DGUV
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
Fachausschuss Maschinenbau,
Fertigungssysteme, Stahlbau

Nr. **053**
Ausgabe 12/2010

Fachausschuss-Informationsblatt

„Ganzkörper-Vibrationen“

Gefährdungsbeurteilung bei mobilen Arbeitsgeräten

Um die Vibrationsbelastung am Arbeitsplatz ohne Messungen, z. B. durch fachkundige, externe Stellen, sicher ermitteln oder abschätzen zu können, dürfen Literaturwerte herangezogen werden. Diese müssen die konkreten Einsatzbedingungen am Arbeitsplatz berücksichtigen. Außerdem muss die Einwirkungsdauer richtig ermittelt werden. Die folgenden Fragen dienen dem Arbeitgeber dazu, die Vibrationsbelastung selbst sicher zu ermitteln. Maßgeblich dabei sind die Bestimmungen der LärmVibrationsArbSchV und Konkretisierungen in der TRLV Vibrationen zur Gefährdungsbeurteilung bei Einwirkung von Ganzkörper-Vibrationen.

Inhaltsverzeichnis

1 Wie lange ist die Einwirkungsdauer?

2 Welche Einsatzbedingungen liegen vor?

3 Welche Informationsquellen gibt es?

4 Wie werden Einwirkungsdauer und Beschleunigungskennwerte verknüpft?

5 Wie werden die Ergebnisse beurteilt?

1 Wie lange ist die Einwirkungsdauer?

Während der **Arbeitszeit** benutzen die Beschäftigten unter anderem mobile Arbeitsgeräte oder Fahrzeuge. Unter der **Benutzungsdauer** versteht man die Zeitanteile der täglichen Arbeit, in denen ein Fahrzeug benutzt wird, d. h. einschließlich der für diesen Maschineneinsatz erforderlichen Unterbrechungen und Pausenzeiten, die mit der Benutzung in direktem Zusammenhang stehen. Die **Einwirkungsdauer** ist die Dauer, während der der Fahrer über das Gesäß oder die Füße mit einer vibrierenden Fläche in Kontakt ist (Sitz-, Standfläche etc., siehe Abb. 1) **Für die Gefährdungsbeurteilung ist die tägliche Einwirkungsdauer heranzuziehen**[1]**.** Sie sollte für jedes Fahrzeug und nach Möglichkeit für jede Tätigkeit einzeln ermittelt werden.

2 Welche Einsatzbedingungen liegen vor?

Je genauer die Einsatzbedingungen beschrieben werden können, desto besser kann beurteilt werden, ob die gefundenen Literaturwerte für den zu bewertenden Arbeitsplatz anwendbar sind. Daher ist bei Literaturwerten auf die dort angegebenen Einsatzbedingungen zu achten.

Insbesondere folgende Einsatzbedingungen haben Einfluss auf die Vibrationsbelastung:

- Art und Zustand des Fahrzeugs (Gewicht, Leistung, Bereifung, Verschleiß, Baujahr …),

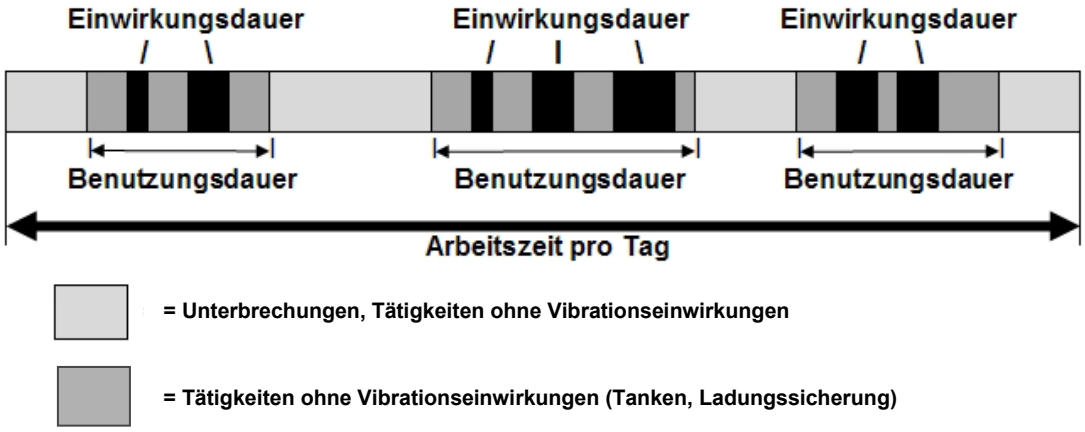

Abb. 1: Unterschied zwischen Arbeitszeit, Benutzungsdauer und Einwirkungsdauer

[1] Es kann der Fall auftreten, dass Beschleunigungen über die Benutzungsdauer gemessen werden. In diesem Fall muss die frequenzbewertete Beschleunigung in Gleichung (1) (Abschnitt 4) auch mit einer Dauer *T* verknüpft werden, die denselben Anteil arbeitsbedingter Unterbrechungen enthält.

Dieses Fachausschuss-Informationsblatt wurde unter Federführung des IFA der DGUV von Mitgliedern des Sachgebiet „Vibration“ im Fachausschuss „Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau“ (FA MFS) der DGUV erarbeitet. Der FA setzt sich zusammen u. a. aus Vertretern der UVT, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, Herstellern und Betreibern (s. a. BGG 900). Im Sachgebiet Vibration sind Vertreter betroffener Branchen beteiligt, die als Experten für die Prävention von Gesundheitsgefährdungen durch Vibrationen tätig sind.“

- Art und Zustand des Sitzes (Dämpfungssystem),
- Fahrgeschwindigkeit, Fahrweise,
- Zustand der Fahrbahn,
- Tätigkeit und Betriebszustand (Transport, Rangieren, Lastfahrt/ Leerfahrt, …).

Diese Liste ist nicht vollständig.

3 Welche Informationsquellen gibt es?

Neben der Einwirkungsdauer (Abschnitt 1) benötigt man die Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung $a_{w,l}$ in jeder Raumachse $l = \{x, y, z\}$, um den Tages-Vibrationsexpositionswert (A(8)-Wert) bilden zu können (Abschnitt 4). Diese Beschleunigungen können aus den folgenden Informationsquellen gewonnen[2] werden:

1. Einfache Messgeräte
2. Branchenbezogene Messungen
3. Angaben in Normen zu Erdbaumaschinen
4. Summarische Darstellungen von Messwertbereichen
5. Herstellerangaben
6. Datenbanken, Sonstiges

Die in den Informationsquellen beschriebenen Unsicherheiten geben einen Hinweis darauf, wie sicher die ermittelten Werte sind, was für die Beurteilung besonders wichtig ist (Abschnitt 5). Die Technische Regel zur Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung - TRLV Vibrationen - enthält ein Ablaufschema, in welcher Rangfolge diese Informationsquellen genutzt werden sollen.

Darüber hinaus fassen die Gefährdungstabellen auf den Internetseiten der BAuA (www.baua.de/trlv) einige der hier genannten Informationen zusammen (siehe Abschnitt 4.2 TRLV Vibrationen Teil 1). Ausschlaggebend für die Verwendung der Werte in diesen Tabellen ist, ob die angegebenen Einsatz- und Betriebsbedingungen mit den Verhältnissen vor Ort vergleichbar sind.

3.1 Einfache Messgeräte

Arbeitgeber können in Ergänzung zu den anderen Informationsquellen einfache Messinstrumente benutzen, um frequenzbewertete Beschleunigungen und deren Unsicherheit selbst zu ermitteln. Da diese Messgeräte sehr unterschiedlich arbeiten, sollte sich ein Arbeitgeber durch eine fachkundige Person beraten lassen, falls er nicht sicher ist, welches Gerät er braucht.

Für eine Gefährdungsbeurteilung sind generell Geräte geeignet, die eine normgerechte Messung nach DIN EN ISO 8041 ermöglichen, was zum Beispiel bedeutet, dass eine Messscheibe verwendet wird. Bei anderen Geräten muss sichergestellt sein, dass sie zu denselben Ergebnissen gelangen.

Das kann z. B. durch den Vergleich mit Werten aus anderen Informationsquellen belegt werden.

Messungen, die nicht unter Aufsicht stattfinden, sollten nur bei verantwortungsvollen Mitarbeitern durchgeführt werden, um beabsichtigte oder unbeabsichtigte Beeinflussungen der Messergebnisse zu vermeiden.

3.2 Branchenbezogene Messungen

Bei den Unfallversicherungsträgern liegen zum Teil frequenzbewertete Beschleunigungen und A(8)-Werte zu genau eingegrenzten Einsatzbedingungen vor. So finden sich zum Beispiel in [1] Werte zu Portalstaplern und -kranen im Hafenumschlag, Mobilbaggern im Schrottgroßhandel und Gabelstaplern im Baustoffgroßhandel. Falls die Einsatzbedingungen übereinstimmen, können diese Werte verwendet werden, wobei auch Standardabweichungen zur Beurteilung der Werte angegeben sind.

3.3 Angaben in Normen zu Erdbaumaschinen

Für Erdbaumaschinen sollte DIN CEN/TS 15730:2008 [2] verwendet werden, um die Vibrationsexposition der Maschinenführer zu bestimmen. Dort sind für typische Erdbaumaschinenarten und ihre Betriebszustände die Mittelwerte und Standardabweichungen der frequenzbewerteten Beschleunigung angegeben. Diese Werte resultieren aus einer Datensammlung, für die weltweit von Institutionen, Herstellern und Organisationen Messwerte zur Verfügung gestellt wurden.

In dem Dokument wird außerdem die Vorgehensweise zur Abschätzung der Vibrationsexposition beschrieben. So können die tatsächlichen betrieblichen Einsatzbedingungen der Erdbaumaschinen, auf die der Unternehmer Einfluss hat, dadurch berücksichtigt werden, dass bei hartem Einsatz die Standardabweichung zum Mittelwert zu addieren ist und bei sehr guten Einsatzbedingungen die Standardab-weichung vom Mittelwert abgezogen werden kann. Damit ist auch die Unsicherheit der Daten berücksichtigt.

Sind für eine speziellen Maschinenart oder einen Betriebszustand im CEN/TS 15730:2008 keine Daten vorhanden, muss auf andere Informationsquellen zurückgegriffen werden.

3.4 Summarische Darstellungen von Messwertbereichen

Für viele Fahrzeuggruppen liegen summarische Darstellungen vor, die Bereiche angeben, innerhalb derer Messwerte zu verschiedenen Einsatzbedingungen liegen können ([3], [4]).

Zum Einstieg in die Gefährdungsbeurteilung können damit Fahrzeuggruppen eines Betriebes danach eingeordnet werden, ob bei ihnen ausschließlich niedrige Belastungswerte angegeben sind, oder auch hohe. Für alle weiteren Schritte der Gefährdungsbeurteilung sollten die anderen Quellen benutzt werden, um zu ermitteln, zu welcher Belastung die Einsatzbedingungen vor Ort führen.

Schließlich können die in den summarischen Darstellungen angegebenen Bereiche dazu genutzt werden, um zu bestimmen, ob Angaben zu frequenzbewerteten Beschleunigungen für Fahrzeuggruppen plausibel sind.

3.5 Herstellerangaben

Hersteller müssen nach der EG-Maschinenrichtlinie für mobile Arbeitsgeräte frequenzbewertete Beschleunigungen für Ganzkörper-Vibrationen angeben. Seit 29.12. 2009 legt die novellierte EG-Maschinenrichtlinie fest (2006/42/EG Anhang I Nr. 3.6.3.1 in Verbindung mit Nr. 1.7.4.3), dass Beschleunigungswerte auch in Verkaufsprospekten oder Internetkatalogen auszuweisen sind. Diese Beschleunigungskennwerte sind aber nur mit

[2] § 3 Abs. 1 und Anhang 1.1 und 2.1 Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung

großer Vorsicht für die Gefährdungsbeurteilung zu verwenden, da sie meist unter genormten Bedingungen erhoben worden sind, die häufig mit realen Einsatzbedingungen wenig zu tun haben: So gibt es für Flurförderzeuge (DIN EN 13059:2002) und Luftfahrtbodengeräte (DIN EN 1915-3) eine Prüfnorm zur Ermittlung der frequenzbewerteten Beschleunigung. Dort werden Schwellen mit konstanter Geschwindigkeit auf festgelegten Strecken überfahren.

Sollte bei der Herstellerangabe des Beschleunigungswertes ein Hinweis auf das Testverfahren, die Einsatzbedingungen oder die Ermittlungsunsicherheit fehlen, so hat der Hersteller zumindest die Angaben nach EG-Maschinenrichtlinie zur Verfügung zu stellen. Häufig können die Hersteller auch mehr Daten zur Verfügung stellen, als in den Prospekten und Anleitungen angegeben. Diese Daten können verwendet werden, falls sie unter den Bedingungen erhoben worden sind, für die die Gefährdungsbeurteilung erfolgen soll.

Falls die Prüfbedingungen der Herstellerangaben von den Einsatzbedingungen stark abweichen, kann ggf. ermittelt werden, ob diese Werte als obere oder untere Grenze für eine Schätzung verwendet werden können.

3.6 Datenbanken, Sonstiges

Außerdem können Informationen zu frequenzbewerteten Beschleunigungen für den zu beurteilenden Maschinentyp u.a. in den folgenden Datenquellen vorhanden sein:

- Katalog repräsentativer Lärm- und Vibrationsdaten am Arbeitsplatz (KarLA), LAS Potsdam: http://www.las-bb.de/karla/
- Universität Umeå, Schweden (englisch, schwedisch) - Department of Public Health and Clinical Medicine, Occupational and Enviromental Medicine: http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=EN
- Nationales Institut für Arbeitsschutz und Prävention, Italien (englisch, italienisch) http://www.ispesl.it/vibrationdatabase, (Zugang über „Enter“ am Ende der „Guideline“)
- VMBG Mini-CD-Rom „Schwingungen und Vibrationen am Arbeitsplatz“, Hrsg.: Vereinigung der Metallberufsgenossenschaften (Bestellung: www.bg-metall.de dort: Service und Kontakt > Webshop > CD-ROM oder www.mmbg.de dort: Medien > CDs / DVDs.

Weiterführende Informationen können beschafft werden von:

- den zuständigen Unfallversicherungsträgern, z.B. Berufsgenossenschaften,
- den staatliche Arbeitsschutzverwaltungen,
- Fachkundigen oder Ingenieurbüros,
- Fachkräften für Arbeitssicherheit, sofern sie gemäß LärmVibrationsArbSchV fachkundig sind (Erläuterungen dazu z.B. in der TRLV Vibrationen).

Auch hier muss im Einzelfall geprüft werden, ob der angegebene Wert mit den eigenen Einsatzbedingungen übereinstimmt.

4 Wie werden Einwirkungsdauer und Beschleunigung verknüpft?

Um Fehler bei der Berechnung des Tages-Vibrationsexpositionswertes A(8) zu vermeiden, wird empfohlen, eine im Internet verfügbare Excel-Anwendung zu nutzen. Diese übernimmt, ausgehend von den frequenzbewerteten Beschleunigungen und Einwirkungsdauern, alle nötigen Berechnungen:

- Landesamt für Arbeitsschutz, Potsdam http://bb.osha.de/docs/gkv_calculator.xls

Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Beschleunigungen **ohne** die Faktoren eingegeben werden, die man für die Beurteilung der Gesundheitsgefährdung braucht ($k_x = k_y = 1{,}4$, $k_z = 1{,}0$ VDI 2057 Blatt 1).

5 Wie werden die Ergebnisse beurteilt?

Erreicht bzw. überschreitet der Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) den Auslösewert oder den Expositionsgrenzwert, sind entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Im letzten Fall müssen diese **sofort** ergriffen werden, um die Belastung unter den Expositionsgrenzwert zu senken.

Darüber hinaus müssen auch unterhalb der Auslösewerte der branchenübliche Stand der Technik beachtet sowie Schutzmaßnahmen bei mittelbaren Gefährdungen durch Vibrationen ergriffen werden, (z. B. wenn Warnhinweise in Schaltwarten nicht korrekt abgelesen werden können).

Wenn sich der A(8)-Wert nahe am Auslöse- oder Expositionsgrenzwert befindet, und falls die benutzten Informationsquellen Angaben zur Unsicherheit enthalten (Herstellerangaben müssen nach EG-Maschinenrichtlinie Emissionsangaben inkl. Unsicherheiten enthalten), sollten diese benutzt werden, um zu überprüfen, wie sicher die ermittelten Werte sind.

Wenn es nicht sicher ist, dass der Expositionsgrenzwert oder der Auslösewert unterschritten wird, sollten die nach der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung erforderlichen Maßnahmen ergriffen oder Messungen[3] durch Fachkundige zur Abklärung durchgeführt werden (z. B. Unfallversicherungsträger, Ingenieurbüros, …).

5.1 Weitere Faktoren

Darüber hinaus können Gesundheitsgefährdungen durch stark **stoßhaltige Schwingungen** vorliegen, wie sie z. B. beim häufigen Fahren über Schwellen entstehen können. Dasselbe gilt für **ungünstige Körperhaltungen**, wie sie z. B. bei Rückwärtsfahren ohne Außenspiegel oder dem Pflügen oder Mähen auf dem Hang eingenommen werden (Wechsel- und Kombinationswirkung).

Außerdem gibt es **besonders gefährdete Beschäftigte**, die entweder aufgrund ihrer körperlichen Konstitution stärker auf Vibrationsbelastungen reagieren (z. B. Jugendliche, Schwangere), oder die aufgrund ihrer mangelnden Erfahrung sich höheren Vibrationsbelastungen aussetzen, z. B. durch unangepasste Fahrweise (etwa Praktikanten, Leiharbeiter).

Falls der Arbeitgeber feststellt, dass zusätzliche Gesundheitsgefährdungen vorliegen, oder besonders gefährdete Beschäftigte Gesundheitsgefährdungen ausgesetzt sind, sind auch in diesen Fällen Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

[3] §§ 4 – 5 Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung

Literatur:

[1] K. Schäfer, R. Schick, F. Rokosch, C. Becker: Branchenspezifische Ermittlung von Ganzkörpervibrationen: Hilfen für die betriebliche Praxis. Zbl Arbeitsmed 57 (2007) 146 – 157.

[2] DIN CEN/TS 15730:2008 Erdbaumaschinen - Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Ganzkörper-Schwingungen bei Maschinen mit aufsitzendem Maschinenführer - Verwendung harmonisierter Messwerte von internationalen Instituten, Organisationen und Herstellern.
HINWEIS: Die in DIN CEN/TS 15730:2008 verwendeten Expositionsgrenzwerte entsprechen der EG-Richtlinie „Vibrationen“ (2002/44/EG). Bei der Anwendung in Deutschland ist gemäß der LärmVibrationsArbSchV die Absenkung des Expositionsgrenzwertes auf A(8) = 0,8 m/s^2 in z-Richtung zu berücksichtigen.

[3] Handbuch Ganzkörper-Vibration: A 219, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Bonn, Juli 2007.

[4] E. Christ, S. Fischer, U. Kaulbars, D. Sayn, BGIA-Report 6/2006 Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen – Kennwerte der Hand-Arm und Ganzkörper-Schwingungsbelastung, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg.), September 2006.

[5] European Commission - Enterprise and Industry: Guide to application of the Machinery Directive 2006/42/EC. 2st edition, Brussels, 06.2010 (zugänglich z.B. über Internet-Suchmaschinen).

Weitere Informationen:

- LärmVibrationsArbSchV
- Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Vibrationen, Ausgabe: Januar 2010, GMBl. Nr. 14/15 vom 10. März 2010, S. 271 (www.baua.de/trlv)
- www.bg-vibrationen.de
- VDI 2057 Blatt 1 (2002) Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen
- CR 12349 Mechanische Schwingungen — Leitfaden über die Wirkung von Schwingungen auf die Gesundheit des Menschen
- VDI-Tagung „Humanschwingungen“ 2007, Dresden (VDI-Berichte Nr. 2002)

Herausgeber: Fachausschuss „Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau“ (FA MFS)
Postfach 3780
D-55027 Mainz