

Laden



PRAXISHANDBUCH

und

Sichern

Beladung und
Ladungssicherung auf
dem Nutzfahrzeug

Leitfaden für Fahrer

©Herausgeber

Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V.
60487 Frankfurt/Main

Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft
(seit 01.01.2010 Rechtsnachfolgerin der BGF)
22765 Hamburg

Stand: Februar 2009 - unveränderter Nachdruck Januar 2010

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, sind nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Herausgeber gestattet. Dies gilt insbesondere für Übersetzungen, Mikroverfilmung und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Das Werk ist mit größter Sorgfalt erarbeitet worden; eine rechtliche Gewähr für die Richtigkeit der einzelnen Angaben kann jedoch nicht übernommen werden.

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen

(Auszug aus dem BGL/BGF-Praxishandbuch „Laden und Sichern“)

Der Lkw- Fahrer weiß, worauf es ankommt

Wer trägt Verantwortung?

Verlader und Transporteur!

In der Praxis sind das wir Lkw-Fahrer und diejenigen, die unser Fahrzeug beladen bzw. uns die Ladung zur Verfügung stellen (Absender). Denn nur wir, die direkten Einfluss auf die tatsächliche Beladung vor Ort haben, können die Ladungssicherungsmaßnahmen durchführen, und das sollte gemeinsam geschehen.

Warum Ladungssicherung betreiben?

Aus Gründen der **Verkehrs- und Arbeitssicherheit !**

Wenn wir auf Achse sind, wollen wir sicher am Ziel ankommen. Wenn wir das schaffen, ist unterwegs auch nichts passiert, was wir zu verantworten hätten. So nebenbei werden auch Transportschäden vermieden, die in der Summe jedes Jahr mehrere 100 Millionen EURO betragen; das motiviert zusätzlich.

Was muss der Verlader beachten?

Die beförderungssichere Beladung der Fahrzeuge. Dazu gehört **das Stauen der Ladung sowie das Sichern auf dem Fahrzeug**, und zwar so, dass die Ladung beim Transport nicht beschädigt wird. Dabei ist auch die Methode der Ladungssicherung auszuwählen, und es sind die erforderlichen Sicherungskräfte zu berechnen.

Was müssen wir Fahrer beachten?

Die betriebssichere Beladung der Fahrzeuge und die Ladungssicherung.

Dazu zählen:

- Einhaltung der zulässigen Abmessungen und Achslasten,
- **Durchführung/Kontrolle der Ladungssicherungsmaßnahmen,**
- Unterwegskontrollen, z.B. Nachspannen der Zurrmittel.

Irrtümer, die zur Sorglosigkeit verleiten!

Die Ladung ist so schwer - die kann gar nicht verrutschen!

Falsch! - Ob ein Ladegut rutscht oder nicht, ist unabhängig von seinem Gewicht. Je schwerer ein Ladegut ist, umso größer müssen die Sicherungskräfte sein, die es auf der Ladefläche halten.

Die Ladung ist so schwer - die kann gar nicht kippen!

Falsch! - Ob ein Ladegut kippt oder nicht, ist unabhängig von seinem Gewicht. Entscheidend ist einzig die Lage des Schwerpunktes zur Kippkante.

Ist eine Ladung mit einem Zurrort für 5000 daN Zugkraft in der Umreifung niedergezurrt, sind 5 Tonnen Ladungsgewicht abgesichert!

Falsch! – Beim Niederzurren sichert einzig und allein die im Zurrort durch die Ratsche aufgebrachte Vorspannkraft die Ladung gegen Verrutschen.

Seitlich wird meine Ladung ja durch die Plane gehalten!

Falsch! – Fahrzeugplanen sind **keine** Ladungssicherungshilfsmittel!

Nur in Verbindung mit einem ausreichend starken Fahrzeugaufbau (Spriegellatten, Rungen) können sie notwendige Sicherungskräfte aufnehmen.

Regeln, die einzuhalten es sich lohnt!

1. Ladegüter sind auf der Ladefläche immer so anzuordnen, dass die zulässigen Achslasten eingehalten werden.
2. Für jedes Ladegut ist der Sicherheitsbedarf gegen Verrutschen, Verrollen, Umkippen oder gar Herabfallen zu ermitteln.
3. Die Ladegüter müssen den Belastungen aus Stapelung, Transport und Ladungssicherung standhalten.
4. Eine hohe Reibung zwischen Ladegut und Ladefläche sowie zwischen den einzelnen Ladegütern unterstützt alle Verfahren der Ladungssicherung.

Beachte deshalb:

Bei der Ladungssicherung sollte man so vorgehen:

- **Heranladen an die Laderaumbegrenzungen**, wo immer es möglich ist oder zusätzliche, fest mit dem Fahrzeugaufbau verbundene Begrenzungen (z. B. Steckungen, Keile usw.) einbringen.
- Wichtig ist es auch, **einen hohen Reibwert durch z.B. rutschhemmendes Material (RHM; z. B. Antirutschmatten) sicherzustellen**.
- Die Häufigkeit der **Unterwegskontrollen** durch den Lkw-Fahrer richtet sich nach der Art der Ladung und den Straßenverhältnissen und ist individuell festzulegen.

Wie viele Zurrmittel müssen eingesetzt werden?

Niederzurren gegen Rutschen

Mit dem Niederzurren verfolgt man den Zweck, ein Ladegut mit gespanntem Zurrgurt auf die Ladefläche zu pressen. Das Anpressen wird einzig und allein durch das Spannen des Gurtes mit Hilfe eines Spannelements (z. B. Ratsche) erreicht. Erst dadurch wird im Zurrgurt eine Vorspannkraft erzeugt.

- Kurzhebelratschen erreichen bis zu ca. 300 daN Vorspannkraft und
- Langhebelratschen erreichen bis zu ca. 450 daN Vorspannkraft.

Die Angaben auf dem Kennzeichnungsetikett sind zu beachten.



$S_{TF} = 350$ daN gibt die Vorspannkraft an, die mit dem Spannelement bei normaler Handkraft in das Zurrmittel eingebracht werden kann.

Wichtig:

Höhere Vorspannkraft als dort angegeben sind mit einem geeigneten *Vorspannmessgerät* nachzuweisen.

Beachte:

Das Ladegut darf durch die Vorspannkraft nicht beschädigt werden. Der Absender/Verlader stellt hierfür notwendige Angaben zur Verfügung.

Abb. 3

Beim Niederzurren entsteht durch das Spannen mit der Ratsche in jeweils beiden Strängen des Zurrmittels eine Vorspannkraft. Die auf dem Etikett in Abb. 3 angegebene Vorspannkraft von 350 daN wirkt also auf der Seite der Ratsche.

Durch das Überspannen eines Ladegutes mit einem Zurrgurt tritt an den Umlenkungspunkten ein Kräfteverlust der Vorspannkraft auf. Dadurch kommen auf der ratschenlosen Seite oft nur 50% der Vorspannkraft an.

Deshalb ist es wichtig, Kantenschutzwinkel unterzulegen, die das Zurrmittel (Zurrgurt) möglichst leicht über die Ecken und Kanten des Ladegutes nachrutschen lassen. Hierdurch ist es möglich, den Kräfteverlust an den Umlenkungen des Zurrgurtes zu verringern und außerdem werden Ladung und zurrmittel geschützt.

Wichtig: Benötigt man in beiden Strängen die volle Vorspannkraft, so muss man in jedem Zurrgurtstrang eine Ratsche einbringen und spannen!

Anzahl der erforderlichen Zurrmittel:

Die Anzahl der erforderlichen Zurrmittel sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Beispiel (Abb.4): Holzkiste, Gewicht 4000 kg, Holzladefläche, Gleitreibbeiwert (μ) = 0,2, Abspannwinkel (α) 60° , Vorspannkraft S_{TF} der Ratsche gemäß Etikett = 250 daN (kg) auf der Ratschenseite. Es wird unterstellt, dass auf der Seite, die der Ratsche gegenüber liegt, die gleiche Vorspannung anliegt (insgesamt 250 daN (kg) x 2 = 500 daN (kg) Vorspannkraft in der Umreifung). Die gleichmäßige Verteilung der Vorspannkraft kann z.B. mit zwei Ratschen erreicht werden. Bezogen auf das Beispiel wäre eine Vorspannkraft von insgesamt 13857 daN (kg) notwendig (siehe Tabelle 1a). Das bedeutet, dass bei den vorgenannten Bedingungen 28 Zurrgurte eingesetzt werden müssten (siehe Tabelle 1b). **Dies ist keine praxisgerechte Lösung!**

Wird am Gurt nur eine Ratsche verwendet und werden auch keine besonderen Kantenschutzwinkel eingesetzt, muss von einem bis zu 50%igen Kräfteverlust der Vorspannung auf der Gurtseite ohne Ratsche ausgegangen werden, sodass jetzt sogar 37 Gurte eingesetzt werden müssen (siehe Tabelle 1c). **Dies ist keine praxisgerechte Lösung!**

Besser: **Einsatz von rutschhemmendem Material (RHM; Antirutschmatten).**

Dies bedeutet: Die notwendigen Vorspannkraften (Beispiel oben) reduzieren sich auf 1540 daN (kg) (siehe Tabelle 2a), und es werden nur noch 4 (Idealfall (2 Ratschen), kein Verlust an Vorspannung, Tabelle 2b) bzw. 5 Zurrgurte (siehe Tab. 2c) benötigt.

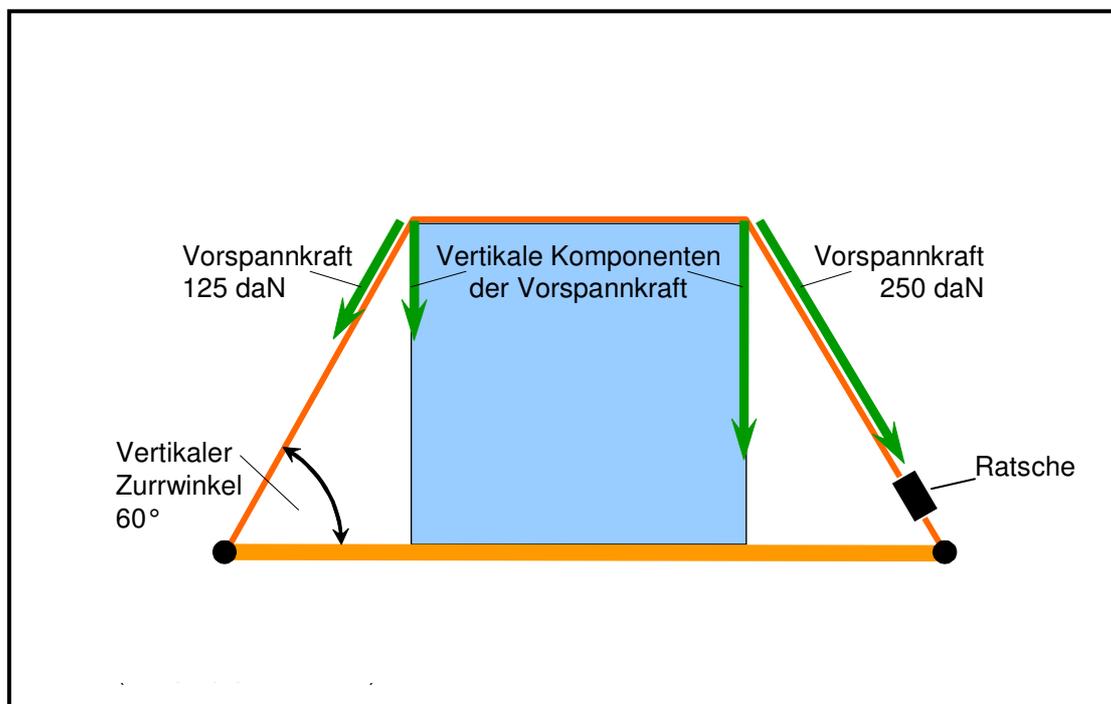


Abb. 4

Tabellen zur Ermittlung von Vorspannkraften und der Anzahl von Zurrmitteln

Tabelle 1a:

Erforderliche Vorspannkraft in daN
Gleitreibbeiwert 0,2 (z.B. Holz/Holz oder Metall/Holz)

	Gewicht in Kilogramm						
α	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
90°	6000	12000	18000	24000	30000	36000	42000
60°	6928	13857	20785	27714	34642	41570	48499
45°	8487	16973	25460	33946	42433	50919	59406
30°	12000	24000	36000	48000	60000	72000	84000

α = Abspannwinkel (vgl. Abb. 4)

Tabelle 1b:

Anzahl Zurrmittel
mit einer Vorspannkraft von 250 daN auf der Ratschenseite*,
ohne Vorspannungs-Kräfteverlust in der Umreifung
Gleitreibbeiwert 0,2 (z.B. Holz/Holz oder Metall/Holz)

	Gewicht in Kilogramm						
α	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
90°	12	24	36	48	60	72	84
60°	14	28	42	56	70	84	97
45°	17	34	51	68	85	102	119
30°	24	48	72	96	120	144	168

*Erforderliche Vorspannkraft geteilt durch die erreichbare
Vorspannkraft des Zurrmittels in der Umreifung

Tabelle 1c:

Anzahl Zurrmittel
mit einer Vorspannkraft von 250 daN auf der Ratschenseite*,
mit 50%igem Vorspannungs-Kräfteverlust auf einer Gurtseite in der Umreifung
Gleitreibbeiwert 0,2 (z.B. Holz/Holz oder Metall/Holz)

	Gewicht in Kilogramm						
α	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
90°	16	32	48	64	80	96	112
60°	19	37	56	74	92	111	129
45°	23	45	68	91	113	136	158
30°	32	64	96	128	160	192	224

*Erforderliche Vorspannkraft geteilt durch die erreichbare
Vorspannkraft des Zurrmittels in der Umreifung

Tabelle 2a:

**Erforderliche Vorspannkraft in daN
Gleitreibbeiwert 0,6 (z.B. Antirutschmatte)**

	Gewicht in Kilogramm						
α	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
90°	667	1333	2000	2667	3333	4000	4667
60°	770	1540	2309	3079	3849	4619	5389
45°	943	1886	2829	3772	4715	5658	6601
30°	1333	2667	4000	5333	6667	8000	9333

α = Abspannwinkel (vgl. Abb. 4)

Tabelle 2b:

Anzahl Zurrmittel

mit einer Vorspannkraft von 250 daN auf der Ratschenseite*,
ohne Vorspannungs-Kräfteverlust in der Umreifung
Gleitreibbeiwert 0,6 (z.B. Antirutschmatte)

	Gewicht in Kilogramm						
α	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
90°	2	3	4	6	7	8	10
60°	2	4	5	7	8	10	11
45°	2	4	6	8	10	12	14
30°	3	6	8	11	14	16	19

*Erforderliche Vorspannkraft geteilt durch die erreichbare
Vorspannkraft des Zurrmittels in der Umreifung

Tabelle 2c:

Anzahl Zurrmittel

mit einer Vorspannkraft von 250 daN auf der Ratschenseite*,
mit 50%igem Vorspannungs-Kräfteverlust auf einer Gurtseite in der Umreifung
Gleitreibbeiwert 0,6 (z.B. Antirutschmatte)

	Gewicht in Kilogramm						
α	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
90°	2	4	6	8	9	11	13
60°	3	5	7	9	11	13	15
45°	3	5	8	10	13	15	18
30°	4	8	11	15	18	22	25

*Erforderliche Vorspannkraft geteilt durch die erreichbare
Vorspannkraft des Zurrmittels in der Umreifung

Andere Zurrmethode: Das Direktzurren

Beim **Direktzurren** kommen die zulässigen Zugkräfte der Zurrmittel voll zum Einsatz. Mit diesem Verfahren können sehr hohe Einzelgewichte mit geringem Aufwand gesichert werden.

Beispiel:

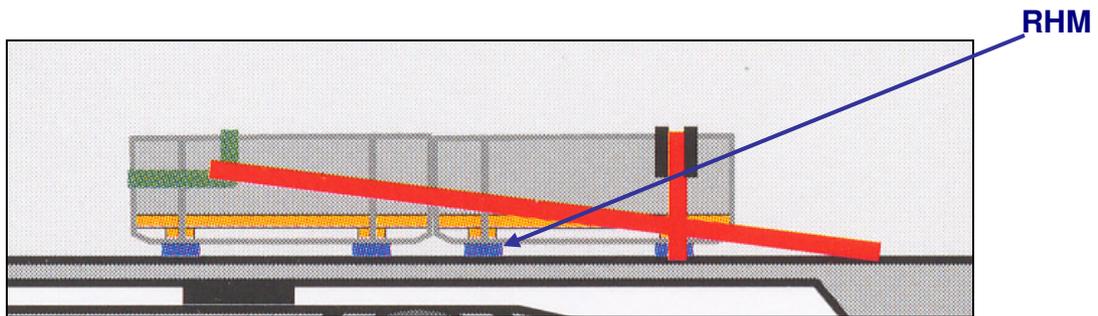


Abb. 5: Diagonalverzurrung mit einer Kopfschlinge kombiniert mit einer Niederzurrung. Die Ladung steht außerdem auf Antirutschmatten (RHM).

Mit dieser Methode kann Ladegut mit einem Gewicht von ca. 18000 kg gesichert werden, wenn:

- Rutschhemmendes Material (RHM; z. B. Antirutschmatten),
- Zurrpunkte mit einer zulässigen Belastbarkeit von 2000 daN (kg) und
- Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft von min. 2000 daN (kg)

eingesetzt werden.

Die Niederzurrung verhindert ein Verdrehen bzw. Wandern der Ladung nach hinten und zur Seite.

Beachte!

Die Ladungssicherung ist **in geeigneten Zeitabständen zu kontrollieren!**
Die Zurrmittel sind **gegebenenfalls nachzuspannen!**

**Ablegereife von Zurrmitteln:
Wann darf ein Zurrmittel nicht mehr verwendet werden?**

Zurrmittel (Zurrgurte, Zurrketten, Zurrdrahtseile) sind zu ihrer Verwendung auf augenfällige Mängel hin zu kontrollieren. Werden Mängel festgestellt, die die Sicherheit beeinträchtigen, dürfen die Zurrmittel nicht mehr verwendet werden. Man spricht in diesem Fall von der „Ablegereife“ des Zurrmittels. Ein „Verfallsdatum“ für ein Zurrmittel gibt es nicht. Es darf bis zu seiner „Ablegereife“ verwendet werden.

Mängel, die zur Ablegereife von Zurrgurten führen, sind nachfolgend aufgelistet:

1. Spannmittel (Gurtband):

- Einschnitte von mehr als 10% an der Webkante
- Übermäßiger Verschleiß (z. B. Garnbrüche)
- Beschädigungen der Nähte
- Verformungen durch Wärme
- Schäden durch den Kontakt mit aggressiven Medien

Beispiele für ablegereife Zurrgurte, verursacht durch beschädigte Gurtbänder:

- Abb. 6 bis 15: Beschädigungen durch Einschnitte, Garnbrüche, Nahtbrüche, Verschleiß

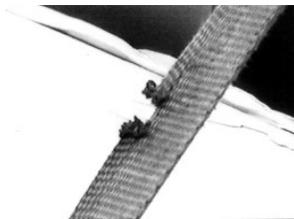


Abb. 6



Abb. 7



Abb. 8

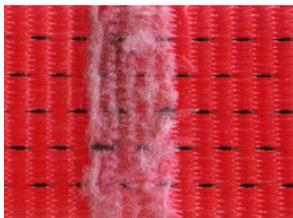


Abb. 9



Abb. 10

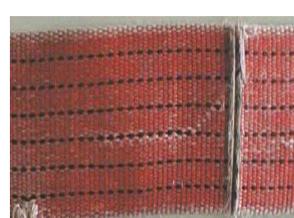


Abb. 11



Abb. 12



Abb. 13



Abb. 14



Abb. 15

- Abb. 16 und 17: Verformung des Gurtbandes durch Wärme:



Abb. 16

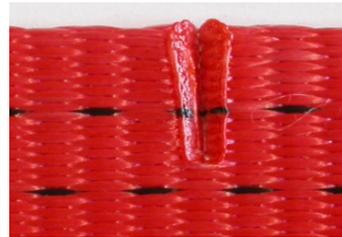


Abb. 17

2. Spannelement (Ratsche):

- Verformungen des Spannelements an der Schlitzwelle des Transportschiebers
- Verschleiß an den Zahnkränzen
- Spannhebel ist gebrochen

Beispiele für ablegereife Zurrgurte, verursacht durch beschädigte Spannelemente



Abb. 18: Verformtes Spannelement

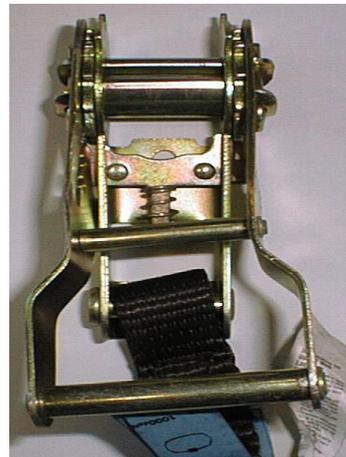


Abb. 19: Verformtes Spannelement

3. Verbindungselemente (Haken):

- Aufweitung des Hakens um mehr als 5%
- Aufrisse, Brüche, erhebliche Korrosion, bleibende Verformung

Beispiele für ablegereife Zurrgurte, verursacht durch beschädigte Verbindungselemente:



Abb. 20: Hakenbruch



Abb. 21: Aufweitung



Abb. 22: Aufweitung

4. Kennzeichnung (Gurt-Etikett):

- Unleserliche Angaben auf dem Etikett
- Fehlendes Etikett

Achtung: Ein Zurrgurt mit unleserlichem Etikett, beschädigtem Etikett oder fehlendem (abgerissenem) Etikett gilt als ablegereif und darf nicht verwendet werden!

So nicht!!!
fehlendes Etikett



Abb. 23: Fehlendes Etikett

Hersteller
Fa. Muster

DD/AV-Nr.: 86033

Darf nicht zum Heben verwendet werden!

S _{HF}	S _{TF}
50 daN	350 daN

LC 2500 daN

Werkstoff: PES
Dehnung < 5%
Länge L_{GF} = 0,5m
Herstelljahr 2007

VDI 2700 / EN12195-2

Benutzerinformation Zurrgurte

- Zurrgurte niemals über ihre zulässige Zugkraft (LC) hinaus belasten!
- Zurrgurte vor jedem Einsatz auf Schäden überprüfen.
- Einsatztemperatur PES: -40°C bis +100°C
- Bei scharfen Kanten (rauen Oberflächen) Kantenschutz verwenden.
- Einsatz in Chemikalien kann das Gurtband zerstören! Reinigung nur mit Wasser.
- Ratsche nach dem Spannen schließen.
- Niemals Hilfsmittel (z.B. Rohre o.ä.) zum Spannen verwenden! Vor dem Öffnen prüfen, ob die Ladung noch sicher steht!
- Andernfalls sicheren Stand zuerst mit Anschlagsmitteln herstellen.
- Geknotete oder abgeplattete Zurrgurte dürfen nicht verwendet werden!
- Unschonmäßige Ladungssicherung stellt eine Gefahr für Personen, Tiere oder Güter im Gefahrenbereich des Fahrzeuges dar. Beachten Sie die Hinweise in EN 12195-2, VDI 2700 ff. ZH 1413.

Operating instructions

- Use web lashings only for lashing loads - never use them for lifting!
- Never strain web lashings beyond their maximum permissible lashing capacity (LC)!
- Check web lashings for damage prior to each use.
- Temperature range PES: -40°C to +100°C
- On objects with sharp edges or rough surfaces, use additional edge protection.
- Use in chemicals may destroy the lashing strap! Clean with water only!
- Ratchet must be closed after tightening. Never use additional implements (e.g. tubes or similar) to help tighten the lashings! Before release ratchet: Care should be taken that the release not cause the load to fall off the vehicle. If necessary attach lifting equipment before releasing the lashing in order to prevent falling and/or tilting of the load.
- Knotted web lashings and lashings ready to be discarded must not be used.
- Failure to properly secure the load constitutes a potentially fatal hazard for persons or animals, or for goods within the vehicle's danger area! Observe instructions in EN 12195-2.

Abb. 25: Etikett nach EN 12195-2



Abb. 24: Fehlendes Etikett

Reparatur bzw. Instandsetzung von Zurrgurten (Zurrmitteln):

Beschädigte Zurrgurte dürfen nur von sachkundigen Personen repariert werden, die die hierfür notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten vorweisen können. In der Regel sollte man sich an den Hersteller wenden. Es dürfen nur Zurrgurte instand gesetzt werden, die Etiketten zu ihrer Identifizierung aufweisen.

Die Spannmittel dürfen (z. B. zur Reparatur, Verlängerung) nicht geknotet werden!

So nicht!!!



Abb. 26: Verlängerung durch Knoten



Abb. 27: Verlängerung durch Knoten

Auch sonstige mechanische Verbindungen (z. B. zur Verlängerung oder zur Reparatur) wie z. B. eine Verschraubung oder Vernietung sind nicht zulässig!

So nicht!!!



Abb. 28: „Verschraubte“ Gurtbänder

Aspekte zum Arbeitsschutz:

Zurrmittel sind mindestens einmal jährlich betriebsseitig durch einen Sachkundigen zu kontrollieren. Diese Prüfung ist zu dokumentieren. In Zweifelsfällen dürfen die Zurrmittel nicht mehr verwendet werden und sind außer Betrieb zu nehmen.

Schutz der Zurrgurte (Zurrmittel) vor mechanischer Beschädigung:

Zurrgurte sind empfindlich gegen scharfe Kanten. Bei scharfkantigen Ladegütern müssen geeignete Kantenschützer (Kantenschoner; Abb. 29 und 30) zum Schutz des Gurtes vor Beschädigungen eingesetzt werden. Gleichzeitig wird die Ladung geschützt und die in den Gurt eingebrachten Kräfte werden besser übertragen.

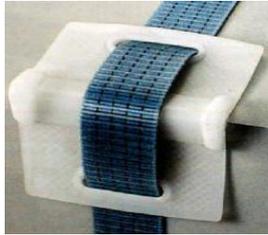


Abb. 29: Kantenschoner



Abb. 30: Kantenschoner

Rutschhemmendes Material (Antirutschmatten) ist als Kantenschutz (Kantenschoner) nicht geeignet!

So nicht!!!



Abb. 31: Ablegereifer Gurt mit Antirutschmatte als Kantenschutz

Anwendungsbeispiel: *Laden und Sichern von Gussrohren*

Bei den nachfolgenden Beispielen gehen wir davon aus, dass Zurrpunkte mit einer zulässigen Zugkraft von mindestens 2000 daN vorhanden sind.

Die erforderlichen Vorspannkraften werden vom Verlager berechnet und sind durch die erreichbare Vorspannkraft der einzusetzenden Zurrmittel zu teilen.

Das Ergebnis (aufgerundet) ergibt dann die erforderliche Anzahl der Niederzurrungen.

Die Angaben über die erforderliche Vorspannkraft beziehen sich nur auf die Ratschenseite.

Die Festigkeit der Stirnwand vorne wird mit 5000 daN vorausgesetzt.

Die Kräfteinleitung ist als (voll-)flächig anzusehen.

Die Ladungssicherung von Gussrohren erfolgt unter Einsatz von rutschhemmendem Material (RHM, z. B. Antirutschmatten) mit einem Gleitreibbeiwert von größer/gleich 0,6 und einer Dicke von mindestens 8 mm.

Rohrpakete formschlüssig nach vorne gestaut:

Ladungsgewicht maximal 25 Tonnen.

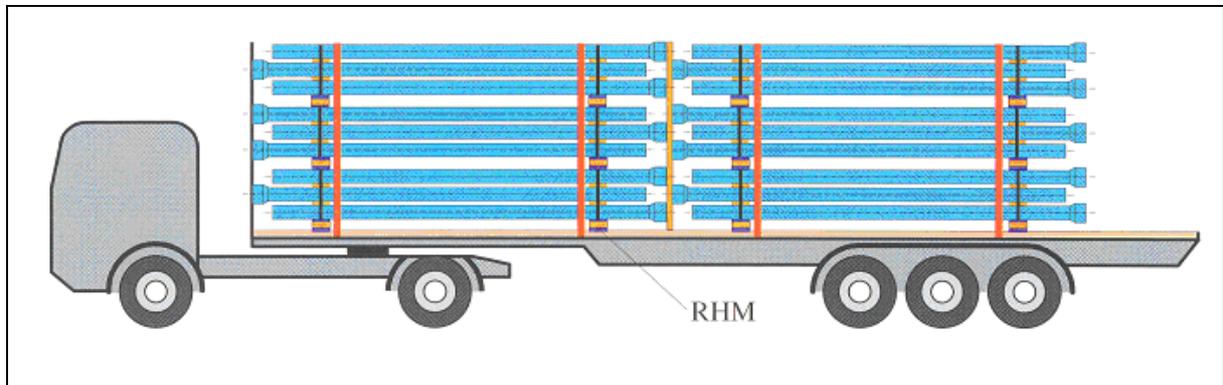


Abb. 32

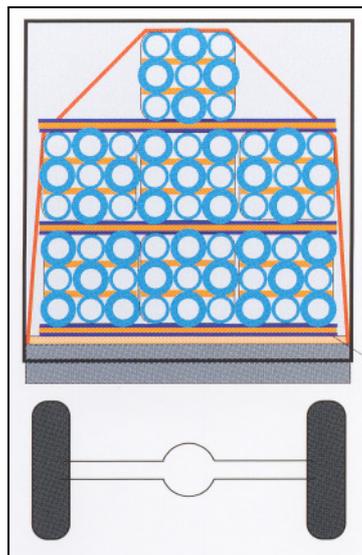


Abb. 33

Beachte:

- Die Rohrpakete stehen auf durchgehenden Kanthölzern, die beidseitig (Ober- und Unterseite) mit Antirutschmatten (rutschhemmendes Material; RHM) belegt sind.
- Jeder Stapel ist im Bereich der Unterleghölzer mit 2 Zurrmitteln durch Niederzurren zu sichern.

Lose Rohre formschlüssig nach vorne gestaut:

Ladungsgewicht maximal 25 Tonnen.

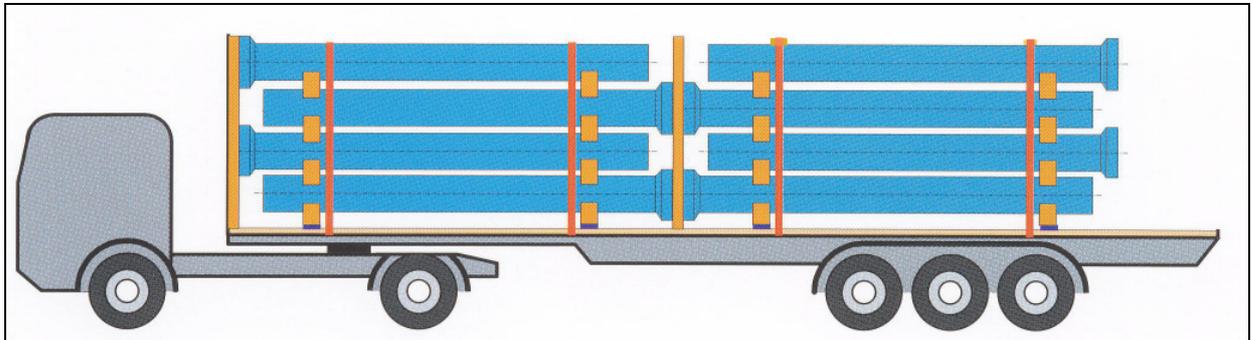


Abb. 34

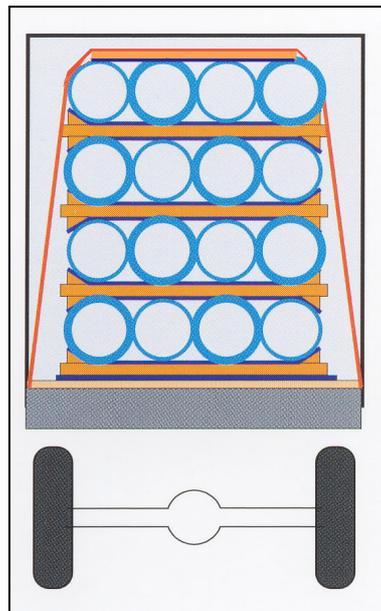


Abb. 35

Beachte:

- Die losen Rohre liegen auf durchgehenden Hölzern, an deren Enden oben und unten Keile befestigt sind. Die Auflageflächen der Hölzer sind mit Antirutschmatten (rutschhemmendes Material; RHM) ausgerüstet.
- Jeder Stapel ist im Bereich der Unterleghölzer mit 2 Zurrmitteln durch Niederzurren zu sichern.
- Das hintere Paket ist über Kanthölzer (auf der Unterseite mit RHM versehen) niederzuspannen.

Rohrpakete freistehend:

Ladungsgewicht maximal 25 Tonnen.

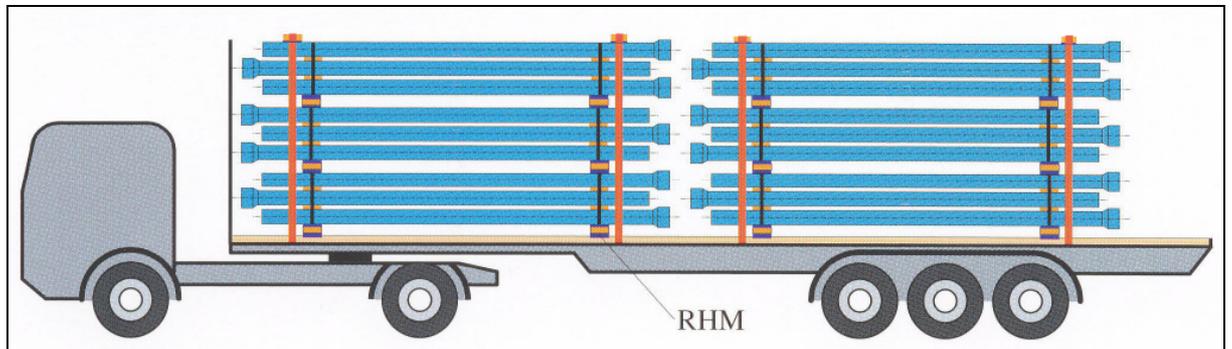


Abb. 36

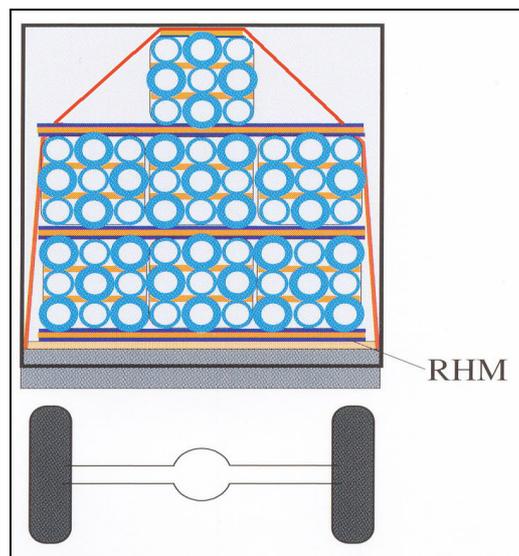


Abb. 37

Beachte:

- Die losen Rohre liegen auf durchgehenden Hölzern, die auf beiden Seiten mit Antirutschmatten (rutschhemmendes Material; RHM) ausgerüstet sind. Der vertikale Zurrwinkel ist nicht kleiner als 45 Grad.
- Erforderliche Anzahl der Zurrgurte je Stapel:
 - **Bis 8 t** Stapelgewicht je Stapel **6 Gurte** mit einer Vorspannkraft von **je 450 daN**.
 - **Bis 13 t** Stapelgewicht je Stapel **9 Gurte** mit einer Vorspannkraft von **je 450 daN**.
- Beide Pakete sind über Kanthölzer (auf der Unterseite mit RHM versehen) niederzuspannen.

Lose Rohre freistehend:

Ladungsgewicht maximal 25 Tonnen.

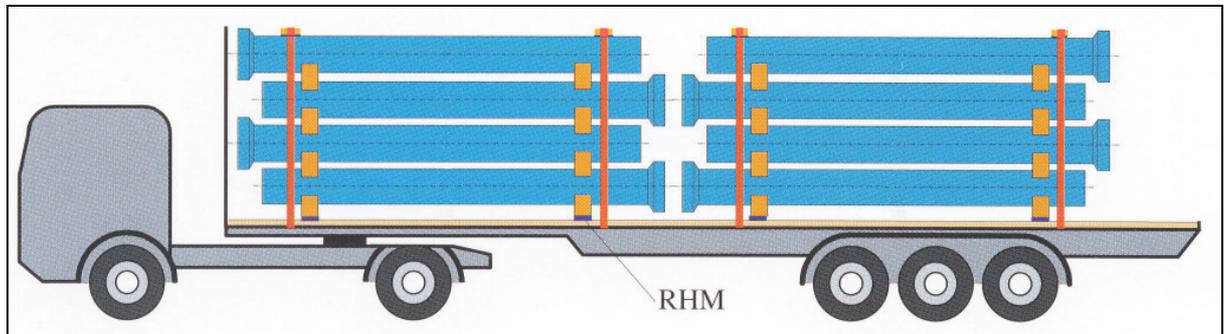


Abb. 38

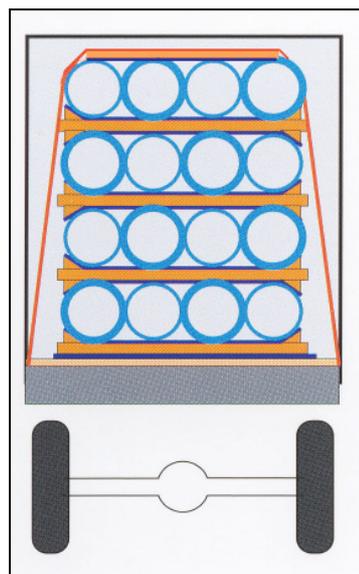


Abb. 39

Beachte:

- Die losen Rohre liegen auf durchgehenden Hölzern, an deren Enden oben und unten Keile befestigt sind. Die Auflageflächen der Hölzer sind mit Antirutschmatten (rutschhemmendes Material; RHM) ausgerüstet. Der vertikale Zurrwinkel ist nicht kleiner als 80 Grad.
- Erforderliche Anzahl der Zurrgurte je Stapel:
 - **Bis 9 t** Stapelgewicht je Stapel **5 Gurte** mit einer Vorspannkraft von **je 450 daN**.
 - **Bis 13 t** Stapelgewicht je Stapel **7 Gurte** mit einer Vorspannkraft von **je 450 daN**.
- Beide Pakete sind über Kanthölzer (auf der Unterseite mit RHM versehen) niederzuspannen.