

AiF-Forschungsvorhaben 15893 N/1

Dieses Forschungsprojekt wird im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme e.V. (FG IFL) durchgeführt und aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) gefördert.



Untersuchung der Humanschwingungen beim Betrieb von Flurförderzeugen

Fahrer von Flurförderzeugen sind während ihrer Arbeit Vibrationen ausgesetzt, welche ab einer gewissen Dosis gesundheitsschädlich sind. Der Betreiber muss sicherstellen, dass festgelegte Werte nicht überschritten werden. Die auftretenden Schwingungen hängen jedoch von einer Vielzahl unterschiedlicher Einflussfaktoren ab, sodass eine Vorhersage der Belastung bisher nicht möglich ist.

Ausgangssituation

Flurförderzeuge werden im Betrieb zu Schwingungen angeregt und übertragen diese im Wesentlichen über den Sitz oder die Standplattform auf den Menschen. Da die Schwingungen auf den ganzen Körper des Menschen wirken, spricht man von Humanschwingungen oder Ganzkörperschwingungen. Humanschwingungen können zu Muskel- und Skeletterkrankungen sowie Durchblutungsstörungen führen und stellen eine Gefährdung für die Gesundheit und Sicherheit des Bedieners dar. Bei Arbeitnehmern, die Ganzkörperschwingungen ausgesetzt sind, gelten Beschwerden an der Lendenwirbelsäule in Deutschland als Berufskrankheit.

Zum Schutz der Beschäftigten wurde die EG-Richtlinie 2002/44/EG verabschiedet, welche mit Wirkung vom 6. März 2007 durch die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung in nationales Recht umgesetzt wurde. Sie definiert Auslöse- sowie Grenzwerte für die Vibrationsbelastung in horizontaler und vertikaler Richtung. Als Bezugsgröße dient jeweils die sog. Tagesexposition A(8), d.h. die Schwingbelastung bezogen auf eine Schicht von 8 Stunden. Sie wird aus der wirkenden Beschleunigung und der täglichen Einwirkungszeit pro Belastungsabschnitt errechnet.

Problemstellung

Der Betreiber von Flurförderzeugen muss aufgrund dieser Bestimmung nachweisen, dass die Beschäftigten nur im erlaubten Maße Vibrationen ausgesetzt sind. Hierfür muss er die Gefährdung beurteilen und gegebenenfalls Messungen durchführen, um einen sicheren Nachweis zu erbringen. Bei der Beurteilung stellt sich das Problem, dass die Vibrationsbelastung des Fahrers von vielfältigen Einflussfaktoren abhängt. So ist neben dem Typ des Flurförderzeugs auch dessen individuelle, teils herstellerabhängige Ausstattung relevant.

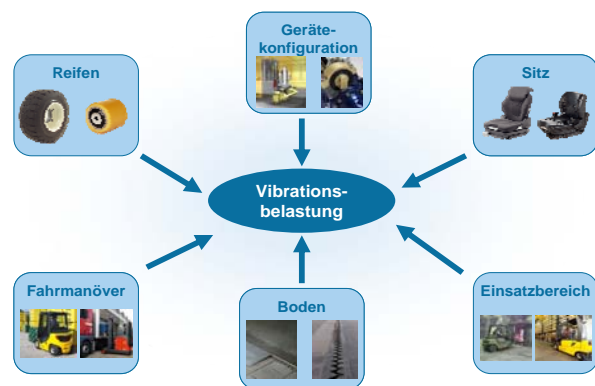


Abbildung 1: Einflussfaktoren auf die Vibrationsbelastung des Fahrers

Großen Einfluss spielt dabei der Sitz, welcher die Schwingungen des Fahrzeugs auf den Fahrer überträgt. Des Weiteren tragen der Einsatzbereich, d.h. die auszuführenden Tätigkeiten, sowie die dabei vollzogenen Fahrmanöver ihren Teil zum Schwingungsverhalten bei. Einer der wichtigsten Faktoren ist zusätzlich die Beschaffenheit des Bodens, auf dem das Flurförderzeug fährt. All diese Größen beeinflussen die auf den Fahrer wirkenden Vibrationen, sodass eine Abschätzung der Tageskennwerte oft nicht möglich ist.

Stand der Forschung

In zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen wurde bereits der Einfluss von Schwingungen auf den Menschen untersucht und die gesundheitsgefährdende Wirkung der Vibrationsbelastung erkannt. Im Rahmen des Arbeitsschutzes erfolgten zahlreiche Untersuchungen, in denen die Tagesexposition unterschiedlicher Einsatzfälle ermittelt wurde. Die gewonnenen Daten sind in Datenbanken hinterlegt. Die durchgeführten Untersuchungen beschränken sich jedoch auf einen konkreten Anwendungsfall mit bestimmten Umgebungseinflüssen und entsprechender Einwirkzeit und sind daher schlecht übertragbar.

Vorgehensweise und Zielsetzung

Im Gegensatz zu existierenden Untersuchungen liegt der Fokus dieses Forschungsprojekts auf der Untersuchung des Einflusses der einzelnen Parameter auf die Vibrationsbelastung und den Tagesexpositionswert. Durch die gezielte Auswahl von Niederhubwagen, Schubmaststapler und Gegengewichtsstaplern unterschiedlicher Traglasten wird ein repräsentatives Spektrum der sich auf dem Markt befindlichen Flurförderzeuge untersucht.



Abbildung 2: Zu untersuchende Flurförderzeuge

Fahrten auf virtuellen Teststrecken liefern die Datenbasis für die Ermittlung des Einflusses einzelner Parameter. Hierfür werden die ausgewählten Flurförderzeuge als Mehrkörpersimulationsmodelle abgebildet. Der Einsatz der Simulation ermöglicht eine umfangreiche Parametervariation, welche in der Realität nur durch erheblichen Aufwand zu bewerkstelligen wäre.

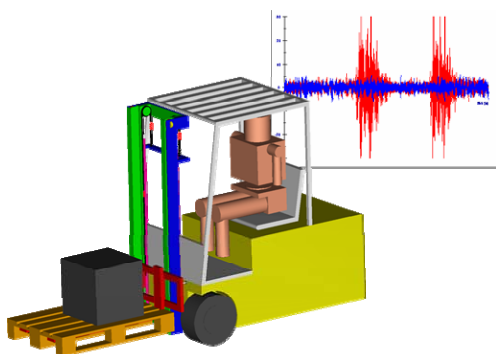


Abbildung 3: Einfaches Mehrkörpermodell eines Gegengewichtsstaplers mit Fahrer

Die Mehrkörpersimulationsmodelle werden mit Hilfe der Simulationsumgebung MSC.ADAMS erstellt und durch experimentelle Schwingungsmessungen am betreffenden Gerät auf einer Teststrecke am Lehrstuhl fml validiert. Bei der Erstellung des Modells werden alle relevanten Teilbereiche abgebildet. Neben den Komponenten des Flurförderzeugs wie Fahrwerk und Hubgerüst gilt es auch den Boden sowie den Menschen auf dem Sitz hinreichend genau zu implementieren. Weiterer Untersuchungsschwerpunkt ist der Einfluss falsch eingestellter Sitze.

Im Sinne organisatorischer Schutzmaßnahmen werden aus den gewonnenen Ergebnissen Maßnahmen und Vorgehensweisen entwickelt, welche in ein Vibrationsminderungsprogramm einfließen. Anhand eines Verfahrens zur Abschätzung der Tagesexposition in Abhängigkeit der Randbedingungen soll dem Betreiber von Flurförderzeugen ermöglicht werden, die Tagesexposition seiner Beschäftigten abzuschätzen.

Projektpartner

Das Forschungsprojekt „Untersuchung der Humanschwingungen beim Betrieb von Flurförderzeugen“ wird in Zusammenarbeit mit folgenden Firmen und Verbänden durchgeführt:

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
- Crown Gabelstapler GmbH & Co. KG
- Grammer AG
- Jungheinrich AG
- Linde Material Handling GmbH
- LST Laserschneidtechnik GmbH Garching
- Ludwig Meister GmbH & Co. KG
- Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K.
- Peter Wassum GmbH
- Rieter Automotive Germany GmbH
- Still GmbH
- VDMA Fachverband Fördertechnik und Logistiksysteme
- Vetter Umformtechnik GmbH

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Gabriel Fischer
Tel 089 / 289-159 48
E-Mail fischerg@fml.mw.tum.de

fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik – Technische Universität München
Boltzmannstraße 15 - D-85748 Garching - Tel 089 / 289-159 21 - Fax 089 / 289-159 22