

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen

VDI 2700

Safety of loads on vehicles

Inhalt	Seite	Seite
Vorbemerkung	2	
1 Allgemeine Hinweise zur Beladung eines Fahrzeugs	2	
1.1 Anwendungsbereich der Richtlinie	2	
1.2 Grundregeln	2	
1.2.1 Transportfahrzeuge	2	
1.2.2 Anforderungen an das Fahrzeug	2	
1.2.3 Zulässige Gewichte und Lastverteilung ..	2	
1.3 Verhalten einer Ladung im Fahrbetrieb ..	3	
1.3.1 Erläuterungen zu den Begriffen „Masse“, „Gewicht“, „Last“, „Kraft“	3	
1.3.2 Berechnung der auf die Ladung wirken- den Kräfte	3	
2 Ladungssicherung	5	
2.1 Befestigung der Ladung	5	
2.2 Hilfsmittel zur Ladungssicherung	5	
2.3 Formschlüssige Sicherung	5	
2.4 Kraftschlüssige Sicherung	6	
2.5 Kombinierte Sicherung	6	
3 Beispiele richtiger Ladungssicherung	7	
3.1 Langgut	7	
3.1.1 Langholz	7	
3.1.2 Rohre, Stangen, Profile und Schnittholz		
3.1.3 Hallenbinder, Träger, Pfetten, Riegel, Masten	8	
3.2 Flächiges Gut	11	
3.2.1 Tafeln, Matten und Platten	11	
3.2.2 Glastafeln und Konstruktionselemente ..	13	
3.3 Güter in Rollenform	19	
3.3.1 Gewickelte Bänder (Coils)	19	
3.3.2 Papierrollen	20	
3.3.3 Spulen	22	
3.3.4 Sonstige zylindrische Ladegüter	24	
3.4 Einzelgüter	26	
3.5 Sammelpackungen und Ladeeinheiten ..	27	
3.6 Fahrzeuge	28	
3.6.1 Pkw, Kleinbusse, Nkw-Kombis auf Autotransportern	28	
3.6.2 Räder- und Kettenfahrzeuge	30	
3.7 Güter in Zusammenladung	31	
3.8 Austauschbare Ladungsträger und ihre Ladung	33	
3.9 Schüttgüter	34	

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluß Logistik
Ausschuß Ladungssicherung

VDI-Handbuch Materialfluß und Fördertechnik

Vorbemerkung

Die Aufgabe, den Straßenverkehr sicherer zu gestalten, stellt an Menschen, Fahrzeuge und Straßen hohe Anforderungen.

Eine große Bedeutung erhält damit auch die richtige Sicherung von Ladungen auf Straßenfahrzeugen, insbesondere, weil die Gefahren, die von einer unzureichenden Ladungssicherung ausgehen, vielfach nicht erkannt werden.

Im Oktober 1975 wurde erstmals die Richtlinie VDI 2700 als Gemeinschaftsarbeit von Fachleuten der Industrie, des Güterkraftverkehrs, der Berufsgenossenschaften, des TÜV sowie der Fahrzeug- und Aufbautenhersteller veröffentlicht.

Eine Neuausgabe, die tiefer in die Materie eindringt, ist nunmehr erforderlich.

Ein großer Teil der im Verkehr befindlichen Fahrzeuge verfügt noch nicht über die in der Richtlinie empfohlenen Einrichtungen zur Ladungssicherung.

Die Vielfalt der Güter und Ladungssicherungsmöglichkeiten konnte in den dargestellten Beispielen nicht immer berücksichtigt werden. Gleichwertige Ladungssicherungen oder solche, die eine bessere Sicherung erreichen, können daher ebenso eingesetzt werden.

1 Allgemeine Hinweise zur Beladung eines Fahrzeugs

1.1 Anwendungsbereich der Richtlinie

Die Richtlinie gilt für alle in Abschnitt 1.2 genannten Fahrzeuge. Die Richtlinie ist bestimmt für Fahrer, Fahrzeughalter und Verlader. Die Verantwortungsbereiche leiten sich ab aus den nationalen Vorschriften des Straßenverkehrs- und Arbeitsschutzrechts sowie aus den entsprechenden Gesetzen und Vorschriften in den europäischen Ländern. Schienen-, See- und Lufttransport sind aus dem Anwendungsbereich ausgenommen und weiteren Richtlinien und Normen vorbehalten.

1.2 Grundregeln

1.2.1 Transportfahrzeuge

Lastkraftwagen mit und ohne Anhänger (beinhaltet auch Sattelkraftfahrzeuge sowie Spezialfahrzeuge), siehe auch DIN 70 010 Teil 1.

1.2.2 Anforderungen an das Fahrzeug

Je nach Ladegut ist ein geeignetes Fahrzeug mit entsprechendem Aufbau und ggf. Ladungssicherungseinrichtungen einzusetzen.

Dabei sind beispielsweise folgende Merkmale zu beachten:

- Zurrpunkte nach DIN 75 410 Teil 1 (z. Z. Entwurf)
- Tragfähigkeit der Ladefläche (spezifische Flächenbelastbarkeit in daN/m² oder auch Punktbelastung; Herstellerangaben hierzu beachten)
- ausreichende Dimensionierung der Stirn-, Bordwände und Rungen
- Rungen müssen gegen unbeabsichtigtes Ausheben gesichert sein
- Sicherung der Verschlüsse (z. B. Türen, Bordwände) gegen unbeabsichtigtes Öffnen

1.2.3 Zulässige Gewichte und Lastverteilung

Die Ladung ist so zu verstauen, daß der Schwerpunkt der gesamten Ladung möglichst über der Längsmittellinie des Fahrzeugs liegt. Dieser Schwerpunkt ist so niedrig wie möglich zu halten. Die Beladung eines Fahrzeugs muß im Rahmen des zulässigen Gesamtgewichtes und der zulässigen Achslasten erfolgen. Auch bei Teilladungen ist eine gleichmäßige Gewichtsverteilung anzustreben, damit jede Achse etwa anteilig belastet wird. Die aus den Fahrzeugzulassungspapieren zu entnehmende Nutzlast ist zu beachten. Punktförmige Belastung der Ladefläche ist durch geeignete Lastverteilungsmaßnahmen auf das zulässige Maß zu beschränken. Ein Hilfsmittel zur Bestimmung der optimalen Lastverteilung ist der Lastverteilungsplan.

Der Lastverteilungsplan weist die für das Fahrzeug zulässige Nutzlastbegrenzung aus, damit die zulässi-

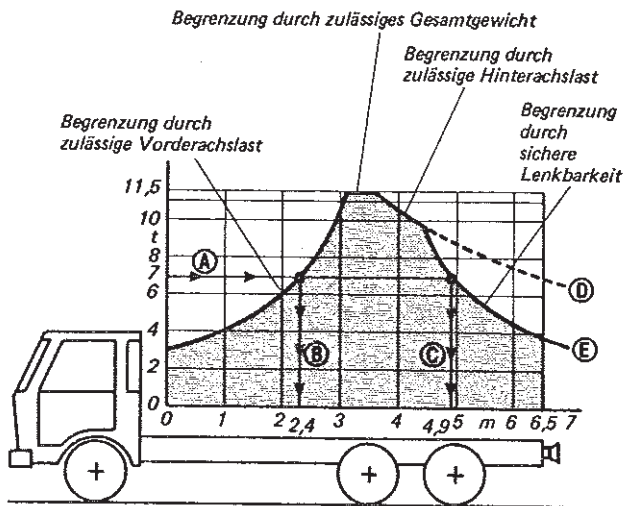


Bild 1. Lastverteilungsplan

gen Achslasten nicht überschritten werden und die Mindestlenkachslast (je nach Fahrzeugart ca. 20% bis 25% des Fahrzeugmomentangewichts) zur Gewährleistung der sicheren Lenkbarkeit des Fahrzeuges nicht unterschritten wird, Bild 1.

Die Einhaltung der Achslasten kann durch Wiegen oder – bei bekanntem Ladungsschwerpunkt – durch Berechnen, d. h. Benutzung eines Lastverteilungsplanes, vorgenommen werden. Lastverteilungspläne können bei Fahrzeug-, Aufbauherstellern oder Sachverständigen angefordert werden.

Für das in Bild 1 dargestellte fiktive Dreiachsfahrzeug wurden folgende Daten angenommen:

zulässiges Gesamtgewicht	22,0 t
maximale Zuladung	11,5 t
Fahrzeugleergewicht	10,5 t
Vorderachse unbeladen	4,5 t
max. zulässige Vorderachslast	7,0 t
Hinterachsen unbeladen	2 × 3,0 t
max. zulässige Hinterachslasten	2 × 8,0 t
Ladeflächenlänge	6,5 m

Die gerasterte Fläche im Lastverteilungsplan gibt das Feld der maximalen Zuladungsmöglichkeiten an bestimmten Stellen der Ladefläche in Abhängigkeit von der Schwerpunktlage (Gesamtschwerpunktlage) der Ladung an.

Beispiel

Mit diesem Fahrzeug soll eine Last von 7 t befördert werden, siehe dazu auch Punkt A. Der Schwerpunkt dieser Last (man folge den Pfeilen von A) darf zwischen 2,4 m (B) und 4,9 m (C) auf der Ladefläche plaziert werden.

Der gestrichelte Kurventeil D gibt an, welche Lastverteilung möglich wäre, wenn ohne Rücksicht auf die

sichere Lenkbarkeit lediglich unter Beachtung der maximal zulässigen Achslasten geladen werden könnte.

Die Kurve E zeigt die deutlich geringere Zuladungskapazität bei Berücksichtigung der Annahme, daß zur sicheren Lenkbarkeit dieses Fahrzeuges 20% der Momentanlast (Fahrzeuggewicht plus Ladungsgewicht) auf der Vorderachse liegen müssen.

Die Kurven D und E zeigen weiterhin die abnehmenden Zuladungsmöglichkeiten bei Überschreitung der rückwärtigen Ladeflächenbegrenzung – z. B. bei Transport von über die 6,5 m lange Ladefläche hinausragenden Teilen.

Hinweis: Bei nachträglichen Veränderungen am Fahrzeug, z. B. Aufbau eines Lkw-Ladekranes, kann sich der vorhandene Lastverteilungsplan ändern und muß deshalb neu bestimmt/berechnet werden.

1.3 Verhalten einer Ladung im Fahrbetrieb

1.3.1 Erläuterungen zu den Begriffen „Masse“, „Gewicht“, „Last“, „Kraft“

Die Masse einer Ladung wird durch Wägung ermittelt und in Kilogramm (kg) oder Tonnen (t) angegeben.

Die Begriffe „Gewicht“ oder „Last“ dürfen nicht mehr im Sinne einer „Kraft“ verwendet werden. Sobald z. B. eine Ladung von einer bestimmten Masse (kg) auf ein Fahrzeug abgesetzt wird, spricht man von der Gewichtskraft, mit der die Ladung auf die Ladefläche drückt.

Diese Gewichtskraft G errechnet sich aus

$$\text{Masse (kg)} \times \text{Erdbeschleunigung (m/s}^2\text{)}$$

$$G = m \cdot g$$

und wird in Newton (N) angegeben. Die Erdbeschleunigung g beträgt im Mittel 9,81 m/s² (ca. 10 m/s²).

Wählt man als Maßeinheit Dekanewton für die Gewichtskraft G (1 daN = 10 N), so läßt sich die Berechnung weiter zahlenmäßig vereinfachen. Eine Ladung mit einer Masse von 5000 kg ergibt somit eine Gewichtskraft von ca. 5000 daN.

1.3.2 Berechnung der auf die Ladung wirkenden Kräfte

1.3.2.1 Massenkraft

Die Ladung hat aufgrund der Massenträgheit (d. h. sogenannter „Trägheitskräfte“) das Bestreben, sich einer Änderung ihres Bewegungszustandes zu widersetzen. Diese sich beim Beschleunigen oder Verzögern als entgegengesetzt gerichtet ergebende Kraft, wird als Massenkraft F berechnet zu

$$F = m \cdot a$$

m Masse des Ladegutes (kg)
a Beschleunigung durch Anfahren, Bremsen oder Kurvenfahrt (m/s²)