

Reibung als Basis der Ladungssicherung

Wie groß der Aufwand ist, den man betreiben muss, um seine Ladung ausreichend zu sichern, ist ganz entscheidend von einem Faktor abhängig – von der Reibungskraft.

Bei der Reibungskraft handelt es sich – wissenschaftlich betrachtet – um das Produkt aus dem Gleit-Reibbeiwert und der Gewichtskraft ($F_R = \mu_D \times F_G$). Was heißt das? Ganz einfach gesagt Folgendes: Die Reibungskraft ist die natürliche Ladungssicherung, denn sie ist von dem Moment an da, in dem die Ladung auf der Ladefläche steht. Diese Reibung zwischen den Materialien erschwert der Ladung das Rutschen und hält sie zu einem gewissen Teil an ihrem Platz. Wie viel Prozent der Ladungssicherung durch die Reibung geleistet werden kann, hängt unter anderem von den Materialien, also z.B. der Ladefläche und der Ladung ab.

Mikroverzahnung

Was aber ist die Reibung? Kein Material ist absolut glatt und jede Oberfläche hat Vertiefungen und Erhöhungen, die man aber oft nicht sofort erkennen kann. Bei der Beladung wird die Ladung durch ihr Gewicht auf die Ladefläche gedrückt, dabei greifen diese beiden Oberflächen ineinander und es entsteht eine „Mikroverzahnung“. Diese hält als Reibungskraft die Ladung auf der Ladefläche fest, jedenfalls so lange bis z.B. in einer Kurve die Fliehkraft stärker ist und die Ladung ins Rutschen gerät.

Jetzt ist klar, je größer die Reibung, desto weniger muss die Ladung zusätzlich gegen Verrutschen gesichert werden. Wie viel Ladungssicherung durch die Reibung tatsächlich geleistet werden kann, hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Der Gleit-Reibbeiwert μ_D

Dieses Wort geht schwer über die Lippen, allerdings sind die Alternativen, wie z.B. Reibungskoeffizient oder Reibungszahl, auch nicht verständlicher. Die Erklärung hingegen ist recht einfach, denn jedes Material und jede

Oberfläche hat eine individuelle Struktur. Diese Oberflächenstruktur kann sehr unterschiedlich sein, auch wenn es sich um dasselbe Material handelt. So ist z.B. eine Spanplatte wesentlich glatter als ein sägeraues Kantholz.

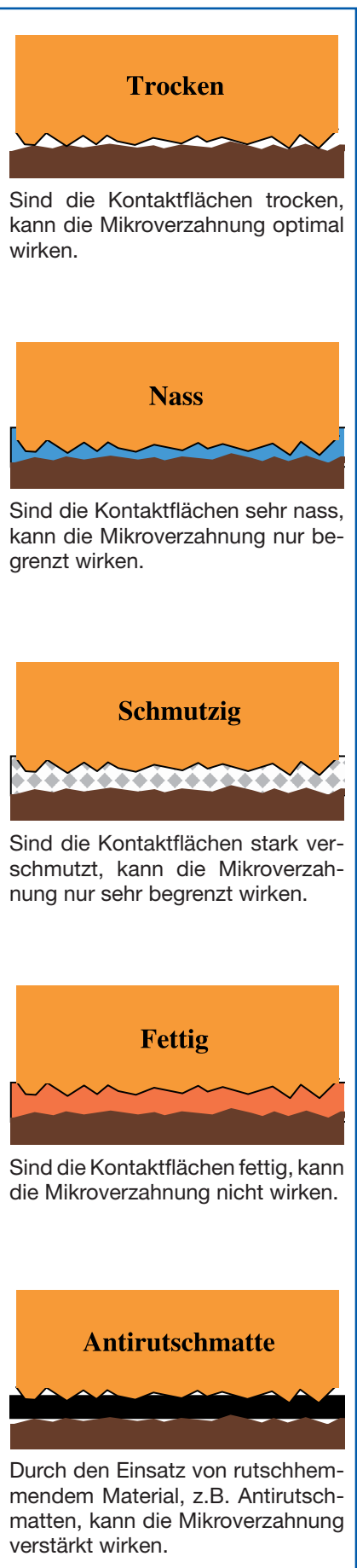
Ein anderes Beispiel beschreibt das gleiche Phänomen: Wer zum Tanzen geht, sollte Schuhe mit einer glatten Ledersohle anziehen, denn eine Gummisohle erschwert jede Drehung. Was beim Tanzen stört, macht bei der Ladungssicherung Sinn, denn alles, was das Rutschen der Ladung erschwert, bringt Sicherheit.

Der Gleit-Reibbeiwert μ (sprich mü) bezeichnet grundsätzlich eine Materialpaarung, z.B. eine Holzpalette auf einem Siebdruckboden oder ein Pappkarton auf einer Holzpalette. Er bezieht sich dabei auf die Fahrsituation, denn hier befindet sich die Ladung immer in leichter Bewegung, deshalb steht μ_D für den dynamischen (sprich Gleit-Reibbeiwert). Je größer der Gleit-Reibbeiwert, desto weniger muss die Ladung zusätzlich gegen Verrutschen gesichert werden.

Die Oberflächen

Der Gleit-Reibbeiwert ist allerdings entscheidend davon abhängig, ob die Oberflächen besenrein, trocken, nass, schmutzig oder gar fettig sind. Trockene und besenreine Flächen haben die höchsten Gleit-Reibbeiwerte, bei nassen Flächen sind diese Werte bei gleichen Materialpaarungen oft wesentlich geringer. Zwischen stark verschmutzten oder fettigen Oberflächen ist die Reibungskraft kaum oder gar nicht wirksam.

Der Gleit-Reibbeiwert gilt nur für besenreine Ladeflächen, deshalb sollte man zur eigenen Sicherheit immer für eine „den Umständen entsprechend“ saubere Ladefläche sorgen und die Ladefläche regelmäßig fegen.





Der Schmutz auf der Ladefläche wirkt wie ein Kugellager unter der Ladung.



Dieser Zustand lässt sich kaum ändern, hier ist fast keine Reibung mehr vorhanden.



Der Besen gehört zu den wichtigsten Hilfsmitteln zur Ladungssicherung.

Klare Vorgaben

Die Vorgaben der Normen und Richtlinien sind klar. In Fahrtrichtung ist die Ladung mit 80% ihres Gewichtes, zu den Seiten und nach hinten mit 50% ihres Gewichtes zu sichern. Die Reibung kann als natürliche Sicherung einen Teil davon übernehmen.

Ein Gleit-Reibbeiwert von $\mu_D = 0,1$ entspricht 10% Ladungssicherung durch Reibung, während bei einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu_D = 0,5$ schon 50% des Ladungsgewichtes durch Reibung gesichert sind.

Die restliche noch erforderliche Sicherungskraft, bis die geforderten Werte (80% nach vorn bzw. 50% zur Seite und nach hinten) erreicht sind, hat als Maßnahme zur Ladungssicherung gesondert zu erfolgen.

Beispiel aus der Praxis

Wie gravierend sich der Gleit-Reibbeiwert auf die noch erforderliche La-

dungssicherung auswirkt, soll anhand einer Beispielladung erläutert werden.

Betrachtet wird eine Ladung mit einem Gewicht von 24 Tonnen (24.000 daN) und einer Länge von 13 Metern. Die Ladung ist direkt an die Stirnwand des Sattelanhängers geladen und die Ladungssicherung erfolgt durch Niederzurren mit Zurrgurten. An jedem Zurrgurt befindet sich eine Langhebelratsche, deren Vorspannkraft (S_{TF}) jeweils 500 daN beträgt. Der Zurrwinkel α – gemessen zwischen der Ladefläche und dem Zurrgurt – liegt bei etwa 90° .

Berechnet wird die Sicherung zu den Seiten und nach hinten, die 50% des Ladungsgewichtes, von hier 12.000 daN (12 Tonnen) entsprechen muss.

- Bei einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu_D = 0,1$ wird die Ladung mit 10% ihres Gewichtes durch die Reibungskraft gegen Rutschen gesichert. Die noch verbleibende Sicherungskraft, die 40% des Ladungsgewichtes entspricht, muss zusätzlich aufgebracht werden. Zur Sicherung durch Niederzurren sind hier 128 (in Worten einhundertachtundzwanzig) Zurrgurte erforderlich.
- Bei einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu_D = 0,2$ wird die Ladung mit 20% ihres

Gewichtes durch die Reibungskraft gegen Rutschen gesichert. Zur Sicherung durch Niederzurren sind jetzt noch 48 Zurrgurte erforderlich.

- Bei einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu_D = 0,3$ sind zur Sicherung durch Niederzurren immer noch 22 Zurrgurte erforderlich.
- Bei einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu_D = 0,4$ sind nur noch 8 Zurrgurte erforderlich.
- Bei einem Gleit-Reibbeiwert von $\mu_D = 0,5$ sind rechnerisch keine Zurrgurte mehr erforderlich. Die Ladung ist aber noch gegen „wandern“ auf der Ladefläche zu sichern, was durch Niederzurren mit einigen Zurrgurten erreicht werden kann.

Bei der Betrachtung der Berechnungen ist klar geworden, welche herausragende Bedeutung der Gleit-Reibbeiwert und damit die Reibungskraft bei der Ladungssicherung hat.

VDI-Richtlinien

Allerdings besteht das Problem darin, den Gleit-Reibbeiwert festzustellen, der für die aktuelle Ladung zutrifft. Die Richtlinien VDI 2700 ff. regen deshalb an, dass für die Berechnung der Ladungssicherungsmaßnahmen der konkret zutreffende Gleit-Reibbeiwert durch Versuche zu ermitteln ist. Da dies in der Praxis natürlich nicht möglich ist, lässt die Richtlinie VDI 2700 Blatt 2 zu, dass dieser Wert im Rahmen einer gewissen Spannweite realistisch eingegrenzt werden darf. Wie dieses Problem angegangen werden kann und eine umfangreiche Tabelle mit Gleit-Reibbeiwerten unterschiedlichster Ladungen ist Thema des zweiten Teils dieses Beitrages in der Ausgabe 04/2006.

Alfred Lampen