

## Berechnung Niederzurren (Tabelle) 6.1

Tabelle 6.3: Ermittlung der Zurrmittel-Anzahl bei 100 kg bis 900 kg

Vorspannkraft (S) <sub>TF</sub>	Gewicht der Ladung		100 kg	200 kg	300 kg	400 kg	500 kg	600 kg	700 kg	800 kg	900 kg	
	Zurrwinkel (α)	Reibwert (μ)	35	45	55	60	65	70	75	80	85	
250 daN	0,10	0,10	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
	0,15	0,15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	0,20	0,20	2	2	1	1	3	3	2	2	2	2
	0,25	0,25	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	0,30	0,30	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	0,35	0,35	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	0,40	0,40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,45	0,45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,50	0,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,55	0,55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
300 daN	0,60	0,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,10	0,10	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
	0,15	0,15	2	2	1	1	4	3	2	2	2	2
	0,20	0,20	2	1	1	1	3	2	2	2	2	2
	0,25	0,25	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	0,30	0,30	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	0,35	0,35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,40	0,40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,45	0,45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,50	0,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Die Werte stellen einen Mittelwert der gemessenen statischen Reibung (Neigungsprüfung), multipliziert mit 0,925 dar.

## 6.2 Berechnung Niederzurren (Formel)

### 6.2 BERECHNUNG NIEDERZURREN MITTELS FORMEL

#### 6.2.1 Berechnung Niederzurren in Fahrtrichtung mittels Formel

Ein neuer **Sicherheitsbeiwert**  $f_s$  soll die **Unsicherheit** bei der Verteilung der Zugkräfte beim **Niederzurrverfahren** abdecken.

- Für alle **horizontalen Richtungen**, ausgenommen bei Straßentransport in Vorwärtsrichtung, beträgt  $f_s = 1,1$  (d. h. bei  $c_y$  zur Seite sowie  $c_x$  nach hinten).
- In **Vorwärtsrichtung** beträgt  $f_s = 1,25$  (d. h. bei  $c_x$ ).

$$F_T = \frac{(c_x - \mu \cdot c_z) \cdot F_G}{\mu \cdot \sin \alpha \cdot 2} \cdot f_s$$

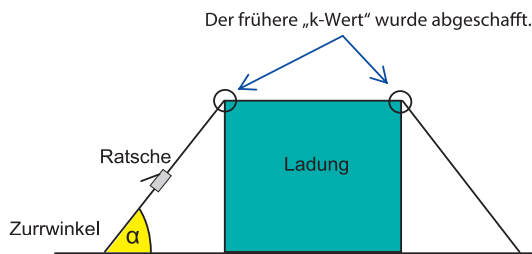


Bild 6.3: Zurrwinkel

Tabelle 6.4: Sinuswerte

Zurrwinkel $\alpha$	$\sin \alpha$
90°	1,00
85°	0,99
80°	0,98
75°	0,96
70°	0,94
65°	0,90
60°	0,87
55°	0,82
50°	0,77
45°	0,71
40°	0,64
35°	0,57
30°	0,50

#### Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

$$c_x = 0,8; \quad \mu = 0,45; \quad c_z = 1,0; \quad F_G = 4000 \text{ daN}; \quad f_s = 1,25; \quad \alpha = 60^\circ$$

Reibbeiwert

Sicherheitswert nach vorn

$$F_T = \frac{(0,8 - 0,45 \cdot 1) \cdot 4000}{0,45 \cdot 0,87 \cdot 2} \cdot 1,25$$

$$F_T = \frac{0,35 \cdot 2000}{0,391} \cdot 1,25$$

$$F_T = 0,895 \cdot 2000 \cdot 1,25$$

$$F_T = 2237,85 \text{ daN}$$

## Berechnung Niederzurren mit Blockierung 6.3

### Berechnungsbeispiel Zurrmittel

$$n = \frac{F_T}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 300 \text{ daN} \quad n = \frac{2237,85 \text{ daN}}{300 \text{ daN}} = 7,46 = \mathbf{8 \text{ Zurrmittel}}$$

(normale Spannkraft)

### 6.2.2 Berechnung Niederzurren quer zur Fahrtrichtung mittels Formel

#### Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

$$c_y = 0,5; \quad \mu = 0,45; \quad c_z = 1,0; \quad F_G = 4000 \text{ daN}; \quad f_s = 1,1; \quad \alpha = 60^\circ$$

Reibbeiwert

Sicherheitswert zur Seite

$$F_T = \frac{(c_y - \mu \cdot c_z) F_G}{\mu \cdot \sin \alpha \cdot 2} \cdot f_s$$

$$F_T = \frac{(0,5 - 0,45 \cdot 1) \cdot 4000}{0,45 \cdot 0,87 \cdot 2} \cdot 1,1$$

$$F_T = \frac{0,05 \cdot 4000}{0,391 \cdot 2} \cdot 1,1$$

$$F_T = \frac{200}{0,782} \cdot 1,1$$

$$F_T = 255,7 \cdot 1,1$$

$$F_T = \mathbf{281,3 \text{ daN}}$$

### Berechnungsbeispiel Zurrmittel

$$n = \frac{F_T}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 300 \text{ daN} \quad n = \frac{281,3 \text{ daN}}{300 \text{ daN}} = 0,93 = \mathbf{1 \text{ Zurrmittel}}$$

(normale Spannkraft)

## 6.3 BERECHNUNG NIEDERZURREN MIT BLOCKIERUNG MITTELS FORMEL

### 6.3.1 Berechnung Niederzurren mit Blockierung in Fahrtrichtung mittels Formel

#### Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

$$c_x = 0,8; \quad \mu = 0,30; \quad c_z = 1,0; \quad F_G = 12000 \text{ daN}; \quad f_s = 1,25; \quad \alpha = 60^\circ; \\ BC = 5000 \text{ daN}$$

$$F_T = \frac{(c_x - \mu \cdot c_z) (F_G - BC)}{\mu \cdot \sin \alpha \cdot 2} \cdot f_s$$

$$F_T = \frac{(0,8 - 0,30 \cdot 1) (12000 - 5000)}{0,30 \cdot 0,87 \cdot 2} \cdot 1,25$$

## 6.3 Berechnung Niederzurren mit Blockierung

$$F_T = \frac{0,5 \cdot (12000 - 5000)}{0,261 \cdot 2} \cdot 1,25 \quad F_T = \frac{0,5 \cdot 7000}{0,522} \cdot 1,25$$

$$F_T = \frac{3500}{0,522} \cdot 1,25 \quad F_T = 6704,98 \cdot 1,25 \quad F_T = \mathbf{8381,23 \text{ daN}}$$

### Berechnungsbeispiel Zurrmittel

$$n = \frac{F_T}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 300 \text{ daN} \quad (\text{normale Spannkraft}) \quad n = \frac{8381,23 \text{ daN}}{300 \text{ daN}} = 27,94 = \mathbf{28 \text{ Zurrmittel}}$$

Beachten Sie bitte die Berechnung „quer zur Fahrtrichtung“.

### 6.3.2 Berechnung Niederzurren mit Blockierung in Fahrtrichtung, jedoch quer, mittels Formel

#### Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

$$c_y = 0,5; \quad \mu = 0,30; \quad c_z = 1,0; \quad F_G = 12000 \text{ daN}; \quad f_s = 1,1; \quad \alpha = 60^\circ$$

$$F_T = \frac{(c_y - \mu \cdot c_z) F_G}{\mu \cdot \sin \alpha \cdot 2} \cdot f_s \quad F_T = \frac{(0,50 - 0,30 \cdot 1) 12000}{0,30 \cdot 0,87 \cdot 2} \cdot 1,1$$

$$F_T = \frac{0,20 \cdot 12000}{0,261 \cdot 2} \cdot 1,1 \quad F_T = \frac{2400}{0,522} \cdot 1,1$$

$$F_T = 4597,70 \cdot 1,1 \quad F_T = \mathbf{5057,47 \text{ daN}}$$

#### Berechnungsbeispiel Zurrmittel

$$n = \frac{F_T}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 300 \text{ daN} \quad (\text{normale Spannkraft}) \quad n = \frac{5057,47 \text{ daN}}{300 \text{ daN}} = 16,86 = \mathbf{17 \text{ Zurrmittel}}$$

**Anmerkung:** Wenn rechnerisch  $n < 2$  sein sollte, ist sicherzustellen, dass ein unzulässiges Verdrehen der Ladung verhindert wird. Dies kann man z.B. durch Formschluss oder durch den Einsatz von mindestens zwei Zurrmitteln erreichen.

Der typische Spruch „Ein Zurrurt ist kein Zurrurt“ stimmt so nicht.