

Tabelle 6.1: Ermittlung der Zurrmittel-Anzahl bei 100 kg bis 900 kg ( $k = 1,8$ )

Vorspannkraft ( $S_{TP}$ )	Gewicht der Ladung		100 kg	200 kg	300 kg	400 kg	500 kg	600 kg	700 kg	800 kg	900 kg																													
	Zurvwinkel ( $\alpha$ )	Gleitreibbeiwert ( $\mu$ )	35	45	60	75	35	45	60	75	35	45	60	75																										
250 daN	0,10	0,10	3	3	2	2	6	5	4	4	8	7	6	5	11	9	8	14	11	9	8	16	13	11	10	22	15	12	11	24	17	14	12							
	0,15	0,15	2	2	1	1	4	3	2	2	5	4	3	2	5	4	9	7	6	5	10	9	7	6	12	8	7	6	14	9	8	7	15	11	9	8				
	0,20	0,20	2	1	1	1	3	2	2	4	3	3	2	2	4	3	6	5	4	4	7	6	5	4	10	7	6	5	11	7	6	5	11	7	6	6				
	0,25	0,25	1	1	1	1	2	2	2	3	2	2	4	3	2	5	4	3	3	6	5	4	3	6	4	4	3	7	5	4	4	8	6	5	4	4				
	0,30	0,30	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	2	4	3	3	2	4	3	3	5	3	3	6	4	3	3	6	4	3	4	3			
	0,35	0,35	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	4	3	2	2	4	3	2	5	3	3	3			
	0,40	0,40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	4	3	2	4	3	2	2			
	0,45	0,45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2			
	0,50	0,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	3	2	2	2	
	0,55	0,55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1	
0,60	0,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1		
300 daN	0,10	0,10	3	2	2	2	5	4	3	3	7	6	5	4	9	8	6	12	9	8	7	14	11	9	8	16	13	11	10	18	15	12	11	20	17	14	12			
	0,15	0,15	2	2	1	1	3	2	2	5	4	3	3	2	6	5	4	7	6	5	9	7	6	5	10	8	7	6	11	9	8	7	13	11	9	8	13	11	9	8
	0,20	0,20	1	1	1	1	2	2	2	3	2	2	4	3	3	5	4	4	3	5	4	4	3	6	5	4	7	6	5	4	8	7	6	5	9	7	6	6	6	
	0,25	0,25	1	1	1	1	2	2	1	3	2	2	2	3	2	2	4	3	3	5	4	3	3	5	4	3	5	4	4	3	6	5	4	4	7	6	5	4	4	
	0,30	0,30	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	4	3	3	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	4	3	3
	0,35	0,35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	4	3	2	4	3	2	4	3	3
	0,40	0,40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2
	0,45	0,45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	0,50	0,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,55	0,55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,60	0,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

## 6.1 Berechnung Niederrzuren (Tabelle)

Tabelle 6.2: Ermittlung der Zurrmittel-Anzahl bei 1 t bis 4 t ( $k = 1,8$ )

Vorspannkraft $S_{TF}$	Gewicht der Ladung	1 t					2 t					3 t					4 t				
	Zurzwinkel ( $\alpha$ )	35	45	60	75	90	35	45	60	75	90	35	45	60	75	90	35	45	60	75	90
	Gleitreibbeiwert ( $\mu$ )																				
250 daN	0,10	27	22	18	16	16	54	44	36	32	31	80	65	53	48	46	107	87	71	64	62
	0,15	17	14	11	10	10	33	27	22	20	19	50	41	33	30	29	66	54	44	40	38
	0,20	12	10	8	7	7	23	19	16	14	14	35	28	23	21	20	46	37	31	28	27
	0,25	9	7	6	5	5	17	14	12	10	10	26	21	17	15	15	34	28	23	20	20
	0,30	7	6	5	4	4	13	11	9	8	8	20	16	13	12	11	26	21	17	16	15
	0,35	5	4	4	3	3	10	8	7	6	6	15	12	10	9	9	20	16	13	12	12
	0,40	4	4	3	3	3	8	7	6	5	5	12	10	8	7	7	16	13	11	10	9
	0,45	3	3	2	2	2	6	5	4	4	4	9	8	6	6	6	12	10	8	8	7
	0,50	3	2	2	2	2	5	4	4	3	3	7	6	5	5	4	10	8	7	6	6
0,55	2	2	2	2	1	4	3	3	3	2	6	5	4	4	3	7	6	5	5	4	
0,60	2	2	1	1	1	3	3	2	2	2	4	4	3	3	3	6	5	4	4	3	
300 daN	0,10	23	18	15	14	13	45	36	30	27	26	67	54	45	40	39	89	72	59	53	51
	0,15	14	12	10	9	8	28	23	19	17	16	42	34	28	25	24	55	45	37	33	32
	0,20	10	8	7	6	6	20	16	13	12	11	29	24	19	17	17	39	31	26	23	22
	0,25	7	6	5	5	4	14	12	10	9	8	21	17	14	13	12	28	23	19	17	16
	0,30	6	5	4	4	4	11	9	7	7	7	16	13	11	10	10	22	18	14	13	13
	0,35	5	4	3	3	3	9	7	6	5	5	13	10	9	8	8	17	14	11	10	10
	0,40	4	3	3	2	2	7	6	5	4	4	10	8	7	6	6	13	11	9	8	8
	0,45	3	2	2	2	2	5	4	4	3	3	8	6	5	5	5	10	8	7	6	6
	0,50	2	2	2	2	2	4	4	3	3	3	6	5	4	4	4	8	7	6	5	5
0,55	2	2	1	1	1	3	3	2	2	2	5	4	3	3	3	6	5	4	4	4	
0,60	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2	4	3	3	2	2	5	4	3	3	3	

Der Tabellenwert „1 Zurrmittel“ ist nur bei Formschluss zur Stirnwand und kurzen Ladegütern zu empfehlen (siehe Bild 4.22). Bei langen Ladegütern und Formschluss sollten 2 Zurrmittel eingesetzt werden, um ein Verdrehen des Ladegutes zu verhindern.

Hinweis: Der Übertragungsbeiwert  $k$  ( $\rightarrow$  Seite 34) beschreibt den Verlust an Vorspannkraft durch Reibung zwischen Zurrmittel und Ladung.

Bei einem Spannelement ergibt sich somit die Formel  $F_{IS} = \frac{(f_{lv} - \mu \cdot f_v)}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{F_G}{1,8}$

Bei zwei Spannelementen bleibt die Formel  $F_{IS} = \frac{(f_{lv} - \mu \cdot f_v)}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{F_G}{2}$

Der Gleitreibbeiwert ist bei  $\mu_D$  geblieben, d. h., es wird weiterhin mit dem dynamischen Reibbeiwert gerechnet und nicht mit der Haftreibung  $\mu_S$ .

6.2 BERECHNUNG NIEDERRURREN MITTELS FORMEL

6.2.1 Berechnung Niederrurren in Fahrtrichtung mittels Formel

$$F_{iS} = \frac{(f_{IV} - \mu \cdot f_v)}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{F_G}{1,8}$$

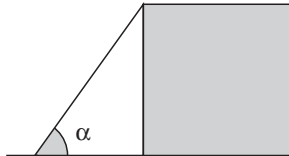


Bild 6.2: Zurrwinkel

Tabelle 6.3: Sinuswerte

Zurrwinkel $\alpha$	$\sin \alpha$
90°	1,00
80°	0,98
70°	0,94
60°	0,87
50°	0,77
40°	0,64
30°	0,50

Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

$f_{IV} = 0,8$      $\mu = 0,3$      $\alpha = 60^\circ$      $F_G = 500 \text{ daN}$      $f_v = 1$

$$F_{iS} = \frac{(0,8 - 0,3)}{0,3 \cdot 0,87} \cdot \frac{500}{1,8} \qquad F_{iS} = \frac{0,5}{0,261} \cdot 277,77$$

$F_{iS} = 1,9157 \cdot 277,77 = \underline{\underline{532,13 \text{ daN}}}$

Berechnungsbeispiel Anzahl der Zurrmittel (n)

$$n = \frac{F_{iS}}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 250 \text{ daN} \quad ( \text{normale Vorspannkraft, } \rightarrow \text{Kap. 5.2.7} ) \qquad n = \frac{532,13 \text{ daN}}{250 \text{ daN}}$$

$n = 2,12 \approx \mathbf{3 \text{ Zurrmittel}}$

## 6.3 Berechnung Diagonalzurren (Tabelle)

### 6.2.2 Berechnung Niederzurren mittels Formel quer zur Fahrtrichtung, z. B. bei Formschluss

#### Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

$$f_q = 0,5 \quad \mu = 0,3 \quad \alpha = 60^\circ \quad F_G = 500 \text{ daN} \quad f_v = 1$$

$$F_{is} = \frac{(0,5 - 0,3)}{0,3 \cdot 0,87} \cdot \frac{500}{1,8}$$

$$F_{is} = \frac{0,2}{0,261} \cdot 277,77$$

$$F_{is} = 0,766 \cdot 277,77 = \underline{\underline{212,77 \text{ daN}}}$$

#### Berechnungsbeispiel Anzahl der Zurrmittel (n)

$$n = \frac{F_{is}}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 250 \text{ daN}$$

$$n = \frac{212,77 \text{ daN}}{250 \text{ daN}}$$

$$n = 0,85 \approx \mathbf{1 \text{ Zurrmittel}}$$

## 6.3 BERECHNUNG DIAGONALZURREN EINER FREISTEHENDEN, STANDFESTEN, STABILEN LADUNG ANHAND EINER TABELLE

Beispiel aus der Tabelle 6.4:

Es werden **vier Zurrmittel** verwendet.

Die zulässige Zugkraft direkt beträgt bei den zur Verfügung stehenden **Zurrgurten 500 daN**.

Die einzelnen Zurrpunkte an dem zur Verfügung stehenden **Fahrzeug nehmen ebenfalls 500 daN auf**.