

6 ERMITTELN DER ERFORDERLICHEN SICHERUNGSKRÄFTE

6.1 BERECHNUNG NIEDERZURREN EINER FREISTEHENDEN, STANDFESTEN, STABILEN LADUNG ANHAND EINER TABELLE

Die DIN EN 12 195-1:2021 gilt nur für Fahrzeuge über 3,5t zulässige Gesamtmasse.

Beispiel:

- Gewicht der Ladung: 4 000 kg
- Zurrwinkel $\alpha = 60^\circ$
- Reibbeiwert $\mu = 0,3$
- Die Vorspannkraft, die vom Fahrzeugführer über die Ratsche des Zurrgurtes (normaler 50-mm-Zurrgurt) aufgebracht wird, beträgt in den meisten Fällen bei Druckratschen ca. 300 daN.

Hinweis:

Die Vorspannkraft sollte grundsätzlich mit einem Vorspannkraftmessgerät gemessen werden, egal, ob mit einem externen oder einem schon am Zurrgurt angebrachten Messgerät.

Das aus der Tabelle abgelesene Ergebnis ist beeindruckend: man benötigt **16 Zurrgurte**.

Diese Form der Ladungssicherung ist jedoch nicht zu empfehlen, da zu viele Zurrgurte zum Einsatz kommen und der Zeitaufwand zu groß und damit unwirtschaftlich ist. Hinzu kommt noch die Frage, ob genügend Zurrpunkte zur Verfügung stehen.

Änderung

Nimmt man einige Veränderungen vor, wie z. B. Änderung des Reibbeiwertes μ von 0,3 auf 0,6, was durch Unterlegen von **Antirutschmatten** erreicht werden kann, ist die Wirkung sehr erstaunlich und lässt einige Praktiker sicherlich zweifeln.

Die **Anzahl der Zurrgurte** verringert sich tatsächlich **auf 4**.

Ähnlich wirkt sich das bei Veränderung der Vorspannkraft oder des Zurrwinkels aus. Schon durch geringe Veränderungen kann der Aufwand also erheblich verringert und die Ladungssicherung somit kostengünstiger gestaltet werden.

6.1 Berechnung Niederzurren (Tabelle)

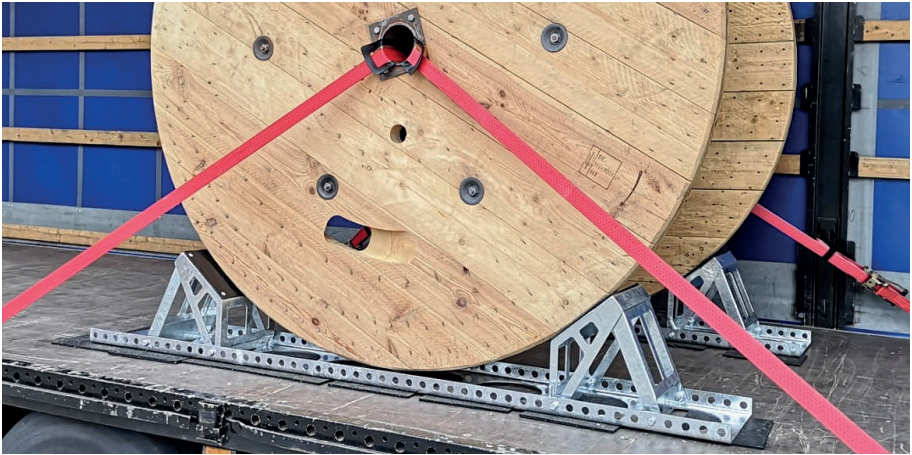


Bild 6.1: Zwischen Ladefläche und Keilsystem sowie auf den Keilen sind Anti-rutschmatten eingesetzt.



Bild 6.2: Zwischen Ladefläche und FIBC sind Antirutschmatten eingesetzt. Die Mat-ten, Maße 200 × 300 × 10 mm, sind dick genug, so dass die FIBC in der Mitte den Boden nicht berühren.

Die entsprechenden Niederzurr-Tabellen sind auf den folgenden Seiten zu finden.

Tabelle 6.1: Ermittlung der Zurrmittel-Anzahl bei 1 t bis 6 t

Vorspannkraft S_{TF}	1 t		2 t		3 t		4 t		5 t		6 t																				
	35	45	60	75	90	35	45	60	75	90	35	45	60	75	90																
Gewicht der Ladung	Anzahl der erforderlichen Sicherungsmittel																														
	Reibbeiwert (μ)																														
250 daN	0,10	30	25	20	18	18	60	49	40	36	35	90	73	60	54	52	120	98	80	72	69	150	122	100	89	86	180	146	119	106	103
	0,15	19	16	13	11	11	38	31	25	22	22	56	46	37	33	32	75	61	50	44	43	93	76	62	55	54	112	91	74	66	64
	0,20	13	11	9	8	8	26	21	17	16	15	39	32	26	23	23	52	42	34	31	30	65	53	43	39	37	77	63	51	46	45
	0,25	10	8	7	6	6	19	16	13	12	11	29	23	19	17	17	38	31	25	23	22	48	39	32	28	27	57	46	38	34	33
	0,30	8	6	5	5	5	15	12	10	10	9	22	18	15	13	13	29	24	19	17	17	36	29	24	22	21	43	35	29	26	25
	0,35	6	5	4	4	4	11	9	8	7	7	17	14	11	10	10	22	18	15	14	13	28	23	19	17	16	33	27	22	20	19
	0,40	5	4	3	3	3	9	7	6	6	5	13	11	9	8	8	18	14	12	11	10	22	18	15	13	13	26	21	17	16	15
	0,45	4	3	3	2	2	7	6	5	4	4	10	9	7	6	6	14	11	9	8	8	17	14	12	10	10	20	17	14	12	12
	0,50	3	3	2	2	2	6	5	4	4	3	8	7	6	5	5	11	9	7	7	6	13	11	9	8	8	16	13	11	10	9
	0,55	2	2	2	2	2	4	4	4	3	3	6	5	4	4	4	8	7	6	5	5	10	8	7	6	6	12	10	8	7	7
	0,60	2	2	1	1	1	3	3	2	2	2	5	4	3	3	3	6	5	4	4	4	8	6	5	5	5	9	7	6	6	5
	300 daN	0,10	25	21	17	15	15	50	41	34	30	29	75	61	50	45	43	100	81	67	60	58	125	102	83	75	72	150	122	100	89
0,15		16	13	11	10	9	31	26	21	19	18	47	38	31	28	27	62	51	41	37	36	78	63	52	46	45	93	76	62	56	54
0,20		11	9	8	7	7	22	18	15	13	13	33	27	22	20	19	43	35	29	26	25	54	44	36	32	31	65	53	43	39	37
0,25		8	7	6	5	5	16	13	11	10	9	24	20	16	14	14	32	26	21	19	18	40	32	26	24	23	48	39	32	28	27
0,30		6	5	4	4	4	12	10	8	8	7	18	15	12	11	11	24	20	16	15	14	30	25	20	18	18	36	29	24	22	21
0,35		5	4	4	3	3	10	8	7	6	6	14	12	10	9	8	19	15	13	11	11	23	19	16	14	14	28	23	19	17	16
0,40		4	3	3	3	3	8	6	5	5	5	11	9	8	7	7	15	12	10	9	9	18	15	12	11	11	22	18	15	13	13
0,45		3	3	2	2	2	6	5	4	4	4	9	7	6	5	5	12	9	8	7	7	14	12	10	9	8	17	14	12	10	10
0,50		3	2	2	2	2	5	4	3	3	3	7	6	5	4	4	9	7	6	5	5	11	9	8	7	7	13	11	9	8	8
0,55		2	2	2	1	1	4	3	3	2	2	5	4	4	3	3	7	6	5	4	4	9	7	6	5	5	10	8	7	6	6
0,60		2	1	1	1	1	3	2	2	2	2	4	3	3	3	3	5	4	4	3	3	6	5	4	4	4	8	6	5	5	5

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 **Niederzurverfahren** 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).

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

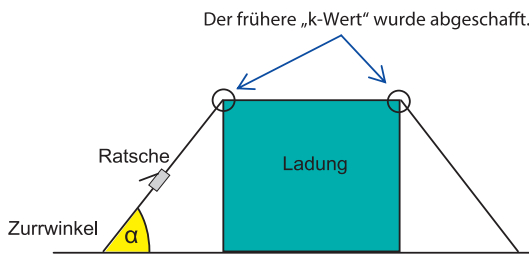


Bild 6.3: Zurrwinkel

Tabelle 6.4: Sinuswerte

Zurrwinkel α	$\sin \alpha$
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

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

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

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

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

Berechnungsbeispiel Zurmittel

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

(normale Spannkraft)

6.2.2 Berechnung Niederrufen 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

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

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

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

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

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

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

Berechnungsbeispiel Zurmittel

$$n = \frac{F_T}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 300 \text{ daN} \quad n = \frac{281,3 \text{ daN}}{300 \text{ daN}} = 0,94 = \mathbf{1 \text{ Zurmittel}}$$

(normale Spannkraft)

6.3 BERECHNUNG NIEDERRUFEN MIT BLOCKIERUNG MITTELS FORMEL

6.3.1 Berechnung Niederrufen mit Blockierung in Fahrtrichtung mittels Formel

Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

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

$$F_T = \frac{(c_x - \mu \cdot c_z) \cdot F_G - BC}{\mu \cdot \sin \alpha \cdot 2} \cdot f_s \quad F_T = \frac{(0,8 - 0,30 \cdot 1) \cdot 12000 - 5000}{0,30 \cdot 0,87 \cdot 2} \cdot 1,25$$

6.3 Berechnung Niederzurren mit Blockierung

$$F_T = \frac{0,5 \cdot 12\,000 - 5\,000}{0,261 \cdot 2} \cdot 1,25$$

$$F_T = \frac{6\,000 - 5\,000}{0,522} \cdot 1,25$$

$$F_T = \frac{1\,000}{0,522} \cdot 1,25$$

$$F_T = 1\,915,71 \cdot 1,25$$

$$F_T = \mathbf{2\,394,64 \text{ daN}}$$

Berechnungsbeispiel Zurrmittel

$$n = \frac{F_T}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 300 \text{ daN}$$

(normale Spannkraft)

$$n = \frac{2\,394,64 \text{ daN}}{300 \text{ daN}} = 7,98 = \mathbf{8 \text{ Zurrmittel}}$$

Beachten Sie bitte die Berechnung „quer zur Fahrtrichtung“.

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

Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

$$c_y = 0,5; \quad \mu = 0,30; \quad c_z = 1,0; \quad F_G = 12\,000 \text{ daN}; \quad f_s = 1,1; \quad \alpha = 60^\circ$$

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

$$F_T = \frac{(0,50 - 0,30 \cdot 1) \cdot 12\,000}{0,30 \cdot 0,87 \cdot 2} \cdot 1,1$$

$$F_T = \frac{0,20 \cdot 12\,000}{0,261 \cdot 2} \cdot 1,1$$

$$F_T = \frac{2\,400}{0,522} \cdot 1,1$$

$$F_T = 4\,597,70 \cdot 1,1$$

$$F_T = \mathbf{5\,057,47 \text{ daN}}$$

Berechnungsbeispiel Zurrmittel

$$n = \frac{F_T}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 300 \text{ daN}$$

(normale Spannkraft)

$$n = \frac{5\,057,47 \text{ daN}}{300 \text{ daN}} = 16,86 = \mathbf{17 \text{ Zurrmittel}}$$

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.