

Zurück zu den Wurzeln

ZURRTECHNIKEN – Seit zwei Monaten steht online eine Ausarbeitung zur Ladungssicherung zur Diskussion, in der für eine gewisse Bewegungsfreiheit der Versandstücke auf Ladeflächen plädiert wird. VON ULRICH PODZUWEIT, WOLFGANG NEUMANN

Seit Mai 2013 ist im Internet ein Aufsatz von Prof. H. Kaps [1] verfügbar, der sich mit Zurrtechniken befasst. Hier wird erstmals seit langer Zeit wieder davon ausgegangen, dass eine Stückgutladung im Transport sich ständig mehr oder weniger horizontal bewegt, also genau genommen nicht mit dem Fahrzeug „fest“ verbunden ist.

Es werden vergleichende Rechnungen vorgestellt, die berücksichtigen, dass Ladungen vielfältig „Wege“ machen können. Es werden Versatz- (Tafelversatz, Rautenversatz), Verschubwege (Abb. 1) oder auch Ankippen und Kippen vergleichend für die einzelnen Zurrtechniken durchgerechnet. Es wird aber noch nicht mit den physikalischen Größen *Geschwindigkeit* und *Beschleunigung* gerechnet, sondern „nur“ mit den zurückgelegten Wegen. Insofern handelt es sich noch nicht um einen dynamischen Ansatz, sondern um einen „semi-dynamischen“. Im Ergebnis bringt dieser Ansatz, Modellrechnungen durchzuführen, eine Reihe neuer Erkenntnisse, insbesondere im Hinblick auf die umstrittene DIN EN 12 195 neu.

Es gibt in der Praxis eine Vielzahl von Fällen, in denen eine Stückgutladung nicht fest ver-

bunden bleibt (Setzungserscheinungen) oder nicht sein kann, weil sie elastisch ist (z.B. bei Fässern) oder sich „Freiräume“ während der Beförderung bilden. Ein Ansatz, der diese Praxisrealitäten berücksichtigt, ist schon lange überfällig. Die Ausarbeitung von H. Kaps enthält mit diesem Ansatz, Ladungsbewegungen zu berücksichtigen, eine besondere Dimension. Darüber hinaus enthält die Arbeit eine Vielzahl von Punkten, zu denen es Diskussionen geben sollte, weil sie die Sicht auf die DIN EN 12 195 erweitern.

Im Folgenden soll nur ein sehr kleiner Aspekt angesprochen werden, nämlich jener der möglichen Ladungswege. Es soll allerdings – dem Praxisgebrauch folgend – dafür das Wort *Bewegung* verwendet werden. Wege von Ladungen und ein rechnerischer Vergleich an einer Modellladung für verschiedene Sicherungstechniken sind das Thema des Aufsatzes.

Verformungsfreiräume

Damit eine Ladung Bewegungen machen kann, muss ein Freiraum vorhanden sein. Davon gibt es verschiedene Arten. So gibt es bei einer Buchtflaschensicherung die Voraussetzung, dass die Ladung Bewegungen in einen Freiraum machen können *muss*, damit eine Rückhaltewirkung aufgebaut wird. Hier ist der Freiraum eine notwendige Voraussetzung. Das betrifft die Buchtflaschensicherung. Anders verhalten sich die Richtlinien bei der Niederzurtechnik. Hier ist eine Verschubbewegung zurzeit nicht zulässig. Wie Versuche [2] gezeigt haben, kann die Verschubbewegung einer

niedergezurrten Ladung unter bestimmten Voraussetzungen durchaus nicht unbedingt eine Gefährdung darstellen. Wenn allerdings die Ladung „fest“ verbunden sein soll, ist diese Sicherungsvariante ausgeschlossen. Die Niederzurtechnik ist masseabhängig, das heißt, je größer die Masse, umso zahlreicher müssten Gurte gesetzt werden. So kann es dann schon mal zu „80 Gurten“ kommen.

Abschließend zum Thema „Niederzurrung mit Bewegungen“ sei noch ergänzt, dass der Ansatz, Verschiebewegungen mit einem Freiraum bei niedergezurrter Ladung zuzulassen, auch nicht neu ist. Bereits in der VDI 2702 in der Erstfassung von 1976 wurde im Bild 8 (Abb. 2) eine verschobene niedergezurrte Ladung für vertretbar gehalten!

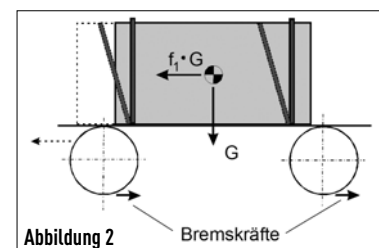


Abbildung 2

Hinzugefügt sei noch, dass die Bahn früher sogar einen Ladungsverschiebung bei der sog. „gleitenden Verladung“ (Abb. 3) kannte und erlaubte.

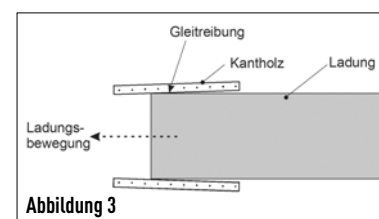


Abbildung 3

Hier wird die Bewegungsenergie durch Reibungsarbeit an den Seitenflächen gewandelt; statt mit Kräften wird mit einem energetischen Wandlungsprozess die maximale Rückhaltkraft gemindert. Energiewandlung zur Verringerung der Maximalkräfte bedeutet aus theoretischer Sicht, dass die maximale Kraftamplitude niedriger wird, dafür aber länger dauert (Abb. 4). Die Flächen unter der Kurve stellen aus

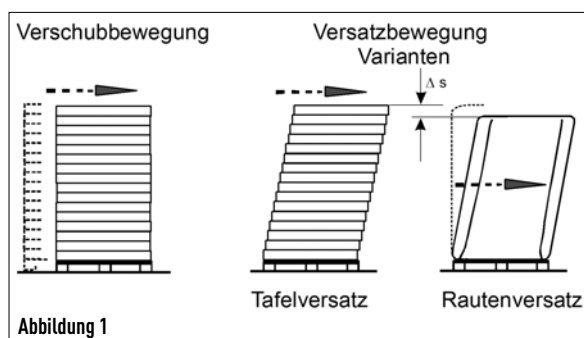
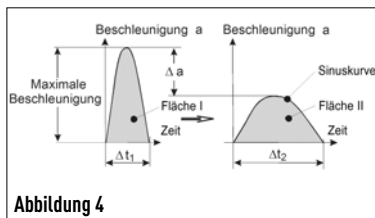


Abbildung 1

Sicht der Mechanik Geschwindigkeiten dar.

In der Konstruktionslehre des Maschinenbaus wird dieses Prinzip mit Sätzen wie „Siegen durch Nachgeben“ oder „wenn es bricht, bau's elastischer“ beschrieben. Es muss im Fahrzeugbau leicht gebaut werden. Das geht nur mit Elastizitäten, nicht mit „Gegenhalten“, sonst landet eine Konstruktion beim Panzerbau. Wer eine Stirnwand nach „XL“ baut, muss nach Richtlinie „Gegenhalten“, denn ein definiertes (= elastisches) Verformungsgegenhalten ist nicht vorgesehen!



Ist der Festhalteansatz schon problematisch bei elastischen Ladungen, so wird er bei plastischen Ladungen, wie einem Schüttgut in Bigbags, um nur eine Ladungsart zu nennen, nicht mehr anwendbar sein. Gerade die Diskussion um Blatt 18 zur VDI 2700 zeigt, dass der alte Ansatz nicht zum Ziel führt. Die Aufprallkräfte sind bei plastischen Ladungen deutlich niedriger als bei starren und elastischen Ladungen. Dagegen ist ein Aufprall elastischer und plastischer Ladungen auf formaggressive Teile am Aufbau als kritisch anzusehen.

Freiräume aus Wanderungsbewegungen

Mittels Ausstauung gesicherte Ladung kann bei Horizontalstößen an der Ladefläche, z.B. beim Durchfahren eines Baustellenbereichs oder beim Überfahren von Fahrbahnhindernissen, kleinere Gleitwege zurücklegen. Die Art der Gleitbewegung wird auch mit „Wandern“ [3] bezeichnet. Diese Freiraumbildung kann selbst bei dicht ausgestauten Ladungen zu größeren Freiräumen führen. **Abb. 5** zeigt eine Fass-

ladung, die ursprünglich dicht ausgestaut war und in der sich Freiräume gebildet haben.

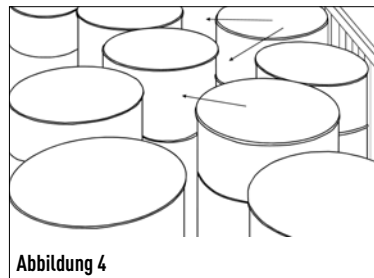


Abbildung 4

Ladungsdeformationen

Ein weiteres Problem zur Freiraumbildung hat sich mit den Schüttguttransporten in Bigbags (und in gestapelten Säcken) eröffnet. Hier liegen oft nahezu vollplastische Ladungen vor. Freiräume können allein schon dadurch entstehen, dass diese Ladungen sich bei Einwirkung horizontaler Kräfte irreversibel verformen. Nachgewiesen werden kann inzwischen allerdings auch, dass die Aufprallkräfte eines Bigbags mit einem Schüttgutwinkel kleiner als 45 Grad deutlich kleiner sind als die einer steifen Ladung mit vergleichbarer Masse. Wie schon im Fall der „Verformungsfreiräume“ ist auch hier der Aufprall nicht von vornherein als kritisch zu bezeichnen.

Verformungsschluss

Die hier vorgestellten „Problemfälle“ zur Freiraumbildung lassen sich mit der zurzeit in der Normung existierenden „Schlusstechnik“, wie dem Form- und Kraftschluss, nicht oder nur mit erheblichen „Verbiegungen“, was die Theorie anbelangt, lösen. In den Fällen Verformungsfreiraum und plastische Verformung erscheint ein neuer Ansatz notwendig und sinnvoll. In diesen Fällen sollte eine weitere Schlusstechnik verwendet werden, die mit *Verformungsschluss* bezeichnet werden soll. Als Diskussionsgrundlage könnte der Definitionsvorschlag im **Kasten** gelten.

Alle in dieser Festlegung aufgeführten Qualitäten werden für notwendig gehalten. Sie er-

scheinen zunächst auch als hinreichend, weitere sind nicht notwendig.

Definitionsvorschlag

Verformungsschluss ist eine Sicherungstechnik

1. für steife, elastische und plastische Ladungen,
2. die Schub- und Versatzbewegungen
3. innerhalb der Ladefläche zulässt,
4. um über Verformungsarbeit von Ladungen und Sicherungsmitteln [und des Aufbaus?]
5. Rückhaltekräfte in Ergänzung zur Aufstandsflächenreibung aufzubauen.

Der Freiraumfall in Abschnitt 3 sollte nicht ausdrücklich geregelt werden, denn in der Praxis sollten die Absender wissen, was sie ihren Versandstücken und Fahrzeugen zumuten können. Schon das ADR in der Fassung von 1996 hatte geringe Freiräume „zu Wänden und zu anderer Ladung“ zugelassen. Eine Festlegung war in Deutschland vom damaligen ASV (BMV-Ausschuss Stoffe und Verpackungen) absichtlich (!) nicht getroffen worden. Man wollte das den Anwendern in Eigenverantwortung überlassen. Wenn allerdings z.B. für die polizeiliche Überwachung ein Wert genannt werden müsste, könnte bei Vorhandensein eines ausreichend „festen“ Aufbaus seitlich ein Gesamtfreiraum von 8 cm (eine Handbreite) vertretbar sein.

Zusammenfassung

Die von H. Kaps vorgestellten Modellrechnungen gehen davon aus, dass Stückgutladungen auf Ladeflächen sich bewegen müssen bzw. können. In diesem Beitrag sollte dargestellt werden, dass auch eine andere Sicherungsstrategie, die mit dem Begriff „Verformungsschluss“ bezeichnet werden soll, die dargestellten Problem lösen und ebenfalls zu einer ausreichenden Sicherung führen kann.

Die Ausarbeitung von H. Kaps zeigt, dass es auch rechnerisch (!) möglich ist, näher an die dy-

namische Realität heranzurücken. Es ist klar, dass eine Richtlinie höchstens einen statischen Berechnungsansatz enthalten kann. Aber das muss ja nicht der Weisheit letzter „Schluss“ sein.

Etwas rechnen können, heißt auch, dass die ablaufende Physik richtig begriffen wurde! Und: Rechnen ist die bei weitem billigste Methode! ■

[1] [gela-Webcode: 201307201](#)

[2] Forschungsvorhaben des BMVBS „Ladungssicherung von Gefahrgut“, FE Nr. 90380/9, 1994

[3] Transportsichere Verpackung und Ladungssicherung, G. Großmann, M. Kaßmann, Expertverlag, 2. Aufl., S. 72