Kroschke®

Dokumenten-Nr. 579

Ladungssicherungsnetz

1. Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen - Welche Kräfte wirken während der Fahrt auf die Ladung ein?

Die Gewichtskraft (Abb. 1)

In Längsrichtung nach vorn (aus Bremsvorgängen) wirkt das 0,8fache der Gewichtskraft der Ladung (z.B. bei einer 10-t-Ladung immerhin 8t). In Querrichtung (bei Kurvenfahrten) wirkt das 0,5fache der Ladung (bei einer 10-t-Ladung immerhin 5 t). In Längsrichtung nach hinten (beim Anfahren) wirkt das 0,5fache der Gewichtskraft der Ladung. In vertikaler Richtung treten durch Schwingungen und Stöße, z.B. durch Schlaglöcher, Beschleunigungen an der Ladung auf, die dem 0,8fachen der Gewichtskraft entsprechen.

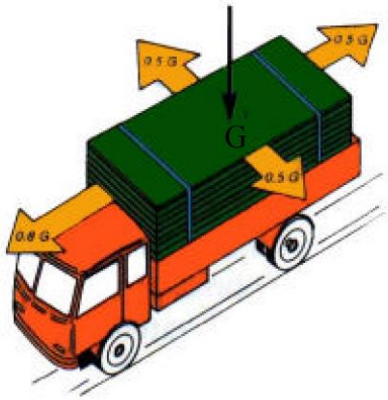


Abb.1 Wirkung der Gewichtskraft

Die Reibkraft

Der Faktor Reibung spielt bei der Ladungssicherung eine wichtige Rolle. Reibkräfte wirken zwischen Ladegut und Ladefläche. Sie werden physikalisch durch den Reibbeiwert μ (sprich mü) ausgedrückt. Ob eine Ladung (z.B. beim Bremsen) verrutscht oder nicht, hängt von der Beschaffenheit der Kontaktflächen zwischen Ladegut und Ladefläche ab. Wie muß dieser Reibbeiwert μ, der in der nebenstehenden Tabelle (Tab. 1) für verschiedene Materialpaarungen aufgeführt ist, bei der Ladungssicherung berücksichtigt werden?

TABELLE GLEITREIBBEIWERTE			
Gleitreibzahl μ	trocken	naß	fettig
Holz/Holz	0,20 - 0,50	0,20 - 0,25	0,05 - 0,15
Metall/Holz	0,20 - 0,50	0,20 - 0,25	0,02 - 0,10
Metall/Metall	0,10 - 0,25	0,10 - 0,20	0,01 - 0,10
Beton/Holz	0,30 - 0,60	0,30 - 0,50	0,10 - 0,20

Tab.1 Gleitreibbeiwerte

Beispiel: Ein Reibbeiwert μ von 0,3 bedeutet, daß eine Kraft von 300 kg nötig ist, um eine Ladung von 1t auf der Ladefläche zu verschieben. Es müssen also noch 700 kg, die nicht durch Reibung gesichert sind, durch Zurrmittel gesichert werden. Der Anwender sollte im Zweifelsfalle den Reibbeiwert μ geringer veranschlagen und so mit dem stärkeren Zurrmittel die notwendige Sicherheit gewährleisten. Mit einem geringen Reibbeiwert μ von 0,1 müssen 900 kg durch Zurrmittel gesichert werden. 100kg werden durch die Reibung gesichert.

Welchen Einfluß hat die Reibung?

Die Höhe des Reibbeiwertes steht in direktem Zusammenhang mit der Anzahl der zu verwendenden Zurrmittel: Je geringer die Reibung, desto mehr Zurrgurte sind zur Ladungssicherung erforderlich! Tipp: Durch die Verwendung von Anti-Rutschmatten, die den Reibwert erhöhen, kann die Anzahl der erforderlichen Zurrmittel um bis zu 50% reduziert werden.

Die Vorspannkraft

Mit Vorspannkraft wird die Kraft bezeichnet, die mit Hilfe von Zurrgurten (bei Verfahren Niederzurren, siehe Teil 2) auf die zu sichernde Ladung ausgeübt wird. Die Vorspannkraft vergrößert den Anpressdruck der Ladung auf die Ladefläche, erhöht damit die Reibung und verhindert dadurch, daß sich die Ladung auf der Ladefläche bewegen kann. Die Anzahl der notwendigen Überspannungen einer Ladung mit Zurrgurten ist u.a. abhängig von der Größe der eingebrachten Vorspannkraft. Mit Standard-Ratschen lassen sich ungefähr 350 daN Vorspannkraft erreichen. Langhebelratschen ermöglichen bis zu 1000 daN Vorspannkraft und bieten den Vorteil, daß weniger Zurrmittel zur Sicherung der Ladung benötigt werden. Die Vorspannkraft kann z.B. mit einem Zurrspannmeßgerät abgelesen, und damit die korrekte Sicherung der Ladung überprüft werden.

Die Zurrwinkel (wegen der Verfahren zum Zurren, siehe Teil 2)**:**

Zurrwinkel α beim Niederzurren (Abb. 2)

Der Zurrwinkel α liegt zwischen Ladefläche und Zurrmittel, er sollte mindestens 35° betragen. Beim Niederzurren hängt die Anzahl der Überspannungen zum großen Teil von diesem Winkel ab. Je größer der Winkel α ist, desto weniger Überspannungen werden benötigt. Die besten Ergebnisse werden mit einem Winkel α =90° erreicht. Ist der Winkel nicht bekannt, sollte vom ungünstigsten Fall (Winkel α=35°) ausgegangen werden. Bei der Ermittlung der Winkel ist ein Winkelmesser ein nützliches Hilfsmittel.

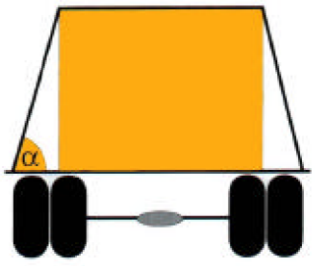
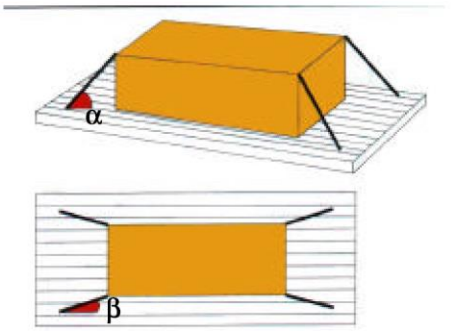


Abb. 2 Zurrwinkel α

Die Zurrwinkel α und β beim Diagonalzurren (Abb. 3)



Beim Diagonalzurren ist die erforderliche zulässige Zugkraft der Zurrmittel auch von der Größe der Zurrwinkel abhängig. Der Zurrwinkel α ist der Vertikalwinkel zwischen Ladefläche und Zurrmittel, er sollte im Bereich 20° bis 65° liegen. Der Horizontalwinkel β ist der Winkel zwischen Fahrzeug-Längsrichtung und Zurrmittel, er sollte im Bereich 6° bis 55° liegen.

Abb. 3. Zurrwinkel α und β

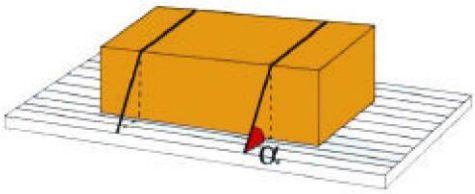
2. Die Methoden der Ladungssicherung

Die gängigsten Varianten der Ladungssicherung sind:

- Niederzurren
- Diagonalzurren
- Festsetzen z.B. durch Keile, Festlegehölzer oft in Verbindung mit Nageln (beachten Sie hierbei u.a. die Bestimmungen der VDI-Richtlinie 2700)
- Festsetzen durch z.B. Anlegen der Ladung gegen Stirn- und Seitenwände oder Rungen des Lkw's
- Festsetzen der Ladung mit Hilfe von Klemmbalken, Trennwänden, Ladegestellen, Coilmulden etc.
- Kombination der Verfahren

2.1 Niederzurren

Das Niederzurren ist deshalb weit verbreitet, weil sich dieses Verfahren bei vielen Ladungen einfach und sicher durchführen läßt. Die Ladung wird mit Zurrmitteln überspannt und ist damit nach allen Seiten gesichert. Ob eine Ladung ausreichend gesichert ist, hängt beim Niederzurren im hohen Maße von der eingebrachten Vorspannkraft (siehe Teil I) ab.



Die Zurrmittel müssen auf beiden Seiten der Ladefläche an geeigneten Befestigungspunkten (z.B. Zurrpunkte nach DIN 75410) befestigt werden. Ein Umreifen der Ladung allein ist keine ausreichende Ladungssicherung. Es muß immer eine Verbindung zwischen Ladegut und Ladefläche hergestellt werden. Um das Verrutschen der Ladung zu verhindern, wird die Anpreßkraft zwischen Ladegut und Ladefläche, und damit die Reibkraft durch Vorspannkräfte erhöht. Die Vorspannkraft sollte dabei an allen Überspannungen gleich groß sein. Die VDI empfiehlt Zurrmittel mit nicht mehr als 50% der maximalen Zugkraft vorzuspannen.

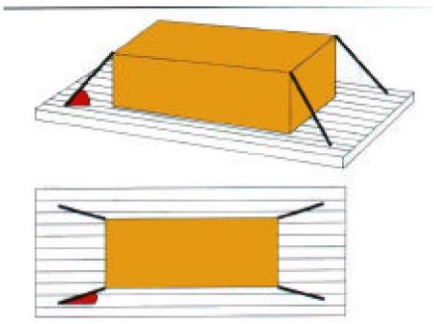
Bitte unbedingt beachten:

- Von Zeit zu Zeit muß die Vorspannung überprüft werden - besonders kurz nach Antritt der Fahrt - denn die Gefahr besteht, daß sich die Zurrmittel durch Verrutschen (Setzen) der Ladung lockern. Ein Zurrspannmeßgerät leistet hier wertvolle Dienste. Durch Reibungsverluste verteilt sich die eingebrachte Vorspannung nicht gleichmäßig auf beide Ladeseiten.
- Um die gleichmäßige Vorspannung auf beiden Seiten der Verzurrung zu gewährleisten, sollten Gleitschutzwinkel verwendet werden. Diese bewirken eine gleichmäßigere Kraftverteilung im Zurrmittel und bieten zudem Schutz gegen scharfe Kanten.

2.2 Diagonalzurren

Mit Hilfe des Diagonalzurrverfahrens können schwerste Ladegüter sicher verzurrt werden. Je nach Beschaffenheit der Ladung kann das Diagonalzurren in unterschiedlichen Varianten ausgeführt werden. Bei diesem Verfahren befinden sich die Zurrpunkte sowohl auf der Ladefläche als auch an der Ladung selbst. Die Zurrmittel werden jeweils zwischen diesen Zurrpunkten verspannt. Weil die zulässige Zugkraft nicht schon durch hohe Vorspannkräfte gemindert werden soll, werden die Gurte beim Diagonalzurren im Gegensatz zum Niederzurren nur handfest angespannt.

Die erforderlichen Sicherungskräfte entstehen während der Fahrt durch Ladungsversatz. Weil die Zurrmittel die durch Fahrzeugbewegungen entstehenden Kräfte (z.B. Beschleunigungs-, Verzögerungs-, und Fliehkräfte) direkt aufnehmen, wird die zulässige Zukraft im geraden Strang bei der Berechnung zugrunde gelegt.



3. Die Ermittlung der erforderlichen Ladungssicherung

Grundsätzlich wird die Ermittlung nach der VDI-Richtlinie 2702 vorgenommen. Darin sind Zurrkraftformeln zugrundegelegt, die mit viel Mathematik mit Messungen des Ladegutes und mit Hilfe von Computern angewendet werden können. Es geht aber auch einfacher!

Damit die richtige Ladungssicherung nicht wegen zu schwer zu berechnenden Formeln zu einer Glückssache für die Fahrer und Verlader wird, haben die Hersteller von Ladungssicherungsmitteln sich etwas einfallen lassen, um die Ermittlung der korrekten Ladungssicherung für den Anwender so einfach wie möglich zu machen.

Bewährt haben sich hier die Einfach-Methoden für das Nieder- und Diagonalzurren, die vom Dortmunder Ladungssicherungsspezialisten Dolezych in Zusammenarbeit mit der Hochschule Bremerhaven entwickelt wurden. Mit Hilfe von Tabellen, die auf den rechnerischen Grundlagen der VDI-Richtlinie 2702 basieren, seit Jahren in der Praxis erprobt und weiterentwickelt werden, können nach dieser Methode, leicht und ohne Formeln und Computer, homogene Ladungen unter Berücksichtigung nur weniger Einflußfaktoren gesichert werden.

Welche Zurrart gewählt werden kann, hängt sowohl vom Ladegut als auch von der Lkw-Art (Kasten,-Pritsche, Container, Tieflader) ab. Grundsätzlich haben sich das Niederzurren, das Diagonalzurren sowie deren Kombination als wirtschaftlich erwiesen.

Durch die Messung von nur einem (Niederzurren) oder zwei (Diagonalzurren) Winkeln lassen sich die von der Last ausgehenden Kräfte einfach ermitteln, und danach erfolgt die Zuordnung des für diese Kräfte erforderlichen Zurrmittels.

3.1 Nieder- und Diagonalzurren nach der Dolezych Einfach-Methode

Für eine ordnungsgemäße Sicherung der Ladung nach der Einfachmethode werden lediglich folgende Angaben benötigt:

- Das Ladungsgewicht, das aus den Ladepapieren entnommen werden kann
- die Zurrwinkel α und ß, die mit Hilfe eines Dolezych-Winkelmessers ermittelt werden können, bei wiederkehrenden Ladungen bekannt sind, bzw. auch ziemlich genau geschätzt werden können.
- der Reibbeiwert μ zwischen Ladegut und Ladefläche
- die Vorspannkraft (z.B. mit Hilfe des mobilen Zurrspannmeßgerätes

Mit Hilfe dieser ermittelten Werte kann man die Zurrmittelanzahl einfach und bequem in den jeweiligen Tabellen Niederzurren (Tab. 2) und Diagonalzurren (Tab. 3) ablesen.

Tabelle Einfachmethode Diagonalzurren

Gewicht der Ladung	4 Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft im direkten Strang von je (daN)		
	Reibbeiwert		
	μ = 0,2	μ = 0,3	μ = 0,6
49.600			6.400
38.750			5.000
32.500		16.000	
31.000			4.000
23.500			3.000
20.250		10.000	
19.350			2.500
18.000	16.000		
17.000		8.400	
15.500			2.000
13.000		6.400	
11.250	10.000		
10.000		5.000	
9.300	8.400		
8.000		4.000	
7.750			1.000
7.250	6.400		
6.000		3.000	
5.800			750
5.500	5.000		
5.000		2.500	
4.500	4.000		
4.000		2.000	
3.850			500
3.250	3.000		
2.750	2.500		
2.250	2.000		
2.000		1.000	
1.900			250
1.500		750	
1.000	1.000	500	
750	750		
500	500	250	
250	250	125	125
125	125		

Tabelle Einfachmethode Niederzurren

Anzahl der erforderlichen Zurrmittel

Vorspannkraft	Gewicht der Ladung	1 to			2 to			3 to			4 to			6 to			8 to			12 to			16 to		
Zurrwinkel		35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
250 daN	0,3	6	4	3	12	8	7	17	12	10	23	16	13	35	23	20									
	0,6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	5	3	3	7	5	4									
500 daN	0,3	3	2	2	6	4	3	9	6	5	12	8	7	17	12	10	23	15	13						
	0,6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	5	3	3						
750 daN	0,3	2	2	2	4	3	2	6	4	3	8	5	4	12	8	7	15	10	9	23	15	13			
	0,6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	5	3	3			
1000 daN	0,3	2	2	2	3	2	2	4	3	3	6	4	3	9	6	5	12	8	7	17	12	10	23	15	13
	0,6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	5	3	3

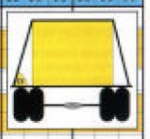


Tabelle 2

Unbedingt beachten: Bei der Einfachmethode Niederzurren wurde der Reibbeiwert μ=0.3 zugrundegelegt. Um diesen Wert garantieren zu können, müssen ölige, fettige, vereiste und stark verunreinigte Ladeflächen und Ladungen unbedingt vermieden werden!

Tabelle 3

Hinweis: Der Vertikalwinkel α zwischen Ladefläche und Zurrmittel er sollte im Bereich 20° bis 65° liegen. Der Horizontalwinkel β zwischen Fahrzeug-Längsrichtung und Zurrmittel, sollte im Bereich 6° bis 55° liegen. Die Tabelle Einfachmethode Diagonalzurren berücksichtigt diese Winkelbereiche.

3.2 Das Fahrzeuggebundene Zurrsystem

Eine weiterführende Vereinfachung der Ladungssicherung ist das Fahrzeuggebundene Zurrsystem: Das Fahrzeug wird einfach entsprechend seiner maximalen Nutzlast mit Zurrmitteln ausgestattet. Die Zurrmittel werden so dimensioniert, dass sie die erforderlichen Sicherungskräfte auch unter ungünstigsten Umständen erreichen. Bis zur Nutzlastobergrenze des Lkws kann so jede standfeste homogene Ladung einwandfrei und sicher verzurrt werden; entweder durch Diagonalzurren oder Niederzurren.

3.3 Die Trucker´s Disc – die Richtig-Zurren-Scheibe für´s Nieder- und Diagonalzurren

Problemlos in der Handhabung und deshalb bei vielen geschätzt, ist die Trucker´s Disc, die ebenfalls aus dem Hause Dolezych stammt. Sie basiert auf den Formeln der Einfachmethode, läßt sich aber noch leichter handhaben und ist aufgrund ihres kompakten Formates ein idealer Begleiter für alle, die für die Ladungssicherung verantwortlich sind. Eine Seite der Disc gehört dem Niederzurren, wo die unterschiedlichen Vorspannkräfte und Reibbeiwerte die Anzahl der Verzurrungen je nach Zurrwinkel α bestimmen, die andere Seite dient dem richtigen Diagonalzurren: Hier können je nach Reibbeiwert μ und der zu sichernden Last in Tonnen die erforderlichen zulässigen Zugkräfte der Zurrmittel abgelesen werden.

Wie funktioniert die Trucker´s Disc?

Der Fahrer muß lediglich, wie bei den Einfachmethoden, den Zurrwinkel α

(Niederzurren) oder α und ß (Diagonalzurren) schätzen. Sichert er mit der Methode Niederzurren, wählt er der Bereich des geschätzten Zurrwinkels α und dreht die Scheibe, bis das Gewicht seiner Ladung im Fenster sichtbar wird. Der Anwender kann sofort die Anzahl der erforderlichen Zurrmittel je nach μ -Wert und Vorspannkraft ablesen. Sichert er mit der Methode Diagonalzurren, kann er je nach Gewicht und μ-Wert die notwendige Dimensionierung – sprich zulässige Zugkraft in daN – der Zurrmittel ablesen. Das ganze ist einsetzbar für Zurrgurte, Ketten und Seile und reduziert den Aufwand für eine ordnungsgemäße Ladungssicherung auf ein Minimum.

Schlussbetrachtung:

Die o.g. Methoden sind als Vereinfachung gedacht. Die genaue Ermittlung der erforderlichen Ladungssicherungsmaßnahme für spezielle Zwischengrößen bezüglich der Zurrwinkel, Gewichte, Reibbeiwerte oder Vorspannkräfte wird mittels Berechnung nach der VDI-Richtlinie 2702 oder prEN 12195 T 1 durchgeführt.

Texte und Bilder Dolezych GmbH & Co I

Vielen Dank für das Interesse an unseren Produkten. Wenn Sie weitere Fragen haben, stehen wir Ihnen gern mit ergänzenden Auskünften zur Verfügung.
Telefon: Deutschland: 0531/318-588
Fax: Deutschland: 0531/318-151
Ihr Kroschke Beratungsteam