

Erschienen in:

Logistik Heute, 32 (2010) 12, S. 28–29

Mit Schwung, aber ohne Schwingung

Dipl.-Ing. Gabriel Fischer, Prof. Dr.-Ing. W. A. Günthner,

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München

Zeitdruck bei Prozessabläufen zwingt Staplerfahrer dazu, zügig zu fahren. Welchen Ganzkörper-Vibrationen sie dabei ausgesetzt sind, wenn etwa der Bodenbelag schlecht ist, haben jetzt Forscher der Technischen Universität München analysiert.

Jeder, der schon mal auf einem Stapler saß, weiß: Während des Betriebs werden Flurförderzeuge unweigerlich zu Schwingungen angeregt und übertragen diese im Wesentlichen über den Sitz oder die Standplattform auf den Körper des Fahrers. Die Wissenschaft spricht deswegen von Humanschwingungen oder Ganzkörper-Vibrationen. Sie mindern nicht nur den Komfort am Arbeitsplatz, sondern können, je nach Intensität, zu Muskel- und Skeletterkrankungen sowie Durchblutungsstörungen führen und stellen somit eine Gefährdung der Gesundheit und Sicherheit des Bedieners dar.

Der Gesetzgeber hat auf diese Gefährdung reagiert und verpflichtet die Arbeitgeber in der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung aus dem Jahre 2007 zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung. Im Rahmen dieser ist die sogenannte Tagesexposition A(8) zu bestimmen – ein Schwingungskennwert auf Basis von Messungen für eine Acht-Stunden-Schicht – und mit festgelegten Grenzwerten zu vergleichen. Stellt der Arbeitgeber eine Überschreitung fest, sind entsprechende Maßnahmen abzuleiten. Unterstützung bieten hierbei die Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Vibrationen) des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.

In erhöhtem Maße treten Ganzkörper-Vibrationen bei Flurförderzeugen auf, wenn die Fahrzeuge durch Bodenunebenheiten wie Torschwellen oder Schlaglöcher auf dem Werksgelände zu Schwingungen angeregt werden. Im Normalfall leiten Heben, Senken und Hantieren mit der Last sowie die Antriebsaggregate keine relevanten Stöße in das Fahrzeug ein.

Ausschlaggebend für die Gefährdungsbeurteilung ist der konkrete Anwendungsfall. Da die Belastung von mehreren Parametern abhängt, ist ein Abschätzen schwer möglich. Der Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (FML) der Technischen Universität München hat sich daher vorgenommen, Ursache und Wirkung des Schwingungsverhaltens der Fahrzeuge näher zu erforschen. Als Untersuchungsobjekte dienen Gegengewichtsgabelstapler, Schubmaststapler und Niederhubwagen.

Das IGF-Vorhaben 15893 N/1 der Forschungsvereinigung Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL) e.V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.

Wie sehen die Untersuchungen genau aus? Bei der täglichen Arbeit transportieren Flurförderzeuge Ladung unterschiedlicher Last bei variierenden Fahrgeschwindigkeiten. Um den Einfluss von Beladungszustand und Geschwindigkeit auf die Belastung von Fahrzeug und Fahrer bei Hindernisüberfahrt zu ermitteln, wurden auf einer Teststrecke auf dem Institutsgelände Reihenuntersuchungen durchgeführt. Als Hindernisse dienten dabei zwei Stahlschwellen auf einer 25 m langen Teststrecke. Zentrales Ergebnis: Bei allen untersuchten Geräten nahm die Belastung, das heißt der frequenzbewertete Effektivwert der auf der Sitzoberfläche gemessenen Beschleunigungen, nahezu linear mit steigender Geschwindigkeit zu. Während bei Fahrzeugen der Lagertechnik der Beladezustand die Fahrerbelastung nicht beeinflusst, so war bei den untersuchten Gegengewichtsgabelstaplern der dämpfende Einfluss der Last auf die Schwingungen von Fahrzeug und Fahrer deutlich erkennbar. Zur Veranschaulichung zeigt Abbildung 1 den qualitativen Einfluss von Fahrgeschwindigkeit und Last bei einem Gegengewichtsgabelstapler und einem Schubmaststapler aus dem Untersuchungsspektrum.

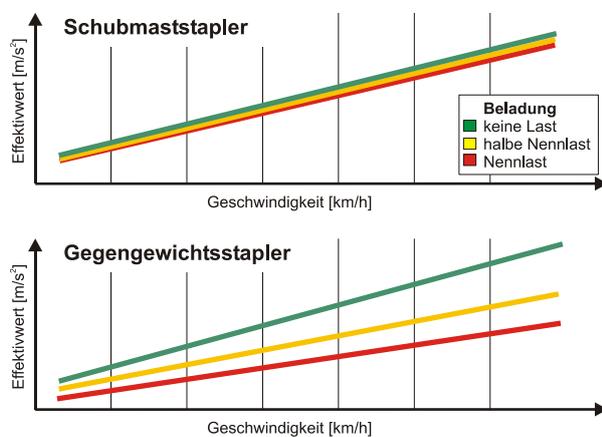


Abbildung 1: Qualitativer Einfluss von Geschwindigkeit und Beladungszustand auf die Belastung des Fahrers

Um das Untersuchungsspektrum von einfachen Hindernissen hin zu komplexeren Einflüssen zu erweitern, nutzen die Wissenschaftler die Vorteile der dynamischen Simulation und bildeten die untersuchten Flurförderzeuge als Mehrkörpermodelle mit einer geeigneten Simulationssoftware ab. Hierbei wurden die einzelnen Bauteile des Geräts über Gelenke sowie Kraftgesetze miteinander verbunden. Kraftgesetze kommen zum Einsatz, falls sich Komponenten wie Hubzylinder oder auch die Reifen bei Belastung verformen. Da vornehmlich Stoßbelastungen untersucht wurden, war ein detaillierter Aufbau der Mehrkörpermodelle notwendig, um das Schwingungsverhalten des Fahrzeugs möglichst exakt nachbilden zu können. Neben dem Flurförderzeug selbst wurden ebenfalls Mehrkörpermodelle für den Sitz und den Menschen in die Simulation integriert.

In der Praxis lässt sich oft beobachten, dass Fahrer bei Arbeitsbeginn schnell auf dem Stapler Platz nehmen und sofort losfahren, ohne dabei den Sitz einzustellen. Das kann gefährlich sein. Denn damit ein gefederter Sitz die eingeleiteten Schwingungen optimal absorbieren kann, ist es erforderlich, dass er an das Gewicht des Fahrers angepasst wird. Dafür bieten moderne Sitze eine geeignete Einstellmöglichkeit, die in der Praxis erfahrungsgemäß allerdings oft unzureichend genutzt wird.

Um zu verdeutlichen, welche Auswirkungen ein falsch eingestellter Sitz auf die Fahrerbelastung nimmt, wurden im Rahmen der Simulationsstudie Sitze gezielt falsch abgestimmt und mit definierten Prüf-Erregerschwingungen beaufschlagt. Hierbei war klar zu erkennen, dass eine falsche Gewichts-

einstellung eine höhere Belastung des Fahrers zur Folge hat. Vor allem bei der Fixierung eines zu geringen Gewichtes kann der Sitz dem Fahrer nicht mehr den optimalen Federweg zur Verfügung stellen. Das hat zur Folge, dass beim sogenannten Einfedern des Sitzes die unteren Endanschläge schneller erreicht und starke Stöße nicht optimal abgefangen werden. Die Überprüfung der Sitzeinstellung vor Fahrtbeginn nimmt zwar ein paar Sekunden in Anspruch. Wie die Untersuchungen aber gezeigt haben, sind diese sinnvoll investiert.

Doch nicht nur auf ein gutes Fahrzeug kommt es an: Moderne Flurförderzeuge mit verbessertem Schwingungsverhalten helfen zwar, die Belastung zu reduzieren. Als Arbeitgeber darf man aber nicht vergessen, sich auch den Vibrations-Ursachen zu widmen. Nicht nur einzelne herausragende Hindernisse, sondern auch unebene und beschädigte Fahrbahnen können, gerade bei Gegengewichtsstaplern, zu erhöhten Fahrzeugschwingungen führen. Besonders kritisch ist es, wenn hierbei Vibrationen im Bereich der Fahrzeugeigenfrequenz eingeleitet werden.

Auch in der Simulation wurde deutlich: Eine an die Situation angepasste Geschwindigkeit verringert die Belastung erheblich, vor allem wenn eine Hindernisüberfahrt unvermeidlich ist. Durch überlegtes Handeln kann somit auch der Fahrer selbst einen Beitrag leisten, die Belastung durch Ganzkörper-Vibrationen zu reduzieren. Um jedoch Zeit und somit Kosten zu sparen, ist eine regelmäßige Instandhaltung von Fahrwegen empfehlenswert.