

Ladungssicherung von Containern

Einleitung

Auf einen Container wirken abhängig von der Stauposition folgende Kräfte

- Beschleunigungskräfte
- Seeschlag
- Winddruck
- Vorspannkraft bei Anwendung von Laschungen.

Das verwendete Ladungssicherungsmaterial ist stark abhängig vom Schiffstyp. Hier gilt es zu unterscheiden zwischen

- Vollcontainerschiffen mit Cell-Guides
- Semi Containerschifen
- ConBulkern
- konventionellen Stückgutschiffen

Bei der Grundkonstruktion von Containern springen die Seitenlängsträger gegenüber den Containerecken um 10-12mm zurück. Das heißt der Container liegt nur mit seinen 4 Eckbeschlägen auf. Über diese Punkte gibt er die gesamte Kraft weiter. Man spricht hier von einer **Punktbelastung**. Das maximal zulässige Gewicht das die Tankdecke bzw. der Lukendeckel pro Stack (Stapel) tragen kann, bezeichnet man als Stack Weight.

Sicherungsprinzipien

Die Container müssen gesichert werden gegen

- Verrutschen (Sliding)
- Kippen (Tipping)
- Deformierung (Racking)

Die Sicherung der Container erfolgt durch

- Stauung von Blocks in vertikalen Führungsschienen (Cell-Guides)
- Stauung von Blocks unter Zuhilfenahme von Laschmaterial

(Verbindungselemente, Zurrvorrichtungen)

Stau- und Sicherungsvorschriften

Die Klassifikationsgesellschaften haben im Laufe der Jahre, parallel zur Entwicklung der Containerfahrt zuerst Richtlinien und später Vorschriften erlassen, über die Stauung und Zurrung von Containern an Bord von Schiffen.

Für jedes Schiff, wird abhängig von seinen charakteristischen Merkmalen (Größe, Seegangverhalten, Stabilität) ein Laschplan vom GL erarbeitet, der beim Transport einzuhalten ist.

Um Schwierigkeiten zu vermeiden sollten die Laschpläne entweder an Deck ausgehängt sein, oder aber rechtzeitig den für die Zurrung der Container Verantwortlichen übergeben werden.

Neuerdings kommen auf Schiffen PC mit speziellen Programmen zur Berechnung der notwendigen Zurrung zum Einsatz.

Sicherung in Cell-Guides

Bei Stauung in Cell-Guides erfolgt die Hauptbelastung durch den Stapeldruck der Container. Die seitlichen Komponenten werden, da die Container nicht untereinander verbunden sind von

Ladungssicherung von Containern

jedem einzeln auf die Führungsschienen übertragen.

Auf Vollcontainerschiffen

Vollcontainerschiffe verfügen unter Deck über Cell-Guides (Staugerüste), so daß die Container normalerweise keiner Sicherung bedürfen. Auf sogenannten offenen Containerschiffen werden bis zu 13 Containerlagen übereinander in Cell-Guides gefahren.

Vorteile:

1. Schnelles Be- und Entladen durch trichterförmige Einweiser
2. unabhängiges Stauen von einzelstapeln unterschiedlicher Containerhöhen
3. durch Wegfall von Fittings und Staustücken Wegfall von Wartungs- und Ersatzteilkosten
4. Kein Personal zum Stauen in den Zellen nötig

Nachteile:

Hohe Investitionskosten

Eigengewicht vermindert Tragfähigkeit

Zellen verringern Flexibilität zum Stauen anderer Ladung

Ist das Umstellen auf andere Containergrößen möglich, kostet dies auf jeden Fall Zeit und Geld

Am häufigsten anzutreffen sind:

- die reine Zellenführung
- kombiniertes Zellensystem
- losnehmbare bzw. veränderbare Zellensysteme

Werden 20' Fuß Container in einem für 40' Fuß Container ausgelegten Cell-Guide gefahren, man spricht auch von Mixed Stow, dann sind die 20' gegen Verrutschen zu sichern. In der Regel setzt man Staustücke in die 20' er zu einem Vertikalen Block zu verbinden. Handelt es sich um eine große Partie die für einen Hafen bestimmt ist, kann auch mit Doppelstaustücken gearbeitet werden.

Stausysteme

Es lassen sich grundsätzlich folgende Stausysteme bei der Containerstauung unterscheiden:

Stapelstau

Hierbei werden die Container mit anderen Containerstapeln horizontal nicht verbunden

Blockstau

Hierbei werden mehrere Containerstapel horizontal durch doppelstaustücke, Brückenfitinge und Laschstangen oder Staurahmen zu einem Block oder mehreren Blöcken verbunden.

Stapeldruck

In der Praxis wird davon gesprochen, bzw. durch ein Label am Container markiert, daß Container 9 Lagen hoch, d.h. übereinander gefahren werden dürfen. Ältere Container sind für einen 6 fache Stapelung ausgelegt, da die aus Spezialprofilen hergestellten Ecksäulen hier noch nicht stark genug ausgelegt sind.

Nach den Bestimmungen des GL beträgt der max. Stapeldruck, daß 3,5 fache eines beladenen

Ladungssicherung von Containern

20' Containers.

- Max. Stapeldruck (Ecksäulenbelastung) = $3,6 \times 24,0 \text{ t}$
- Max. Stapeldruck (Ecksäulenbelastung) = $86,4 \text{ t}$

Das heißt auf einen in der untersten Lage stehenden Container darf auf jede Ecke maximal ein Stapeldruck von $86,4 \text{ t}$ wirken.

Die maximal auftretende Vertikalbeschleunigung beträgt ca. $1,8 \times g$.

Um festzustellen wieviele Container über einen in der untersten Lage gestauten gestellt werden können muß folgende Rechnung durchgeführt werden

$$86,4 \text{ t} / 1,8 = 48 \text{ t bei max. Vertikalbeschleunigung}$$

$$48 \text{ t} / (24 \text{ t} / 4) = 8$$

Rechnerisch dürfen also auf den untersten Container 8 andere Container gestaut werden.

$$\text{Max. Stackgewicht} = 9 \times 24 \text{ t}$$

$$\text{Max. Stackgewicht} = 216 \text{ t}$$

Das heißt, es dürfen 9 volle Container übereinander gestaut werden. Da in der Praxis die Stack Weights so ausgelegt sind das die maximale Belastung im Stack unter 200 t liegt, treten nie Probleme wegen Überlastung der Eckbeschläge auf.

Umgesetzt auf die neuen offenen Schiffe, die in der Regel mehr als 9 Lagen übereinander fahren, heißt das, es dürfen auch 10 oder sogar 13 Lagen übereinander gefahren werden, wenn das Maximal zulässige Stackgewicht nicht überschritten wird.

Sicherungsmaterial

Das verwendete Sicherungsmaterial machte im Laufe der letzten 20zig Jahre eine rasant Entwicklung durch. Obwohl gewisse Lösungen marktführende Positionen erreicht haben, gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten Container zu sichern.

Historische Entwicklung

1965 wurde in Deutschland das erste Vollcontainerschiff mit Cell-Guides gebaut. Bis Ende der 60iger wurden die fest eingebauten Fittings zur Sicherung der Container meistens von den Werften nach eigenem Ermessen angefertigt. Das Sichern der Container mit losem Stau- und Zurrmaterial wuchs nach seemännischem Gefühl mit. An Deck wurden meist bis zu 3 Lagen Container, wobei die 3 Lage aus Leercontainern bestand gefahren. Das Stack Weight lag bei 45 t . Zur Blockbildung wurden Staustücke, Doppelstaustücke und Brigdefittings verwendet. Die oberste Containerlage, meistens leere Container wurde mit verriegelbaren Staustücken gegen kippen gesichert. Aus diesen verriegelbaren Staustücken entstanden die heutigen Twistlocks. Die Verzurrung bestand aus Drähten und Spannschrauben.

Im Laufe der Jahre verdrängten die Laschsstangen aufgrund ihrer geringeren Anfälligkeit die Drähte. Die Staustücke wurden durch Twistlocks ersetzt. Das Stack Weight stieg auf $80 - 90 \text{ t}$. Um die kritischen Werte des Laschings nicht zu überschreiten muß immer mehr gelascht werden. Infolge der extrem hohen Gewichte der Stangen ist diese Arbeit schwierig und gefährlich, somit unökonomisch.

In neuester Zeit werden die Schiffe mit Laschbrücken gebaut, die es ermöglichen wieder kürzere Stangen zu verwenden. Einige Reedereien setzen ganz auf ein Containerschiff ohne Laschings, das lukenlose Containerschiff.

Ladungssicherung von Containern

Übersicht

Feste Systeme

- Cell Guides
- Stützschiensysteme

Elemente am Boden des Containers

- Bodenstaustücke
- Einlegeelemente mit Zapfen

Elemente zum Verbinden von Containern

- Staustücke

Einzelstaustücke

Doppelstaustücke

Verbindungsstücke

- Verriegelbare Staustücke

konventionelle Twistlocks

Elemente am Dach von Containern

- Zug-Elemente
- Zug-Druck-Elemente

in der Luke

an Deck

Spannelemente

- Spannschrauben

Verbindungselemente

- Laschdraht
- Laschketten
- Laschstangen

Beschläge

- Containerhaken
- Einhakbeschlag

Sonstige

- Höhenausgleichsstück

Elemente zum Verbinden von Containern

Nicht verriegelbare Staustücke

Auf der Tankdecke werden meist Einlegeplatten mit Zapfen (Removable Cone Plates, Stacker) verwendet. Für "Flush Type" Twistlockfundamente können einfache Staustücke benutzt werden. Neben diesen Typen gibt es auch verriegelbare Fittings, die auch ohne Bolzen eingesetzt werden können.

Ladungssicherung von Containern

Die Sicherung erfolgt hier nur gegen ein mögliches Verschieben.

Soll die Bodenlage verriegelt werden, müssen Twistlocks verwendet werden.

Die Sicherung im Raum werden ausnahmslos Einzel- und Doppelstaustücke (stacking cones) eingesetzt. Die doppelten Staustücke werden, von Ausnahmen abgesehen, ausschließlich querschiffs eingesetzt.

Verriegelbare Staustücke

Vorwiegend auf dem Wetterdeck von Semi-Schiffe wird der Bodeneinschiebetwistlock mit einem Schwalbenschwanzfundament verwendet. Der Hauptvorteil des Bodeneinschiebetwistlocks liegt in seiner niedrigen Bauhöhe. Durch sie

- wird ein niedriger Schwerpunkt der Container ermöglicht
- das Falten der Lukendeckel sowie das Stauen anderer Ladung wird kaum behindert

Ein Problem liegt in der Korrosion und bei den Fertigungstoleranzen des Fundamentes. Auch werden die Keilführungen beim Löschen oft durch nicht geöffnete Twistlocks beschädigt.

Das wichtigste Containersicherungselement ist heute der Twistlock (Gewicht 5-7,5kg). Er kann nicht nur zwischen den Containern sondern oft auch in der Bodenlage eingesetzt werden. Unter der Voraussetzung, daß die zulässigen Belastungen der Container, durch statische und dynamische Kräfte, nicht überschritten werden, können Twistlocks durch ihre Mehrfachfunktion das einzige Sicherungsmaterial sein. Twistlocks haben primär die Aufgabe Container in vertikaler Richtung zu verkoppeln, um sie wie eine Senkrechtzurrung gegen Kippen und Abheben zu sichern. In horizontaler Richtung sind sie wie einfache Staustücke zu betrachten. Diese wie auch die Twistlocks können keinerlei innere Kräfte am Container reduzieren. Die Reduzierung der Rahmenquerkräfte (Racking forces) kann weiterhin nur durch Zurrungen erfolgen.

In Europa werden hauptsächlich Linksschließer verwendet, in anderen Ländern wie den USA werden dagegen oft Rechtsschließer verwendet. Also Vorsicht beim Einsetzen der Twistlocks und bei der Verschlusskontrolle.

Obwohl Twistlocks nach unten eine abgerundete und nach oben eine spitz zulaufende Führung haben, werden sie immer wieder falsch herum eingesetzt. Die Einzige Ausanhme sind Twistlocks mit festem Fuß (Twist Based Twistlocks).

Elemente am Dach von Containern

Zug - Elemente (Bridgefitting)

Brückenfittings (Bridgefittings) bilden den Abschluß eines Stauverbandes nach oben. Sie werden überwiegend querschiffs eingesetzt.

Brückenfittings werden nach folgenden Merkmalen unterschieden

- nach Belastungsart

Zug - Brückenfittings

Zug - Druck - Brückenfittings

Druck - Brückenfittings mit Zugfunktion

- nach Niveau

für gleiche Containerhöhen

für Höhendifferenz 8' - 8' 6"

Ladungssicherung von Containern

An Deck werden überwiegend Zug - Brigdefittings eingesetzt. Der GL schreibt den Einsatz von Brigdefittings bindend vor, wenn mehr als 3 Lagen ungezurrt, d.h. nur mit Twistlocks gesichert sind.

Das Einsetzen von Brigdefittings bei Decksstau ist nicht ungefährlich.

- 1 für die Besatzung
- 2 für die Lascher

Durch Herunterfallen von losen oder nicht verwendeten Twistlocks bzw. Werkzeug bei Seegang besteht für die Besatzung an Deck ein Sicherheitsrisiko, das nicht unterschätzt werden darf.

Aber auch die Arbeit in luftiger Höhe ist nicht ungefährlich, gerade bei widrigen Wetterbedingungen (Regen, Wind, Glätte). Die Höhe eines Containers beträgt ca. 2,45. Schon ein Sturz aus dieser Höhe kann zu ernststen Verletzungen führen. Ein Sturz aus höheren Lagen endet leicht tödlich.

Auch das Besteigen der Container mittels Anlegeleitern ist nicht ungefährlich, da sie sich an den Containern nicht ohne weiteres gegen Rutschen oder kippen sichern lassen. Zudem fehlt für den richtigen Anstellwinkel auf dem Schiff meist der Platz.

Die Gefahren beim Aufstieg und beim Aufenthalt lassen sich durch den Einsatz von Laschkörben vermeiden. Es handelt sich hierbei um ein Personalaufnahmemittel, welches wie ein Container mit dem Container Spreader eines Hebezeuges aufgenommen wird.

Der Laschkorb muß so eingerichtet sein, daß ein unbeabsichtigtes Lösen verhindert wird.

+nur vom Laschkorb entriegelbar

+Spreader einsetzen, die nur bei entlastetem Spreader entriegelt werden können

Da der Laschkorb in den meisten Fällen verlassen werden muß, müssen die Arbeiter gegen Absturz gesichert werden. Aus diesem Grunde müssen Sicherheitsgeschirre (Höhensicherungsgerät, Sicherheitsseil, Auffanggurt) bereitliegen.

Das Hebegerät muß eine Tragfähigkeit haben, die dem 1,5 fachen des Gewichtes (Zuladung + Eigengewicht) der Laschkorbes haben. Die Steuerung des Hebezeughubwerkes muß so eingestellt sein, das die höchstzulässige Hub- und Senkgeschwindigkeit von 0,5m/s eingehalten werden kann. Der sichere Betrieb eines Laschkorbes erfordert es, daß ein Signalmann bestimmt wird, der die Kommunikation mit dem Führer des Hebezeuges regelt.

Horizontale Stützung

Findet nur auf Schiffen statt, die Container unter Deck, aber nicht in Cell Guides transportieren, sondern frei im Raum fahren.

Die Stützelemente dienen zum Sichern der Container gegen Kippen und zum Reduzieren der Rackingkräfte. Der Laderaum bietet ein gutes Gegenlager (Schotten, R-Spanten), über das die Kräfte abgeleitet werden können. Ein Abheben des Container wird nicht verhindert. Die horizontale Stützung erfolgt fast ausschließlich in querschiffsrichtung, da die in dieser Richtung wirkenden statischen und dynamischen Kräfte 3-4 mal größer sind als in Längsrichtung.

Auch hier gibt es wieder

- Zug - Elemente
- Druck - Elemente
- Zug - Druck - Elemente

Ladungssicherung von Containern

Zug - Elemente

Anwendung dort, wo der Abstand Container Süll zu groß wird oder nicht mehr durch Druck Elemente alleine abgefangen werden kann. Nur im Blockstau verwendbar.

Druck - Elemente

Der Vorteil liegt darin, daß in der Regel kein Fixpunkt am Schiffskörper vorhanden sein muß. Nur im Blockstau verwendbar

Zug-Druck - Elemente

Im Gegensatz zu den einfachen Zug- oder Druckelementen, bei denen immer eine querschiffs, von Stützstelle zu Stützstelle, herzustellende Blockbildung erforderlich ist, können bei Verwendung von Zug-Druckstücken auch Teilladungen gefahren werden. Im Extremfall ein einziger Stapel. Auch dann eingesetzt wenn aus Festigkeitsgründen nur eine Laderaumwand für die Sicherung zur Verfügung steht.

Wegen des hohen Gewichtes (30-100kg) sollten die Zug-Druckelemente arretierbar sein. Läßt der Platz es zu, sollten sie außerdem schwenkbar sein.

SemiContainer und ConBulker

Verfügen über keine Cell-Guides zur Aufnahme von Containern im Laderaum. Bedingt durch die hohe Flexibilität für andere Ladungsarten und unterschiedliche Containergrößen ist diese Stauung weit verbreitet.

Die Container werden gesichert durch Blockstau und Stützsicherung

Die Container werden durch Doppelstaustücke miteinander verbunden. In der obersten Lage wird die Verbindung mittels Brigdefitting hergestellt. Zu den Seiten hin werden die Containerblöcke an den Eckpfosten gegen zu große Neigungen abgestützt.

Egal ob doppelte Staustücke oder Einzelstaustücke verwendet werden, es ist in jedem Fall erforderlich, daß

- immer gleichlange Container nebeneinanderstehen
- immer nebeneinanderstehende Container vorhanden sind
- nebeneinanderstehende Container immer die gleiche Höhe haben

Geringe Höhendifferenzen können mittels Höhenausgleichstück kompensiert werden.

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, daß die Doppelstaustücke sich unter Belastung verformen und brechen können, weil der gesamte Containerblock aufgrund von Maßtoleranzen und Abnutzung im Seegang dauernd bewegt. Und weil beim Laden der Container die meist schräg liegenden Doppelstaustücke mit großem Druck in die Containerecken gepreßt und der Container sich nach ihnen querschiffs ausrichtet.

Durch die unterschiedlichen Containerhöhen wird es immer schwieriger einen guten Blockstau zu erreichen.

Zurrungen

Zurrungen bestehen in der Regel aus 2 Elementen und zwar dem Spannelement und dem Verbindungselement.

Ladungssicherung von Containern

Zurrungen haben 2 Funktionen

- die Zurreinheit als Stützkraft um eine Verformung des Containerrahmens zu verhindern
- die Zurreinheit als Niederhalter um den Container gegen kippen zu sichern

Spannelemente

Weit verbreitetestes Spannelement ist die Spannschraube. Üblicherweise ist der obere Beschlag ein offener Haken zum Befestigen des unteren Stangenauges. Der untere Beschlag ist eine Gabel, die mit schwerkraftgesichertem Bolzen eine Verbindung zum Zurrpunkt herstellt. Nur auf Schiffen mit Falt- und Klappdeckeln, wo die Spannschrauben oft abgenommen werden müssen, sind diese auch unten mit einem Haken versehen.

Der Nachteil der Spannschraube liegt in der großen Verstellzeit und dem kleinen Verstellweg. Konstruktionen mit Preßluftantrieb erwiesen sich im Alltagsbetrieb als untauglich. Neuere Modelle haben mehrere Einrastpunkte für den Laschhaken, so daß die Spannschraube nur zur Feinjustierung dient. Dies ermöglicht auch die Anpassung auf verschiedene Containerhöhen, mit nur zwei Sorten von Laschstangen (lang, kurz, keine Zwischengrößen).

Das Spannen geschieht mittels eines Handrades oder eines aufgesetzten Schlüssels. Nach dem Spannen müssen die Kontermuttern unbedingt angezogen werden, damit sich die Zurrungen nicht durch Vibration und Bewegung lösen können. Bei nur wenigen Millimetern Spiel ist die Stützfunktion zum Reduzieren der Rahmenverformung dahin. Umkehrt darf die Vorspannung auch nicht zu hoch sein ($\leq 5 \text{ kN}$), da sonst die Zurrkraft zu hoch werden kann und ebenfalls ein Bruch, nämlich bei Belastung eintritt. Eine optimale Vorspannung läßt sich allein durch Anziehen des Handrades erreichen.

Verbindungselemente

Laschstangen

Bei den Verbindungselementen sind die Stangen dominierend. Sie sind aus hochfesten Stählen hergestellt um die Gewichte bei entsprechender Festigkeit möglichst gering zu halten.

An Beschlägen haben sich am Kopfende der integrierte Einhakbeschlag und am Fußende das Auge durchgesetzt. Laschstangen mit Grob- und Feineinstellung haben unten ebenfalls einen Einhakbeschlag.

Laschstangen können in der Regel ohne Hilfsmittel von Deck aus eingesetzt werden, wobei in Längsrichtung aber mindestens 60cm Platz zum Einhaken der Stange gegeben sein muß.

Drähte

Drähte werden heute kaum noch verwendet. Obwohl sie aufgrund ihrer Elastizität eine gleichmäßigere Verteilung der Kräfte zulassen überwiegen die Nachteile. Denn Drähte sind Korrosionsanfällig, schwerer im Handling und haben im Vergleich zu den Stangen eine geringere zulässige Belastung.

Die dafür erforderlichen speziellen Spannschrauben müssen am oberen Ende eine Drahtaufnahme haben.

Ketten

Ladungssicherung von Containern

Zurrketten sind heute nur noch selten und dann meist auf kleinen Schiffen anzutreffen. Die Kettenzurrung hat im wesentlichen eine Kipp- und Abhebesicherungsfunktion. Die Bruchlast bei einem Durchmesser von 13mm liegt bei ca. 20t

Zurrketten werden aus Kostengründen meist in Verbindung mit Kettenspannern eingesetzt.

Konventionelle Schiffe

Die Sicherung erfolgt hauptsächlich durch Stapelstau.

Auf konventionellen Schiffen oder kleineren Multipose - Schiffen, insbesondere wenn die Raumhöhe Stapelhöhen von nicht mehr als 4 Containern zuläßt, werden im Raum auch Stapelstauethoden mit Sicherung durch Drähte /Stangen und Spannschrauben und Twistlocks bzw. Staustücken verwendet.

Hierbei ist es unbedingt notwendig, das die unteren Container auf Fundamenten stehen, die den auftretenden Stapeldruck aufnehmen und in welche Einschiebestaustücke gegn das Verschieben der Container eingesetzt werden können.

Nachteil ist der hohe Aufwand an Laschmaterial und Arbeitszeit beim Anbringen der Laschings.

Werden Container an Deck gestaut sind sie wie Schwergut zu behandeln und dementsprechen zu sichern.