

Diskussionspapier

zu den technischen Ursachen von Containerverlusten auf See und geeignete Gegenmaßnahmen

Die Fakten sprechen eine klare Sprache. Containerschiffe, die derzeit zu 100% ausgelastet sind, verlieren im schlechten Wetter im Nordpazifik teilweise erhebliche Mengen ihrer Decksladung. Das bedeutet existenzielle Gefahr für die Besatzung und das Schiff und ist auf keinen Fall zu akzeptieren. Zusätzlich sind im Winterhalbjahr 2020/21 schon Warenwerte von mehreren 100 Mio. Euro vernichtet worden. Damit nicht genug: diese Waren bergen zusätzlich ein erhebliches Verschmutzungspotential in den Meeren und werden somit zum zweiten Mal zur Belastung.

Die Arbeitsgruppe Transport Schadenverhütung im GDV hat daher mögliche Ursachen der Vorfälle erörtert und diskutiert, wie der Containertransport auf großen Containerschiffen auch bei sehr hoher Auslastung und unter schlechten Wetterbedingungen künftig wieder sicher durchgeführt werden kann.

**Gesamtverband der Deutschen
Versicherungswirtschaft e. V.**

Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin
Tel.: +49 30 2020-5000
Fax: +49 30 2020-6000

Rue du Champs de Mars 23
B - 1050 Brüssel
Tel.: +32 2 28247-30
Fax: +49 30 2020-6140
ID-Nummer 6437280268-55

www.gdv.de

Containerverluste auf See

Inhaltsübersicht

1	Einleitung	3
2	Die Entwicklung der Containerschiffe	3
3	Ökonomische Rahmenbedingungen	4
4	Entwicklung der Stabilität	5
5	Synchrones Rollen	5
6	Parametrisches Rollen	6
7	Die Klassifikationsgesellschaften	7
8	Rolldämpfungstanks	7
9	Höhere Windbelastungen	8
10	Ladungssicherungssysteme	8
11	Verified Gross Mass (VGM)	9
12	Stauen und Packen von Containern	10
13	Vorgeschädigte Container	10
14	Schlussfolgerung und Forderungen	11

1 Einleitung

Containerschiffe haben in den vergangenen Jahren eine Größenordnung erreicht, die auf das Mitwachsen von Erfahrung bei Entwurf, Bau und Betrieb wenig Rücksicht genommen hat. Dieser Umstand tritt besonders in jüngster Zeit hervor, in der Containerschiffe so stark nachgefragt und ausgelastet werden wie seit 10 Jahren nicht mehr und sich Meldungen über Containerverluste auf See dramatisch häufen.

Das Seeverhalten großer Containerschiffe ist bauartbedingt geprägt von hoher Grundstabilität, um auch die enormen Mengen an Decksladung und damit einhergehenden Gewichten sicher zu tragen. Sind solche Schiffe gewichtsmäßig, also hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit, nicht ausgelastet, sind sie „überstabil“ anzusehen und anfällig für starke Rollbewegungen in schwerer See. Diese treten in besonders gefährlicher Weise auf beim synchronen Rollen und, aufgrund der schlanken Unterwasserform dieser Schiffe, beim parametrischen Rollen. Beide Verhaltensweisen liegen jedoch außerhalb der Entwurfsbedingungen für die Ladungssicherungssysteme, die von den Klassifikationsgesellschaften entwickelt und verantwortet werden. Der Einbau von Rolldämpfungstanks als Mittel zur Verbesserung des Seeverhaltens ist nicht vorgeschrieben.

Weitere beitragende Ursachen für Containerverluste auf See sind:

- die gewaltige Windangriffsfläche der hohen Containerstapel an Deck,
- die trotz vorgeschriebener Gewichtsdeklarierung mögliche Fehlstauung zu schwerer Container,
- gelegentlich mangelhafte Befestigung schwerer Ladung in Containern,
- strukturelle und funktionale Mängel an den Containern selbst infolge robuster Nutzung.

Diese Ursachen und mögliche Gegenmaßnahmen werden im Folgenden dargestellt.

2 Die Entwicklung der Containerschiffe

Nachdem sich die ersten Entwürfe von Containerschiffen noch stark an den Formen und Größen von Stückgutschiffen orientierten, kristallisierte sich bald ein eigener Schiffstyp heraus. Anfängliche Längsfestigkeitsprobleme wurden technisch gelöst und schrittweise

wurden die Schiffe größer. Ab der Jahrtausendwende begann ein regelrechter Wettlauf der Kapazitäten. Die Schiffe wurden schneller und vor allen Dingen größer. Die hohen Geschwindigkeiten waren ökonomisch nicht sinnvoll, aber über die Schiffsgößen ließen sich scheinbar wirtschaftliche Vorteile erzielen. Waren in den 80er Jahren zum Seetransport von 1.000 TEU noch 10,5 Seeleute erforderlich, so sind es heute bei den größten Containerschiffen nur noch 0,875 Besatzungsmitglieder pro 1.000 TEU. Das ist eine Verbesserung um den Faktor 12. Bei der Weiterentwicklung der Containerschiffe wurde sehr genau auf die Leckstabilität geachtet, aber die Fahreigenschaften in schwerer See sowie die sich durch Roll- und Stampfbewegungen ergebenden stetig steigenden Beschleunigungen und auf die Ladungssicherungssysteme wirkenden Kräfte wurden wohl, ob der schier Größe, von allen maßgebenden Institutionen vernachlässigt.

Ein wenig drängt sich der Vergleich zu den Bulkern, aber auch Tankern in den 70er und 80er Jahren auf. Unbeschichtete Ballastwassertanks haben diesen Schiffen infolge innerer Korrosion reihenweise regelrecht das Rückgrat gebrochen. Über 120 Bulker gingen verloren, teilweise mit Mann und Maus. Daraufhin hat die IMO auf bedeutende bauliche Verbesserungen und auf die Einrichtung der "Memoranden of Understanding", z.B. Paris MoU und Tokio MoU gedrängt. Die dadurch eingeführten Hafensstaatskontrollen oder PSC ("Port State Control") sind heute eine tragende Säule, wenn es um die Schiffssicherheit und deren Kontrolle geht. Somit erhebt sich die Frage, ob in Zukunft in gleicher Weise die Ladungssicherungsvorschriften für Containerschiffe überprüft und ggf. anpasst werden sollten.

3 Ökonomische Rahmenbedingungen

In der Containerschiffahrt tobt ein Verdrängungswettbewerb. Maßstabeffekte erbringen Einsparungen, die sofort an die Kunden weitergegeben werden. Immer größere Containerschiffe bedeuten immer mehr Kapazität. So herrschte über Jahre ein Überangebot an Schiffsraum, der nach den Gesetzen von Angebot und Nachfrage auf die Raten drückte. Um Fahrpläne einzuhalten, fuhren die Schiffe mit Auslastungen von 80% und weniger. Bei solchen Auslastungen wurden die Sicherungssysteme nicht bis an ihre Grenzen gefordert. Im Moment herrscht jedoch Hochkonjunktur in der Phase der ökonomischen Erholung. Die Schiffe sind zu 100% ausgelastet, was die mechanische Belastbarkeit

der Sicherungssysteme bis an ihre Grenzen und gelegentlich auch darüber hinaus bringt.

4 Entwicklung der Stabilität

Mit Stabilität eines Schiffes beschreibt man die Fähigkeit des Schiffes sich nach einer seitlichen Störung des Gleichgewichts wiederaufzurichten. Ist viel Stabilität vorhanden, richtet es sich schnell wieder auf, man spricht von einem „steifen“ und bei wenig Stabilität von einem „weichen“ Schiff. Das Optimum für Mensch, Schiff und Ladung liegt immer in einer gesunden Mitte. Zu einer Zeit, als Containerschiffe noch durch die alten Panamakanalschleusen passen mussten, war deren Breite auf 32 Meter begrenzt. Diese relativ schlanken Schiffe brauchten aufgrund der hohen Decksladung häufig viel Ballastwasser, um ausreichend Stabilität zu bekommen. In der Regel waren diese Schiffe eher weich und hatten ein angenehmes Seeverhalten. Kenterungen wegen zu geringer Stabilität gab es nur bei kleinen Containerschiffen infolge krasser Beladungsfehler.

Heute sind die größten Containerschiffe mit bis zu 61 Metern fast doppelt so breit. Da sich die Breite eines Schiffes überproportional positiv auf die Stabilität auswirkt, haben die heutigen Schiffe sehr häufig ein Problem mit zu viel Stabilität. Dieser Zustand führt dann bei Seegang dazu, dass das Schiff sich wie ein Stehaufmännchen verhält, was zu schnellen Rollbewegungen führt. Dies hat zwei gravierende Folgen: Zum einen sind bei schnellen Rollbewegungen die Beschleunigungen in den Umkehrpunkten größer, was zu größeren Trägheitskräften vor allem auf die Decksladung führt. Zum anderen sind kurze Rollperioden grundsätzlich häufiger im Einklang mit den Anregungsperioden durch Seegang, was infolge von resonanzähnlichem Verhalten zu einer Verstärkung der Eigenbewegung und dadurch wiederum zu größeren Rollwinkeln führt. Zurzeit scheint nicht ausreichend geklärt zu sein, inwieweit derartige Grenzsituationen noch durch den Rahmen der Entwurfsbedingungen für den Schiffsbau gedeckt sind.

5 Synchrones Rollen

Seitliche Wellen, die auf ein Schiff treffen, verursachen Rollbewegungen um dessen Längsachse. Geschehen diese Anregungen annähernd oder sogar genau im Gleichtakt mit der natürlichen Eigenrollperiode des

Schiffes, spricht man von synchronem Rollen. Dabei schaukeln sich die Rollausschläge des Schiffes immer weiter auf bis zu Extremwerten von $30^\circ - 40^\circ$. Wegen der Unregelmäßigkeit des Seegangs kommt diese Resonanz meist nach kurzer Zeit wieder "aus dem Tritt", die Rollbewegungen schwellen ab und das Aufschaukeln beginnt von neuem. Der Unfall der MSC Zoe wird auf ein derartiges synchrones Rollen zurückgeführt. Fahren Schiffe wie MSC Zoe in Verkehrstrennungsgebieten, stehen der Schiffsführung kaum noch Mittel, wie z.B. eine Kursänderung, zur Verfügung, um die Voraussetzungen des stetig gleichbleibenden Einfallswinkels von Wellen auf den Schiffskörper für ein synchrones Rollen abzustellen.

6 Parametrisches Rollen

Dieses Phänomen kennt man seit Jahrzehnten. Gefährdet sind vornehmlich Schiffe, die vorn und hinten ein schlankes Unterwasserschiff mit stark ausladenden Spantformen aufweisen. Das trifft für große Containerschiffe in ganz besonderem Maße zu. Parametrisches Rollen tritt nicht in seitlichem Seegang auf, sondern in längslaufenden Wellen, vorzugsweise bei Windstärke 8 und darüber von vorn, mit Wellenlängen in der Größenordnung der Schiffslänge. Die Anregung zum heftigen Rollen kommt dann nicht direkt von den Wellen, sondern von den periodischen Schwankungen des "Parameters" Schiffstabilität zwischen den Situationen Schiffsmittle auf dem Wellenberg (geringe Stabilität) und Schiff im Wellental (viel Stabilität). Tückisch an dieser Situation ist, dass das Fahren gegen die See mit geringer Geschwindigkeit bisher als bewährte Methode des Überstehens gefährlicher Sturmphasen galt und für Schiffe mit moderaten Rumpfformen immer noch erfolgreich angewandt wird.

Große und auch mittelgroße Containerschiffe fallen hier aus dem Erfahrungsrahmen. Das Einsetzen von parametrischem Rollen kommt für die Schiffsleitung oft unerwartet in einer scheinbar sicheren Lage. Inzwischen stellen Klassifikationsgesellschaften den Schiffsführungen spezielle Diagramme zur Verfügung, damit sie die Voraussetzungen für das parametrische Rollen leichter erkennen und z.B. durch Kurs- und Geschwindigkeitsänderungen dem gefährlichen Verhalten entgegenwirken können. Bei stürmischer See fällt die Analyse der Dünung und des Seeganges aber nicht immer leicht.

7 Die Klassifikationsgesellschaften

Die technischen Vorschriften für die Auslegung und Prüfung der Containersicherungssysteme der Klassifikationsgesellschaften gehen von festgelegten Rahmenbedingungen aus. Diese sogenannten "defined design conditions" sehen eine volle Beladung des Schiffes mit sorgfältig vertikal gestaffelten Containergewichten und eine nach oben begrenzte Stabilität vor bzw. werden die aktuellen Beladungsfälle über den an Bord zur Verfügung stehenden Laschrechner berechnet und geprüft. Das synchrone und das parametrische Rollen gehören nicht zu diesen Rahmenbedingungen, sondern zu den "off design conditions", ebenso wie Kollision, Strandung oder das Fahren in einem tropischen Orkan.

Diesen "off design conditions" soll und muss per Definition durch gute Seemannschaft begegnet werden. Jetzt zeigen aber signifikante Ladungsverluste im Winterhalbjahr 2020/21 sowie frühere vergleichbare Fälle, dass dies offenbar nicht möglich ist. Die Grenze zwischen "normalem" Schiffsverhalten und synchronem oder parametrischen Rollen ist nicht scharf zu ziehen, wenn man in Betracht zieht, dass Schiffe aufgrund der Hafensolge oder Slot-Becharterung zwangsläufig auch mit Teil- bzw. Restbeladung unterwegs sein müssen, was bei sehr großen und ultragroßen Containerschiffen zu hohen Stabilitätswerten führt. Es könnte daher erforderlich sein, die Rahmenbedingungen für den Entwurf von Containersicherungssystemen für bestimmte Schiffstypen zu revidieren.

8 Rolldämpfungstanks

Um Rollschwingungen von Schiffen zu dämpfen, können Rolldämpfungstanks eingesetzt werden. Diese Tanks gibt es in aktiver und passiver Form. Aktiv gesteuerte Tanks bestehen aus seitlich im Schiff angeordneten Tanks, die miteinander verbunden sind. Durch rechnergesteuerte Ventile wird das Hin- und Herströmen von Ballastwasser zeitlich so verzögert, dass es durch Phasenverschiebung die Rollschwingungen des Schiffes wirkungsvoll dämpft. Passive Rollschwingungstanks bestehen aus einem querschiffs angeordnetem Ballastwassertank, in dem durch bauliche Maßnahmen das Hin und Herfließen des Wassers verzögert wird, so dass ebenfalls die rolldämpfende Phasenverschiebung erreicht wird. Durch die Wassermenge im Tank kann dessen Wirkung an unterschiedliche

Stabilitätszustände des Schiffes angepasst werden. Der Einbau solcher Tanks wird bislang nicht empfohlen, geschweige denn vorgeschrieben. Einige wenige Reedereien tun es freiwillig.

9 Höhere Windbelastungen

Kein anderer Schiffstyp hat auch nur annähernd so viel Ladung an Deck wie Containerschiffe, die bis zu 60% ihrer Ladung an Deck transportieren. Die Ultra Large Container Carrier (ULCC) haben bis zu 11 Lagen Container an Deck, das bedeutet eine seitliche Windangriffsfläche der Ladung, die größer ist als ein Fußballfeld. Die Windkräfte der hohen Containertürme müssen über die Stapel nach unten in die Schiffsstruktur eingeleitet werden. Mit der Höhe wächst aber auch deren Hebel. Diese Windlasten sind zwar Teil der Entwurfsbedingungen. Es können jedoch Zweifel geäußert werden, ob bei den genannten Dimensionen großer Containerschiffe alle aerodynamischen Effekte richtig erfasst werden.

10 Ladungssicherungssysteme

Bei so großen Deckslasten fällt den Ladungssicherungssystemen eine besondere Bedeutung zu. Ursprünglich wurden Container in vier bis fünf Lagen an Deck transportiert und Container untereinander mit mechanischen Twistlocks verbunden. Eine zusätzliche Sicherung wurde, durch Lasch-Stangen die entweder seitlich oder gekreuzt vor und hinter dem Containerstapel angebracht wurden, sichergestellt. Über Kreuz angebrachte Laschstangen haben überdies die wichtige Aufgabe, die enormen Schubkräfte (racking forces) in den unteren Containerlagen aufzunehmen. Diese Lasch-Stangen wurden in der Regel in der zweiten oder dritten Lage an den unteren Eckbeschlägen des Containers eingehakt und mit Spannschrauben vorgespannt, eine Sicherung, die den Größenverhältnissen entsprach. Mit dem Größenwachstum der Schiffe wurden immer mehr Lagen an Deck transportiert, sodass die Sicherungssysteme „mitwachsen“ mussten. Damit die Lasch-Stangen bei Containertürmen von bis zu 12 Lagen eine angemessene Sicherungswirkung haben, werden heute Lasch-Gerüste zwischen den Containerbays gebaut, die ermöglichen, die fünfte und teilweise die sechste und siebte Lage mit Stangen zu sichern. Auch die Twistlocks wurden auf Grund der großen Arbeitshöhe über Deck verändert. Es wurden halbautomatische und vollautomatische Twistlocks entwickelt, die

schon an der Pier eingesetzt und entnommen werden konnten. Dabei ist der Name Twistlock bei den neuesten Entwicklungen irreführend ist, da sich hier nichts mehr dreht. Nachdem es u.a. im Golf von Biskaya Probleme mit der Ladungssicherung (häufig auf dem Achterschiff) gab, wurden Lasch-Systeme überprüft und teilweise angepasst. Auch heute werden von einzelnen Reedern Weiterentwicklungen bei den Lasch-Systemen vorangetrieben. Die s. g. Pull Out Forces von Locks werden deutlich erhöht.

Es entsteht der Eindruck, dass die systematische Weiterentwicklung der Sicherungssysteme schlicht vernachlässigt worden ist, oder zumindest nur halbherzig betrieben wurde. An vorhandenen Mankos wird gearbeitet, aber ein gesamtheitlicher Ansatz, die Sicherungssysteme so zu dimensionieren, dass sie den Anforderungen der hohen Stabilität heutiger Großcontainerschiffe gerecht werden, wird vermisst.

11 Verified Gross Mass (VGM)

SOLAS schreibt vor, dass für alle Container, die zum Transport angedient werden, eine verifizierte Brutto-Masse (VGM) deklariert werden muss. Für die Ladungssicherung der Container an Bord ist es unerlässlich, die korrekten Gewichte der Container zu kennen. Jeder Containerposition in den einzelnen Containerstapeln (Stacks) an Bord und auch den zusammengesetzten Containerstapeln als Ganzem („Türme“) sind Gewichtsgrenzen zugewiesen, für die die Ladungssicherungssysteme als auch die maximalen Punktbelastungen in den Fundamenten (Tankdecke / Lukendeckel) ausgelegt sind. Da an Deck, anders als im Laderaum, keine Zellgerüste zur Verfügung stehen und die Ladungssicherungskräfte allein durch die Twistlocks und Laschstangen erbracht werden, müssen bei den an Deck gestauten Containerstapeln die Gewichte nach oben hin abnehmen, wobei die obersten Stellplätze in der Regel nur mit leeren Containern belegt werden dürfen.

Stimmt das VGM der Container nicht, kann schon von einem zu schweren Container, gestaut auf der falschen Position, das Sicherungssystem überlastet werden und versagen. Der jetzt lose stehende Containerstapel stützt sich beim Rollen des Schiffes bei seinen Nachbarstapeln ab, die dieser Zusatzbelastungen nicht gewachsen sind. Es kommt auch dort zum Versagen der Ladungssicherung. Dieser Dominoeffekt ist nicht mehr aufzuhalten, es kommt zum Verlust vieler Container aus einer Bay. Nach

einem solchen Ladungsverlust, der meist einseitig erfolgt, rollt das Schiff um einen neuen Gewichtsschwerpunkt (Nullpunkt). Das heißt, die Rollschwingungen zur anderen Seite verstärken sich, was zu weiteren Ladungsverlusten führen kann.

SOLAS schreibt zwar das Deklarieren eines VGM vor, funktionierende Kontrollmechanismen gibt aber nicht. So ist davon auszugehen, dass Ladungsverluste von Containerschiffen immer wieder von falschen Gewichten und/oder Fehlstauungen verursacht werden.

12 Stauen und Packen von Containern

Berechnung von Ladungssicherungssystemen von Containerschiffen werden die Gewichte der Container als statische Gewichte angenommen. Das heißt, die Ladung in den Containern darf sich nicht bewegen. Hierzu gibt der CTU-Code im Annex 7 gute Hinweise und im Internet ist ausreichend Fachliteratur (<http://www.containerhandbuch.de>) zu finden, um die Ladung adäquat zu stauen und zu sichern. Zu beobachten ist aber, dass beim Stauen und Packen von Container, durch eine Mischung aus Unwissenheit, ökonomischen Druck und Gleichgültigkeit die Qualität eher abnimmt. Schadenereignisse offenbaren eklatante Sicherungsmängel mit zum Teil katastrophalen Folgen. Ist Ladung im Container nicht perfekt gesichert, kann sie sich losreißen und frei im Container bewegen. Diese sich bewegende Masse wirkt jetzt wie das Pendel einer Abrissbirne auf die Sicherung dieses einen Containers und damit auf das Ladungssicherungssystem des Schiffes im Sinne des zuvor beschriebenen "Domino-Effekts".

13 Vorgeschädigte Container

Die Qualität der Container selbst hat in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich abgenommen. Das liegt zum einen an ihrer robusten bzw. rücksichtslosen Nutzung, durch Beladung z.B. mit Schrott, Baumstämmen, Stahlcoils oder Flexitanks, aber auch an reduzierten Wartungsaufwendungen von Seiten der Eigner. Beschädigungen der Bodenkonstruktion und der Seitenwände sind an der Tagesordnung. Die Eckbeschläge weisen nach Jahren der robusten Nutzung mitunter zu hohe Toleranzen auf und manch ein Containereigner hat die Stahlblechdicken der Seitenwände soweit abgehungert, dass keine

Reserven mehr enthalten sind. Die Struktur der unteren Container muss die gesamte Decksladung tragen. Bei der Berechnung von Lasch- und Sicherungssysteme wird von normenkonformen Einheiten ausgegangen. Inwieweit das die Praxis widerspiegelt, ist eine berechnete Frage.

14 Schlussfolgerung und Forderungen

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der ökonomische Druck die Qualität einzelner Einflussfaktoren für den Verlust von Containern von Seeschiffen bis über die Grenzen hinaus negativ beeinflusst hat. Das Stauen und Sichern in den Containern, das VGM, die Qualität der Container selbst, die hohe und vielleicht zu hohe Stabilität der breiten ULCC und die erheblichen Windlasten haben dazu geführt, dass die Sicherungssysteme der Schiffe überlastet werden. Wenn spezielle Zustände, wie sie das parametrische und synchrone Rollen verkörpern, durch die Ladungssicherungssysteme nicht kompensiert werden können, weil es sich hierbei um „off design“ Zustände handelt, muss es entweder Möglichkeiten geben diese Zustände zu vermeiden, oder sie dürfen nicht entstehen.

Entweder werden technische Veränderungen wie z.B. Rollschwingungstanks eingebaut, oder die Decksladung muss entsprechend reduziert werden, denn als die Schiffe noch nicht zu 100% ausgelastet waren, sind derartige Situationen nur extrem selten oder gar nicht aufgetreten. Ein schlichtes "weiter so", bis der ökonomische Aufschwung nachlässt und sich dadurch die Probleme vordergründig von selbst geben, kann kein Ausweg sein, denn die nächste ökonomische Hochphase kann schon in Kürze ins Haus stehen.

Berlin, den 13.12.2021