ICS 43.080.10

VDI-RICHTLINIEN

November 2004

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen

Securing of loads on road vehicles

VDI 2700

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Frühere Ausgabe: 5.90; 11.02 Entwurf, deutsch
Former edition: 5/90; 11/02 draft, in German only

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2004

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

Inhalt Seite

Vorbemerkung . . . 3

1 Allgemeine Hinweise zur Beladung eines Fahrzeugs . . . 4
1.1 Anwendungsbereich der Richtlinie . . . 4
1.2 Grundregeln . . . 5
1.2.1 Straßenfahrzeuge . . . 5
1.2.2 Anforderungen an das Fahrzeug . . . 5
1.2.3 Zulässige Gewichte und Lastverteilung . . . 6
1.3 Verhalten einer Ladung im Fahrbetrieb . . . 8
1.3.1 Gewichtskraft des Ladegutes . . . 8
1.3.2 Kräfte auf Grund von Transportvorgängen . . . 8

2 Ladungssicherung . . . 13
2.1 Befestigung der Ladung . . . 13
2.2 Hilfsmittel zur Ladungssicherung . . . 13
2.3 Formschlüssige Sicherung gegen Rutschen und Kippen . . . 14
2.4 Kraftschlüssige Sicherung . . . 19
2.5 Kombinierte Sicherung . . . 20

3 Beispiele richtiger Ladungssicherung . . . 20
3.1 Langgut . . . 20
3.1.1 Baumstämme . . . 21
3.1.2 Stangen, Rohre, Profile, Holzstangen und -masten, Schnittholz . . . 22
3.1.3 Hallenbinder, Träger, Pfetten, Riegel, Masten . . . 24

Contents Page

Preliminary note . . . 3

1 General instructions relating to the loading of a vehicle . . . 4
1.1 Scope of the guideline . . . 4
1.2 Beasic rules . . . 5
1.2.1 Road vehicles . . . 5
1.2.2 Requirements to be met by vehicles 5
1.2.3 Premissible weights and load distribution . . . 6
1.3 Behaviour of a load while the vehicle is in motion . . . 8
1.3.1 Weight force of the loaded goods . . . 8
1.3.2 Forces occurring during transport operations . . . 8

2 Load securing . . . 13
2.1 Fixing of the load . . . 13
2.2 Load-securing aids . . . 13
2.3 Form-lock securing . . . 14
2.4 Friction-lock securing . . . 19
2.5 Combined securing . . . 20

3 Examples of proper load securing . . . 20
3.1 Long-size material . . . 20
3.1.1 Tree-trunks . . . 21
3.1.2 Rods, tubes, sections, wooden poles, sawn timber . . . 22
3.1.3 Hall trusses, girders, purlins, beams, poles . . . 24

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik

Fachbereich B6 Ladungssicherung

VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik, Band 6

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2004

Seite

3.2 Flächiges Gut . . . 26
3.2.1 Tafeln, Matten und Platten . . . 26
3.2.2 Glastafeln und Konstruktionselemente . . . 29
3.3 Güter in Rollenform . . . 35
3.3.1 Gewickelte Bänder (Coils) aus Stahl, NE-Metallen, Kunststoff, Gummi, Drahtringe (Bunde) sowie Spulen . . . 35
3.3.2 Papierrollen . . . 41
3.3.3 Spulen (Kabeltrommeln) . . . 44
3.3.4 Sonstige zylindrische Ladegüter . . . 47
3.4 Einzelgüter . . . 48
3.4.1 Fahrzeuge . . . 48
3.4.2 Hilfsmittel . . . 48
3.4.3 Verladung . . . 48
3.4.4 Ladungssicherung . . . 49
3.5 Ladungssicherung von Stückgütern . . . 49
3.5.1 Fahrzeuge . . . 50
3.5.2 Hilfsmittel . . . 51
3.5.3 Verladung . . . 51
3.5.4 Ladungssicherung . . . 51
3.6 Fahrzeuge auf Autotransportern . . . 55
3.6.1 Personenkraftwagen, Kleinbusse, leichte Nutzfahrzeuge (bis 4 t zulässiges Gesamtgewicht) auf Autotransportern . . . 55
3.6.2 Sonstige Räder- und Kettenfahrzeuge . . . 57
3.7 Austauschbare Ladungsträger und ihre Ladung . . . 58
3.7.1 Kipp- und Absetzbehälter . . . 58
3.7.2 Austauschbare Ladungsträger im Kombinierten Verkehr . . . 60
3.7.3 Sicherung der in austauschbaren Ladungsträgern befindlichen Güter . 61
3.8 Schüttgüter . . . 61
3.8.1 Fahrzeuge . . . 61
3.8.2 Ladungssicherung . . . 61
3.9 Getränketransporte . . . 62
3.9.1 Transportfahrzeuge . . . 63
3.9.2 Hilfsmittel zur Ladungssicherung . . . 64
3.9.3 Verladung . . . 64
3.9.4 Ladungssicherung . . . 65

Schrifttum . . . 66

Page

3.2 Sheet-type goods . . . 26
3.2.1 Boards, panels, mats, plates and sheets . . . 26
3.2.2 Glass panels and structural elements 29
3.3 Rolls and other cylindrical loads . . . 35
3.3.1 Coils of steel, non-ferrous metals, plastic, rubber, wire coils and drums 35
3.3.2 Paper rolls . . . 41
3.3.3 Drums (cable drums) . . . 44
3.3.4 Other cylindrical loads . . . 47
3.4 Single items . . . 48
3.4.1 Vehicles . . . 48
3.4.2 Load-securing aids . . . 48
3.4.3 Loading . . . 48
3.4.4 Load securing . . . 49
3.5 Securing of part loads . . . 49
3.5.1 Vehicles . . . 50
3.5.2 Load-securing aids . . . 51
3.5.3 Loading . . . 51
3.5.4 Load securing . . . 51
3.6 Vehicles on auto transporters . . . 55
3.6.1 Passenger cars, minibuses, light commercial vehicles (up to 4 tonnes permissible gross vehicle weight) on auto transporters . . . 55
3.6.2 Other wheeled and tracked vehicles 57
3.7 Interchangeable loading aids and their load . . . 58
3.7.1 Tipping containers . . . 58
3.7.2 Interchangeable loading aids in combined freight transport . . . 60
3.7.3 Securing of the goods contained in interchangeable loading aids . . . 61
3.8 Bulk material . . . 61
3.8.1 Vehicles . . . 61
3.8.2 Load securing . . . 61
3.9 Beverage transports . . . 62
3.9.1 Transport vehicles . . . 63
3.9.2 Load-securing aids . . . 64
3.9.3 Loading . . . 64
3.9.4 Load securing . . . 65

Bibliography . . . 66

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

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 unzureichend gesicherten Ladung 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 und 1990 überarbeitet. Eine Neuausgabe, die insbesondere aktuelle Entwicklungen im Straßenverkehr sowie der Sicherungstechnik berücksichtigt, ist nunmehr erforderlich.

Ein großer Teil der im Verkehr befindlichen Fahrzeuge verfügt derzeit noch nicht über die in der Richtlinie empfohlenen Einrichtungen zur Ladungssicherung und muss in geeigneter Weise angepasst werden.

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

Die Eignung von durch diese Richtlinie nicht geregelten Ladungssicherungshilfsmitteln/-methoden kann durch repräsentative Versuche im Einzelfall mit Dokumentation durch unabhängige Sachverständige ermittelt und nachgewiesen werden. Die so nachgeprüfte Eignung ist durch technische Informationen der Hersteller mit Hinweis auf Typ, Herstellungszeitpunkt/Seriennummer zu bestätigen.

Auf Grund der Bedeutung der Ladungssicherung für die Sicherheit im Straßenverkehr ist eine Qualifikation des verantwortlichen Personals – insbesondere des Lkw-Fahrpersonals und des Verladepersonals – erforderlich. Die Qualifikation des Ausbilders sowie die Anforderung an die Ausbildung selbst sind in Richtlinie VDI 2700 Blatt 1 beschrieben. Der Nachweis hinsichtlich Umfang und Inhalt entsprechender Unterrichtungen kann gemäß Ausbildungsnachweis Ladungssicherung (vgl. VDI 2700a) erfolgen.

Grundsätzlich sind zur Ladungssicherung herangezogene Sicherungsmittel einer jährlichen Prüfung durch eine befähigte Person zu unterziehen.

Preliminary note

The task of making road traffic safer sets high standards to be satisfied by men, vehicles and roads.

A significant issue not to be underrated among those to be handled is therefore proper securing of loads to road vehicles, all the more since dangers arising from insufficiently secured loads are often not noticed.

In October 1975, the guideline VDI 2700 was published for the first time as a joint undertaking of experts from industry, road haulage, employers' liability insurances, the German TÜV Technical Inspectorate, as well as from manufacturers of vehicles and vehicle bodies; in 1990, it was revised. A new edition with particular emphasis on recent developments in road traffic and in load-securing systems will now be required.

A major part of the vehicles on the roads does not yet have, at present, those items of equipment that have been recommended by the guideline for the purpose of securing loads, and will have to be adapted in an appropriate way.

The variety of goods and of the manners in which they are secured cannot always be considered in the examples shown. Equivalent means of securing loads, or those ensuring an even better result in safe handling, are alternatives to those described and may equally be used.

The suitability of load-securing aids and methods not covered by the present guideline can be determined and demonstrated by individual representative tests, carried out and documented by independent experts. The suitability so verified is to be certified by the manufacturers' technical information, including indication of type, time of manufacture/serial number.

Securing of loads being of the essence for safe traffic on the roads, it will be necessary to have trained personnel in charge, especially lorry drivers and any personnel dealing with loading operations. The trainer's qualification as well as requirements with regard to the contents of the training itself have been described in the guideline VDI 2700 Part 1. Scope and content of such an instruction can be documented in accordance with a "securing of loads" training certificate (cf. VDI 2700a).

As a matter of principle, any systems and devices used for the securing of loads are subject to annual inspection to be performed by a qualified person.

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2004

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. Schienen-, See- und Lufttransport sind mit Ausnahme der Transporteinheiten des kombinierten Verkehrs (vgl. VDI 2700 Blatt 7) aus dem Anwendungsbereich ausgenommen und weiteren Richtlinien und Normen vorbehalten.

Die korrekte Anwendung der in dieser Richtlinie beschriebenen technischen Regeln zur Durchführung von Ladungssicherungsmaßnahmen beseitigt das auf Grund fehlender oder unzureichend angebrachter Sicherungsmittel erkennbare Unfallrisiko.

Neben den volks- und betriebswirtschaftlichen Schäden ist insbesondere das Risiko von Personenschäden zwingend zu vermeiden. Eine Gefährdung von Personen durch unsachgemäß durchgeführte Ladungssicherung entsteht für Fahrer und unbeteiligte Verkehrsteilnehmer vorrangig beim Transport von Gütern auf Grund von wirkenden Trägheitskräften bei Änderungen der Fahrzustände.

Grundsätzlich gilt, dass jeder, der mit der Verladung von Gütern betraut ist, auch für eine sachgerechte Ladungssicherung verantwortlich zeichnet. Der Verlader, der Fahrer, der Fahrzeughalter sowie der Absender und der Frachtführer stehen somit in der Pflicht, Ladungssicherungsmaßnahmen zu ergreifen.

Das geltende Recht befasst sich z. B. in der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO), der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO), dem Handelsgesetzbuch (HGB) und den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften (UVV-BGV) nur mit allgemeinen Hinweisen zur Durchführung der Ladungssicherung, ohne konkret auf die Beschreibung der Maßnahmen hinzuweisen, die in der Richtlinienreihe VDI 2700 aufgeführt sind. Der Gesetzgeber definiert somit das Ziel und den Kreis der für die Ladungssicherung Verantwortlichen.

Bei der Frage der Haftung unterscheidet der Gesetzgeber zwischen öffentlicher und zivilrechtlicher Haftung. Mangelhafte oder fehlende Ladungssicherung gilt als Verstoß gegen die öffentlich-rechtlichen Vorschriften, der auch dann zur Verhängung eines Bußgeldes führen kann, wenn kein direkter Schaden entstanden ist. Eine zivilrechtliche Haftung setzt einen durch die Handlungen des Verantwortlichen verursachten Personen- oder Sachschaden voraus.

Die Richtlinien der Reihe VDI 2700 sind „Anerkannte Regeln der Technik“ und somit die technisch anerkannten Standards zur Ladungssicherung. Sie werden im Streitfall als maßgebende Richtlinien vor Gericht herangezogen.

1 General instructions relating to the loading of a vehicle

1.1 Scope of the guideline

The guideline is applicable to all vehicles listed in Section 1.2. The guideline is meant for drivers, vehicle owners, and loaders. Rail, sea, and air freight have, apart from units of combined freight transport (cf. VDI 2700 Part 7) been excepted from the present guideline's scope and will be included in other guidelines and standards.

Correct application of the present guideline's technical rules to the performance of load-securing measures will eliminate the risk of occurrence of an accident arising from any missing or insufficiently fixed load-securing device.

Apart from the risk of economic and commercial damage, it is the risk of bodily harm that is to be positively avoided. Situations in which drivers and uninvolved road-users are put in danger by goods improperly secured during transport mostly occur as a result of the inertial forces acting when driving conditions change.

On principle, everyone entrusted with loading (and unloading) goods is also responsible for proper securing of the goods. The loader, the driver, the vehicle owner as well as the consignor and the carrier are thus required to take load-securing measures.

The established law, for instance, in its Road Traffic Regulations (StVO), its Road Licensing Regulations (StVZO), its Commercial Code (HGB) and in its rules for the prevention of accidents issued by the employers' liability insurances (UVV-BGV) merely deals with general instructions how to secure loads without making direct reference to the measures described in the guidelines of the series VDI 2700. The legislator thus defines the aim, and the circle of those being responsible for load securing.

In matters of liability, the legislator distinguishes between public and civil (or private) liability. Faulty or missing load securing is regarded as an offence against regulations under public law, which, even in cases where no direct damage is found, may be fined. Private liability (under civil law) takes effect in cases of physical injury or damage to property caused by the responsible person's acts.

The guidelines VDI 2700 are "acknowledged rules of technology“ and thus state-of-the-art standards for load securing. They would be quoted as ruling guidelines in court.

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

Grundsätzlich ist der Qualitätsgedanke im Bereich der Ladungssicherung von entscheidender Wichtigkeit. Die Richtlinie VDI 2700 Blatt 5 trägt diesem Gedanken mit einer Vielzahl an Hinweisen zur Organisation, zu den einzelnen Bestandteilen (Ladung, Fahrzeuge, Hilfsmittel und Personal), zum Ablauf der Durchführung von Ladungssicherungsmaßnahmen sowie zur Integration und Dokumentation dieser Maßnahmen Rechnung.

Zur Darstellung von Sonderfällen bzw. besonderer Produktgruppen wird auf die entsprechenden Blätter der Richtlinie verwiesen.

1.2 Grundregeln

1.2.1 Straßenfahrzeuge

Im Rahmen dieser Richtlinie werden Lastkraftwagen mit und ohne Anhänger (beinhaltet auch Sattelkraftfahrzeuge sowie Spezialfahrzeuge) betrachtet (vgl. DIN 70 010).

1.2.2 Anforder4ungen an das Fahrzeug

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

Um greifbare Werte für die erforderliche Ladungssicherung zu Grunde legen zu können, sollten nach Möglichkeit Fahrzeuge nach den geltenden Regeln der Technik ausgerüstet sein. Dabei sind im Wesentlichen folgende Punkte zu beachten:

- Tragfähigkeit der Ladefläche (spezifische Flächenbelastbarkeit in daN/m^2 oder auch Punktbelastung nach Herstellerangaben)
- Zurrpunkte an Fahrzeugen mit Pritschenaufbauten gemäß Vorgaben der DIN EN 12 640 und DIN 75 410-1 für Fahrzeuge bis 3,5 t zulässiger Gesamtmasse
- Ladungssicherung in Kastenwagen gemäß Vorgaben der DIN 75 410-3
- Aufbaufestigkeiten von Wechselbehältern des Kombinierten Verkehrs gemäß Vorgaben der DIN EN 283
- Zurrpunkte an Wechselbehältern des kombinierten Verkehrs gemäß Vorgaben der DIN EN 284/A1 (für Wechselbehälter der Klasse C) oder der DIN EN 452/A1 (für Wechselbehälter der Klasse A)
- Aufbautenfestigkeiten (Stirn- und Seitenwände von Fahrzeugen mit Kofferaufbauten, mit offenen Aufbauten mit oder ohne Plane oder mit seitlichen Schiebeplanen/Curtainsider) gemäß Vorgaben der DIN EN 12 642

Quality awareness in the field of load securing is essential as a matter of principle. The guideline VDI 2700 Part 5 takes into account this requirement for quality awareness by giving ample information and instructions relating to organisation, individual items to be considered (loads, vehicles, aids and personnel), the sequence of measures to be taken and jobs to be performed in order to obtain proper load securing as well as integration and documentation of such measures.

For details of special cases and particular product groups, readers are referred to the relevant parts of the guideline.

1.2 Basic rules

1.2.1 Road vehicles

This guideline deals with lorries with and without trailers, (also including semitrailers and special vehicles), cf. DIN 70 010.

1.2.2 Requirements to be met by vehicles

The vehicle chosen and its body structure shall be appropriate for the goods to be loaded, and shall be equipped with load-restraint assemblies, as and where required.

In order to be able to base any load-securing action that might be required on tangible values, vehicles should, if possible, be provided with equipment in accordance with the acknowledged rules of technology. Essentially, the following is to be noted:

- Carrying capacity of the load platform (carrying capacity per unit area in daN/m^2 or (optionally) point load as per manufacturer's specifications)
- Lashing points on vehicles with flat-bed bodies as per DIN EN 12 640 and DIN 75 410-1 for vehicles of up to 3,5 tonnes permissible gross vehicle weight
- Securing of loads in cargo minivans in accordance with the specifications of DIN 75 410-3
- Structural strengths of swap bodies of combined freight transport as per DIN EN 283
- Lashing points on swap bodies of combined freight transport as per DIN EN 284/A1 (presently at draft stage) (for swap bodies of class C) or as per DIN EN 452/A1 (presently at draft stage) (for swap bodies of class A)
- Strengths of body structural units (headboards and sideboards of vehicles with box-type bodies, with open bodies with or without tarpaulin or with side curtains (curtain siders)) as per DIN EN 12 642

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2004

- Festigkeit von Zurrpunkten und Aufbauten von Spezialfahrzeugen (z.B. für den Transport schwerer Einzellasten) entsprechend den zu erwartenden Belastungen (üblicherweise höher als in den Normen für übliche Nutzfahrzeuge)
- Sicherung von Aufbauverschlüssen (z.B. Bordwände und Türen) gegen unbeabsichtigtes Öffnen (vgl. BGV D 29)
- Sicherung von Rungen gegen unbeabsichtigtes Ausheben (vgl. BGV D 29)
- Zurrwinden an Fahrzeugaufbauten gemäß Vorgaben der Unfallverhütungsvorschrift BGV D 8

- Strength of lashing points and of body structures of special vehicles (e.g. for transport of heavy-weight concentrated loads) corresponding to the loads to be expected (usually higher than those specified by the standards for ordinary commercial vehicles)
- Securing of locks provided on body structures (e.g. sideboards and doors) against unintentional opening (cf. BGV D 29)
- Securing of stanchions against unintentional lifting-out (cf. BGV D 29)
- Lashing winches on vehicle bodies as per the rules for the prevention of accidents BGV D 8

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 anteilig belastet wird. Die aus den Fahrzeugzulassungspapieren zu entnehmende Nutzlast ist zu beachten. Punktförmige Belastungen der Ladefläche sind durch geeignete Lastverteilungsmaßnahmen auf das zulässige Maß zu beschränken. Ein Hilfsmittel zur Bestimmung der optimalen Lastverteilung ist der Lastverteilungsplan (vgl. VDI 2700 Blatt 4).

Der über der Ladefläche dargestellte Kurvenverlauf eines Lastverteilungsplanes stellt in seinen vier Abschnitten von vorne nach hinten betrachtet dar, wie eine Lastverteilung (vgl. Bild 1) auszusehen hat, abhängig von den vier Kriterien zur Einhaltung der:

- zulässigen Vorderachslast
- zulässigen Nutzlast
- zulässigen Hinterachslast
- Mindestlenkachslast zur sicheren Lenkbarkeit eines Fahrzeugs (je nach Fahrzeugart ca. 20 % bis 35 % des Fahrzeugmomentangewichts)

Die Einhaltung der Achslasten kann durch Wiegen oder – bei bekanntem Ladungsschwerpunkt – durch Berechnen, das heißt Benutzung eines Lastverteilungsplanes, vorgenommen werden. Lastverteilungspläne können bei Fahrzeug- oder Aufbautenherstellern angefordert werden.

1.2.3 Permissible weights and load distribution

The goods are to be stowed in such a manner that the centre of gravity of the entire load is, if possible, above the longitudinal centreline of the vehicle. This centre of gravity is to be kept at as low a height as possible.

The vehicle must be loaded to the extent as permitted by the permissible gross vehicle weight and the permissible loads per axle.

Uniform distribution of the weight shall also be aimed at whenever the load platform is only partially occupied so as to achieve uniform loading of all axles. The useful load specified in the vehicle's registration book must be observed. Point loads on the load platform shall be restricted to the maximum permissible value by distributing the weights as appropriate. A scheme helps with determining the optimum distribution of the cargo weight (cf. VDI 2700 Part 4).

The curve for an ideal weight distribution over the load platform shows in its four sections, from the front to the rear end, what a load distribution scheme (cf. Figure 1) should look like, as a function of the four criteria to be satisfied, namely:

- permissible front axle load
- permissible useful load
- permissible rear axle load
- minimum steering axle load for reliable steering behaviour of the vehicle; (depending on the type of vehicle, this would amount to approx. 20 % to 35 % of the actual vehicle weight)

Axle loads are kept within their admissible ranges by means of weighing or – if the load centre of gravity is known – by calculation, i.e. by using a load distribution scheme. Load distribution schemes are available from vehicle or vehicle body manufacturers on request.

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

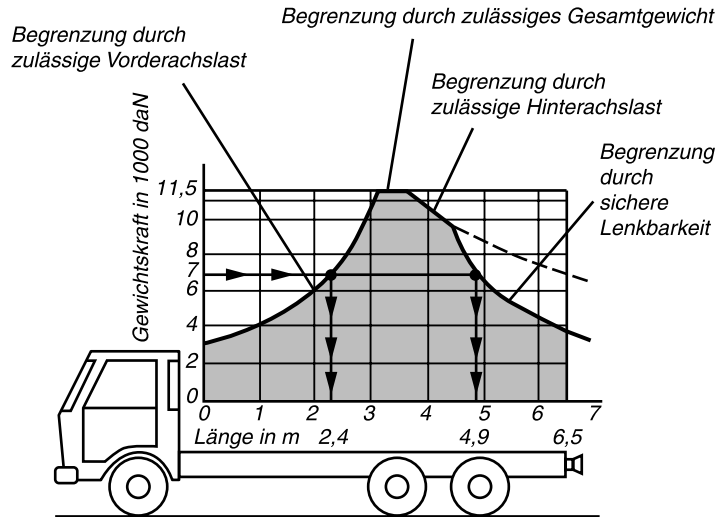

Bild 1. Lastverteilungsplan

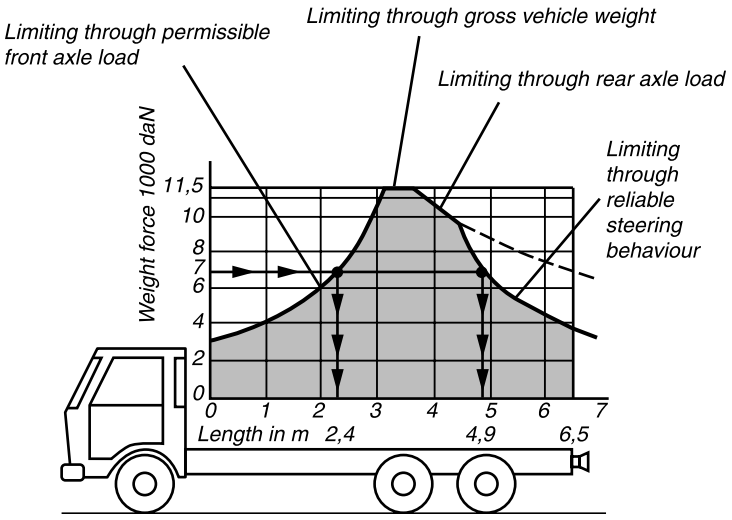

Fig. 1. Load distribution scheme

Die gerasterte Fläche im Lastverteilungsplan (Bild 1) gibt das Feld der maximalen Zuladungsmöglichkeiten an bestimmten Stellen der Ladefläche in Abhängigkeit von der Schwerpunktlage (Gesamtschwerpunktlage) der Ladung an.

1.3 Verhalten einer Ladung im Fahrbetrieb

1.3.1 Gewichtskraft des Ladegutes

Die Masse einer Ladung wird durch Wägung ermittelt und in Kilogramm (kg) oder Tonnen (t) angegeben. Die Begriffe „Gewicht“ oder „Last“ dürfen nicht 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.

The grey area within the grid pattern in the load distribution scheme (Figure 1) shows the maximum payloads at specific points on the load platform as a function of the position of the centre of gravity (position of the overall centre of gravity) of the load.

1.3 Behaviour of a load while the vehicle is in motion

1.3.1 Weight force of the loaded goods

The mass of a load is determined by weighing, and it is indicated in kilograms (kg) or tonnes (t). The term ”weight“ or ”load“ must not be used in the sense of a ”force“. As soon as, e.g., a load of a certain mass (kg) is placed on a vehicle, it is referred to as the weight force by which the load exerts pressure on the load platform.

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2004

Die Gewichtskraft F_G errechnet sich aus Masse m multipliziert mit der Erdbeschleunigung g und ist zum Erdmittelpunkt gerichtet.

$$F_G\,(\mathrm{N}) = m\,(\mathrm{kg}) \cdot g\,(\mathrm{m/s^2})$$

Die Erdbeschleunigung g beträgt im Mittel 9,81 m/s^2 (vereinfacht ca. 10 m/s^2).

Wählt man als Maßeinheit Deka-Newton für die Gewichtskraft F_G (1 daN = 10 N), so lässt sich die Berechnung weiter zahlenmäßig vereinfachen. Eine Ladung mit einer Masse von beispielsweise 5000 kg ergibt somit eine Gewichtskraft von ca. 5000 daN.

1.3.2 Kräfte auf Grund von Transportvorgängen

Bei Transportvorgängen wirken auf die gesamte Ladung sowie auf einzelne Ladegüter unterschiedliche Kräfte, von denen für die Ladungssicherung insbesondere die Massen- und Reibungskräfte zu berücksichtigen sind.

1.3.2.1 Massen- bzw. Trägheitskraft

Die Ladung hat auf Grund der Massenträgheit (das heißt so genannter „Trägheitskräfte“) das Bestreben, sich einer Änderung ihres Bewegungszustandes zu widersetzen. Diese der Beschleunigung beim Anfahren, bei Kurvenfahrt und beim Bremsen entgegengerichtete Kraft wird als Massenkraft F bezeichnet. Die Ladung hat infolgedessen das Bestreben, sich relativ zur Ladefläche zu verschieben oder zu kippen.

Der Angriffspunkt für die Massenkräfte liegt im Schwerpunkt der Ladung bzw. der Ladegüter.

Um der Ladung die Möglichkeit zu nehmen, relativ zur Ladefläche in Bewegung zu geraten, ist die Ladung zu sichern.

Massenkraft bei geradliniger Bewegung

Die Massenkraft F errechnet sich aus Masse m des Ladegutes multipliziert mit der Beschleunigung a des Fahrzeugs (Beschleunigung bzw. Bremsen) und wirkt in bzw. entgegen der Bewegungsrichtung des Fahrzeugs.

$$F\,(\mathrm{N}) = m\,(\mathrm{kg}) \cdot a\,(\mathrm{m/s^2})$$

Der zeitliche Verlauf der auf das Ladegut einwirkenden Beschleunigung nach Größe und Richtung ergibt sich direkt aus dem Bewegungsablauf des Fahrzeuges, bezogen auf den Ladeschwerpunkt.

The weight force, F_G, is calculated by multiplying the mass, m, by the acceleration due to gravity, g; it is directed towards the centre of the earth.

$$F_G\,(\mathrm{N}) = m\,(\mathrm{kg}) \cdot g\,(\mathrm{m/s^2})$$

The acceleration due to gravity, g, amounts to an average of 9,81 m/s^2 (simplified approx. 10 m/s^2).

By choosing the unit deca-Newton for the weight force, F_G (1 daN = 10 N), the numerical calculation can be further simplified. A load with a mass of, e.g., 5000 kg would result in a weight force of approx. 5000 daN.

1.3.2 Forces occurring during transport operations

While goods are being transported, various forces are acting on the overall load, as well as on individual items of this load, of which inertial and friction forces are to be particularly considered for load securing.

1.3.2.1 Inertial force

As a result of its mass inertia (i.e. as a result of so-called ”inertial forces“), the load has a tendency to resist any change to its state of motion. This force acting in opposite direction of acceleration during starting, cornering and braking is termed inertial force, F. Consequently, the load tends to shift or tilt relative to the load platform.

The point of application of the inertial forces lies in the centre of gravity of the load or of the cargo units.

Load securing is required in order to prevent any movement of the load relative to the load platform.

Inertial force occurring during linear motion

The inertial force, F, is calculated by multiplying the mass, m, of the goods by the acceleration, a, of the vehicle (acceleration or braking); it acts either in the direction of motion of the vehicle, or opposite to it.

$$F\,(\mathrm{N}) = m\,(\mathrm{kg}) \cdot a\,(\mathrm{m/s^2})$$

The acceleration and its direction, as a function of time, acting upon the goods, result directly from the vehicle’s movements relative to the centre of gravity of the load.

This is a preview. Click here to purchase the full publication.