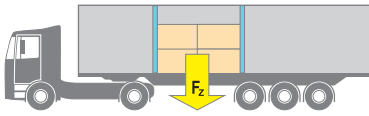
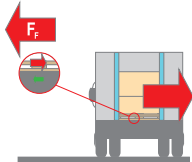


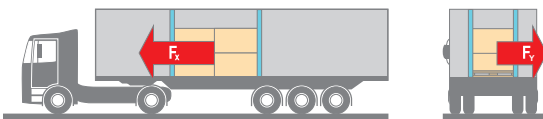
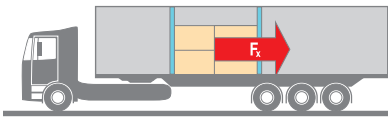
# ■ ■ ■ Physikalische Grundlagen



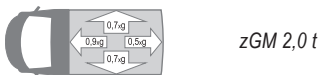
$$\begin{aligned} \text{Gewichtskraft} &= \text{Masse} \times \text{Erdbeschleunigung} \\ F_z \text{ daN} &= m \times g \\ &\sim 1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$



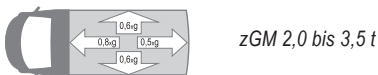
$$\begin{aligned} \text{Reibkraft} &= \text{Gewichtskraft} \times \text{Reibbeiwert} \\ F_F &= F_z \times \mu \end{aligned}$$



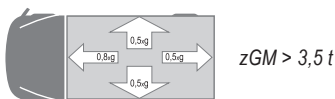
$$\begin{aligned} \text{Trägheitskraft} &= \text{Masse} \times \text{Beschleunigungsbeiwert} \times \text{Erdbeschleunigung} \\ F_{xy} &= m \times c_{xy} \times g \end{aligned}$$



zGM 2,0 t

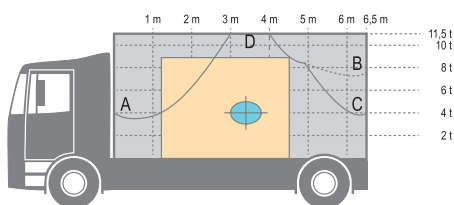


zGM 2,0 bis 3,5 t



zGM > 3,5 t

Beschleunigungsbeiwert  $c_{x,y}$  je nach zGM



Begrenzung durch:

A = zulässige Vorderachslast  
B = zulässige Hinterachslast

C = sichere Lenkbarkeit  
D = zulässiges Gesamtgewicht

## ► Gewichtskraft

Die Ladung drückt mit der Gewichtskraft  $F_z$  nach unten auf die Ladefläche.

Durch die Rundung des Werts für die Erdbeschleunigung  $g$  von  $9,81 \text{ m/s}^2$  auf  $10 \text{ m/s}^2$  ergibt sich:

**1 kg Ladung = 1 daN Gewichtskraft.**

## ► Reibkraft

Die Reibkraft wirkt dem Verrutschen der Ladung entgegen und hilft der Ladegut-Sicherung, indem sie gegen die Trägheitskraft wirkt. Die Reibkraft hängt von der Beschaffenheit zwischen Ladefläche und Ladung ab. Je „rauer“ eine Oberfläche ist, desto größer ist die Reibkraft.

**Die Reibkraft errechnet sich aus der Gewichtskraft  $F_z$  x  $\mu$  für den Gleitreibbeiwert.**

## ► Längs- und Querkraft der Ladung in Abhängigkeit von der zulässigen Gesamtmasse zGM

Durch das Beschleunigen neigt die Ladung dazu nach hinten zu rutschen.

Durch die Verzögerungskraft beim Abbremsen neigt die Ladung dazu nach vorne zu rutschen. Diese Fahrzeugbewegung wirkt in Richtung der Längsachse (x-Achse).

Fliehkräfte wirken in der Kurvenfahrt auf das Fahrzeug und dessen Ladung. Diese Fahrzeugbewegung wirkt in Richtung Querachse (y-Achse).

Fliehkräfte versuchen das Fahrzeug zu neigen und die Ladung zur Kurvenaußenseite zu schieben. Ein Verrutschen der Ladung während der Kurvenfahrt kann ein Kippen des Fahrzeugs zur Folge haben.

Aufgrund der Fahrdynamik der Fahrzeuge mit unterschiedlichen Gesamtmassen treten in der Praxis unterschiedlich große Längs- und Querbewegungen auf, siehe Abbildung.

In Fahrtrichtung treten Beschleunigungen bis  $0,9 \times g$  auf, dadurch entstehen Trägheitskräfte bis zu 90 % der Vertikalkraft (~Ladungsgewicht). Zur Seite ist bis zu  $0,7 \times g$  (70 %) und nach hinten ist von  $0,5 \times g$  und damit von 50 % der Vertikalkraft auszugehen.

Diese Längs- und Querbewegungen erzeugen Längskräfte  $F_x$  bzw. Querkräfte  $F_y$  auf die Ladung.

**Masse x Beschleunigungsbeiwert x Erdbeschleunigung = Trägheitskraft**

## ► Lastverteilung

Die Richtlinie VDI 2700 Blatt 4 fordert die Ladung so zu verstauen, dass der Schwerpunkt der gesamten Ladung möglichst über der Längsmittellinie des Fahrzeugs liegt. Auch bei Teilladungen ist eine gleichmäßige Gewichts- und Lastverteilung anzustreben.

Bei hohen Gewichten ist ein Formschluss meistens nicht gegeben, da aufgrund der Achslasten nicht von der Stirnwand nach hinten geladen werden kann. Dadurch entstehen Ladelücken und hier muss eine geeignete Ladegut-Sicherungsmaßnahme gewählt werden. Die hohen Kräfte insbesondere in Fahrtrichtung können durch Sperrelemente gesichert (= blockiert) werden.