

Arbeitssicherheit und Ladungssicherung stehen in direktem Zusammenhang. Um Ladungen sichern zu können, müssen diese so konditioniert werden, dass eine Verladung auch technisch umsetzbar ist.



Abb. 2.1: Unfallübung für Rettungskräfte. Foto: LaSiSe Selm

Üblich ist daher im Bereich der Verladung das Arbeiten mit Flurförderzeugen und Krananlagen. Die tätigen Personen müssen neben einer fundierten Ausbildung im Bereich Flurfördergeräte auch den Umgang mit Hebemitteln kennen und über einen Befähigungsnachweis gem. §7 ArbSchG verfügen. Kranabstürze infolge von unsachgemäßem Umgang und Unerfahrenheit sind für Unfälle im Arbeitseinsatz häufig anzutreffen.

2.1 § 5 ArbSchG – Beurteilung der Arbeitsbedingungen

(1) Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.

(2) Der Arbeitgeber hat die Beurteilung je nach Art der Tätigkeiten vorzunehmen.

Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend.

(3) Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch:

1. die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes,
2. physikalische, chemische und biologische Einwirkungen,
3. die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Arbeitsstoffen, Maschinen, Geräten und Anlagen sowie den Umgang damit,
4. die Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren, Arbeitsabläufen und Arbeitszeit und deren Zusammenwirken,

5. unzureichende Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten,

6. psychische Belastungen bei der Arbeit.

2.2 § 7 ArbSchG – Übertragung von Aufgaben

Bei der Übertragung von Aufgaben auf Beschäftigte hat der Arbeitgeber je nach Art der Tätigkeiten zu berücksichtigen, ob die Beschäftigten befähigt sind, die für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Aufgabenerfüllung zu beachtenden Bestimmungen und Maßnahmen einzuhalten.

So ist z. B. ein Befähigungsnachweis für das Thema Ladungssicherung nach VDI 2700a erforderlich!

2.3 § 12 ArbSchG – Unterweisung

(1) Der Arbeitgeber hat die Beschäftigten über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit während ihrer Arbeitszeit ausreichend und angemessen zu unterweisen.

Die Unterweisung umfasst Anweisungen und Erläuterungen, die eigens auf den Arbeitsplatz oder den Aufgabenbereich der Beschäftigten ausgerichtet sind.

Die Unterweisung muss bei der Einstellung, bei Veränderungen im Aufgabenbereich, der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie vor Aufnahme der Tätigkeit der Beschäftigten erfolgen.

Die Unterweisung muss an die Gefährdungsentwicklung angepasst sein und erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden.



Abb. 2.2: Wechselbrücke Fass herausfallend.

7.1 Prüfung von Verpackungen (Gefahrgut und Nicht-Gefahrgut)

Die Prüfungen von Verpackungen sind bei Nicht-Gefahrgütern sehr allgemein geregelt. So sind auf der Basis des § 411 HGB die Anforderungen so dargestellt, dass eine Verpackung so gestaltet sein muss, wie deren Natur dies erfordert (siehe auch Kapitel 1 – Recht). Das bedeutet, dass der Inverkehrbringer von Verpackungen die Verpackung weitestgehend frei gestalten kann – Hauptsache diese hält den Transport-, Lager- und Klimabelastungen stand.

Betrachtet man jedoch Gefahrgutverpackungen, so unterliegen diese klaren Regularien aus dem ADR / RID / IMDG-Code, Kapitel 6.

Was sind die Risiken?



Abb. 7.1: Verunfallte PE-Fässer mit Umweltschaden.

Auszug aus 6.1.1.4 GGVSEB

Die Verpackungen müssen nach einem von der zuständigen Behörde als zufriedenstellend erachteten Qualitätssicherungsprogramm hergestellt, rekonditioniert und geprüft sein, um sicherzustellen, dass jede Verpackung den Vorschriften dieses Kapitels entspricht.

Bemerkung

Die Norm ISO 16106:2006 „Verpackung – Verpackungen zur Beförderung gefährlicher Güter – Gefahrgutverpackungen, Großpackmittel (IBC) und Großverpackungen – Leitfaden für die Anwendung der ISO 9001“ enthält zufriedenstellende Leitlinien für Verfahren, die angewendet werden dürfen.

Die folgenden Ziffern sind für die Verpackungsart zu verwenden (6.1.2.5):

- 1 Fass
- 2 (bleibt offen)
- 3 Kanister
- 4 Kiste
- 5 Sack
- 6 Kombinationsverpackung
- 7 (bleibt offen)
- 0 Feinstblechverpackung

Die folgenden Großbuchstaben sind für die Werkstoffart zu verwenden (6.1.2.6):

- | | |
|-----------------------------|--|
| A Stahl (alle Typen) | H Kunststoff |
| B Aluminium | L Textilgewebe |
| C Naturholz | M Papier, mehrlagig |
| D Sperrholz | N Metall (außer Stahl oder Aluminium) |
| F Holzfaserwerkstoff | P Glas, Porzellan oder Steinzeug |
| G Pappe | |

7.1.1 Anforderungen an Verpackungen (Beispiel Fassverpackungen)



Abb. 7.2: Beschreibung der Prüfbelastungen.

Testbeschreibung Lagerung und Werkstoffverträglichkeit:

Anzahl der Prüfmuster:	alle für die Prüfung vorgesehenen Muster
Prüfmedium:	verschiedene Standard-Prüfflüssigkeiten
Temperatur:	40 °C
Verweildauer:	21 Tage
Position:	beginnend auf den Verschlüssen gelagert über 24 h
Kriterien für das Bestehen:	keine offensichtlichen Undichtigkeiten



Abb. 7.3: Klimakammer zum Testen von Verpackungen. Foto: Mauser Packaging



Abb. 7.36: Kreisfahrt mit Stützachse



Abb. 7.37: Kreisfahrt ohne Stützachse

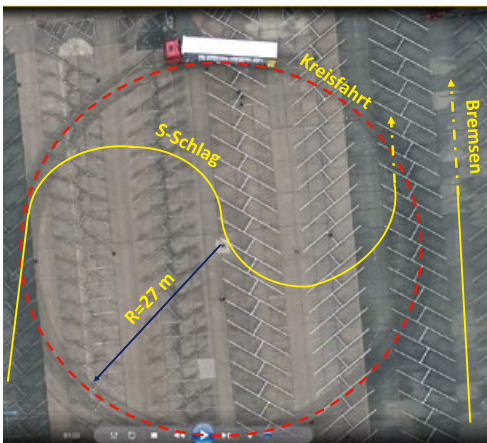


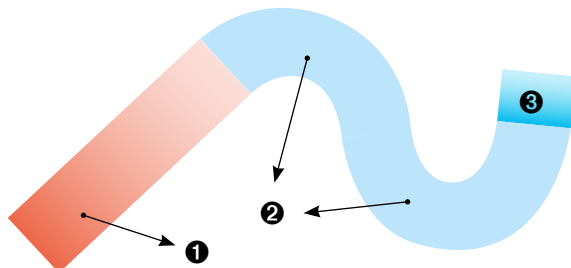
Abb. 7.38: Kreisfahrt und Ausweichen, Ansicht aus ca. 50 m Höhe.

Anforderung nach DIN EN 12642 Anhang B 5.3/Spurwechsel auf max. Fahrbahnbreite 6 m/„Vorversuche“

Anforderung nach DIN EN 12642 Anhang B.5.3.2 Fahrversuch

Wurden die Kreisein- und Kreisausfahrtversuche erfolgreich absolviert, erfolgt ein Spurwechseltest als Abschlussuntersuchung. Hierbei wird auf zwei gegenläufigen, ineinander übergehenden Kreisbahnen (Radius wie oben) eine Rechtsbogenkreiseinfahrt mit konstanter Geschwindigkeit und sofort folgend eine Linksbogenkreiseinfahrt durchgeführt. Bei diesem Manöver muss bei jeder Bogenfahrt eine Querbeschleunigung von mindestens 0,5 g auftreten.

Bei Kreisausfahrt wird eine Vollbremsung mit einer Längsverzögerung $> 0,6 g$ durchgeführt. Das Sicherungsmittel oder die seitliche Laderaumbegrenzung muss dabei die dynamische Ladegutbewegung aufnehmen.



- ① Beschleunigungsstrecke zur Erzielung einer Geschwindigkeit von 30 km/h bis 40 km/h
- ② Kurvenradien wie bei Kreiseinfahrtprüfung
- ③ Vollbremsung bei Kurvenausfahrt

Abb. 7.39: Fahrdynamische Untersuchung gemäß DIN EN 12642 Anhang B 5.3.2. Quelle: DIN EN 12642



Ein Video zur fahrdynamischen Prüfung mit Kreisfahrt und Ausweichen finden Sie unter diesem QR-Code.

Fahrzeugspezifische Besonderheiten zu den anzunehmenden Beschleunigungskräften beim Bremsen mit moderner Technologie

Bei Standard-Schiebewandfahrzeugen (3-Achs-Auflieger), gezogen von einer 2-Achs-Zugmaschine, ist festzustellen, dass diese Fahrzeuge mit ihrem ABS bereits heute bei ca. $7,8 \text{ m/s}^2$ oder weniger abregeln. Die normativ genannten 8 m/s^2 werden daher durch die genannten sicherheitstechnischen Einrichtungen und die damit verbundenen Regelmechanismen nur noch sehr selten erreicht. Das Erreichen von hohen Verzögerungskräften ist bei entsprechend hohen Asphaltemperaturen und trockenem Untergrund nach mehrmaligem Einbremsen möglich. Sofern das technische Equipment vorhanden ist, kann auch eine externe Bremshilfe, z. B. ein Bremsseil, Verwendung finden.

Bei Kurvenfahrten werden über die heute am Markt verwendete Technik der ESP-Systeme (Elektronisches Stabilitätsprogramm) die 5 m/s^2 erreicht. Das ESP regelt bei ca. 4,3 bis $4,8 \text{ m/s}^2$ ab.

Die fahrzeugspezifische Bremsleistung ist zu ermitteln. Ist dies nicht möglich, muss zumindest rechnerisch mit einer Bremsverzögerung von 8 m/s^2 kalkuliert werden. Das gilt auch für die Prüfungen quer und entgegengesetzt zur Fahrtrichtung.

7.3.2 Fahrdynamische Untersuchungen mit „rollendem“ Prüflabor (LLS)

Eine Vision unseres EUROSAFE-Partners in Österreich, Dipl.-Ing. Gerald Rieger, war es, fahrdynamische Untersuchungen um das Aufgabenfeld der Ladeeinheiten-Stabilitätsprüfung zu erweitern. Wir von der EUROSAFE GmbH haben dies im Rahmen unserer Forschungsaktivitäten mit der TU Darmstadt nach Kräften unterstützt. Mit dem LLS (Load & Lash Stability Prüf- und Messsystem) konnten bereits erste fahrdynamische Untersuchungen für die Industrie erfolgreich absolviert werden.



Abb. 7.40: Rollendes Prüflabor LLS.

Quelle: www.sv-transport.at

Technologie des LLS-Systems

- effektive Messbühnenfläche: $1.500 \times 1.500 \text{ mm}$
- Messbereich: $0 - 10.000 \text{ daN}$
- Reproduzierbarkeit: $\pm 10 \text{ daN}$



Ein Video zur Funktion von Dehnhauben finden Sie unter diesem QR-Code.

Dehnhauben bestehen aus Polyethylen (PE) und sind mit Additiven versetzt, die eine Dehnung durch Krafteinwirkung ermöglichen. Dabei wird nach dem Überziehen eine zuvor im Deckenbereich abgeschweißte Dehnhaube vertikal über einen Palettenstapel gezogen. Die 4 Greifarme ziehen sich anschließend aus dem nun vorhandenen Foliensack heraus, und die Folie wirkt über die entstandenen Rückstellkräfte.



Abb. 8.13: Neigungsprüfung mit Dehnhauben.
Foto: Trioworld Nyborg A/S

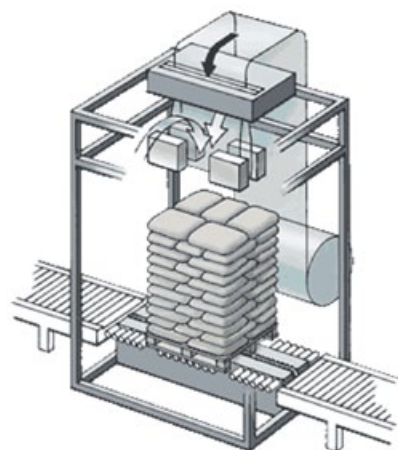


Abb. 8.14: Funktion einer Dehnhauben-Anlage.
Bild: Trioworld Nyborg A/S

In EUROSAFE-Fahrversuchen zeigte sich, dass in Fahrtrichtung bei einer formschlüssigen Verladung gute Ergebnisse erzielt worden sind. Sobald jedoch das Packmaß kleiner als das Palettenmaß ist, sind weitere Maßnahmen, z. B. Ausstauen mit Wabenpapp-Material erforderlich, um einen unzulässigen Horizontal-Verschluss vermeiden zu können. Das gleiche gilt auch für Kurven- und Rückwärtsfahrten. Bei Ladungsbewegungen von mehr als 4 cm im Paletten-Produkt-Übergangsbereich sind zusätzliche Sicherungsmaßnahmen (z. B. Niederzurren) erforderlich. Gute Erfahrungen konnten auch gesammelt werden, indem zwischen Verpackung und Palette ein reibwerterhöhendes Material (Antirutsch-Pappe) eingelegt wurde.

8.1.4 Ladeeinheitenbildung mit PET-Bandsystemen

PET-Bänder kommen häufig da zum Einsatz, wo früher Bänder aus Stahl verwendet wurden – sie sind besonders reißfest und gleichzeitig elastisch. Dadurch federn sie Stöße während des Transports zuverlässig ab. PET-Bänder bestehen zu einhundert Prozent aus recycelten PET-Plastikflaschen und eignen sich gleichermaßen für die Verschweißung per Reibschweißverfahren oder Ultraschall. Nach ihrem Gebrauch lassen sich die Bänder leicht im Wertstoffkreislauf weiterverarbeiten. Die PET-Bänder gibt es in Bandbreiten zwischen 9,5 und 15,5 Millimetern. Sie sind temperaturstabil und halten je nach Breite Belastungen zwischen 180 und 600 daN stand.



Abb. 8.15: Anwendungsbeispiel mit PET-Bändern, Neigungsprüfung mit Stahlspundfässern 216,5 l mit Winkel = 40°.



Abb. 8.16: Die Bänderung ist gut, es fehlen die Stausäcke zum Ausstauen der Staulücken im Container.

Zurrwinkel –**Tabelle der Sinus-Alpha-Werte**

Aus den Zurrwinkeln α ergeben sich folgende Winkelfunktionen beim Niederzurren:

Zurrwinkel α	$\sin \alpha$
90°	1,00
80°	0,98
70°	0,94
60°	0,87
50°	0,77
40°	0,64
30°	0,50

Tab. 9.5: Umrechnungstabelle der Winkel zur Sinus-Funktion.

Aufgrund der Überspannung wird pro Zurrmittel die Vorspannkraft F_T zweifach unter dem Zurrwinkel α auf die Ladeeinheit aufgebracht. Die resultierende Reibkraft zwischen Ladung und Ladefläche F_R lässt sich nach der EN 12195-1 wie folgt berechnen:

$$\text{Formel (F 12): } F_R = \frac{2 \cdot n \cdot F_T \cdot \sin \alpha}{f_s} + m \cdot g \cdot C_z$$

Der Anteil der Reibkraft, verursacht durch die Zurrmittel, wird zusätzlich durch den Sicherheitsbeiwert dividiert.

Sicherung in Fahrtrichtung vorwärts: $f_s = 1,25$

Sicherung quer zur Fahrtrichtung: $f_s = 1,1$

Ist die resultierende Reibkraft F_R größer als die zu sichernde Trägheitskraft, gilt die Ladung nach EN 12195-1 (Gleichung 13) als gesichert.

$$\text{Formel (F 13): } F_R > F_{x,y}$$



Abb. 9.42: Ladungssicherung mit Paletten und Kanten-schutz bei IBC.

Beispielrechnung in Anlehnung an EN 12195-1

Für die benötigte Vorspannkraft pro Zurrmittel F_T gilt Formel (F 14):

$$F_T = \frac{(C_{x,y} - \mu \cdot C_z) \cdot m \cdot g}{2n \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}$$

Umstellung nach „n“ (Anzahl der Zurrmittel)

$$n = \frac{(C_{x,y} - \mu \cdot C_z) \cdot m \cdot g}{2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}$$

Dieses Ergebnis berücksichtigt noch nicht die Blockierkraft der Stirnwand. Die Anzahl der Zurrmittel ist abhängig von der Anzahl der Ladereihen. Über jede Ladereihe muss bei form-schlüssig gestauter Ladung ein Zurrmittel gespannt werden.

$$n \geq \frac{(0,8 \text{ m/s}^2 - 0,6 \cdot 1 \text{ m/s}^2) \cdot 10.000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 500 \text{ daN}} \cdot 1,25 =$$

$$4,09 = 5 \text{ Zurrmittel}$$

Ergebnis: Es werden 5 Zurrmittel mit je einer $S_{TF} = 500 \text{ daN}$ pro Zurrmittel benötigt.

Berechnung mit Vertikalkomponente (USA/CAN/Australien)

$$n \geq \frac{(0,8 \text{ m/s}^2 - 0,6 \cdot 1 - 0,2 \text{ m/s}^2) \cdot 10.000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 500 \text{ daN}} \cdot 1,25$$

$$= 6,45 = 7 \text{ Zurrmittel}$$

In der Norm DIN EN 12195-1:2010 wird das Thema der vertikalen Vibrationen und Schwingungen folgendermaßen aufgegriffen:

„Eine Überlagerung des Gewichtes der Ladung mit Beanspruchungen hoher Frequenz und gelegentlich auftretenden Stoßbelastungen von kurzer Dauer wird durch die Elastizität der Zurrmittel und durch das Stoßdämpfersystem der Fahrzeuge ausgeglichen. Dabei treten keine wesentlichen Erhöhungen der Beanspruchung auf, so dass sie für die Anwendung dieser Europäischen Norm, die keinen wissenschaftlichen, sondern einen praktischen Ansatz vertritt, vernachlässigt werden kann.“ 2)

Damit werden die Einflüsse durch vertikale Anregungen beim Straßentransport als vernachlässigbar angenommen. In diesem Sinne wird der Beschleunigungsbeiwert für den Straßentransport $C_z = 1$ gewählt, wodurch nach den vorhergehenden Formeln die Vertikalkraft der Ladung F_z unvermindert wirkt. Daraus ergibt sich nach den angegebenen Formeln zum Niederzurren in der DIN EN 12195-1:2010/2011 eine unverminderte Reibungskraft F_R zwischen Ladung und Ladefläche.

Damit wird aufgeführt, dass nach den Formeln die Sicherungswirkung der Reibkraft F_R unbeeinflusst von vertikalen Beschleunigungen bleibt. Dasselbe gilt für die Stabilität der Ladung gegenüber dem Kippen der Ladung.

Die Kraftverteilung von F_T ist unbestimmt und ist zusätzlich durch den Sicherheitswert F_s als in Normungsarbeitsgruppen

2) Zitat aus der DIN EN 12195-1:2010/2011, Seite 12-13/Seite 16-17

Es gilt: $F_1 = F'_1 \cdot e\mu\alpha$
 und $F'_1 = F_2 \cdot e\mu\alpha$
 $\Rightarrow F_1 = F_2 \cdot e\mu\alpha \cdot e\mu\alpha$

Somit gilt: $\alpha = \alpha^\circ = \frac{2 \cdot \pi}{360^\circ} = 70^\circ \cdot \frac{2 \pi}{360^\circ} = 1,221$

Annahme: $\alpha_\mu = 70^\circ$

Wird der Gleitreibungskoeffizient am Umlenkpunkt von F_1 zu F'_1 mit dem Bogenmaß multipliziert, ergibt sich unter Annahme der Konstanten „e“ folgende Schlussrechnung zur Feststellung des k-Faktors:

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{1}{e\mu\alpha \cdot e\mu\alpha} = F_1 \cdot \frac{1}{(e\mu\alpha)^2}$$

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{1}{(2,71828^{0,45 \cdot 1,221})^2}$$

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{1}{1,7322^2} = F_1 \cdot \frac{1}{3,0005} = 0,333$$

$$F_2 = 500 \text{ daN} \cdot 0,333 = 166,50 \text{ daN}$$

Ergebnis: Auf der Seite der Ratsche (F_1) ist eine Vorspannkraft von 500 daN messbar. Bedingt durch den Gurtkraftabbau werden auf der Losende-Seite (F_2) nur noch 166,50 daN erreicht. Dies bedeutet, dass der **k-Faktor bei 1,33** liegt und noch unter dem in der VDI 2700 Blatt 2 angenommenen Wert von 1,8. Weiter wird die Annahme aus der EN 12195-1 (auf beiden Seiten entsteht 100 % der Sicherheitsvorspannkraft) erheblich unterschritten.

9.6.6.6 Güter in flexiblen Verpackungen

FIBC oder palettierte Säcke lassen sich nicht niederzurren? Diese Pauschalisierung ist nicht richtig und muss differenziert betrachtet werden. Um dies bewerten zu können, sind eine Reihe von Kenntnissen erforderlich. Sind die Zurrmittel nach einer Fahrt jedoch locker, so ist das ein eindeutiges Zeichen, dass die Ladung ungesichert ist. Entweder wurde das falsche Sicherungsverfahren angewendet oder ein ungeeignetes Fahrzeug wurde eingesetzt bzw. die Verpackung war ungeeignet, weil diese keinerlei Kräfte beim Niederzurren aufnehmen kann.

Keine andere Richtlinie hat so lange gedauert wie die VDI-Richtlinien 2700 Blatt 18. Die Bearbeitungszeit ist in Teilbereichen nachvollziehbar. Ein Grund war, dass durch die unterschiedlich gearteten Fachkenntnisse am Markt, viele Einsprüche gemacht wurden, die schrittweise abgearbeitet werden mussten.

Verzweifelt wurde auch mit den klassischen Berechnungsverfahren des Niederzurrens versucht, vom starren Gut auf Schüttgüter in flexiblen Verpackungen zu transformieren. Dies ist schon durch die Vielfalt der Schüttgüter und Verpackungsvarianten

unmöglich – bisher! Jedoch konnten wir in der Vergangenheit durch umfangreiche Fahrversuche eine gute Datenbasis erarbeiten, wie Weichladungen zu sichern sind. Von diesem Know-how profitiert der Kunde.

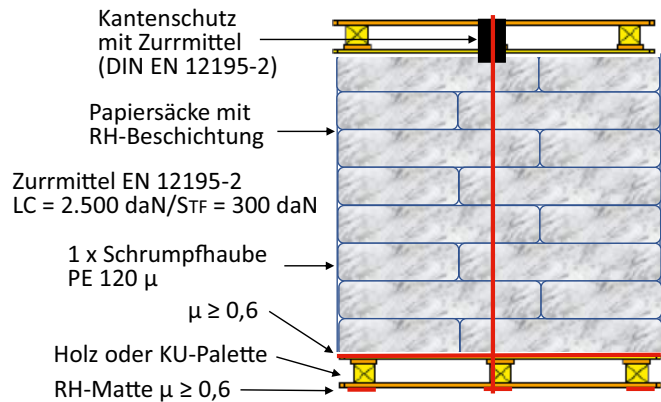


Abb. 9.49: Palettierte Säcke als stabile Ladeinheit mit Zurrmittel und reibwerterhöhenden Unterlagen.

Berechnungen zum Niederzurren bei flexiblen Verpackungen

Um eine Einschätzung vornehmen zu können, verwenden wir ein Berechnungsverfahren in Anlehnung an VDI 2700 Blatt 2 und gemäß der EN 12195-1. Der Begriff „in Anlehnung“ muss hier verwendet werden, da in den gängigen Berechnungsverfahren die Schüttguteigenschaften in den Formeln bisher nicht berücksichtigt sind. Wir gehen nun im ersten Schritt so vor, dass wir die gemessenen Vorspannungen verwenden.

Niederzurren von FIBC in Kombination mit Direktzurren

Wie wir auf der Abbildung 9.50 erkennen können, sind die FIBC im Stirnwandbereich mittig und einzeln zu stellen, so dass Ladelücken von ca. 70 cm seitlich entstehen. Diese Ladelücken führen dazu, dass die beiden mittig und einzeln

Big Bags 1.000 kg, 22 Stück auf CP 1 (1.000 x 1.200 mm)

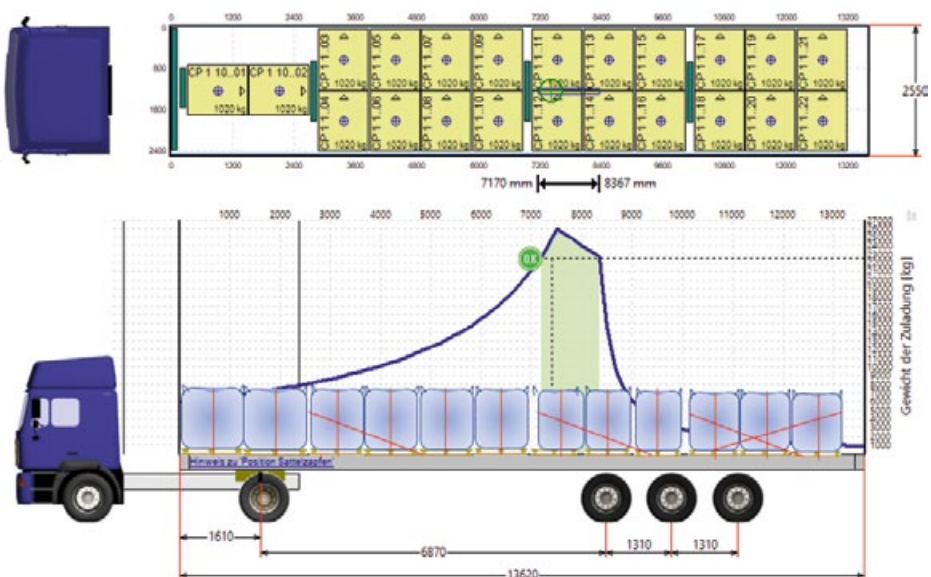


Abb. 9.50: Beispiel einer Lastverteilung mit 22 FIBC mit je 1.020 kg.

9.6.8.2 Ladungssicherung von flexiblen Verpackungen mit Kammerbildung durch Zurrmittel

Dieses Verfahren ermöglicht eine Ladungssicherung von 2 mittig hintereinanderstehenden oder im 4er-Block positionierten FIBC oder Sackpaletten.

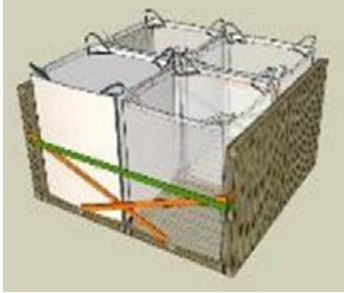


Abb. 9.64: Kammerbildung durch Paletten und Zurrmittel.

Hinweis zur Fixierung der Zurrmittel:

Die Fixierung der Zurrmittel erfolgt zum Beispiel durch vertikal gestellte Paletten. Dies kann jedoch auch durch modifizierte Holzgestelle oder durch ausreichend stabile, angenähte Schlaufen am FIBC oder in die FIBC-Hebeschlaufen eingeschlaufte Rundschlingen (Festigkeitsnachweis der Rundschlingen ist erforderlich) erfolgen. Die Hilfsmittel müssen entsprechend den auftretenden Kräften dimensioniert sein.

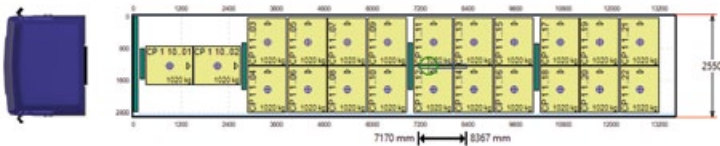


Abb. 9.65: Ladungssicherung von hintereinander positionierten FIBC (Lastverteilung).



Abb. 9.66: Kombiniertes Verfahren durch Niederzurren und Kopfschlinge.



Abb. 9.67: Diagonalzurrung – Achtung, eine feste Höhenposition ist wichtig, damit die Zurrmittel nicht abrutschen.



Abb. 9.68: Anwendung Kombination Diagonalzurren und Niederzurren mit Schutzmechanismen aus Waben-Pappe. Foto: GWS®, LaSi-PAPP



Abb. 9.69: Diagonalzurren Seitenansicht.



Abb. 9.70: Kopflashing nach hinten mit hochgestellten Paletten.



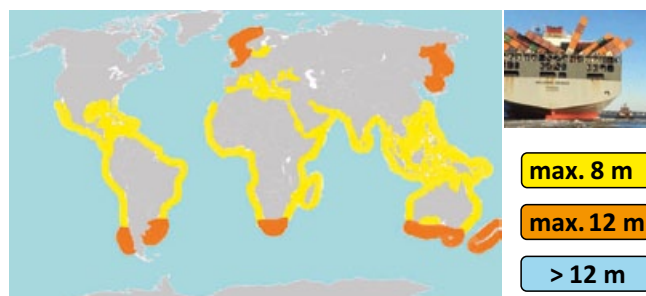
Abb. 9.71: Diagonalzurren mit hochgestellten Holzpaletten.



Abb. 11.5: Belastungsangaben aus dem CTU-Code auf weltweiter Fahrt. Fotos: Kalyakan; thomaslerchphoto; ake1150 (alle Adobe Stock)



Durchschnittliche Wellenhöhen auf See



Seegebiet	Sicherung in	Beschleunigungsbeiwert (c)		
		cx längs	cy quer	cz vertikal
Ostsee	Längsrichtung	0,3	0	0,5
	Querrichtung	0	0,5	1
Südl. Nordsee, Mittelmeer	Längsrichtung	0,3	0	0,3
	Querrichtung	0	0,7	1
Unbeschränkt	Längsrichtung	0,4	0	0,2
	Querrichtung	0	0,8	1

Tab. 11.2: Transportbelastung im Seeverkehr. Die angegebenen Werte können in der Praxis höher sein.

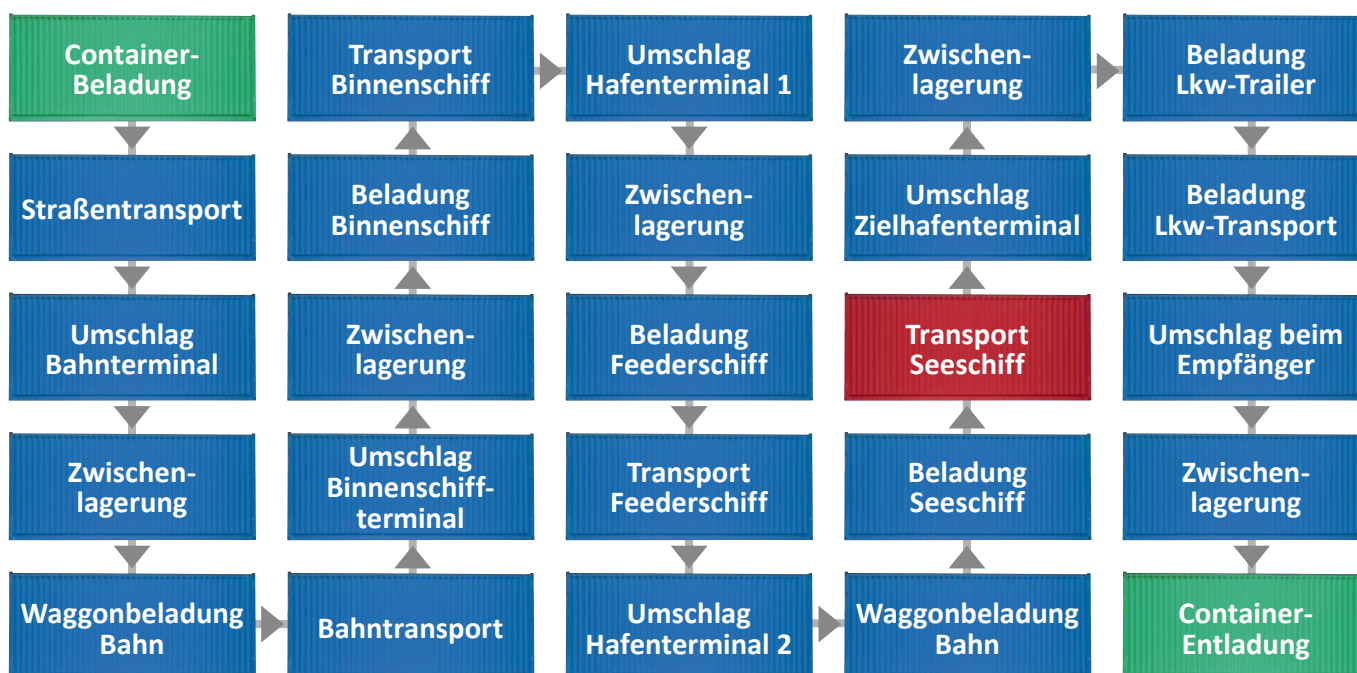


Abb. 11.6: Transportkette „Container“ im Vor-, Haupt- und Nachlauf.