

INHALT

	Einführung	9
1	Rechtliche Grundlagen	10
1.1	Eine Auswahl von nationalen Vorschriften und Empfehlungen	10
1.2	Begriffsbestimmungen im Strassenverkehr	12
1.3	Pflichten des Fahrers	14
1.4	Vorschriftenauszüge und Kommentare	14
1.4.1	StGB	14
1.4.2	OWiG	16
1.4.3	StVO	18
1.4.4	StVZO	19
1.4.5	Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (DGUV)	20
1.4.6	ADR	21
1.4.7	BGB	22
1.4.8	HGB	22
1.5	Verantwortlichkeiten	24
1.5.1	Verantwortlichkeiten Fahrzeugführer	24
1.5.2	Verantwortlichkeiten Verloader	25
1.5.3	Verantwortlichkeiten Fahrzeughalter	25
1.5.4	Verantwortlichkeiten Absender	26
1.5.5	Weitere Verantwortliche	26
1.5.6	Urteile	27
1.6	Haftungsfrage	27
1.7	Fürs Gedächtnis	27
1.8	Kontrollfragen	28
2	Physikalische Grundlagen	31
2.1	Kräfte	31
2.1.1	Gewichtskraft	33
2.1.2	Fliehkraft	34
2.1.3	Massenkraft (Trägheitskraft)	34
2.1.4	Normalkraft	35
2.1.5	Hangabtriebskraft	35
2.1.6	Reibung und Reibkraft	35
2.1.7	Sicherungskraft	37
2.1.8	Vorspannkraft	37
2.2	Standfestigkeit (Kippsicherheit)	38
2.3	Fürs Gedächtnis	40
2.4	Kontrollfragen	40

3	Anforderungen an das Transportfahrzeug	43
3.1	Fahrzeugaufbauten	43
3.2	Belastbarkeit von Stirnwand und Seitenwänden bei Fahrzeugen über 3,5 t Gesamtmasse	44
3.3	Zurrpunkte	48
3.3.1	Zurrpunktschild	54
3.3.2	Festigkeit der Zurrpunkte	55
3.3.3	Anzahl der Zurrpunkte	56
3.4	Bodenbelastbarkeit des Fahrzeugs	57
3.5	Richtige Lastverteilung	59
3.5.1	Berechnung zur Lastverteilung	62
3.5.2	Lastverteilungsplan	63
3.6	Nutzvolumen	64
3.7	Fürs Gedächtnis	65
3.8	Kontrollfragen	66
4	Arten der Ladungssicherung	69
4.1	Das Niederzurverfahren (kraftschlüssige Ladungssicherung) .	70
4.2	Das Diagonalzurverfahren (formschlüssige Ladungssicherung)	78
4.3	Schrägzurren	83
4.4	Horizontalzurren	83
4.5	Kombination aus form- und kraftschlüssiger Ladungssicherung	83
4.6	Fürs Gedächtnis	84
4.7	Kontrollfragen	84
5	Ermitteln der erforderlichen Sicherungskräfte*)	87
5.1	Berechnung Niederzurren einer freistehenden, standfesten, stabilen Ladung anhand einer Tabelle	87
5.2	Berechnung Niederzurren mittels Formel	95
5.2.1	Berechnung Niederzurren in Fahrtrichtung mittels Formel	95
5.2.2	Berechnung Niederzurren mittels Formel quer zur Fahrtrichtung, z. B. bei Formschluss nach vorn	96
5.3	Berechnung Diagonalzurren einer freistehenden, standfesten, stabilen Ladung anhand einer Tabelle	96
5.4	Berechnung der Sicherungskraft beim Diagonalzurren mittels Formel	100
5.5	Berechnung der Sicherungskraft beim Schrägzurren	102
5.6	Berechnung der Sicherungskraft beim Horizontalzurren	102

*) Seiten mit den für **Deutschland** sowie für **ADR und Europa** geltenden Berechnungsgrundlagen sind am Rand entsprechend gekennzeichnet.

5.7	Formschluss-Berechnungen	103
5.8	Berechnungen der Ladungssicherung bei ADR und Transporten in Europa	104
5.9	Berechnung Niederzurren anhand von Tabellen	105
5.10	Berechnung Niederzurren mittels Formel	111
5.10.1	Berechnung Niederzurren in Fahrtrichtung mittels Formel	111
5.10.2	Berechnung Niederzurren quer zur Fahrtrichtung mittels Formel	112
5.11	Berechnung der Sicherungskraft beim Diagonalzurren anhand einer Tabelle	113
5.12	Berechnung der Sicherungskraft beim Diagonalzurren mittels Formel	115
5.13	Fürs Gedächtnis	118
5.14	Kontrollfragen (nach VDI)	118
6	Zurmittel für die Ladungssicherung	123
6.1	Auswahl der Zurmittel	123
6.2	Zurrgurte	123
6.2.1	Werkstoffe für Zurrgurte	123
6.2.2	Handhabung von Zurrgurten	124
6.2.3	Aufbau eines Zurrgurtes	126
6.2.4	Ablegereife von Zurrgurten	127
6.2.5	Beispiele von Beschädigungen, die die Ablegereife zur Folge haben	127
6.2.6	Kennzeichnung	130
6.2.7	Kennzeichnung auf dem Zurrgurtetikett	131
6.3	Zurrketten	132
6.3.1	Werkstoffe für Zurrketten	132
6.3.2	Handhabung von Zurrketten	132
6.3.3	Aufbau einer Zurrkette	134
6.3.4	Ablegereife von Zurrketten	134
6.3.5	Beispiele von Beschädigungen, die die Ablegereife zur Folge haben	135
6.3.6	Kennzeichnung	136
6.3.7	Kennzeichnung auf dem Zurrkettenanhänger	136
6.4	Zurrdrahtseile und Zurr-Drahtseilgurte	137
6.4.1	Werkstoffe für Zurrdrahtseile und Zurr-Drahtseilgurte	137
6.4.2	Handhabung von Zurrdrahtseilen und Zurr-Drahtseilgurten	138
6.4.3	Aufbau eines Zurrdrahtseiles	140
6.4.4	Ablegereife von Zurrdrahtseilen und Zurr-Drahtseilgurten	141
6.4.5	Beispiele von Beschädigungen, die die Ablegereife zur Folge haben	142
6.4.6	Kennzeichnung	143

6.4.7	Kennzeichnung auf dem Zurrdrahtseilanhänger	143
6.5	Fürs Gedächtnis.	144
6.6	Kontrollfragen	144
7	Weitere Hilfsmittel zur Ladungssicherung	147
7.1	Kantenschoner	147
7.2	Zwischenwandverbindungen.	152
7.3	Rundschlingen und Kopfbänder	154
7.4	Holz/Pappe	155
7.5	Netze und Planen.	157
7.6	Schienen	159
7.7	Rutschhemmende Unterlagen und Umreifungen	160
7.8	Staupolster.	163
7.9	Fürs Gedächtnis.	164
7.10	Kontrollfragen	165
8	Beispiele und praktische Übungen	167
8.1	Möglichkeiten der Ladungssicherung	167
8.1.1	Übungen	167
8.1.2	Hilfen zur Sicherung spezieller Ladegüter	170
8.2	Mängel bei der Ladungssicherung	209
8.3	Unfälle	219
8.4	Bußgelder, Urteil	224
8.5	Fürs Gedächtnis.	226
8.6	Kontrollfragen	227
	Zeichen und Abkürzungen.	231
	Checkliste für die Ladungssicherung	233
	Lösungen der Kontrollfragen	234
9	Stichwortverzeichnis	237

Tabelle 5.3: 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																																						
	Zurwinkel (α)		35 45 60 75	35 45 60 75	35 45 60 75	35 45 60 75	35 45 60 75	35 45 60 75	35 45 60 75	35 45 60 75	35 45 60 75																																						
250 daN	Gleitreibbeiwert (μ)																																																
	0,10		3	3	2	2	6	5	4	8	7	6	5	11	9	8	14	11	9	8	14	11	10	22	15	12	11	24	17	14	12																		
	0,15		2	2	1	4	3	2	5	4	3	7	6	5	4	9	7	6	5	10	9	7	6	12	8	7	6	14	9	8	15	11	9	8															
	0,20		2	1	1	3	2	2	4	3	3	5	4	4	3	6	5	4	4	7	6	5	4	8	6	5	4	10	7	6	5	11	7	6	6														
	0,25		1	1	1	2	2	1	3	2	2	4	3	2	2	5	4	3	3	6	5	4	3	6	4	4	3	7	5	4	4	8	6	5	4	4													
	0,30		1	1	1	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	4	3	2	2	4	3	3	2	4	3	3	2	6	4	3	3	6	4	3	6	4	3	3											
	0,35		1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	4	3	2	2	4	3	2	5	3	3	3											
	0,40		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	4	3	2	2	4	3	2	4	3	2	2	2										
	0,45		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2									
	0,50		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	3	2	2	2							
0,55		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1								
0,60		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1								
300 daN	0,10		3	2	2	5	4	3	3	7	6	5	4	9	8	6	12	9	8	7	14	11	9	8	7	14	11	9	8	16	13	11	10	18	15	12	11	20	17	14	12								
	0,15		2	2	1	3	2	2	5	4	3	6	5	4	7	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	13	11	9	8				
	0,20		1	1	1	2	2	2	3	2	2	4	3	2	4	3	3	2	4	3	3	5	4	4	3	6	5	4	4	7	6	5	4	8	7	6	5	9	7	6	6	9	7	6	6				
	0,25		1	1	1	2	1	2	1	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3	2	5	4	3	5	4	4	3	6	5	4	4	7	6	5	4	7	6	5	4	4			
	0,30		1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3	2	4	3	3	4	3	3	5	4	3	3	5	4	3	5	4	4	3	4	3	3			
	0,35		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3				
	0,40		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2				
	0,45		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2			
	0,50		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2		
	0,55		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	
0,60		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2

5.1 Berechnung Niederzurren (Tabelle)

Hinweis: Freistehende Ladegüter sollten, wenn möglich, immer mit zwei Zurrmitteln überspannt werden, auch wenn die Berechnung nur ein Zurrmittel angibt.

Achtung:

Für Deutschland gelten die Berechnungsgrundlagen im Themenbereich 5 im ADR nach der EN 12 195-1:2010, und bei Nicht-Gefahrgut ist die VDI 2700 Blatt 2:2014 anzuwenden.

Hinweis: Der Übertragungsbeiwert k (\rightarrow Seite 37, 232) beschreibt den Verlust an Vorspannkraft durch Reibung zwischen Zurrmittel und Ladung.

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

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

Der Gleitreibbeiwert ist bei μ_D geblieben, d. h., es wird weiterhin mit dem dynamischen Reibbeiwert gerechnet und nicht mit der Haftreibung μ_S .

Durch die Existenz positiv wirkender Querkräfte kann für die Berechnung ein Übertragungsbeiwert von $k = 1,8$ empfohlen werden. Das entspricht den üblichen, in der Praxis vorkommenden Einsatzverhältnissen. Ein geringerer Übertragungsbeiwert als $k = 1,8$ kann auftreten, wenn die Zurrmittel z.B. über besonders raue Oberflächen oder scharfe Kanten geführt werden.

5.2 BERECHNUNG NIEDERRURREN MITTELS FORMEL

5.2.1 Berechnung Niederrurren in Fahrtrichtung mittels Formel

Tabelle 5.4: Sinuswerte

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

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

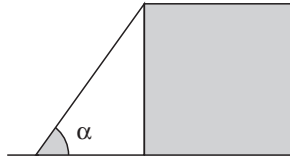


Bild 5.3: Zurrwinkel

Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

$f_{lv} = 0,8$ $f_v = 1,0$ $\mu = 0,3$ $\alpha = 60^\circ$ $F_G = 5000 \text{ daN}$

$$F_{is} = \frac{(0,8 - 0,3 \cdot 1,0)}{0,3 \cdot 0,87} \cdot \frac{5000}{1,8} \qquad F_{is} = \frac{0,5}{0,261} \cdot 2777,77$$

$F_{is} = 1,9157 \cdot 2777,77 = \underline{\underline{5321,37 \text{ daN}}}$

Berechnungsbeispiel Anzahl der Zurrmittel (n)

$$n = \frac{F_{is}}{S_{TF}}$$

$S_{TF} = 400 \text{ daN}$
(normale Vorspannkraft, → Themenbereich 6.2.7)

$$n = \frac{5321,37 \text{ daN}}{400 \text{ daN}}$$

$n = 13,30 \approx \mathbf{14 \text{ Zurrmittel}}$

5.2 Berechnung Niederrurren (Formel)

5.2.2 Berechnung Niederrurren mittels Formel quer zur Fahrtrichtung, z.B. bei Formschluss nach vorn

Berechnungsbeispiel Vorspannkraft

$$f_q = 0,5 \quad f_v = 1,0 \quad \mu = 0,3 \quad \alpha = 60^\circ \quad F_G = 5000 \text{ daN}$$

$$F_{is} = \frac{(0,8 - 0,3 \cdot 1,0)}{0,3 \cdot 0,87} \cdot \frac{5000}{1,8} \quad F_{is} = \frac{0,5}{0,261} \cdot 2777,77$$

$$F_{is} = 0,766 \cdot 2777,77 = \underline{\underline{2127,77 \text{ daN}}}$$

Berechnungsbeispiel Anzahl der Zurrmittel (n)

$$n = \frac{F_{is}}{S_{TF}} \quad S_{TF} = 400 \text{ daN} \quad n = \frac{2127,77 \text{ daN}}{400 \text{ daN}}$$

$$n = 5,319 \approx \mathbf{6 \text{ Zurrmittel}}$$



Bild 8.77: Dieser Säuretransport ist ohne Ladelücken und formschlüssig gesichert. Sogar der Gabelhubwagen ist mit einem Rundsperrbalken gesichert.



Bild 8.78: Der Transport von Gasflaschenpaletten erfolgt hier ohne Ladelücken und wurde formschlüssig nach vorn gesichert. (Quelle: Dolezych)



Bild 8.79: Sind Zurrpunkte an den Motoren vorhanden, können auch diese ohne Probleme gesichert werden.



Bild 8.80: Baggerschaufeln formschlüssig zur Stirnwand und mit zwei Zurrurten als Kopflasche gesichert. Gute Lösung.



Bild 8.81: Palettierte Säcke wurden niedergezurrt. Als Kantenschutz und zum Schutz der Säcke dient hochfeste Pappe. Zusätzlich wurde mit Kopflasching gesichert.



Bild 8.82: Palettierte Säcke wurden unter Einsatz hochfester Pappe niedergezurrt. Zusätzliche Sicherung nach hinten mit Road Gard, das direkt an die Seitenklappen geklebt wird und leicht entfernbar ist.

8.1 Möglichkeiten Ladungssicherung



Bild 8.83: Verschiedenste Ladegüter lassen sich mit Road Gard sichern. In Kombination mit Niederzurren kann auf RHM verzichtet werden. (Quelle: Walnut Industries Europa BV)



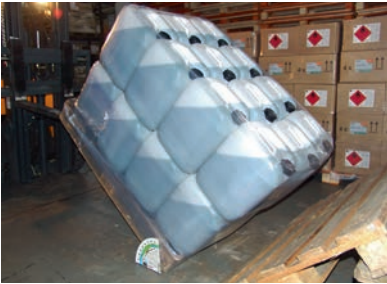
Bild 8.84: Palettierte Big Bags wurden niedergezurrt. Als Kantenschutz und zum Schutz der Bags dient hochfeste Pappe.



Bild 8.85: Der Einsatz von Paletten ist beim Niederzurren eine Möglichkeit, einen flächigen Anpressdruck zu erreichen.

Bilden von Ladeeinheiten

Das korrekte Bilden von Ladeeinheiten ist immer wichtiger geworden. Die Sicherung der Ladung kann dann viel einfacher erledigt werden (siehe auch Bild 8.74 – dort ist zu erkennen, dass der Wechselbrückenaufbau stabil genug ist, um bei dieser Ladung nur mit Formschluss zu arbeiten).



Bilder 8.86 und 8.87: Das Herstellen einer Ladeinheit, z. B. Kanister mit Wickelfolien oder Fässer gebändert auf Palette, ist allein keine Ladungssicherung. Es wirkt lediglich unterstützend.



Bild 8.88: Das Fass wurde gebändert und mit Folie zusätzlich geschrumpft.



Bilder 8.89 und 8.90: Auch hier das Bilden von Ladeeinheiten, wobei Akkumulatoren mit der Palette verbunden wurden.

8.1 Möglichkeiten Ladungssicherung

8.1.2.6 Schüttgut

Schüttguttransporte sind in den meisten Fällen abzudecken. Bei solchen Transporten lassen sich sehr gut Netze oder Planen einsetzen.



Bild 8.91: Die hoch herausragenden Bretter und Paletten müssen flach gelegt werden.



Bild 8.92: So darf lose Schüttung nicht transportiert werden. Der Einsatz von Schüttgutmulden ist notwendig.



Bild 8.93: Hier ist der Einsatz eines stabilen Netzes zum Abdecken der Ladung erforderlich.



Bild 8.94: So gesichertes Schüttgut stellt keine Gefahr für andere Verkehrsteilnehmer dar. (Quelle: Dolezych)



Bild 8.95: Schüttgutmulden können so auf Fahrzeugen gesichert werden.