

1.5 Transportkette

Güter gelten besondere Vorgaben für die Stauung auf dem Schiff. Die den Container begleitenden Dokumente gehen mit auf See.

- ✓ An die Entladung im Bestimmungshafen und eine eventuelle Zwischenlagerung schließt sich der Nachlauf an, der mit Hilfe des Straßen-, Eisenbahn- und Binnenschiffstransports zurück ins Binnenland führt.
- ✓ Der Empfänger am Bestimmungsort wird den Container – unter Berücksichtigung eventuell angebrachter Vorsichtsmaßnahmen – öffnen, um die Ware in Empfang zu nehmen. Der leere, gereinigte und von unzutreffenden Kennzeichnungen gesäuberte Container geht dann zurück an einen Sammelpunkt des Betreibers, wo er – nach Inspektion (wiederkehrender Prüfung) und eventueller Reparatur – wieder in den weltweiten Kreislauf eingebracht wird.

Innerhalb der Transportkette sind mehrere Arten der Abwicklung möglich:

1. **FCL/FCL**-Verkehr (**F**ull **C**ontainer **L**oad)

Der Container wird leer an der Ladestelle des Absenders angeliefert. Die Containerbeladung und abschließende Verplombung wird vom Absender vorgenommen. Es folgen Vorlauf zum Seehafen, Seetransport und Nachlauf zum Empfänger. Der immer noch verplombte Container wird vom Empfänger geöffnet, ausgepackt, gereinigt und zur erneuten Beladung oder Leerabholung bereitgestellt.

2. **LCL/LCL**-Verkehr (**L**ess than **C**ontainer **L**oad)

Die Stückgutsendungen werden einzeln vom Spediteur/Sammelspediteur im Verschiffungshafen angeliefert und im Bestimmungshafen auch einzeln wieder abgeholt und beim Empfänger angeliefert. Die Container werden nur für den Seetransport eingesetzt: aus vielen unterschiedlichen Versandstücken werden wenige große und gut handhabbare Güterbeförderungseinheiten gebildet.

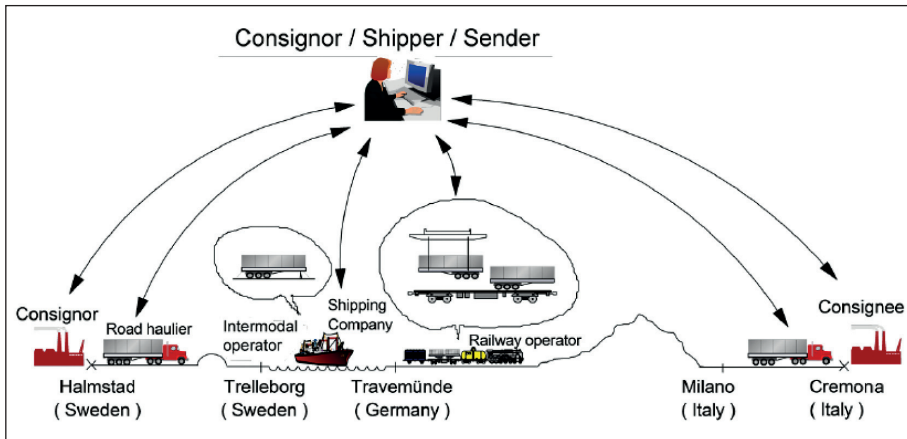
3. **FCL/LCL**-, **LCL/FCL**-Verkehr

Im ersten Fall belädt der Absender den Container; im zweiten Fall liefert der Absender das Stückgut beim Reeder an, der dann damit Container bestaut. Das Auspacken des Containers besorgt im ersten Fall der Reeder, im zweiten Fall der Empfänger der verschifften Güter.

Der CTU-Code liefert zu dieser Darstellung der „Transportkette“ die Aufstellung einer Kette von Verantwortlichkeiten (Chain of Responsibility). Diese Kette wird von Personen gebildet, denen Funktionen zugeordnet werden:

- ✓ **CTU Operator:** Der Eigentümer oder Vermieter einer CTU muss dafür sorgen, dass die CTU den Anforderungen an Bau, Ausrüstung und ordnungsgemäßem Zustand genügt;
- ✓ der **Consignor** (Versender) hat zum einen die nötigen Informationen über die in die CTU zu stauende Ladung bereitzustellen; zum anderen gehört es zu seinen Verantwortlichkeiten, die zu stauenden Ladungseinheiten in ordnungsgemäßem Zustand anzuliefern;
- ✓ dem **Packer** obliegt die fachmännische, sichere Stauung der Ladung in der CTU; da er staut, ist er auch derjenige, der die CTU verplombt und außen kennzeichnet; beim Packen von gefährlichen Gütern ist er derjenige, der das Container-/Fahrzeugpackzertifikat ausstellt bzw. unterzeichnet;
- ✓ der **Shipper** (Befrachter/Absender) hat sicherzustellen, dass eine geeignete CTU für die vorgesehene Ladung und die vorgesehene Beförderung verwendet wird, alle erforderlichen Dokumente des Versenders und des Packers vorliegen, die Ladung in der CTU genau und vollständig beschrieben ist, die Bruttomasse der CTU korrekt bestimmt wurde und dass alle Informationen und Dokumente dem Beförderer rechtzeitig übermittelt werden;
- ✓ der **Road Haulier** (Güterkraftverkehrsunternehmer) ist für einen sicheren Transport der CTU innerhalb des von den Straßenverkehrsvorschriften gesetzten Rahmens verantwortlich; Analoges gilt im Vor- und Nachlauf zum Seehafen mit der Bahn oder dem Binnenschiff;
- ✓ dem **Carrier** (Beförderer) auf der Straße, der Bahn, dem Binnen- und dem Seeschiff obliegen die Sicherung der CTU auf dem Beförderungsmittel und die Beachtung von Transportvorgaben für die CTU (z.B. Standort auf dem Schiff, Kontrolle von Kühlcontainern);
- ✓ der **Consignee/Receiver** (Empfänger/Entlader) soll systematisch (→ Kapitel 5.4) und unter Beachtung des Arbeitsschutzes vorgehen;
- ✓ alle Beteiligten haben die Pflicht, die Verschleppung und Ausbreitung von Schädlingen pflanzlicher und tierischer Art zu unterbinden;
- ✓ alle Beteiligten sollen für einen sinnvollen, zügigen Informationsfluss sorgen.

1.6 Transportbelastungen



Typischer Informationsfluss (Quelle: CTU-Code)

An diese Darstellung der Transportabläufe lässt sich zwanglos die Frage nach den Transportbelastungen für Container und Inhalt auf den verschiedenen Verkehrsträgern anschließen. Auch der Umschlag der Container muss dabei berücksichtigt werden.

1.6 TRANSPORTBELASTUNGEN

Beim Beschleunigen, Bremsen und Kurvenfahren (d.h., im Straßenverkehr) greifen verschiedene Kräfte an (siehe DIN EN 12195-1):

1. Durch die Ladung aufgebraachte **Längskraft F_x**

Trägheitskraft, die als Folge der Fahrzeugbewegungen in Richtung der Längsachse (x-Achse) eines Transportmittels auf die Ladung wirkt:

$$F_x = m \cdot c_x \cdot g$$

m – Masse, die zu sichern ist

c_x – Beschleunigungsbeiwert in Längsrichtung

g – Fallbeschleunigung ($9,81 \text{ m/s}^2$)

2. Durch die Ladung aufgebraachte **Querkraft F_y**

Trägheitskraft, die als Folge der Fahrzeugbewegungen in Richtung der Querachse (y-Achse) eines Transportmittels auf die Ladung wirkt:

$$F_y = m \cdot c_y \cdot g$$

- m – Masse, die zu sichern ist
- c_y – Beschleunigungsbeiwert in Querrichtung
- g – Fallbeschleunigung (9,81 m/s²)

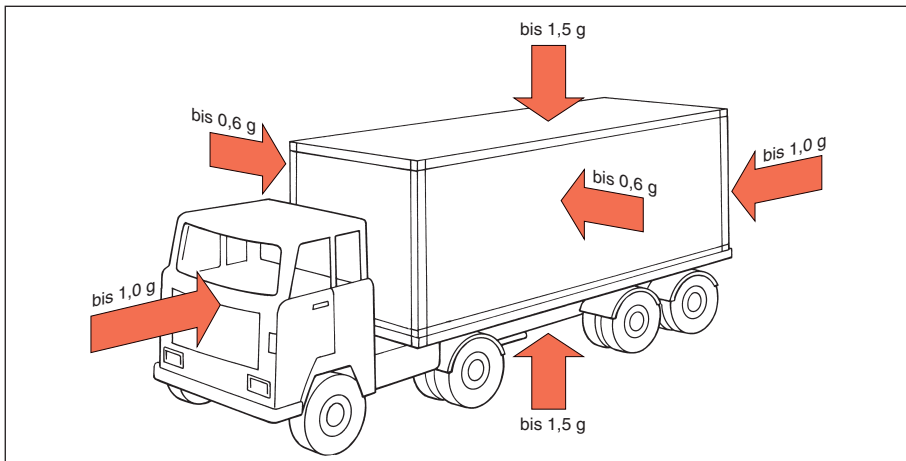
3. Durch die Ladung aufgebrachte **Vertikalkraft F_z**

Summe der Kräfte, die durch die Gewichtskraft der Ladung und die Trägheitskraft erzeugt werden, die als Folge von Fahrzeugbewegungen beim Transport in Richtung der vertikalen Achse (z-Achse) eines Transportmittels auf die Ladung wirkt.

$$F_z = m \cdot c_z \cdot g$$

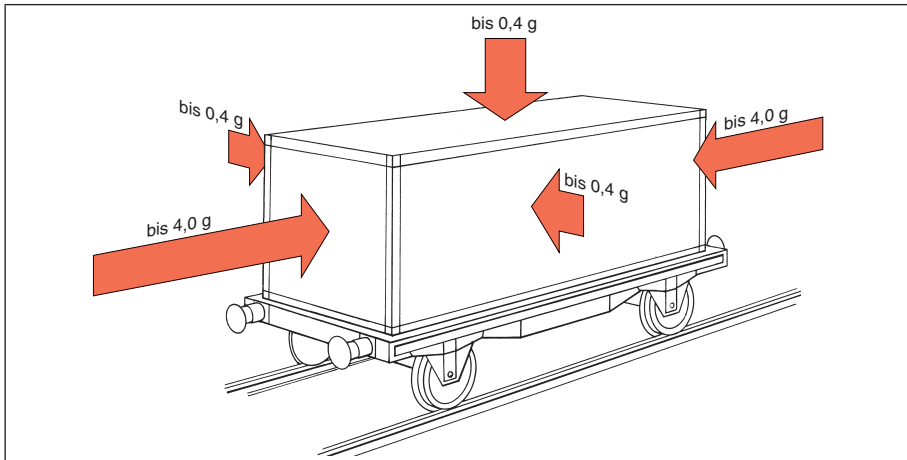
- m – Masse, die zu sichern ist
- c_z – Beschleunigungsbeiwert in vertikaler Richtung
- g – Fallbeschleunigung (9,81 m/s²)

Der CTU-Code gibt im Kapitel 5 (Allgemeine Transportbedingungen) Beschleunigungsbeiwerte für den Transport auf der Straße und der Schiene vor (siehe Kapitel 3 dieses Buchs: *Physikalische Grundlagen der Ladungssicherung*). Die Angaben für den Seeverkehr sind – dem Transportmedium entsprechend – differenzierter.



Mögliche Beanspruchungen beim Transport mit dem Lkw (Quelle: Hapag-Lloyd)

1.6 Transportbelastungen



Mögliche Beanspruchungen beim Transport mit dem Güterwaggon (Quelle: Hapag-Lloyd)

Die **Gewichtskraft** ist die Kraft, mit der ein Körper von der Erde angezogen wird. Sie wirkt, unabhängig von der Lage des Körpers, immer senkrecht nach unten. **Trägheitskräfte** wirken beim Beschleunigen entgegen der Fahrtrichtung, beim Bremsen in Fahrtrichtung. Die Größe der Trägheitskraft hängt zum einen von der Beschleunigung bzw. Verzögerung (beim Bremsen) ab, die der Körper erfährt. Der zweite maßgebliche Faktor ist die Masse des Körpers.

Reibungskräfte (F_F) verzögern die Bewegung eines Körpers auf einer Unterlage. Sie wirken der angreifenden Kraft entgegen.

Haftreibung ist die Kraft, die ein ruhender Körper dem Verschieben auf einer Unterlage entgegensetzt. Die Gleitreibung bezieht sich analog auf einen bereits in Bewegung befindlichen Körper. Die Größe der Reibungskraft ist vom Gewicht des Körpers (genauer: der Gewichtskraft G) und der Gleitreibungszahl („Reibbeiwert“) abhängig.

Fliehkraft: Trägheitskräfte wirken immer geradlinig. Erfährt ein Container bei der Geradeausfahrt eine Beschleunigung, versucht er, die Fahrtrichtung beizubehalten, obwohl der Güterzug inzwischen in eine weite Kurve eingeschwenkt ist. Eine Kurve lässt sich zu einem Kreis ergänzen, der einen Mittelpunkt und einen Radius hat: der Waggon bewegt sich gezwungenermaßen auf dem Radius. Der mit Ladungssicherungsmitteln auf dem Waggon fixierte Container bewegt sich ebenfalls auf dem Radius. Ohne Ladungssicherung würde der Container den Waggon und damit die Kreisbahn verlassen und geradeaus wegfliegen!

Die Darstellung der am Container angreifenden Kräfte gilt genauso für die Stückgüter im Container.

Während der Container fest mit dem Beförderungsmittel (Sattelaufleger, Eisenbahnwaggon usw.) verbunden und so „in der Spur gehalten“ wird, sind es bei den Gütern im Container der Container selbst (Rahmen, Boden, Wände) und die Ladungssicherung im Container, die den angreifenden Kräften standhalten müssen.

Das Umsetzen des Containers ist mit vertikal wirkenden Kräften verbunden. Die Handhabung mit Kränen bringt eine Beschleunigung nach oben bzw. unten und einen mehr oder weniger abgebremsten Absetzstoß mit sich. Eine kurze Transportstrecke wird in der Horizontalen zurückgelegt, mit entsprechend angreifenden Kräften. Die vertikalen Belastungen beim Umgang mit Hilfe von Staplern (Reachstacker) fallen geringer aus.

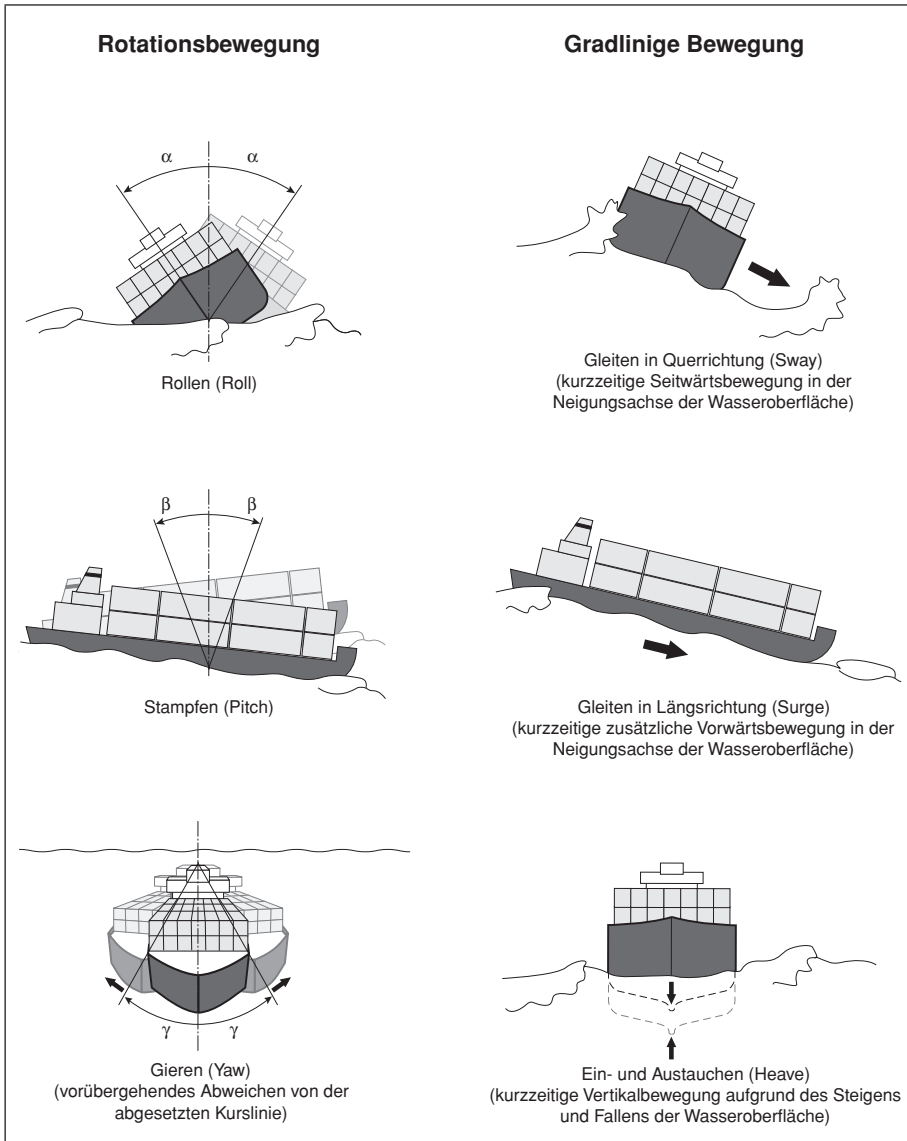
Beim **Straßentransport** spielen Beschleunigen und Abbremsen, die Vibration der gesamten Beförderungseinheit und die Fliehkräfte bei Kurvenfahrt eine Rolle. Von vertikal wirkenden Kräften ist beim Straßentransport in der Regel nicht die Rede; trotzdem sind sie Realität. Der **Bahntransport** bringt vergleichbare Belastungen für Container und Ladung mit sich. Eine Besonderheit ist bei der Bahn der Rangierstoß. Ablaufberge sind bei der Eisenbahn in Deutschland zwar noch üblich, doch das Abbremsen der Waggonen geschieht mit modernen, lärmindernden Gleisbremsen, die auch den Rangierstoß abschwächen. Aber weiß man, was den Container im Ausland erwartet?

Der **Transport auf dem Binnenschiff** kann als ruhige Vorwärtsbewegung in der Horizontalen aufgefasst werden (bei starkem Hochwasser wird die Binnenschiffahrt in der Regel eingestellt). Straßen- und Eisenbahntransport und natürlich die Beförderung auf See sind wesentlich belastender!

Der **Massentransport von Containern auf See** ist bei geringem bis mäßigem Seegang ebenfalls eine ruhige, gleichmäßige Vorwärtsbewegung. Um die langen, schweren, tief liegenden Schiffe und ihre Ladung in unerwünschte Bewegung zu versetzen, ist schwerer Seegang notwendig:

- ✓ Surging (Wogen) ist eine Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung (ungewollte Beschleunigung) des ganzen Schiffs entlang der Längsachse.
- ✓ Swaying ist eine Bewegung des ganzen Schiffs entlang der Querachse (d.h. eine ungewollte Verschiebung des ganzen Schiffs zur Seite).
- ✓ Heaving (Tauchen) ist eine Bewegung des ganzen Schiffs entlang der vertikalen Achse.

1.6 Transportbelastungen



Belastungen auf See (Quelle: nach CTU-Packrichtlinien)