

GRUNDLAGEN

Kräfte

Masse [m]

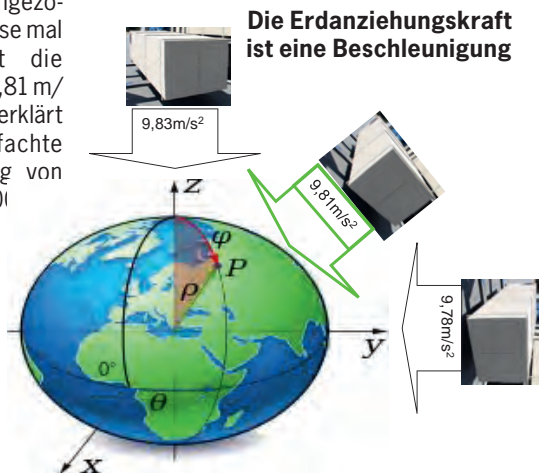
Die Masse eines Körpers (die Ladung) wird durch Wiegen ermittelt und in Kilogramm [kg] angegeben. Sie hat die besondere Eigenschaft der Trägheit. Das heißt, es ist immer eine Kraft erforderlich, um den Zustand der Ruhe oder die momentane Bewegungsrichtung zu ändern.



Gewichtskraft [G]

Die Masse drückt durch die Schwerkraft der Erde [$g = 9,81 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N}$] angezogen nach unten. Aus Masse mal Schwerkraft entsteht die Gewichtskraft. ($1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N} = 1 \text{ daN}$) Damit erklärt sich auch die vereinfachte Rechnung: eine Ladung von 1.000 kg entspricht 1.000

Die Erdanziehungskraft greift immer im Schwerpunkt an



GRUNDLAGEN > Kräfte



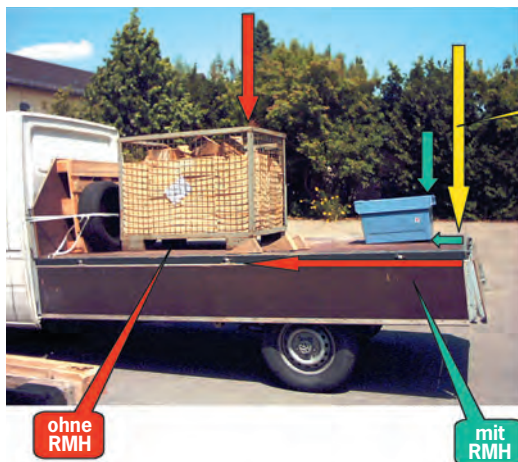
Bei der Ausweichbewegung will die Ladung die ursprüngliche Richtung beibehalten und verlässt, sofern sie nicht gesichert ist, die Ladefläche

Fliehkraft [FZ]

Die Fliehkraft tritt immer dann auf, wenn sich die Bewegungsrichtung ändert. Sie ist abhängig von der Masse, dem Kurvenradius und der Geschwindigkeit. Besonders wichtig ist zu wissen, dass die Geschwindigkeit mit dem Quadrat in die Berechnung eingeht. Das heißt: Verdoppeln der Geschwindigkeit bewirkt eine Vervierfachung der Fliehkraft.

Reibungskräfte

Reibungskräfte wirken zwischen parallelen Grenzflächen verschiedener Mate-



Die waagrechten Pfeile zeigen den Weg mit und ohne rutschhemmende Matte.

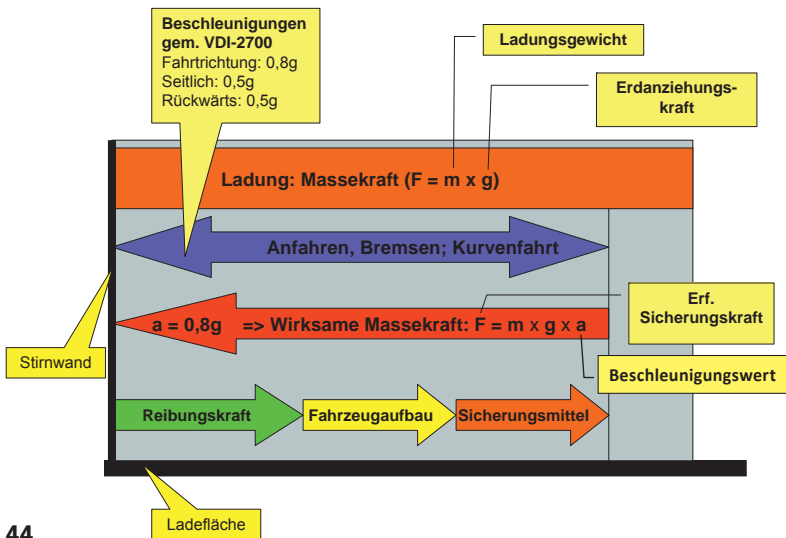
Niederzurren

Beim Niederzurren geht erfahrungsgemäß Vorspannkraft durch Reibung an der Ladung verloren. Bisher wurde dies mit dem K-Faktor 1,5 berücksichtigt. Die EN-12195-1 geht nun vom idealisierten Fall aus, dass auf beiden Seiten die gleiche Kraft anliegt und verwendet den Faktor 2. Da dies jedoch nicht praxisgerecht ist, wird die Sicherungskraft durch den Sicherheits-Faktor (f_s) 1,25 erhöht. Die VDI-2700 Blatt 2 verwendet immer noch den Übertragungsbeiwert K der in der „praktischen Umsetzung bis zu $K = 2,0$ betragen“ kann. Bei Querkraften „kann für die Berechnung ein Übertragungsbeiwert von $k = 1,8$ empfohlen werden“.

Für die Praktiker ist der K-Faktor 1,5 immer noch eine zweckmäßiger Ansatz, weil sowohl in der Berechnung der VDI, als auch der EN-Norm von idealen Bedingungen ausgegangen wird, die in der konkreten Verladung im Regelfall nicht zutreffen.

Berechnen/Ermitteln der Sicherungskraft






Das Berechnen bzw. Ermitteln der Sicherungskraft sollte für jeden Fahrer/Verlader eine leichte Übung sein. Dazu muss er einige Grundsätze wissen und anwenden können. Die Pfeilgrafik zeigt die Zusammenhänge der einzelnen Komponenten und wie sie berechnet werden.



GRUNDLAGEN > Sicherungsmethoden

Die **Reibungskraft** (grüner Pfeil) entsteht durch das Absetzen der Ladung auf die Ladefläche. Der **Fahrzeugaufbau** (gelber Pfeil) wird durch formschlüssiges Stauen auf/im Fahrzeug erreicht. Falls die Summe aus Reibung und Formschluss zur Sicherung nicht ausreicht muss die Anzahl der **Sicherungsmittel** (oranjer Pfeil) ermittelt werden.

Das Vergleichsbeispiel zeigt den Rechenweg:

Antirutschmatten:	ohne	mit	
Ladung: 20.000kg x 9,81m/s ² ≈	20.000daN	20.000daN	
Erforderliche Sicherungskraft 0,8g	16.000daN	16.000daN	
Reibkraft ($\mu=0,3$ / $\mu=0,6$)	– 6.000daN	– 12.000daN	
Stirnwand (Code L)	– 5.000daN	– 5.000daN	
Verbleibend:	5.000daN	– 1.000daN	

Werden keine Antirutschmatten verwendet müssen 5.000daN zusätzlich durch Sicherungsmittel kompensiert werden. Kommen jedoch Antirutschmatten zum Einsatz werden 1.000daN Sicherungskraft mehr erreicht als erforderlich.

Berechnung der Sicherungsmittel bei Anwendung der Niederzurr-Methode.

Der gerade aufgeführte Vergleich zeigte den Unterschied zwischen den Reibkräften, ohne und mit dem Einsatz von Antirutschmatten. Auch bei dem Niederzurren ist die Reibkraft einer der wichtigsten Indikatoren, da ein guter Kraftschluss auch immer auf einer hohen Rei-



	Gurte mit Kurzhebel-Druckratsche		Gurte mit Langhebel-Zugratsche	
Ladung: 5000 kg x 9,81 m/s ² ≈	5.000 daN	5.000 daN	5.000 daN	5.000 daN
Beschleunigung bei 0,8 g	4.000 daN	4.000 daN	4.000 daN	4.000 daN
Gleitreibbeiwert	$\mu_D = 0,3$	$\mu_D = 0,6$	$\mu_D = 0,3$	$\mu_D = 0,6$
Erforderliche Kraft durch Zurrmittel	2.500 daN	1.000 daN	2.500 daN	1.000 daN
Vorspannkraft STF=	300 daN	300 daN	500 daN	500 daN
Übertragungsbeiwert (K-Faktor)	1,5	1,5	1,5	1,5
Vorspannkraft (Summe)	450 daN	450 daN	750 daN	750 daN
Reibwert:	$\mu_D = 0,3$	$\mu_D = 0,6$	$\mu_D = 0,3$	$\mu_D = 0,6$
Sicherungskraft je Gurt	135 daN	270 daN	225 daN	450 daN
Anzahl der Gurte	19	4	12	3

GRUNDLAGEN > Ladeeinheitensicherung

Sichern mit Schrumpffolie

Schrumpffolie hat sich besonders bei Baustoffen bewährt, weil sie sich sehr gut maschinell verarbeiten lässt. Sie wird bei der Herstellung bereits gedehnt und dann abgekühlt. Bei der Verarbeitung muss sie deshalb erwärmt werden, damit sich die Rückstellkraft entwickeln kann.

Dabei ist darauf zu achten, dass die Temperatur richtig gewählt wird, um Löcher in der Folie zu vermeiden. Sie reduzieren die Sicherungswirkung erheblich. Besonders das Schrumpfen mit der Gas-Schrumpfpistole hat sich bewährt, weil es vergleichsweise geringe Kosten verursacht und flexibel einsetzbar ist. Weitere Informationen finden Sie im Buch „Fit beim Verpacken“.



Wichtig ist die Verbindung zwischen Ware und Ladungsträger.

ANWENDUNGSBEISPIELE

Stückgut

Häufig hört man im Zusammenhang mit der Verladung von Stückgut die Aussage: „Das kann man überhaupt nicht sichern“. Dabei wird meist an die „Sammelladung“ gedacht, die eigentlich eine Mischladung ist. Die VDI-2700 Blatt 6 definiert wie folgt: Unter einer Mischladung versteht man die

Zusammenladung von Stückgütern unterschiedlichster Art und Ausprägung. Sie ist die Gütermenge, die bei mehreren Verladern oder Versendern abgeholt und gegebenenfalls gebündelt und mit einem Transportträger zu einem Empfänger transportiert wird. Die VDI-2700 Blatt 6 „Zusammenladung von Stückgütern“ ist die maßgebliche Richtlinie für den Transport dieser Art von Gütern.

Eine übliche und bekannte Ladungssicherungsmethode wie das Niederzurren, also das Anpressen der Ladung auf den Wagenboden durch Zurrgurte ist bei den meisten Stückgütern nicht anwendbar, da durch den Druck der Zurrgurte das Ladegut beschädigt werden kann.



Das bedeutet, dass die Zurrgurte nicht mit der erforderlichen Vorspannkraft auf das Ladegut drücken. Die Wir-

