

Erfahrungen beim Gabelstaplereinsatz

Wie lässt sich Vibrationsbelastung

Am 8. März 2007 trat die Verordnung zur Umsetzung der EG-Richtlinien 2002/44/EG und 2003/10/EG zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen in Kraft. Diese Verordnung verpflichtet die Betreiber von Flurförderzeugen (Gabelstapler, Zugmaschinen), die Belastungen für die Beschäftigten durch Vibration und Lärm entsprechend dem Stand der Technik zu minimieren. Betreiber von Flurförderzeugen müssen ihre Fahrzeuge und deren Einsatzbedingungen überprüfen und – falls erforderlich – optimieren. Nachfolgend werden einige Maßnahmen zur Minderung der Vibrationsbelastung beim Einsatz von Gabelstaplern vorgestellt, die sich bei der Audi AG in Ingolstadt gut bewährt haben.

■ *Andreas Eicheldinger*

Ursachen der Vibrationsbelastungen

Vibrationen sind beim Einsatz von Gabelstaplern unvermeidlich. Sie entstehen bei allen Fahrbewegungen des Staplers und werden auch von dessen Antriebsaggregaten verursacht. Die Vibrationsbelastungen, die jedoch für die gesundheitliche Belastung der Staplerfahrer relevant sind, entstehen überwiegend durch das Fahren. Das Heben von Lasten und vibrierende Antriebsaggregate können im Normalfall als Quelle ausgeschlossen werden. Gerätevibrationen dürfen jedoch nur dann vernachlässigt werden, wenn die Geräte entsprechend den Herstellerangaben betrieben und gewartet werden.



❶ Beispiele herkömmlicher Möglichkeiten zur Einstellung des Fahrergewichts an Gabelstaplernsitzen

Nachteilig auf die Vibrationsbelastung der Fahrer wirkt sich das Konstruktionskonzept der Gabelstapler aus. Stapler herkömmlicher Bauweise weisen zwischen Fahrbahn und Fahrersitz kaum Dämpfungselemente auf. Bodenunebenheiten, über die z. B. ein PKW ohne erkennbare Belastung für die Fahrzeuginsassen fährt, führen bei Gabelstaplern teilweise zu sehr harten Stößen. Je schneller mit dem Stapler durch Schlaglöcher und über Unebenheiten gefahren wird, desto stärker werden die Erschütterungen. Alle Stöße, die der Sitz nicht eliminieren kann, belasten den Rücken des Fahrers. Somit ist der Fahrersitz das wichtigste Element zur Dämpfung der Vibrationsbelastungen.

Fahrersitz mindert Vibrationen

Die Ergebnisse innerbetrieblicher Erhebungen bei der Audi AG in Ingolstadt verdeutlichen beispielsweise, dass kaum ein Staplerfahrer seinen Sitz richtig eingestellt hatte. Im Hinblick auf die Dämpfung von Vibrationen ist es besonders wichtig, dass der Fahrer den Sitz auf sein Körpergewicht einstellt, da nur dann der Sitz die Erschütterungen kompensieren kann. Wie das Fahrergewicht am Sitz eingestellt wird, ist fast bei jedem Sitzmodell anders, und mancher Einstellhebel ist so unter dem Sitz versteckt, dass er kaum zu finden ist. Die Hebel sind meist mit einer Gewichtsskala versehen, die einen Einstellbereich von 50 kg bis 130 kg zulässt (Bild ❶). Mit zunehmendem Alter der Sitze ist jedoch diese Skalierung nicht mehr von Vorteil, da eine Erschlaffung der Sitzfederung eintritt. Bei den regelmäßigen Wartungen steht die Technik des Staplers im Fokus und nicht die Fahrersitze. Aus diesem Grund wird der Verschleiß der Federung oft nicht erkannt. Wird dann vom Fahrer das Körpergewicht anhand der Gewichtsskala eingestellt, schlägt der Sitz trotz der richtigen Gewichtsvorgabe beim



❷ Absenken eines luftgefederten Sitzes; die Sitzeinstellung ist in Ordnung, wenn sich der gelbe Zeiger in der Mitte des klaren Sichtfeldes befindet

Fahren durch. Denn er ist nicht mehr in der Lage, die harten Stöße abzufangen und den Fahrer zu schützen. Damit der Sitz bei nachlassender Federvorspannung nicht durchschlägt, müsste ein höheres Körpergewicht eingestellt werden.

Die Fahrer sind jedoch tendenziell bestrebt, ein geringeres Gewicht einzustellen, als sie tatsächlich haben. Dieser Konflikt wurde von den Sitzherstellern erkannt. Neu entwickelte Sitze haben daher innovative Einstellmöglichkeiten z. B. mit Zeiger nach dem Vorbild der Waage. Im Bild ❷ wird das Absenken eines modernen Sitzes gezeigt. Die Vorspannung der Federung wird solange gesenkt, bis der gelbe Zeiger in der Mitte des klaren Sichtfeldes steht. Der große Vorteil dieser Methode besteht darin, dass hier kein Einstellfehler auftritt, auch wenn durch Alterung die Federvorspannung nachlässt.

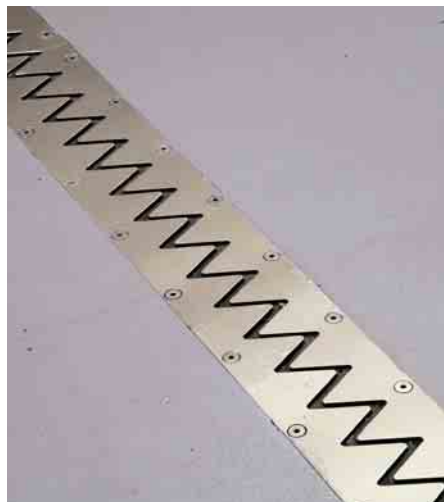
Luftgefederter oder herkömmlicher Sitz?

Seit einigen Jahren werden für Gabelstapler neben den herkömmlichen Sitzen auch luftgefederte Sitze zu erschwinglichen Preisen angeboten. Bei Audi wurden beide Federungstechnologien auf Gabelstaplern im realen Einsatz getestet und während des Fahrbetriebs Vibrationsmessungen durchgeführt. Diese Messungen zeigten, dass mit beiden Technologien sehr gute Dämpfungswerte in identischer Größe erreichbar sind. Aufgrund dieser Messergebnisse und der günstigen Preisentwicklung bei luftgefederten Sitzen wurde im Unternehmen vor etwa 1,5 Jahren begonnen, die Gabelstapler mit luftgefederten Sitzen auszurüsten. Die Resonanz der Staplerfah-

reduzieren?



3 Fahrstraße mit Kunstharzbeschichtung



4 Die Dehnungsfuge im Verkehrsbereich gewährleistet einen stoßfreien Übergang
(Bilder: Audi Arbeitssicherheit)

rer auf die luftgefederten Sitze ist sehr positiv. Nicht zu vergessen ist dabei ebenso das subjektive Empfinden der Fahrer, mit einem besonderen Sitz zu arbeiten. Doch auch der beste Sitz kann keine Wunder vollbringen und Stöße abfedern, die z. B. durch schlechte Fahrbahnbeschaffenheiten entstehen. Deshalb muss neben dem Gabelstapler unbedingt auch die Einsatzumgebung des Staplers überprüft werden.

Überprüfen der Verkehrswege

Ein besonderes Augenmerk ist auf die Fahrstraßen der Gabelstapler zu legen. Vor allem Verkehrswege mit Schlaglöchern, Unebenheiten, Dehnungsfugen und Höhenversätzen sind Hauptursachen für die Vibrationsbelastung der Staplerfahrer. Ebenso werden der Verschleiß an den Gabelstaplern und eine Vielzahl von Material- und Transportschäden vom Zustand der Straßen beeinflusst. Gute Verkehrswege sind die effektivste Methode, Vibrationsbelastungen für Staplerfahrer zu vermeiden. Daher ist es sinnvoll, schlechte Wege so schnell wie möglich zu sanieren. Leider sind umfangreiche Baumaßnahmen in vielen Betrieben nicht ohne weiteres umsetzbar, da die Straßen dringend für den täglichen Warenumschlag benötigt werden. In diesen Fällen können alternative Sanierungsmethoden eingesetzt werden, die die Straßennutzung nur kurzfristig einschränken oder behindern. Eine solche Methode zur Sanierung von Verkehrswegen ist der Einsatz von Kunstharzen. Mit Kunstharz können z. B. Löcher und Unebenheiten in Fahrbahnen ausgegossen werden. Ferner besteht auch die Möglichkeit, die Straße in Teilabschnitten zu reparieren oder flächig

mit Kunstharz zu beschichten. Nach dem Abschluss dieser Arbeiten steht für den Verkehr wieder eine ebene Verkehrsfläche hoher Güte zur Verfügung. Die zur Beschichtung verwendeten Kunstharze benötigen nur eine kurze Abbindezeit und weisen nach der Aushärtung eine hohe Tragfähigkeit auf. Bild 3 zeigt eine Straße im Audi-Werk, die mit Kunstharz beschichtet ist. Gabelstapler und Zugmaschinengespanne versorgen über diesen Weg die Fahrzeugmontage mit Material.

Ein besonderes Problem in den Fahrbahnen sind Dehnungsfugen. Diese Fugen verlaufen im Normalfall quer zu den Fahrbahnen und verursachen beim Überfahren aufgrund des Fugenabstandes einen harten Stoß. Dieser Stoß erreicht über den Gabelstapler den Fahrer und verursacht bei den Messungen sehr starke Ausschläge in den Beschleunigungswerten. Zur dauerhaften Vermeidung dieser Belastungen müssen solche Dehnfugen „entschärft“ werden. Eine mögliche Lösung für einen guten Übergang bei Stoßfugen zeigt Bild 4. Hier wird die Dehnungsfuge durch eine Stahlschiene überdeckt. Die Verzahnung der Schiene schafft einen ebenen und stoßfreien Übergang und verhindert die harten Stöße.

Verringerung der Geschwindigkeit

Ein besonderes Hindernis für Gabelstapler sind Bahnschienen. Hier besteht der vorbeugende Schutz vor Vibrationen nur darin, die Schienen langsam mit angepasster Geschwindigkeit zu überfahren. Gleiches gilt bei Höhenversätzen z. B. an Halleneinfahrten oder Schlaglöchern auf den Verkehrswegen, die nicht umfahren werden können. Die Geschwindigkeitsverringe-

rung ist hier eine schnelle und unmittelbar wirksame Methode, die Betreibern von Gabelstaplern zur Verfügung steht, um unnötige Vibrationsbelastungen für Fahrer, Gabelstapler und transportiertes Material zu verhindern.

Hier beginnt die Aufklärungsarbeit. Der Unternehmer muss seine Staplerfahrer überzeugen, dass eine professionelle Arbeitsweise nur dann möglich ist, wenn die Fahrer in den Einsatzbereichen mit angepasster und vorausschauender Fahrweise unterwegs sind und nicht mit Höchstgeschwindigkeit durch das Lager rasen. Denn was nutzt es dem Unternehmen und den Staplerfahrern, wenn zwar schnell gefahren wird, aber die Gesundheit ruiniert und die umgeschlagene Ware beschädigt werden? Nur durch Aufklärung der Zusammenhänge werden die Fahrer verstehen, ihre Geschwindigkeit zu reduzieren und nicht mehr zu rasen. Somit kann jeder Fahrer selbst einen Beitrag zur Minderung seiner Vibrationsbelastungen und zur Vermeidung von Lärm-, Sach- und Transport Schäden leisten.

Bewertung der Belastungen

Unter Berücksichtigung der o. g. Bedingungen – angepasste Geschwindigkeit auf ebenen Fahrbahnen und richtig eingestellter Sitz – konnte bei den Messungen festgestellt werden, dass die Vibrationsbelastungen für Gabelstaplerfahrer den Aus-

lösewert $A8 = 0,5 \text{ m/s}^2$ nicht überschreiten. Die Anforderungen der Vibrationsverordnung sind somit erfüllt. Lassen sich in den Unternehmen die erläuterten Rahmenbedingungen nicht einhalten, dann können Messergebnisse aus anderen Betrieben mit vergleichbaren Gabelstapler-Einsatzbedingungen oder Datenbanken der Berufsgenossenschaften zur Bewertung der Vibrationsbelastung genutzt werden. Liegen keine Vergleichswerte vor, dann sind Messungen erforderlich. Messungen von Vibrationsbelastungen sowie Beratungen zur Minderung der Belastungen werden von den örtlich zuständigen Berufsgenossenschaften, den Arbeitsschutzbehörden der Länder sowie von den Serviceunternehmen für Gabelstapler durchgeführt. Aus den gemessenen Vibrationswerten in den Arbeitsbereichen ist anschließend die Tagesbelastung $A8$ zu bestimmen. Hierbei werden die Vibrationsbelastungen aus den einzelnen Arbeitsbereichen zusammengefasst und daraus die Belastungsdosis für einen Acht-Stunden-Tag ermittelt. Wenn die Belastungsdosis den Auslösewert $A8 = 0,5 \text{ m/s}^2$ überschreitet, sind Maßnahmen zur Minderung der Belastung erforderlich. Werden bei der Bewertung der Messergebnisse Belastungen ermittelt, die den Grenzwert $A8 = 1,15 \text{ m/s}^2$ überschreiten, dann sind Sofortmaßnahmen notwendig. Die Einsatzzeiten der Staplerfahrer sind sofort so weit zu reduzieren, dass der Grenzwert

$A8 = 1,15 \text{ m/s}^2$ deutlich unterschritten wird. Ferner sind mittelfristig zusätzliche Maßnahmen zur Minderung der Vibrationsbelastung erforderlich, bis der Auslösewert $A8 = 0,5 \text{ m/s}^2$ unterschritten wird.

Zur Bewertung der Messergebnisse und zur Ermittlung des Tagesexpositionswertes $A8$ werden im Internet Rechentools angeboten. Ein übersichtliches Rechentool zur Bestimmung des Expositionswertes mit den zugehörigen Hintergrundinformationen ist unter der Internet-Adresse <http://www.linde-mh.de/rechentool/index.htm> zu finden.

Zusammenfassung

Wenn in den Betrieben die Gabelstapler entsprechend den Herstellervorschriften gewartet und betrieben werden, die Fahrer auf die richtige Gewichtseinstellung am Fahrersitz achten und mit angepasster Geschwindigkeit über gute Verkehrswege fahren, dann werden im Normalfall die Anforderungen der Lärm- und Vibrationsverordnung eingehalten. □

**Dipl.-Ing. (FH)
Andreas Eicheldinger**
ist Sicherheitsingenieur
im Fachbereich Logistik
der Audi AG in Ingolstadt

