



Ladungssicherung auf Fahrzeugen der Bauwirtschaft

Impressum

Autoren:

Eckhard Becker

Axel Gebauer

Torsten Langer

Uwe Ziesmer

Herausgeber und Copyright:

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

Hildegardstraße 29/30 · 10715 Berlin

Internet:www.bgbau.de

Präventions-Hotline der BG BAU:

0800 80 20 100

(gebührenfrei)

Gestaltung:

H.ZWEI.S Werbeagentur GmbH

Plaza de Rosalia 2 · 30449 Hannover

Ausgabe: 2016

Abruf-Nr.: 681

Inhaltsverzeichnis

Ladungssicherung auf Fahrzeugen der Bauwirtschaft

– Aus der Praxis für die Praxis –

1. Warum Ladungssicherung	5
2. Rechtliche Grundlagen	6
3. Verantwortlichkeiten	8
3.1 Fahrzeughalter, Unternehmer	8
3.2 Disponent, Verloader	10
3.3 Fahrzeugführer	12
4. Physikalische Grundlagen zur Ladungssicherung	13
4.1 Newton für Praktiker	13
4.2 Reibung	14
4.3 Standfestigkeit der Ladung, Kippsicherheit	16
4.4 Sicherungskraft und Vorspannkraft	17
5. Arten der Ladungssicherung	18
5.1 Die formschlüssigen Verfahren	18
5.2 Das kraftschlüssige Verfahren	19
6. Anforderungen an das Transportfahrzeug	20
6.1 Lastverteilungsplan	20
6.2 Schutz zwischen Fahrgastzelle und Laderaum	21
6.3 Belastbarkeit von Bordwänden	21
6.4 Zurrpunkte	22
7. Anforderungen an das Ladegut	26
7.1 Schüttgüter	26
7.2 Erd- und Straßenbaumaschinen	27
7.3 Stückgüter	29
7.4 Bildung von Ladeeinheiten	30

8. Zurrmittel	31
8.1 Zurrgurte	32
- Kennzeichnung	
- Benutzung	
- Ablegereife	
8.2 Zurrketten	36
- Kennzeichnung	
- Benutzung	
- Ablegereife	
8.3 Hinweise zu Prüfungen	38
9. Hilfsmittel zur Ladungssicherung	39
9.1 Kantenschoner, Kantengleiter	39
9.2 Netze	40
9.3 Rutschhemmendes Material (RHM)	42
9.4 Ladungssicherung für Lasten ohne Zurrpunkte	44
- Kopflaschen mittels Rundschlingen (Kopflashing)	
9.5 Füllhölzer, Paletten	45
9.6 Blockierbalken (Zwischenwandverschlüsse)	46
9.7 Transporte von langen Stückgütern	47
9.8 Zurrkraftrechner	49
9.9 Vorspann-Messgeräte	51
10. Beispiele zur Ladungssicherung	52
10.1 Ladungssicherung eines Minibaggers auf einem Tandemanhänger	53
10.2 Ladungssicherung eines Steinpaketes	73
10.3 Ladungssicherung im Gerüstbau	89
10.4 Ladungssicherung beim Transport von Betonfertigteilen	106
10.5 Ladungssicherung im Facility-Management und bei Ausbaugewerken	109
11. Schlussbemerkungen/Fazit	122
12. Rechtliche Grundlagen, Literatur und Hersteller zur Ladungssicherung	123
12.1 Vorschriften und Regeln	123
12.2 Literaturverzeichnis	124
12.3 Herstellerverzeichnis	125
12.4 Bildnachweis	126
Anhang 1 Betriebsanweisung	127
Anhang 2 Checkliste zur Ladungssicherung	128

Aus der Praxis für die Praxis

Die vorliegende Broschüre stellt eine praxisnahe Hilfestellung für die Personen dar, die die Ladungssicherung ausführen. Neben den rechtlichen Grundlagen werden die Verantwortlichkeiten dargelegt. Insbesondere werden die verschiedenen Möglichkeiten der Sicherung von Material und Maschinen erläutert.

Aufgrund der unübersichtlichen Vielzahl von Berechnungsarten für Ladungssicherung sind hier vereinfachte Ladungssicherungsmethoden dargestellt, mit denen der Anwender immer auf der sicheren Seite ist.

1. Warum Ladungssicherung?

Die Ladung muss so verstaut sein, dass sie unter „normalen“ Fahr- und Straßenverhältnissen weder verrutschen, herabfallen oder Ursache für das Umkippen des Fahrzeuges sein kann. Nicht gesicherte bzw. nicht ausreichend gesicherte Ladung stellt eine Gefährdung für alle Verkehrsteilnehmer dar.

In der Bauwirtschaft müssen die verschiedensten Güter wie Maschinen, Fertigteile und sonstige Baumaterialien zu den vorgesehenen Einsatzorten transportiert werden. Ladungssicherung wird dabei häufig außer Acht gelassen, „vergessen“ oder unzureichend durchgeführt.

Vermeintliche Gründe dafür sind:

- Keine Zeit** *„Ich musste los ... ich war sowieso schon zu spät.“*
- Kein Geld** *„Der Chef hat gesagt, Gurte sind zu teuer.“*
- Keine Ahnung** *„Die Ladung ist schwer genug, da bewegt sich nichts.“*

Eine unzureichende oder fehlende Ladungssicherung kann teuer werden und zu schweren Unfällen führen. Personen- sowie Sachschäden mit erheblichen Verletzungen und Kosten können die Folge sein.

Eine ordnungsgemäße Ladungssicherung hat einen positiven Einfluss auf die Verkehrs- und Arbeitssicherheit. Dies bedeutet, dass von der ordnungsgemäß durchgeführten Ladungssicherung nicht nur andere Verkehrsteilnehmer sondern auch die Fahrzeuginsassen sowie das Be- und Entladepersonal profitieren.



Bild 1: Bagger unfreiwillig „abgeladen“

2. Rechtliche Grundlagen

Der zum 01.01.2006 geänderte **§ 22**, Absatz 1 der Straßenverkehrsordnung (StVO) schreibt vor, dass Ladung zu sichern ist.

„Die Ladung einschließlich Geräte zur Ladungssicherung sowie Ladeeinrichtungen sind so zu verstauen und zu sichern, dass sie selbst bei Vollbremsung oder plötzlicher Ausweichbewegung nicht verrutschen, umfallen, hin- und herrollen, herabfallen oder vermeidbaren Lärm erzeugen können. Dabei sind die anerkannten Regeln der Technik zu beachten.“

Es wird nicht gesagt, wie Ladung zu sichern ist, sondern es wird auf die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ verwiesen.

„Allgemein anerkannte Regeln der Technik“ stellen, nach Auffassung der Rechtsprechung (OLG Koblenz AZ: 1Ss 265/91; Bayerisches OLG 1. Senat AZ: 1 ob OWI 15/02) die VDI-Richtlinien 2700 dar.



Bild 2: Bei der Vollbremsung entwickelt der ca. 18 kg schwere Getränkekasten die Wucht von 1 t .

Für den Praktiker sind die VDI-Richtlinien sowie auch DIN- bzw. DIN EN-Normen nur schwer anwendbar.

Die neue DIN EN 12195-1:2011-06 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen – Sicherheit – Teil 1: Berechnung von Sicherungskräften“ wurde veröffentlicht und somit in Europa in Kraft gesetzt. Aufgrund des geringeren Sicherheitsniveau gegenüber der DIN EN 12195-1:2004-04 wird die Ausgabe 2011-06 von Deutschland nicht anerkannt. Mit der Veröffentlichung der neuen DIN EN 12195-1:2011 musste die alte DIN EN 12195-1:2004 zurückgezogen werden, so dass diese auch nicht mehr als anerkannte Regel der Technik gewertet werden kann. In dieser Broschüre ist die derzeit gültige Regelung, die VDI 2700 Blatt 2:2014 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen – Berechnung von Sicherungskräften – Grundlagen“, berücksichtigt. Diese Norm zählt in Deutschland zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik im Sinne des § 22 der StVO.

Werden jedoch Gefahrgüter bzw. Maschinen mit gefährlichen Güter als Inhalt transportiert, welche unter die Regelungen der Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB) und dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) fallen, müssen diese Güter nach der neuen DIN EN 12195-1:2011-06 gesichert werden.

Es ist sicherlich schwierig, in Richtlinien und Normen konkrete Hinweise zu geben, wie einzelne Güter zu sichern sind. Daher müssen Unternehmer Betriebsanweisungen für die Ladungssicherung erstellen, wie z. B. Baumaschinen, Geräte und Material auf den Fahrzeugen zu sichern sind (siehe Anhang 1).

Berufsgenossenschaftliche Forderungen und Hinweise sind in der DGUV Vorschrift 70 (bisher BGV D 29) Unfallverhütungsvorschrift „Fahrzeuge“ zu finden.

3. Verantwortlichkeit

Verantwortlich können alle Personen sein, die mit der Ladungssicherung betraut sind. Darüber hinaus kann dies aber auch der „Einkäufer“ sein, der z. B. unzureichende Zurrmittel bestellt und zur Verfügung stellt.

Im Folgenden sind für die wichtigsten Personengruppen beispielhaft die wesentlichen Pflichten und Haftungsrisiken aufgeführt. Im Schadensfall findet grundsätzlich eine Einzelfallprüfung statt.

3.1 Fahrzeughalter, Unternehmer

Bereitstellung von geeigneten Transportfahrzeugen und Hilfsmitteln:

Der Unternehmer ist dafür verantwortlich, dass er für seine Beschäftigten den sicheren Transport von Gütern und Materialien gewährleistet. Er muss daher geeignete Transportfahrzeuge und Hilfsmittel für die Ladungssicherung zur Verfügung stellen, d. h. das „richtige Fahrzeug/ Gespann für die zu transportierende Last“.

Bei Sonderfahrzeugen (z. B. Tiefladern) liegt es in der Verantwortung des Unternehmers, bereits bei der Auswahl dieses Fahrzeuges dafür zu sorgen, dass der Tieflader z. B. mit der notwendigen Anzahl von Zurrpunkten, die auch ausreichend belastbar sind, ausgestattet ist.



Bild 3

Auch bei der Bestellung von ergänzenden Teilen (z. B. Fahrzeugaufbauten) muss der Unternehmer ebenfalls dem Hersteller oder dem Lieferanten die notwendigen Angaben machen, was transportiert werden soll, damit die notwendige Ausrüstung (z. B. mit Zurrpunkten) für einen sicheren Transport werkseitig erfolgen kann.

Haftungsrisiken bei Nichtbeachtung der aufgeführten Unternehmerpflichtungen:

Bestellt der Unternehmer z. B. einen „Drei-Seiten-Kipper“, so ist die bestimmungsgemäße Verwendung des Kippers der Transport von Schüttgütern. Üblicherweise wird in der Baubranche dieses Fahrzeug auch zum Transport von Stückgütern benutzt. Falls der „Drei-Seiten-Kipper“ auch für den Stückguttransport eingesetzt werden soll, müssen zusätzliche Vorrichtungen (Zurrpunkte) angebracht werden, um die Ladungssicherung zu ermöglichen. Stellt sich nach einem Unfall heraus, dass der Unternehmer nicht für die Anbringung der Zurrpunkte gesorgt hat, obwohl diese Zurrpunkte für einen sicheren Transport notwendig waren, wird geprüft, inwieweit der Unternehmer für den Unfall mitverantwortlich war. Sollten die fehlenden Zurrpunkte die alleinige Ursache für den Unfall gewesen sein, so wäre der Unternehmer allein für den Unfall verantwortlich. Wahrscheinlich dürfte es in der Praxis eher ein Mitverschulden sein, da vom Unternehmer nicht das richtige Fahrzeug zur Verfügung gestellt wurde.

Beauftragung eines geeigneten Fahrers:

Neben der Verantwortung für die Auswahl des richtigen Transportfahrzeuges sowie der Hilfsmittel zur Ladungssicherung, muss der Unternehmer auch den „richtigen“ (geeigneten) Fahrer auswählen, unterweisen und beauftragen.

Es ist darauf zu achten, dass die Beschäftigten für die Aufgabe, die ihnen übertragen wird, auch befähigt sind. Sie müssen daher alle körperlichen sowie geistigen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Eigenschaften mitbringen, um die ihnen übertragenen Aufgaben ordnungsgemäß ausführen zu können. Auf der körperlichen Seite kommen hier z. B. die Hör- und Sehfähigkeit, sowie die körperliche Belastbarkeit in Betracht.



Bild 4

Zu den geistigen Fähigkeiten und Eigenschaften zählen z. B. die Auffassungsgabe, die psychische Belastbarkeit, Konzentrations- und Koordinationsfähigkeit, das technische Verständnis, das Reaktionsvermögen und die Ausbildungsqualifikation.

Der Unternehmer trägt die Verantwortung für die Auswahl der geeigneten Beschäftigten. Er hat ihre Befähigung zu berücksichtigen und darf sie nicht mit Arbeiten beschäftigen, für die sie erkennbar ungeeignet sind. Damit soll eine Gefährdung der Beschäftigten sowie anderer vermieden werden. Die Verpflichtung zur Berücksichtigung der Befähigung trifft den Unternehmer bei der erstmaligen Übertragung von Aufgaben. Er kann im Rahmen der Einstellungsgespräche bzw. arbeitsmedizinischen Eignungsuntersuchungen feststellen, ob der Beschäftigte die zur Erfüllung der Aufgaben erforderlichen Fähigkeiten und die nötige Zuverlässigkeit besitzt.

Haftungsrisiken bei nicht ordnungsgemäßer Auswahl:

Falls der Unternehmer seiner Pflicht zur ordnungsgemäßen Auswahl nicht nachkommt, wird nach einem Unfallereignis geprüft, in wieweit der Unternehmer dadurch eine Ursache für den Unfall geliefert hat. Kommt man zu dem Ergebnis, dass hier ein Verstoß gegen die Auswahlpflicht vorliegt, ist der Unternehmer für den Unfall verantwortlich bzw. mitverantwortlich.



Bild 5

3.2 Disponent, Verlader

Ein Disponent ist derjenige, der die Speditionsfahrer beauftragt, für die eigene Firma tätig zu werden.

Ein Verlader ist derjenige, der vor Ort das Verladen organisiert.

In der Bauwirtschaft können Disponent und Verlader z. B. Bauleiter, Platzmeister, Werkstattmeister, Polier, Vorarbeiter aber auch der Fahrer sein. Diese verantwortlichen Personen werden von Baufirmen aber selten als Disponent oder Verlader bezeichnet, obwohl sie in dieser Funktion tätig sind.



Bild 6

Insbesondere wenn Speditionsfirmen Baugeräte, Schalungsmaterialien, Fertigteile oder anderes im Auftrag der Baufirma transportieren, sind der Disponent und der Verlader mitverantwortlich für die Gestellung des richtigen Fahrzeuges.

Der Verlader ist weiterhin für die Beförderungssicherheit des Gutes (die Ladungssicherung) verantwortlich. Dies wurde in zahlreichen Urteilen bestätigt.

Zum beförderungssicheren Verladen gehört nicht nur das Verbringen des Gutes auf die Ladefläche, sondern vielmehr ist dieses dort auch beförderungssicher zu befestigen. Es muss gegen die Erschütterungen und Schwankungen, gegen Umfallen, Verschieben, Herabfallen im Rahmen eines normalen bzw. vertragsgerecht verlaufenden Transportes gesichert werden, d. h. auch gegen Notbremsung, plötzliche Ausweichmanöver, gegen schlechte Straßenverhältnisse und gegen die Fliehkräfte in Kurven.

Beachtet der Disponent oder der Verlader seine Pflichten nicht, so können beide für einen später eintretenden Unfall verantwortlich bzw. mitverantwortlich sein.

3.3 Fahrzeugführer

Der Fahrzeugführer ist in erster Linie für die betriebssichere Beladung des von ihm zu lenkenden Fahrzeuges verantwortlich. Die betriebssichere Verladung der Fracht bedeutet, dass der Fahrzeugführer darauf achten muss, durch eine sachgerechte Verteilung der Ladung auf dem Fahrzeug Umständen vorzubeugen, die die:



Bild 7

- Stabilität des Fahrzeuges und/oder

- Lenk- und Bremsfähigkeit

negativ beeinträchtigen könnten. Bei der Betriebssicherheit muss z. B. auch der Lastverteilungsplan des Fahrzeugherstellers berücksichtigt werden. Dabei ist die maximale Zuladung meistens nur in bestimmten Bereichen der Ladefläche möglich, damit z. B. die Achslasten nicht überschritten werden. Die Kontrolle der Ladungssicherung ist vor Fahrtantritt, nach Unterbrechungen der Fahrt und bei Bedarf (z. B. Vollbremsung, schlechte Wegstrecke, plötzliche Ausweichbewegungen) durch den Fahrzeugführer durchzuführen.

Kurz gesagt:

Ist ein Fahrzeug betriebssicher, dann ist Arbeits- und Verkehrssicherheit eingehalten.

4. Physikalische Grundlagen zur Ladungssicherung

Im Fahrbetrieb wirken auf das Ladegut sowohl Beschleunigungskräfte beim Anfahren und Bremsen sowie Fliehkräfte bei der Kurvenfahrt.

4.1 Newton für Praktiker

Bei der Ladungssicherung haben wir es mit Kräften (N) zu tun, obwohl die Ladung „nur wiegt“, d. h. eigentlich nur Masse (kg) ist.

Gedanklich müssen wir die Masse der Ladung von Kilogramm (kg) in die Gewichtskraft Newton (N) umsetzen:

Gewichtskraft:	1 kg entspricht	10 N	10 N ist gleich	1 daN
	100 kg entspricht	100 daN	4000 N ist gleich	400 daN

Bei der Ladungssicherung sind die Kräfteangaben in der Einheit daN üblich. Die Bezeichnung daN wird im Weiteren mit der kg-Angabe zum besseren Verständnis 1:1 gleichgesetzt.

Die auftretenden Beschleunigungs-, Flieh- und Verzögerungskräfte müssen durch Sicherungsmaßnahmen aufgenommen und sicher über das Fahrzeug in den Untergrund eingeleitet werden können.

G = Gewicht der Ladung

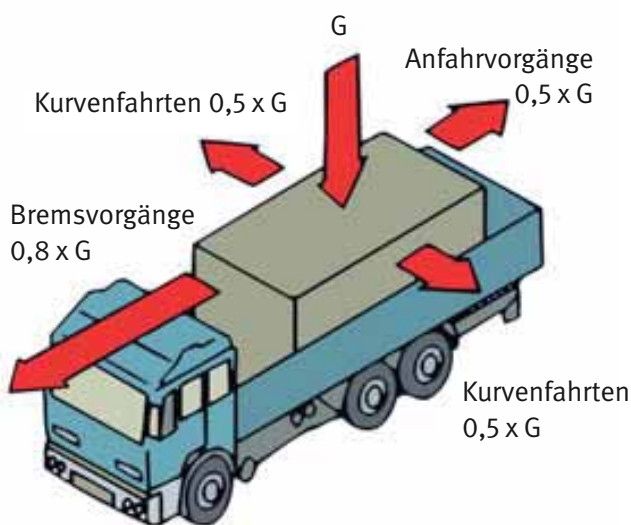


Bild 8:

Massekräfte im Fahrbetrieb bei Fahrzeugen > 3,5 t

- In Längsrichtung nach vorn (aus Bremsvorgängen) wirkt das 0,8-fache der Gewichtskraft der Ladung.
- In Querrichtung (bei Kurvenfahrten) und Längsrichtung nach hinten (beim Anfahren) wirkt das 0,5-fache der Gewichtskraft der Ladung.
- Zu berücksichtigen ist bei kippgefährdeten Ladegütern, dass das 0,1-fache der Gewichtskraft der Ladung zu den in Querrichtung und nach hinten wirkenden Kräften hinzuaddiert werden muss. Es wirkt also das 0,6-fache der Ladung (vgl. Kap. 4.3).

4.2 Reibung

Die Reibung wirkt zwischen zwei bewegten und sich berührenden Gegenständen. Dabei beeinflusst der Oberflächenzustand der Gegenstände, z. B. wie trocken, nass, ölig oder fettig, die Reibung.

Bei der Ladungssicherung ist eine hohe Reibung zwischen Ladegut und Fahrzeugboden oder zwischen Ladegütern anzustreben.

Materialpaarung	trocken	nass	fettig	Quelle
Holz/Holz	0,2 – 0,5	0,2 – 0,25	0,05 – 0,15	1
Metall/Holz	0,2 – 0,5	0,2 – 0,25	0,02 – 0,1	1
Metall/Metall	0,1 – 0,25	0,1 – 0,2	0,01 – 0,10	1
Beton/Holz	0,3 – 0,6	0,3 – 0,5	0,1 – 0,2	1
Stahlrahmen auf Holzfläche	0,4	0,4		2
Holzbalken auf Holzladefläche	0,5	0,5		2
Antirutschmatte mit allen gängigen Materialpaarungen	0,6			3
Kunststoffpalette (Polypropylen auf Siebdruckboden)	0,25			4
Gitterboxpalette (Stahl) auf Siebdruckboden	0,25			5
Gummireifen auf Stahl-ladefläche verschmutzt	ca. 0,3	ca. 0,1 – 0,2		5
Saubere Gummireifen auf Stahl-ladefläche besenrein	ca. 0,4			5

Quellen: 1 = VDI 2700, 2 = Fraunhofer Institut, 3 = Herstellerangabe, 4 = TUL-LOG Dresden, 5 = DEKRA

Tabelle 1: Gleit-Reibbeiwert „ μ “ in Abhängigkeit der Materialpaarung bei verschiedenen Zuständen

Aus den Gleit-Reibbeiwerten wird ersichtlich, dass über die Reibungskraft maximal 60 % der Gewichtskraft (z. B. bei Verwendung einer Antirutschmatte mit trocken $\mu = 0,6$) „festgehalten“ werden können, die restliche Gewichtskraft muss anderweitig gesichert werden.

Die Gleit-Reibbeiwerte, die auf der VDI 2700 Blatt 14:2011 basieren, differieren teilweise um über 100 % (z. B. Beton / Holz trocken $\mu = 0,3 - 0,6$; entspricht einer „Haltekraft durch Reibung von 30 – 60 %“). Um sowohl rechnerisch als auch bei Kontrollen auf der sicheren Seite zu sein, sollte man in der Praxis immer den kleinsten (ungünstigsten) Wert annehmen.

Bei der Verwendung von Antirutschmatten sollte der Wert von $\mu = 0,6$ (also 60 % der Gewichtskraft) nicht ausgenutzt werden, da z. B. Feuchtigkeit, Rau-reif, Frost und Schmutz den Wert reduzieren können.

Bei der Verwendung von Antirutschmatten muss der Kontakt des Ladegutes mit der Ladefläche verhindert werden. Dies muss auch bei einer eventuellen Durchbiegung des Ladegutes gewährleistet sein.

Die Antirutschmatten sollten ca. 2,0 cm unter der Last hervorschauen.



Bild 9: Einsatz einer Anti-Rutschmatte unter einer Walze



Bild 10: Einsatz von Anti-Rutschmatten unter einem Steinpaket

4.3 Standfestigkeit der Ladung, Kippsicherheit

Bei der Ladungssicherung ist die Standsicherheit zu berücksichtigen. Ob ein Ladegut standsicher ist, liegt am Verhältnis der Höhe des Schwerpunktes zu der jeweiligen Aufstellbreite der Ladung.

Das Ladegut ist standsicher, wenn die Schwerpunkthöhe kleiner ist als die halbe Breite seiner Grundfläche, bei Ladegütern mit kreisförmigen Böden ist das der Radius. Zusätzlich ist der Standsicherheitsbeiwert (f_{sq}) zu berücksichtigen.

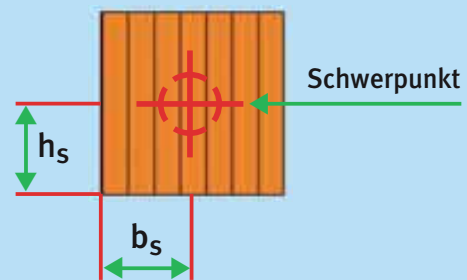
Standsicherheit

Beispiel Holzkiste

- Abmessungen ($h \times b$) 0,80 m \times 0,80 m
- Schwerpunkthöhe (h_s) 0,40 m
- Abstand Schwerpunkt zur Kippkante (b_s) 0,40 m
- Standsicherheitsbeiwert (f_{sq}) 0,6

Wenn seitlich

- b_s **größer** ist als $f_{sq} \times h_s$
 - 0,40 m ist **größer** als $0,6 \times 0,40 \text{ m} = 0,24 \text{ m}$
- dann ist die Holzkiste standsicher.



Keine Sicherungsmaßnahmen gegen Kippen notwendig!

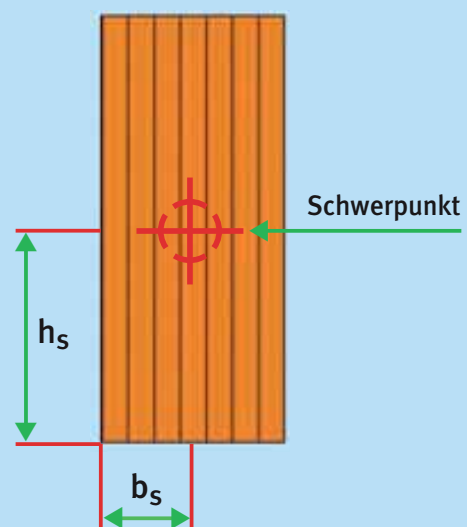
Standsicherheit

Beispiel Holzkiste

- Abmessungen ($h \times b$) 2,00 m \times 0,80 m
- Schwerpunkthöhe (h_s) 1,00 m
- Abstand Schwerpunkt zur Kippkante (b_s) 0,40 m
- Standsicherheitsbeiwert (f_{sq}) 0,6

Wenn seitlich

- b_s **kleiner** ist als $f_{sq} \times h_s$
 - 0,40 m ist **kleiner** als $0,6 \times 1,00 \text{ m} = 0,6 \text{ m}$
- dann ist die Holzkiste **nicht** standsicher.



Zusätzliche Sicherungsmaßnahmen gegen Kippen sind notwendig!

Bild 11: Standsicherheitsüberprüfung

Bei nicht standsicherer Ladung ist nach der VDI 2700-2:2014 ein „Wankfaktor“ von 10 % der Gewichtskraft in Querrichtung und entgegen der Fahrtrichtung ($0,5 + 0,1 = 0,6$) zu den üblichen Transportbelastungen hinzuzurechnen.

4.4 Sicherungskraft und Vorspannkraft

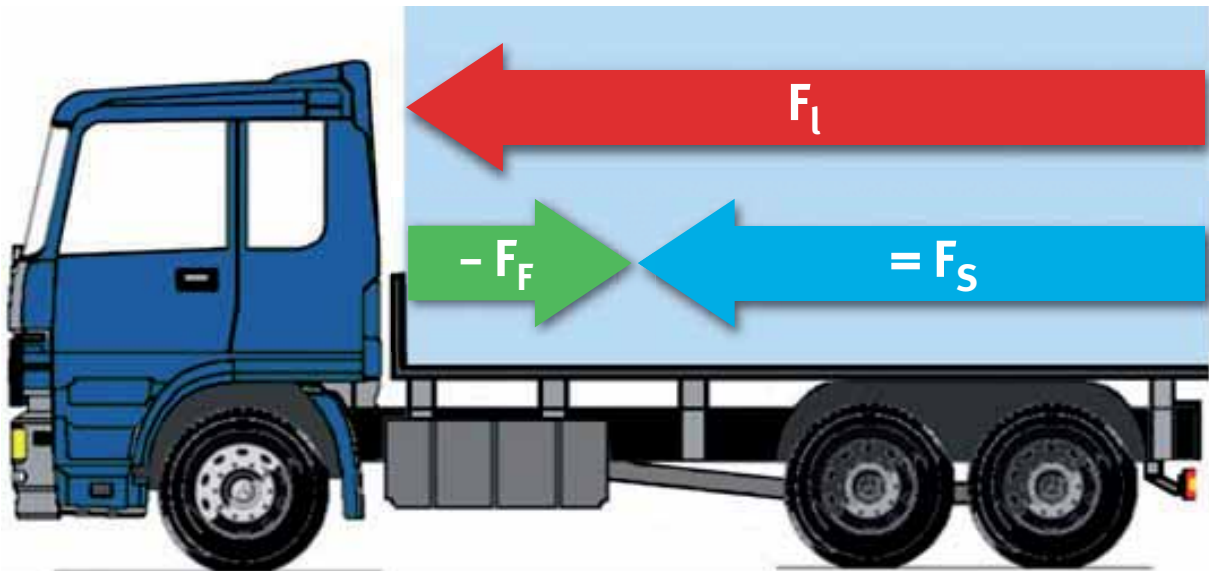


Bild 12: Bildliche Darstellung der Kräfte

Die notwendige Sicherungskraft (F_S) muss ermittelt werden. Sie berechnet sich aus den auftretenden Beschleunigungs-, Flieh- und Bremskräften (F_l) abzüglich der positiv wirkenden „Haltekraft“ (F_F) durch die Reibung (μ). Diese sich ergebende Sicherungskraft (F_S) muss über Sicherungsmaßnahmen aufgebracht werden.



Die Vorspannkraft (S_{TF}) kann nur mittels Ratsche oder Spindelspanner in einem Zurrmittel erzeugt werden. Die tatsächlich vorhandene Vorspannkraft kann nur mittels Messgeräten ermittelt werden.

Bild 13: Vorspannkraftmessgerät

5. Arten der Ladungssicherung

Auch bei günstigsten Verhältnissen z. B. hoher Gleit-Reibbeiwert, trockenes Wetter, müssen „Bewegungskräfte“ durch Sicherungsmaßnahmen aufgenommen werden. Bei der Auswahl der Sicherungsmaßnahmen sind die formschlüssigen Verfahren dem kraftschlüssigen Verfahren vorzuziehen.



5.1. Die formschlüssigen Verfahren

Formschlüssige Verfahren sind z. B. Festsetzen an der Stirnwand, Verkeilen, Diagonal-, Schräg- bzw. Horizontalzurren, Umreifungszurren und Kopfschlingenzurren.

Bild 14: Formschlüssige Ladungssicherung durch die Bordwand und durch Verstellen



Bild 15: Festsetzen an der Stirnwand

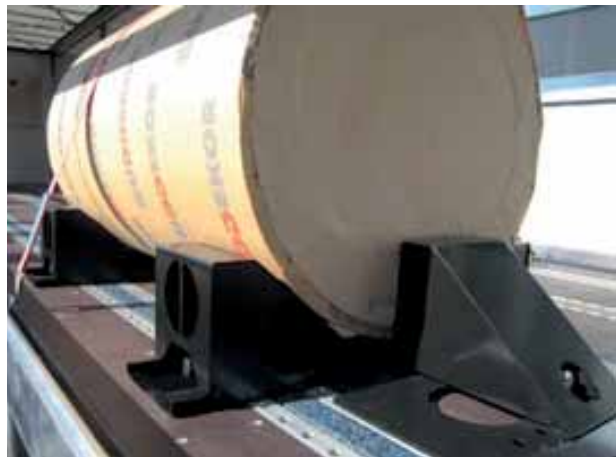


Bild 16: Sicherung durch Keile



Bild 17: Horizontalzurren



Bild 18: Kopfschlingenzurren



Bild 19: Abdeckung mit Netz, formschlüssige Sicherung für leichte Ladung, welche herunterwehen könnte



Bild 20: Abdeckung mit Plane, formschlüssige Sicherung für leichte Ladung, welche herunterwehen könnte

5.2 Das kraftschlüssige Verfahren

Niederzurren ist das kraftschlüssige Verfahren. Hierbei wird durch die Einleitung von Vorspannkräften in die Zurrmittel das Ladegut auf die Ladefläche gepresst. Durch diesen „zusätzlichen Anpressdruck“ wird die Reibungskraft erhöht.



Bild 21: Niederzurren, durch Vorspannung der Gurte über die Ratsche wird eine „Erhöhung des Eigengewichtes“ erreicht

6. Anforderungen an das Transportfahrzeug

Die Grundanforderung an das Transportfahrzeug besteht darin, dass die „Tragfähigkeit“ für die zu transportierende Last ausreichend sein muss.

6.1. Lastverteilungsplan

Der Lastverteilungsplan gibt an, wie die Ladung (Gewicht und Schwerpunktlage) auf dem Fahrzeug zu verteilen ist, damit:

- die zulässige Gesamtmasse nicht überschritten wird,
- die zulässigen Achslasten nicht über- oder unterschritten werden und
- der Schwerpunkt unterhalb der Lastverteilungskurve liegt.

Der Lastverteilungsplan gehört zum Fahrzeug und sollte beim Fahrzeugkauf bzw. vom Fahrzeughersteller oder Aufbauhersteller mitgeliefert bzw. angefordert werden.

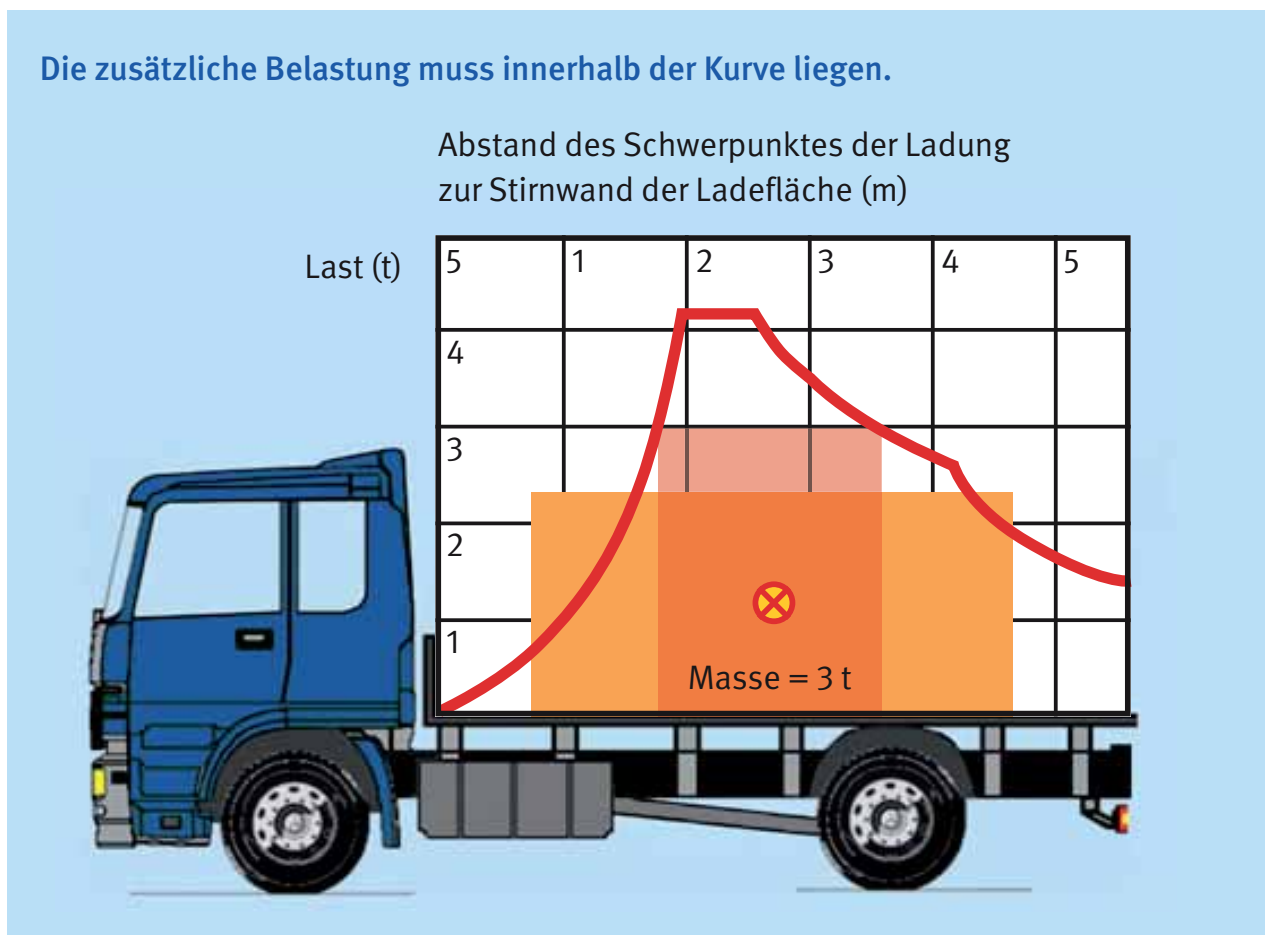


Bild 22: Lastverteilungsplan; in diesem Beispiel muss beim Transport der Kiste mit 3 t der Abstand des Schwerpunktes von der Stirnwand zwischen 1,8 und 3,5 m liegen.

6.2 Schutz zwischen Fahrgastzelle und Laderaum

Kastenwagen und geschlossene Mehrzweck-Pkw müssen mit einem Lastverschiebungsschutz, bestehend aus einer Rückhalteeinrichtung und Zurrpunkten, ausgerüstet sein.

Die Rückhalteeinrichtung kann eine Trennwand, ein Trenngitter oder ein Trennnetz sein. Die Rückhalteeinrichtung benötigt einen Nachweis des Herstellers nach DIN 75410-3:2004.



Bild 23: Trenngitter zwischen Fahrgastzelle und Laderaum



Bild 24: Trennwand zwischen Fahrgastzelle und Laderaum

6.3 Belastbarkeit von Bordwänden

Die Belastbarkeit von Bordwänden ist begrenzt und wird von vielen Fahrern überschätzt. Wird ein Nutzfahrzeugaufbau nach DIN EN 12642:2007-01 mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t gebaut, dann können folgende Kräfte von den Bordwänden aufgenommen werden. Die Werte in der nachfolgenden Tabelle sind nur im betriebsmäßigen Zustand des Fahrzeuges und bei einer gleichmäßigen Belastung der gesamten Fläche der Stirnwand anzunehmen.

Komponente des Fahrzeuges	Standardaufbau „Code L“	Verstärkter Aufbau „Code XL“
Stirnwand	40 % Nutzlast (max. 5000 daN)	50 % Nutzlast
Rückwand	25 % Nutzlast (max. 3100 daN)	30 % Nutzlast
Seitenwände	30 % Nutzlast	40 % Nutzlast

Festigkeit der Bordwände bei Nutzfahrzeugen mit einem zGM $\geq 3,5$ t (DIN EN 12642:2006)



Bild 25: Kennzeichnung eines 3-Seiten-Kipper-Aufbaus, der Aufbau erfolgte nach DIN EN 12642:2007-01.

Für Fahrzeugaufbauten vor Baujahr 2002 können Belastungen der Bordwände nur nach Angaben des Herstellers angesetzt werden. Bis zu diesem Zeitpunkt gab es keine nationalen oder internationalen Normen.

Besondere betriebliche Erfordernisse der Belastbarkeit der Bordwände, müssen mit dem Aufbauhersteller abgestimmt werden.



Bild 26 und 27: „Stabilisierung“ der Stirnwand. Hierzu kann um die Stirnwand ein Zurrmittel gelegt werden. Dieses wird erst nach der Beladung handfest vorgespannt und vor der Entladung entspannt.

6.4 Zurrpunkte

Häufig ist aufgrund der Lastverteilung ein Verkeilen, Festsetzen und Verstellen der Ladung in der gewünschten Position nicht möglich. Um die verbleibenden Kräfte in den Fahrzeugaufbau einleiten zu können, sind Zurrpunkte erforderlich.

„Pritschenaufbauten ... müssen mit Verankerungen für Zurrmittel zur Ladungssicherung ausgerüstet sein.“

§22 (1) der Unfallverhütungsvorschrift „Fahrzeuge“ (DGUV Vorschrift 70, alt BGV D 29)

Fahrzeuge mit Pritschenaufbauten und einer zulässigen Gesamtmasse unter 3,5 t sollten nach DIN 75410-1:2003 hergestellt werden. Ist dieses der Fall, müssen je Seite mindestens 2 Zurrpunkte, bei einer Länge der Ladefläche bis 2,20 m bzw. mit 3 Zurrpunkten je Seite bei einer Länge der Ladefläche über 2,20 m vorhanden sein. Die Belastbarkeit der Zurrpunkte muss mindestens 400 daN betragen.

Bei Lkw und Anhängern mit Pritschenaufbauten mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t müssen bei Berücksichtigung der DIN EN 12640:2001-01 die Zurrpunkte wie z. B. in Bild 18 angeordnet sein.

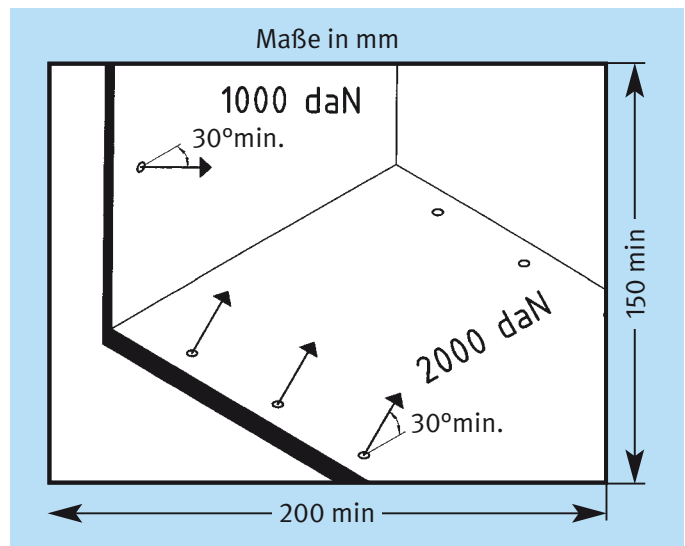


Bild 28: Kennzeichnung von Zurrpunkten nach DIN EN 12640:2001 für ein Fahrzeug mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 12 t.

Fahrzeugtyp	Norm	Zulässige Gesamtmasse (zGM)	Zulässige Zugkraft (Lc)
Pkw, Kombi	DIN 75410-2:2005	unabhängig	≥ 350 daN
Kastenwagen	DIN 75410-3:2004 DIN ISO 27956:2011	≤ 2,0 t	≥ 400 daN
		2,0 t bis 5,0 t	≥ 500 daN
		5,0 t bis 7,5 t	≥ 800 daN
Pritsche, Anhänger	DIN 75410-1:2003	≤ 3,5 t	≥ 400 daN
	DIN EN 12640:2001	3,5 t bis 7,5 t	≥ 800 daN
Lkw	DIN EN 12640:2001	3,5 t bis 7,5 t	≥ 800 daN
		7,5 t bis 12,0 t	≥ 1000 daN
		> 12,0 t	≥ 2000 daN

Aus der tabellarischen Darstellung ist ersichtlich, dass die Anforderungen der verschiedenen Normen an die Festigkeit und Anzahl der Zurrpunkte unterschiedlich sind.

Ladungssicherung auf Fahrzeugen der Bauwirtschaft

Pkw-Kombi, Kombi und Kastenwagen müssen ebenfalls mit Zurrpunkten ausgerüstet sein, es besteht aber keine Kennzeichnungspflicht des Zurrpunktes. Die Belastbarkeit der Zurrpunkte ist der Bedienungsanleitung des Herstellers zu entnehmen.

Der Unternehmer sollte im Vorfeld der Bestellung überprüfen, ob die Anzahl, Lage und Belastbarkeit der Zurrpunkte nach DIN bzw. DIN EN für seine Anwendungen (geplante Transporte) ausreichend sind.



Bild 29: Beispiel der Kennzeichnung von Zurrpunkten



Bild 30 und 31: Dreiseitenkipper, vom Hersteller mit Zurrpunkten ausgerüstet



Bild 32 und 33: Dreiseitenkipper, Zurrpunkte nach Angaben der Anwender vom Hersteller/Aufbauer nachgerüstet

Die Kennzeichnung der Zurrpunkte für Tieflader ist bislang nicht genormt sondern muss aus den Bedienungsanleitungen der Hersteller entnommen werden.



Bild 34: Kennzeichnung und Belastbarkeit der Zurrpunkte an einem Tieflader

Dieses Bauteil wurde als Anschlagpunkt in der Hebetechnik konstruiert und gekennzeichnet. Die Anwendung in der Ladungssicherung lässt eine Verdoppelung der Belastung zu. (Achtung: Hinweise des Herstellers beachten.)



Bild 35: Bisherige Kennzeichnung von Zurrpunkten an einem Tieflader



Bild 36 und 37: Neue Kennzeichnung von Zurrpunkten an Tiefladern

7. Anforderungen an das Ladegut

In der Bauwirtschaft werden überwiegend Schüttgüter, Baumaschinen sowie weitere Materialien transportiert. An diese zu transportierenden Güter sind Forderungen im Hinblick auf die Durchführung der Ladungssicherung zu stellen.

7.1 Schüttgüter

Aus der Verwaltungsvorschrift zu §22 Abs. 1 der StVO geht hervor:

„Schüttgüter, wie Kies, Sand, ..., die auf Lkw befördert werden, sind in der Regel nur dann gegen Herabfallen besonders gesichert, wenn durch Planen oder ähnliche Mittel sichergestellt ist, dass auch nur unwesentliche Teile der Ladung nicht herabfallen können.“

Ähnliches führt die VDI 2700-1:2009 Teil 1 unter Abschnitt 3.9.2 aus:

„Ladegut, das vom Wind herabgeweht werden kann ... ist abzudecken.“



Bild 38: Schüttgut nicht gesichert



Bild 39: Ladegut mit Plane gesichert

7.2 Erd- und Straßenbaumaschinen

Der Hersteller von Erd- und Straßenbaumaschinen muss die Maschinen mit geeigneten Zurrpunkten versehen und kennzeichnen, deren Nutzung muss in der Betriebsanleitung beschrieben sein. (DIN EN 474-1:2007 Erdbaumaschinen, DIN-EN 500-1:2007 Straßenbaumaschinen)



Bild 40: Kennzeichnung eines Zurrpunktes an einem Raupenbagger



Bild 41: Kennzeichnung eines Zurrpunktes an einem Straßenfertiger

Ladungssicherung auf Fahrzeugen der Bauwirtschaft

Dieser Forderung aus der Normung wird von den Herstellern von Erd- und Straßenbaumaschinen überwiegend nachgekommen. Jedoch ist die Zugänglichkeit der Zurrpunkte sowie das richtige Anwenden der Zurrmittel, z. B. Vermeiden von scharfen Kanten, häufig ungenügend gelöst.

Wenn die Zurrpunkte an den Maschinen nicht vorhanden bzw. nicht an geeigneten Stellen vorhanden sind, müssen geeignete Zurrpunkte fachgerecht nachgerüstet werden.



Bild 42: Zurrpunkte am Bagger durch das Bau-Unternehmen in Abstimmung mit dem Hersteller nachgerüstet.

7.3 Stückgüter

Beim Transport von Stückgütern ist das Anbringen von Zurrpunkten nicht grundsätzlich möglich, jedoch müssen die Randbedingungen für die Durchführung eines verkehrssicheren Transportes geschaffen werden.

Der Unternehmer muss in einer von ihm erstellten Betriebsanweisung (evtl. in Zusammenarbeit mit dem Hersteller des Ladegutes als auch des Transportfahrzeuges) festlegen, wie diese Stückgüter fachgerecht auf dem Transportfahrzeug zu sichern sind.



Bild 43: Drahtseilösen zum Heben von Betonfertigteilen als nicht zugelassene Zurrpunkte genutzt

Bei der Verwendung von Anschlagpunkten (im Hebezeugbetrieb) als Zurrpunkte, besteht bei Fertigteilen (Betonfertigteile, Brettschichtbinder usw.) die Gefahr, dass diese beschädigt werden können. Hier muss der Hersteller der Fertigteile vorgeben, ob und wie Anschlagpunkte als Zurrpunkte verwendet werden können.

Ladegüter müssen den Belastungen aus Stapelung, Transport und Ladungssicherung standhalten. Pappkartons oder Kunststofffässer können ohne weitere Hilfsmittel selten dem Druck der Zurrgurte standhalten. Dies kann aber beispielsweise durch eine stabile Umverpackung erreicht werden.

7.4 Bildung von Ladeeinheiten

Ist eine ausreichende Stabilität der „Einzelgüter“ z. B. Steine, Rohre usw. nicht gewährleistet, müssen Ladeeinheiten gebildet werden. Ladeeinheiten können mit einfachen Hilfsmitteln, z. B. Paletten, einteiligen Zurrgurten gebildet werden. Diese Ladeeinheiten

können dann einfacher auf dem Fahrzeug gesichert werden.



Bild 44: Transport von Betonfertigteilen

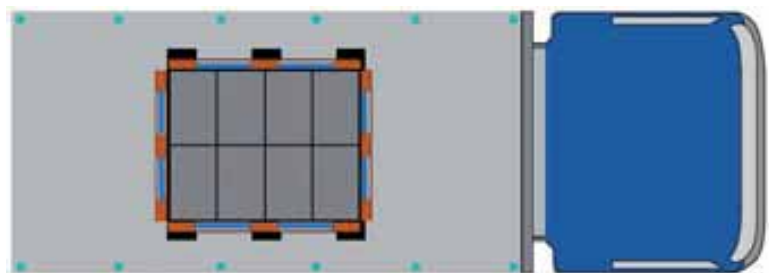


Bild 45: Bildung von Ladeeinheiten mittels Paletten und einem einteiligen Zurrgurt (blau) der Betonfertigteile aus Bild 44.



Bild 46: Eine Verpackung mittels Umreifungsbändern ersetzt nicht die Bildung einer Ladeeinheit.

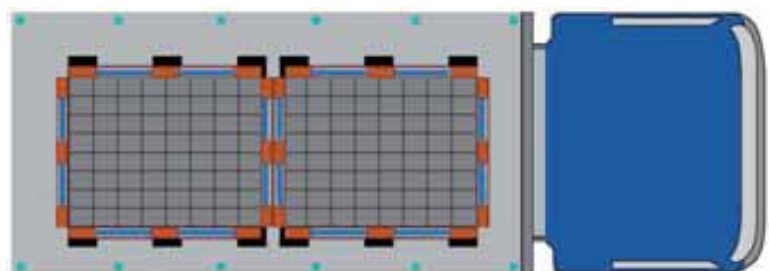


Bild 47: Bildung von Ladeeinheiten der Betonfertigteile aus Bild 46 mittels Paletten und zwei einteiligen Zurrgurten (blau).

Wie kann eine Ladeinheit gebildet werden?



Palette mit Umreifungsgurt



Palette mit Steinen im Formschluss nach vorne



Palette von oben



Paletten mit Umreifungsgurt und Kantenschutz verzurren

Bild 48: Bildung einer Ladeinheit mit Paletten

8. Zurrmittel

Gemäß VDI 2700 Blatt 2:2014 müssen Zurrmittel zur Ladungssicherung den anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Das sind:

DIN EN 12195-2

für Zurrgurte aus Chemiefasern

DIN EN 12195-3 für Zurrketten

DIN EN 12195-4 für Zurrdrahtseile

Am häufigsten werden in der Bauwirtschaft zur Ladungssicherung Zurrgurte und Zurrketten verwendet.



Bild 49: Zurrkette mit Spannelement (Ratschenspanner) und Verkürzungsklaue

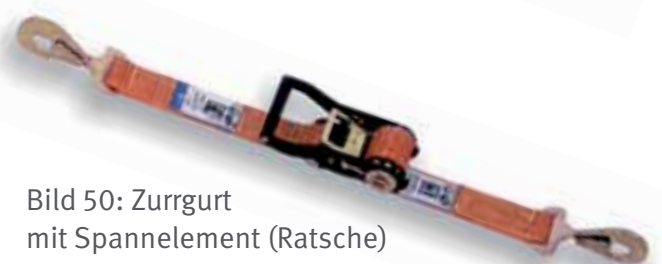


Bild 50: Zurrgurt mit Spannelement (Ratsche)

Zurmittel dürfen nicht zum Heben verwendet werden. Vor dem Öffnen von Zurrmitteln ist sicher zu stellen, dass die Ladung auch ohne Sicherung noch sicher steht und die Abladenden nicht durch herunterfallende Ladung gefährdet werden.

8.1 Zurrgurte

Zurrgurte sind Gurtbänder, die aus synthetischen Fasern (meistens Polyester) gefertigt sind.

Jeder Zurrgurt muss gekennzeichnet sein. Bei einem zweiteiligen Zurrgurt müssen sowohl das Losende (Zurrgurt) als auch das Festende (Zurrgurt mit Spannelement z. B. Ratsche) gekennzeichnet sein. Diese einzelnen Zurrgurt-Teile müssen die gleiche Zurrkraft aufnehmen können. Der Hersteller muss dem Anwender eine Bedienungsanleitung mitliefern. Dieses kann z. T. durch Aufnäher erfolgen.



Kennzeichnung

Hersteller

S_{HF} Standard Hand Force – Normale Handkraft = 50 daN – die der Anwender aufbringen muss, um die Vorspannkraft der Ratsche, hier 500 daN, zu erreichen

S_{TF} Standard Tension Force – Vorspannkraft der Ratsche, hier 500 daN

LC Aufnehmbare Kraft im geraden Zug, hier 2000 daN

L_{GF} Länge des Festendes eines zweiteiligen Gurtes
Herstelljahr

Dehnung max. 7 % nach DIN EN 12195-2:2000
Angewandte Norm hier DIN EN 12195-2:2000

ohne Abbildung sind

L_G Länge eines einteiligen Zurrgurtes

L_{GL} Länge des Losendes eines zweiteiligen Gurtes

Bild 51: Kennzeichnung am Festende eines Zurrgurtes

Je nach Sicherungsverfahren kann der Gurt unterschiedliche Kräfte aufnehmen:

- Die Zurrkraft „LC“ (Lashing Capacity) ist die größte Kraft, für die ein Zurrgurt im geraden Zug im Gebrauch ausgelegt ist. Die Zurrkraft „LC“ gibt **nicht** an, welche Ladungsgewichte gesichert werden können oder welche Vorspannkraft erreichbar ist.
- Für das Direktzurren (diagonal, schräg und horizontal) ist der **LC-Wert** zu berücksichtigen, da das Zurrmittel direkt auf Zug belastet wird.
- Beim Niederzurren wird über die Handkraft S_{HF} die Vorspannkraft S_{TF} erzeugt. Mit dieser Vorspannkraft wird das Ladegut auf die Ladefläche gedrückt und erhöht die Reibungskraft zwischen Ladegut und Ladefläche. Damit ermittelt werden kann, welche Vorspannkraften erzeugt werden, dürfen nur Zurrgurte zum Niederzurren verwendet werden, die auf der Kennzeichnung den S_{TF} -Wert angegeben haben. Am Markt sind Ratschen erhältlich, mit denen Vorspannkraften von S_{TF} 750 daN erreicht werden können.

Achtung:
Zurrgurte für Ladungssicherung dürfen keine CE-Kennzeichnung haben, da sie nicht der Maschinenrichtlinie unterliegen.

Benutzung

Bei der Benutzung von Zurrgurten ist die Bedienungsanleitung des Herstellers zu beachten. Grundsätzlich gilt Folgendes:

Zurrgurte dürfen nicht:

- verwendet werden, wenn die Kennzeichnung fehlt oder nicht mehr eindeutig lesbar ist,
- geknotet werden,
- zum Heben verwendet werden,
- ohne Kantenschutz oder Kantengleiter, bei Ladegütern mit scharfen Kanten oder rauen Oberflächen eingesetzt werden,
- beim Zurren verdreht werden.



Bild 52: Zurrgurte dürfen keine CE-Kennzeichnung haben.



Bild 53: Nicht zulässiges Knoten von Zurrgurten



Bild 54: Nicht arretierte Zurrgurt-Ratsche und verdrehter Gurt

Spannelemente:

- müssen nach dem Spannvorgang arretiert werden,
- dürfen nicht auf Biegung beansprucht werden,
- dürfen nicht mit Verlängerungen gespannt werden.

Verbindungselemente dürfen:

- nicht auf Biegung beansprucht werden,
- nur verwendet werden wenn z. B. Spitzhaken, Klauenhaken, Flachhaken im Hakenrund belastet werden.

Ablegereife

Zurrgurte dürfen nicht verwendet werden (sind „ablegereif“) bei:

- Garnbrüchen und -schnitten im Gewebe von mehr als 10 % des Querschnitts,
- fehlender oder unlesbarer Kennzeichnung,
- Verformungen, Anrissen, Brüchen oder anderen Beschädigungen an Spann- oder Verbindungselementen,
- Beschädigungen an tragenden Nähten,
- Verformungen durch Wärmeeinfluss, z. B. Reibung, Strahlung,
- Schädigungen infolge Einwirkung aggressiver Stoffe.



Bild 55: Eingerissener Zurrgurt



Bild 56: Nicht lesbare Kennzeichnung am Zurrgurt



Bild 57: Zurrgurt ohne eindeutig lesbare Kennzeichnung

Beispiel Vorderseite



Beispiel Rückseite



Bild 58: Beispielhafte Kennzeichnung von Zurrketten der Güteklasse 10

8.2 Zurrketten

Als Zurrketten dürfen nur kurzgliedrige Rundstahlketten der Güteklasse 8 und höherwertig eingesetzt werden. Der Einsatz erfolgt überwiegend im Schwerlastbereich.

Kennzeichnung

Jede Zurrkette muss mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- Zurrkraft LC in daN
- übliche Spannkraft S_{TF} in daN
- Warnhinweis „Darf nicht zum Heben verwendet werden!“
- Name oder Kennzeichen des Herstellers oder Lieferers
- Rückverfolgbarkeits-Code des Herstellers
- Nummer und Teil dieser Europäischen Norm: EN 12 195-3:2001

Benutzung

Bei der Benutzung von Zurrketten gelten die gleichen Voraussetzungen wie bei Zurrgurten. Bei Zurrketten muss zusätzlich beachtet werden, dass die Kettenglieder nicht unzulässig verbunden werden.

Merkmale von Zurrketten:

- Spann- und Schnellspannschlösser müssen über eine Spindelausdrehsicherung verfügen
- Spannelemente mit hakenförmigen Endteilen müssen über eine Hakensicherung gegen unbeabsichtigtes Aushängen verfügen und
- Verbindungs- und Verkürzungsteile müssen eine Vorrichtung gegen unbeabsichtigtes Lösen aufweisen oder so konstruiert sein, dass dieses nicht möglich ist.



Bild 59: Sicherungselemente an einer Zurrkette nach DIN EN 12195-3:2001

Ablegereife

Zurrketten dürfen nicht verwendet werden (sind „ablegereif“) wenn:

- die Kennzeichnung nicht mehr lesbar ist oder fehlt,
- an Rundstahlketten: Oberflächenrisse, Dehnung von mehr als 3 %, Verschleiß von mehr als 10 % der Nenndicke, sichtbare Verformungen vorhanden sind;
- an Verbindungsteilen und Spannelementen: Verformungen, Risse, starke Anzeichen von Verschleiß, Anzeichen von Korrosion (Lochfraß z. B. durch ätzende Stoffe vorhanden sind).

Die Sicherheitseinrichtungen an Spann- und Schnellspannschlössern, an Spannelementen sowie an Verbindungs- und Verkürzungsteilen müssen unbeschädigt sein.

8.3 Hinweise zu Prüfungen



Prüfen:

Kettenglied ist innerhalb der Längungstoleranz

Bild 60: geprüft wird, ob sich das Einzelglied der Kette z. B. durch Überlast plastisch gelängt hat

Prüfung vor Benutzung

Zurmittel sind vor der Benutzung durch den Anwender z. B. Fahrer, Verloader auf augenfällige Mängel zu prüfen. Werden Mängel festgestellt, die die Sicherheit beeinträchtigen, dürfen die Zurmittel nicht weiter benutzt werden.

Regelmäßige Prüfungen

Nach der Betriebssicherheitsverordnung hat der Unternehmer Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen der Zurmittel zu ermitteln und festzulegen. Bei diesen Prüfungen sollen sicherheitstechnische Mängel durch die befähigte Person (früher der Sachkundige) systematisch erkannt und abgestellt werden.

Die in der VDI 2700 Blatt 3.1:2006 enthaltenen Hinweise auf Art, Umfang und Fristen der Prüfungen sind bewährte Praxis und entsprechen den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

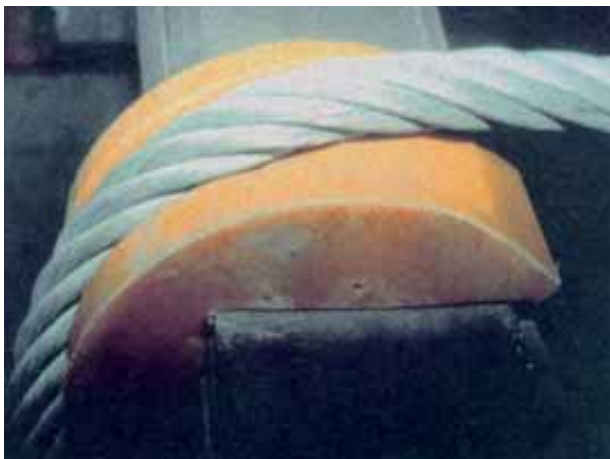
Bewährte Praxis ist, die Zurmittel mindestens einmal jährlich durch eine befähigte Person (Sachkundigen) prüfen zu lassen. Diese Prüfung ist zu dokumentieren, z. B. mit einer Prüfplakette auf der Rückseite der Zurgurtkennzeichnung. In Zweifelsfällen sind die Zurmittel außer Betrieb zu nehmen. Entsprechend den Einsatzbedingungen und den betrieblichen Gegebenheiten können zwischenzeitlich weitere Kontrollen durch die befähigte Person erforderlich werden.

9. Hilfsmittel zur Ladungssicherung

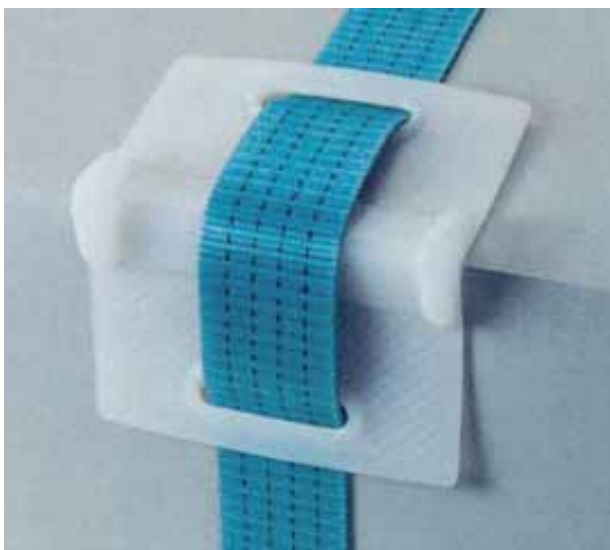
9.1 Kantenschoner, Kantengleiter



Alle Zurrmittel unterliegen mechanischen Beanspruchungen. Insbesondere an Ecken und Kanten werden die Zurrmittel Beanspruchungen ausgesetzt, für die sie nicht konstruiert sind.



Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die Vorspannkräfte beim Niederzurren durch die Kanten des Ladegutes verringert werden. Die Verringerung der Vorspannkräfte entsteht durch die Reibung der Gurte an den Kanten. Damit die Kraftübertragung verbessert und die mechanischen Belastungen an Kanten verringert werden, müssen Kantengleiter verwendet werden.



Materialien wie C-Schläuche, Förderbandgurte, Antirutschmatten oder ähnliches dürfen als Kantenschoner bzw. Kantengleiter im Niederzurren nicht verwendet werden, da die Übertragung der Vorspannkraft durch diese Materialien noch stärker reduziert wird. Daher sollten als Kantenschoner nur Materialien Verwendung finden, die von den Herstellern hierfür angeboten werden.



Bild 61 bis 64: Beispiele von Kantenschonern und Kantengleitern

9.2 Netze

Zur Durchführung der Ladungssicherung werden in der Praxis immer häufiger Netze verwendet. Dabei wird unterschieden zwischen Abdecknetzen, Ladungssicherungsnetzen (Haltenetzen) und Trennnetzen. Jedoch muss sichergestellt werden, dass die verwendeten Netze auch die auftretenden Kräfte aufnehmen können.



Bild 65: Verwendung von Abdecknetzen, um leichte Ladung am Wegfliegen zu hindern.

Abdecknetze sollen verhindern, dass leichte Materialien, z. B. Laub, Baumschnitt etc., durch den Fahrtwind, insbesondere durch die Sogwirkung oder durch Vibrationen / Schwingungen aufgrund der unebenen Fahrbahn, wegfliegen können. Für diese Abdecknetze müssen am Fahrzeug Punkte zum Befestigen vorhanden sein.

Ladungssicherungsnetze leiten die Kräfte über Ratschensysteme bzw. Klemmschlösser und Gurtbänder in die vorhandenen Zurrpunkte des Fahrzeuges ein.

Vertikale Ladungssicherungsnetze sollen verhindern dass die Ladung durch Brems- bzw. Beschleunigungskräfte in Bewegung gerät.



Bild 66: Verwendung von Ladungssicherungsnetzen



Bild 67: Verwendung eines vertikalen Ladungssicherungsnetzes

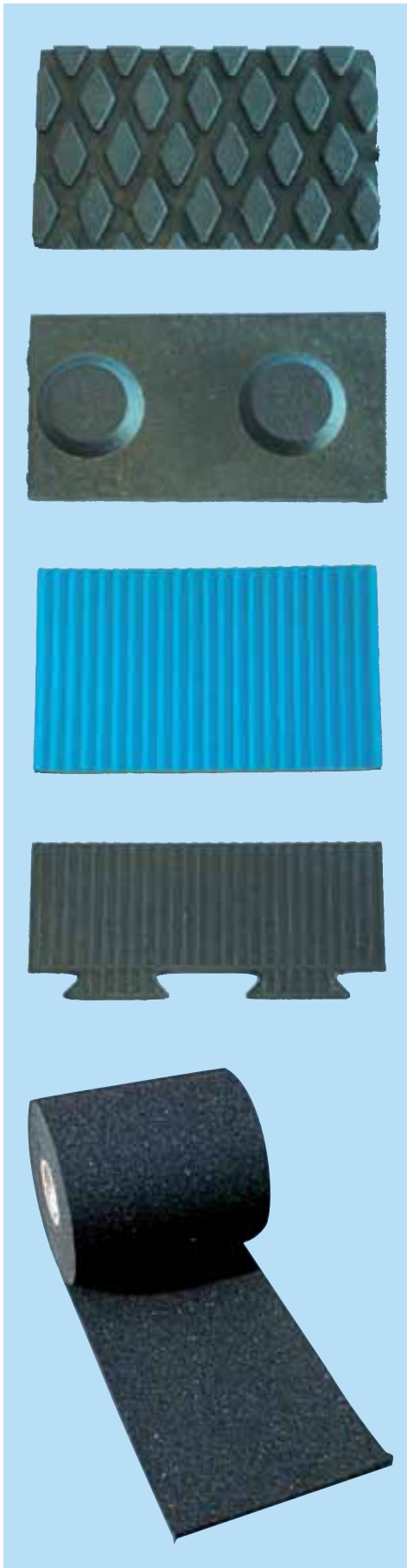


Bild 68: Verschiedene Arten von RHM

9.3 Rutschhemmendes Material (RHM)

In den vorherigen Kapiteln ist deutlich geworden, dass die Reibungskraft einen Anteil der Rückhaltekräfte übernimmt. Die Verwendung von RHM, z. B. Antirutschmatten, ist in Kombination mit dem Niederzurren oder Direktzurren die wirtschaftlichste Art, Ladung auf dem Fahrzeug zu sichern, da sie am schnellsten auszuführen ist.

Im Diagonalzurren können bei der Verwendung von RHM Zurrmittel mit einer geringeren Zugkraft (LC) ausreichen und beim Niederzurren müssen weniger Vorspannkräfte (S_{TF}) aufgebracht werden und somit werden weniger Zurrmittel benötigt. Der Zeitaufwand verringert sich beim Be- und Entladen des Fahrzeuges. Aus diesem Grund sollte die Erhöhung der Reibungskräfte, z. B. durch die Verwendung von RHM nach Möglichkeit durchgeführt werden.

Bei der Verwendung von RHM ist zu berücksichtigen, dass:

- der Gleit-Reibbeiwert mit mindestens $\mu = 0,4$ angesetzt wird (VDI 2700 Blatt 15:2009). Genauere Angaben zu höheren Gleit-Reibbeiwerten sind den Hersteller-Zertifikaten zu entnehmen.
- dabei zwischen dem Ladegut selbst und dem Fahrzeugboden kein Reibkontakt entstehen darf,
- aufgrund von Kippbewegungen des Ladegutes das RHM ca. 2 cm unter dem Ladegut heraus-schauen sollte,
- das RHM dem Gewicht/der Belastung des Ladegutes standhalten muss z. B. Schwerlast-antirutschmatte.

Damit die Wirkung des RHM genutzt werden kann, muss es zwischen alle Flächen gelegt werden, die aufeinander gleiten können.

Vorteile bei der Verwendung von RHM sind die Verringerung:

- der Anzahl der benötigten Zurrmittel im Niederzurrverfahren,
- der benötigten Zugkräfte im Direktzurrverfahren,
- der Zurrpunktbelastung,
- des Zeitaufwandes zur Durchführung der Ladungssicherung im Niederzurrverfahren,
- der Kosten für Zurrmittel.

Um den direkten Kontakt zwischen Ladung und Ladefläche zu erzielen, muss, unabhängig von der angewandten Sicherungsmethode, die Ladefläche besenrein sein. Somit ist der Besen ein wichtiges Hilfsmittel zur Ladungssicherung.



Bild 69: Reinigen der Ladefläche

9.4 Ladungssicherung für Lasten ohne Zurrpunkte

Häufig sind an Lasten keine Zurrpunkte vorhanden, dann kann man mit einfachen Hilfsmitteln diese „erzeugen“.

Kopflaschen mittels Rundschlingen (Kopflashing)

Durch die Verwendung von Rundschlingen wird an einer Last, welche nicht über einen Zurrpunkt verfügt, ein „Hilfszurrpunkt“ hergestellt. Für das Kopflashing können z. B. genormte Anschlagmittel aus dem Hebezeugbetrieb verwendet werden, wenn diese die auftretenden Kräfte aufnehmen können.

Achtung: Die als Hilfsmittel für die Ladungssicherung verwendeten Anschlagmittel dürfen dann nicht mehr als Anschlagmittel im Hebezeugbetrieb eingesetzt werden.

Hinweis: Anschlagmittel müssen eine CE-Kennzeichnung haben.

Die Rundschlingen werden um das zu sichernde Ladegut gelegt und dann durch Zurrmittel (nur Zurrmittel mit Spitzhaken verwenden) im Formschluss gesichert.

Durch diesen Formschluss wird auch die hohe Zugkraft (LC-Wert) des Zurrmittels ausgenutzt.

Falls Rundschlingen nicht eingesetzt werden können, besteht auch die Möglichkeit, dieselbe Wirkung durch den Einsatz von z. B. Paletten oder Zurrecken zu erreichen.



Bild 70: Sicherung eines Steinpaketes auf der Ladefläche durch Rundschlingen als Kopflaschen sowie RHM-Materialien unter der Einwegpalette



Bild 71: Mittels Paletten formschlüssige Sicherung durchgeführt



Bild 72 und 73: Zurrecken/Zurrwinkel als Hilfsmittel für eine sichere Umreifung bzw. Diagonalverzurrung

9.5 Füllhölzer, Paletten

Ladelücken, welche aufgrund des einzuhaltenden Lastverteilungsplanes oder wegen der Be- und Entladung vorhanden sind, müssen so ausgefüllt werden, dass das Ladegut seine Lage auf dem Fahrzeug nicht verändert.



Bild 74: Mittels Holzkonstruktion formschlüssige Sicherung durchgeführt

Mit Hilfe von Füllhölzern oder Paletten können Ladelücken schnell und kostengünstig geschlossen und Ladeeinheiten gebildet werden. Dies ist notwendig, damit die Ladung z. B. beim Bremsen nicht „Anlauf“ nehmen kann bzw. die Zurrmittel durch Zusammenrutschen der Ladung nicht gelockert werden.

Mittels Holzkonstruktionen und Keilen ist es möglich, Formschluss z. B. mit der Stirnwand zu erreichen. Wobei Keile den Nachteil haben, dass sie nicht auf jeder Ladefläche festzunageln sind. Weiterhin ist diese Lösung bei kippgefährdeten Ladegütern nicht anzuwenden. Sowohl die Minimierung der Kippgefährdung als auch der Formschluss können durch Holzkonstruktionen erreicht werden.

9.6 Blockierbalken (Zwischenwandverschlüsse)



Mit Blockierbalken, welche über eine kraftschlüssige Verbindung durch die Spannelemente auf den Bordwänden gehalten werden, lassen sich auf Pritschenfahrzeugen und Anhängern an beliebiger Stelle auf der Ladefläche, z. B. zur Einhaltung des Lastverteilungsdiagramms, Ladegüter festsetzen.

Bild 75: Blockierbalken



Bild 76 und 77: Blockierbalken für Pritschenfahrzeuge mit einer Blockierkraft (BC) bis zu 1000 daN, bei einer gleichmäßigen Belastung der gesamten Breite des Blockierbalkens, keine Punktlast. (Achtung: der Fahrzeugaufbau muss die Kräfte aufnehmen können. Hinweise der Hersteller des Blockierbalkens und des Fahrzeugaufbaus beachten.)

9.7 Transporte von langen Stückgütern

Für den Transport von langen Stückgütern, welche die Ladeflächenlänge überschreiten, z. B. Dachlatten, Rohre usw. eignen sich Pritschenaufbauten mit erhöhter Stirnwand. Auf dieser Stirnwand bzw. auf der rückwärtigen Bordwand lassen sich die Materialien auflegen und verzurren.



Bild 78 bis 80: Transport von langen Ladegütern



Bild 81 und 82: Kennzeichnung der zulässigen Belastung

Zu beachten ist die zulässige Belastbarkeit dieser Aufbauten und die Überschreitung der Außenmaße des Transportfahrzeuges.

Nach § 22 Abs. 3 und 4 der StVO muss folgendes bei Längenüberschreitung beachtet werden:

Überstand nach vorne:

- allgemein nicht,
- ab 2,50 m Höhe max. 0,50 m über das ziehende Fahrzeug.

Überstand nach hinten:

- max. 1,50 m,
- bis 100 km Fahrstrecke max. 3,0 m (max. Gesamtlänge des Fahrzeuges 20,75 m),
- ab 1,0 m Überstand über die Rückstrahler ist die Ladung zu kennzeichnen,
- Kennzeichnung ab 20,0 m mit einem gelben Rundumlicht, 360° sichtbar.



Bild 83: Längenüberschreitung eines Transportfahrzeuges

9.8 Zurrkraftrechner

Damit sich die Verlader sowie die Fahrer, welche in der Praxis in den Baubetrieben die Ladungssicherung durchführen, nicht mit Winkelfunktionen und Kräften „herumschlagen“ müssen, sind Hilfsmittel, sogenannte Zurrkraftrechner, entwickelt worden.

Zurrkraftrechner gibt es als elektronische Berechnungsprogramme, die überwiegend durch den Unternehmer, Disponenten oder den Lademeister angewendet werden. Mit Hilfe von Tabellen, Diagrammen, Scheiben oder Schablonen ist es dem Fahrer auf der Baustelle möglich, die notwendigen Kräfte oder auch gleich die Anzahl der notwendigen Zurrmittel abzulesen.



Bild 84: Schablone „Trucker-Disc“ zur Ermittlung der Anzahl der erforderlichen Zurrgurte

Bild 85: Vertikal- und Horizontal Winkelmesser zur Winkelbestimmung für die Ermittlung der Anzahl der erforderlichen Zurrgurte aus der Tabelle oder mit Hilfe der abgebildeten „Trucker-Disc“





Bild 86: Zurmittelrechner Fa. Braun-SiS

Ähnliche Hilfsmittel bieten auch folgende Firmen an:

- **Dolezych**
www.dolezych.de
- **Span-Set**
www.spanset.de
- **Rud**
www.rud.de
- **Braun**
www.braun-sis.de

Bei diesen einfachen Methoden zur Ermittlung der notwendigen Zurmittel werden relativ große Winkelbereiche abgedeckt. Durch diese Vereinfachung werden mehr Zurmittel mit einer höheren Zugkraft errechnet. Bei der praktischen Umsetzung ist man somit „auf der sicheren Seite“, da man mehr Rückhaltekräfte als notwendig aktiviert hat.

Die elektronischen Berechnungsprogramme berücksichtigen alle Winkel und sind somit exakt in der Ermittlung der notwendigen Kräfte und Anzahl der Zurmittel. Diese sind u. a. von folgenden Institutionen bzw. Anbietern zu beziehen:

- **Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr)**
www.bg-verkehr.de
Medien / Medienkatalog / elektronische Medien / CD-Rom „Ladung sichern“
- **Firma Dolezych**
www.dolezych.de
CD-Rom „Do.L.O.R.E.S.“
- **Firma Unitex**
www.unitex.org
CD-Rom „Lashing CD-Rom“
- **Braun GmbH**
www.braun-sis.de

Mit der Verbreitung der Smart-Phones werden von den Herstellern der Zurrmittel auch Apps angeboten.



Bild 87: Apps von Zurrkraftrechnern verschiedener Hersteller

9.9 Vorspann-Messgeräte



Zur Ermittlung der Vorspannkräfte, die beim Niederzurren tatsächlich erzielt werden, gibt es Vorspann-Messgeräte, die auch in das Zurrmittel integriert sein können.



Bild 88 und 89: Vorspannmessgerät, oben Fa. Dolezych, unten Fa. SpanSet (TFI)

10. Beispiele zur Ladungssicherung

In den folgenden praxisnahen Beispielen werden unterschiedliche Sicherungsmöglichkeiten mit exakter Ermittlung der Kräfte nach VDI 2700 Blatt 2:2014 sowie Ermittlung der Kräfte z. B. mittels Tabellen, Zurrmittelrechner durchgeführt.

Für die Beschäftigten ist die Verwendung der exakten Berechnung nach VDI 2700 Blatt 2:2014 auf der Einsatzstelle kaum praktikabel umzusetzen. Im Weiteren werden Hilfsmittel unterschiedlicher Anbieter verwendet, um die Anzahl und Ausführung der benötigten Zurrmittel und Hilfsmittel zu bestimmen.

Es werden die in den vorangegangenen Kapiteln behandelten Sicherungsarten „kraftschlüssiges Sichern durch Niederzurren“ sowie „formschlüssiges Sichern durch Diagonalzurren“ als auch der Einsatz von Hilfsmitteln z. B. RHM, Kopflashing angewendet.

Ladungssicherung eines Minibaggers (Kap. 10.1)

Ladungssicherung eines Steinpaketes (Kap. 10.2)

Ladungssicherung von Gerüstmaterial (Kap. 10.3)

Ladungssicherung von Betonfertigteilen (Kap. 10.4)

Ladungssicherung im Facility-Management und bei Ausbaugewerken (Kap. 10.5)

Bei der Verwendung der Dolezych-Einfach-Methode und des Zurrmittelrechners von Braun-SIS im Niederzurren ist zu beachten, dass hier der Übertragungsbeiwert von 1,5 (scharfe Kanten/raue Oberflächen) bzw. aus der DIN EN 12195-1:2004 verwendet wird.

10.1 Ladungssicherung eines Minibaggers auf einem Tandemanhänger



Bild 90: Minibagger auf Tandemanhänger

Ein Minibagger soll auf einem Tandemanhänger zur Baustelle transportiert werden.

Wie muss die Ladungssicherung durchgeführt werden, damit ein betriebssicherer Transport möglich ist?

In diesem Kapitel werden mehrere Berechnungsbeispiele für das Niederzurren und für das Diagonalzurren angewendet.

Berechnungsbeispiele:

- Berechnungen der Standsicherheit
- Berechnungen im Niederzurrverfahren
 - mit der **Dolezych-Einfach-Methode** mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,4$ und $0,6$
 - **nach VDI 2700 Blatt 2:2014**
- Berechnungen im Diagonalzurrverfahren
 - mit der **Dolezych-Einfach-Methode** mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,4$ und $0,6$
 - **nach VDI 2700 Blatt 2:2014** mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,4$ und $0,6$
 - Variante 1: Nutzung der Zurrpunkte am Abstützschild (Diagonalzurren gekreuzt) und die Zugöse am Unterwagen (Diagonalzurren einfach)
 - Variante 2: Nutzung der Zurrpunkte am Abstützschild (Diagonalzurren einfach) und am Fahrwerk (Diagonalzurren einfach)

Technische Daten		
Minibagger	Gewicht (m)	2000 kg
	Fahrwerksbreite	1,00 m und 1,32 m
	Schwerpunktabstand zur Kippkante (b_s)	0,50 m und 0,66 m
	Schwerpunkthöhe (h_s)	0,85 m
Tandemanhänger	Zulässige Gesamtmasse (zGM)	3,5 t
	Zulässige Zugkraft der Zurrpunkte (Achtung! Herstellerangaben beachten)	400 daN

Standsicherheit

Ist der Minibagger während des Transportes standsicher? Muss der Fahrzeugführer bei der Ladungssicherung eventuell mehr beachten, als nur den Aspekt, dass die Ladung rutschen kann?

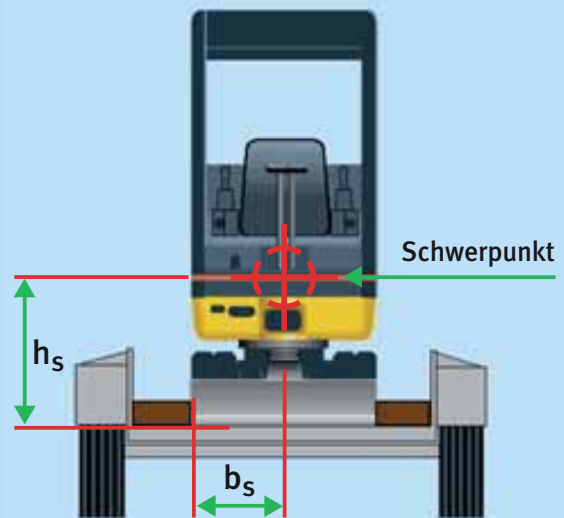
Der Schwerpunkt des Minibaggers liegt bei einer Höhe von 0,85 m, der horizontale Abstand des Schwerpunktes zur Kippkante beträgt 0,50 m (halbe Fahrwerksbreite). Mit ausgefahrenem Fahrwerk bei einer hydraulischen Fahrwerksverbreiterung beträgt der horizontale Abstand des Schwerpunktes zur Kippkante 0,66 m.

Standsicherheit (VDI 2700 Blatt 2:2014)**Beispiel Minibagger**

- Fahrwerkbreite 1,00 m
- Schwerpunkthöhe (h_s) 0,85 m
- Abstand Schwerpunkt zur Kippkante (b_s) 0,50 m
- Standsicherheitsbeiwert (f_{sq}) 0,6

Wenn seitlich

- b_s **kleiner** ist als $f_{sq} \times h_s$
 - 0,5 ist **kleiner** als $0,6 \times 0,85 = 0,51$
- dann ist der Minibagger **nicht** standsicher.



Zusätzliche Sicherungsmaßnahmen gegen Kippen sind notwendig!

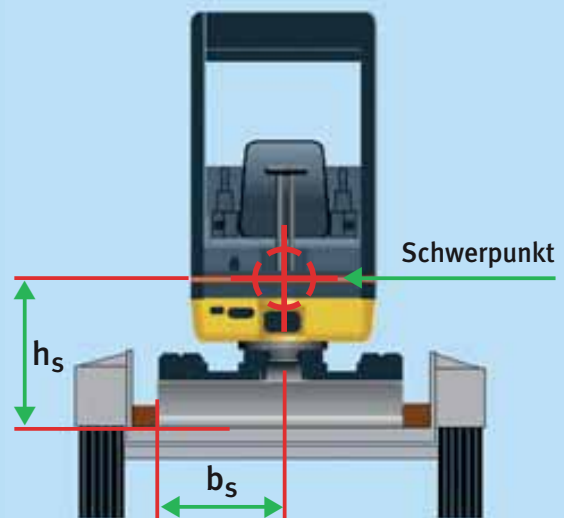
Bild 91: Kippgefährdeter Minibagger

Standsicherheit (VDI 2700 Blatt 2:2014)**Beispiel Minibagger**

- **verbreiterbares** Fahrwerk auf 1,32 m
- Schwerpunkthöhe (h_s) 0,85 m
- Abstand Schwerpunkt zur Kippkante (b_s) 0,66 m
- Standsicherheitsbeiwert (f_{sq}) 0,6

Wenn seitlich

- b_s **größer** ist als $f_{sq} \times h_s$
 - 0,66 ist **größer** als $0,6 \times 0,85 = 0,51$
- dann ist der Minibagger standsicher.



Keine Sicherungsmaßnahmen gegen Kippen notwendig!

Bild 92: Standsicherer Minibagger

Fazit:

- Wenn der Minibagger während des Transportes nicht standsicher ist, muss die Standsicherheit durch ergänzende Maßnahmen sichergestellt werden, z. B.
 - durch das Ausfahren der hydraulischen Fahrwerksverbreiterung oder
 - durch eine **zusätzliche** Sicherung mit einem Zurrmittel im Niederzurrverfahren über der Fahrerkabine.

Im Folgenden werden die auftretenden Kräfte für die benötigten Zurrmittel sowie für die Zurrpunkte des Tandemanhängers für die kraftschlüssige Sicherung durch Niederzurren und die formschlüssige Sicherung durch Diagonalzurren berechnet.

Physikalische Werte für die Berechnungen	
$f_v = 1,0$	Beschleunigungsbeiwert vertikal (nach unten)
$f_{lv} = 0,8$	Beschleunigungsbeiwert in Fahrtrichtung (Bremsen/Verzögerung)
$f_{lh} = 0,5$	Beschleunigungsbeiwert entgegen der Fahrtrichtung (Beschleunigen)
$f_q = 0,5$	Beschleunigungsbeiwert quer zur Fahrtrichtung (Ausweichen / Kurvenfahrten)
$\mu = 0,4$	Reibbeiwert saubere Gummikette auf Holzladeboden
$\mu = 0,6$	Reibbeiwert rutschhemmendes Material (RHM)
$f_{sq} = 0,6$	Standsicherheitsbeiwert einer kippgefährdeten Ladung quer zur Fahrzeuglängsachse
$m = 2 \text{ t}$	Gewicht des Minibaggers
$F_G = 2000 \text{ daN}$	Gewichtskraft des Minibaggers

Niederzurren

Beim Niederzurren ist die erreichbare Vorspannkraft (S_{TF}) des Spannelementes im Zurrmittel (Bild 93), hier 300 daN und die zulässige Belastung des Zurrpunktes des Transportmittels (Bild 94), hier 400 daN zu beachten.



Bild 93: Kennzeichnung Zurrung

Ein Spannelement mit einer erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) von mehr als 400 daN darf für diesen Zurrpunkt nicht verwendet werden, ansonsten besteht die Gefahr, dass der Zurrpunkt beim Spannen des Spannelementes herausreißt. Dabei wird nicht nur der Aufbau des Transportmittels zerstört, sondern auch der Bediener des Spannelementes gefährdet.



Bild 94: Kennzeichnung Zurrpunkte am Fahrzeug bzw. Tandemanhänger

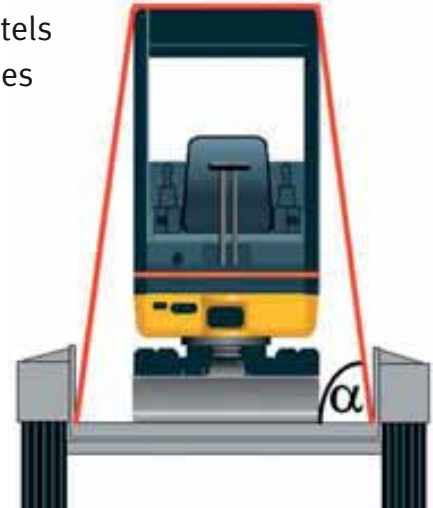


Bild 95: Vertikaler Zurrwinkel (α)

Berechnung Niederzurrverfahren mit der Dolezych-Einfach-Methode bei einem Gleit-Reibbeiwert ($\mu = 0,4$)

Die Dolezych-Einfach-Methode kann für die Berechnung des Niederzurrens nur angewendet werden, wenn der Minibagger standsicher ist.

Zusätzlich benötigte physikalische Werte

$S_{TF} = 300 \text{ daN}$	Erreichbare Vorspannkraft der Ratsche
$\alpha = 70^\circ$	Vertikaler Zurrwinkel beim Zurren über die Fahrerkabine (Zurrwinkel zwischen Zurrmittel und Ladefläche)

Was ist bei der Verwendung der Tabelle (Doelzych-Einfach-Methode) zu beachten?

1. Der vertikale Zurrwinkel (α)

- **35°** ist für die abgelesenen Winkel von 35° bis 59°
- **60°** ist für die abgelesenen Winkel von 60° bis 89°
- **90°** ist nur für den abgelesenen Winkel von 90° zu verwenden.

2. Der Gleit-Reibbeiwert (μ)

- **0,1** ist für den vorhandenen Reibbeiwert von 0,1 bis 0,25
- **0,3** ist für den vorhandenen Reibbeiwert von 0,3 bis 0,55
- **0,6** ist für den vorhandenen Reibbeiwert von 0,6 (z. B. rutschhemmendes Material) zu verwenden.

Nutzlast in t	Winkel °	α	1			2			3			4			
			35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	
S _{TF} 300 daN		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte												
			0,1	28	18	16									
			0,3	7	5	4	13	9	8	20	13	12	26	18	15
		0,6	2	2	2	3	2	2	4	3	3	6	4	3	
S _{TF} 320 daN		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte												
			0,1	28	17	15									
			0,3	7	5	4	13	9	7	19	13	11	25	17	14
		0,6	2	2	2	3	2	2	4	3	3	5	4	3	
S _{TF} 420 daN		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte												
			0,1	20	13	12									
			0,3	5	4	3	10	7	6	14	10	8	19	13	11
		0,6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3	

9 Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 300 daN werden benötigt.

Fazit:

- Es werden zum Niederrücken des Minibaggers **9 Zurrmittel** mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 300 daN benötigt. Diese 9 Zurrmittel benötigen 18 Zurrpunkte.
- Der Minibagger mit einem Gewicht von 2000 kg kann so nicht im Niederrückenverfahren gesichert werden, da nur **vier** Zurrpunkte zur Verfügung stehen.

Berechnung Niederrückenverfahren mit der Dolezych-Einfach-Methode unter Verwendung von rutschhemmendem Material ($\mu = 0,6$)

Nutzlast in t	Winkel °	α	1			2			3			4			
			35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	
S _{TF} 300 daN		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte												
			0,1	28	18	16									
			0,3	7	5	4	13	9	8	20	13	12	26	18	15
		0,6	2	2	2	3	2	2	4	3	3	6	4	3	
S _{TF} 320 daN		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte												
			0,1	28	17	15									
			0,3	7	5	4	13	9	7	19	13	11	25	17	14
		0,6	2	2	2	3	2	2	4	3	3	5	4	3	
S _{TF} 420 daN		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte												
			0,1	20	13	12									
			0,3	5	4	3	10	7	6	14	10	8	19	13	11
		0,6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3	

2 Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 300 daN werden benötigt.

Fazit:

- Es werden zum Niederzurren des Minibaggers unter Verwendung von rutschhemmendem Material (RHM) mit einem Reibbeiwert von $\mu = 0,6$ **zwei Zurrmittel** mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 300 daN benötigt. Diese zwei Zurrmittel benötigen vier Zurrpunkte.
- Beim Tandemanhänger sind die vier Zurrpunkte meistens in den Außenecken angebracht, so dass zwei parallel laufende Überspannungen nicht angebracht werden können.

Berechnung Niederzurrverfahren nach der VDI 2700 Blatt 2:2014

Bei der Berechnung nach der VDI 2700 Blatt 2:2014 für das Niederzurrverfahren, wird die Vorspannkraft ($F_{iS_{ges}}$) ermittelt, welche insgesamt aufgebracht werden muss, um das Ladegut sicher auf dem Transportmittel zu halten.

Durch Reibung des Zurrmittels an den Kanten bzw. auf der oberen Fläche des Ladegutes ergeben sich Verluste der Vorspannkraft auf der Seite, die dem Spannelement gegenüberliegt. Beim Niederzurren muss nach VDI 2700 Blatt 2:2014 der Übertragungsbeiwert (k) beachtet werden. Dieser wird mit 1,8 empfohlen.

Wenn durch ein Vorspannkraftmessgerät die tatsächliche Vorspannkraft auf der Seite, die dem Spannelement gegenüberliegt nachgewiesen wird bzw. ein Zurrmittel mit Spannelementen auf beiden Seiten verwendet wird, dann kann der Übertragungsbeiwert (k) mit 2,0 verwendet werden.

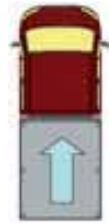
Werden bei scharfen Kanten bzw. bei rauer Oberfläche keine Kantengleiter verwendet, ist der Übertragungsbeiwert (k) mit 1,5 anzuwenden.

Zusätzlich benötigte physikalische Werte

$k = 1,8$	Übertragungsbeiwert – bei einem Zurrmittel mit einem Spannelement (glatte Oberfläche)
$\alpha = 70^\circ$	Vertikaler Zurrwinkel beim Zurren über die Fahrerkabine (Zurrwinkel zwischen Zurrmittel und Ladefläche)

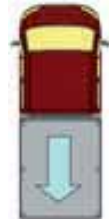
Benötigte Vorspannkraft in Fahrtrichtung:

$$F_{iS\,lv} = \frac{F_G (f_{lv} - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{2000 (0,8 - 0,4 \times 1,0)}{1,8 (0,4 \times \sin 70^\circ)} = 1183 \text{ daN}$$



Benötigte Vorspannkraft entgegen der Fahrtrichtung:

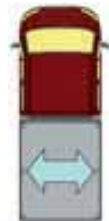
$$F_{iS\,lh} = \frac{F_G (f_{lh} - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{2000 (0,5 - 0,4 \times 1,0)}{1,8 (0,4 \times \sin 70^\circ)} = 296 \text{ daN}$$



Benötigte Vorspannkraft quer zur Fahrtrichtung:

- für einen standsicheren Minibagger (benötigte Vorspannkraft gegen Rutschen)

$$F_{iS\,q} = \frac{F_G (f_q - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{2000 (0,5 - 0,4 \times 1,0)}{1,8 (0,4 \times \sin 70^\circ)} = 296 \text{ daN}$$



- für einen kippgefährdeten Minibagger muss **zusätzlich** eine Berechnung der Zurrkraft gegen Kippen im Niederzurverfahren erfolgen

$$F_{iS} = \frac{F_G (f_{sq} \times h_s - f_v \times b_s)}{n \times b \times \sin \alpha} = \frac{2000 (0,6 \times 0,85 - 1,0 \times 0,5)}{1 \times 1,00 \times \sin 70^\circ} = 22 \text{ daN}$$

- dieser berechnete Wert ($F_{iS} = 22 \text{ daN}$) muss nun mit der benötigten Vorspannkraft quer zur Fahrtrichtung gegen Rutschen ($F_{iS\,q} = 296 \text{ daN}$) addiert werden,

$$F_{iS\,ges\,q} = F_{iS} + F_{iS\,q} = 22 \text{ daN} + 296 \text{ daN} = 318 \text{ daN}$$

- der **höhere** Wert aller Berechnungen ist dann für die Auswahl der benötigten Zurrmittel/ Spannmittel heranzuziehen.

$$1183 \text{ daN} > 318 \text{ daN}$$

Fazit:

- Es muss eine gesamte Vorspannkraft ($F_{iS_{ges}}$) von 1183 daN aufgebracht werden, um einen Minibagger mit einem Gewicht von 2000 kg im Niederzurrverfahren zu sichern.
- Die vier Zurrpunkte des Tandemanhängers ($zGM = 3,5\text{ t}$) dürfen mit maximal 400 daN je Zurrpunkt (Standardaufbau) belastet werden, somit dürfen auch nur Zurrmittel verwendet werden, die eine Vorspannkraft (S_{TF}) von maximal 400 daN erreichen können.
- Es sind drei Zurrmittel ($1183 : 400 = 2,96$ aufgerundet 3) und somit sechs Zurrpunkte notwendig bzw. bei der Verwendung von Zurrmitteln mit einer erreichbaren Vorspannkraft ($S_{TF} = 300\text{ daN}$) sind vier Zurrmittel ($1183 : 300 = 3,94$ aufgerundet 4) notwendig.

Das Sichern des Minibaggers auf dem Tandemanhänger ist im Niederzurrverfahren nicht möglich.



Bild 96: Kennzeichnung Zurrgurt

Diagonalzurren

Beim Diagonalzurren ist die zulässige Zugkraft (LC) des Zurrgurtes (Bild 96), hier 2500 daN und die zulässige Belastung des Zurrpunktes (Bild 97), hier 400 daN zu beachten.



Bild 97: Kennzeichnung Zurrpunkte am Fahrzeug bzw. Tandemanhänger

Berechnung Diagonalzurrverfahren mit der Dolezych-Einfach-Methode und einem Gleit-Reibbeiwert $\mu = 0,4$

Die Dolezych-Einfach-Methode für die Berechnung des Diagonalzurrens kann nur angewendet werden, wenn der Minibagger standsicher, der Vertikalwinkel $\alpha \geq 20^\circ$ und $\leq 65^\circ$ und der Horizontalwinkel $\beta \geq 6^\circ$ und $\leq 55^\circ$ ist.



Bild 98:
Vertikaler Zurrwinkel (α)

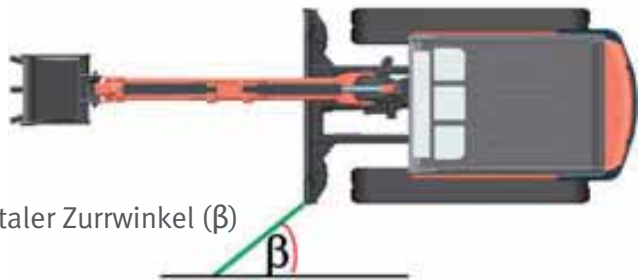


Bild 99:
Horizontaler Zurrwinkel (β)

Daten

$F_G = 2000 \text{ daN}$	Gewichtskraft des Minibaggers
$\mu = 0,4$	Gleit-Reibbeiwert von Gummi auf Holz (saubere Gummiketten auf Holzladeboden)
$\mu = 0,6$	Gleit-Reibbeiwert von RHM (rutschhemmendes Material)

Gewicht der Ladung in kg	$\mu=0,1$	$\mu=0,2$	$\mu=0,3$	$\mu=0,4$	$\mu=0,5$	$\mu=0,6$
2500	4000	2500	1500	1000	750	500
2000	4000	2000	1000	750	500	500
1500	2500	1500	750	500	500	250
1000	1500	1000	500	500	250	250
500	750	500	250	250	250	250
250	500	250	250	250	250	250

4 Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft $LC \geq 750 \text{ daN}$ notwendig.
Überlastung der Zurrpunkte bei Tandemanhängern $\leq 3,5 \text{ t zGM!}$

Fazit:

- Bei der Sicherung des Minibaggers im Diagonalzurrverfahren werden nach obiger Tabelle, **vier** Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) von 750 daN benötigt.
- Der Minibagger kann ohne weitere Maßnahmen (z. B. rutschhemmende Materialien/ Antirutschmatte oder Blockieren) nicht im Diagonalzurrverfahren auf einem Tandemanhänger gesichert werden, da die vorhandenen Zurrpunkte nur mit einer zulässigen Zugkraft von 400 daN belastet werden dürfen.

Berechnung Diagonalzurrverfahren mit der Dolezych-Einfach-Methode unter Verwendung von rutschhemmendem Material ($\mu = 0,6$)

Gewicht der Ladung in kg	$\mu=0,1$	$\mu=0,2$	$\mu=0,3$	$\mu=0,4$	$\mu=0,5$	$\mu=0,6$
2500	4000	2500	1500	1000	750	500
2000	4000	2000	1000	750	500	500
1500	2500	1500	750	500	500	250
1000	1500	1000	500	500	250	250
500	750	500	250	250	250	250
250	500	250	250	250	250	250

4 Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft $LC \geq 500$ daN notwendig.
Überlastung der Zurrpunkte bei Tandemanhängern $\leq 3,5$ t zGM!

Fazit:

- Auch unter der Verwendung von rutschhemmendem Material ist es laut dieser Tabelle nicht möglich, den Minibagger im Diagonalzurrverfahren auf einem Tandemanhängers zu sichern, wenn die vorhandenen Zurrpunkte nur mit einer zulässigen Zugkraft von 400 daN belastet werden dürfen.
- Um ein genaues Ergebnis zu erhalten, muss eine Berechnung nach VDI 2700-2:2014 erfolgen.

Berechnung Diagonalzurrverfahren nach der VDI 2700 Blatt 2:2014

Variante 1:

Nutzung der Zurrpunkte am Abstützschild (Diagonalzurren gekreuzt)
 und die Zugöse am Unterwagen (Diagonalzurren einfach)

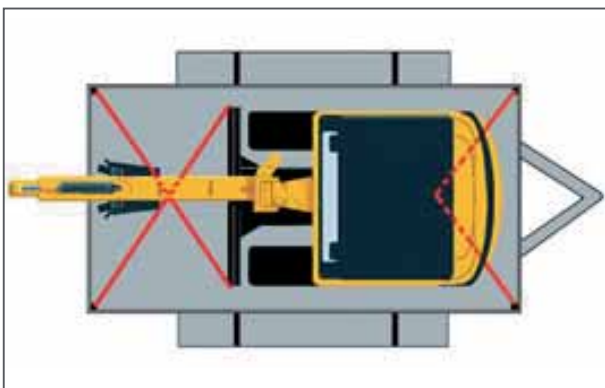


Bild 100: Schematische Darstellung der Diagonalverzurrung eines Minibaggers (Kreuzweises Diagonalzurren an den Zurrpunkten des Abstützschildes und einfaches Diagonalzurren an der Zugöse am Unterwagen)



Bild 101: Zurrpunkt Unterwagen



Bild 102: Zurrpunkt am Abstützschild

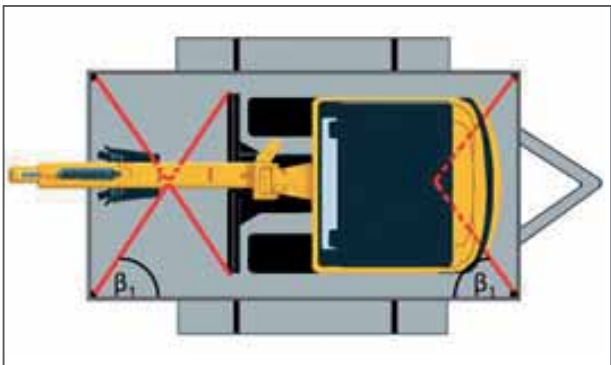


Bild 103: Horizontaler Zurrwinkel (β_1)

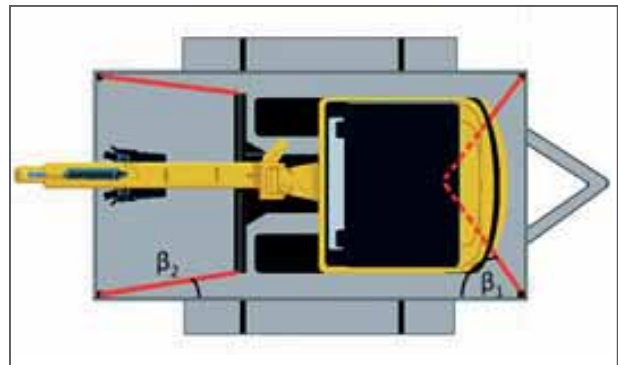


Bild 104: Horizontaler Zurrwinkel (β_2)

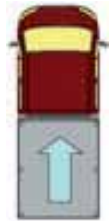
Physikalische Werte für die Berechnungen

$f_v = 1,0$	Beschleunigungsbeiwert vertikal (nach unten)
$f_{lv} = 0,8$	Beschleunigungsbeiwert in Fahrtrichtung (Bremsen/Verzögerung)
$f_{lh} = 0,5$	Beschleunigungsbeiwert entgegen der Fahrtrichtung (Beschleunigen)
$f_q = 0,5$	Beschleunigungsbeiwert quer zur Fahrtrichtung (Ausweichen/Kurvenfahrten)
$\mu = 0,4$	Reibbeiwert saubere Gummikette auf Holzladeboden
$\mu = 0,6$	Reibbeiwert rutschhemmendes Material (RHM)
$f_{sq} = 0,6$	Standsicherheitsbeiwert einer kippgefährdeten Ladung quer zur Fahrzeuglängsachse
$F_G = 2000 \text{ daN}$	Gewichtskraft des Minibaggers
$\alpha = 20^\circ$	Zurrwinkel zwischen Ladefläche und Zurrmittel
$\beta_1 = 45^\circ$	Zurrwinkel zwischen Fahrzeuglängsachse und Zurrmittel bei Nutzung der Zugöse am Unterwagen und der Zurrpunkte am Abstützschild (gekreuzt)
$\beta_2 = 20^\circ$	Zurrwinkel zwischen Fahrzeuglängsachse und Zurrmittel bei Nutzung der Zurrpunkte am Abstützschild (einfach)
$n = 2$	Anzahl der Zurrmittel je Richtung

Berechnung Diagonalzurrverfahren nach der VDI 2700 Blatt 2:2014 mit einem Gleit-Reibbeiwert $\mu = 0,4$

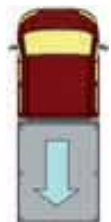
Benötigte Sicherungskraft in Fahrtrichtung

$$F_{iH\ lV} = \frac{F_G (f_{lV} - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_1)} = \frac{2000 (0,8 - 0,4 \times 1,0)}{2 (0,4 \times \sin 20^\circ + \cos 20^\circ \times \cos 45^\circ)} = 500 \text{ daN}$$



Benötigte Sicherungskraft entgegen der Fahrtrichtung

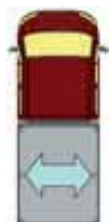
$$F_{iH\ lh} = \frac{F_G (f_{lb} - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_1)} = \frac{2000 (0,5 - 0,4 \times 1,0)}{2 (0,4 \times \sin 20^\circ + \cos 20^\circ \times \cos 45^\circ)} = 125 \text{ daN}$$



Benötigte Sicherungskraft quer zur Fahrtrichtung

- für einen standsicheren Minibagger (benötigte Zurrkraft gegen Rutschen)

$$F_{iH\ qR} = \frac{F_G (f_q - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \sin \beta_1)} = \frac{2000 (0,5 - 0,4 \times 1,0)}{2 (0,4 \times \sin 20^\circ + \cos 20^\circ \times \sin 45^\circ)} = 125 \text{ daN}$$



- für einen kippgefährdeten Minibagger muss **zusätzlich** eine Berechnung der Zurrkraft gegen Kippen im Diagonalzurrverfahren erfolgen

$$F_{iH\ qK} = \frac{F_G (f_{sq} \times h_s - f_v \times b_s)}{n (H_Z \times \cos \alpha \times \cos \beta_1 + B_Z \times \sin \alpha)} = \frac{2000 (0,6 \times 0,85 - 1,0 \times 0,50)}{2 (0,20 \times \cos 20^\circ \times \cos 45^\circ + 1,00 \times \sin 20^\circ)} = 22 \text{ daN}$$

- dieser berechnete Wert ($F_{iH\ qK} = 22 \text{ daN}$) muss nun mit der benötigten Rückhalte-
kraft quer zur Fahrtrichtung gegen Rutschen ($F_{iH\ qR} = 125 \text{ daN}$) addiert werden,

$$F_{iH\ q\ ges} = F_{iH\ qR} + F_{iH\ qK} = 125 \text{ daN} + 22 \text{ daN} = 147 \text{ daN}$$

- der **höhere** Wert aller Berechnungen ist dann für die Auswahl der benötigten Zurrmittel heranzuziehen.

$$147 \text{ daN} < 500 \text{ daN}$$

Fazit:

- Es werden **vier Zurrmittel** mit einer zulässigen Zurrkraft (LC) von mindestens 500 daN benötigt, um den Minibagger ordnungsgemäß zu sichern.
- Mit einer erreichbaren Rückhaltekraft von 500 daN je Zurrmittel werden die Zurrpunkte mit einer zulässigen Zugkraft von maximal 400 daN je Zurrpunkt (Standard) des Tandemanhängers in Fahrtrichtung überlastet.

Bei der gewählten Kombination des Minibaggers mit dem Tandemanhänger ist der Minibagger ohne weitere Hilfsmittel **nicht ausreichend** auf dem Tandemanhänger zu sichern.

Nachfolgend werden Möglichkeiten aufgezeigt, den Bagger mit einfachen Hilfsmitteln ausreichend zu sichern.

- Der Minibagger wird zusätzlich in Fahrtrichtung gegen die Stirnwand des Tandemanhängers mit einer Blockierkraft ≥ 100 daN blockiert bzw. auf rutschhemmendes Material (z. B. Antirutschmatte) gestellt/ gefahren, damit die Zurrpunkte nicht überlastet werden.

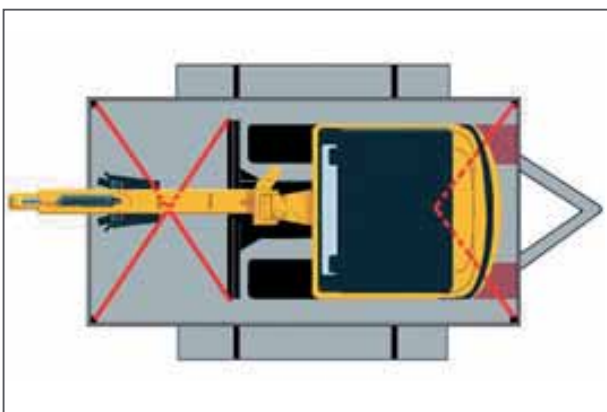


Bild 105: Minibagger in Fahrtrichtung blockiert

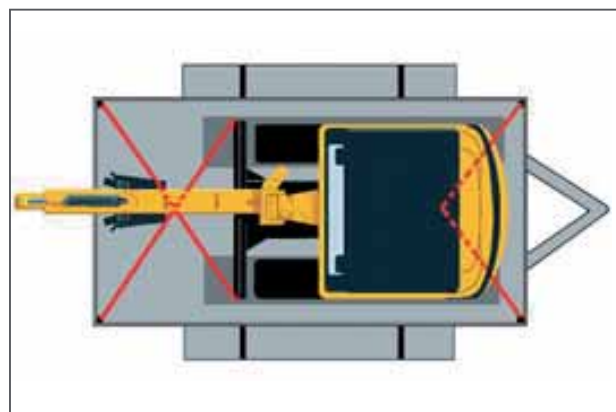


Bild 106: Minibagger auf einer Antirutschmatte

Berechnung Diagonalzurrverfahren nach der VDI 2700 Blatt 2:2014 unter Verwendung von rutschhemmendem Material ($\mu = 0,6$)

In den folgenden Berechnungen wird der Reibbeiwert der Gummikette ($\mu = 0,4$) durch den Gleit-Reibbeiwert von rutschhemmendem Material, z. B. Antirutschmatte ($\mu = 0,6$) ersetzt.

Benötigte Sicherungskraft in Fahrtrichtung

$$F_{iH\ lv} = \frac{F_G (f_{lv} - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_1)} = \frac{2000 (0,8 - 0,6 \times 1,0)}{2 (0,6 \times \sin 20^\circ + \cos 20^\circ \times \cos 45^\circ)} = 230 \text{ daN}$$



Benötigte Sicherungskraft entgegen der Fahrtrichtung

$$F_{iH\ lh} = \frac{F_G (f_{lb} - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_1)} = \frac{2000 (0,5 - 0,6 \times 1,0)}{2 (0,6 \times \sin 20^\circ + \cos 20^\circ \times \cos 45^\circ)} = 0 \text{ daN}$$



Benötigte Sicherungskraft quer zur Fahrtrichtung

- für einen standsicheren Minibagger

$$F_{iH\ qR} = \frac{F_G (f_q - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \sin \beta_1)} = \frac{2000 (0,5 - 0,6 \times 1,0)}{2 (0,6 \times \sin 20^\circ + \cos 20^\circ \times \sin 45^\circ)} = 0 \text{ daN}$$



- für einen kippgefährdeten Minibagger muss **zusätzlich** eine Berechnung der Zurrkraft gegen Kippen im Diagonalzurrverfahren erfolgen

$$F_{iH\ qK} = \frac{F_G (f_{sq} \times h_s - f_v \times b_s)}{n (H_z \times \cos \alpha \times \cos \beta_1 + B_z \times \sin \alpha)} = \frac{2000 (0,6 \times 0,85 - 1,0 \times 0,50)}{2 (0,20 \times \cos 20^\circ \times \cos 45^\circ + 1,00 \times \sin 20^\circ)} = 22 \text{ daN}$$

- dieser berechnete Wert ($F_{iH\ qK} = 22 \text{ daN}$) muss nun mit der benötigten Rückhalte- kraft quer zur Fahrtrichtung gegen Rutschen ($F_{iH\ qR} = 0 \text{ daN}$) addiert werden,

$$F_{iH\ q\ ges} = F_{iH\ qR} + F_{iH\ qK} = 0 \text{ daN} + 22 \text{ daN} = 22 \text{ daN}$$

- der **höhere** Wert aller Berechnungen ist dann für die Auswahl der benötigten Zurrmittel heranzuziehen.

$$22 \text{ daN} < 230 \text{ daN}$$

Fazit:

- Es werden bei der Verwendung von RHM **vier Zurrmittel** mit einer zulässigen Zurrkraft (LC) von mindestens 230 daN benötigt, um den Minibagger zu sichern.
- Mit einer Rückhaltekraft von 230 daN je Zurrmittel werden die Zurrpunkte des Tandem-anhängers mit einer maximalen Zugkraft von 400 daN auch in Fahrtrichtung **nicht** überlastet.

Berechnung Diagonalzurrverfahren nach der VDI 2700 Blatt 2:2014

Variante 2:

Nutzung der Zurrpunkte am Abstützschild und am Fahrwerk (Diagonalzurren einfach)

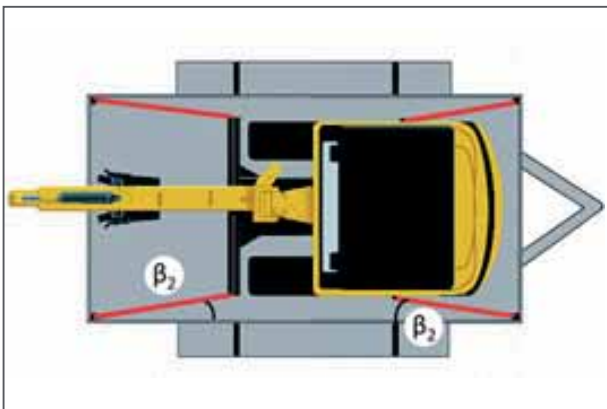


Bild 107: Nutzung der Zurrpunkte am Abstützschild und Fahrwerk

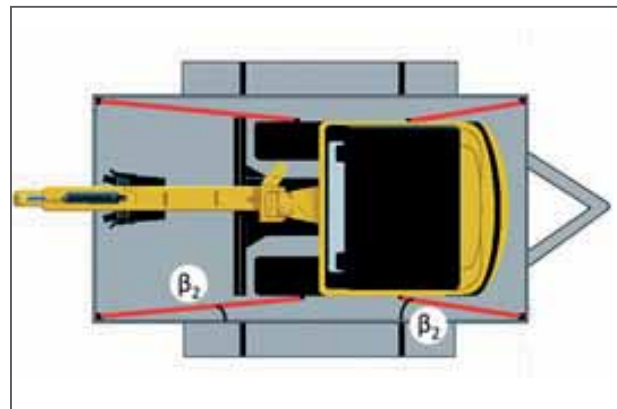


Bild 108: Nutzung der Zurrpunkte nur am Fahrwerk



Bild 109: Zurrpunkt am Abstützschild



Bild 110: Zurrpunkt am Fahrwerk

Berechnung der benötigten Rückhaltekraft mit einem β_2 -Zurrwinkel von 20° entspricht dem tatsächlichen Winkel, wenn die Zurrpunkte am Abstützschild oder Fahrwerk genutzt werden.

Berechnung Diagonalzurrverfahren nach VDI 2700 Blatt 2:2014 mit einem Gleit-Reibbeiwert $\mu = 0,4$

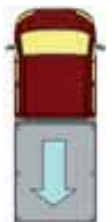
Benötigte Sicherungskraft in Fahrtrichtung

$$F_{iH\ lV} = \frac{F_G (f_{lV} - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_2)} = \frac{2000 (0,8 - 0,4 \times 1,0)}{2 (0,4 \times \sin 20^\circ + \cos 20^\circ \times \cos 20^\circ)} = 393 \text{ daN}$$



Benötigte Sicherungskraft entgegen der Fahrtrichtung

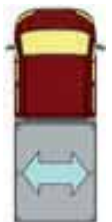
$$F_{iH\ lh} = \frac{F_G (f_{lb} - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_2)} = \frac{2000 (0,5 - 0,4 \times 1,0)}{2 (0,4 \times \sin 20^\circ + \cos 20^\circ \times \cos 20^\circ)} = 98 \text{ daN}$$



Benötigte Sicherungskraft quer zur Fahrtrichtung

- für einen standsicheren Minibagger

$$F_{iH\ qR} = \frac{F_G (f_q - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \sin \beta_2)} = \frac{2000 (0,5 - 0,4 \times 1,0)}{2 (0,4 \times \sin 20^\circ + \cos 20^\circ \times \sin 20^\circ)} = 219 \text{ daN}$$



- für einen kippgefährdeten Minibagger (benötigte Zurrkraft gegen Rutschen **und** Kippen) muss zusätzlich eine Berechnung der Zurrkraft gegen Kippen im Diagonalzurrverfahren erfolgen

$$F_{iH\ qK} = \frac{F_G (f_{sq} \times h_s - f_v \times b_s)}{n (H_Z \times \cos \alpha \times \cos \beta_2 + B_Z \times \sin \alpha)} = \frac{2000 (0,6 \times 0,85 - 1,0 \times 0,50)}{2 (0,20 \times \cos 20^\circ \times \cos 20^\circ + 1,00 \times \sin 20^\circ)} = 20 \text{ daN}$$

- dieser Wert wird mit der benötigten Zurrkraft gegen Rutschen addiert

$$F_{iH\ q\ ges} = F_{iH\ qR} + F_{iH\ qK} = 219 \text{ daN} + 20 \text{ daN} = 239 \text{ daN}$$

- der **höhere** Wert aller Berechnungen ist dann für die Auswahl der benötigten Zurrmittel heranzuziehen.





$$239 \text{ daN} < 393 \text{ daN}$$

Fazit:

- Bei einem horizontalen Zurrwinkel $\beta_2 = 20^\circ$ wird eine Rückhaltekraft von 393 daN benötigt.
- Wenn der horizontale Zurrwinkel (β) kleiner wird, z. B. wenn die Zurrpunkte am Abstützschild (Bild 109) oder am Fahrwerk (Bild 110) vorhanden sind und verwendet werden, nimmt die Krafteinwirkung auf die Zurrpunkte in Fahrtrichtung bzw. entgegen der Fahrtrichtung ab und quer zur Fahrtrichtung zu.
- Es werden **vier Zurrmittel** mit einer zulässigen Zurrkraft (LC) von mindestens 393 daN benötigt, um den Minibagger ordnungsgemäß zu sichern.
- Mit einer benötigten Rückhaltekraft von 393 daN je Zurrmittel werden die Zurrpunkte mit einer zulässigen Zugkraft von maximal 400 daN je Zurrpunkt des Tandemanhängers in Fahrtrichtung **nicht** überlastet.
- In diesem Fall kann auf die Blockierung bzw. Verwendung von rutschhemmendem Material verzichtet werden.

Auswirkung des horizontalen Zurrwinkels (β) auf die benötigte Zurrkraft

Bei der Berechnung wurden das Gewicht eines Minibaggers mit 2000 kg und der Gleit-Reibbeiwert einer sauberen Gummikette auf Holzladeboden von $\mu = 0,4$ berücksichtigt.

Richtung der Krafteinwirkung	Horizontaler Zurrwinkel (β)					
	10°	20°	30°	40°	50°	
In Fahrtrichtung	377 daN	393 daN	421 daN	467 daN	540 daN	
Entgegen der Fahrtrichtung	95 daN	99 daN	106 daN	117 daN	135 daN	
Quer zur Fahrtrichtung	334 daN	219 daN	165 daN	135 daN	117 daN	

Wenn der horizontale Zurrwinkel (β) aufgrund der Zurrpunktlage mit mehr als 20° verwendet werden muss und die Zurrpunkte des Transportmittels nur mit 400 daN belastet werden dürfen, dann sind zusätzliche Sicherungsmaßnahmen in Fahrtrichtung notwendig, z. B. die Verwendung von rutschhemmendem Material oder das Blockieren an der Stirnwand, z. B. durch Füllhölzer. Bei der Verwendung von Füllhölzern ist zu beachten, dass die Stirnwand bzw. die Seitenwände des Tandemanhängers die auftretenden Kräfte aufnehmen können und dass diese Füllhölzer zu sichern sind.

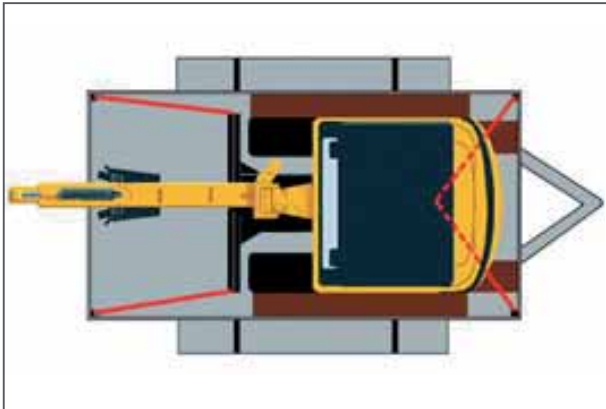


Bild 111: Nutzung der Zurrpunkte am Abstützschild und Blockierung in und quer zur Fahrtrichtung

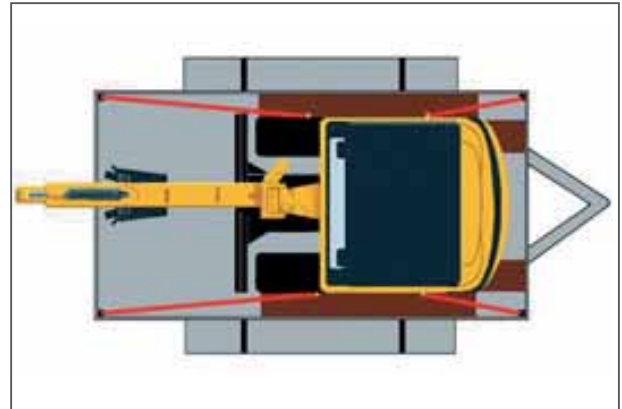


Bild 112: Nutzung der Zurrpunkte am Fahrwerk und Blockierung in und quer zur Fahrtrichtung

Das Praxisbeispiel zeigt, dass eine Sicherung eines Minibaggers auf einem Tandemanhänger nur im Diagonalzurrverfahren und teilweise auch nur unter Verwendung von Hilfsmitteln möglich ist. Eine Sicherung im Niederzurrverfahren ist **nicht** möglich.

Damit eine schnelle und fachgerechte Sicherung durchgeführt wird bzw. werden kann, muss der Minibagger mit Zurrpunkten ausgerüstet sein und es sollte eine Betriebsanweisung (vgl. Anhang 1) vorhanden sein.

- Wenn der Minibagger noch nicht mit Zurrpunkten ausgestattet ist, dann kann dieser z. B. am Grundarm mit **zwei Zurrmitteln** bzw. am Fahrwerk oder Abstützschild mit **zwei Zurrmitteln** gesichert werden.



Bild 113 und 114: Mit der Ladefläche verschraubte Bohlen, um das Rutschen zur Seite zu verhindern bei Nutzung der Zurrpunkte am Fahrwerk (rechts) bzw. am Abstützschild (links). Vor der Beladung sollten die Fahrketten gereinigt werden.



Bild 115: Sicherung am Fahrwerk

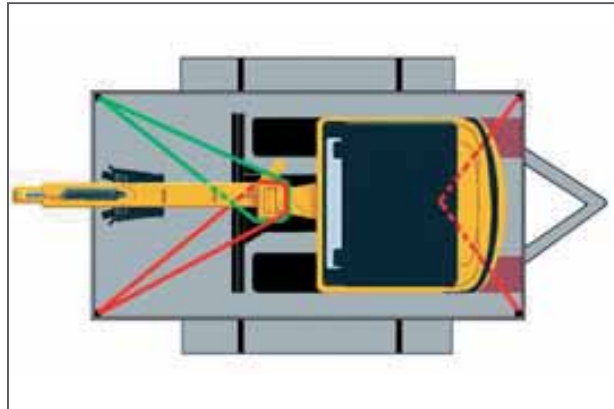


Bild 116: Sicherung am Grundarm nur unter Verwendung von Kantenschonern



Bild 117: Zurrkette mit Spannelement und Verkürzungselement



Bild 118: Kette ohne Spannelement

Wenn auf dem Tandemanhänger nur Minibagger transportiert werden, ist zu überlegen, vorgefertigte 6 mm Zurrketten (Güteklasse 8) zu verwenden.

Bei der Auswahl von Zurrketten nach den Bildern 117 und 118

- wird der Minibagger auf den Tandemanhänger gefahren,
- das Kettenpaar ohne Spannelemente wird in die Zurrpunkte am Minibagger eingehängt,
- unter Benutzung des Kettenfahrwerks werden diese leicht gespannt (Achtung: Herausreißen der Zurrösen am Tandemanhänger möglich),
- dann wird das Zurrkettenpaar mit Spannelementen in die Zurrpunkte des Minibaggers auf der Gegenseite eingehängt und mit den Spannelementen leicht handfest vorgespannt.

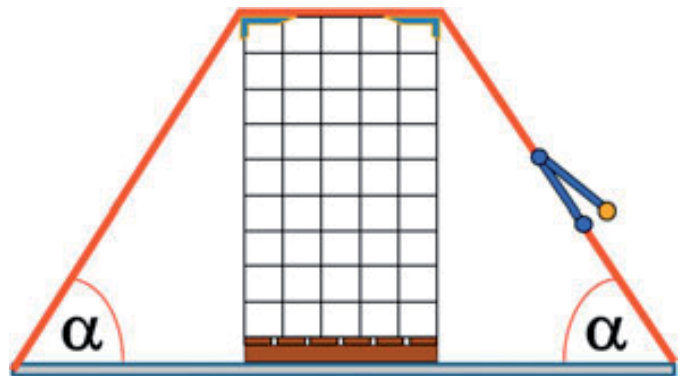
10.2 Ladungssicherung eines Steinpaketes



Bild 119: Versuchte Ladungssicherung eines Steinpaketes im Niederzurverfahren

Auf einem Transporter soll eine Palette Steine transportiert werden. Wie muss die Ladungssicherung durchgeführt werden, damit ein betriebssicherer Transport möglich ist?

Bild 120: Darstellung des vertikalen Zurrwinkels (α) im Niederzurverfahren



Technische Daten	
Ladung	Gewicht/Gewichtskraft = 1000 kg/1000 daN Transport auf einer Einwegpalette; siehe Anmerkungen auf Seite 74
Fahrzeug	zGM = 3,5 t
	6 Zurrpunkte mit einer zulässigen Zugkraft 400 daN
	Stirnwand mit zul. Belastung max. 500 daN

Berechnungsbeispiele in diesem Kapitel

- Berechnungen im Niederzurrverfahren
 - Berechnung der Sicherung gegen Kippen nach VDI 2700 Blatt 2:2014
 - Berechnung der Sicherung gegen Rutschen
 - mit der Dolezych-Einfach-Methode mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$
 - mit dem Braun-SiS Zurrmittelrechner mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$
- Berechnungen im Diagonalzurrverfahren
 - Berechnung der Sicherung gegen Kippen nach VDI 2700 Blatt 2:2014
 - Berechnung der Sicherung gegen Rutschen
 - mit der Dolezych-Einfach-Methode mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$
 - mit dem Braun-SiS Zurrmittelrechner mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$
- Berechnung der Blockierkraft nach der VDI 2700 Blatt 2:2014 mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$

Transport der Steine auf einer Einwegpalette.

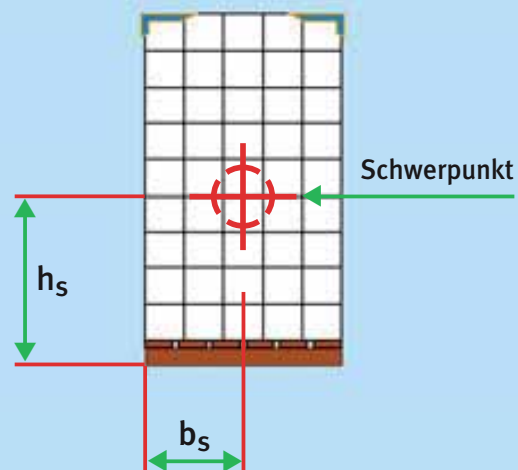
Standicherheit

Beispiel Steinpaket

- Palettenbreite 0,60 m
- Schwerpunkthöhe (h_s) 0,58 m
- Abstand Schwerpunkt zur Kippkante (b_s) 0,30 m
- Standsicherheitsbeiwert (f_{sq}) 0,6

Wenn seitlich

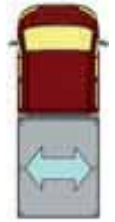
- b_s **kleiner** ist als $f_{sq} \times h_s$
 - 0,3 ist **kleiner** als 0,348 ($0,6 \times 0,58$)
- dann ist das Steinpaket **nicht** standsicher.



Zusätzliche Sicherungsmaßnahmen gegen Kippen sind notwendig!

Niederzurren

Berechnung Niederzurrverfahren gegen Kippen nach VDI 2700 Blatt 2:2014



$$F_{iS} = \frac{F_G (f_{lq} \times h_s - b_s)}{n \times b \times \sin \alpha} = \frac{1000 (0,6 \times 0,58 - 0,30)}{1 \times 0,60 \times \sin 75^\circ} = 83 \text{ daN}$$

Fazit:

- Nach der VDI 2700 Blatt 2:2014 muss zusätzlich zur Sicherung gegen Rutschen das Kippen einer Ladung quer zur Fahrtrichtung und entgegen der Fahrtrichtung beachtet werden.
- Um die Standsicherheit dieses Steinpaketes quer zur Fahrtrichtung oder entgegen der Fahrtrichtung zu gewährleisten, muss eine Vorspannkraft (S_{TF}) von 83 daN, **zusätzlich** zur Vorspannkraft gegen Rutschen, aufgebracht werden.
- Das würde bedeuten, dass bei der Verwendung von zwei Zurrgurten zum Niederzurren, zusätzlich eine Vorspannkraft (S_{TF}) von ≈ 50 daN je Zurrgurt aufgebracht werden müsste. Da aber die benötigte Vorspannkraft einer freistehenden Ladung zur Sicherung in Fahrtrichtung grundsätzlich höher ist, kann dieser Wert vernachlässigt werden (Siehe Berechnungsbeispiele nach VDI 2700 Blatt 2:2014 beim Minibagger).

Berechnung Niederzurrverfahren gegen Rutschen mit der Dolezych-Einfach-Methode bei einem Gleit-Reibbeiwert $\mu = 0,2$

Die Dolezych-Einfach-Methode für die Berechnung des Niederzurrens kann nur angewendet werden, wenn das Steinpaket **standsicher** ist.

Daten	
Gewicht	1000 kg = 1,0 t
$S_{TF} = 300$ daN	Erreichbare Vorspannkraft einer Ratsche, die Vorspannkraft muss kleiner sein als die aufnehmbare Kraft des Zurrpunktes
$\alpha = \text{ca. } 75^\circ$	vertikaler Zurrwinkel
$\mu = 0,2$	Gleit-Reibbeiwert Holzpalette auf Siebdruckladefläche
$\mu = 0,6$	Gleit-Reibbeiwert Rutschhemmendes Material (z. B. Antirutschmatte)

Nutzlast in t	Winkel °	α	1			2			3			4		
			35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
Vorspannkraft		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte											
S _{TF} 300 daN	0,1	28	18	16										
	0,3	7	5	4	13	9	8	20	13	12	26	18	15	
	0,6	2	2	2	3	2	2	4	3	3	6	4	3	
S _{TF} 320 daN	0,1	28	17	15										
	0,3	7	5	4	13	9	7	19	13	11	25	17	14	
	0,6	2	2	2	3	2	2	4	3	3	5	4	3	
S _{TF} 420 daN	0,1	20	13	12										
	0,3	5	4	3	10	7	6	14	10	8	19	13	11	
	0,6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3	

18 Zurrgurte mit S_{TF} = 300 daN

Fazit:

- Es werden zum Niederzurren des freistehenden Steinpaketes 18 Zurrmittel, somit 36 Zurrpunkte, mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) von je 300 daN benötigt.
- Das freistehende Steinpaket kann nicht im Niederzurrverfahren ohne weitere Hilfsmittel gesichert werden, da nur vier bzw. sechs Zurrpunkte vorhanden sind.

Berechnung Niederzurrverfahren gegen Rutschen mit der Dolezych-Einfach-Methode unter Verwendung von rutschhemmendem Material (μ = 0,6)

Nutzlast in t	Winkel °	α	1			2			3			4		
			35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
Vorspannkraft		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte											
S _{TF} 300 daN	0,1	28	18	16										
	0,3	7	5	4	13	9	8	20	13	12	26	18	15	
	0,6	2	2	2	3	2	2	4	3	3	6	4	3	
S _{TF} 320 daN	0,1	28	17	15										
	0,3	7	5	4	13	9	7	19	13	11	25	17	14	
	0,6	2	2	2	3	2	2	4	3	3	5	4	3	
S _{TF} 420 daN	0,1	20	13	12										
	0,3	5	4	3	10	7	6	14	10	8	19	13	11	
	0,6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3	

2 Zurrgurte mit S_{TF} = 300 daN

Fazit:

- Bei der Verwendung von rutschhemmendem Material mit μ = 0,6 werden zum Niederzurren des freistehenden Steinpaketes **zwei Zurrmittel** mit einer erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) von je 300 daN zur Sicherung **gegen Rutschen** benötigt.
- Vorausgesetzt, es wurde eine Ladeinheit gebildet und es werden beim Überspannen zwei Zurrpunktpaare (vier Zurrpunkte) erreicht.



Bild 121: im Niederzurren mit zwei Zurrgurten und RHM gesichert



Bild 122: Im Niederzurren mit einem Zurrgurt, RHM und Blockieren gesichert

Berechnung Niederzurrverfahren mit dem Zurrmittelrechner der Fa. Braun-SiS bei einem Gleit-Reibbeiwert $\mu = 0,2$



Niederzurren

Bedienungsanleitung

- Mit dem integrierten Winkelmesser den Winkel α bestimmen (s.H. Illustration oben)
- Den Schieber herausziehen bis das entsprechende Ladegewicht erscheint.
- Den Gleitreibbeiwert μ aus der Tabelle 1 ermitteln (Oberflächen der Ladefläche und der Ladung).
- Die benötigte Zurrmittelkraft für den entsprechenden Gleitreibbeiwert und den ermittelten Winkel α ablesen.
- Mittels der Zurrmittelkraft ergibt sich aus nebenstehender Tabelle 2 die benötigte Menge an Braun Zurrmitteln.
- Bei mehr als 10000 daN benötigter Vorspannkraft empfiehlt sich Direktzurren.

TIPP vom Profi: Um das Erreichen des benötigten Vorspannkraft Wertes zu kontrollieren, empfehlen wir das Handkraftmessgerät SpanControl. Mehr Info's unter www.braun-sis.de

Wirkung des Niederzurrens:

Hier wird die Ladung an die Ladefläche **gepresst**. Ziel ist es, die Reibung der Ladung mit dem Untergrund so zu erhöhen, dass nichts mehr verrutschen kann.

Hier ist die **Vorspannkraft STF der Ratsche entscheidend nicht die zulässige Zugkraft LC**.

Sorgen Sie dafür, dass die Ladung an der Stirnwand ansteht oder durch Blockaden (Paletten) formschlüssig mit ihr verbunden ist. Vermeiden Sie Ladelücken. Beachten Sie, dass immer mindestens 2 Zurrmittel verwendet werden müssen.

1 3 Anzahl Zurrmittel

Ergebnisse in daN (je Richtungsrichtung 1)

Anzahl Zurrmittel	Anzahl Zurrmittel			
	10 daN	20 daN	30 daN	40 daN
1000 daN	2	2	2	4
2000 daN	4	4	5	7
3000 daN	6	6	8	10
4000 daN	7	8	10	14
5000 daN	9	10	13	17
6000 daN	12	13	16	20
7000 daN	12	14	18	24
8000 daN	14	16	20	27
9000 daN	15	18	23	30
10000 daN	17	20	26	34
12000 daN	19	23	29	37
13000 daN	20	24	31	40
14000 daN	22	26	33	44
16000 daN	24	28	36	47
18000 daN	26	30	38	50

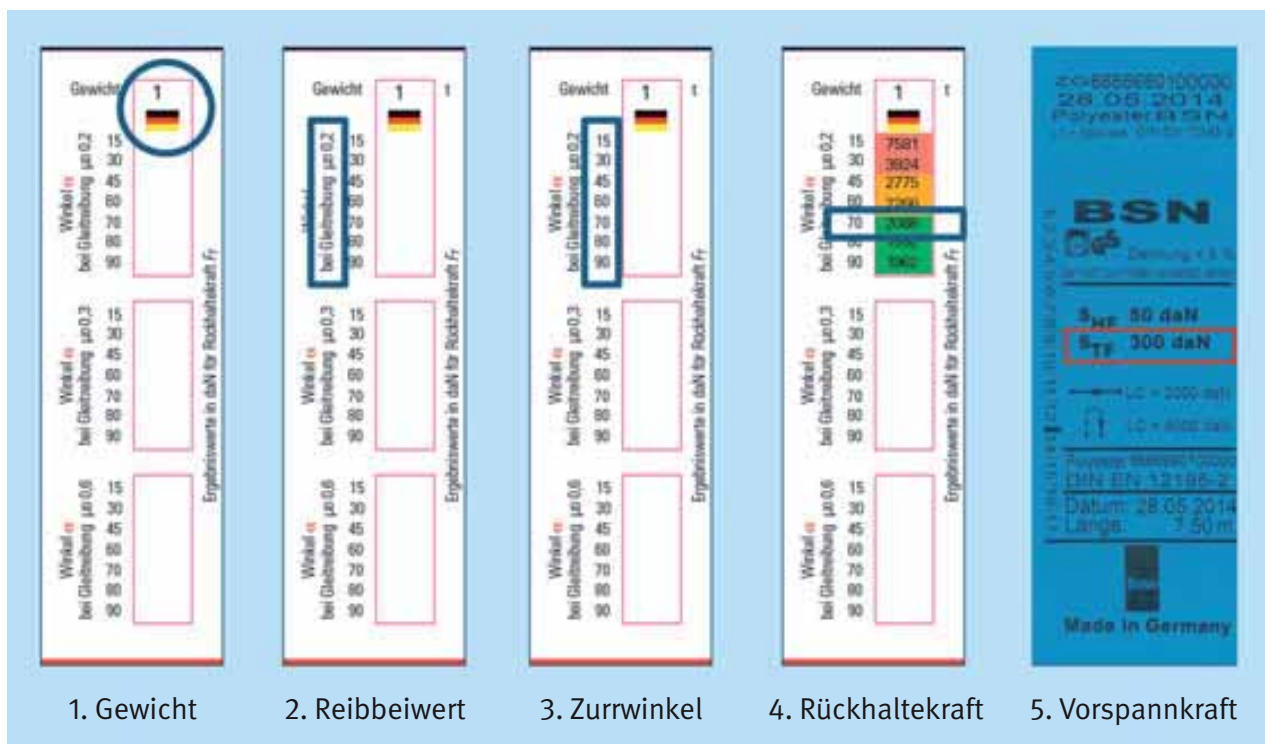
Farberklärung

Grün: Empfohlen Gelb: möglich Rot: Nicht Empfohlen

Vorgehensweise:

- Für die Berechnung des Niederzurrens wird die Rückseite des Zurrmittelrechners Braun-SiS verwendet.
- Das Gewicht des zu transportierenden Steinpaketes muss dem Lieferschein entnommen werden, in diesem Beispiel 1000 kg = 1 t. Das Inlett des Zurrmittelrechners wird jetzt so weit nach rechts herausgezogen, dass im obersten Feld (Öffnung) neben dem Gewicht, die Zahl 1 (= 1,0 t) sichtbar ist.

3. Der Gleit-Reibbeiwert in diesem Beispiel ist $\mu = 0,2$. Dieser Wert steht am linken Rand des obersten Feldes.
4. Der vertikale Zurrwinkel (α) zwischen Zurrmittel und Ladefläche muss gemessen werden. Der Winkelmesser für diese Messung befindet sich ebenfalls auf dem Zurrmittelrechner. In diesem Beispiel wurde ein vertikaler Zurrwinkel von 75° gemessen. Auf dem Zurrmittelrechner befindet sich am linken Rand neben dem obersten Feld eine Zahlen-Skala von 10 bis 90. Der gemessene Wert muss jetzt abgerundet werden auf den nächst schlechteren Wert, hier 70.
5. Der Wert der jetzt rechts neben der 70 steht, ist der Wert für die gesamte benötigte Rückhaltekraft (F_T) zum Sichern des Steinpaketes im Niederzurverfahren.
6. Dieser Wert der ermittelten Rückhaltekraft (F_T) = 2088 daN, muss jetzt mit der erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) = 300 daN der vorhandenen Zurrmittel geteilt werden ($2088 \text{ daN} : 300 \text{ daN} \approx 7$).



Fazit:

- Es werden demnach **sieben** Zurrmittel mit einer erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) von je 300 daN zum Sichern eines Steinpaketes mit einem Gewicht von 1000 kg benötigt.
- Das Sichern im Niederzurverfahren ist aufgrund der Anzahl der vorhandenen Zurrpunkte und der Lage der Zurrpunkte ohne weitere Hilfsmittel nicht möglich.

Berechnung Niederzurrverfahren gegen Rutschen mit dem Zurrmittelrechner der Fa. Braun-SiS unter Verwendung von rutschhemmendem Material ($\mu = 0,6$)

Vorgehensweise:

1. Der Zurrmittelrechner wird wieder so verwendet wie im Beispiel zuvor.
2. Der Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,6$ und die Werte-Skala für den vertikalen Zurrwinkel (α) stehen jetzt aber am linken Rand des untersten Feldes.
3. Der Wert für die Rückhaltekraft (F_T) = 232 daN muss jetzt mit der erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) = 300 daN der vorhandenen Zurrmittel geteilt werden ($232 \text{ daN} : 300 \text{ daN} \approx 1$).

1. Gewicht

2. Reibbeiwert

3. Zurrwinkel

4. Rückhaltekraft

5. Vorspannkraft

Fazit:

- Es wird demnach zum Sichern eines **nicht freistehenden** Steinpaketes mit einem Gewicht von 1000 kg auf rutschhemmendem Material **ein** Zurrmittel mit einer erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) von 300 daN benötigt.
- Nicht freistehend bedeutet, dass die Ladung mindestens an einer Seite blockiert ist, z. B. durch den Fahrzeugaufbau.
- Bei freistehenden Ladungen sind grundsätzlich **zwei** Zurrmittel (Überspannungen – VDI 2700 Blatt 3.1:2006) notwendig, um ein Verdrehen der Ladung und somit ein Dehnen und Lösen des Zurrmittels zu verhindern.

Diagonalzurren

Transport der Steine auf einer Einwegpalette.

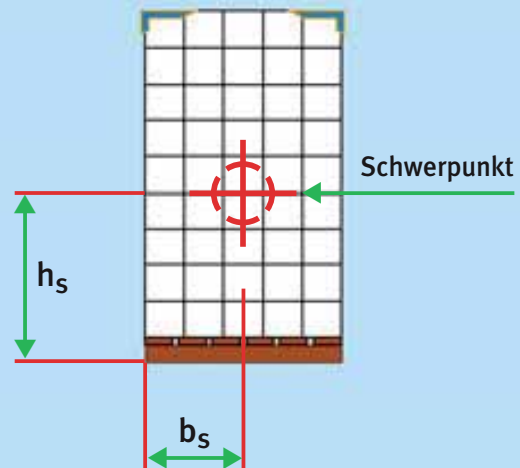
Standsicherheit

Beispiel Steinpaket

- Palettenbreite 0,60 m
- Schwerpunkthöhe (h_s) 0,58 m
- Abstand Schwerpunkt zur Kippkante (b_s) 0,30 m
- Standsicherheitsbeiwert (f_{sq}) 0,6

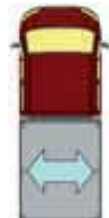
Wenn seitlich

- b_s **kleiner** ist als $f_{sq} \times h_s$
 - 0,3 ist **kleiner** als 0,348 ($0,6 \times 0,58$)
- dann ist das Steinpaket **nicht** standsicher.



Zusätzliche Sicherungsmaßnahmen gegen Kippen sind notwendig!

Berechnung Diagonalzurrverfahren gegen Kippen nach VDI 2700 Blatt 2:2014



$$F_{iHqK} = \frac{F_G (f_{sq} \times h_s - f_v \times b_s)}{n (H_Z \times \cos \alpha \times \cos \beta + B_Z \times \sin \alpha)} = \frac{1000 (0,6 \times 0,58 - 1,0 \times 0,30)}{2 (1,16 \times \cos 45^\circ \times \cos 30^\circ + 0,60 \times \sin 45^\circ)} = 22 \text{ daN}$$

Fazit:

- Um die Standsicherheit des Steinpaketes quer zur Fahrtrichtung oder entgegen der Fahrtrichtung zu gewährleisten, muss eine Rückhaltekraft von 22 daN je Zurrmittel zusätzlich zur Rückhaltekraft gegen Rutschen aufgebracht werden.
- Da aber die benötigte Rückhaltekraft einer freistehenden Ladung zur Sicherung in Fahrtrichtung grundsätzlich höher ist, kann dieser Wert vernachlässigt werden (siehe Berechnungsbeispiele nach VDI 2700 Blatt 2:2014 beim Minibagger).

Berechnung Diagonalzurrverfahren gegen Rutschen mit der Dolezych-Einfach-Methode

Daten	
Gewicht	1000 kg
$\alpha = 45^\circ$	Vertikaler Zurrwinkel zwischen Zurrgurt und Ladefläche
$\beta = 30^\circ$	Horizontaler Zurrwinkel zwischen Zurrgurt und Längsachse des Fahrzeuges
$\mu = 0,2$	Gleit-Reibbeiwert Holzpalette auf Siebdruckladefläche
$\mu = 0,6$	Gleit-Reibbeiwert bei Verwendung von rutschhemmendem Material
$n = 2$	Anzahl der Zurrmittel je Richtung

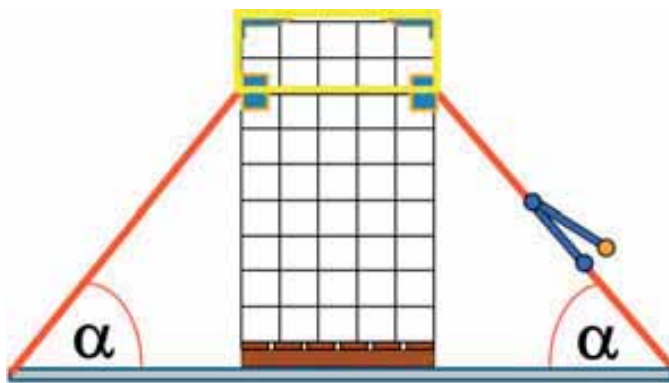


Bild 123: Darstellung vertikaler Zurrwinkel (α)

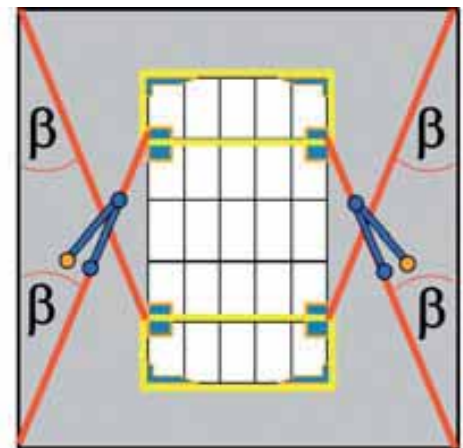


Bild 124: Darstellung horizontaler Zurrwinkel (β)

Dolezych-Einfach-Methode
Stapeltabelle

Gewicht	$\mu=0,1$	$\mu=0,2$	$\mu=0,3$	$\mu=0,4$	$\mu=0,5$	$\mu=0,6$
2500	4000	2500	1500	1000	750	500
2000	4000	2000	1000	750	500	500
1500	2500	1500	750	500	500	250
1000	1500	1000	500	500	250	250
500	750	500	250	250	250	250
250	500	250	250	250	250	250

Gewicht der Ladung in kg	$\mu=0,1$	$\mu=0,2$	$\mu=0,3$	$\mu=0,4$	$\mu=0,5$	$\mu=0,6$
2500	4000	2500	1500	1000	750	500
2000	4000	2000	1000	750	500	500
1500	2500	1500	750	500	500	250
1000	1500	1000	500	500	250	250
500	750	500	250	250	250	250
250	500	250	250	250	250	250

4 Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) = 1000 daN werden benötigt.
Überlastung der Zurrpunkte bei zGM < 7,5 t!

Fazit:

- Bei der Sicherung des Steinpaketes im Diagonalzurrverfahren werden nach der Dolezych-Einfach-Methode **vier** Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) von **1000 daN** benötigt.
- Das freistehende Steinpaket mit einem Gewicht von ca. 1 t kann nach der Dolezych-Einfach-Methode nicht ohne weitere Maßnahmen (z. B. die Verwendung von rutschhemmendem Material) im Diagonalzurrverfahren auf einem Kleintransporter ($\leq 7,5$ t zGM) gesichert werden, da die vorhandenen Zurrpunkte mit nur 400 daN überlastet werden.

Berechnung Diagonalzurrverfahren gegen Rutschen mit der Dolezych-Einfach-Methode unter Verwendung von rutschhemmendem Material ($\mu = 0,6$)

Gewicht der Ladung in kg	$\mu=0,1$	$\mu=0,2$	$\mu=0,3$	$\mu=0,4$	$\mu=0,5$	$\mu=0,6$
2500	4000	2500	1500	1000	750	500
2000	4000	2000	1000	750	500	500
1500	2500	1500	750	500	500	250
1000	1500	1000	500	500	250	250
500	750	500	250	250	250	250
250	500	250	250	250	250	250

4 Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) = 250 daN werden benötigt.

Fazit:

- Bei der Sicherung des Steinpaketes im Diagonalzurrverfahren unter Verwendung von rutschhemmendem Material werden nach der Dolezych-Einfach-Methode **vier** Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) von **250 daN** benötigt.
- Das freistehende Steinpaket mit einem Gewicht von ca. 1 t, kann jetzt im Diagonalzurrverfahren auf dem Kleintransporter gesichert werden, da die vorhandenen Zurrpunkte **nicht** überlastet werden.
- Auf den Bildern 125/126 ist die Umreifung des Steinpaketes dargestellt, hierzu werden zwei Zurrgurte mit einer zulässigen Zugkraft in der Umreifung (LC) von 500 daN benötigt.

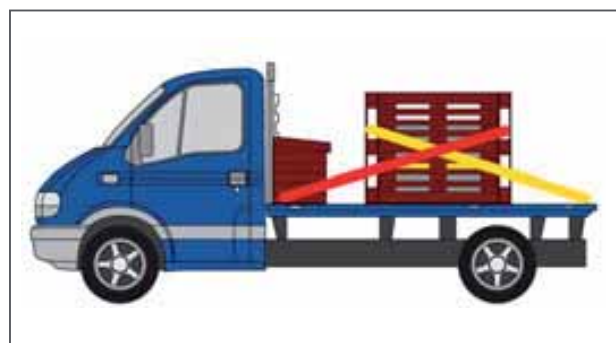
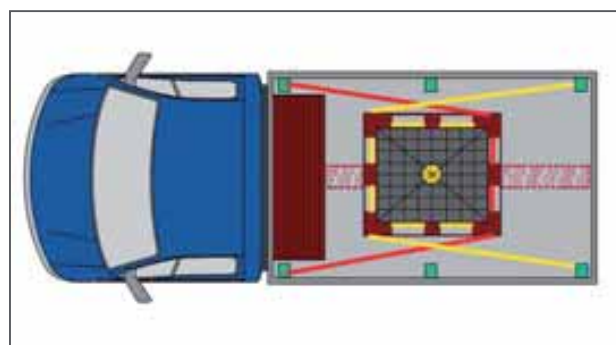


Bild 125 und 126: Freistehendes Steinpaket

Berechnung Diagonalzurrverfahren mit dem Zurrmittelrechner der Fa. Braun-SiS bei einem Gleit-Reibbeiwert $\mu = 0,2$

Vorgehensweise:

1. Für die Berechnung des Diagonalzurrens wird der Zurrmittelrechner aufgeklappt.
2. Es stehen jetzt zwei Teile zur Verfügung. Im oberen Teil befindet sich die Berechnung von 1 bis 5 t, im unteren von 8 bis 20 t.



Vorgehensweise

Um die Anzahl und den Typ der benötigten Zurrgurte zu berechnen, benötigen Sie:

1. das **Ladegewicht**
2. Kenntnis über **Art und Form der Ladegüter**, daraus ergeben sich die Sicherungsarten **Direktzurren** oder **Niederzurren**.
 - Direktzurren finden Sie auf den Seiten $\alpha + \beta$
 - Niederzurren finden Sie auf der Seite β
3. den **Gleitreibbeiwert μ**
4. den **Winkel α** beim Niederzurren, die **Winkel α** und **β** beim Direktzurren.

Direktzurren

Wirkung des Direktzurrens:
Beim Schräg- oder Direktzurren wird die Ladung direkt mit dem Fahrzeug verbunden. Die Zurrmittel müssen nur handfest gespannt werden.
Hier ist die zulässige Zugkraft LC, also die Bruchfestigkeit des Gurtes entscheidend, und nicht die Vorspannkraft der Ratsche.

Kontrolle
Zurrgurte müssen vor jedem Einsatz auf Beschädigungen überprüft werden. Nur technisch einwandfreie Zurrgurte benutzen!

1 Gleitreibbeiwerte μ

Material	betonen	asbest	festig
mit Anti-Rutsch Matte	0,30	0,20	
Nach/Neu	0,25	0,20-0,25	0,20-0,15
Neu/Neu	0,20-0,25	0,20-0,25	0,20-0,15
Neu/Alt	0,20-0,25	0,20-0,25	0,20-0,15

2 Anzahl Zurrmittel, immer 4 Stk

Zugkraft F_z	750	1000	2000	2500	5000	25-15	20-11
bei 750 kN	*	*	*	*	*	*	*
bei 1000 kN	*	*	*	*	*	*	*
bei 2000 kN	*	*	*	*	*	*	*
bei 2500 kN	*	*	*	*	*	*	*
bei 5000 kN	*	*	*	*	*	*	*
bei 10000 kN	*	*	*	*	*	*	*

Direktzurren

Bedienungsanleitung

- Mit dem integrierten Winkelmesser die Winkel α und β bestimmen. (s.ä. „Varianten des Direktzurrens“). Nehmen Sie den flachsten Winkel an.
- Den Schieber herausziehen bis die Gewichtsangaben stimmen.
- Das Ladegewicht zum entsprechenden Winkel β einstellen.
- Wenn ein Wert nicht im Rechner zu finden ist, z.B. 7 Tonnen, dann die Ergebnisse zweier vorhandener Ladungsgewichte z.B. 5 Tonnen und 2 Tonnen zusammenzählen.
- Den Gleitreibbeiwert μ aus der Tabelle **1** ermitteln (Oberflächen der Ladefläche und der Ladung)
- Die benötigte Zurrmittelkraft für den entsprechenden Gleitreibbeiwert μ und den ermittelten Winkel α ablesen.
- Mittels der Zurrmittelkraft ergibt sich aus der Tabelle **2** das benötigte Braun Zurrmittel. Es müssen immer 4 Stück des jeweiligen Systems angewendet werden.

Varianten des Direktzurrens

Wir empfehlen den Winkel α bei max. 60° und den Winkel β zwischen 20° und 45° zu halten.

Weight and angle scales from the calculator interface.

3. Das Gewicht des zu transportierenden Steinpaketes muss dem Lieferschein entnommen werden, in diesem Beispiel 1000 kg = 1 t.
4. Beim Diagonalzurren wird für die Berechnung neben dem vertikalen Zurrwinkel ($\alpha = 45^\circ$) der horizontale Zurrwinkel (β) benötigt. Der muss auch durch eine Messung mit Hilfe des Winkelmessers ermittelt werden, hier $\beta = 30^\circ$.
5. Das Inlett des oberen Teil des Zurrmittelrechners wird jetzt so weit nach rechts herausgezogen, dass im obersten Feld (Öffnung) neben dem Gewicht die Zahl 1 (= 1,0 t) und neben dem Winkel (β) die Zahl 30 (= 30°) sichtbar ist.

6. Der Gleit-Reibbeiwert in diesem Beispiel ist $\mu = 0,2$. Dieser Wert steht am linken Rand des obersten Feldes.
7. Der vertikale Zurrwinkel (α) beträgt 45° . Auf dem Zurrmittelrechner befindet sich am linken Rand neben dem obersten Feld eine Zahlen-Skala von 15 bis 90.
8. Der Wert, der jetzt rechts neben der 45 steht, hier 390 (= 390 daN), ist der Wert für die Rückhaltekraft (F_R) eines Zurrmittels zum Sichern des Steinpaketes im Diagonalzurrverfahren.

The image shows five panels illustrating the use of a ratchet strap calculator. Each panel has a weight of 1 t and a friction coefficient of 0.2.

Panel	Input	Output
1. Gewicht und Zurrwinkel (β)	Weight: 1 t, Angle: 30°	-
2. Reibbeiwert	Weight: 1 t, Angle: 30°, Friction: 0.2	-
3. Zurrwinkel (α)	Weight: 1 t, Angle: 45°, Friction: 0.2	-
4. Rückhaltekraft für ein Zurrmittel	Weight: 1 t, Angle: 45°, Friction: 0.2	390 daN
5. Zulässige Zugkraft (LC)	Product label	LC = 300 daN

Fazit:

- Rückhaltekraft (F_R) = zulässige Zugkraft im geraden Zug (LC) eines Zurrgurtes
- Im Diagonalzurrverfahren werden bei einer freistehenden Ladung grundsätzlich **vier** Zurrmittel bzw. in der Umreifung zwei Zurrmittel (= vier Stränge) benötigt (Siehe Bilder 125 und 126).
- Für das Sichern des Steinpaketes mit einem Gewicht von 1,0 t werden **vier** Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) ≥ 390 daN bzw. zwei Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) ≥ 780 daN in der Umreifung benötigt.

Berechnung Diagonalzurrverfahren mit dem Zurrmittelrechner der Fa. Braun-SiS unter Verwendung von rutschhemmendem Material ($\mu = 0,6$)



Vorgehensweise:

1. Der Zurrmittelrechner wird wieder so verwendet wie im Beispiel zuvor.
2. Der Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,6$ und die Werte-Skala für den vertikalen Zurrwinkel (α) stehen jetzt aber am linken Rand des untersten Feldes.
3. Der Wert, der jetzt rechts neben der 45 steht, hier 95 (= 95 daN), ist der Wert für die Rückhaltekraft (F_R) eines Zurrmittels zum Sichern des Steinpaketes im Diagonalzurrverfahren.

1. Gewicht und Zurrwinkel (β)

2. Reibbeiwert

3. Zurrwinkel (α)

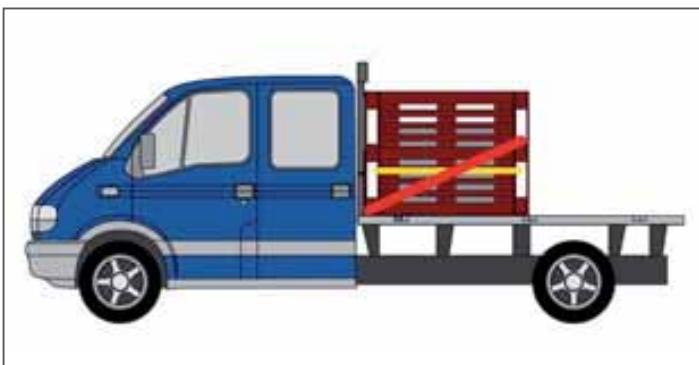
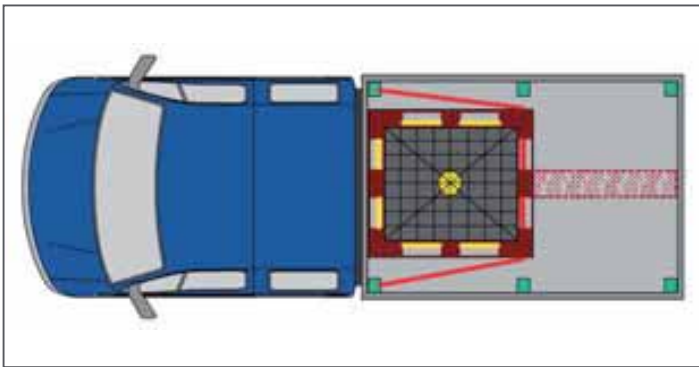
4. Rückhaltekraft für ein Zurrmittel

5. Zulässige Zugkraft (LC)

Fazit:

- Rückhaltekraft (F_R) = zulässige Zugkraft im geraden Zug (LC) **eines** Zurrmittels.
- Im Diagonalzurrverfahren werden bei einer **freistehenden** Ladung grundsätzlich **vier** Zurrmittel bzw. in der Umreifung zwei Zurrmittel (= vier Stränge) benötigt (Siehe Bilder 125 und 126).
- Bei der Verwendung von rutschhemmendem Material sind für das Sichern des Steinpaketes mit einem Gewicht von 1,0 t **vier** Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) ≥ 95 daN bzw. zwei Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) ≥ 190 daN in der Umreifung notwendig.

Blockierung durch die Stirnwand



Die Stirnwand des Transporters kann Kräfte bis zu 40 % der zulässigen Nutzlast, max. 500 daN, aufnehmen (tatsächliche Blockierkraft (BC)) und kann somit für die Ladungssicherung verwendet werden, **wenn der Hersteller den Fahrzeugaufbau der Pritsche in Anlehnung an die DIN EN 12642:2007:01 hergestellt hat und dieses bescheinigt**. Für den Fahrzeugaufbau (z. B. Pritschen) von Fahrzeugen < 3,5 t zGM gibt es keine Norm für die Hersteller. Achtung: Beim Hersteller des Fahrzeugaufbaus die Belastbarkeit der Stirnwand erfragen.

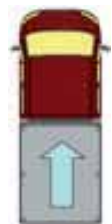
Bild 127 und 128: Blockierung durch Stirnwand

Berechnung der benötigten Blockierkraft (F_B) nach VDI 2700 Blatt 2:2014

$$BC > F_B = (f_l - \mu \times l_v) \times F_G$$

$$500 \text{ daN} > F_B = (0,8 - 0,2 \times 1,0) \times 1000 \text{ daN} = 600 \text{ daN}$$

$$500 \text{ daN} < 600 \text{ daN}$$



- Es wird eine Blockierkraft (F_B) von 600 daN benötigt.
- Durch die Stirnwand kann bei einem Kleintransporter $\leq 3,5$ zGM eine tatsächliche Blockierkraft (BC) von 40 % der zulässigen Nutzlast oder auch mehr aufgenommen werden, **wenn** der Hersteller das bescheinigt.
- Es bleibt somit nach dieser Berechnung noch eine benötigte Sicherungskraft von 100 daN über, die durch Zurrmittel oder rutschhemmendes Material ($\mu = 0,6$) aufgenommen werden muss.

Berechnung der benötigten Blockierkraft (F_B) nach VDI 2700 Blatt:2014 mit rutschhemmendem Material ($\mu = 0,6$)

$$BC > F_B = (f_l - \mu \times l_v) \times F_G$$

$$500 \text{ daN} > F_B = (0,8 - 0,6 \times 1,0) \times 1000 \text{ daN} = 200 \text{ daN}$$

$$500 \text{ daN} < 200 \text{ daN}$$



- Mit rutschhemmendem Material wird nur noch eine Blockierkraft (F_B) von 200 daN benötigt, die die Stirnwand eines Kleintransporters (zGM 3,5 t) mit einer tatsächlichen Blockierkraft (BC) von max. 500 daN aufnehmen kann.

Bild 129: Steinpaket mit einem Zurrgerät und rutschhemmendem Material gesichert, gegen Verdrehen durch Blockierung an der Stirnwand gesichert

Möglichkeiten zur Sicherung des Steinpaketes auf dem Transporter

- Im Niederzurverfahren kann das Steinpaket nur innerhalb einer Ladeinheit und unter Verwendung von rutschhemmendem Material betriebssicher transportiert werden (Bild 121/122).
- Im Diagonalzurverfahren kann das Steinpaket entweder frei stehend (Bild 125/126) oder mit Blockierung durch die Stirnwand (Bild 127/128) auf einem Transporter gesichert werden.
- Bei der Verwendung von rutschhemmendem Material reicht beim Transport mit Blockierung ein Zurrmittel im Diagonalzurverfahren (Umreifung) zum Positionieren aus (Bild 129).
- Das Steinpaket muss je nach Lastverteilungsplan des Fahrzeuges auf der Ladefläche positioniert werden. Laut den beiden Beispielen Bild 130/131 kann das Steinpaket mit einem Gewicht von 1,0 t auf der gesamten Ladefläche positioniert werden, ohne dass die Achslasten über- bzw. unterschritten werden.

Wie aus den vorherigen Beispielen ersichtlich, ist die exakte Ermittlung der notwendigen Haltekräfte in Abhängigkeit der Winkel auf der Baustelle kaum durchführbar.

Die leicht anwendbaren Hilfsmittel wie z. B. Dolezych-Einfach-Methode oder der Zurrmittelrechner von Braun-SiS bringen ein schnelles und auf der „sicheren Seite“ liegendes Ergebnis.

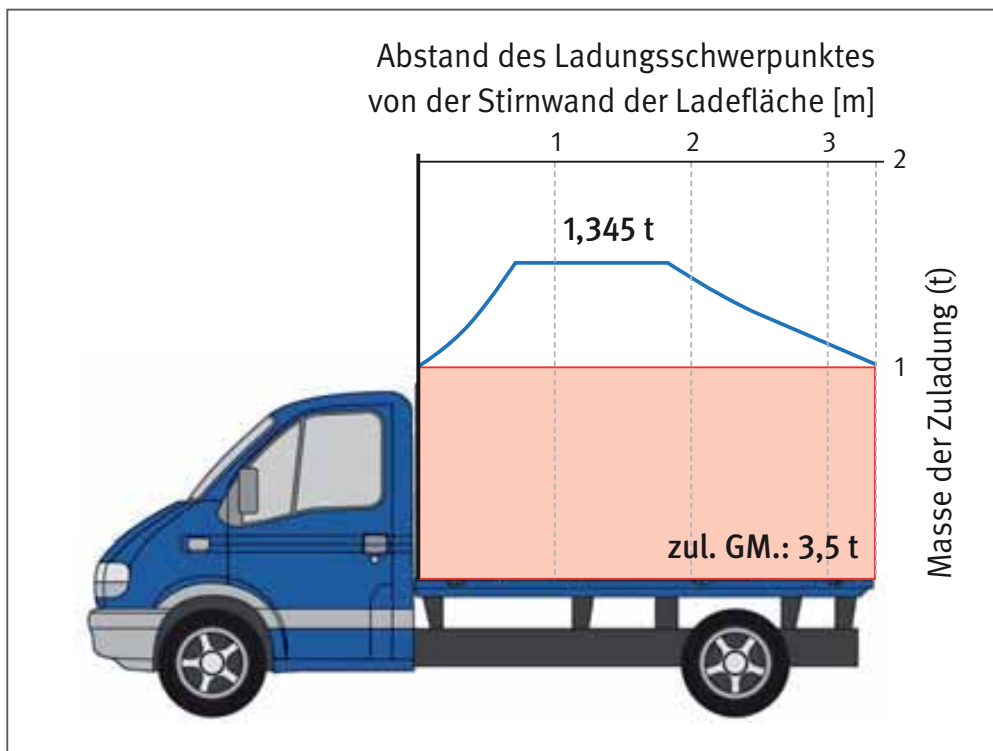


Bild 130:
Lastverteilungsplan
Einzelkabine

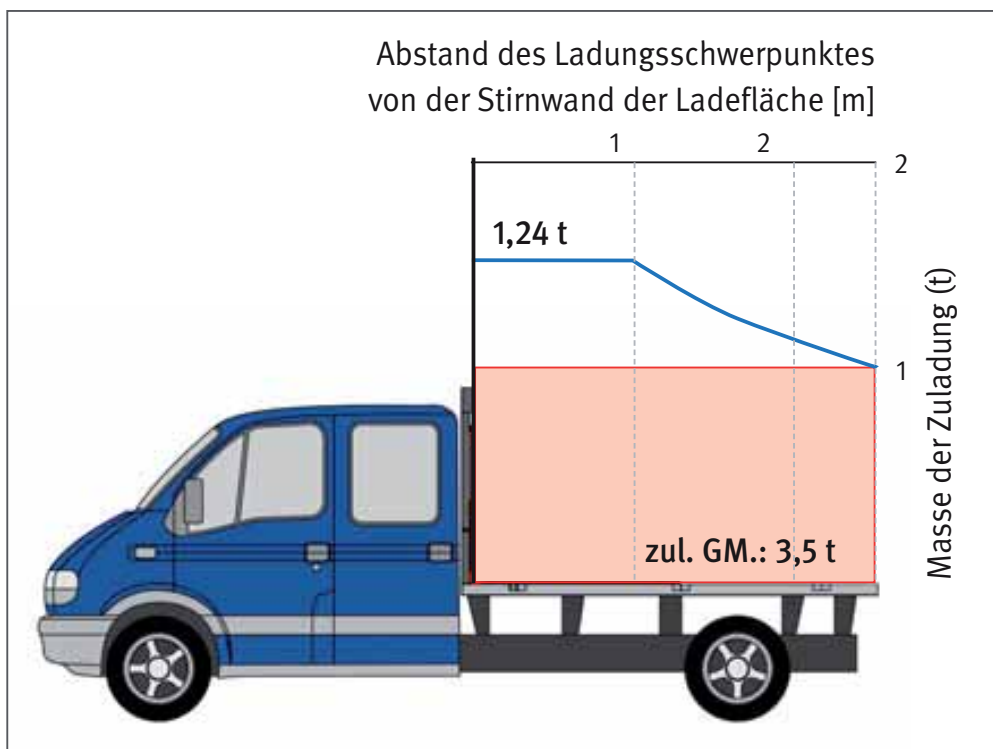


Bild 131:
Lastverteilungsplan
Doppelkabine

10.3 Ladungssicherung im Gerüstbau

Im Gerüstbau besteht das Problem, dass verschiedene Ladegüter, z. B. Gerüststellrahmen, Beläge, Verstreben, Holme, Bordbretter und Kleinmaterial mit einem Fahrzeug zur Baustelle transportiert werden müssen.

Dazu werden oft Fahrzeuge verwendet, die eine zu geringe Nutzlast aufweisen bzw. wird die Achslast hinten, aufgrund der Anordnung des Gerüstmaterials, überschritten und damit die Mindest-Achslast vorne unterschritten.

Im folgenden Beispiel wird **eine** Möglichkeit des Ladens und Sicherns gezeigt.

Vorhandenes Fahrzeug

- Mercedes ATEGO 1844 mit einer Nutzlast (P) = 10940 kg

Berechnungsbeispiele in diesem Kapitel

- Berechnung der benötigten Blockierkraft in Fahrtrichtung (z. B. durch die Stirnwand) nach VDI 2700 Blatt 2:2014 mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$
- Berechnungen im Diagonalzurrverfahren (Gerüststellrahmen)
 - Berechnung der Sicherung gegen Rutschen mit der Dolezych-Einfach-Methode und einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$
- Berechnungen im Niederzurrverfahren (Gitterboxen mit Kleinmaterial)
 - nach VDI 2700 Blatt 2:2014 mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$
 - mit der Dolezych-Einfach-Methode mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$
- Berechnungen im Niederzurrverfahren (Barellen mit Langmaterial)
 - nach VDI 2700 Blatt 2:2014 mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$
 - mit der Dolezych-Einfach-Methode mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$ und $0,6$

Zu transportierendes Gerüstmaterial (Ladegüter, hier z. B. Layher)

Hauptmaterial:

- 60 Gerüststellrahmen (Stahl) je 21,3 kg (1278 kg) = 1386 kg
(2,16m × 0,73 m × 48,3 mm)
 - + 3 Stück Stellrahmenpalette (für 20 Rahmen) je 36 kg
- 82 Vollholz-Böden je 19,5 kg (für die Stellrahmen) = 1599 kg
(2,57 m × 0,32 m × 50 mm)
- 45 Vollholz-Böden je 19,5 kg (für die Konsolen) = 878 kg
(2,57 m × 0,32 m × 50 mm)

Ladungssicherung auf Fahrzeugen der Bauwirtschaft

- 1. Barelle
 - 45 Bordbretter je 6,1 kg (275 kg)
 - + Barelle (38 kg) = 313 kg
- 2. Barelle
 - 98 Alu-Geländerholme je 5,6 kg (549 kg)
 - + 18 Alu-Diagonale je 7,8 kg (141 kg)
 - + 3 Alu-Horizontale je 10 kg (30 kg)
 - + Barelle (38 kg) = 758 kg

Kleinmaterial:

- 1. Gitterbox
 - 120 Stahl-Normalspindeln (0,40 m) je 2,9 kg (348 kg)
 - + Gitterbox (71 kg) = 419 kg
- 2. Gitterbox
 - Konsolen (0,36 m) je 3,5 kg (175 kg)
 - + 30 Gerüsthalter 97 0,95 m je 3,7 kg (111 kg)
 - + Gitterbox (71 kg) = 357 kg

Gesamtmaterial:

- Gewicht = 5710 kg
 - davon mit Diagonalzurren = 1386 kg
 - davon mit Niederzurren = 4324 kg

Sicherung der stehenden Gerüststellrahmen



Bild 132: Stehender Transport von Gerüststellrahmen mit Formschluss an der Bordwand

Berechnung der tatsächlich benötigten Blockierkraft (F_B) in Fahrtrichtung nach VDI 2700 Blatt 2:2014

Daten	
$P = 10940 \text{ kg}$	Nutzlast des Fahrzeuges
$F_G = 1386 \text{ daN}$	Gewichtskraft der Gerüststellrahmen (Stahl) mit Stellrahmenpaletten
$zGM > 12 \text{ t}$	zulässige Zugkraft der Zurrpunkte von 2000 daN
$\mu = 0,2$	Gleit-Reibbeiwert von Metall auf Holz (Stellrahmenpalette auf Siebdruckboden)
$f_{lv} = 0,8$	Beschleunigungsbeiwert in Fahrtrichtung
$f_v = 1,0$	Beschleunigungsbeiwert vertikal nach unten
$BC = 4376 \text{ daN}$	Blockierkraft (vorhanden z. B. der Stirnwand) (40 % der Nutzlast/40 % von 10940 kg)
F_B	tatsächliche Blockierkraft (benötigt)

$$BC > F_B = (f_l - \mu \times f_v) \times F_G$$

$$4376 \text{ daN} > F_B = (0,8 - 0,2 \times 1,0) \times 1386 \text{ daN} = 832 \text{ daN}$$

$$4376 \text{ daN} > 832 \text{ daN}$$



Fazit:

- Es muss eine tatsächliche Blockierkraft (F_B) von 832 daN durch die Stirnwand aufgebracht werden, um die Gerüststellrahmen in den Stellrahmenpaletten mit einem Gewicht von 1386 kg in Fahrtrichtung zu sichern.
- Rechnerisch reicht die vorhandene Blockierkraft (BC) der Stirnwand von 4376 daN aus, wenn der Aufbauhersteller den Fahrzeugaufbau nach der DIN EN 12642 hergestellt und geprüft hat.
- Werden die Gerüststellrahmen ohne Stellrahmenpalette, also durch das geneigte Anstellen an die Stirnwand transportiert, ist ein Nachweis des Aufbauherstellers zu erbringen. Nach DIN EN 12642 wird die Stirnwand mit einer Kraft von 40 % der zulässigen Nutzlast (max. 5000 daN) auf der Gesamtfläche geprüft, so dass der Nachweis zu erbringen ist, dass die Stirnwand, die eingebrachte Linien-Kraft in der jeweiligen Höhe aufnehmen kann, in der die Gerüststellrahmen, durch das Ankippen nach vorne, anliegen.

- Ist der Nachweis durch den Hersteller oder Fahrzeugausrüster nicht zu erbringen, ist die Stirnwand mit zwei Zurrgurten im Diagonalzurrverfahren zu sichern (Siehe Bild 133/134 – rot dargestellt)!

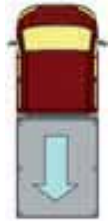
Jetzt müssen die Gerüststellrahmen noch quer und entgegen der Fahrtrichtung gesichert werden.

Berechnung Diagonalzurrverfahren nach VDI 2700 Blatt 2:2014 entgegen und quer zur Fahrtrichtung

Daten	
$F_G = 1386 \text{ daN}$	Gewichtskraft der Gerüststellrahmen
$\mu = 0,2$	Gleit-Reibbeiwert von Metall auf Holz (Stellrahmenpalette (Stahl) auf Siebdruckboden)
$f_q = 0,5$	Beschleunigungsbeiwert quer zur Fahrtrichtung
$f_{lh} = 0,5$	Beschleunigungsbeiwert entgegen der Fahrtrichtung
$f_{qk} = 0,6$	Beschleunigungsbeiwert quer zur Fahrtrichtung eines kippgefährdeten Ladegutes
$f_v = 1,0$	Beschleunigungsbeiwert vertikal nach unten
$\alpha = 60^\circ$	Vertikaler Zurrwinkel
$\beta_1 = 6^\circ$	Horizontaler Zurrwinkel (in Längsachse)
$\beta_q = 84^\circ$	Horizontaler Zurrwinkel (quer zur Längsachse)
$\gamma = 1,2$	Kippsicherheitsbeiwert
$B_Z = 0,73 \text{ m}$	Breite der Zurrungen an den Gerüststellrahmen
$H_Z = 2,16 \text{ m}$	Höhe der Zurrungen an den Gerüststellrahmen
$b_s = 0,365 \text{ m}$	Abstand des Schwerpunktes zur Kippkante
$h_s = 1,08 \text{ m}$	Höhe des Schwerpunktes
$n = 2$	Anzahl der Zurrungen

Benötigte Sicherungskraft entgegen der Fahrtrichtung

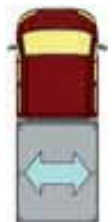
$$F_{iH\ lh} = \frac{F_G (f_{lh} - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_1)}$$



$$F_{iH\ lh} = \frac{1386 (0,5 - 0,2 \times 1,0)}{2 (0,2 \times \sin 60^\circ + \cos 60^\circ \times \cos 6^\circ)} = 311 \text{ daN}$$

Benötigte Sicherungskraft quer zur Fahrtrichtung

$$F_{iH\ q} = \frac{F_G (f_q - \mu \times f_v)}{n (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \sin \beta_1)}$$

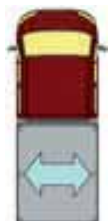


- für standsichere Gerüststellrahmen (Sicherungskraft nur gegen Rutschen)

$$F_{iH\ q} = \frac{1386 (0,5 - 0,2 \times 1,0)}{2 (0,2 \times \sin 60^\circ + \cos 60^\circ \times \sin 6^\circ)} = 923 \text{ daN}$$

- für kippgefährdete Gerüststellrahmen (Sicherungskraft gegen Kippen)
zusätzliche Berechnung der Zurrkraft gegen Kippen im Diagonalzurrverfahren

$$F_{iH\ qK} = \frac{F_G (f_{sq} \times \gamma \times h_s - f_v \times b_s)}{n (H_z \times \cos \alpha \times \cos \beta_q + B_z \times \sin \alpha)}$$

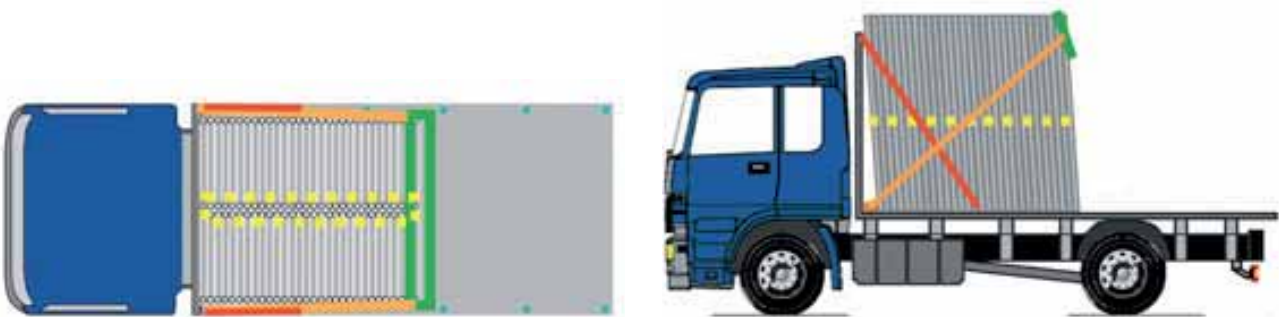


$$F_{iH\ qK} = \frac{1386 (0,5 \times 1,2 \times 1,08 - 1,0 \times 0,365)}{2 (2,16 \times \cos 60^\circ \times \cos 84^\circ + 0,73 \times \sin 60^\circ)} = 264 \text{ daN}$$

Fazit:

- Für die Auswahl der Zurrkraft (LC) der Zurrmittel ist der größere der beiden errechneten Werte heranzuziehen und aufzurunden.
- Es müssen für die Sicherung der **standsicheren** Gerüststellrahmen entgegen und quer zur Fahrtrichtung zwei Zurrmittel mit einer Zurrkraft (LC) ≥ 1000 daN verwendet werden, um die benötigten Sicherungskräfte in den Fahrzeugaufbau sicher einzuleiten. (Siehe Bild 133/134 orange dargestellt)

- Bei **nicht standsicheren** Gerüststellrahmen muss die Sicherungskraft gegen Rutschen und die Sicherungskraft gegen Kippen addiert werden,
 - $923 \text{ daN} + 264 \text{ daN} = 1187 \text{ daN} \approx 1500 \text{ daN}$.
- Somit werden für die Sicherung nicht standsicherer Gerüststellrahmen zwei Zurrmittel mit einer Zurrkraft (LC) $\geq 1500 \text{ daN}$ benötigt.
- Bei Fahrzeugen von 7,5 t bis 12 t zGM ist zu beachten, dass die Zurrpunkte nur eine Zugfestigkeit von 1000 daN aufweisen.
- Die Standsicherheit eines Gerüststellrahmen-Stapels (siehe Kapitel Standsicherheit) kann hergestellt bzw. erhöht werden,
 - indem eine Ladeeinheit aus mindestens zwei nebeneinander stehenden Stapeln (100er) bzw. aus drei Stapeln (70er) gebildet wird (siehe Bild 133/134 gelb dargestellt) oder
 - indem die Gerüststellrahmen beim Beladen des Fahrzeuges in vorhandene Stecksysteme (Stellrahmenpaletten) gesteckt werden. (siehe Bilder 135/136)
- Gerüststellrahmen haben keine Anschlagpunkte, um Zurrhaken fachgerecht einzusetzen. Eine Rundschlinge (z. B. ein Lastaufnahmemittel (Schlupf) oder einem einteiligen Zurrgurt) entsprechender Trag- bzw. Zugfestigkeit kann als Hilfsmittel verwendet werden (siehe Bilder 133/134 grün dargestellt).



Bilder 133 und 134: Sicherungsvariante für Gerüststellrahmen ohne Stellrahmenpalette und ohne Zurrpunkte in der Stirnwand mit Rücksicherung der Stirnwand (roter Zurrgurt)



Bilder 135 und 136: Stellrahmenpalette zum sicheren Transport von 20 Gerüststellrahmen



Bild 137: Sicherung der Stellrahmen auf Stellrahmenpaletten im Diagonalzurrverfahren



Bild 138: Sicherung der Stellrahmen auf Stellrahmenpaletten mit waagerechter Umreifung bei vorhandenen Zurrpunkten an der Stirnwand

Berechnung der Sicherung der Gerüst-Stellrahmen mit der Dolezych-Einfach-Methode bei einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,2$

Gewicht der Ladung in kg	$\mu=0,1$	$\mu=0,2$	$\mu=0,3$	$\mu=0,4$	$\mu=0,5$	$\mu=0,6$
2500	4000	2500	1500	1000	750	500
2000	4000	2000	1000	750	500	500
1500	2500	1500	750	500	500	250
1000	1500	1000	500	500	250	250
500	750	500	250	250	250	250
250	500	250	250	250	250	250

4 Zurrmittel und Zurrpunkte mit einer zulässigen Zugkraft (LC) = 1500 daN werden benötigt.

Fazit:

- Zum Sichern der Gerüststellrahmen im Diagonalzurrverfahren werden unbeachtet der Blockierkraft der Stirnwand 4 Zurrmittel mit einer zulässigen Zurrkraft (LC) ≥ 1500 daN benötigt.
- Bei Fahrzeugen von 7,5 bis 12 t zGM ist zu beachten, dass die Zurrpunkte nur eine Zugfestigkeit von 1000 daN aufweisen.

Sicherung der Gitterboxen mit Kleinmaterial (Kupplungen, Konsolen usw.)

Bei der Beladung der Gitterboxen ist zu beachten, dass diese nicht zu hoch beladen werden bzw. die Gitterbox mit einer Abdeckung versehen werden muss, damit nicht bei Straßenunebenheiten das Material nach oben herausfällt.



Bild 139 und 140: Sicherer Transport von Kleinmaterial in Gitterboxen

Sicherung des liegenden Langmaterials (Bohlen, Holme, Bordbretter usw.)

Unternehmer, Disponent und Kraftfahrer müssen sich vor dem Transport Gedanken machen, wie das Ladegut sicher und ohne viel Zeitaufwand auf dem Fahrzeug gesichert werden kann.

Als eine sehr gute Variante erweisen sich die Verladung des Kleinmaterials, z. B. Kupplungen, Konsolen oder Spindeln in Gitterboxen bzw. des Langmaterials, z. B. Geländerholme, Zwischenholme, Bordbretter oder auch Gerüstbohlen als Ladeeinheit in Barenen. Diese Gitterboxen und Barenen können dann als Ladeeinheit entweder formschlüssig, z. B. durch Blockieren bzw. Festsetzen, z. B. mit dem Ladeboden verbundene Stahlwinkel oder kraftschlüssig auf rutschhemmendem Material, z. B. Antirutschmatten auf der Fahrzeugladefläche sicher transportiert werden.



Bilder 141 und 142: Transport von Gerüstmaterial in Barenen



Bild 143: Auf der Ladefläche sind Stahlwinkel befestigt. Diese verhindern ein Verrutschen der Barelle in Fahrzeuglängsachse.



Bild 144: Bildung einer Ladeeinheit von Gerüstbelägen in der Barelle durch Umreifen bzw. Niederzurren

Berechnung Niederzurrverfahren nach VDI 2700 Blatt 2:2014

Daten	
$F_G = 3621 \text{ daN}$	Gewichtskraft des Gerüstmaterials in Barelle
$F_G = 776 \text{ daN}$	Gewichtskraft des Gerüstmaterials in Gitterboxen
$\mu = 0,2$	Gleit-Reibbeiwert von Metall auf Holz (Barelle bzw. Gitterbox auf Siebdruckboden)
$\mu = 0,6$	GleitReibbeiwert rutschhemmendes Material (z. B. Antirutschmatte)
$f_{lv} = 0,8$	Beschleunigungsbeiwert in Fahrtrichtung
$f_q = 0,5$	Beschleunigungsbeiwert quer zur Fahrtrichtung
$f_v = 1,0$	Beschleunigungsbeiwert vertikal nach unten
$\alpha = 90^\circ$	Vertikaler Zurrwinkel
$k = 1,5$	Übertragungsbeiwert – bei einem Zurrmittel mit einem Spannungselement (ohne Kantengleiter)
$S_{TF} = 500 \text{ daN}$	erreichbare Vorspannkraft des Zurrmittels (z. B. mit einer Langhebelratsche)

Benötigte Vorspannkraft für die Sicherung der Gitterboxen in Fahrtrichtung

- Berechnung **ohne** Verwendung von rutschhemmendem Material



$$F_{iS\ ges} = \frac{F_G (f_{lV} - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{776 (0,8 - 0,2 \times 1,0)}{1,5 (0,2 \times \sin 90^\circ)} = 1552\ daN$$

4 Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 500 daN werden benötigt.
(1552 : 500 ≈ 4)

- Berechnung **mit** Verwendung von rutschhemmendem Material

$$F_{iS\ ges} = \frac{F_G (f_{lV} - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{776 (0,8 - 0,6 \times 1,0)}{1,5 (0,6 \times \sin 90^\circ)} = 173\ daN$$

1 Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 500 daN wird benötigt,
für die Sicherung einer **nicht freistehenden** Ladung. (173 : 500 ≈ 1)

Benötigte Vorspannkraft für die Sicherung der Baren in Fahrtrichtung

- Berechnung **ohne** Verwendung von rutschhemmendem Material



$$F_{iS\ ges} = \frac{F_G (f_{lV} - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{3548 (0,8 - 0,2 \times 1,0)}{1,5 (0,2 \times \sin 90^\circ)} = 7096\ daN$$

15 Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 500 daN werden benötigt.
(7096 : 500 ≈ 15)

- Berechnung **mit** Verwendung von rutschhemmendem Material

$$F_{iS\ ges} = \frac{F_G (f_{lV} - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{3548 (0,8 - 0,6 \times 1,0)}{1,5 (0,6 \times \sin 90^\circ)} = 789\ daN$$

2 Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 500 daN werden benötigt.
(789 : 500 ≈ 2)

Fazit:

- Die Berechnungen im Niederzurrverfahren quer bzw. entgegen der Fahrtrichtung können entfallen, da der größere Beschleunigungsbeiwert in Fahrtrichtung vorhanden ist.
- Die Sicherung der Gitterboxen und der Barenen ist im Niederzurrverfahren nur möglich, bei der Verwendung von rutschhemmendem Material.

Berechnung Niederzurrverfahren mit der Dolezych-Einfach-Methode

Daten	
$F_G = 3548 \text{ daN}$	Gewichtskraft des Gerüstmaterials in Barenen
$F_G = 776 \text{ daN}$	Gewichtskraft des Gerüstmaterials in Gitterboxen
$\mu = 0,2$	Gleit-Reibbeiwert von Metall auf Holz (Gitterbox bzw. Barelle auf Siebdruckboden)
$\mu = 0,6$	Gleit-Reibbeiwert rutschhemmendes Material (z. B. Antirutschmatte)
$\alpha = 90^\circ$	Vertikaler Zurrwinkel
$S_{TF} = 500 \text{ daN}$	Erreichbare Vorspannkraft des Zurrmittels

Benötigte Vorspannkraft für die Sicherung der Gitterboxen



- Berechnung **ohne** Verwendung von rutschhemmendem Material

Nutzlast in t	Winkel α	1			2			3			4			
		35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	
Vorspannkraft	μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte												
S_{TF}	0,1	20	13	12										
	0,3	5	4	3	10	7	6	14	10	8	19	13	11	
420 daN	0,6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3	
S_{TF}	0,1	17	11	10	33	22	19							
	0,3	4	3	3	8	6	5	12	8	7	16	11	9	
500 daN	0,6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	2	
S_{TF}	0,1	14	9	8	28	18	16		27	24				
	0,3	4	3	2	7	5	4	10	7	6	13	9	8	
600 daN	0,6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	

10 Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 500 daN werden benötigt.

- Berechnung **mit** Verwendung von rutschhemmendem Material

Nutzlast in t	Winkel °	α	1			2			3			4		
			35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
Vorspannkraft		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte											
S _{TF} 420 daN	0,1		20	13	12									
	0,3		5	4	3	10	7	6	14	10	8	19	13	11
	0,6		2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3
S _{TF} 500 daN	0,1		17	11	10	33	22	19						
	0,3		4	3	3	8	6	5	12	8	7	16	11	9
	0,6		2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	2
S _{TF} 600 daN	0,1		14	9	8	28	18	16		27	24			
	0,3		4	3	2	7	5	4	10	7	6	13	9	8
	0,6		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2

2 Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 500 daN werden benötigt.

Benötigte Vorspannkraft für die Sicherung der Baren/ Gerüstbohlenbox



- Berechnung **ohne** Verwendung von rutschhemmendem Material

Nutzlast in t	Winkel °	α	1			2			3			4		
			35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
Vorspannkraft		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte											
S _{TF} 420 daN	0,1		20	13	12									
	0,3		5	4	3	10	7	6	14	10	8	19	13	11
	0,6		2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3
S _{TF} 500 daN	0,1		17	11	10	33	22	19						
	0,3		4	3	3	8	6	5	12	8	7	16	11	9
	0,6		2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	2
S _{TF} 600 daN	0,1		14	9	8	28	18	16		27	24			
	0,3		4	3	2	7	5	4	10	7	6	13	9	8
	0,6		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2

Berechnung nicht möglich!

- Berechnung **mit** Verwendung von rutschhemmendem Material

Nutzlast in t	Winkel °	α	1			2			3			4		
			35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
Vorspannkraft		μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte											
S _{TF} 420 daN	0,1		20	13	12									
	0,3		5	4	3	10	7	6	14	10	8	19	13	11
	0,6		2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3
S _{TF} 500 daN	0,1		17	11	10	33	22	19						
	0,3		4	3	3	8	6	5	12	8	7	16	11	9
	0,6		2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	2
S _{TF} 600 daN	0,1		14	9	8	28	18	16		27	24			
	0,3		4	3	2	7	5	4	10	7	6	13	9	8
	0,6		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2

2 Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) = 500 daN werden benötigt.

Fazit aus beiden Berechnungsmethoden:

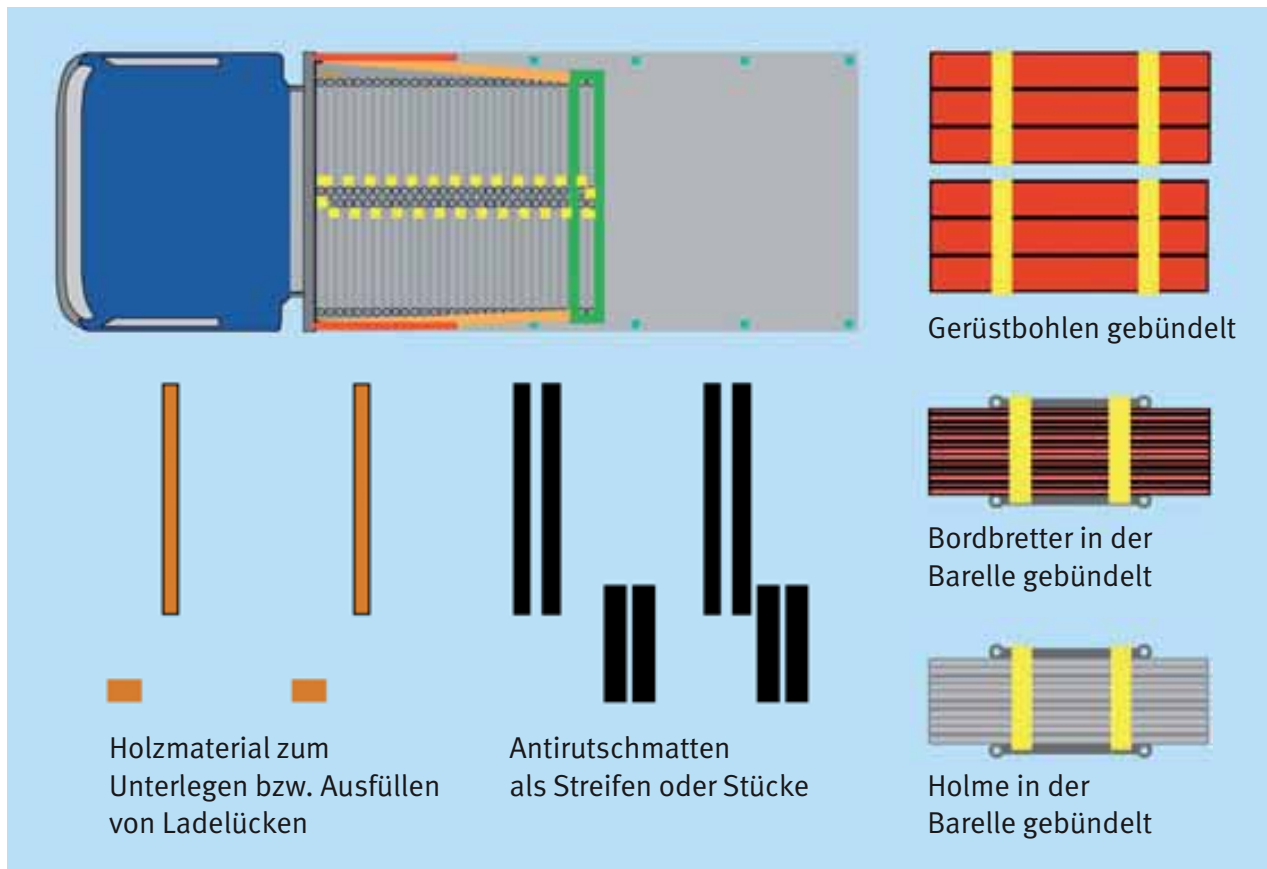
- Der sichere Transport des Gerüstmaterials in Gitterboxen bzw. Barenen ohne Verwendung von rutschhemmendem Material, z. B. Antirutschmatten oder Formschluss ist nicht möglich.
- Bei der Verwendung von Zurrgurten mit Langhebelratschen kann eine Vorspannkraft (S_{TF}) von 500 daN bis ca. 750 daN erreicht werden.
- Die errechnete Vorspannkraft (F_{IS}) muss durch die erreichbare Vorspannkraft (S_{TF}) der vorhandenen Zurrgurte geteilt werden, z. B. $7096 \text{ daN} : 500 \text{ daN} \approx 15$.
- Es werden **15 Zurrgurte** mit einer erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) von je 500 daN benötigt, deren Einsatz aber aufgrund der Anzahl der vorhandenen Zurrpunkte auf dem Fahrzeug in einem Bereich von ca. 2,50 m nicht möglich ist.
- Bei der Verwendung von rutschhemmendem Material, z. B. einer Antirutschmatte zwischen den Aufstandsflächen der Barenen und dem Ladeboden ($789 \text{ daN} : 500 \text{ daN} \approx 2$) werden **2 Zurrgurte** mit einer erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) von je 500 daN benötigt.

Werden Gerüstbohlen nicht in Barenen transportiert, dann müssen auch hier Ladeeinheiten durch Umreifen mit 2 einteiligen Zurrgurten gebildet werden.

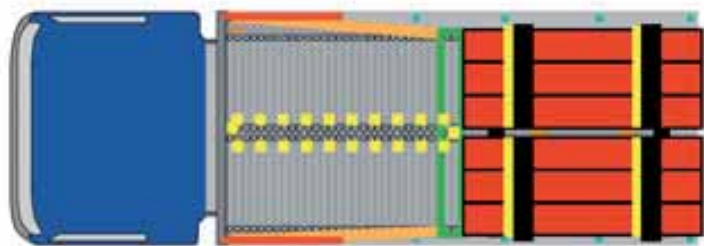
Beim Verladen auf das Transportfahrzeug ist zu beachten, dass zwischen den Gerüstbohlen und den Verladehölzern bzw. zwischen den Gerüstbohlen und der Ladefläche das rutschhemmende Material, z. B. Antirutschmatte gelegt werden muss. Nur wenn so Verladen wird, kann der Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,6$ verwendet werden.

Werden seitliche Ladelücken zwischen den einzelnen Materialstapeln gelassen, damit z. B. eine Entladung mit dem Kran möglich ist, müssen die Ladelücken so gesichert werden, dass ein Zusammenrutschen der Ladegüter verhindert wird, z. B. mit Abstandhölzern.

Ablauf einer fachgerechten Beladung ohne Stellrahmenpalette und Gitterboxen

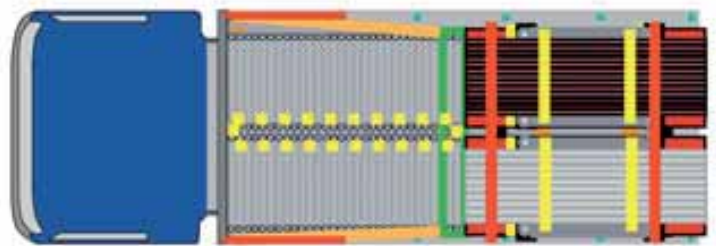


1. Auflegen der Antirutschmattenstreifen 15 cm x 2,40 m
2. Auflegen der Kanthölzer rechteckiger Querschnitt, z. B.
 - 12 cm x 8 cm Länge 2,40 m
3. Auflegen der zweiten Lage Antirutschmatten 15 cm x 2,40 m
4. Aufsetzen der zwei gebündelten Stapel mit Gerüstbohlen (Ladeeinheiten), die Ladelücke mit Kanthölzern ausgefüllt
5. Auflegen der dritten Lage von Antirutschmatten, unter den Barenfüßen sind auch Stücke von 15 cm x 15 cm ausreichend



Bilder 145 und 146: Detailzeichnung der Verladung

6. Aufsetzen der Barenen mit Holmen und Bordbrettern auf die Antirutschmatten
7. Niederzurren des Gerüstmaterials mit zwei Zurrgurten mit einer erreichbaren Vorspannkraft ≥ 500 daN



Bilder 147 und 148: Detailzeichnung der Verladung

Bei der Sicherung von Gerüstrohren in Barenen ist es sicherer, wenn die Gerüstrohre in Fahrtrichtung bzw. entgegen der Fahrtrichtung durch Formschluss, z. B. Blockieren gesichert werden. Auch bei der Bildung von Ladeeinheiten, z. B. Umreifen mit einem einteiligen Zurrgurt ist es möglich, einzelne Gerüstrohre aus der Ladeinheit heraus zu ziehen.



Bild 149: Stirnwand aus Gerüstbohlen



Bild 150: Barenen als Formschluss für liegendes Gerüstmaterial

Für den sicheren Transport zur Baustelle und die sichere Lagerung auf dem Betriebshof bietet z. B. die Firma Altrad Plettac Assco eine Gerüstbohlenstapelbox (Palette HB) für 44 Holzböden an. Diese besteht aus einem Front- und einem Rückteil, die mit max. 44 Gerüstbohlen gleicher Länge zur einer Stapelbox verbunden werden. Dieses System stellt eine kompakte Ladeinheit dar, die dann z. B. auf rutschhemmendem Material im Niederzurrverfahren einfach gesichert werden kann. Zu beachten ist, dass sich das Gesamtgewicht um ca. 51 kg je Stapelbox erhöht.



Bild 151 bis 154: Sicherer Transport von 44 Gerüstbohlen in einer Stapelbox

Ablauf einer fachgerechten Verladung und Sicherung mit Stellrahmenpaletten, Gitterboxen und Barenlen (aus dem Zubehör der Gerüstersteller)

1. Auslegen von 2 Streifen Antirutschmatte ca. 2,40 m x 15 cm
2. Aufstellen der drei Stellrahmenpaletten (z. B. Layher) mit 60 Gerüststellrahmen
3. Umreifung der drei Stellrahmenstapel mit einem Zurrurt bei vorhandenen Zurrpunkten in der Stirnwand bzw. Diagonalzurren mit zwei Zurrurten und einem Umreifungsgurt LC \geq 2000 daN/Hebeband \geq 2 t



4. Sicherung der Gitterboxen im kraftschlüssigen Verfahren
 - a. Auslegen von zwei Streifen Antirutschmatte ca. 2,40 m x 15 cm auf den besenreinen Ladeboden
 - b. Aufstellen der Gitterboxen auf die Antirutschmattenstreifen
 - c. Sichern der zwei freistehenden Gitterboxen mit zwei Zurrgurten $S_{TF} \geq 500$ daN im Niederzurrverfahren



5. Sicherung der Gitterboxen im formschlüssigen Verfahren
 - a. Aufstellen der zwei Gitterboxen in die auf der Ladefläche befestigten Stahlwinkel
 - b. Sicherung der zwei blockierten Gitterboxen mit einem Zurrgurt $S_{TF} \geq 500$ daN im Niederzurrverfahren



6. Auslegen von zwei Streifen Antirutschmatte ca. 2,40 m x 15 cm auf den Ladeboden
7. Aufstellen der drei Bohlen-Stapelboxen (z. B. Plettac)
8. Auslegen von zwei Streifen Antirutschmatte auf die Gerüstbohlenstapel
9. Aufstellen der zwei Barenen mit den umreiftten Holmen bzw. Bordbrettern (gelb) auf die Antirutschmattenstreifen
10. Niederzurren des gesamten Stapels mit zwei Zurrgurten mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) ≥ 500 daN (rot).



10.4. Ladungssicherung beim Transport von Betonfertigteilen

Auch beim Transport von Betonfertigteilen bestehen Probleme, aufgrund des Gewichtes, der verschiedenen Formen und Abmessungen der Fertigteile, diese fachgerecht zu sichern und sicher zu transportieren.

Im folgenden Beispiel wird **eine** Möglichkeit des Ladens und Sicherns gezeigt.



Bild 155 und 156: Transport von Betonfertigteilen auf A-Böcken

Berechnung Niederrzurverfahren mit der Dolezych-Einfach-Methode

Daten	
$F_G = 12000 \text{ daN}$	Gewichtskraft der zwei Fertigteile mit dem A-Bock
$\mu = 0,2$	Gleit-Reibbeiwert von Metall auf Holz (A-Bock auf Holzladeboden)
$\mu = 0,6$	Gleit-Reibbeiwert Antirutschmatte
$\alpha = 80^\circ$	Vertikaler Zurrwinkel
$S_{TF1} = 720 \text{ daN}$	erreichbare Vorspannkraft des Zurrmittels mit Langhebelratsche
$S_{TF2} = 500 \text{ daN}$	erreichbare Vorspannkraft des Zurrmittels mit Langhebelratsche

Was ist bei der Verwendung der Tabelle (Doelzych-Einfach-Methode) zu beachten?

1. Der vertikale Zurrwinkel (α)

- **35°** ist für die abgelesenen Winkel von 35° bis 59°
- **60°** ist für die abgelesenen Winkel von 60° bis 89°
- **90°** ist nur für den abgelesenen Winkel von 90° zu verwenden.

2. Der Gleit-Reibbeiwert (μ)

- **0,1** ist für den vorhandenen Reibbeiwert von 0,1 bis 0,25
- **0,3** ist für den vorhandenen Reibbeiwert von 0,3 bis 0,55
- **0,6** ist für den vorhandenen Reibbeiwert von 0,6 (z. B. rutschhemmendes Material) zu verwenden.

Erstes Berechnungsbeispiel für die Verwendung von Zurrgurten mit Langhebelratschen und einer erreichbaren Vorspannkraft von $S_{TF} = 720$ daN (ohne und mit RHM)

Nutzlastergebnisse	Nutzlastergebnisse		6			10			12			16		
	Winkel °	α	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
S_{TF} 680 daN	μ	0,1	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte											
		0,3	18	12	10	29	19	17		23	20			27
		0,6	4	3	2	6	4	4	7	5	4	10	7	6
S_{TF} 720 daN	μ	0,1	28											
		0,3	17	11	10	27	18	16	33	22	19		29	25
		0,6	4	3	2	6	4	4	7	5	4	9	6	5
S_{TF} 1000 daN	μ	0,1	28											
		0,3	12	8	7	20	13	12	24	16	14	31	21	18
		0,6	3	2	2	4	3	3	5	4	3	7	5	4

Nutzlastergebnisse	Nutzlastergebnisse		6			10			12			16		
	Winkel °	α	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
S_{TF} 680 daN	μ	0,1	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte											
		0,3	18	12	10	29	19	17		23	20			27
		0,6	4	3	2	6	4	4	7	5	4	10	7	6
S_{TF} 720 daN	μ	0,1	28											
		0,3	17	11	10	27	18	16	33	22	19		29	25
		0,6	4	3	2	6	4	4	7	5	4	9	6	5
S_{TF} 1000 daN	μ	0,1	28											
		0,3	12	8	7	20	13	12	24	16	14	31	21	18
		0,6	3	2	2	4	3	3	5	4	3	7	5	4

Zweites Berechnungsbeispiel für die Verwendung von Zurrgurten mit Langhebelratschen und einer erreichbaren Vorspannkraft von $S_{TF} = 500$ daN (ohne und mit RHM)

Nutlast in t		6			10			12			16		
Winkel °	α	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
Vorspannkraft	μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte											
S_{TF} 420 daN	0,1												
	0,3	28	19	16			27						
	0,6	6	4	4	10	7	6	12	8	7	15	10	9
S_{TF} 500 daN	0,1												
	0,3	24	16	14		26	23			27			
	0,6	5	4	3	8	6	5	10	7	6	13	9	8
S_{TF} 600 daN	0,1												
	0,3	20	13	12	33	22	19			26	23		
	0,6	4	3	3	7	5	4	8	6	5	11	7	6

Nutlast in t		6			10			12			16		
Winkel °	α	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
Vorspannkraft	μ	Anzahl der erforderlichen Zurrgurte											
S_{TF} 420 daN	0,1												
	0,3	28	19	16			27						
	0,6	6	4	4	10	7	6	12	8	7	15	10	9
S_{TF} 500 daN	0,1												
	0,3	24	16	14		26	23			27			
	0,6	5	4	3	8	6	5	10	7	6	13	9	8
S_{TF} 600 daN	0,1												
	0,3	20	13	12	33	22	19			26	23		
	0,6	4	3	3	7	5	4	8	6	5	11	7	6

Fazit der Berechnung:

- Nach der Dolezych-Einfach-Methode ist der Transport der Fertigteile mit einem Gewicht von 12 t ohne rutschhemmendes Material (z. B. Antirutschmatte) oder Formschluss in Fahrtrichtung **nicht** möglich.
- Bei den verwendeten Zurrgurten mit Langhebelratschen kann eine Vorspannkraft (S_{TF}) von 500 daN bis ca. 750 daN erreicht werden.
- Bei der Verwendung von RHM zwischen den Aufstandsflächen des A-Bockes auf dem Ladeboden und der Betonfertigteile auf dem A-Bock sind nach der Dolezych-Einfach-Methode noch mindestens
 - **5 Zurrgurte** mit einer erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) ≥ 720 daN bzw.
 - **7 Zurrgurte** mit einer erreichbaren Vorspannkraft (S_{TF}) ≥ 500 daN notwendig, um die Ladung ausreichend zu sichern.

Bei der Sicherung der Fertigteile mit Zurrgurten ist darauf zu achten, dass die Gurtbänder durch Kantenschoner/-gleiter geschützt werden, denn auch wenn die Kante mittels einer Fase angeschrägt ist, ist die Oberfläche rau und kann das Gurtband zerstören.



Bild 157: Einsatz von Kantengleitern



Bild 158: fehlendes RHM unter dem A-Bock

10.5 Ladungssicherung im Facility-Management und bei Ausbaugewerken

Bei der Objekt-, Unterhalts- oder Glasreinigung, der Pflege von Grünanlagen oder auch im Maler- und Installationshandwerk werden Leitern, Reinigungsmaschinen und Gefahrstoffe/Gefahrgüter (z. B. Reinigungsmittel, Betriebsstoffe, Farben, Verdünnung usw.) in kleinen Verpackungen (z. B. Flaschen, Sprayflaschen oder Kanister) transportiert.

Die Sicherung dieser Ladegüter in oder auf einem Pkw, Mehrzweck-Pkw oder auch Kleintransporter fachgerecht auszuführen, stellt viele Fahrzeugführer vor große Herausforderungen.



Bild 159: Reinigungsmittel gegen Umkippen im Flaschenträger transportieren



Bild 160: Flaschenträger in geeigneter Außenverpackung, **Hohlräume noch Auffüllen!**



Bild 161: Außenverpackung mit einem Umreifungsgurt (einteiliger Zurring) gesichert



Bild 162: Außenverpackung mit einem Ladungssicherungsnetz gesichert

Transport von Gefahrgütern



Bild 163: Sicherung eines Kraftstoffkanisters im Kofferraum mit einem Umreifungsgurt



Bild 164: Sicherung von Kraftstoffkanistern in Blockiereinrichtungen/Halterungen

Beim Transport von Gefahrgütern muss jeder Beteiligte am Transport, neben der Sicherung der Ladung, auch die ihn betreffenden Vorschriften der Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB) sowie das Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) beachten und einhalten. Bei Nichteinhaltung dieser Vorschriften drohen Bußgelder.

Fahrzeuge für den Transport von Gefahrgut müssen mit Einrichtungen zur Ladungssicherung so ausgestattet sein, dass die Versandstücke mit geeigneten Mitteln gesichert werden können. Die Bewegungen der Versandstücke kann z. B. durch das Auffüllen von Hohlräumen mit Hilfe von Stauhölzern oder durch Blockieren und Verspannen verhindert werden.

Die Verpackungen, z. B. Sprayflaschen müssen mit der Schutzkappe (Schutz des Ventils) und Flaschen oder Kanister müssen mit dichtschießenden Deckeln ausgestattet sein, so dass kein Gefahrgut austreten kann.

Außenverpackungen (Kartons oder Behälter) können entweder durch Blockieren, mit Ladungssicherungsnetzen oder in der Umreifung mit einem einteiligen oder zweiteiligen Zurrgurt im Kofferraum, auf der Ladefläche oder im Fahrzeugregal gesichert werden.

Nachfolgend werden positive praktische Beispiele zur Sicherung von Gefahrgütern auf Fahrzeugen im Facility-Management und bei Ausbaugewerken gezeigt.

Informationen zum Transport von Gefahrgütern finden Sie im Sonderdruck der BG BAU „Transport von Gefahrgütern – Die Kleinmengenregelung in der Bauwirtschaft“ (Abruf-Nr. 659.5) und der BG-Information „Sichere Beförderung von Flüssiggasflaschen und Druckgaspackungen mit Fahrzeugen auf der Straße“ (DGUV Information 210-001 bisherige BGI 590).



Bild 165 und 166: Sicherung einer Flüssiggasflasche mit einem Umreifungsgurt und Bordwandkrallen an der Bordwand eines Kleintransporters (Pritschenfahrzeug)



Bild 167 und 168: Sicherung von Schweißgasflaschen in einem Kastenwagen

Ladungssicherung von Reinigungs- und Unterhaltsmaschinen

Reinigungsmaschinen, wie z. B. Ein- oder Zweischeibenbohnermaschinen, Mitgänger- oder Aufsetzkehrmaschinen oder Maschinen für die Grundstückspflege, z. B. Mitgänger- oder Aufsitzrasenmäher lassen sich nur schwer im oder auf dem Fahrzeug bzw. Anhänger sichern, weil die Hersteller meistens keine Zurrpunkte an den Maschinen vorgesehen haben.

Wird zum Sichern der Maschinen das Niederzurren angewendet, besteht eventuell die Gefahr, dass die Gehäuse der Maschinen, welche zum größten Teil aus Kunststoff sind, durch die erreichbare Vorspannkraft des Zurrmittels beschädigt werden.

In diesem Kapitel werden mehrere Berechnungsbeispiele für das Niederzurren und für das Diagonalzurren angewendet.

Berechnungsbeispiele:

- Berechnungen im Niederzurrverfahren
 - nach **VDI 2700 Blatt 2:2014**
- Berechnungen im Diagonalzurrverfahren
 - mit der **Dolezych-Einfach-Methode** mit einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu = 0,4$



Bild 169: Transport eines Aufsitzrasenmähers auf einem Tandemanhänger

Was ist zu beachten beim Transport, wie kann der Fahrzeugführer diesen sichern?



Bild 170: Tandemanhänger



Bild 171: Auffahrampen auf Spurweite

Der Tandemanhänger sollte für den Transport geeignet sein. Das bedeutet, er muss eine ausreichende Nutzlast haben, mit einer ausreichenden Anzahl von Zurrpunkten und mit ausreichend breiten Auffahrampen ausgestattet sein. Die Auffahrampen müssen auf Spurbreite eingestellt und sicher arretiert sein, damit sie beim Befahren nicht vom Auflager abrutschen können.



Bild 172: nicht bestimmungsgemäße Verwendung einer Anhängerauffahrrampe am Kastenfahrzeug, nicht arretiert



Bild 173: bestimmungsgemäße Verwendung, sicher arretiert

Die zulässige Zugkraft der Zurrpunkte des Tandemanhängers und die zulässige Stützlast (hier: 100 kg) und Mindeststützlast der Zugvorrichtung des Tandemanhängers und des Zugfahrzeuges dürfen nicht überschritten werden.



Bild 174: Zulässige Zugkraft der Zurrösen



Bild 175: Zulässige Stützlast



Bild 176 und 177: Niederzurren des Aufsitzrasenmähers im Bereich der Fußbretter

Daten	
Gewicht	230 kg \approx 230 daN
$S_{TF} = 400$ daN	Die erreichbare Vorspannkraft einer Ratsche (diese Vorspannkraft muss kleiner sein als die aufnehmbare Kraft des Zurrpunktes)
$\alpha = \text{ca. } 45^\circ$	vertikaler Zurrwinkel
$\mu = 0,4$	Gleit-Reibbeiwert (gebremste saubere Gummiräder auf Siebdruckladeboden)
$k = 1,8$	Übertragungsbeiwert beim Niederzurren, bei der Verwendung von Kantengleitern oder glatter Oberfläche und nicht scharfer Kanten

Berechnung Niederzurrverfahren nach der VDI 2700 Blatt 2:2014

Hinweise zum Niederzurren siehe im Kapitel 10.1.

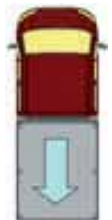
Benötigte Vorspannkraft in Fahrtrichtung

$$F_{iS_{lv}} = \frac{F_G (f_{lv} - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{230 (0,8 - 0,4 \times 1,0)}{1,8 (0,4 \times \sin 45^\circ)} = 181 \text{ daN}$$



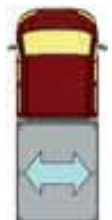
Benötigte Vorspannkraft entgegen der Fahrtrichtung

$$F_{iS_{lh}} = \frac{F_G (f_{lh} - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{230 (0,5 - 0,4 \times 1,0)}{1,8 (0,4 \times \sin 45^\circ)} = 46 \text{ daN}$$



Benötigte Vorspannkraft quer zur Fahrtrichtung

$$F_{iS_{q}} = \frac{F_G (f_q - \mu \times f_v)}{k (\mu \times \sin \alpha)} = \frac{230 (0,5 - 0,4 \times 1,0)}{1,8 (0,4 \times \sin 45^\circ)} = 46 \text{ daN}$$



Fazit:

- Zum Sichern des Aufsitzrasenmähers mit einem Gewicht von 230 kg im Niederzurrverfahren, wird ein Zurrmittel mit einer Vorspannkraft (S_{TF}) ≥ 181 daN benötigt, wenn der Aufsitzrasenmäher gegen Verdrehen gesichert ist. Ansonsten sind mindestens zwei Zurrmittel einzusetzen.
- Weiterhin ist zu beachten, dass Anbauteile am Gerät, welche z. B. nur eingehängt sind (z. B. der Fangkorb) auch gesichert werden müssen, damit sich diese beim Transport durch Straßenunebenheiten (vertikale Kräfte) nicht lösen können.



Bild 178: Sicherung des Fangkorbes am Aufsitzrasenmäher durch eine Niederzurrung

Berechnung Diagonalzurrverfahren mit der Dolezych-Einfach-Methode und einem Gleit-Reibbeiwert $\mu = 0,4$

Die Dolezych-Einfach-Methode für die Berechnung des Diagonalzurrens kann nur angewendet werden, wenn der Aufsitzrasenmäher standsicher, der Vertikalwinkel $\alpha \geq 20^\circ$ und $\leq 65^\circ$ und der Horizontalwinkel $\beta \geq 6^\circ$ und $\leq 55^\circ$ ist.

Daten	
Gewicht	230 kg \approx 230 daN
$\alpha = \text{ca. } 45^\circ$	vertikaler Zurrwinkel
$\beta = \text{ca. } 20^\circ$	Horizontaler Zurrwinkel
$\mu = 0,4$	Gleit-Reibbeiwert (gebremste saubere Gummiräder auf Siebdruckladeboden)

Gewicht der Ladung in kg	$\mu=0,1$	$\mu=0,2$	$\mu=0,3$	$\mu=0,4$	$\mu=0,5$	$\mu=0,6$
2500	4000	2500	1500	1000	750	500
2000	4000	2000	1000	750	500	500
1500	2500	1500	750	500	500	250
1000	1500	1000	500	500	250	250
500	750	500	250	250	250	250
250	500	250	250	250	250	250

4 Zurrmittel und Zurrpunkte mit einer zulässigen Zugkraft (LC) = 250 daN werden benötigt.

Fazit:

- Beim Diagonalzurren werden vier Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) im geraden Zug ≥ 250 daN bzw. zwei Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft (LC) ≥ 500 daN in der Umreifung benötigt.
- Die vorhandenen Zurrpunkte des Tandemanhängers mit einer zulässigen Zugkraft von 400 daN werden nicht überlastet.



Bild 179: Sicherung des Aufsitzrasenmähers mit zwei Umreifungen (roter Zurrgurt in Fahrtrichtung, blauer Zurrgurt entgegen der Fahrtrichtung)



Bild 180 bis 183: Detail der Umreifung (Achtung: bei scharfen Kanten Kantenschoner verwenden)

Alternativ zur Umreifung kann, wenn die Möglichkeit an der Maschine besteht, das Diagonalzurren angewendet werden. Dazu müssen ausreichend stabile Ösen vorhanden sein, in die die Zurrhaken eingehängt werden können, z. B. die Traverse für ein Schneeräumschild.



Bild 184 und 185: Nutzung der Räumschildtraverse als Zurrpunkt (Achtung: Zurrmittel müssen die gleiche Zugkraft (LC) und die gleiche Dehnung (%) aufweisen, Farbe ist nicht normt)



Bild 186 und Bild 187: In Ablagefächern unter der Ladefläche verstaute Auffahrrampen

Beim Transport auf dem Fahrzeug oder auch auf einem Anhänger müssen nicht nur die Maschinen gesichert werden, sondern auch die abnehmbaren Auffahrrampen. Diese können z. B., wenn keine anderen Verstaumöglichkeiten vom Hersteller vorgesehen sind, neben der zu transportierenden Maschine formschlüssig an der vorderen und der seitlichen Bordwand im Niederzurrverfahren gesichert werden.

Berechnung Diagonalzurrverfahren nach VDI 2700 Blatt2:2014



Bild 188: Aufsitzrasenmäher mit einem Gewicht von ca. 625 kg auf einem Tandemanhänger im Diagonalzurrverfahren gesichert



Bild 189 und 190: Diagonalzurren mit Zurrgurten, Zulässige Zugkraft der Zurrpunkte am Tandemanhänger lt. Hersteller 850 daN

Bild 191 und 192: Nutzung der **hier vorhandenen** Zurrpunkte am Aufsitzrasenmäher

Fahrzeugausrüstungsfirmen bieten branchenbezogene Transport- und Sicherungssysteme an.



Bild 193: Ausrüstung eines Fahrzeuges mit einem Ladungssicherungssystem für die Unterhaltsreinigung

Ladungssicherung auf Fahrzeugen der Bauwirtschaft



Bild 194 und 195: Details der Ausrüstung eines Fahrzeuges mit einem Ladungssicherungssystem für die Unterhaltsreinigung

Ladungssicherung von Leitern



Bild 196:
Leitertransport
auf dem Dach



Bild 197: Leitertransport auf dem Spriegelgestell

Grundsätzlich muss sich die Frage gestellt werden:
Soll der Transport der Leitern im oder auf dem Fahrzeug erfolgen?
Kurze Leitern, wie z. B. Stehleitern lassen sich im Kastenwagen stehend an der Seitenwand befestigen, lange Leitern müssen auf dem Dachträger oder Spriegelgestell des Fahrzeuges transportiert werden.



Bild198: Leitertransport auf dem Dach mit Sicherung, siehe Details



Bild 199 und 200: Details der Leitersicherung

Bei der Sicherung der Leiter auf dem Fahrzeugdach ist beim Anbringen der Sicherungselemente darauf zu achten, dass Personen nicht herunterfallen.



Bild 201 und 202: Leitersicherung auf dem Dach eines Transportfahrzeuges. Einstellen der Leiter in den Tragschlitten, Befestigung mit Zurr Gurten, Schieben des Tragschlittens auf das Dach, Einrasten in den Grundträger, Lösen der Sicherung von unten



Bild 203 und 204: Sicherung einer Leiter mittels Zurrseilen und Zurrgurten am Fahrzeugdach

11. Schlussbemerkungen / Fazit

Ladungssicherung ist keine Tätigkeit, die „mal so nebenbei“ durchgeführt werden kann. Das zu transportierende Ladegut, z. B. Großgeräte, Schalungen, Gerüste stellt häufig einen erheblichen finanziellen Wert dar, auch aus diesem Grund ist bei der Sicherung der Ladung äußerste Sorgfalt anzuwenden.

Es gibt für ein Ladegut nicht „die einzig richtige“ Methode, dieses zu sichern. Die Zusammenhänge zwischen Ladegut – Transportfahrzeug – Zurrmittel – Hilfsmittel müssen berücksichtigt werden und dann muss eine Entscheidung getroffen werden, wie die Ladungssicherung durchgeführt wird.

Insbesondere beim Räumen einer Baustelle wird die Sicherung des Ladegutes häufig dem Fahrer überlassen, da mit möglichst wenigen Fahrten alles „weg“ muss. Dabei wird die Ladungssicherung oft nicht berücksichtigt.

Ladungssicherung muss geplant werden, so sollte bei gleichartigen Transporten dem Ausführenden z. B. in Form einer Betriebsanweisung (Anhang 1) bzw. Verladeanweisung dargelegt werden, wie die Ladungssicherung durchgeführt werden muss. Weiterhin müssen die betroffenen Personenkreise die notwendigen Informationen in Form von Unterweisungen erhalten.

12. Rechtliche Grundlagen, Literatur und Hersteller zur Ladungssicherung

12.1 Vorschriften und Regeln

Die wichtigsten Vorschriften und Regeln sind nachfolgend aufgeführt:

BGV A 1	Grundsätze der Prävention
BGV D 29 DGUV Vorschrift 70	Fahrzeuge
BGI 649 DGUV Information 214-003	Ladungssicherung auf Fahrzeugen
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
VDI 2700 ff.	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen
DIN 75410 Teil 1 – 3	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen
DIN ISO 27956:2011	Ladungssicherung in Lieferwagen (Kastenwagen)
DIN EN 12195-1	Berechnung von Zurrkräften
DIN EN 12195-2	Zurrgurte aus Chemiefasern
DIN EN 12195-3	Zurrketten
DIN EN 12195-4	Zurrdrahtseile
DIN EN 12640	Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung > 3,5 t zGM
DIN EN 12642	Aufbauten an Nutzfahrzeugen > 3,5 t zGM

12.2 Literaturverzeichnis

Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen	Praxishandbuch Laden und Sichern Beladung und Ladungssicherung auf dem Nutzfahrzeug Band 1: Grundlagen der Ladungssicherung Ladungssicherung auf Fahrzeugen Ein Handbuch für Unternehmer, Einsatzplaner, Fahr- und Ladepersonal BGI 649 / DGUV Information 214-003
Dolezych	Dolezych – einfach sichern DOLECO Bestseller
ecomед Sicherheit	Ladungssicherung – Aber richtig Rechtliche Anforderungen, Sicherungsarten, Praktische Beispiele Verfasser: W. Schlobohm
GDV Dienstleistungs GmbH	Ladungssicherungshandbuch Eine Information der deutschen Transportversicherer
Resch-Verlag	Ladungssicherung Praxis der Verkehrs- u. Arbeitssicherheit Autoren: Michael Barfuß, Albert Horn
SpanSet	Ladungssicherung Leitfaden für den Anwender Autor: Alfred Lampen
Steinbruchs-Berufsgenossenschaft (jetzt BG RCI)	Arbeit und Gesundheit Basics Ladung Sichern Heft 21: BGI 597-21

12.3 Herstellerverzeichnis

Dolezych

Dolezych GmbH & Co. KG
44147 Dortmund
Tel.: 0231 818181 und/oder 8285-0
www.dolezych.de

Braun

Braun GmbH
92318 Neumarkt-Pölling
Tel.: 09181 2307-0
www.braun-sis.de

RUD

RUD-Kettenfabrik Rieger & Dietz GmbH
73428 Aalen
Tel.: 07361 5041351
www.rud.de

SpanSet









SpanSet
52531 Übach-Palenberg
Tel.: 02451 4831-0
www.spanset.de

12.4 Bildnachweis

Titelbild, Bilder 21, 66, 69 73	GWS-Schlobohm
Bild 1	Verlag Gunther Hendrich GmbH & Co. KG
Bild 2	DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfall Versicherung
Bilder 4, 6–20, 22–27, 29–43, 45–48, 51–57, 59–60, 65, 67, 70–72, 74–83, 85, 87–204	BG BAU
Bild 28	DIN EN 12 640
Bild 44	Wolfgang Jaspers
Bilder 49, 50, 60 – 62, 64, 84 und weitere Tabellen	Firma Dolezych, Dortmund
Bild 58	Firma RUD
Bild 61 – 64, 68	verschiedene Hersteller, vgl. Herstellerverzeichnis
Bilder 3, 5	fotolia.com
Bild 86 und weitere Tabellen	Braun GmbH

Anhang 1:

Betriebsanweisung

Nr.	Betriebsanweisung gemäß Arbeitsschutzgesetz, Unfallverhütungsvorschriften, weitere Regelwerke StVO, StVZO, VDI 2700 ff., BGI 649	
Gebäude: Betrieb: freigegeben (Unterschrift):	Arbeitsplatz: Tätigkeit: Erfassungsdatum:	
Anwendungsbereich		
Ladungssicherung		
Gefahren für Mensch und Umwelt		
	<ul style="list-style-type: none"> - Verrutschende, umfallende, verrollende oder herabfallende Ladung. - Umkippen des Fahrzeuges. - Außer Kontrolle geratendes Fahrzeug. 	
Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln		
   	<ul style="list-style-type: none"> - Geeignetes Transportfahrzeug auswählen. - Lastverteilungsplan beachten, zulässiges Gesamtgewicht und Achslasten einhalten. - Lademaße einhalten, ggf. besondere Kenntlichmachung des Fahrzeugs (Sondergenehmigung) - Ladungsschwerpunkt so niedrig wie möglich über der Längsmittelachse des Fahrzeugs platzieren. - Hilfsmittel zur formschlüssigen Ladungssicherung (z. B. Kanthölzer, Paletten) verwenden - Die verwendeten Zurrmittel für das Direktzurren auf eine ausreichende Zurrkraft „LC“ (Lashing Capacity) prüfen. - Die verwendeten Zurrmittel für das Niederzurren auf eine ausreichende Vorspannkraft „STF“ (Standard Tension Force = Kraft der Ratsche) prüfen. - Zurrpunkte nicht überlasten. - Ladungssicherung nach Bedarf überprüfen (ggf. Nachspannen). - Die Fahrgeschwindigkeit dem Ladegut, den Straßen- und Verkehrsverhältnissen anpassen. - Geeignete Fahrstrecke wählen. - Geeignete Be- und Entladestellen wählen. - Geeignete Körperschutzmittel bei Verladearbeiten tragen (z. B. Kopfschutz, Handschutz, Fußschutz, Warnweste). 	
Verhalten im Gefahrfall bzw. bei Störungen		Feuer: 112
	<ul style="list-style-type: none"> - Personen aus dem Gefahrenbereich weisen. - Absicherung der Unfallstelle im öffentlichen Straßenverkehr vornehmen. 	
Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe		Notruf: 112
	<ul style="list-style-type: none"> - Ersthelfer: Frau/Herr: _____ - Sofortmaßnahmen am Unfallort einleiten. - Rettungswagen/Arzt rufen. - Unternehmen/Vorgesetzten informieren. 	
Instandhaltung		
	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrzeuge regelmäßig von einer befähigten Person (Sachkundigen/Sachverständigen) prüfen lassen. - Hilfsmittel für die Ladungssicherung und Zurrmittel sind mindestens einmal jährlich von einer befähigten Person zu prüfen. - Sichtkontrolle der Zurrmittel und des Fahrzeugs vor jeder Verwendung. 	
<p>Durch die oben geleistete Unterschrift wird bestätigt, dass die Inhalte dieser Betriebsanweisung mit den betrieblichen Verhältnissen und Erkenntnissen der Gefährdungsbeurteilung übereinstimmen!</p>		

Anhang 2:

CHECKLISTE zur Ladungssicherung

1. Fahrzeug

Ist das Transportfahrzeug geeignet?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Sind die zulässige Gesamtmasse, der Lastverteilungsplan sowie die zulässigen Achslasten berücksichtigt worden?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Gereinigte (besenreine) Ladefläche?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Zurpunkte vorhanden und für die Ladung geeignet?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein

2. Ladegut

Zurpunkte vorhanden und geeignet?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Schwerpunkt bekannt?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Ist das Ladegut kippgefährdet?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Gewicht bekannt?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein

3. Ladungssicherung

Zurrgurte geprüft und Angaben auf dem Zurretikett beachtet?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Kantenschutz, Kantengleiter verwendet?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
max. Belastbarkeit der Zurpunkte eingehalten?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Wurden Ladelücken geschlossen?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein

Niederzurren

Ermittlung der notwendigen Vorspannkraft erfolgt? ja nein

Die verwendeten Zurrmittel zur Ladungssicherung haben eine ausreichende Vorspannkraft?

Die Ladungssicherung ist ausreichend. ja nein*

* Reibung ist z. B. mit RHM zu erhöhen oder stärkere Zurrmittel sind zu verwenden

Diagonal-, Schräg- bzw. Horizontalzurren

Die verwendeten Zurrmittel haben eine ausreichende Zurrkraft (L_C)?

Die Ladungssicherung ist ausreichend. ja nein*

* Reibung ist z. B. mit RHM zu erhöhen oder stärkere Zurrmittel sind zu verwenden

Das Fahr- und Verladepersonal ist unterwiesen? ja nein

4. Nach Fahrtantritt

Bei Fahrtunterbrechungen ist die Ladungssicherung zu kontrollieren ja nein

Nach Teilentladungen muss die Ladung ggf. neu gesichert werden. ja nein

Die Fahrgeschwindigkeit muss dem Ladegut, den Straßen- und Verkehrsverhältnissen angepasst werden? ja nein

Hier erhalten Sie weitere Informationen

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Berlin
Prävention

Präventions-Hotline der BG BAU: 0800 80 20 100 (gebührenfrei)

www.bgbau.de
praevention@bgbau.de



**Fachliche Ansprechpartner für Ihren Betrieb vor Ort
finden Sie im Internet unter
www.bgbau.de – Ansprechpartner/Adressen – Prävention**

Um die Kontaktdaten des Ansprechpartners der Prävention der BG BAU zu finden, können Sie ihn direkt über die Postleitzahl bzw. den Ortsnamen Ihrer Baustelle suchen.

Wenn Ihnen keine dieser Angaben vorliegt, haben Sie zusätzlich noch die Möglichkeit, sich über die Kartendarstellung zur Adresse Ihrer Baustelle „durchzuklicken“.

Auch dort finden Sie die entsprechenden Kontaktdaten.

www.ansprechpartner.bgbau.de

BG BAU
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

Anspruchpartnersuche

Prävention ASD der BG BAU Vorsitzung

Home » Prävention » nach Region

▼ nach Region (PLZ/Ort)
▶ Fachberatung (Fachbereich)

Ihre Ansprechpartner der Prävention

Um die Kontaktdaten des Ansprechpartners der Prävention der BG BAU zu finden, können Sie ihn direkt über die Postleitzahl, bzw. den Ortsnamen Ihrer Baustelle suchen.

Postleitzahl:
Ort:

Sie kennen Ihre Postleitzahl nicht?
Hier können Sie diese recherchieren.

Wenn Ihnen keine dieser Angaben vorliegt, haben Sie zusätzlich noch die Möglichkeit, sich über die Kartendarstellung zur Adresse Ihrer Baustelle "durchzuklicken". Auch dort finden Sie die entsprechenden Kontakt Daten.

**Berufsgenossenschaft
der Bauwirtschaft**

Hildegardstraße 29/30
10715 Berlin
www.bgbau.de