

## **Anhänge zu Kapitel 4 (Blanko Formblätter):**

### **Vollständige Formblätter:**

- **Blatt 1: Nachweis der Rutschsicherheit der Ladung**
- **Blatt 2: Nachweis der Kippsicherheit der Ladung (2 Seiten)**

### **Vereinfachte Formblätter:**

- **Blatt 1a: Nachweis der Rutschsicherheit durch Niederzurrung/Blockierung**
- **Blatt 1b: Nachweis der Rutschsicherheit durch Direktzurrung**

**Tabelle: Prüfwinkel für Neigungsprüfungen nach DIN EN 12195-1:2011**

## Nachweis der Ladungssicherung nach DIN EN 12195-1

### Blatt 1: Nachweis der Rutschsicherheit der Ladung

Der rechnerische Nachweis wird im Einklang mit der Norm DIN EN 12195-1:2011 geführt. Bei einer unabhängigen Überprüfung sind alle veränderlichen Größen auf Übereinstimmung mit den in die Rechnungen eingesetzten Werten zu kontrollieren.

**Datensammlung** (Kräfte sind in daN, Längen in m anzugeben)

<b>Ladungsbezeichnung:</b>				m =	kg	G =	daN
<b>Niederzurrung</b>	Anzahl n =	$S_{TF} =$		daN		$\alpha =$	$\mu =$
<b>Direktzurrung 1</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =
<b>Direktzurrung 2</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =
<b>Direktzurrung 3</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =
<b>Direktzurrung 4</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =
<b>Blockierkraft</b>	vorn =	daN	hinten =	daN	Seiten =	daN	

#### Bilanz mit Niederzurrung:

Rutschen nach vorn:  $0,8 \cdot G \leq \mu \cdot G + 1,6 \cdot \mu \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha$  [daN]

Rutschen nach hinten:  $0,5 \cdot G \leq \mu \cdot G + 1,8 \cdot \mu \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha$  [daN]

Rutschen zur Seite:  $0,5 \cdot G \leq \mu \cdot G + 1,8 \cdot \mu \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha$  [daN]

#### Bilanz mit Direktzurrung:

Rutschen nach vorn:  $0,8 \cdot G \leq 0,75 \cdot \mu \cdot G + n \cdot LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$  [daN]

Rutschen nach hinten:  $0,5 \cdot G \leq 0,75 \cdot \mu \cdot G + n \cdot LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$  [daN]

Rutschen zur Seite:  $0,5 \cdot G \leq 0,75 \cdot \mu \cdot G + n \cdot LC \cdot (Y + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$  [daN]

Werden Niederzurrung und Direktzurrung zur Rutschsicherung kombiniert, so wird die Gewichtsreibung mit dem vollen Reibbeiwert  $\mu$  berechnet. Zum Ausgleich muss der LC-Wert der Direktzurrung mit dem Faktor  $f_{LC}$  verringert werden. Dieser Faktor beträgt:

Beschleunigungsbeiwert	Reibbeiwert $\mu$										
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
<b>c = 0,8</b>	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,84	0,80	0,76	0,71	0,65	0,57
<b>c = 0,5</b>	0,94	0,90	0,86	0,80	0,73	0,63	0,50	0,31	0,00	-	-

<b>Trägheitskraft nach vorn</b>	$0,8 \cdot G$	
Reibung aus Gewicht	$[0,75] \cdot \mu \cdot G$	
Niederzurrungen	$n \cdot 1,6 \cdot \mu \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha$	
Direktzurrungen	$[f_{LC}] \cdot n \cdot LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
Blockierkraft	BC (nur bedingt zusammen mit Direktzurrung)	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

<b>Trägheitskraft nach hinten</b>	$0,5 \cdot G$	
Reibung aus Gewicht	$[0,75] \cdot \mu \cdot G$	
Niederzurrungen	$n \cdot 1,8 \cdot \mu \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha$	
Direktzurrungen	$[f_{LC}] \cdot n \cdot LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
Blockierkraft	BC (nur bedingt zusammen mit Direktzurrung)	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

<b>Trägheitskraft zur Seite</b>	$0,5 \cdot G$	
Reibung aus Gewicht	$[0,75] \cdot \mu \cdot G$	
Niederzurrungen	$n \cdot 1,8 \cdot \mu \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha$	
Direktzurrungen	$[f_{LC}] \cdot n \cdot LC \cdot (Y + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
Blockierkraft	BC (nur bedingt zusammen mit Direktzurrung)	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

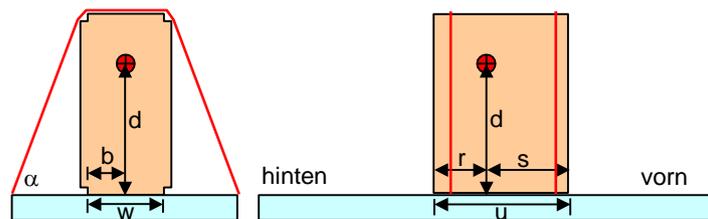
## Nachweis der Ladungssicherung nach DIN EN 12195-1

### Blatt 2: Nachweis der Kippsicherheit der Ladung (2 Seiten)

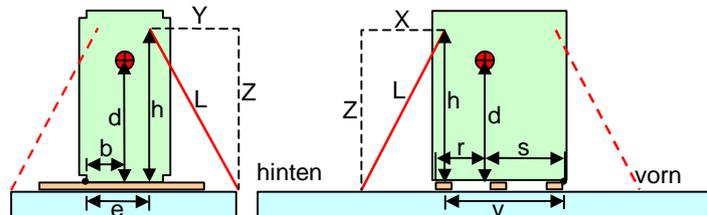
Der rechnerische Nachweis wird im Einklang mit der Norm DIN EN 12195-1:2011 geführt. Bei einer unabhängigen Überprüfung sind alle veränderlichen Größen auf Übereinstimmung mit den in die Rechnungen eingesetzten Werten zu kontrollieren. Die Prüfung auf Kippsicherheit ist erforderlich, wenn

- in Längsrichtung nach vorn:  $s < 0,8 \cdot d$
- in Längsrichtung nach hinten:  $r < 0,5 \cdot d$
- in Querrichtung:  $b < 0,6 \cdot d$

#### Kippsicherung durch Niederzurrung



#### Kippsicherung durch Direktzurrung



Die Größe h kann vereinfacht durch Z ersetzt werden.

**Datensammlung** (Kräfte sind in daN, Längen in m anzugeben)

Ladungsbezeichnung:				m =	kg	G =	daN							
<b>Niederzurrung</b>	Anzahl n =	$S_{TF} =$		daN	$\alpha =$	°	w =	m						
d =	m	b =	m	r =	m	s =	m	u =	m					
<b>DZ 1</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =	m	L =	m	e =	m	v =	m
<b>DZ 2</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =	m	L =	m	e =	m	v =	m
<b>DZ 3</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =	m	L =	m	e =	m	v =	m
<b>DZ 4</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =	m	L =	m	e =	m	v =	m

#### Bilanz mit Niederzurrung:

Kippen nach vorn:  $0,8 \cdot G \cdot d \leq s \cdot G + 0,8 \cdot u \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin \alpha$  [daN·m]

Kippen nach hinten:  $0,5 \cdot G \cdot d \leq r \cdot G + 0,9 \cdot u \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin \alpha$  [daN·m]

Kippen zur Seite 1:  $0,5 \cdot G \cdot d \leq b \cdot G + 0,9 \cdot w \cdot n \cdot S_{TF} \cdot [\sin \alpha + 0,25 \cdot (N-1)]$  [daN·m]

Kippen zur Seite 2:  $0,6 \cdot G \cdot d \leq b \cdot G + 0,45 \cdot w \cdot n \cdot LC \cdot [\sin \alpha + 0,25 \cdot (N-1)]$  [daN·m]

#### Bilanz mit Direktzurrung:

Kippen nach vorn:  $0,8 \cdot G \cdot d \leq s \cdot G + n \cdot LC \cdot (X \cdot h + Z \cdot v) / L$  [daN·m]

Kippen nach hinten:  $0,5 \cdot G \cdot d \leq r \cdot G + n \cdot LC \cdot (X \cdot h + Z \cdot v) / L$  [daN·m]

Kippen zur Seite:  $0,6 \cdot G \cdot d \leq b \cdot G + n \cdot LC \cdot (Y \cdot h + Z \cdot e) / L$  [daN·m]

Umfreifungszurrung gegen Kippen zur Seite von N nebeneinander stehenden Ladungen:

$$0,6 \cdot G \cdot d \leq b \cdot G + 0,5 \cdot n \cdot LC \cdot [Y/L \cdot h + (Z/L + 0,25 \cdot (N-1)) \cdot w]$$
 [daN·m]

Werden Niederzurrung und Direktzurrung zur Kippsicherung kombiniert, so dürfen beide Wirkungen ohne Abzug addiert werden.

(Die Bilanzen werden auf Seite 2 aufgestellt.)

Seite 2

<b>Kippmoment nach vorn</b>	$0,8 \cdot G \cdot d$	
Eigenstandmoment	$s \cdot G$	
Niederzurrmoment	$0,8 \cdot u \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha$	
Direktzurrmoment	$n \cdot LC \cdot (X \cdot h + Z \cdot v) / L$	
<b>gesamtes Sicherungsmoment</b>		

<b>Kippmoment nach hinten</b>	$0,5 \cdot G \cdot d$	
Eigenstandmoment	$r \cdot G$	
Niederzurrmoment	$0,9 \cdot u \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha$	
Direktzurrmoment	$n \cdot LC \cdot (X \cdot h + Z \cdot v) / L$	
<b>gesamtes Sicherungsmoment</b>		

<b>Kippmoment zur Seite 1</b>	$0,5 \cdot G \cdot d$	
Eigenstandmoment	$b \cdot G$	
Niederzurrmoment	$0,9 \cdot w \cdot n \cdot S_{TF} \cdot [\sin\alpha + 0,25 \cdot (N-1)]$	
Direktzurrmoment	$n \cdot LC \cdot (Y \cdot h + Z \cdot e) / L$	
<b>gesamtes Sicherungsmoment</b>		

<b>Kippmoment zur Seite 2</b>	$0,6 \cdot G \cdot d$	
Eigenstandmoment	$b \cdot G$	
Niederzurrmoment	$0,45 \cdot w \cdot n \cdot LC \cdot [\sin\alpha + 0,25 \cdot (N-1)]$	
Direktzurrmoment	$n \cdot LC \cdot (Y \cdot h + Z \cdot e) / L$	
<b>gesamtes Sicherungsmoment</b>		

## Nachweis der Ladungssicherung nach DIN EN 12195-1

### Blatt 1a: Nachweis der Rutschsicherheit durch Niederzurrung/Blockierung

Der rechnerische Nachweis wird im Einklang mit der Norm DIN EN 12195-1:2011 geführt. Bei einer unabhängigen Überprüfung sind alle veränderlichen Größen auf Übereinstimmung mit den in die Rechnungen eingesetzten Werten zu kontrollieren.

#### Datensammlung

<b>Ladungsbezeichnung:</b>		m =	kg	G =	daN
<b>Niederzurrung</b>	Anzahl n =	S <sub>TF</sub> =	daN	α =	°
<b>Blockierkraft</b>	vorn =	daN	hinten =	daN	Seiten =
					daN

#### Bilanzen mit Niederzurrung/Blockierung:

Rutschen nach vorn:  $0,8 \cdot G \leq \mu \cdot G + 1,6 \cdot \mu \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha + BC$  [daN]

Rutschen nach hinten:  $0,5 \cdot G \leq \mu \cdot G + 1,8 \cdot \mu \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha + BC$  [daN]

Rutschen zur Seite:  $0,5 \cdot G \leq \mu \cdot G + 1,8 \cdot \mu \cdot n \cdot S_{TF} \cdot \sin\alpha + BC$  [daN]

#### Prüfung der Rutschsicherheit nach vorn

<b>Trägheitskraft nach vorn</b>	0,8 · G	
Reibung aus Gewicht	μ · G	
Niederzurrungen	n · 1,6 · μ · S <sub>TF</sub> · sinα	
Blockierkraft	BC	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

#### Prüfung der Rutschsicherheit nach hinten

<b>Trägheitskraft nach hinten</b>	0,5 · G	
Reibung aus Gewicht	μ · G	
Niederzurrungen	n · 1,8 · μ · S <sub>TF</sub> · sinα	
Blockierkraft	BC	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

#### Prüfung der Rutschsicherheit zur Seite

<b>Trägheitskraft zur Seite</b>	0,5 · G	
Reibung aus Gewicht	μ · G	
Niederzurrungen	n · 1,8 · μ · S <sub>TF</sub> · sinα	
Blockierkraft	BC	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

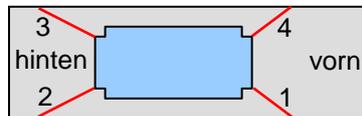
#### Zusätzliche Prüfungen:

Ladefläche ist besenrein und frei von Eis, Schnee oder Reif	
Kantenbleche sind vorhanden bei nachgiebiger oder empfindlicher Ladung	
Kantengleiter sind vorhanden bei rauer Ladungsoberfläche	
Zurrgurte sind in brauchbarem Zustand und bestimmungsgemäß eingesetzt	
Zurrgurte sind ordnungsgemäß eingehakt und mit S <sub>TF</sub> gespannt	

## Nachweis der Ladungssicherung nach DIN EN 12195-1

### Blatt 1b: Nachweis der Rutschsicherheit durch Direktzurrung

Der rechnerische Nachweis wird im Einklang mit der Norm DIN EN 12195-1:2011 geführt. Bei einer unabhängigen Überprüfung sind alle veränderlichen Größen auf Übereinstimmung mit den in die Rechnungen eingesetzten Werten zu kontrollieren.



#### Datensammlung

Ladungsbezeichnung:				m =	kg	G =	daN	
<b>Zurrung 1</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =	m
<b>Zurrung 2</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =	m
<b>Zurrung 3</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =	m
<b>Zurrung 4</b>	LC =	daN	X =	m	Y =	m	Z =	m
								μ =

#### Bilanz mit Direktzurrung:

Rutschen nach vorn:  $0,8 \cdot G \leq 0,75 \cdot \mu \cdot G + n \cdot LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$  [daN]  
 Rutschen nach hinten:  $0,5 \cdot G \leq 0,75 \cdot \mu \cdot G + n \cdot LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$  [daN]  
 Rutschen zur Seite:  $0,5 \cdot G \leq 0,75 \cdot \mu \cdot G + n \cdot LC \cdot (Y + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$  [daN]

<b>Trägheitskraft nach vorn</b>	$0,8 \cdot G$	
Reibung aus Gewicht	$0,75 \cdot \mu \cdot G$	
Zurrung 2	$LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
Zurrung 3	$LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

<b>Trägheitskraft nach hinten</b>	$0,5 \cdot G$	
Reibung aus Gewicht	$0,75 \cdot \mu \cdot G$	
Zurrung 1	$LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
Zurrung 4	$LC \cdot (X + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

<b>Trägheitskraft nach rechts</b>	$0,5 \cdot G$	
Reibung aus Gewicht	$0,75 \cdot \mu \cdot G$	
Zurrung 4	$LC \cdot (Y + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
Zurrung 3	$LC \cdot (Y + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

<b>Trägheitskraft nach links</b>	$0,5 \cdot G$	
Reibung aus Gewicht	$0,75 \cdot \mu \cdot G$	
Zurrung 1	$LC \cdot (Y + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
Zurrung 2	$LC \cdot (Y + 0,75 \cdot \mu \cdot Z) / L$	
<b>gesamte Sicherungskraft</b>		

#### Zusätzliche Prüfungen:

Ladefläche ist besenrein und frei von Eis, Schnee oder Reif	
Zurpunkte am Fahrzeug haben ausreichende Festigkeit	
Zurpunkte an der Ladung haben ausreichende Festigkeit	
Zurmittel sind ausreichend vorgespannt	

**Prüfwinkel für Neigungsprüfungen nach DIN EN 12195-1:2011**

1.	Straßentransport Rutschen und Kippen nach vorn	$c_X = 0.8$ $c_Z = 1.0$
2.	Straßentransport Rutschen und Kippen nach hinten und zur Seite	$c_{X,Y} = 0.5$ $c_Z = 1.0$
3.	Straßentransport Kippen zur Seite mit 0.5 LC gesichert	$c_Y = 0.6$ $c_Z = 1.0$
4.	Seetransport Seegebiet A Rutschen und Kippen in Längsrichtung	$c_X = 0.3$ $c_Z = 0.5$
5.	Seetransport Seegebiet B Rutschen und Kippen in Längsrichtung	$c_X = 0.3$ $c_Z = 0.3$
6.	Seetransport Seegebiet C Rutschen und Kippen in Längsrichtung	$c_X = 0.4$ $c_Z = 0.2$
7.	Seetransport Seegebiet A Rutschen und Kippen in Querrichtung	$c_Y = 0.5$ $c_Z = 1.0$
8.	Seetransport Seegebiet B Rutschen und Kippen in Querrichtung	$c_Y = 0.7$ $c_Z = 1.0$
9.	Seetransport Seegebiet C Rutschen und Kippen in Querrichtung	$c_Y = 0.8$ $c_Z = 1.0$
10.	Schienentransport Rutschen in Längsrichtung	$c_X = 1.0$ $c_Z = 1.0$
11.	Schienentransport Kippen in Längsrichtung	$c_X = 0.6$ $c_Z = 1.0$
12.	Schienentransport Rutschen in Querrichtung	$c_Y = 0.5$ $c_Z = 0.7$
13.	Schienentransport Kippen in Querrichtung	$c_Y = 0.5$ $c_Z = 1.0$

$\gamma = \mu$  für Prüfung gegen Rutschen;  $\gamma = b/d$  für Prüfung gegen Kippen

$\gamma$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,10	49,9	29,2	35,5	20,1	21,3	27,9	29,2	42,4	49,9	69,3	35,5	31,0	29,2
0,15	48,5	28,8	35,0	21,4	23,1	30,0	28,8	41,5	48,5	65,7	35,0	31,5	28,8
0,20	47,3	28,4	34,4	22,6	24,9	32,0	28,4	40,7	47,3	63,0	34,4	32,0	28,4
0,25	46,3	28,1	33,9	23,8	26,6	33,9	28,1	39,9	46,3	60,7	33,9	32,4	28,1
0,30	45,3	27,7	33,4	25,0	28,3	35,7	27,7	39,2	45,3	58,8	33,4	32,8	27,7
0,35	44,4	27,4	32,9	26,1	29,9	37,4	27,4	38,6	44,4	57,1	32,9	33,2	27,4
0,40	43,6	27,1	32,5	27,1	31,4	39,1	27,1	38,0	43,6	55,7	32,5	33,6	27,1
0,45	42,8	26,8	32,1	28,1	32,9	40,6	26,8	37,4	42,8	54,3	32,1	33,9	26,8
0,50	42,1	26,6	31,7	29,1	34,3	42,1	26,6	36,9	42,1	53,1	31,7	34,3	26,6
0,55	41,5	26,3	31,3	30,1	35,6	43,5	26,3	36,4	41,5	52,0	31,3	34,6	26,3
0,60	40,8	26,0	31,0	31,0	36,9	44,9	26,0	35,9	40,8	51,0	31,0	34,9	26,0
0,65	40,2	25,8	30,6	31,8	38,1	46,1	25,8	35,4	40,2	50,1	30,6	35,2	25,8
0,70	39,7	25,6	30,3	32,6	39,2	47,3	25,6	35,0	39,7	49,2	30,3	35,5	25,6
0,75	39,2	25,3	30,0	33,4	40,3	48,4	25,3	34,6	39,2	48,4	30,0	35,7	25,3
0,80	38,7	25,1	29,7	34,2	41,3	49,5	25,1	34,2	38,7	47,6	29,7	36,0	25,1
0,90					43,3	51,4				46,2			
1,00					45,0	53,1				45,0			
1,10						54,7							
1,20						56,1							
1,30						57,3							
1,40						58,5							
1,50						59,5							
1,60						60,4							
1,70						61,3							
1,80						62,1							
1,90						62,8							
2,00						63,4							