

Begriffe und Erläuterungen

Zeichen	Benennung	Erläuterung
F_G [daN]	Gewichtskraft	1 daN entspricht etwa 1 kg
F_l [daN]	Massenkraft in Längsrichtung	wirkt beim Bremsen bzw. Beschleunigen
F_q [daN]	Massenkraft in Querrichtung	wirkt bei Kurvenfahrten bzw. Ausweichen
A [m/s ²]	Beschleunigung	Änderung von Betrag bzw. Richtung der Massenkraft
C	Beschleunigungsbeiwert	Wert zur Bestimmung der Beschleunigung
F_F [daN]	Reibungskraft (Friction Force)	wirkt als Widerstandskraft gegen Bewegung

ID 020607

3




Begriffe und Erläuterungen

Zeichen	Benennung	Erläuterung
μ	Reibbeiwert	Wert zur Bestimmung der Reibung
F_S [daN]	Verbleibende Sicherungskraft	Widerstandskraft, die zusätzlich zur Reibungskraft aufzubringen ist, um die Ladung zu sichern
F_B [daN]	Blockierkraft	durch die Blockiereinrichtung aufzunehmende Kraft
F_r [daN]	Rückhaltekraft	durch die Rückhalteeinrichtung aufzunehmende Kraft
F_v [daN]	Vorspannkraft	durch Spannelement in ein Zurrmittel eingeleitete Kraft

ID 020608

4

Im Fahrbetrieb wirkende Kräfte

Zulässige Gesamtmasse →	 zGM ≤ 2,0 t	 zGM von > 2,0 t bis ≤ 3,5 t	 zGM > 3,5 t
↓ Massenkräfte			
In Fahrtrichtung	0,9 F _G	0,8 F _G	0,8 F _G
Entgegen der Fahrtrichtung	0,5 F _G	0,5 F _G	0,5 F _G
In Querrichtung	0,7 F _G	0,6 F _G	0,5 F _G

Quelle: VDI 2700 Blatt 16

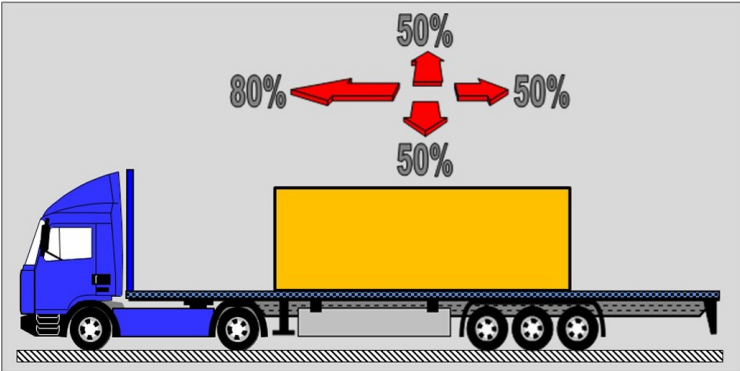
Die höheren Werte für Fahrzeuge mit einer zGM ≤ 3,5 t begründen sich aus der Fahrdynamik dieser Fahrzeuge und entstammen der Richtlinie VDI 2700 Blatt 16.

ID 020609

5

Im Fahrbetrieb wirkende Kräfte

Die Art des Transportfahrzeugs bestimmt die Größe der auf die Ladung wirkenden Kräfte.



Quelle: Verlag Günter Hendrichs

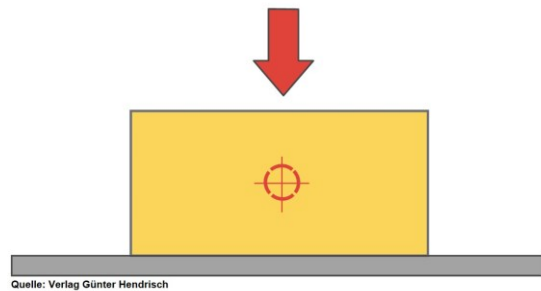
ID 000703

6

Die Gewichtskraft

Die Gewichtskraft ist die Kraft, mit der eine Masse (Ladung) aufgrund der Erdanziehungskraft auf die Ladefläche drückt.

Die Gewichtskraft von 1 daN (DekaNewton) entspricht der Ladungsmasse von 1 kg.



ID 020351

7

Die Massenkraft „Fliehkraft“

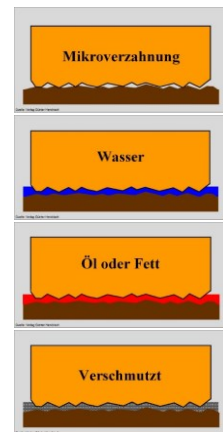
- Die Massenkraft bezeichnet das Bestreben einer Masse (Ladung), sich jeder Änderung ihres Bewegungszustandes zu widersetzen.
- Die Ladung möchte die aktuelle Bewegungsrichtung und den Bewegungszustand (Geschwindigkeit) beibehalten.
- Will man das ändern, muss man eine Kraft aufbringen. In der Ladungssicherung wird diese Kraft durch den Fahrzeugaufbau oder die Zurrmittel vom Fahrzeug auf die Ladung übertragen.

ID 020353a

8

Die Reibungskraft

- Die Reibungskraft wirkt einer Ladungsverschiebung entgegen.
- Entscheidend ist der Reibbeiwert μ .
- Je rauer Oberflächen sind, desto stärker wirkt die Reibungskraft.
- Ladungsgewicht und Größe der Auflagefläche sind relativ unwichtig.
- Entscheidend ist, ob eine Oberfläche trocken, nass, ölig, fettig oder schmutzig ist.



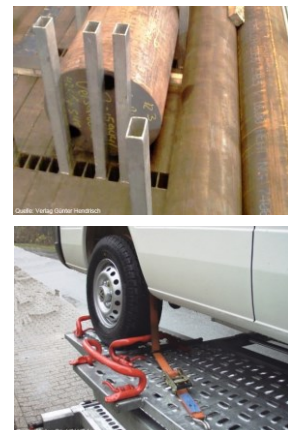
ID 020610

9

Die Sicherungskraft

Die Sicherungskraft ist erforderlich, um die Ladung in Position zu halten, wenn sie aufgrund der Massenkraft auf der Ladefläche ins Rutschen kommt.

Die Sicherungskraft muss durch den Fahrzeugaufbau oder von den Sicherungsmitteln aufgebracht werden.

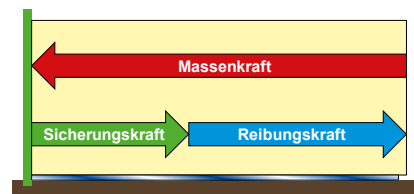
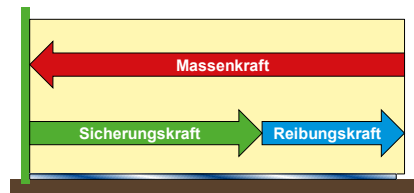
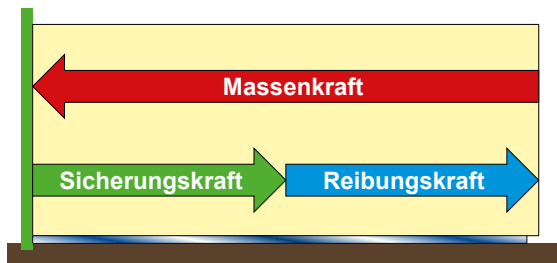


ID 020611

10

Prinzip der Ladungssicherung

Die Ladung ist gesichert, wenn die Reibungskraft und die Sicherungskraft zusammen mindestens so groß sind wie die Massenkraft.



ID 020612

11

Der Reibbeiwert μ

- Es findet eine „**Mikroverzahnung**“ zwischen der Ladung und der Ladefläche statt, die stärker wird, je rauer die Oberflächen sind.
- Die Intensität der Mikroverzahnung bestimmt den Reibbeiwert.
- Ein Reibbeiwert von $\mu = 0,3$ entspricht einer Ladungssicherung von 30 %.



ID 020613

12



Reibbeiwerte verwendeter Ladungsträger

Materialpaarung: Ladungsträger/Ladefläche:	Empfohlener Reibbeiwert μ		
	Siebdruckboden	Metallboden	Quelle
Mehrweg-Holzpalette	$\mu \approx 0,30$	$\mu \approx 0,25$	DEKRA
Einweg-Holzpalette	$\mu \approx 0,45$	$\mu \approx 0,30$	Fraunhofer IML
PP-Kunststoffpalette	$\mu \approx 0,20$	$\mu \approx 0,15$	DIN EN 12195-1
Metall-Gitterboxpalette	$\mu \approx 0,25$	$\mu \approx 0,35$	VDI 2700 Blatt 2
Stahlkiste	$\mu \approx 0,45$	$\mu \approx 0,20$	DIN EN 12195-1
Rutschhemmendes Material	$\mu \approx 0,60$	$\mu \approx 0,60$	Herstellerangaben

Die Angaben dienen nur als grober Anhalt und können im Einzelfall differieren.

ID 020614

13



Reibbeiwerte von Holzprodukten

Materialpaarung: Holz-Ladegut/Ladefläche:	Empfohlener Reibbeiwert μ		
	Siebdruckboden	Stahlboden	Quelle
Schnittholz	$\mu \approx 0,45$	$\mu \approx 0,30$	DIN EN 12195-1
Hobelholz	$\mu \approx 0,30$	$\mu \approx 0,20$	DIN EN 12195-1
Holzpakete-Schnittholz auf Unterleggehölzern		$\mu \approx 0,40$	DEKRA Lübeck
Holzpakete-Hobelholz auf Unterleggehölzern		$\mu \approx 0,40$	DEKRA Lübeck
Holzpakete, einfoliert auf Unterleggehölzern		$\mu \approx 0,40$	DEKRA Lübeck
Leimbinder zur Duo-Plast Folie, Innenseite		$\mu \approx 0,60$	Folienhersteller

Die Angaben dienen nur als grober Anhalt und können im Einzelfall differieren.

ID 020615

14

Reibbeiwerte verwendeter Stahlprodukten

Materialpaarung:	Empfohlener Reibbeiwert μ	Quelle
Betonstahlmatte auf Betonstahlmatte	$\mu \approx 0,20$	VDI 2700 Blatt 11
Betonstahlmatte auf Unterlegholz	$\mu \approx 0,20$	VDI 2700 Blatt 11
Stahlblech auf Stahlblech (trocken)	$\mu \approx 0,20$	TÜV Nord
Stahlblech auf Stahlblech (nass)	$\mu \approx 0,15$	TÜV Nord
Stahlblech, lackiert auf Weichholz	$\mu \approx 0,35$	FLOG Dortmund
Stahlblech, verzinkt auf Weichholz	$\mu \approx 0,30$	FLOG Dortmund
Drahtbund auf Siebdruckladefläche	$\mu \approx 0,20$	TKU-LOG Dresden

Die Angaben dienen nur als grober Anhalt und können im Einzelfall differieren.

ID 020616

15

Fazit zum Reibbeiwert

- Die Einschätzung des im Einzelfall vorliegenden Reibbeiwertes ist die Grundbedingung für eine Berechnung der erforderlichen Maßnahmen zur Ladungssicherung.
- Die exakte Bestimmung dieses Wertes ist allerdings nur durch einen Versuch möglich und daher praxisfremd.
- Die Werte aus den gezeigten Tabellen können als empfohlener Reibbeiwert angenommen werden, beinhalten aber im Einzelfall bedingte Abweichungen.

ID 020617

16

Fazit zu den Kräften

Die wichtigste Kraft ist die Reinigungskraft!

**Weiter geht es
mit den Grundlagen
der Be- und Entladung >>>**



Quelle: Verlag Günter Hendrich

ID 020618

17

Grundlagen der Be- und Entladung

- Der Gesetzgeber bestimmt das Ziel der Ladungssicherung.
- Die „Anerkannten Regeln der Technik“ beschreiben verschiedene Möglichkeiten, dieses Ziel zu erreichen.
- Der Anwender entscheidet, welche dieser Möglichkeiten er im Einzelfall einsetzt. Zum Beispiel:
 - Formschlüssige Sicherung (Blockieren)
 - Kraftschlüssige Sicherung (Niederzurren)
 - Schlingenzurren
 - Diagonalzurren

ID 020619

18

Formschlüssige Sicherung

- Formschlüssige Beladung bedeutet, dass die Ladung die Ladefläche vollständig ausfüllt und direkt am Fahrzeugaufbau anliegt.
- Formschlüssige Ladungssicherung bezeichnet das Blockieren der Ladung durch Einrichtungen oder Hilfsmittel
- Entscheidend ist die Festigkeit des Fahrzeugaufbaus ► **siehe LE 7** und die Blockierkraft BC (Blocking Capacity) der Einrichtungen und Hilfsmittel ► **siehe LE 9**

ID 020620

19

Formschlüssige Beladung

Sicherungsprinzip:

Der Fahrzeugaufbau (hier z. B. ein Kofferaufbau) muss in der Lage sein, die erforderlichen Sicherungskräfte aufnehmen zu können.

Der Fahrzeugaufbau sichert die Ladung.



ID 020621

20

Formschlüssige Ladungssicherung

Sicherungsprinzip:

Der Fahrzeugaufbau und die Hilfsmittel zur Ladungssicherung (hier z. B. Sperrbalken) müssen die erforderlichen Sicherungskräfte aufnehmen können.

Der Fahrzeugaufbau und die Hilfsmittel sichern die Ladung.

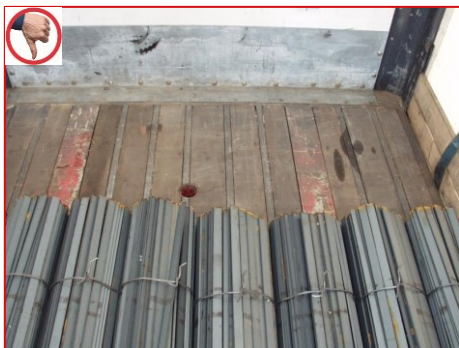


ID 020622

21

Unzulässige Ladelücken

Ladelücken geben der Ladung den Platz, um sich zu bewegen – und das oft mit dramatischer Auswirkung.



ID 020623

22

Ergebnis einer Vollbremsung aus etwa 30 km/h

In Fahrtrichtung bestand eine Ladelücke von 1,5 m.
Alle 10 angelegten Zurrgurte wurden zerschnitten.



ID 020624

23

Ladelücken sollen immer abgesichert sein

Ladelücken können zum Beispiel durch füllende Hilfsmittel (hier z.B. Airbags) abgesichert werden.

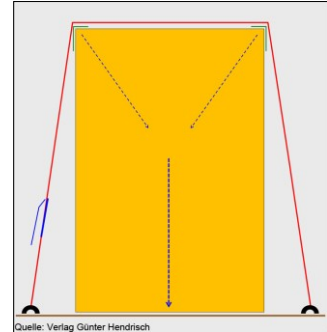
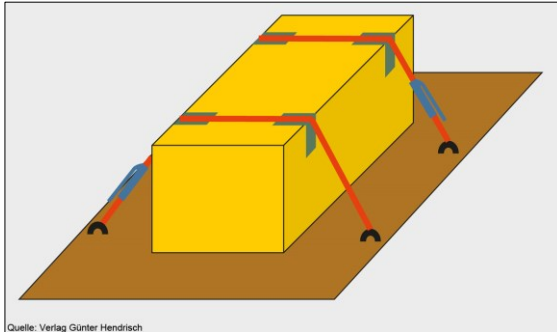


ID 020625

24

Kraftschlüssige Sicherung (Niederzurren)

Beim Niederzurren erhöhen die Zurrmittel die Reibung.
Entscheidend ist die S_{TF} (Standard Tension Force) der Ratsche ► **siehe LE9**



ID 020626

25

Sicherungsprinzip

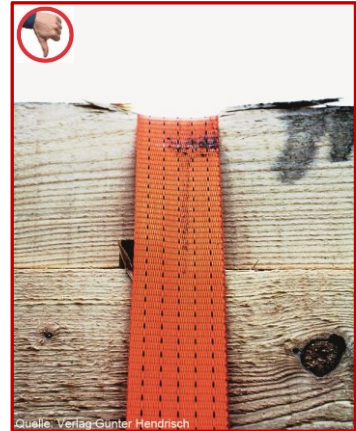
- Beim Niederzurren wird die Ladung durch den Druck der angespannten Zurrmittel auf die Ladefläche gepresst.
- Dadurch wird die Reibungskraft zwischen der Ladung und der Ladefläche erhöht.
- Die erhöhte Reibungskraft bewirkt einen besseren Halt der Ladung.
- **Niederzurren ist die häufigste Sicherungsart, wird aber oft falsch angewendet.**

ID 020627

26

Viele Ladungen sind empfindlich

Diese Ladung kann dem Druck nicht standhalten.



ID 020628

27

Wirkungsloses Niederzurren

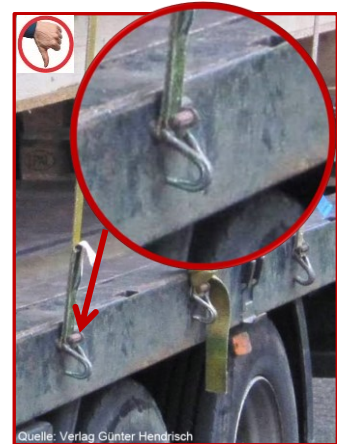


Das ist gefährlich; die Sicherung ist unwirksam!

ID 020629

28

Gefährlicher Leichtsinn, von der Polizei gestoppt



ID 020630

29

Man kann es natürlich auch richtig machen



Formschluss in Fahrtrichtung
plus
Antirutschmatten
plus
Niederzurren
ergibt
ausreichende Ladungssicherung

ID 020631

30

Schlingenzurren

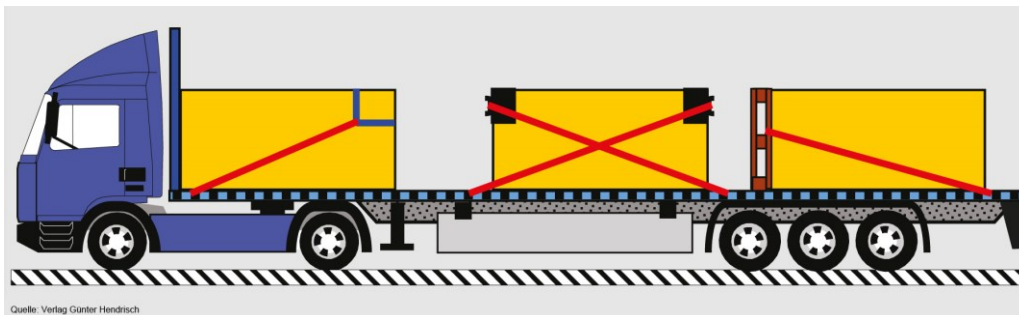
- Beim Schlingenzurren halten die Zurrmittel die Ladung, hier ist die LC (Lashing Capacity) des Zurrmittels entscheidend ► **siehe LE 9.**
- Die Kopfschlinge dient als „Stirnwandersatz“, falls die Ladung z. B. wegen der Lastverteilung nicht an die Stirnwand geladen wurde.
- Die Seitenschlinge dient als „Bordwandersatz“, falls die Ladung seitlich nicht direkt gegen die Bordwand geladen wurde.
- **Schlingenzurren wird nur selten angewendet, ist allerdings eine sehr effektive Sicherungsart.**

ID 020632

31

Die Kopfschlinge

Eine Kopfschlinge kann auf verschiedene Arten angelegt werden.



Die Kopfschlinge sichert die Ladung nur in Fahrzeuginnenrichtung, die seitliche Ladungssicherung hat gesondert zu erfolgen.

ID 020633

32

Beispiele für eine Kopfschlinge

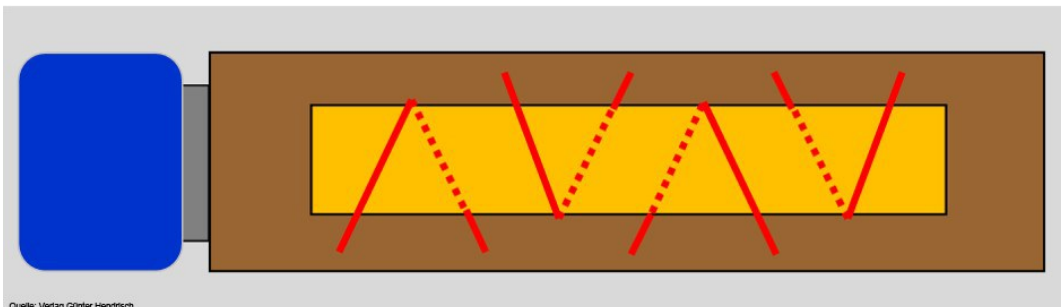


ID 020634

33

Die Seitenschlinge

Bei der Seitenschlinge wird das Zurrmittel um das Ladegut gelegt.

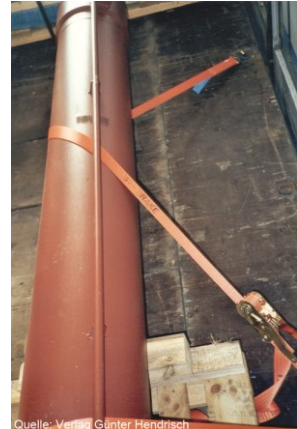


Die Seitenschlinge sichert die Ladung nur in Fahrzeugquerrichtung, die Ladungssicherung in Längsrichtung muss gesondert zu erfolgen.

ID 020635

34

Beispiele für eine Seitenschlinge



ID 020636

35

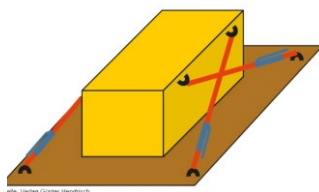
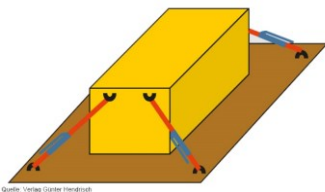
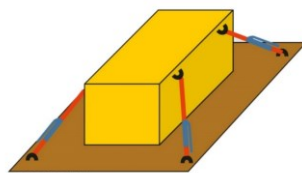
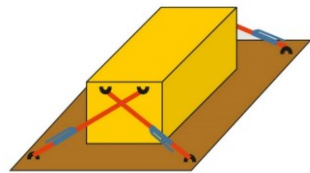
Diagonalzurren

- Beim Diagonalzurren halten die Zurrmittel die Ladung, hier ist die LC (Lashing Capacity) des Zurrmittels entscheidend ► **siehe LE 9.**
- Beim Diagonalzurren sind immer vier Zurrmittel erforderlich, wobei jedes Zurrmittel anteilig in Längs- und Querrichtung sichert.
- Neben der LC der Zurrmittel sind auch die Zurrwinkel, in denen die Zurrmittel gespannt wurden, entscheidend.
- **Diagonalzurren wird überwiegend angewendet, um schwere Bauteile oder Maschinen zu sichern.**

ID 0

36

Diagonalzurren



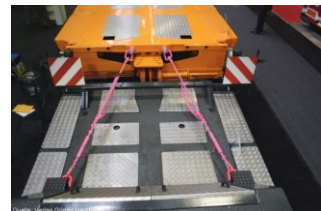
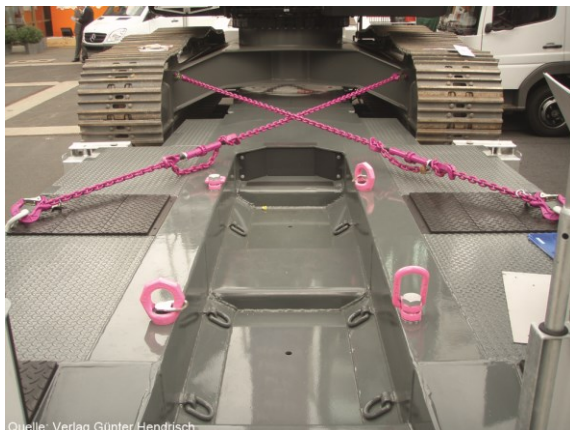
Beim Diagonalzurren halten die Zurrmittel die Ladung fest.

Hier ist die LC (Lashing Capacity) des Zurrmittels entscheidend
► **siehe LE 9.**

ID 020638

37

Beispiele für Diagonalzurren



ID 020639

38

Kombination der Methoden

- Die kombinierte Ladungssicherung ist oft die einfachste und beste Art, die Ladung zu sichern.
- Hierbei werden die Elemente der formschlüssigen Ladungssicherung und der kraftschlüssigen Ladungssicherung so zusammen eingesetzt, dass sie sich in ihrer Wirkung ergänzen.
- **Die kombinierte Ladungssicherung bietet die Möglichkeit, die Vorteile verschiedener Sicherungsmethoden gleichzeitig zu nutzen.**

ID 020640

39

Beispiele für Kombination der Methoden

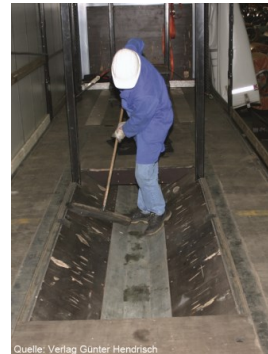


ID 020641

40

Praxisvorschlag

Der Einsatz von rutschhemmenden Materialien, z. B. Antirutschmatten mit einem Reibbeiwert von $\mu = 0,6$ auf einer besenreinen Ladefläche, wird als Basis der Ladungssicherung allgemein anerkannt.



ID 020642