

Verpackung von Blechplatten

Was ist beanspruchungsgerecht?

06. Mai 2025

Marc Sommerfeld, GDV e.V.

Definitionen - Verpackung

Die Verpackung muss unter Berücksichtigung aller zu erwartenden Beanspruchungen des gesamten Transportes, der Lager- und Umschlagsprozesse konfiguriert werden.

Quelle: <https://www.tis-gdv.de/tis/verpack/verpackungshandbuch/verpackungshandbuch.htm/>

Definitionen - Ladungssicherung

Eine Ladungssicherung muss unter Berücksichtigung aller zu erwartenden Beanspruchungen des gesamten Transportprozesses eine Ladung sichern.

Quelle: Marc Sommerfeld, freier Text, der so aus dem CTU-Code oder der DIN-EN 12195-1 herausgelesen werden könnte.

Betrachtung eines Schadenfalls

Stahlbleche, Dicke 0,8 mm, ca. 2.500 kg pro Palette



Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Betrachtung eines Schadenfalls

Stahlbleche, Dicke 0,8 mm, ca. 2.500 kg pro Palette



Battermann & Tillyer Global Marine GmbH



Betrachtung eines Schadenfalls

Stahlbleche, Dicke 0,8 mm, ca. 2.500 kg pro Palette

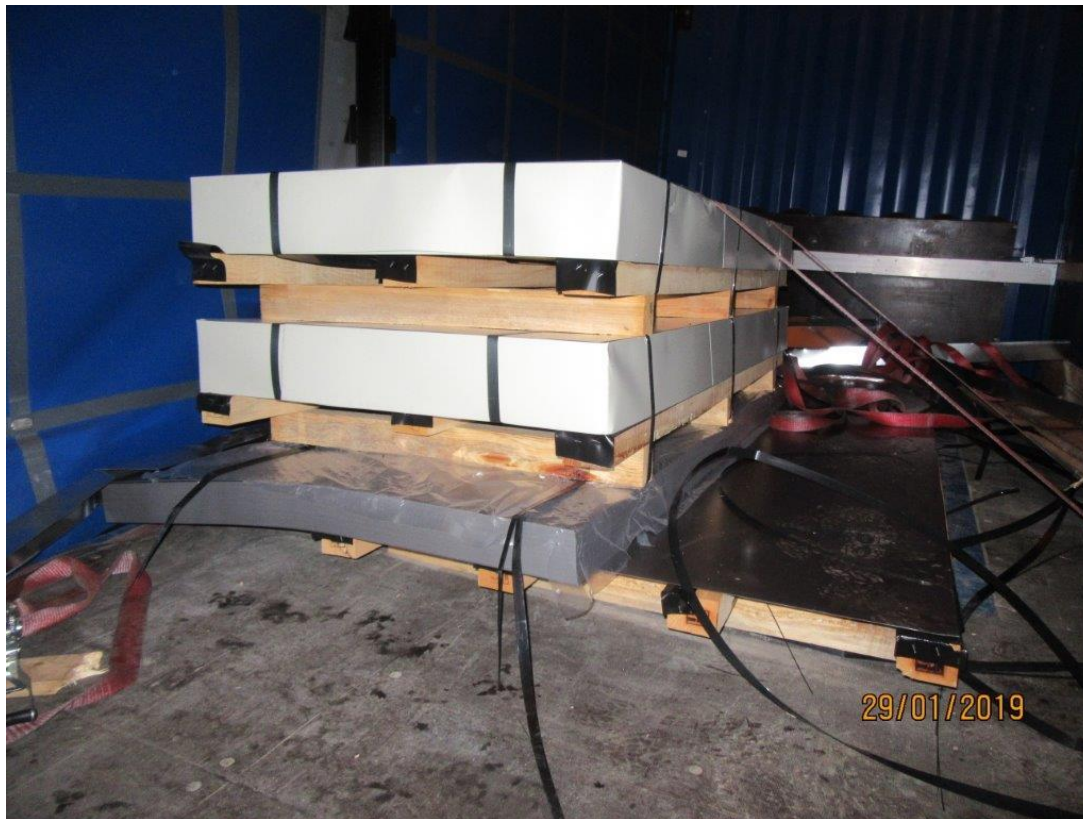


Battermann & Tillery Global Marine GmbH



Betrachtung eines Schadenfalls

Stahlbleche, Dicke 0,8 mm, ca. 2.500 kg pro Palette



Battermann & Tillery Global Marine GmbH



Betrachtung eines Schadenfalls

Stahlbleche, Dicke 0,8 mm, ca. 2.500 kg pro Palette



Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Betrachtung eines Schadenfalls

Stahlbleche, Dicke 0,8 mm, ca. 2.500 kg pro Palette



Battermann & Tillery Global Marine GmbH



Was war mangelhaft und was war ursächlich?

Mögliche Fehler sind:



Ladungssicherungsmangel

und / oder

Verpackungsmangel

Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Berechnung der Ladungssicherung

Grundlagen für alle Ansätze

Bremsbeschleun. LKW	0,8 x m x g	(CTU-Code oder DIN EN 12195-1)
Seitenbeschleun. See „C“	0,8 x m x g	(CTU-Code oder DIN EN 12195-1)
Masse / Palette (kg)	2.500 kg	(Durchschnitt)
Vorspannkraft Ratsche (TF)	500 daN	(Angabe in daN auf dem Etikett)
Kantenfaktor (k)	1,8	(max. anzunehmen für Kantenschoner)
Laschwinkel (α)	60°	(ausgerechnet aus den Maßen)
Formel für Niederzurrungen	$CS = n \times k \times TF \times \mu \times \sin(\alpha)$	

Berechnung der Ladungssicherung

Grundlagen jeder Ladungssicherung

Auftretende Kräfte müssen kleiner sein als die Reibung plus die sichernden Kräfte:

$$0,8 \times m \times g < m \times \mu \times g + n \times k \times TF \times \mu \times \sin(\alpha)$$

The equation is annotated with three downward-pointing arrows: a red arrow above the coefficient 0,8, and two green arrows above the terms $m \times \mu \times g$ and $n \times k \times TF \times \mu \times \sin(\alpha)$.

Berechnung der Ladungssicherung

1. Ansatz mit Reibungserhöhenden Maßnahmen ohne Verpackungsfehler

Formel:

$$0,8 \times m \times g < m \times \mu \times g + n \times k \times TF \times \mu \times \sin(\alpha)$$

Ansatz:

$$0,8 \times 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 < 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 0,6 \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 2 \times 1,8 \times 500 \text{ daN} \times 0,6 \times \sin(60^\circ)$$

$$5.886 \text{ daN} < 4414,5 \text{ daN} + 935,3 \text{ daN}$$

$$5.886 \text{ daN} < 5.349,8 \text{ daN}$$

FALSCH = Ladungssicherung nicht ausreichend (90%)

Notwendige Verbesserung der Ladungssicherung

1. Ansatz mit Reibungserhöhenden Maßnahmen ohne Verpackungsfehler

Formel:

$$0,8 \times m \times g < m \times \mu \times g + n \times k \times TF \times \mu \times \sin(\alpha)$$

Ansatz:

$$0,8 \times 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 < 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 0,6 \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 4 \times 1,8 \times 500 \text{ daN} \times 0,6 \times \sin(60^\circ)$$

$$5.886 \text{ daN} < 4414,5 \text{ daN} + 1.870,6 \text{ daN}$$

$$5.886 \text{ daN} < 6.285,1 \text{ daN}$$

Richtig = Ladungssicherung mit 4 Gurten ausreichend (106%)

Was war mangelhaft und was war ursächlich?

Mögliche Fehler sind:



Ladungssicherungsmangel

und / oder

Verpackungsmangel

Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Berechnung der Ladungssicherung

2. Ansatz ohne Reibungserhöhenden Maßnahmen ohne Verpackungsfehler

Formel:

$$0,8 \times m \times g < m \times \mu \times g + n \times k \times TF \times \mu \times \sin(\alpha)$$

Ansatz:

$$0,8 \times 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 < 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 0,3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 2 \times 1,8 \times 500 \text{ daN} \times 0,3 \times \sin(60^\circ)$$

$$5.886 \text{ daN} < 2.207,2 \text{ daN} + 467,6 \text{ daN}$$

$$5.886 \text{ daN} < 2.674,8 \text{ daN}$$

FALSCH = Ladungssicherung stärker nicht ausreichend (45%)

Notwendige Verbesserung der Ladungssicherung

2. Ansatz ohne Reibungserhöhenden Maßnahmen ohne Verpackungsfehler

Formel:

$$0,8 \times m \times g < m \times \mu \times g + n \times k \times TF \times \mu \times \sin(\alpha)$$

Ansatz:

$$0,8 \times 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 < 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 0,3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 16 \times 1,8 \times 500 \text{ daN} \times 0,3 \times \sin(60^\circ)$$

$$5.886 \text{ daN} < 2.207,2 \text{ daN} + 3.740,8 \text{ daN}$$

$$5.886 \text{ daN} < 5.948,0 \text{ daN}$$

Richtig = Ladungssicherung mit 16 Gurten ausreichend (101%)

Was war mangelhaft und was war ursächlich?

Mögliche Fehler sind:



Ladungssicherungsmangel

und / oder

Verpackungsmangel

Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Berechnung der Ladungssicherung

3. Ansatz mit Verpackungsfehler

Formel:

$$0,8 \times m \times g < m \times \mu \times g + n \times k \times TF \times \mu \times \sin(\alpha)$$

Ansatz:

$$0,8 \times 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 < 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 0,1 \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 2 \times 1,8 \times 500 \text{ daN} \times 0,1 \times \sin(60^\circ)$$

$$5.886 \text{ daN} < 735,7 \text{ daN} + 155,8 \text{ daN}$$

$$5.886 \text{ daN} < 891,5 \text{ daN}$$

FALSCH = Ladungssicherung noch stärker nicht ausreichend (15%)

Notwendige Verbesserung der Ladungssicherung

3. Ansatz mit Verpackungsfehler

Formel:

$$0,8 \times m \times g < m \times \mu \times g + n \times k \times TF \times \mu \times \sin(\alpha)$$

Ansatz:

$$0,8 \times 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 < 3 \times 2.500 \text{ kg} \times 0,1 \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 67 \times 1,8 \times 500 \text{ daN} \times 0,1 \times \sin(60^\circ)$$

$$5.886 \text{ daN} < 735,7 \text{ daN} + 5.222,1 \text{ daN}$$

$$5.886 \text{ daN} < 5.957,8 \text{ daN}$$

Richtig = Ladungssicherung mit 67 Gurten ausreichend (101%)

Vergleich der Ladungssicherungsrechnungen

1. Ansatz

- Hohe Reibung
- Kein Verpackungsmangel
- **Sicherung 90 %**
- **Notwendige Gurte 4**

2. Ansatz

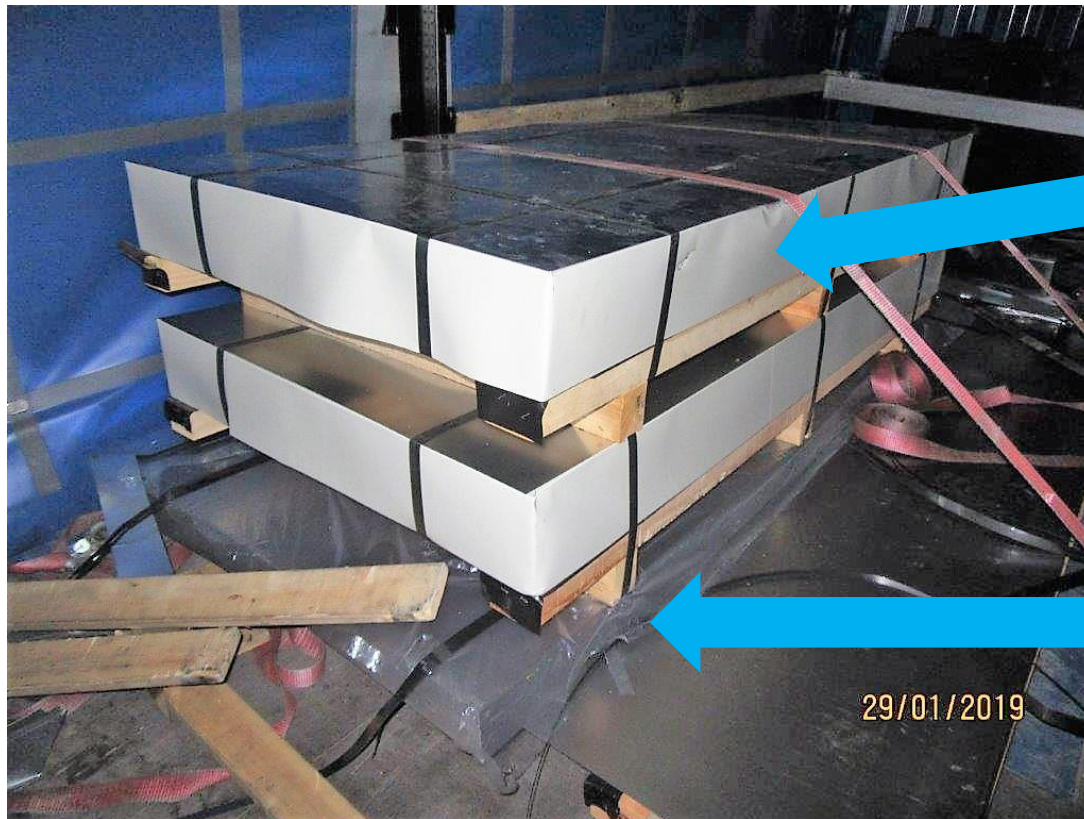
- normale Reibung
- Kein Verpackungsmangel
- **Sicherung 45 %**
- **Notwendige Gurte 16**

3. Ansatz

- Reibung unerheblich
- Verpackungsmangel (Reibung / Diagonale)
- **Sicherung 15 %**
- **Notwendige Gurte 67**

Beanspruchungsgerechte Verpackung

Was können Anzeichen für Mängel sein?



Wieso sind die oberen Paletten intakt?

Wieso haben die unteren Paletten den Zusammenhalt verloren?

Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Beanspruchungsgerechte Verpackung

Überlegungen zu den einzelnen Palettenlagen



Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Im Fall der maximal anzunehmenden Beschleunigung belastet der Lastüberschuss zwischen den auftretenden Kräften und der angebrachten Ladungssicherung die Verpackung.

Beanspruchungsgerechte Verpackung

Belastung der Verpackung obere Lage



Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Belastung der oberen Palette:

$$1.962 - (245,2 + 155,8) = 1.561,0 \text{ daN}$$

Beanspruchungsgerechte Verpackung

Belastung der Verpackung mittlere Lage



Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Belastung der mittleren Palette:

$$3.924 - (490,5 + 155,8) = 3.277,7 \text{ daN}$$

Beanspruchungsgerechte Verpackung

Belastung der Verpackung unterste Lage



Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Belastung der unteren Palette:

$$5.886 - (735,7 + 155,8) = 4.994,5 \text{ daN}$$

Beanspruchungsgerechte Verpackung

Vergleich der Belastung der Verpackung aller Lagen



Vergleich der Belastungen:

1.561,0 daN

3.277,7 daN

4.994,5 daN

Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Beanspruchungsgerechte Verpackung

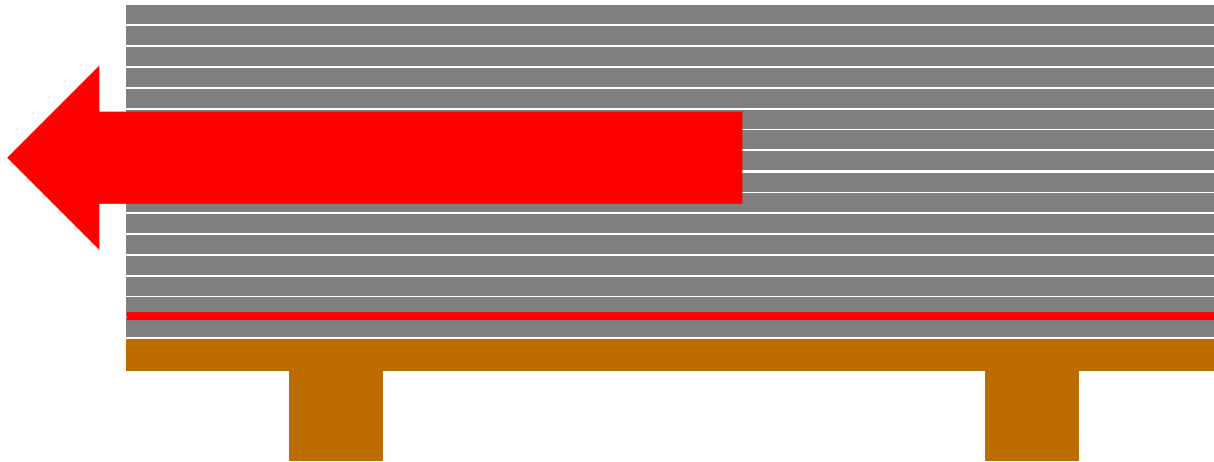
Wo entstehen diese Lasten in einer Verpackung?



Die beschleunigte Kraft entsteht in jeder einzelnen Platte.

Beanspruchungsgerechte Verpackung

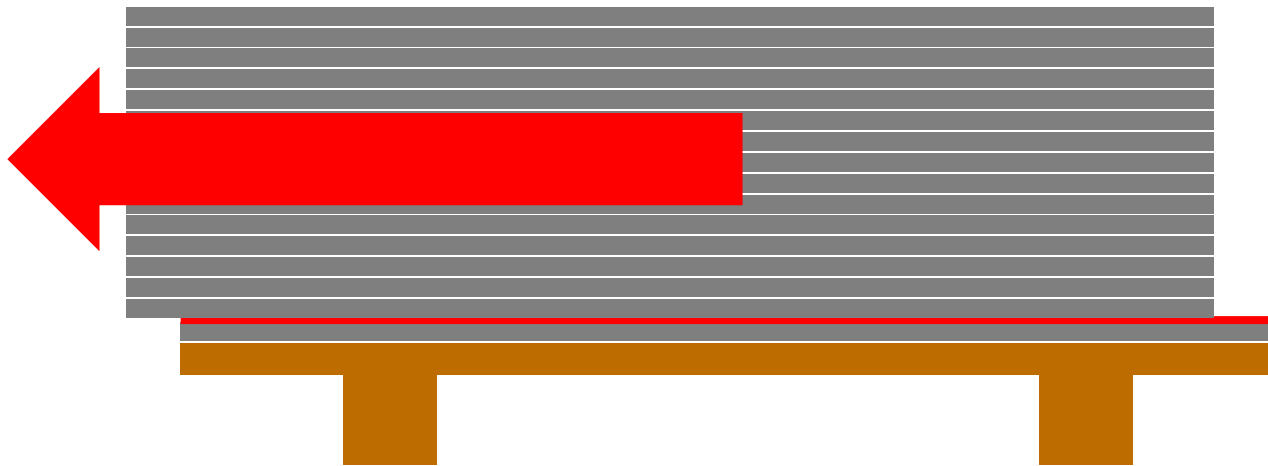
Wo entstehen diese Lasten in einer Verpackung?



Der höchste Belastungsunterschied zwischen auftretenden Lasten und Reibung liegt zwischen dem untersten Blech und allen darüber liegenden Blechen.

Beanspruchungsgerechte Verpackung

Wo entstehen diese Lasten in einer Verpackung?



Der höchste Belastungsunterschied zwischen auftretenden Lasten und Reibung liegt zwischen dem untersten Blech und allen darüber liegenden Blechen.

Beanspruchungsgerechte Verpackung

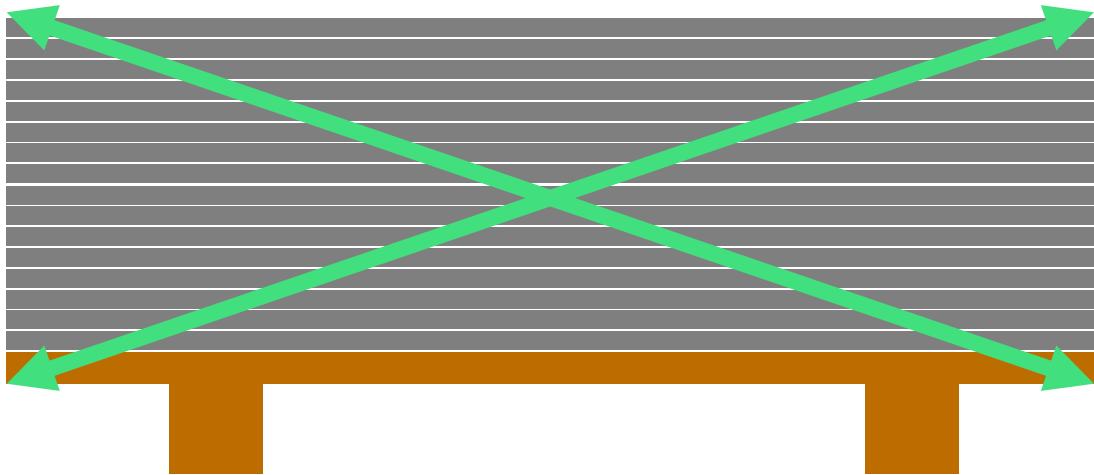
Wo entstehen diese Lasten in einer Verpackung?



Die Realität zeigt hier exakt den theoretischen Ansatz.

Beanspruchungsgerechte Verpackung

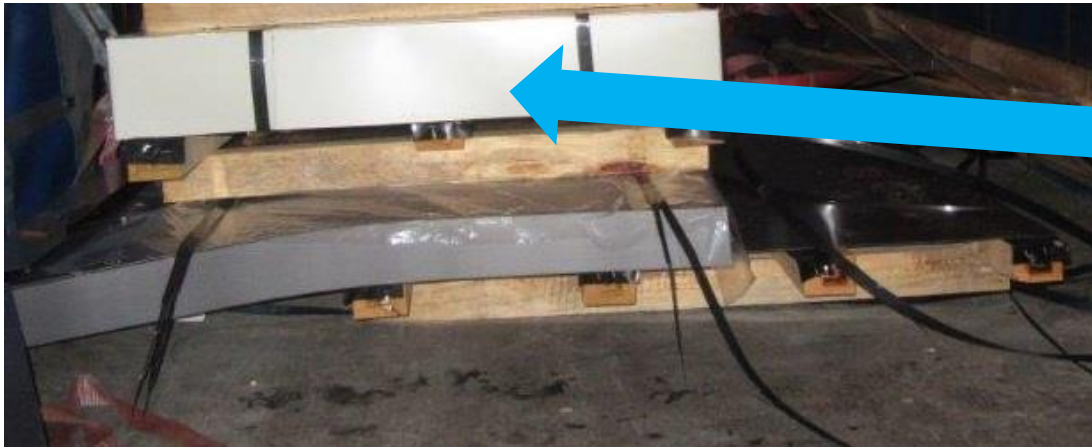
Wo müssten diese Lasten in einer Verpackung aufgenommen werden?



Um ein Teleskopieren einer verpackten Ware zu verhindern, ist eine ausreichend feste Diagonalversteifung notwendig.

Beanspruchungsgerechte Verpackung

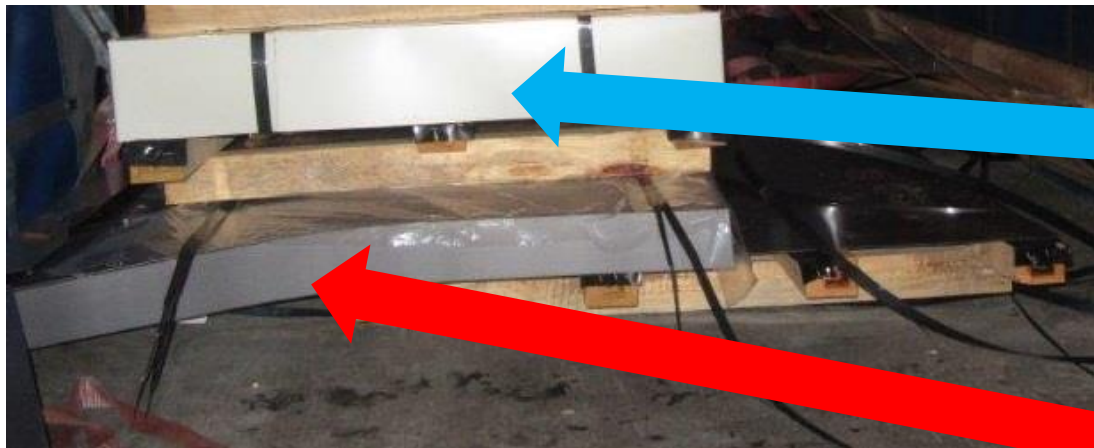
Wo müssten diese Lasten in einer Verpackung aufgenommen werden?



Die hier gezeigte Verpackung zeigt eine Diagonalversteifung durch einschlagen in ein umlaufendes Einschlagblech.

Beanspruchungsgerechte Verpackung

Wo müssten diese Lasten in einer Verpackung aufgenommen werden?



Die hier gezeigte Verpackung zeigt eine Diagonalversteifung durch einschlagen in ein umlaufendes Einschlagblech.

Wird die Last für die Verpackung zu hoch verliert sie ihren Zusammenhalt.

Beanspruchungsgerechte Verpackung

Was kann man aus diesem Fall mitnehmen?



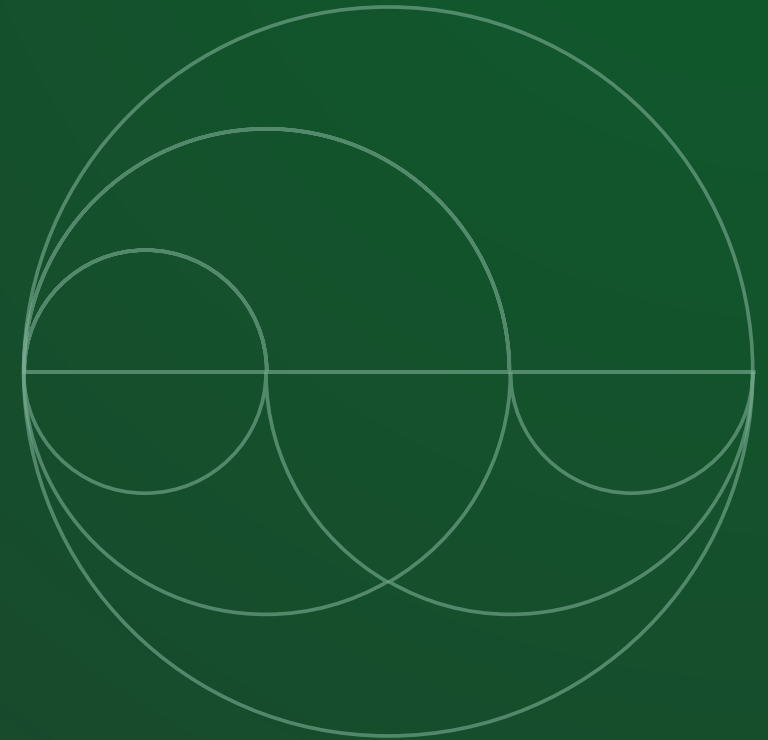
Battermann & Tillery Global Marine GmbH

Eine Art der Verpackung kann auf dem selben Transportweg im gleichen Transportmittel beanspruchungsgerecht sein und gleichzeitig nicht beanspruchungsgerecht sein.

**Glück hat nur derjenige,
der weiß, wie viel er dem
Zufall überlassen darf.**

Zitat aus den Romanen von C.S. Forester

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Wilhelmstraße 43 / 43G
10117 Berlin
T: 030-2020 5000
F: 030-2020 6000
E: berlin@gdv.de

Rue du Champ de Mars 23
B - 1050 Brüssel
T: 0032-2-2 82 47 30
F: 0049-30-2020 6140
E: bruessel@gdv.de

www.gdv.de
www.DieVERSICHERER.de
facebook.com/DieVERSICHERER.de
X: @gdv_de
www.youtube.com/user/GDVBerlin