienstes!



■ PFEIFER Service-Center mit Prüffahrzeugen ■ Prüffahrzeug-Standort



## Das Leistungsspektrum

### Mobiler und stationärer Prüfservice

- ▶ Durchführung der gesetzlich vorgeschriebenen Prüfungen mit modernsten Maschinen und nach den neuesten gesetzlichen Vorschriften
- ▶ Bei größeren Prüfmaßnahmen kommt unser mobiler Prüfservice zu Ihnen in den Betrieb, damit Sie Ihre Produkte gleich wieder zum Einsatz zur Verfügung haben
- ▶ Einzel- und Spezialprüfungen erfolgen im stationären Prüfservice im Stammhaus Memmingen und in den Service-Centern Berlin, Hamburg, Mülheim, Mannheim, Asten bei Linz (Österreich), Knonau (Schweiz), Wrocław (Polen), Schiffflange (Luxemburg).

➔ Wir bieten Ihnen auch den Service „RUND UM DAS SEIL“ (Metallische Vergüsse, Kunststoffvergüsse, Spleißarbeiten und Seilwechsel). Sprechen Sie uns an!

## Prüfprodukte

- Anschlagketten
- Anschlagseile
- Anschlagpunkte
- Rundschlingen
- Hebebänder
- Klemmen
- Klein- und Großzangen
- Elektrokettzüge
- Seil- und Kettenzüge
- Magnetheber
- Kranwaagen
- Lastanzeigen
- Schachtring-Gehänge
- Regale
- Transportankersysteme
- Stahlwinden, Hydraulikheber
- Traversen
- persönliche Schutzausrüstung
- Werkzeughydraulik

### • Zurrmittel

- Leitern
- u. v. m.



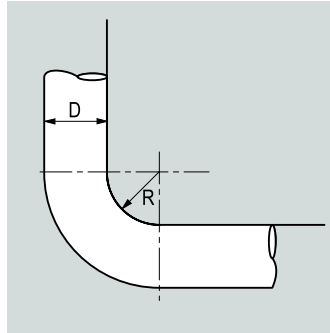
# Besonderheiten beim Transport

## Scharfe Betonkanten

### Was ist eine scharfe Kante?

Kanten gelten als scharf, wenn der Kantenradius  $R$  der Last kleiner ist als:

- die Dicke des Gurtbandes vom Zurrgurt
- die Nenndicke der Rundstahlkette
- die Dicke des Hebebandes oder der Rundschlinge



### Kantenschutzsysteme haben folgende Aufgaben:

- Schutz der Betonbauteile vor Kantenabplatzungen und Verfärbung
- Schutz der eingesetzten Zurrmittel gegen Beschädigungen
- Verbesserte Kraftumlenkung der Zurrmittel

### Folgende Produkte können zum Schutz der scharfen Kante verwendet werden:

- Schutzschlauch POLYTEX®-Flexoclip
- PU Kantenschutzplatte
- Kantenschoner
- POLYTEX®-Abriebschutzschlauch
- Doppelsteg-Kantenschutzschiene



#### Doppelsteg-Kantenschutzschiene

Bestell-Nummer	240220
----------------	--------



#### POLYTEX®-Kantenschutzwinkel schwarz

Bestell-Nummer	187347
----------------	--------



#### POLYTEX®-Kantenschutzplatte und Ratschunterlage

Bestell-Nummer	208391
----------------	--------



#### POLYTEX®-Flexoclip

Bestell-Nummer	271016
----------------	--------

Für 50 mm Gurtband.



#### POLYTEX®-Kantenschutzwinkel Zurrkette

Bestell-Nummer	281760
----------------	--------



#### POLYTEX®-Abriebschutzschlauch

Bestell-Nummer	123098
----------------	--------

Für 50 mm Gurtband.

Dient nicht zum Schutz der scharfen Kante, sondern nur als Abriebschutz.



## Transporteinrichtungen

Sie können einen großen und wichtigen Teil der Ladungsicherung von Betonfertigteilen übernehmen.

Variabel angebrachte Steckungen, Spezialstirnwände, A-Block oder manuell verstellbare Stempel sorgen für Formschluss.



## Anti-Rutsch-Matten

Bei Sichtbeton ist zu empfehlen, dass eine nicht abfärbende Anti-Rutsch-Matte verwendet wird. Eine Standard Matte aus schwarzem Material kann unschöne Abdrücke auf dem Beton hervorrufen, die dann aufwändig gereinigt werden müssen.

Bei ausgewählten Betonteilen bietet es sich an, die Ladefläche beim Fahrzeughersteller mit einer bestimmten Beschichtung zu kaufen. Die Ladeflächen haben dadurch einen höheren Gleitreibbeiwert als bei normalen Stahl oder Siebdruckboden.



**Anti-Rutsch-Matte Schwerlast**  
Geeignet für schwerste Lasten bis zu 1500 t/m<sup>2</sup>

Bestell-Nummer	255720
----------------	--------



**Anti-Rutsch-Matte nicht abfärbend**

Bestell-Nummer	281763
----------------	--------

# Berechnung Flächenpressung

## Rahmendaten zum Anwendungsfall

- Bauteil symmetrisch
- Gewicht 20 t
- Bauteil liegt vorn und hinten auf einem Transportgestell

Auflagefläche Beton auf Ladefläche

Vorne: Länge 0,5 m, Breite 0,1 m

Hinten: Länge 0,3 m, Breite 0,1 m

## Berechnung

Vorne:

Auflagefläche  $0,5\text{ m} \times 0,1\text{ m} = 0,05\text{ qm}$

Flächenpressung  $10\text{ t}/0,05\text{ qm} = \mathbf{200\text{ t/qm}}$

Hinten:

Auflagefläche  $0,3\text{ m} \times 0,1\text{ m} = 0,03\text{ qm}$

Flächenpressung  $10\text{ t}/0,03\text{ qm} = \mathbf{333\text{ t/qm}}$



## Fazit

Eine Standard Anti-Rutsch-Matte mit der Dicke von 8 mm hat eine Flächenpressung von  $250\text{ t/m}^2$ , somit würde diese für den vorderen Bereich ausreichen. Für den hinteren Bereich müsste eine Schwerlast Anti-Rutsch-Matte verwendet werden, die mehr als  $333\text{ t/m}^2$  hat.

## Anti-Rutsch-Matte Schwerlast

Geeignet für schwerste Lasten bis zu  $1500\text{ t/m}^2$

- ▶ Extrem hohe Belastungskapazität von bis zu  $1500\text{ t/m}^2$
- ▶ Sandwichbelag mit 3 mm vulkanisierter Verschleißschicht und hohen Reibwerten
- ▶ Besonders geeignet für Schwer- und Schwerlasten
- ▶ Geprüft vom Fraunhofer IML Dortmund und TUL-LOG Dresden nach den Anforderungen der VDI2700 Blatt 14

*Der Schwerlastprofil!*

Gleitreibbeiwert beider Seiten in und quer zur Zugrichtung bei Materialpaarung Euro-Holzpalette zu Ladefläche (Siebdruckboden)  $\mu = 0,9$   
 Gleitreibbeiwert beider Seiten in und quer zur Zugrichtung bei Materialpaarung U-Profil (Stahl) zu Ladefläche (gebrauchter Siebdruckboden)  $\mu = 0,7$   
 Angegebene Reibwerte (auch Prüfergebnisse) sind immer als orientierende Werte zu sehen. Der unter Praxis-Bedingungen erzielbare Reibwert, ist abhängig von Materialpaarung, Temperatur, dem Zustand der Materialoberflächen und der Anti-Rutsch-Matte. Um die optimale Rutschhemmung zu erzielen, müssen die Kontaktflächen (Ladung und Ladefläche), trocken, eisfrei, sauber und fettfrei sein.

Aufmachung	Dicke	Breite	Länge	Bestell-Nummer
	mm			
Matte	13	800	1200	<b>255720</b>





Bei Einhaltung dieser fünf Grundregeln ist für die Ladungssicherung schon viel getan. Sie gelten für den Transport von Gütern, sowohl im öffentlichen als auch im innerbetrieblichen Verkehr, egal welches Transportfahrzeug zum Einsatz kommt.

- 1** Je nach Ladegut ist ein geeignetes Fahrzeug erforderlich, dass durch Aufbau und Ausrüstung die durch die Ladung auftretenden Kräfte sicher aufzunehmen vermag.
- 2** Der Ladungsschwerpunkt soll möglichst auf der Längsmittellinie des Fahrzeugs liegen und ist so niedrig wie möglich zu halten. Schweres Gut unten, leichtes Gut oben.
- 3** Zulässiges Gesamtgewicht bzw. zulässige Achslasten nicht überschreiten. Mindestachslast der Lenkachse nicht unterschreiten. Bei Teilbeladung für Gewichtsverteilung sorgen, damit jede Achse anteilmäßig belastet wird.

- 4** Ladung so verstauen oder durch geeignete Hilfsmittel sichern, dass sie unter üblichen Verkehrsbedingungen nicht Verrutschen, Verrollen, Umfallen, Herabfallen oder ein Kippen des Fahrzeugs verursachen kann. Vollbremsungen, scharfe Ausweichmanöver sowie unvorhersehbare schlechte Straßen- und Witterungsverhältnisse gehören zu den üblichen Verkehrsbedingungen und sind durch entsprechende Ladungssicherung zu berücksichtigen.

Möglichkeiten sind:

- Formschluss
- Niederzurren
- Direktzurren

- 5** Fahrgeschwindigkeit je nach Ladegut auf Straßen- und Verkehrsverhältnisse sowie auf die Fahreigenschaften des Fahrzeugs abstimmen.

# PFEIFER – Kompetenz in Heben, Bewegen und Sichern!

Ein komplettes Sortiment –  
für jeden Anspruch das richtige Produkt!



Anschlagmittel & Zubehör



Ladungssicherung



Anschlagpunkte



Kranwaagen &  
Zugkraftmessgeräte



Schutzausrüstung  
gegen Absturz



Hebezeuge &  
Transportgeräte

[www.pfeifer.info](http://www.pfeifer.info)

## Das PFEIFER-Qualitätsmerkmal der POLYTEX®-Zurrgurte



### POLYTEX® Flip Label

**Intelligentes reiß- und abriebfestes  
Kennzeichnungsetikett für lange Haltbarkeit!**

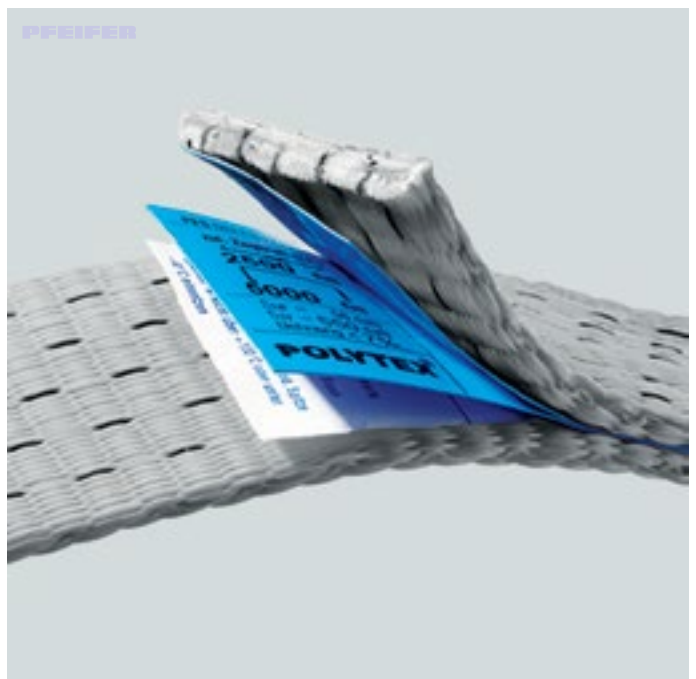
Ist das Zurretikett abgerissen oder nicht mehr lesbar, muss der Zurrkett abgelegt werden. Mit unserem neuen POLYTEX® Flip Label haben wir uns etwas einfallen lassen, das lange dran bleibt, nicht abreibt oder verwischt und Sie keinen Cent mehr kostet.

**Ab RS-25 MULTI sind alle unsere Gurte mit dem POLYTEX® Flip Label ausgestattet!**

Verlängern Sie die Standzeiten Ihrer Zurrgurte und sparen Sie bares Geld!

#### Die Vorteile auf einen Blick

- **Ausreißfest** durch kurze Bauform und doppelte Lage
- **Abriebfest** durch nach innen gerichtete Schrift und überlappendes Bandmaterial
- **Leise** im Fahrtwind durch kurze Bauform
- **Einfach lesbar** auch bei gespanntem Gurt





## Inhaltsverzeichnis

Wandelemente .....	22
Schachtringe .....	24
Decken-Binder .....	26
Paketierte Betonwaren .....	28
Deckenelemente .....	30
Treppenelemente .....	32
Sonderlösung Tübbing .....	34

# Wandelemente



## Problemstellung

- Verschiedenste Abmaße
- Variable Gewichte
- Geringe Auflagefläche
- Formschluss aufgrund Bauteilkontur

## Transportfahrzeug

**Sattelaufleger in Tiefbettausführung, Code L und Code XL (gem. DIN EN 12642), Pritschenaufbau mit Stirnwand bzw. Wechselbrücke**

- Achslasten beachten
- Lastverteilungsplan
- Ladefläche muss unbeschädigt und besenrein sein
- Zurrpunkte in ausreichender Anzahl vorhanden

## Empfehlung für die Verladung

- Stehender Transport: Kippsicherheit beachten
  - A-Bock
  - Innenlader
- Liegender Transport: Hilfestellung durch Profilholzbalken gegen seitliches Verrutschen
- Einsatz von Steckungensystemen
- Formschluss anstreben
- Bei überbreiten Wandelementen ist ein Schrägbock empfehlenswert

# Wandelemente

## Verladebeispiel

- Wandelement stehend, Kombination aus dem kraftschlüssigen und formschlüssigen Sicherungsverfahren
- Bauteil-Gewicht: 12 Tonnen
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,6$
- Niederzurren: Zurrwinkel  $\alpha = 70^\circ$
- Kopfschlinge: Zurrwinkel  $\alpha = 35^\circ$   
Zurrwinkel  $\beta = 20^\circ$

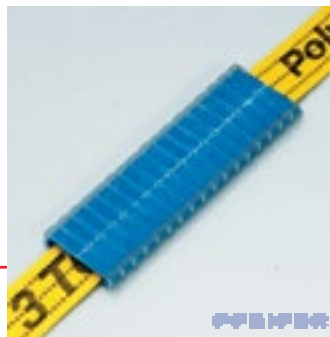
## Übrigens:

- Position der Ratschen wäre noch optimaler, wenn diese versetzt angebracht wären
- Bei der Kopfschlinge wurden keine Kantenschutzwinkel verwendet, deshalb muss die LC der Ladung um 20 % reduziert werden
- Manuell verstellbare Steckungen übernehmen die seitliche Sicherung



**Zurrgurt POLYTEX®  
LH-ERGO PLUS**

Bestell-Nummer	258306
Menge	4 x



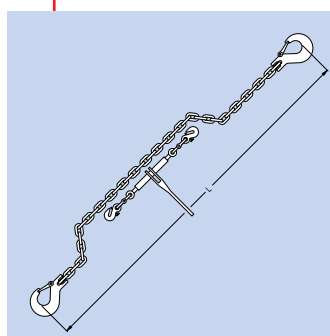
**POLYTEX® -Flexoclip S**

Bestell-Nummer	271016
Menge	4 x



**Anti-Rusch-Matte  
nicht abfärbend**

Bestell-Nummer	281763
Menge	1 x



## Wahlweise:

**Zurrkettensystem  
HIT-PRO-ARP, zweiteilig  
für Kopfschlinge**

**Güteklasse 12**

Bestell-Nummer	229536
Menge	1 x

# Schachtringe



## Problemstellung

- Verschiedenste Abmaße
- Variable Gewichte
- Geringe Auflagefläche
- Runde Kontur
- Formschluss nur schwer möglich

## Transportfahrzeug

**Sattelaufleger in Tiefbettausführung, Code L und Code XL (gem. DIN EN 12642), Pritschenaufbau mit Stirnwand bzw. Wechselbrücke**

- Achslasten beachten
- Lastverteilungsplan
- Ladefläche muss unbeschädigt und besenrein sein
- Zurrpunkte in ausreichender Anzahl vorhanden

## Empfehlung für die Verladung

- Stehender Transport: Stapelung möglich – Kippsicherheit beachten
- Liegender Transport: Hilfestellung durch Profilholzbalken gegen seitliches Verrutschen

## Beispielrechnung

- Ladefläche: Schachtring Beton auf Holz gebraucht
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,5$

Zurrwinkel  $\alpha = 45^\circ$

Ladungs- gewicht in t	Anzahl Zurrgurte	
	LH ERGO 400 daN	LH ERGO Plus 550 daN
0,3	1*	1*
0,5	1*	1*
0,8	2	1*
1	2	1*
2	3	2
3	5	4
4	6	5

Zurrwinkel  $\alpha = 84-90^\circ$

Ladungs- gewicht in t	Anzahl Zurrgurte	
	LH ERGO 400 daN	LH ERGO Plus 550 daN
0,3	1*	1*
0,5	1*	1*
0,8	1*	1*
1	1*	1*
2	2	2
3	3	3
4	4	3

\*Rechnerischer Wert, empfohlen werden immer mindestens 2 Gurte bei freistehender Ladung. Bei Formschluss nach vorne ist 1 Gurt ausreichend.



# Schachtringe

## Verladebeispiel

- Schachtring mit Deckel, kraftschlüssiges Sicherungsverfahren
- Bauteil-Gewicht: 4,9 Tonnen
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,6$   
(durch beschichteten Fahrzeug-Ladeboden)
- Zurrwinkel  $\alpha = 80^\circ$

### Übrigens:

- Position der Ratschen wäre noch optimaler, wenn diese versetzt angebracht wäre
- Bestimmte Fahrzeuge/Anhänger haben eine spezielle Beschichtung, mit der der Gleitreibbeiwert erhöht wird. Dies muss aber zertifiziert werden.



**WICHTIG:** Jeder Schachtringstapel ist einzeln zu betrachten.



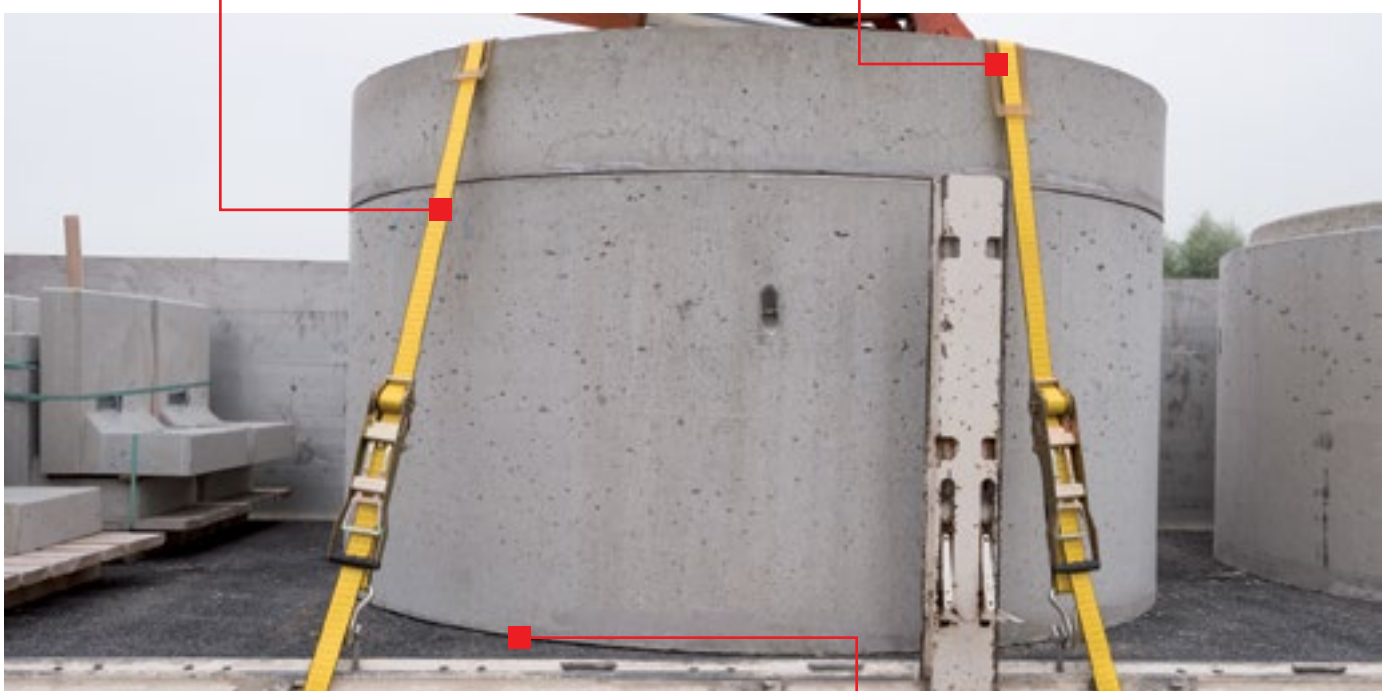
**Zurrgurt POLYTEX®  
LH-ERGO ROBUST**

Bestell-Nummer	<b>261638</b>
Menge	<b>2x</b>



**POLYTEX®-Kantenschutzplatte  
oder Ratschenunterlage**

Bestell-Nummer	<b>123645</b>
Menge	<b>4x</b>



Beschichteter Ladeboden vom Fahrzeug mit Zertifikat. Alternativ kann auch eine Standard-Anti-Rutsch-Matte verwendet werden.



**Anti-Rusch-Matte**

Bestell-Nummer	<b>123650</b>
Menge	<b>1x</b>

# Decken-Binder



## Problemstellung

- Extreme Längen möglich
- Gewicht bis 60t
- Sichtbeton
- Verschiedenste Durchbrüche im Bauteil

## Transportfahrzeug

### Sonderfahrzeug für Großraum- und Schwertransporte

- Ausnahmegenehmigung überprüfen
- Spannvorrichtung (Stempel) zur seitlichen Sicherung
- Ladefläche muss unbeschädigt und besenrein sein
- Schwerlastzurrpunkte in ausreichender Anzahl vorhanden

## Empfehlung für die Verladung

- Kombiniertes Sicherungsverfahren:
  - Formschluss durch Kopfschlinge
  - Niederzurren

## Beispielrechnung

Gegebenheiten Zurrkette als Kopfschlinge

- Ladefläche: Decken-Binder  
Beton auf Holz gebraucht
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,5$
- Zurrwinkel  $\alpha = 30^\circ$
- Zurrwinkel  $\beta = 40^\circ$
- Zurrkette GK12 LC 6000 daN, 8 mm
- ! **TIPP:** Bauteil mit 26,5t kann bei dieser Anwendung nach vorne gesichert werden. Die genaue Berechnung finden Sie auf Seite 13.

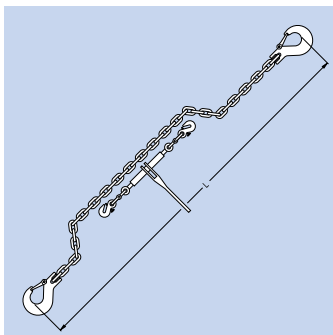
# Decken-Binder

## Verladebeispiel

- Kombination aus kraftschlüssigen und formschlüssigen Sicherungsverfahren
- Bauteil-Gewicht: 27 Tonnen
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,5$
- Zurrwinkel  $\alpha = 75^\circ$
- Verwendete Hilfsmittel:  
Kantenschutzwinkel Stahl, Anti-Rutsch-Matte

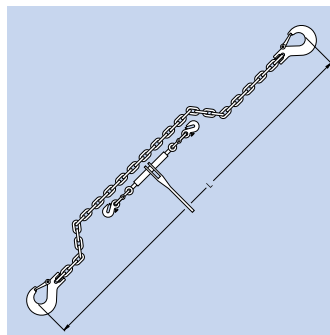
### Übrigens:

Bei der Kopfschlinge wurden keine Kantenschutzwinkel verwendet, deshalb muss die LC der Zurrkette um 20 % reduziert werden.



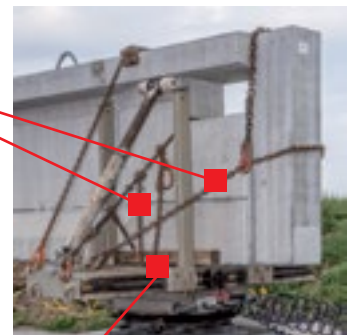
**Zurrkette GK 10 in 8 mm zum Niederzurren**

Bestell-Nummer	207836
Menge	2 x



**Kopfschlinge GK 12 in 10 mm LC 100 kn**

Bestell-Nummer	229537
Menge	2 x



**Zurröse schweißbar Typ G10 Kompakte, platzsparende Bauform**

Bestell-Nummer	256688
Menge	10 x



**Anti-Rutsch-Matte**

Bestell-Nummer	123650
Menge	1 x

# Paketierte Betonwaren



## Problemstellung

- Paletten mit unterschiedlichen Abmaßen
- Gewicht je Palette eher gering
- Betonwaren müssen mit der Palette verbunden sein und eine Ladeinheit ergeben.

## Transportfahrzeug

**Sattelaufleger in Tiefbettauflösung, Code L und Code XL (gem. DIN EN 12642), wenn möglich mit Einsteckungen**

- Achslasten beachten
- Lastverteilungsplan
- Ladefläche muss unbeschädigt und besenrein sein
- Zurrpunkte in ausreichender Anzahl vorhanden

## Empfehlung für die Verladung

- Kombiniertes Sicherungsverfahren:
  - Formschluss
  - Niederzurren
- Einsatz von Abstandshalter ist zu empfehlen
- Wenn die Ladung auf das geeignete Fahrzeug allseitig formschlüssig beladen wurde, müssen keine Zurrmittel und Anti-Rutsch-Matten mehr verwendet werden.

## Beispielrechnung

Freistehende Ladung

- ohne Antirutschmatte: Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,4$

Zurrwinkel  $\alpha = 45^\circ$

Ladungs- gewicht in t	Anzahl Zurrgurte	
	LH ERGO 400 daN	LH ERGO Plus 550 daN
0,3	1*	1*
0,5	2	1*
0,8	2	2
1	3	2
2	5	4
3	7	6
4	10	7

Zurrwinkel  $\alpha = 84-90^\circ$

Ladungs- gewicht in t	Anzahl Zurrgurte	
	LH ERGO 400 daN	LH ERGO Plus 550 daN
0,3	1*	1*
0,5	1*	1*
0,8	2	1*
1	2	2
2	4	3
3	5	4
4	7	5

\*Rechnerischer Wert, empfohlen werden immer mindestens 2 Gurte bei freistehender Ladung. Bei Formschluss nach vorne ist 1 Gurt ausreichend.

## Paketierte Betonwaren

### Verladebeispiel

- Formschluss an die Stirnwand und kraftschlüssiges Sicherungsverfahren
- Bauteil-Gewicht: 0,95 Tonnen
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,4$
- Zurrwinkel  $\alpha = 70^\circ$

### Übrigens:

Die Zurrgurte-Festenden (mit Ratsche) wurden jeweils versetzt an der Ladung angebracht, um eine ausgeglichene Vorspannkraft zu erzeugen.

Voraussetzung bei den paketierte Betonwaren ist, dass eine Palette schon eine gesamte Ladeeinheit darstellt. Eine Ladeeinheit wird durch eine ausreichende Anzahl und Dimensionierung der Umreifungsbänder realisiert.



**Zurrgurt POLYTEX®  
LH-ERGO PLUS**

Bestell-Nummer	<b>146862</b>
Menge	<b>2x</b>



**POLYTEX® -Kantenschutz-  
winkel schwarz**

Bestell-Nummer	<b>187347</b>
Menge	<b>4x</b>



**Alternativ:  
Doppelsteg-Kantenschutz-  
schiene**

Bestell-Nummer	<b>240220</b>
Menge	<b>2x</b>

# Deckenelemente



## Problemstellung

- Verschiedenste Abmaße in Länge und Breite
- Variable Gewichte
- Sichtbeton + glatte Unterseite
- Stahlarmierung nach oben und vorn
- Übereinanderliegende Bauteile

## Transportfahrzeug

**Sattelaufleger in Tiefbettauflührung, Code L und Code XL, Pritschenaufbau mit Stirnwand bzw. Wechselbrücke**

- Achslasten beachten
- Lastverteilungsplan
- Ladefläche muss unbeschädigt und besenrein sein
- Zurrpunkte in ausreichender Anzahl vorhanden

## Empfehlung für die Verladung

- Kombinierte Ladungssicherung aus Form und Kraftschluss
- Homogene Stapel
- Keine Zurrketten verwenden, da die Decken beschädigt werden können.
- Niedriger Lastschwerpunkt

## Beispielrechnung

Tabelle nach VDI 2700 Blatt 10.1  
Annahmen und Erläuterungen:

- frei stehende, das heißt ohne Formschluss angeordnete Ladegüter
- vertikaler Zurrwinkel:  $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$
- Übertragungsbeiwert (für das Niederzurren):  $k = 1,8$

Ladungsgewicht in t	Gleit-Reibbeiwert $\mu = 0,5$ Vorspannkraft $S_{TF}$ in daN			
	300	500	600	800
1	2	2	2	2
2	3	2	2	2
3	4	3	2	2
4	5	3	3	2
5	7	4	4	3
6	8	5	4	3
7	9	6	5	4
8	11	6	5	4
9	12	7	6	5
10	13	8	7	5
11	14	9	7	6
12	16	10	8	6

## Deckenelemente

### Verladebeispiel

- Kraftschlüssiges Sicherungsverfahren
- Filigrandecken: 5
- Bauteil-Gewicht: 5,5 Tonnen
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,5$

### Übrigens:

Bei den Zwischenlagen muss keine Anti-Rutsch-Matte verwendet werden. Holzzwischenlagen sind aber zu empfehlen, da so die Oberfläche nicht beschädigt wird.

Der hier gezeigte Abriebschutzschlauch sollte bei scharfer Betonkante durch den POLYTEX®-Flexoclip (siehe Seite 16) ersetzt werden.



**POLYTEX® blue LH-ERGO Plus**

Bestell-Nummer	283452
Menge	5 x



**POLYTEX® - Abriebschutzschlauch**

Bestell-Nummer	123098
Menge	15 x

Länge je 1,0 m



**Anti-Rutsch-Matte nicht abfärbend**

Bestell-Nummer	281763
Menge	1 x

Optional einsetzbar

**Beispiel für  
Formschluss durch  
Zurrgurte nach vorne**



# Treppenelemente



## Problemstellung

- Unterschiedliche Längen und Breiten
- Formgebung sehr variabel (gerade, gewandelt, ...)
- Gewicht bis ca. 6t
- Sichtbeton

## Transportfahrzeug

**Sattelaufleger in Tiefbettausführung, Code L und Code XL (gem. DIN EN 12642), wenn möglich mit Einsteckungen**

- Achslasten beachten
- Lastverteilungsplan
- Ladefläche muss unbeschädigt und besenrein sein
- Zurrpunkte in ausreichender Anzahl vorhanden

## Empfehlung für die Verladung

- Kraftschluss mit Niederzurren:  
Treppen immer auf Kantholz mit Anti-Rutsch-Matte stellen, um den Gleitreibbeiwert zu erhöhen und die Flächenpressung auf der Ladefläche zu verringern.
- Steckungen verwenden, damit Formschluss erreicht wird
- Immer gleiches, kombiniertes Sicherungsverfahren:  
Direktzurren mit 4 Zurrmitteln im Schnürgang

## Beispiel für die Verladung von geraden Treppen übereinander

- Verwendung von Kant-hölzern mit Schräge, für eine optimale Auflagefläche.

- Anti-Rutsch-Matte nicht abfärbend



**Anti-Rutsch-Matte nicht abfärbend**

Bestell-Nummer

281763



# Treppenelemente

## Verladebeispiel

- Kombination aus kraftschlüssigen und formschlüssigen Sicherungsverfahren
- Bauteil-Gewicht: 3,0 Tonnen
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,5$
- Zurrwinkel  $\alpha = 45^\circ$

### Übrigens:

Eine Anti-Rutsch-Matte zwischen Treppe und Unterleholz ist nicht sinnvoll, da die Auflageflächen sehr klein und vor allem scharfkantig sind – eine Anti-Rutsch-Matte wäre sofort beschädigt. Die Betonkante drückt sich in das Holz.

Zwischen Ladefläche und Kantholz ist eine Anti-Rutsch-Matte empfehlenswert.



**POLYTEX® -  
Abriebschutzschlauch**

Bestell-Nummer	123098
Menge	15 x

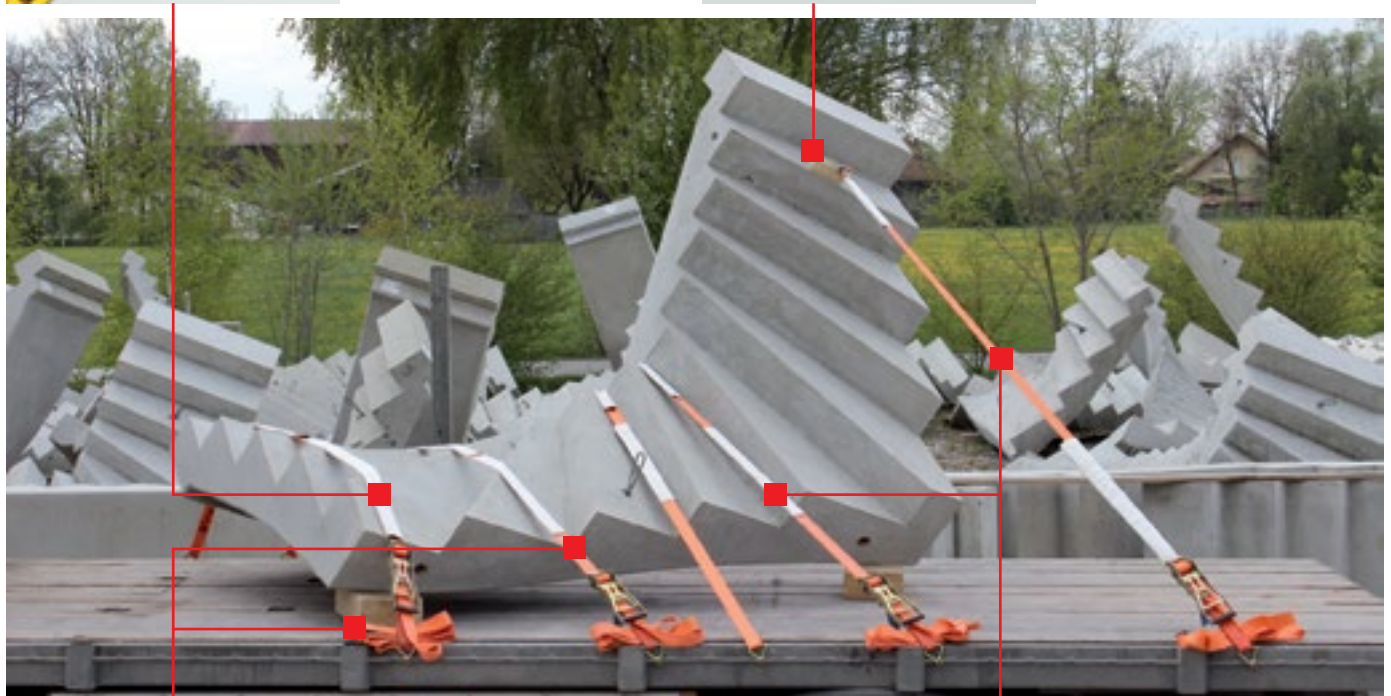
Länge je 1,0m



**PFEIFER Trichterseilöse**

Die PFEIFER-Trichterseilöse ist ein preiswertes und flexibles Lastaufnahmemittel. Darüber hinaus kann diese auch als Zurrpunkt verwendet werden.

Sie kann im zentrischen Zug, Schräg- und Querzug verwendet werden.



**POLYTEX® LH-ERGO  
zum Niederzurren**

Bestell-Nummer	146862
Menge	3 x



**POLYTEX® LH-ERGO  
zum Direktzurren**

Bestell-Nummer	185096
Menge	2 x

1 x Kopfschlinge nach Vorne  
= Formschluss

1 x Direktzurren gegen Kippen wegen  
hohem Schwerpunkt

# Kundenspezifische Sonderlösung Tübbing



## Problemstellung

- Verschiedenste Abmaße
- Variable Gewichte
- Geringe Auflagefläche
- Runde Kontur
- Formschluss nur schwer möglich da schräge Kanten

## Inhalt der Berechnung

### Sonderfahrzeug für Großraum- und Schwertransporte

- Überprüfung der Standsicherheit
- Berechnung der Ladungssicherung nach hinten und zur Seite durch Niederzurren
- Berechnung der Ladungssicherung nach vorne durch Kopfschlingenzurrverfahren
- Festlegung der geeigneten Produkte für den Transport:
  - Zurrpunkte
  - Schäkel
  - Ratschenzüge
  - Hebebänder
  - Rundschlingen
  - Zurrgurte

## Empfehlung für die Verladung

- Kombination aus Kraft und Formschluss
- Transportgestell passend zur Rundung dringend erforderlich
- Liegender Transport, besser beim Handling
- Zwischen den Tübbing muss ein Kantholz vorhanden sein
- Beim Niederzurren müssen hohe Vorspannkräfte erreicht werden, deshalb sind in diesem Anwendungsfall Ratschenzüge zum Einsatz gekommen
- Da die Kette der Ratschenzüge nicht über die Betonkanten gezogen werden darf, wurde ein Hebeband mit Kantenschutz verwendet

## Kundenspezifische Sonderlösung Tübbing

### Musterlösung

- 3 Tübbing übereinander, kombiniertes Sicherungsverfahren
- Gesamtgewicht: 27 Tonnen, je Bauteil ca. 9 Tonnen
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,6$  zwischen Transportgestell und Tübbing (Nr. 1)
- Gleitreibbeiwert  $\mu = 0,3$  zwischen Tübbing (Nr. 2) und Tübbing (Nr. 3)

### Übrigens:

- Zwischen Transportgestell und Tübbing (Nr.1) wurde eine Schwerlast Anti-Rutsch-Matte verwendet, da bei diesem Transport auf eine kleine Fläche ein hohes Bauteilgewicht drückt.
- Kopfschlinge passt sich durch die Rundschlinge und Schäkkel der schrägen Kontur flexibel an.



**POLYTEX® -Flexoclip**

Bestell-Nummer	271016
Menge	4 x



**POLYTEX® -Hebeband  
zweilagig**

Bestell-Nummer	122990
Menge	2 x

**Zurröse schweißbar Typ G10  
Kompakte, platzsparende  
Bauform**

Bestell-Nummer	256687
Menge	6 x



**Anti-Rutsch-Matte**

Bestell-Nummer	123650
Menge	1 x



**POLYTEX® RS-75**

Bestell-Nummer	123257
Menge	2 x



**Schäkkel hochfest mit Bolzen,  
geschweifte Form**

Bestell-Nummer	181524
Menge	2 x

# Prüfung und Ablegereife

## Zurrgurte

Nach VDI 2700 Blatt 3.1 und DIN EN 12195-2 sind Zurrgurte während ihrer Verwendung auf augenfällige Mängel hin zu prüfen.

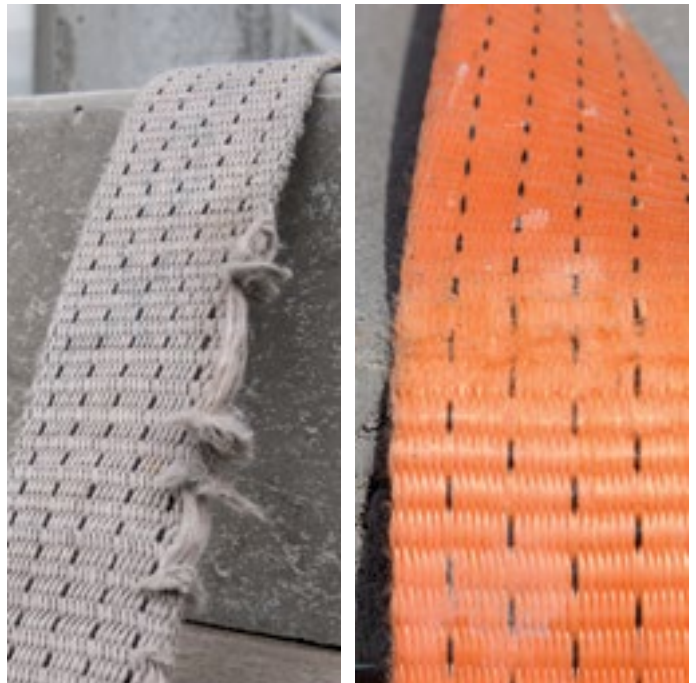
Darüberhinaus sind Zurrgurte nach **VDI 2700 Blatt 3.1 mindestens einmal jährlich** durch einen Sachkundigen zu prüfen. (Diese Sichtprüfung sollte dokumentiert werden).

Die **DIN EN 12195-2** empfiehlt regelmäßige Sichtprüfungen vor und nach der Benutzung.

Entsprechend den Einsatzbedingungen und den betrieblichen Gegebenheiten können zwischenzeitlich Prüfungen durch einen Sachkundigen erforderlich sein.

### Kriterien der Ablegereife

- Webkantenrisse
- Einschnitte und Aufkrepungen > 10% der Gurtmaterialdicke
- Nahtbeschädigungen
- Verschleiß, Deformation, Korrosion der Spann- und Verbindungselemente
- Aufbiegung Hakenmaul > 5%, oder allgemeine Verformungen
- Fehlende oder nicht mehr lesbare Kennzeichnung
- Verformung durch Hitze oder Einfluß aggressiver Stoffe



Beispiele für einen ablegereifen Zurrgurt

### Ist-Situation:



### Folge:



### Mögliche Schutzsysteme:



## Zurrketten

Nach **VDI 2700 Blatt 3.1** sind Zurrketten mindestens in **Abständen von einem Jahr** durch einen Sachkundigen einer Sichtprüfung zu unterziehen. Bei größerer Einsatzhäufigkeit bzw. nach besonderen Vorkommnissen sogar öfter.

Diese Sichtprüfung sollte dokumentiert werden.

Die Sichtprüfung erstreckt sich auf die Feststellung von äußeren Fehlern, Verformungen, Anrissen, Verschleiß und Korrosionsnarben.

Laut **DIN EN 12195-3** müssen Zurrketten außer Betrieb genommen oder dem Hersteller zur Instandsetzung geschickt werden, falls sie Anzeichen von Schäden zeigen.

### Kriterien der Ablegereife:

- Verschleiß, Korrosion von Spann-, Verbindungselementen und Ketten
- Einkerbung, Rissbildung, Quetschung
- Deformation durch Verbiegen, sichtbare Verformungen
- Längung durch plastische Verformung
  - äußere Länge eines Kettengliedes > 3% des äußeren Nennmaßes
  - innere Länge eines Kettengliedes > 5% der Teilung 3 d
  - innere Länge Aufhänge-, Zwischen-, Übergangs-/Endgliedern > 10%
- Kettenverschleiß
 

Ketten, deren gemittelte Glieddicke  $d_m$  an irgendeiner Stelle durch Verschleiß um mehr als 10% der Nenndicke abgenommen hat:

$$d_m = \frac{d_1 + d_2}{2} = 0,9 d$$

$d$  = Nenndicke der Kette  
 $d_1 + d_2$  = Istwerte
- Aufhänge-, Zwischen-, Übergangs- und Endglieder
 

Verschleiß der gemittelten Glieddicke > 15%
- Aufbiegung Hakenmaul > 10%
- Verringerung des Querschnittsmaßes im Hakengrund > 5%
- Eingelaufenen bzw. nicht mehr gegen Verschieben gesicherte Bolzen
- Ratschlastenspanner und Spindelspanner:
 

Prüfung der Ausdrehsicherung der Spannschrauben
- Kettenverkürzer:
 

Funktionsprüfung der Sicherung gegen unbeabsichtigtes Lösen



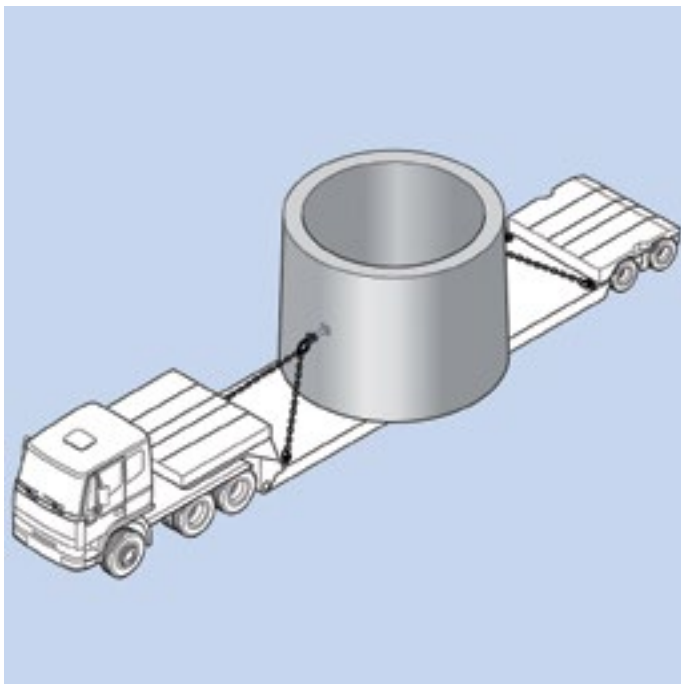
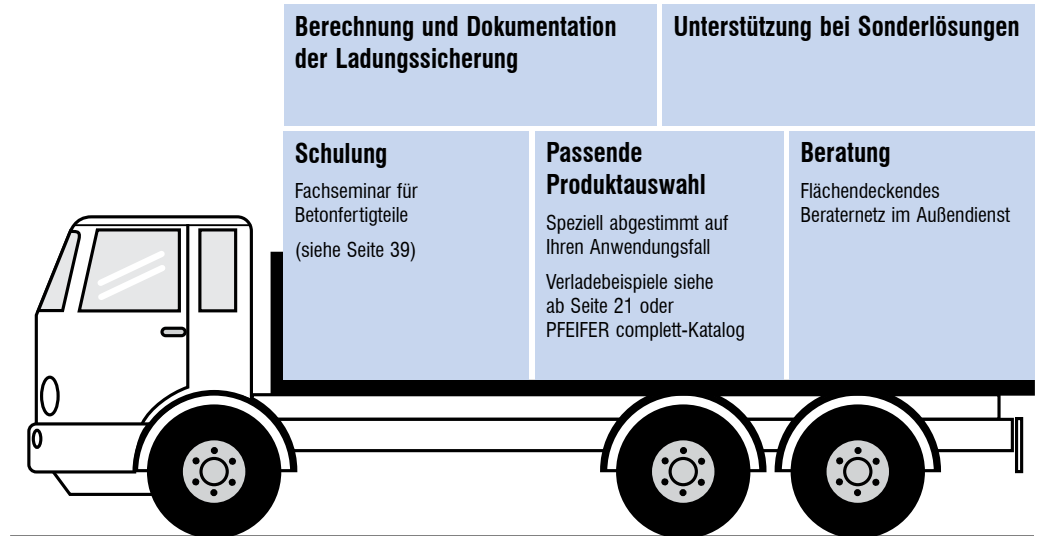
# Was kann PFEIFER Ihnen bieten?

## Das „Wohlfühlpaket“ für Sie

Fragen Sie uns an:

TELEFON +49 (0) 8331-937-630

E-MAIL [technik-azs@pfeifer.de](mailto:technik-azs@pfeifer.de)



Sie benötigen Unterstützung bei der Festlegung von Verankerungspunkten an Beton-Fertigteilelementen für die Ladungssicherung?

**Wir unterstützen Sie dabei:**

TELEFON +49 (0) 8331-937-345

E-MAIL [konstruktion-bt@pfeifer.de](mailto:konstruktion-bt@pfeifer.de)

## Fachseminar Ladungssicherung



### Speziell für den Transport von Betonfertigteil

#### Zielgruppe

Disponenten, Versandleiter, Fuhrparkleiter, Kraftfahrer, Ladepersonal, Fachkräfte für Arbeitssicherheit

#### Seminarziel

Im Mittelpunkt des Seminars steht die Sensibilisierung aller am Transport verantwortlich beteiligten Personen. Es werden alle notwendigen Fachkenntnisse vermittelt, welche für eine korrekte Ladungssicherung speziell bei dem Transport von Betonfertigteil notwendig sind.

#### Seminarinhalte

- Grundregeln der Ladungssicherung
- Rechtliche Grundlagen der Ladungssicherung
- Physikalische Grundlagen der Ladungssicherung
- Anforderungen an das Fahrzeug
- Besonderheiten Betonfertigteil
- Zurrarten nach VDI und DIN-EN
- Ermittlung der erforderlichen Sicherungskräfte
- Verladebeispiele von Betonfertigteil
  - Deckenelemente
  - Binder
  - Stützen mit Fundament
  - Schachtringe
  - Paketierte Betonwaren
  - Wandelemente
  - Treppenelemente
- Zurrmittel nach VDI und DIN-EN
- Ladungssicherungshilfsmittel
- Praktische Übungen

#### Dauer

1 Tag, 9.00 – ca. 17.00 Uhr



*Interesse an einem Seminar?  
Bitte rufen Sie uns an:  
+49(0)8331-937-257*

## PFEIFER – weltweit für Sie da



### DEUTSCHLAND

■ **Memmingen**  
 TEL +49-8331-937-112  
 E-MAIL [complett@pfeifer.de](mailto:complett@pfeifer.de)  
 WEB [www.pfeifer.info](http://www.pfeifer.info)

Service Center in Ihrer Nähe:

■ **Berlin**  
 Lengeder Straße 21 – 23  
 13407 Berlin

■ **Hamburg**  
 Mühlenhagen 164  
 20539 Hamburg

■ **Mülheim**  
 Tunnelstraße 38  
 45478 Mülheim

■ **Mannheim**  
 Markircher Straße 14  
 68229 Mannheim

### ÖSTERREICH

■ **Asten**  
 TEL +43-7224-66224-0  
 E-MAIL [info@pfeifer-austria.at](mailto:info@pfeifer-austria.at)  
 WEB [www.pfeifer-austria.at](http://www.pfeifer-austria.at)

### SCHWEIZ

■ **Knonau**  
 TEL +41-44-768-55-55  
 E-MAIL [info@pfeifer-isofer.ch](mailto:info@pfeifer-isofer.ch)  
 WEB [www.pfeifer-isofer.ch](http://www.pfeifer-isofer.ch)

### LUXEMBURG / FRANKREICH

■ **Schiffflange**  
 TEL +352-574242  
 +33-676 54 42 68  
 E-MAIL [info@pfeifer-sogequip.lu](mailto:info@pfeifer-sogequip.lu)  
 WEB [www.pfeifer-sogequip.lu](http://www.pfeifer-sogequip.lu)

### POLEN

■ **Wrocław**  
 TEL +48-71-3980760  
 E-MAIL [info@pfeifer.pl](mailto:info@pfeifer.pl)  
 WEB [www.pfeifer.pl](http://www.pfeifer.pl)

### GROSSBRITANNIEN

■ **Crewe**  
 TEL +44-1270-587728  
 E-MAIL [sales@pfeiferdrako.co.uk](mailto:sales@pfeiferdrako.co.uk)  
 WEB [www.pfeifer.co.uk](http://www.pfeifer.co.uk)

■ **Southampton**  
 TEL +44-23-8066-5470  
 E-MAIL [sales@ropeandtackle.com](mailto:sales@ropeandtackle.com)  
 WEB [www.ropeandtackle.com](http://www.ropeandtackle.com)

### SPANIEN

■ **Madrid**  
 TEL +34-91-659-3185  
 E-MAIL [p-es@pfeifer.es](mailto:p-es@pfeifer.es)  
 WEB [www.pfeifer.es](http://www.pfeifer.es)

### UNGARN

■ **Budapest**  
 TEL +36-1-2601014  
 E-MAIL [info@pfeifer-garant.hu](mailto:info@pfeifer-garant.hu)  
 WEB [www.pfeifer-garant.hu](http://www.pfeifer-garant.hu)

### USA

■ **Hampton**  
 TEL +1-7578252544  
 E-MAIL [info@pfeifer.us.com](mailto:info@pfeifer.us.com)  
 WEB [www.pfeifer.us.com](http://www.pfeifer.us.com)

### RUSSLAND

■ **Moskau**  
 TEL +7-495-363-01-27  
 E-MAIL [info@pfeiferrussia.ru](mailto:info@pfeiferrussia.ru)  
 WEB [www.pfeiferrussia.ru](http://www.pfeiferrussia.ru)

■ **St. Petersburg**  
 TEL +7-812-740-12-24  
 E-MAIL [info@pfeiferrussia.ru](mailto:info@pfeiferrussia.ru)  
 WEB [www.pfeiferrussia.ru](http://www.pfeiferrussia.ru)

### CHINA

■ **Shanghai**  
 TEL +86-21-56778006  
 E-MAIL [info@pfeifer.com.cn](mailto:info@pfeifer.com.cn)  
 WEB [www.pfeifer.com.cn](http://www.pfeifer.com.cn)

### VAE

■ **Dubai**  
 TEL +971-4-883-8445  
 E-MAIL [sales@pfeifer.ae](mailto:sales@pfeifer.ae)  
 WEB [www.pfeifer.ae](http://www.pfeifer.ae)