

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen
Rutschhemmende Materialien
Securing of loads on road vehicles
Slip-inhibiting materials

VDI 2700
Blatt 15 / Part 15

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.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	4	1 Scope	4
2 Begriffe	4	2 Terms and definitions	4
3 Abkürzungen	6	3 Abbreviations	6
4 Allgemeines	7	4 General comments	7
5 Rutschhemmende Werkstoffe	7	5 Slip-inhibiting materials	7
6 Anti-Rutsch-Matten (ARM) mit Hohlraumanteil	9	6 Anti-slip mats with hollow air spaces	9
7 Anti-Rutsch-Matten aus Vollmaterial	15	7 Anti-slip mats made of solid material	15
8 Rutschhemmend beschichtetes Fasermaterial (Filz)	19	8 Fibre material (felt) with slip-inhibiting coating	19
9 Rutschhemmend beschichtete Vollpappe	22	9 Solid cardboard with slip-inhibiting coating	22
10 Rutschhemmend beschichtete Well- pappe oder Pappe mit innenliegendem Trägermaterial aus Kunststoffen	24	10 Corrugated cardboard with slip- inhibiting coating or cardboard with internal plastics substrate	24
11 Beidseitig rutschhemmend beschichtetes Gewebe	27	11 Fabric with slip-inhibiting coating on both sides	27
12 Textile Gewebeprodukte, beidseitig rutschhemmend ausgerüstet	30	12 Woven textile products, treated on both sides with slip-inhibiting coating	30
13 Rutschhemmende Bodenbeläge	33	13 Slip-inhibiting floor coverings	33
14 Prüfung und Zertifizierung von RHM	35	14 Inspection and certification of slip- inhibiting materials	35
Schrifttum	36	Bibliography	36

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik
Fachbereich B6 Ladungssicherung

VDI-Handbuch Ladungssicherung
VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik, Band 6: Verpackungstechnik

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere das des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechtes und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2700.

Einleitung

Bei der Durchführung einer geeigneten Ladungssicherung ist Reibung als Widerstandskraft gegen das Verschieben eines Körpers (Ladung) auf seiner Unterlage (Ladungsträger, Ladefläche) bzw. zwischen einzelnen Ladungsteilen, die kennzeichnende Größe.

Um die Dynamik von Transportvorgängen praxisgerecht zu erfassen, wird bei der Beurteilung der Ladungssicherung nicht die Haftreibung, sondern die Gleitreibung berücksichtigt (siehe auch VDI 2700, Abschnitt 1.3.2.2). Vertikal wirkende Massenkräfte während des Transports, hervorgerufen durch z. B. Unebenheiten der Fahrbahn, können z. B. die durch das Gewicht der Ladung wirkende Normalkraft (Anpresskraft) beeinflussen. Es hat sich gezeigt, dass die vertikale Anpresskraft und somit auch die wirksame Reibung ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen kurzzeitig gegen null gehen kann. Auch aus diesem Grund ist eine Ladungssicherung ausschließlich über Reibung nicht ausreichend. Es müssen daher immer zusätzliche Maßnahmen (z. B. zusätzlicher Kraftschluss oder Formschluss) zur Ladungssicherung getroffen werden, um den Kontakt der Reibungspartner (Ladung/Ladefläche) in jeder Fahrsituation aufrecht zu halten.

Die Höhe des Reibungswiderstands wird bei der praktischen Anwendung mithilfe des Reibbeiwerts (Reibungszahl) μ bestimmt. Die Kenntnis dieses Werts ist unbedingt erforderlich bei der Festlegung notwendiger Ladungssicherungsmaßnahmen sowie bei der Ermittlung der Sicherungskräfte. Der Reibbeiwert μ errechnet sich als Quotient der im Ver-

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi-richtlinien.de).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at www.vdi.de/2700.

Introduction

When securing a load properly, the defining variable is dynamic friction as a force which resists any movement of a body (load) on the surface upon which it rests (load carrier, loading surface) or the friction between individual parts of a load.

If the dynamics of transportation processes are to be assessed in a way that reflects practical reality, any evaluation of how a load is secured will take into consideration the dynamic (or kinetic) friction rather than the static friction (see also VDI 2700, Section 1.3.2.2). Vertically acting inertial forces during transportation, which are – amongst other things – caused by uneven road surfaces can e.g. influence the normal force (contact pressure) acting through the weight of the load. Experience has shown that the vertical contact pressure, and thus the effective friction, can briefly approach zero if no additional measures of load securing are taken. Also for this reason, securing a load by means of friction exclusively is not adequate. Therefore, additional measures (such as added friction locking or mechanical interlocking) will always need to be taken to secure a load in order to maintain the contact between the frictional elements (load/loading surface) in all driving situations.

In practical use, the level of frictional resistance is determined by the coefficient of friction μ . Determining this value is absolutely essential when identifying what load-securing measures will be necessary, and also when calculating the load-securing forces. The coefficient of friction μ is computed by the quotient of the values for the fric-

such auf ebener Fläche gemessenen Werte von Reibungskraft F_R zu Gewichtskraft F_G .

Rutschhemmende Materialien nach dieser Richtlinie haben einen definierten Reibbeiwert. Kraftschlüssige Sicherungsmethoden wie z.B. das „Niederzurren“ sind in Kombination mit hohen Reibbeiwerten besonders effizient.

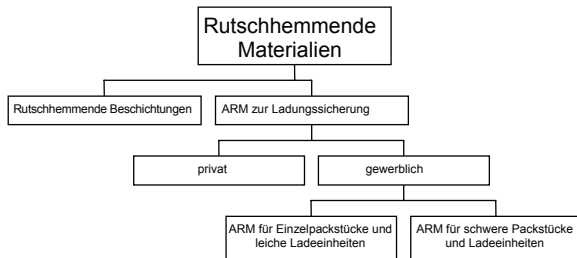


Bild 1. Systematik rutschhemmender Materialien

Reibung und Ladungssicherung

Die Ursachen der Reibung und ihre Einflussfaktoren stehen bei der Festkörpermechanik nicht im Zentrum der Betrachtungen.

Dies ist im Bereich der Ladungssicherung jedoch gänzlich anders. Aufgrund sicherheits-, aber auch kostenrelevanter Aspekte, sind für die Ladungssicherung gerade die für eine anforderungsgerechte optimierte Auslegung geeigneter Mittel relevanten Faktoren - bezogen auf den jeweiligen Anwendungsfall - zu betrachten. Umfangreiche Untersuchungen bestätigen, dass die Reibung eine Funktion vieler Variablen ist:

$$\mu = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Zu diesen Variablen zählen beispielsweise:

- Oberflächenrauigkeiten von Ladegut und Lade-
fläche
- Welligkeit oder Profilierung der Oberflächen
von Ladegut- und Lade-
fläche
- Festigkeit der jeweiligen Materialien
- Verhältnis zwischen den vertikal wirkenden
Kräften und den Kontaktflächen von Ladegut
und Lade-
fläche
- Größe und Art vorhandener Verschiebe- bzw.
Bewegungskräfte
- Größe und Art von dynamischen Stößen und
Schwingungen in horizontaler und vertikaler
Richtung
- Vorhandensein von gleitfördernden Mitteln
- Temperatur im Laderaum

tional force F_R and the weight force F_G measured in lab testing on a level surface

All slip-inhibiting materials in this guideline have a clearly defined coefficient of friction. Frictional locking methods of securing loads such as ‘frictional lashings’ are particularly effective in combination with high coefficients of friction.

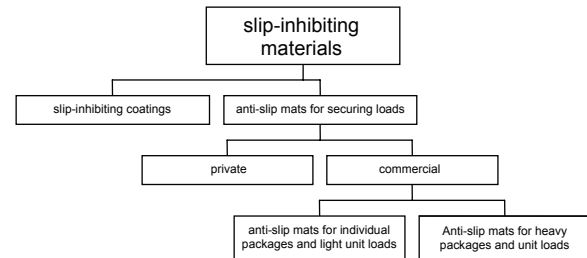


Figure 1. Classification of slip-inhibiting materials

Friction and load securing

The focus of interest in the field of solid state mechanics is not on the causes of friction and their determining factors.

This is entirely different in the field of load securing. Due to safety and cost aspects, consideration must be given precisely to those factors that are relevant for an optimized design of suitable methods of load securing which meet the requirements of the particular application. Extensive research does confirm that friction is a function of a large number of variables:

$$\mu = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

These variables may include, for example:

- surface roughness of the cargo and loading
surface
- undulations or profiling of the cargo surfaces
and loading surface
- tensile strength of the relevant materials
- relation between the vertically acting forces
and the contact surfaces of the cargo and load-
ing area
- magnitude and type of the dislocating forces or
movement forces present
- magnitude and type of dynamic impacts and
vibrations on the horizontal and vertical axes
- existence of items which may encourage slip-
ing
- temperature in the cargo space