

Handbuch zum Thema

# *Ganzkörper-Vibration*

**Rechtlich nicht bindendes Handbuch im Hinblick auf die Umsetzung der Richtlinie 2002/44/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen)**



Diese Druckschrift wurde im Auftrag der Europäischen Kommission, Generaldirektion Beschäftigung, soziale Angelegenheiten und Chancengleichheit erstellt. Unter Berücksichtigung der nationalen Umsetzung durch die LärmVibrationsArbSchV wurde das Handbuch für die Verwendung in Deutschland angepasst durch:

- Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam (LAS)
- Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz St. Augustin (BGIA)
- SG „Vibration“ im Fachausschuss „Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau“ der BGZ beim Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften

Potsdam, den 09. Mai 2007

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Kapitel 1 EINLEITUNG</b> .....	<b>6</b>
<b>Kapitel 2 GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1. Grundlegendes zur Gefährdungsbeurteilung</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2. Ermittlung der Expositionsdauer</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3. Ermittlung der Schwingungsintensität</b> .....	<b>17</b>
2.3.1 Verwendung der Emissionsdaten des Herstellers .....	17
2.3.2 Verwendung von weiteren Daten.....	18
2.3.3 Messung der Schwingungsintensität .....	19
<b>2.4. Berechnung der Tages-Schwingungsexposition</b> .....	<b>21</b>
2.4.1 A(8) zur Beurteilung der Tagesexposition .....	21
2.4.2 Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition .....	21
<b>Kapitel 3 Vermeidung oder Verringerung der Exposition</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1 Entwicklung eines Vibrationsminderungsprogramms</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2 Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer</b> .....	<b>25</b>
<b>3.3 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Exposition</b> .....	<b>26</b>
3.3.1 Substituierung durch andere Arbeitsmethoden .....	26
3.3.2 Auswahl der Arbeitsmittel .....	26
3.3.3 Einkaufspolitik.....	26
3.3.4 Gestaltung von Aufgaben und Prozessen .....	27
3.3.5 Kollektive Maßnahmen .....	28
3.3.6 Schulung und Information der Arbeitnehmer .....	28
3.3.7 Arbeitspläne.....	29
3.3.8 Instandhaltung .....	29
3.3.9 Schwingsitze.....	30

<b>3.4 Überwachung der Schwingungen und erneute Beurteilung .....</b>	<b>31</b>
3.4.1 Woher weiß ich, dass meine Überwachung der Ganzkörper-Schwingungen funktioniert? .....	31
3.4.2 Wann muss ich die Gefährdungsbeurteilung wiederholen? .....	31
<b>Kapitel 4 Gesundheitsüberwachung .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Wann ist eine Gesundheitsüberwachung erforderlich? .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2 Was wird in Unterlagen festgehalten? .....</b>	<b>33</b>
<b>4.3 Was muss bei einer festgestellten Gesundheitsschädigung getan werden?.....</b>	<b>33</b>
<b>Anhang A Zusammenfassung der Pflichten laut Definition in der Richtlinie           2002/44/EG.....</b>	<b>35</b>
<b>Anhang B Was sind Schwingungen? .....</b>	<b>37</b>
<b>Anhang C Gesundheitliche Gefährdungen, Anzeichen und Symptome .....</b>	<b>41</b>
<b>Anhang D Instrumente zur Berechnung der Tagesexposition .....</b>	<b>43</b>
<b>Anhang E Ausgearbeitete Beispiele für Tagesexposition .....</b>	<b>48</b>
<b>Anhang F Techniken der Gesundheitsüberwachung .....</b>	<b>53</b>
<b>Anhang G Glossar .....</b>	<b>54</b>
<b>Anhang H LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>55</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>62</b>

## VORWORT

Die Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Schwingungen) hat die Einführung von Mindestvorschriften auf Gemeinschaftsebene zum Ziel, die Arbeitnehmer am Arbeitsplatz vor der Gefährdung durch Schwingungen zu schützen.

Die Umsetzung in Deutschland ist mit der am 09. März 2007 in Kraft getretenen Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) erfolgt. Die Richtlinie 2002/44/EG nennt „Expositionsgrenzwerte“ und „Auslösewerte“. Ferner werden die Pflichten der Arbeitgeber in Bezug auf die Ermittlung und Bewertung der Gefährdungen genau benannt, die zu ergreifenden Maßnahmen zur Verringerung oder Vermeidung der Exposition vorgeschlagen und Einzelheiten angeführt, wie die Information und Schulung der Arbeitnehmer erfolgen muss. Ein Arbeitgeber, der die Durchführung von Arbeiten plant, von denen Gefährdungen in Form einer Schwingungsexposition\* ausgehen, muss eine Reihe von Schutzmaßnahmen vor und während der eigentlichen Arbeit umsetzen. Ferner verlangt die Richtlinie von den EU-Mitgliedstaaten, ein geeignetes System für die Gesundheitsüberwachung von Arbeitnehmern, die Gefährdungen durch Schwingungen ausgesetzt sind, einzurichten.

Die Evaluierung und Beurteilung von Gefährdungen durch Schwingungen sowie die Umsetzung von Schutzmaßnahmen können kompliziert sein. Dieses rechtlich nicht bindende „Handbuch“ wird eine Hilfe sein bei der Beurteilung von Gefährdungen durch Ganzkörper-Schwingungen, der Bestimmung von Schutzmaßnahmen zur Beseitigung bzw. Verringerung der Belastung sowie bei der Einführung von Systemen, die das Entstehen und Fortschreiten von Erkrankungen verhindern.

Das vorliegende Handbuch über Ganzkörper-Schwingungen wurde zusammen mit dem Schwesterhandbuch über Hand-Arm-Schwingungen (Handbuch zu Hand-Arm-Schwingungen: *Rechtlich nicht bindendes Handbuch im Hinblick auf die Umsetzung der Richtlinie 2002/44/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Schwingungen)*) im Auftrag der Generaldirektion Beschäftigung und soziale Angelegenheiten mit der Vertrags-Nr. VC/2004/0341 erstellt. Vom Landesamt für Arbeitsschutz in Potsdam sind die wichtigsten Anpassungen zur Verwendung in Deutschland vorgenommen worden. Der Schreibstil der ursprünglichen Autoren wurde allerdings beibehalten.

Die Begriffe „Vibration“ und „Vibrationen“ sind in dieser Druckschrift als Synonym zu „mechanischen Schwingungen“ zu verstehen.

### \* Kommentar zur deutschen Übersetzung:

In der deutschen Fassung der EG-Vibrationsrichtlinie wird der englische Begriff „exposure“ mit „Exposition“ übersetzt. In der Übersetzung der ISO 5349, auf die die EG-Richtlinie verweist, sowie in der deutschen Fachliteratur wird für „exposure“ der Begriff „Einwirkung“ oder je nach Zusammenhang auch „Belastung“ verwendet. Da das vorliegende Handbuch eine Erläuterung der EG-Richtlinie darstellt, wurde hier der Begriff „Exposition“ verwendet.

## DANKSAGUNGEN

Dieses Handbuch wurde von folgenden Instituten erstellt:

- ISVR: Professor M.J. Griffin & Dr H.V.C. Howarth  
Institute of Sound and Vibration Research  
University of Southampton, U.K.
- HSL: Mr. P. M. Pitts  
Health and Safety Laboratory  
U.K.
- BGIA: Dr. S. Fischer & Dipl.-Ing. U. Kaulbars  
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz,  
Germany.
- INRS: Dr. P.M. Donati  
Institut National de Recherche et de Sécurité,  
France.
- HSE: Mr. P.F. Brereton  
Health and Safety Executive  
U.K.

Unter der Lenkung der:

Arbeitsgruppe „Vibration“ mit Mandat des Beratenden Ausschusses für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz in Zusammenarbeit mit der Europäischen Kommission.

Wir möchten uns ebenfalls für die Informationen aus zwei EG-finanzierten Projekten bedanken, die wir bei der Erstellung dieses Handbuchs genutzt haben:

- VIBRISKS: Gefährdungen durch Schwingungsbelastung am Arbeitsplatz, EC FP5 Projekt-Nr. QLK4-2002-02650
- VINET: Forschungsnetzwerk zur Erkennung und Prävention von Krankheiten infolge von Schwingungsbelastung am Arbeitsplatz, EC Biomed II Projekt-Nr. BMH4-CT98-3251.

Die Schrift wurde an die nationalen Rechtsvorschriften in Deutschland angepasst von:

- LAS Potsdam: Dr. D. Mohr; Dr. R. Pippig
- BGIA St. Augustin: Dr. S. Fischer
- SG „Vibration“: Dr. C. Hecker

## KAPITEL 1 EINLEITUNG

*Die EG-Richtlinie 2002/44/EG („Vibrationsrichtlinie“) und ihre Umsetzung über die Lärm-VibrationsArbSchV weist dem Arbeitgeber Pflichten zu mit dem Ziel, die Gefährdungen durch Ganzkörper-Schwingungen zu beseitigen oder auf ein Minimum zu reduzieren (diese Pflichten sind in [Anhang A](#) zusammengefasst).*

*Dieses Handbuch soll Arbeitgebern helfen, Gefährdungen von Ganzkörper-Schwingungen zu erkennen, Exposition und Gefährdungen zu bewerten und Maßnahmen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen auszuwählen.*

*Das Handbuch sollte in Verbindung mit der Vibrationsrichtlinie bzw. mit nationalen Gesetzen und Vorschriften, welche die Anforderungen dieser Richtlinie umsetzt, gelesen werden, darunter insbesondere die LärmVibrationsArbSchV.*

Ganzkörper-Schwingungen werden durch Schwingungen verursacht, die von Maschinen und Fahrzeugen am Arbeitsplatz über den Sitz oder die Füße übertragen werden (siehe [Anhang B](#)). Eine Exposition gegenüber starken Ganzkörper-Schwingungen kann die Sicherheit und Gesundheit gefährden und verursacht bzw. verschlimmert erwiesenermaßen Rückenbeschwerden (siehe [Anhang C](#)). Die Gefährdungen sind am größten, wenn die Schwingungen stark, die Expositionen von langer Dauer, häufig und regelmäßig sind und die Schwingungen mit heftigen Erschütterungen bzw. Stößen einhergehen.

Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen gibt es häufig bei Arbeiten im Gelände, z. B. in der Landwirtschaft, am Bau und in Steinbrüchen, aber auch auf der Straße in Lkws und anderen Nutzfahrzeugen, auf See in kleinen Schnellbooten und in der Luft in manchen Hubschraubern. Ganzkörper-Schwingungen beschränken sich nicht auf sitzende Arbeitnehmer wie Fahrer, sondern können auch bei Arbeiten im Stehen, wie beispielsweise beim Stehen auf einer Betonzerkleinerungsmaschine, auftreten.

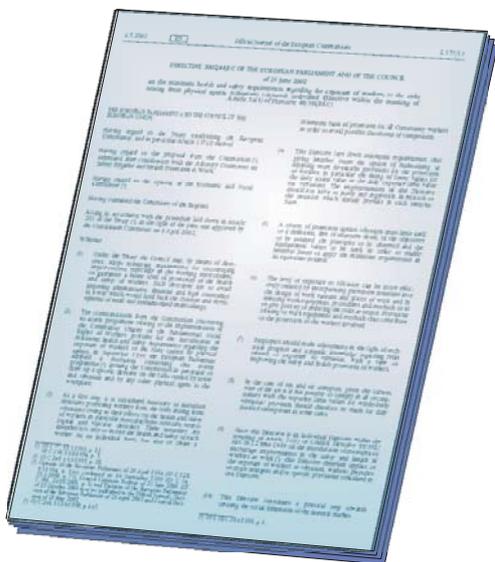
Rückenschmerzen können durch ergonomische Faktoren wie manuelle Handhabung von Lasten und eingeeengte oder unbequeme Haltungen entstehen. Diese Faktoren sind mindestens genauso wichtig wie die Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen. Natürlich können Rückenbeschwerden auch durch Tätigkeiten während der Arbeit bzw. außerhalb der Arbeit verursacht werden, die nicht mit dem Einsatz von Fahrzeugen verbunden sind. Zur erfolgreichen Behandlung des Problems von Rückenbeschwerden bei Fahrern und Bedienern von mobilen Maschinen ist es wichtig, sämtliche möglichen Einflussfaktoren zu ermitteln und zu bearbeiten.

Die „Vibrationsrichtlinie“ (Richtlinie 2002/44/EG – siehe Kasten „Literaturhinweis“) legt Mindeststandards für den Schutz vor Gefährdungen durch Ganzkörper-Schwingungen fest. Entsprechend der Vibrationsrichtlinie waren die Mitgliedstaaten der Europäischen Union verpflichtet, die Anforderungen aus der Richtlinie bis zum 6. Juli 2005 in nationales Recht umzusetzen. Bei der nationalen Umsetzung war der Grundsatz zu beachten, dass durch die Umsetzung der EG-Richtlinie keine Verschlechterung des Schutzes der Arbeitnehmer gegenüber dem gegenwärtigen Stand eintreten darf. Das nationale Recht kann aber ein höheres Schutzniveau fordern als die EG-Richtlinie.

Die EG-Vibrationsrichtlinie legt einen Auslösewert fest, bei dessen Überschreiten der Arbeitgeber aufgefordert ist, die Gefährdungen durch Ganzkörper-Schwingungen für seine Be-

schäftigten zu überwachen, und definiert einen Expositionsgrenzwert, oberhalb dessen Arbeitnehmer keiner Exposition ausgesetzt sein dürfen<sup>1</sup>:

- Auslösewert bei Tages-Vibrationsexpositionswert  $A(8) =$  von  $0,5 \text{ m/s}^2$
- Tagesexpositions-Grenzwert von  $1,15 \text{ m/s}^2$  in X- und Y-Richtung und  $0,8 \text{ m/s}^2$  in Z-Richtung



Die Vibrationsrichtlinie verpflichtet den Arbeitgeber, dafür Sorge zu tragen, dass die Gefährdungen durch Ganzkörper-Schwingungen beseitigt oder auf ein Minimum reduziert werden. Diese Pflichten sind in [Anhang A](#) zusammengefasst.

Die Vibrationsrichtlinie ist eine Tochterrichtlinie der Rahmenrichtlinie (Richtlinie 89/391/EWG - siehe Kasten „Literaturhinweise“), da viele Anforderungen und besondere Verweise in der Vibrationsrichtlinie aus der Rahmenrichtlinie stammen.

Dieses Handbuch hilft Arbeitgebern, die Bestimmungen der EG-Vibrationsrichtlinie und der Lärm-VibrationsArbSchV hinsichtlich Ganzkörper-Schwingungen zu erfüllen. Das Handbuch soll einen Überblick über die Methoden geben, die für die

Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen eingesetzt werden, die Themen Auswahl und richtige Verwendung von Arbeitsmitteln, Optimierung von Methoden sowie Umsetzung von Schutzmaßnahmen (technischer und/oder organisatorischer Natur) auf Grundlage einer vorherigen Gefährdungsanalyse erörtern. Dieses Handbuch gibt auch Auskunft über die Art der notwendigen Unterweisung und Unterrichtung der betroffenen Arbeitnehmer und nennt wirkungsvolle Lösungen für die weiteren in der EG-Vibrationsrichtlinie bzw. der LärmVibrations-ArbSchV erwähnten Sachverhalte. Das Flussdiagramm in [Abbildung 1](#) zeigt, wie dieses Handbuch gegliedert ist.

<sup>1</sup> Nach § 17 Abs. 3 LärmVibrationsArbSchV darf bis zum 31.12.2011 bei Tätigkeiten mit Baumaschinen und Baugeräten, die vor dem Jahr 1997 hergestellt sind und bei deren Verwendung trotz Durchführung aller in Betracht kommenden Maßnahmen nach dieser Verordnung die Einhaltung des Expositionsgrenzwertes für Ganzkörper-Vibrationen nach § 9 Abs. 2 Nr. 1 nicht möglich ist, an höchstens 30 Tagen im Jahr der Expositionsgrenzwert für Ganzkörper-Vibrationen in Z-Richtung von  $A(8) = 0,8 \text{ m/s}^2$  bis höchstens  $1,15 \text{ m/s}^2$  überschritten werden.

Weiterhin können nach § 15 LärmVibrationsArbSchV Ausnahmen bei den zuständigen Arbeitsschutzbehörden beantragt werden.

**Literaturhinweis:**

## EG-Vibrationsrichtlinie:

Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Schwingungen) (16. Einzelrichtlinie in Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

## Umsetzung in Deutschland:

Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations- Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV) vom 06. März 2007 (BGBl. I, Nr. 8, S. 261) in Kraft getreten am 09. März 2007

## EG-Rahmenrichtlinie:

Richtlinie 89/391/EWG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit

## Umsetzung in Deutschland:

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG) vom 07. August 1996 (BGBl. I S. 1246) zuletzt geändert durch Artikel 227 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I, Nr. 50, S. 2407) in Kraft getreten am 8. November 2006

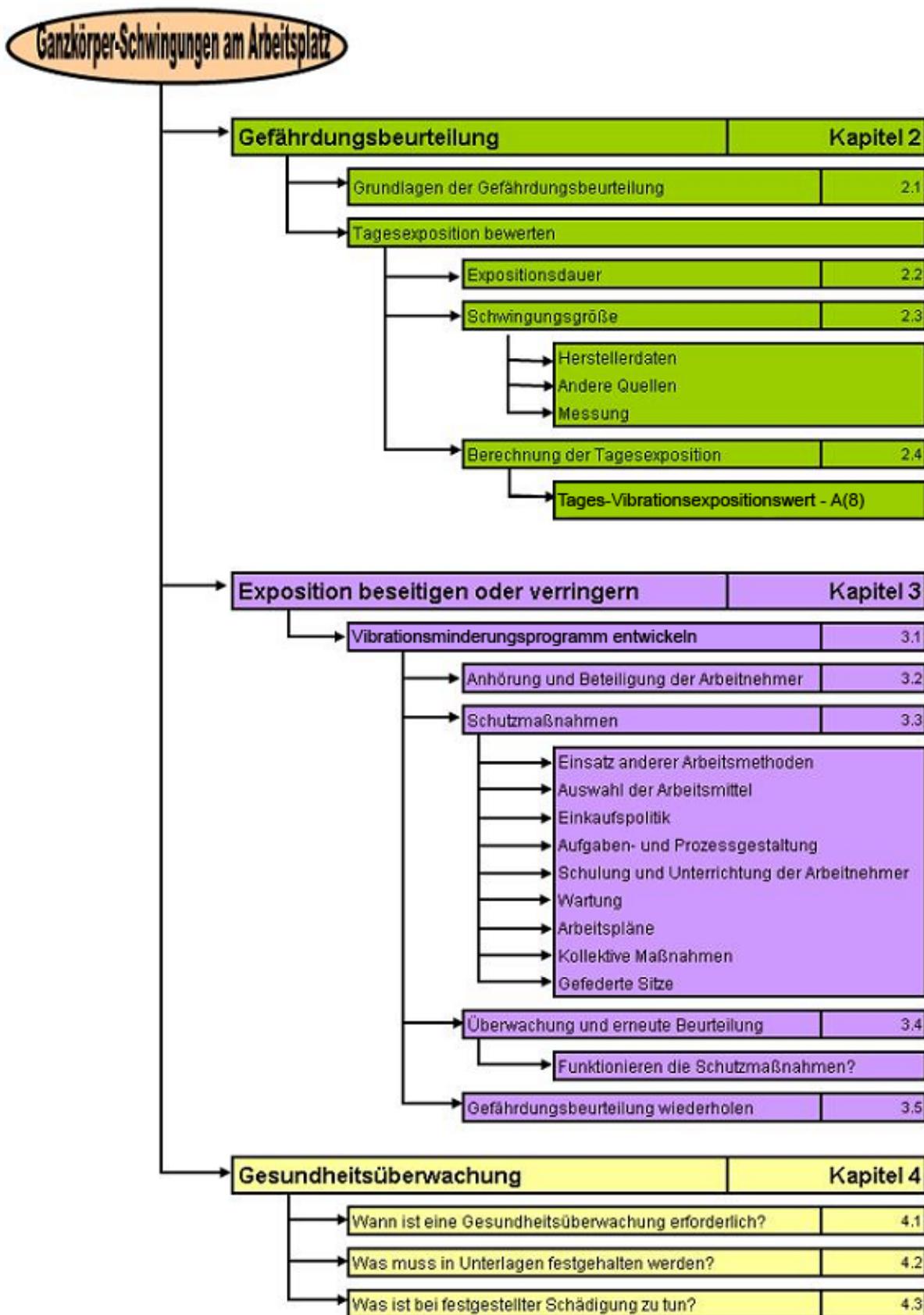


Abbildung 1 Flussdiagramm Ganzkörper-Schwingungen

## KAPITEL 2 GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG

*Ziel und Zweck der Gefährdungsbeurteilung von Ganzkörper-Schwingungen ist es, Sie als Arbeitgeber in die Lage zu versetzen, eine fundierte Entscheidung über die Maßnahmen zu treffen, die erforderlich sind, um die Exposition von Arbeitnehmern gegenüber Ganzkörper-Schwingungen zu vermeiden bzw. angemessen zu überwachen.*

*In diesem Kapitel zeigen wir Ihnen, wie Sie entscheiden können, ob Sie möglicherweise ein Problem mit Expositionen gegenüber Ganzkörper-Schwingungen in Ihrem Betrieb haben, ohne dass Sie hierfür Messungen vornehmen oder detailreiche Kenntnis über Expositionsbeurteilungen haben müssen.*

## 2.1. Grundlegendes zur Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung sollte:

- feststellen, wo möglicherweise eine Gefährdung für die Sicherheit oder Gesundheit vorliegt, bei denen Ganzkörper-Schwingungen entweder die Ursache oder ein Einflussfaktor sind;
- die Exposition der Arbeitnehmer abschätzen und mit dem Auslösewert und Expositionsgrenzwert vergleichen,
- die verfügbaren Maßnahmen der Risikoüberwachung festlegen,
- die Maßnahmen angeben, die Sie ergreifen wollen, um die Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen zu überwachen und vor ihnen zu schützen und
- die Beurteilung mit ihren einzelnen Schritten und Maßnahmen und deren Wirksamkeit dokumentieren.



Neben Ganzkörper-Schwingungen können auch andere ergonomische Faktoren zu Rückenschmerzen beitragen; hierzu zählen:

- schlechte Körperhaltung während des Fahrens bzw. des Bedienens einer Anlage;
- eine sitzende Position über lange Zeiträume hinweg, ohne Möglichkeit zur Positionsveränderung;
- ungünstig angeordnete Bedienungselemente, die es erfordern, dass sich der Fahrer/Bediener lang strecken oder verdrehen muss;
- schlecht einsehbarer Arbeitsvorgang, bei dem sich der Fahrer/Bediener lang strecken oder verdrehen muss, um ausreichende Sicht zu bekommen;
- manuelles Heben oder Tragen von schweren oder unhandlichen Lasten;
- wiederholtes Klettern in eine hoch gelegene oder schwer zugängliche Kabine bzw. das Springen aus einer solchen.

Jeder dieser Faktoren kann für sich genommen Rückenschmerzen verursachen. Allerdings nimmt das Risiko zu, wenn eine Person einem oder mehreren Faktoren bei gleichzeitiger Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen ausgesetzt ist. Hier ein Beispiel:

- lang andauernde Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen ohne die Möglichkeit eines Positionswechsels;
- Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen in gestreckter oder verdrehter Sitzposition (z. B. Schulterblick, um den Betrieb der angehängten Ausrüstung zu überprüfen);
- Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen und Verrichten von Arbeiten mit manuellem Heben und Tragen von schweren Lasten.

Umweltfaktoren wie Temperatur können das Risiko von Rückenschmerzen oder Rückenbeschwerden weiter verstärken.

In Ihren Plänen zur Verringerung des Risikos von Rückenbeschwerden müssen Sie alle diese Ursachen berücksichtigen. Bestimmungen und Hinweise zur manuellen Handhabung von Materialien sollten dort beachtet werden, wo es die Arbeit Ihrer Arbeitnehmer betrifft.

Eine Ausgangsüberlegung in Ihrer Gefährdungsbeurteilung sollten die ausgeübte Tätigkeit, die beteiligten Prozesse sowie die zum Einsatz kommenden Maschinen und Arbeitsmittel betreffen. Tabelle 1 hilft Ihnen zu entscheiden, ob weitere Maßnahmen erforderlich sind. Bei

jedem Fahrzeugtyp in Bewegung ist der Fahrer möglicherweise Ganzkörper-Schwingungen ausgesetzt. Die gesundheitlichen Gefährdungen steigen mit einer regelmäßigen und lang dauernden Exposition gegenüber starken Ganzkörper-Schwingungen. [Abbildung 2](#) enthält einige Fahrzeuge, die mit Ganzkörper-Schwingungen und ergonomischen Gefährdungen in Verbindung gebracht werden. Bitte bedenken Sie, dass eine Belastung gegenüber Ganzkörper-Schwingungen auch bei Arbeiten entstehen kann, bei denen nicht gefahren wird, z. B. wenn Arbeitnehmer auf Schwingbühnen stehen.

**Literaturhinweis:**

Richtlinie über manuelle Lastenhandhabung:

*Richtlinie 90/269/EWG des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der manuellen Handhabung von Lasten, die für die Arbeitnehmer insbesondere eine Gefährdung der Lendenwirbelsäule mit sich bringt (Vierte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)*

In Deutschland umgesetzt über:

*Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten bei der Arbeit (Lastenhandhabungsverordnung - LasthandhabV) vom 04. Dezember 1996 (BGBl. I S.1841) zuletzt geändert durch Artikel 436 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I, Nr. 50, S. 2407) in Kraft getreten am 8. November 2006*

*Tabelle 1 Fragen, die bei der Entscheidung, ob weitere Maßnahmen erforderlich sind, helfen*

---

**Fahren Sie abseits der Straße?**

Menschen, zu deren beruflichen Tätigkeit es gehört, Fahrzeuge, wie Traktoren, Quads und Muldenkipper über unebene Flächen zu steuern, werden mit hoher Wahrscheinlichkeit starken Ganzkörper-Schwingungen ausgesetzt.

---

**Fahren oder bedienen Sie jeden Tag ein(e) vibrierende(s) Fahrzeug/Maschine über einen längeren Zeitraum?**

Die Faktoren, die die Tages-Schwingungsexposition eines Menschen bestimmen, sind die Stärke (Ausmaß) der Schwingungen und die Dauer der Exposition. Je länger die Expositionsdauer, desto höher ist die Gefährdung durch die Schwingungsexposition.

---

**Steuern Sie Fahrzeuge, die nicht für unebene Straßenoberflächen konzipiert wurden?**

Manche Nutzfahrzeuge wie Gabelstapler haben keine Radaufhängung und sind mit Vollgummireifen ausgestattet, damit sie über die für sicheres Arbeiten erforderliche Stabilität verfügen. Werden diese Fahrzeuge auf glatten Flächen eingesetzt, dürfte das Ausmaß der Ganzkörper-Schwingungen nicht hoch sein. Werden diese Fahrzeuge allerdings auf ungeeigneten Flächen eingesetzt (z. B. ein Gabelstapler, der für den Lagerhausbetrieb entwickelt wurde, jedoch außerhalb der Halle an einem Verladeplatz eingesetzt wird), können starke Ganzkörper-Schwingungen entstehen.

---

**Kommt es vor, dass Sie über schlecht gewartete Straßen und Wege fahren müssen?**

Wenn die Straßenoberfläche in einem guten Zustand ist, produzieren die meisten Straßenfahrzeuge nur geringe Ganzkörper-Schwingungen. Bei Pkws, Vans und modernen Lkws mit gefederten Fahrerinnenkabinen ist in der Regel nicht mit einer Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen zu rechnen, wenn diese auf Straßen in gutem Zustand gefahren werden. Fahrzeuge mit nicht so wirkungsvoller Aufhängung, wie zum Beispiel Lastwagen mit starrer Karosserie, können jedoch starke Ganzkörper-Schwingungen produzieren, insbesondere wenn sie auf schlechten Straßen oder im leeren Zustand gefahren werden.

---

**Sind Sie Stößen ausgesetzt?**

Eine Exposition gegenüber stoßhaltigen Schwingungen gilt als die größte Gefährdung im Bereich der Schwingungsbelastung. Stoßhaltige Schwingungen können auf Straßen in schlechtem Zustand entstehen, oder wenn man zu schnell, also nicht geländeangepasst fährt oder bei falscher Einstellung der Sitzfederung. Werden Bodenhobel auf Fahrten über schwierigen Untergrund eingesetzt, können sie starke stoßhaltige Schwingungen produzieren. Bei abruptem Einsatz der Bremsen übertragen einige schwer beladene Fahrzeuge möglicherweise Erschütterungen und Stöße auf den Fahrer.

---

**Müssen Sie unergonomische Haltungen einnehmen oder Arbeiten mit manueller Handhabung durchführen?**

Unzulänglich konzipierte Fahrerinnenkabinen bzw. schlechte Sichtverhältnisse führen möglicherweise dazu, dass sich der Fahrer recken und verdrehen oder über lange Zeiträume hinweg eine unbewegte Haltung einnehmen muss. Eine solche ergonomisch unbefriedigende Umgebung kann allein oder in Verbindung mit einer Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen zu Schädigungen des Rückens und des Muskel-Skelett-Systems führen.

---

**Warnen die Maschinenhersteller vor einer Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen?**

Wenn bei Ihnen eine Maschine im Einsatz ist, die den Nutzer einem Risiko einer Schädigung durch Schwingungen aussetzt, sollten Sie in den Herstellerunterlagen darauf aufmerksam gemacht werden.

---

---

**Melden Arbeitnehmer Beschwerden?**

Als Folge von Ganzkörper-Schwingungen nachgewiesene Rückenschädigungen bedeuten, dass die ergonomische Gefährdung und die Exposition gegenüber Schwingungen vermindert werden müssen.

---

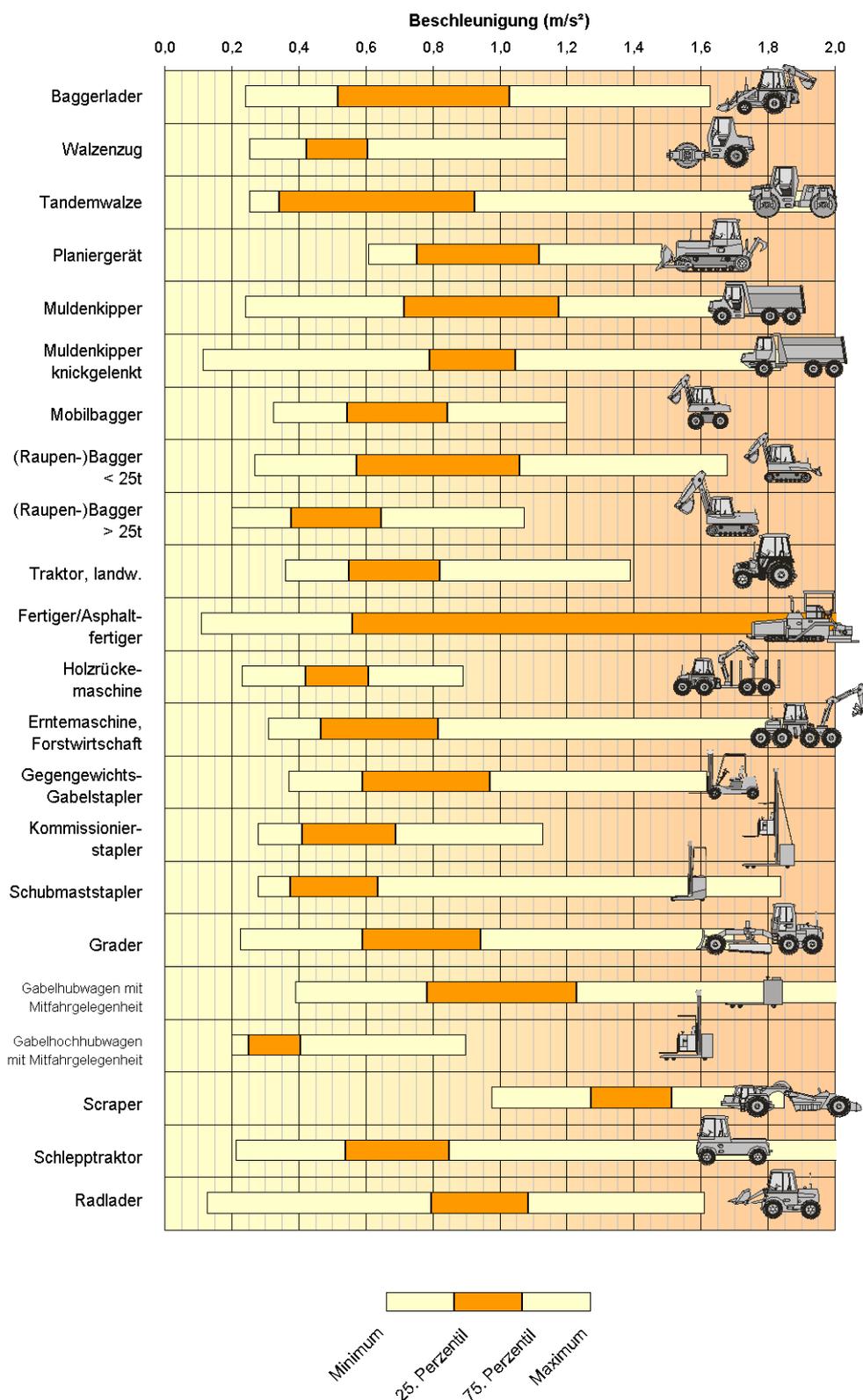
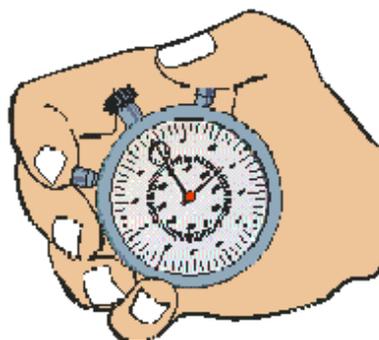


Abbildung 2 Beispiele für die Schwingungsintensität bei handelsüblichen Maschinen  
 Bandbreite der Schwingungswerte für übliche Geräte auf dem europäischen Markt. Diese Angaben dienen lediglich der Veranschaulichung, siehe Anhang B für weitere Einzelheiten.

## 2.2. Ermittlung der Expositionsdauer

Zur Ermittlung der täglichen Schwingungsexposition von Arbeitnehmern ist es erforderlich, die Dauer, während der die Maschinenbediener der Schwingungsquelle ausgesetzt sind, abzuschätzen.

Dieses Kapitel erörtert die notwendigen Informationen über die Expositionsdauer und deren Ermittlung.



Bevor man den Tages-Vibrationsexpositionswert  $A(8)$  berechnen kann, muss man die gesamte Dauer der Tagesexposition gegenüber Schwingungen der eingesetzten Fahrzeuge oder Maschinen kennen. Achten Sie darauf, Zeitdaten zu verwenden, die zu Ihren Daten der Schwingungsintensität passen. Wenn beispielsweise Ihre Daten der Schwingungsintensität auf Messungen im laufenden Betrieb der Maschine beruhen, dürfen Sie nur die Zeit berücksichtigen, die der Arbeitnehmer den Schwingungen gegenüber ausgesetzt war. Befragt man Bediener von Maschinen oder Fahrer von Fahrzeugen nach der typischen Dauer ihrer täglichen Schwingungsexposition, geben sie in der Regel einen Wert an, der auch Zeiten ohne Schwingungsexposition enthält, z. B. Lade- und Wartezeiten am Fahrzeug. In der Regel werden die Schwingungen, die auftreten, während das Fahrzeug fährt, die vorherrschende Schwingungsexposition sein. Dennoch gibt es Belastungen, die bei Arbeitsvorgängen vorherrschen, an denen das Fahrzeug steht, wie Bagger und Baumerntemaschinen.

Arbeitsmuster müssen sorgfältig studiert werden. So bedienen manche Arbeitnehmer Maschinen nur zu bestimmten Zeiten pro Tag. Typische Einsatzmuster sollten erarbeitet werden, denn sie sind ein wichtiger Faktor in der Berechnung der wahrscheinlichen Schwingungsexposition einer Person.

### **Literaturhinweis:**

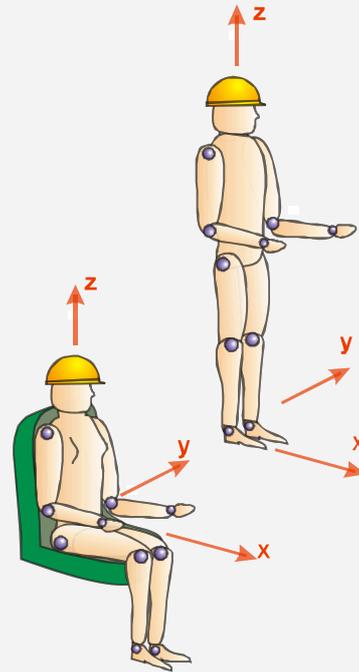
DIN EN 14253, Mechanische Schwingungen – Messung und rechnerische Ermittlung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen am Arbeitsplatz im Hinblick auf seine Gesundheit – Praxisgerechte Anleitung

## 2.3. Ermittlung der Schwingungsintensität

Die Stärke der Ganzkörper-Schwingungen beruht auf dem höchsten frequenzbewerteten Beschleunigungswert der drei orthogonalen Richtungen ( $1,4a_{wx}$ ,  $1,4a_{wy}$  oder  $a_{wz}$  für einen sitzenden oder stehenden Arbeitnehmer) bzw. demjenigen Wert, der zur geringsten zulässigen Expositionszeit führt.

Die Schwingungsinformationen, die Sie für Ihre Schwingungsbeurteilung nutzen, müssen so weit wie möglich der wahrscheinlichen Schwingungserzeugung der eingesetzten Maschine entsprechen (sowohl in der Maschinenanleitung als auch im Hinblick auf die Betriebsart der Maschine).

In diesem Kapitel schauen wir uns an, wie Schwingungen auf der Grundlage von Herstellerdaten sowie sonstigen veröffentlichten Daten und Messungen am Arbeitsplatz abgeschätzt werden können.



### 2.3.1 Verwendung der Emissionsdaten des Herstellers

Die „Maschinenrichtlinie“ der Europäischen Union (Richtlinie 98/37/EG) legt die wesentlichen Anforderungen an die Sicherheit und Gesundheit für Maschinen, die innerhalb der EU in Verkehr gebracht werden, einschließlich spezifischer Anforderungen an Schwingungen fest.

Die Maschinenrichtlinie fordert Hersteller, Importeure und Lieferanten von Maschinen unter anderem auf, Angaben über sämtliche Gefährdungen durch Schwingungen zu machen und Werte für Emissionen von Ganzkörper-Schwingungen von beweglichen Maschinen zu nennen. Diese Angaben über die Schwingungsemission sollten aus den Anleitungen und Begleitdokumenten der Maschine hervorgehen.

Daten zur Schwingungsemission stammen in der Regel aus harmonisierten europäischen Prüfverfahren für Schwingungen, die von europäischen oder internationalen Normungsgremien erarbeitet wurden. Derzeit (im Jahre 2005) liegen allerdings nur sehr wenige maschinenspezifische Normen vor und dort, wo Normen existieren, wie für Flurförderzeuge, betragen die Unterschiede zwischen Maschinen, die im direkten Wettbewerb zueinander stehen, häufig weniger als 50 %.

**Literaturhinweis**

EG-Maschinenrichtlinie (98/37/EG) – in Deutschland umgesetzt über die Neunte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. GPSGV) zuletzt geändert am 23. Dezember 2004

DIN EN 1032:2003 Mechanische Schwingungen – Prüfverfahren für bewegliche Maschinen zum Zwecke der Ermittlung des Schwingungsemissionswertes

DIN EN 12096:1997 Mechanische Schwingungen – Angabe und Nachprüfung von Schwingungskennwerten.

ISO/TR 25398:2006 Mechanische Schwingungen – Leitfaden für die Beurteilung der Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen bei Fahrten auf Erdbaumaschinen im Betrieb. Verwendung von harmonisierten Daten, die von internationalen Instituten, Organisationen und Herstellern erhoben wurden.

### 2.3.2 Verwendung von weiteren Daten

Es gibt weitere Informationsquellen über Schwingungsintensität, die häufig ausreichen, um Ihnen eine Entscheidung darüber zu ermöglichen, ob es entweder zu einer Überschreitung des Auslösewerts oder des Expositionsgrenzwerts kommen kann.

Ihre berufsständische Vertretung oder vergleichbare Organisation verfügt möglicherweise über nützliche Schwingungsdaten; ferner gibt es im Internet internationale Datenbanken zum Thema Schwingungen, die für Sie interessant sein können. Diese Informationen eignen sich bei manchen Arbeitgebern sicherlich für eine erste Beurteilung der Schwingungsexposition.

Zu weiteren Informationsquellen zum Thema Schwingungen gehören auf Schwingungen spezialisierte Berater, Berufsgenossenschaften, Berufsverbände, Hersteller und Arbeitsschutzbehörden. Weitere Informationen finden Sie in zahlreichen technischen oder wissenschaftlichen Publikationen und auch im Internet. Die beiden nachfolgend angegebenen europäischen Internetseiten halten Herstellerdaten zur Standardvibrationsemission zusammen mit Messwerten aus dem tatsächlichen Einsatz einer Reihe von Maschinen bereit:

<http://www.las-bb.de/karla/index.htm>

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/wbvhome.lasso>

Idealerweise sollten Sie Schwingungsangaben für die Maschine (Fabrikat und Typ), die Sie beabsichtigen einzusetzen, verwenden. Sollten diese Angaben jedoch nicht zur Verfügung stehen, kann es erforderlich sein, mit Informationen zu beginnen, die sich auf ähnliche Arbeitsmittel beziehen. Sobald genauere Daten vorliegen, tauschen Sie diese gegen die anfangs verwendeten aus.

Wenn Sie mit veröffentlichten Schwingungsinformationen arbeiten, sollten folgende, zu berücksichtigende Faktoren abgedeckt sein:

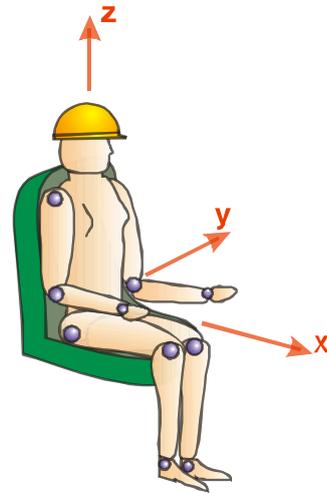
- Art des Arbeitsmittels (z. B. Gabelstapler),
- Kategorie des Arbeitsmittels (z. B. Leistung oder Größe),
- Antriebsquelle (z. B. Elektro- oder Verbrennungsmotor),
- sämtliche vibrationsdämpfende Vorrichtungen (z. B. Federungssysteme, gefederte Fahrerkabinen und Sitze),
- Aufgabe, für die das Fahrzeug eingesetzt wurde, als die Schwingungsinformationen erstellt wurden,
- Betriebsgeschwindigkeit des Arbeitsmittels,
- Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche, auf der es eingesetzt wurde.

Bei Verwendung von veröffentlichten Schwingungsdaten hat es sich bewährt, Daten aus zwei oder mehr Quellen miteinander zu vergleichen.

### 2.3.3 Messung der Schwingungsintensität

*In vielen Situationen wird es nicht notwendig sein, die Schwingungsintensität zu messen. Doch man sollte wissen, wann Messungen durchgeführt werden müssen.*

*In diesem Kapitel schauen wir uns an, was gemessen wird, wo Schwingungen gemessen und wie diese festgehalten werden.*



Herstellerangaben sowie Informationen aus anderen Quellen können nützliche Hinweise auf die Schwingungsexposition eines Maschinenführers geben. Dennoch hängt die Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen stark von der Beschaffenheit der Straßenoberfläche, der Fahrgeschwindigkeit und sonstigen Faktoren ab, beispielsweise wie das Fahrzeug betrieben wird. Aus diesem Grund kann es erforderlich sein, Ihre anfängliche Expositionsbeurteilung bestätigen zu lassen, indem Sie Messungen der Schwingungsbelastung veranlassen.

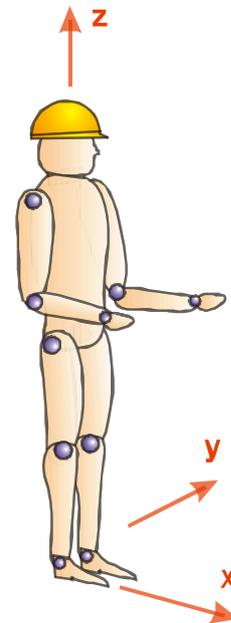
Sie können entscheiden, ob Sie die Schwingungsmessungen selbst durchführen oder einen Berater beauftragen wollen. In beiden Fällen muss die Person, die die Schwingungsmessungen vornimmt, über ausreichenden Sachverstand und Erfahrung verfügen.

#### **Was wird gemessen?**

Für die Ermittlung der Exposition eines Menschen gegenüber Ganzkörper-Schwingungen sollte die in der Internationalen Norm ISO 2631-1:1997 definierte Methode angewendet werden; praktische Anleitungshilfe über die Anwendung der Methode zur Messung von Schwingungen am Arbeitsplatz liefert die Norm DIN EN 14253:2003.

Der *Schwingungs-Effektivwert* wird als frequenzbewertete Beschleunigung am Sitz einer sitzenden Person oder an den Füßen einer stehenden Person angegeben (siehe [Anhang B](#)); sie wird in der Einheit *Meter pro Sekunde im Quadrat* ( $m/s^2$ ) ausgedrückt.

Der *Schwingungs-Effektivwert* ist die quadratisch gemittelte Beschleunigung für einen Messzeitraum. Der höchste Wert bzw. derjenige Wert der drei zueinander orthogonalen Richtungen ( $1,4a_{wx}$ ,  $1,4a_{wy}$  oder  $a_{wz}$ ), aus dem die geringste zulässige Expositionszeit folgt, wird für die Expositionsbeurteilung verwendet.



### **Schwingungsmessungen durchführen**

Messungen sollten zu Schwingungswerten führen, die repräsentativ für die Schwingungen während der Arbeitszeit des Bedieners sind. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die Betriebsbedingungen und Messzeiträume so ausgewählt werden, dass dieses Ziel erreicht werden kann.

Es wird empfohlen, die Messungen nach Möglichkeit über einen Zeitraum von mindestens 20 Minuten durchzuführen. Wenn sich eine kürzere Messdauer nicht vermeiden lässt, sollten die Messungen mindestens drei Minuten lang dauern und, wenn möglich, wiederholt werden, damit eine Gesamtmessdauer von mehr als 20 Minuten erreicht wird (siehe DIN EN 14253 für weitere Hinweise). Längere Messungen von zwei Stunden und mehr sind wünschenswert (manchmal können Messungen an halben oder ganzen Arbeitstagen durchgeführt werden).

<b>Literaturhinweis:</b>
DIN EN 14253, Mechanische Schwingungen – Messung und rechnerische Ermittlung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen am Arbeitsplatz im Hinblick auf seine Gesundheit – Praxisgerechte Anleitung
ISO/TR 25398:2006 Mechanische Schwingungen – Leitfaden für die Beurteilung der Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen bei Fahrten auf bedienten Erdbau- maschinen im Betrieb. Verwendung von harmonisierten Daten, die von internationalen Instituten, Organisationen und Herstellern erhoben wurden.

## 2.4. Berechnung der Tages-Schwingungsexposition

Die Tages-Vibrationsexposition hängt sowohl vom Ausmaß der Schwingungen als auch von ihrer Dauer ab.

In diesem Kapitel schauen wir uns an, wie sich die Tages-Vibrationsexposition aus den Expositionszeiten und Angaben zur Schwingungsintensität errechnet.

In [Anhang D](#) finden Sie einige Werkzeuge, die Ihnen die Berechnung der Tagesexposition und das Management der Expositionszeiten vereinfachen.

In [Anhang E](#) werden Tages-Vibrationsexpositionswerte anhand von ausgearbeiteten Beispielen ermittelt.

### 2.4.1 A(8) zur Beurteilung der Tagesexposition

Die tägliche Schwingungsexposition (Tagesexposition) wird unter Verwendung des Tages-Vibrationsexpositionswertes  $A(8)$  beurteilt.

Die Berechnung des Tages-Vibrationsexpositionswertes  $A(8)$  erfordert die Kenntnis der typischen Schwingungswerte für die verschiedenen Expositionsabschnitte eines Arbeitstages sowie die tatsächliche Dauer der jeweiligen Schwingungsbelastung.

Wie bei der Schwingungsintensität ist die Einheit der Tagesexposition  $A(8)$  *Meter pro Sekunde im Quadrat* ( $m/s^2$ ).

[Anhang E](#) liefert Anleitungshinweise und ausgearbeitete Beispiele zur Berechnung der Tages-Vibrationsexpositionswerte  $A(8)$ .

### 2.4.2 Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition

Die Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition hängt von zahlreichen Faktoren ab, siehe DIN EN 14253:2003, hierzu zählen:

- Unsicherheit bei Messeinrichtung/Kalibrierung,
- Genauigkeit der Quellenangaben (z. B. Emissionsdaten des Herstellers),
- Unterschiede zwischen den Bedienern von Maschinen (z. B. im Hinblick auf Erfahrung, Fahrtempo, Fahrstil),
- Fähigkeit der Arbeitnehmer zur Wiedergabe typischer Arbeitsvorgänge während der Messungen,
- Wiederholbarkeit der Arbeitsaufgaben,
- Umweltfaktoren (z. B. Regen, Wind, Temperatur),
- Unterschiede in den Maschinen- und Federungssystemen (z. B. ist eine Wartung erforderlich, hat die Maschine eine Aufwärmphase durchlaufen?).

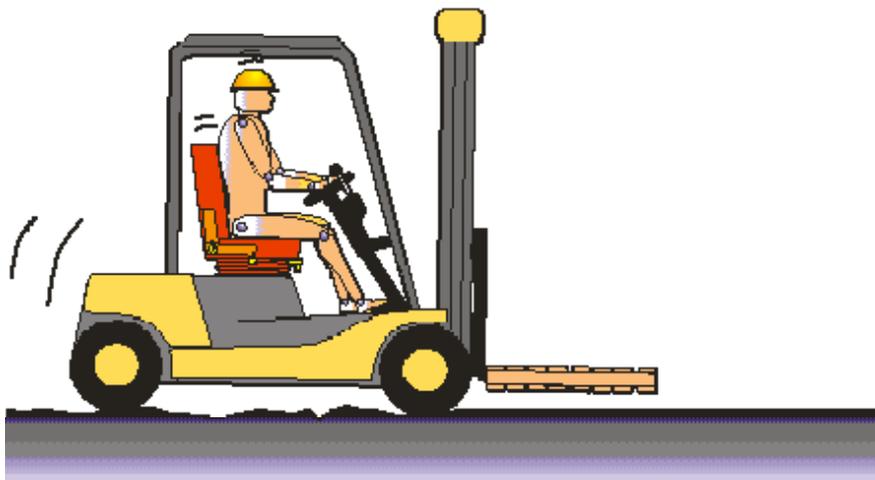
Bei der Messung von Schwingungsintensität und Expositionszeit kann die Unsicherheit in Verbindung mit der Beurteilung von  $A(8)$  bedeuten, dass der errechnete Wert 20 % über bzw. 40 % unter dem wirklichen Wert liegt.

Bei Schätzung der Expositionszeit bzw. bei Schätzung der Schwingungsintensität, z. B. beruhend auf Informationen der Arbeitnehmer (Expositionszeit) oder des Herstellers (Schwingungsintensität), kann die Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition wesentlich höher sein.

## KAPITEL 3 VERMEIDUNG ODER VERRINGERUNG DER EXPOSITION

*Im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung müssen wir über eine Strategie verfügen, die geeignet ist, die Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen wirksam zu begrenzen.*

*In diesem Kapitel schauen wir uns den Entwicklungsprozess einer Überwachungsstrategie an, die auch eine Priorisierung Ihrer Überwachungsmaßnahmen umfasst.*



### 3.1 Entwicklung eines Vibrationsminderungsprogramms

Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung sollten Methoden zur Expositionsüberwachung festgelegt werden. Während Sie die Schwingungsexposition beurteilen, sollten Sie gleichzeitig über die sie verursachenden Arbeitsprozesse nachdenken. Wenn Sie verstehen, warum Arbeitnehmer starken Schwingungen und Gefährdungen durch ergonomisch ungenügende Arbeitsgestaltung ausgesetzt sind, können Sie Methoden zur Verringerung oder Beseitigung von Gefährdungen einfacher auswählen.

Die wichtigen Schritte in diesem Managementprozess sind folgende:

- Lokalisieren der Hauptschwingungsquellen,
- Lokalisieren der Hauptquellen für stoßhaltige Schwingungen,
- Einteilen dieser Quellen nach ihrem Anteil an der Exposition,
- Ermitteln und Evaluieren von möglichen Lösungen im Hinblick auf Praktikabilität und Kosten,
- Aufstellen von realistischen Zielen,
- Zuweisen von Prioritäten und Erstellen eines „Aktionsprogramms“ (Vibrationsminderungsprogramm nach § 10 (4) LärmVibrationsArbSchV),
- Definieren von Zuständigkeiten des Managements und Bereitstellen von angemessenen Ressourcen,
- Umsetzen des Programms,
- Überwachen des Fortschritts,
- Evaluieren des Programms.

Der Ansatz, den Sie wählen, um die Gefährdungen durch Ganzkörper-Schwingungen zu verringern, wird von den praktischen Aspekten Ihrer speziellen Prozesse und dem aktuellen Ausmaß der Exposition abhängen.

Möglicherweise müssen Sie Ihre Überwachung für Arbeitnehmer mit einem besonderen Erkrankungsrisiko ändern. Hierunter fallen beispielsweise Arbeitnehmer, die für durch Schwingungen verursachte Erkrankungen anfälliger sind und bereits Anzeichen für eine sich entwickelnde Erkrankung bei einer Exposition unterhalb des Auslösewertes zeigen.

Die Rahmenrichtlinie bzw. ihre Umsetzung in Deutschland über das Arbeitsschutzgesetz nennt folgende Hierarchie für die Umsetzung eines Programms von Präventionsmaßnahmen:

- a) Vermeidung von Gefährdungen,
- b) Beurteilung der unvermeidbaren Gefährdungen,
- c) Bekämpfung der Gefährdungen an der Quelle,
- d) Anpassen der Arbeit an den Einzelnen, insbesondere bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen, der Auswahl der Arbeitsmittel und Produktionsmethoden und dies vor allem im Hinblick auf eine Verringerung von monotonen Arbeitsvorgängen und Arbeiten mit vorgegebenem Durchsatz sowie auf eine Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen,
- e) Berücksichtigung des technischen Fortschritts,
- f) Austauschen von Gefährlichem gegen Ungefährliches bzw. weniger Gefährliches,
- g) Entwicklung einer kohärenten umfassenden Präventionspolitik, die der Technologie, der Arbeitsorganisation, den Arbeitsbedingungen, dem Verhältnis der Kollegen untereinander und dem Einfluss der Faktoren aus dem Arbeitsumfeld Rechnung trägt,
- h) kollektiven Schutzmaßnahmen wird Vorrang vor persönlichen Schutzmaßnahmen eingeräumt,
- i) Arbeitnehmer erhalten angemessene Anweisungen.

## 3.2 Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer

Erfolgreiches Gefährdungsmanagement beruht auf der Mitarbeit und der Einbeziehung der Arbeitnehmer, insbesondere ihrer Vertreter. Arbeitnehmervertreter können ein wirkungsvolles Verbindungsglied in der Kommunikation mit den Beschäftigten sein und Arbeitnehmern helfen, arbeitschutzrelevante Informationen zu verstehen und umzusetzen.

Schmerzen im unteren Rückenbereich können auf eine Kombination mehrerer Faktoren zurückgehen, einschließlich einer Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen; aus diesem Grunde kann eine Vielzahl von unterschiedlichen Lösungen notwendig sein. Einige Lösungen werden sich sehr schnell und problemlos umsetzen lassen. Andere wiederum bringen Änderungen in der Arbeitsorganisation mit sich. Häufig lassen sich diese Themen nur in Abstimmung mit den Arbeitnehmervertretern wirksam regeln.

Zu einer wirkungsvollen Anhörung gehört, dass:

- Arbeitnehmern nützliche Informationen zu Gesundheits- und Sicherheitsmaßnahmen übermittelt werden,
- die Arbeitnehmer die Gelegenheit erhalten, ihre Ansichten darzulegen und zeitnah zur Lösung von Gesundheits- und Sicherheitsthemen beizutragen.
- die Meinung der Arbeitnehmer gewürdigt und berücksichtigt wird.

Die Anhörung kann dazu führen, dass bessere Überwachungslösungen gefunden werden, die für die Arbeitnehmer gut nachvollziehbar sind. Als Arbeitgeber vertrauen Sie darauf, dass die Arbeitnehmer die Wirksamkeit der Überwachungsmaßnahmen unterstützen. Vorbehaltlich einer angemessenen Schulung und Beaufsichtigung sind die Arbeitnehmer verpflichtet, die Maschinen ordnungsgemäß einzusetzen und mit dem Arbeitgeber zu kooperieren. Auf diese Weise ist er in der Lage, für ein sicheres Arbeitsumfeld und sichere Arbeitsbedingungen zu sorgen, so dass die Gefährdungen für Sicherheit und Gesundheit auf ein Minimum reduziert bzw., wo möglich, beseitigt werden. Der Prozess der Anhörung fördert die aktive Beteiligung und Zusammenarbeit der Arbeitnehmer bei Schutzmaßnahmen und sorgt somit dafür, dass die erfolgreiche Umsetzung der Überwachung wesentlich wahrscheinlicher ist. Den rechtlichen Rahmen bildet in Deutschland das Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) bzw. das Personalvertretungsgesetz PersVG.

### 3.3 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Exposition

Zur Expositionsüberwachung müssen Sie Ganzkörper-Schwingungen vermeiden oder reduzieren. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, Maßnahmen zu ergreifen, die die Wahrscheinlichkeit, dass Schädigungen und Beschwerden entstehen bzw. verschlimmert werden, verringern. Wirkungsvolle Überwachung wird vermutlich aus einer Kombination mehrerer Methoden bestehen.

In diesem Kapitel geht es um Aspekte der Konstruktion und des Managements sowie um weitere Methoden, die bei der Suche nach Überwachungslösungen berücksichtigt werden sollten.

#### 3.3.1 Substituierung durch andere Arbeitsmethoden

Vielleicht ist es möglich, Alternativen zu den bisherigen Arbeitsmethoden zu finden, die geeignet sind, die Schwingungsexposition zu vermeiden oder zu verringern, beispielsweise Materialtransport über ein Förderband anstatt mit Hilfe beweglicher Maschinen. Um sich immer regelmäßig über den neuesten Stand der verfügbaren Methoden der Arbeitsgestaltung zu informieren, nutzen Sie bitte hierzu:

- Ihre berufsständische Vertretung
- sonstige Kontakte in Ihrer Branche
- Lieferanten von Arbeitsmitteln
- Fachzeitschriften/Internet

#### 3.3.2 Auswahl der Arbeitsmittel

Sie sollten sich vergewissern, dass das ausgewählte bzw. für Aufgaben vorgesehene Arbeitsmittel geeignet ist und die Arbeit wirkungsvoll erledigen kann. Mit nicht geeigneten Arbeitsmitteln oder solchen mit unzureichender Kapazität dauert die Erledigung einer Aufgabe in der Regel länger; außerdem werden Arbeitnehmer länger als nötig Schwingungen ausgesetzt.



Entscheiden Sie sich für Maschinen, deren Fahrerkabine und Steuerhebel so konstruiert und angebracht sind, dass der Bediener in einer bequemen aufrechten Position bleiben kann und den Körper nicht über Maßen verdrehen oder für eine beliebig lange Zeit eine verdrehte Haltung einnehmen muss.

Die Auswahl der Reifen kann von Bedeutung sein. Reifen dämpfen die Wirkungen von unebenem Untergrund. Reifen sind jedoch nicht in der Lage, Schwingungen aus größeren Bodenwellen und Schlaglöchern aufzunehmen und weiche Reifen auf welligem Untergrund können die vertikalen Bewegungen eines Fahrzeugs verstärken. Reifen müssen auch unter Berücksichtigung des Untergrunds ausgewählt werden.

#### 3.3.3 Einkaufspolitik

Stellen Sie sicher, dass Ihre Einkaufsabteilung bzw. die für Beschaffungen Zuständigen nur geeignete Arbeitsmittel unter Berücksichtigung der arbeitsschutzrelevanten Aspekte beschaf-

fen. Hierzu gehören: Schwingungsemission, ergonomische Gestaltung, die dem Stand der Technik entsprechen, Sichtfeld für den Fahrer sowie Ihre betrieblichen Anforderungen.

Jeder, der Maschinen für einen Einsatz auf dem europäischen Markt in Verkehr bringt, muss die Anforderungen der Maschinenrichtlinie erfüllen (Richtlinie 98/37/EG). Entsprechend der Richtlinie müssen Maschinen so konzipiert und gebaut sein, dass die sich aus den Maschinenschwingungen ergebenden Gefährdungen so weit wie möglich reduziert werden, und zwar unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts und der verfügbaren Mittel zur Verringerung von Schwingungen, insbesondere an der Quelle. Ferner legt die Richtlinie fest, dass der Sitz derart konzipiert ist, dass er die an den Fahrer übertragenen Schwingungen auf das kleinstmögliche Maß reduziert.

Der Lieferant sollte Sie über jede Gefährdung informieren, die von der Maschine ausgehen kann, einschließlich der Gefährdungen durch Ganzkörper-Schwingungen. Die Informationen zu Schwingungen sollten folgendes beinhalten:

- Schwingungsemission (laut Angaben in der Bedienungsanleitung),
- Erklärung zur Entstehung des Emissionswerts,
- Nennung sämtlicher Umstände, unter denen die Maschine eine Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen oberhalb des Auslösewerts verursachen kann,
- Nennung sämtlicher Umstände, unter denen die Maschine eine Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen oberhalb des Expositionsgrenzwerts verursachen kann,
- Empfehlung von besonderen Schulungsmaßnahmen (für Fahrer, Instandhalter etc.) zur Überwachung einer Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen,
- Angaben zur Wartung der Maschine,
- Informationen, die belegen, dass der mit dem Fahrzeug ausgelieferte Sitz die Schwingungsexposition so weit wie möglich reduziert,
- Sonstige verfügbare Optionen, die empfohlen werden, um die Ganzkörper-Schwingungen bei spezifischen Maschinenanwendungen zu überwachen.

Bei beweglichen Maschinen fordert die EG-Maschinenrichtlinie Hersteller oder Lieferanten von Maschinen auf, in der Bedienungsanleitung folgende Angaben zu machen:

- *den Effektivwert der frequenzbewerteten Beschleunigung, dem der Körper (Füße bzw. Sitzfläche) ausgesetzt ist; falls der Wert über 0,5 m/s<sup>2</sup> liegt. Beträgt dieser Wert nicht mehr als 0,5 m/s<sup>2</sup>, so ist dies anzugeben.*

### 3.3.4 Gestaltung von Aufgaben und Prozessen

Arbeitsaufgaben sollten derart ausgelegt sein, dass

- eine Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen so gering wie möglich ist,
- die Tagesexpositionsdauer gegenüber sehr starken Schwingungen so kurz wie möglich ist,
- die Exposition gegenüber heftigen Erschütterungen vermieden wird und
- die Arbeitshaltung das Risiko von Rückenschädigungen nicht verstärkt.

In vielen Fällen ist das Fahren über Untergrund die Hauptursache für eine Exposition gegenüber Schwingungen. Sie kann auf folgende Weise verringert und überwacht werden:

- Reduzierung der Fahrstrecken,
- Begrenzung der Fahrzeuggeschwindigkeit,
- Verbesserung der Straßenoberflächen (Beseitigen von Hindernissen, Auffüllen von Schlaglöchern, Nivellieren von Flächen, auf denen Fahrzeuge verkehren, etc.),
- Bereitstellung eines geeigneten Schwingsitzes, der auf das Gewicht des Fahrers eingestellt ist.

Die richtige Haltung ist bei der Verringerung der Gefährdung durch Rückenschädigung am Steuer von grundlegender Bedeutung. Die Haltung lässt sich auf folgende Weise verbessern:

- Verbesserung des Sichtfelds aus der Fahrerkabine (verringert Verdrehen von Rücken und Nacken),
- verstellbare Maschinenstellteile (verringert wiederholtes Strecken),
- Bereitstellung eines Sitzes, der für alle Fahrer, die dieses Fahrzeug nutzen, passt, in den vorhandenen Raum in der Fahrerkabine passt und für alle durchzuführenden Aufgaben geeignet ist,
- Verwendung von Sitzgurten, die den Fahrer in der besten Position halten und den Rücken abstützen.

### 3.3.5 Kollektive Maßnahmen

Dort, wo mehrere Unternehmen am gleichen Arbeitsplatz tätig sind, werden die einzelnen Arbeitgeber aufgefordert, bei der Umsetzung der Vorschriften zu Sicherheit und Gesundheit sowie Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zusammenzuarbeiten. Dies kann beispielsweise bedeuten, dass dafür gesorgt wird, dass eine Straßenoberfläche in einem ordentlichen Zustand gehalten wird, so dass die Schwingungsexposition der Arbeitnehmer eines anderen Unternehmens am selben Standort niedrig gehalten werden kann.

### 3.3.6 Schulung und Information der Arbeitnehmer

Es ist wichtig, dass Sie Ihr Bedien- und Aufsichtspersonal über folgende Themen informieren:

- mögliche Schädigungen durch den Einsatz der Arbeitsmittel,
- Expositionsgrenzwert und Auslösewert,
- Ergebnisse aus der Gefährdungsbeurteilung der Schwingungen und aus sämtlichen Schwingungsmessungen,
- Schutzmaßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung durch Ganzkörperschwingungen,
- sichere Arbeitsverfahren, die die Exposition gegenüber Schwingungen minimieren,
- Gründe, warum Anzeichen von Beschwerden und Schädigungen gemeldet werden müssen und Angabe, wie die Form der Meldung erfolgen soll,
- Umstände, wann Arbeitnehmer Anspruch auf Gesundheitsüberwachung haben.



Arbeitnehmer sollten in Fahrtechniken geschult werden, die die Schwingungsexposition reduzieren. Man muss ihnen die Folgen der Fahrgeschwindigkeit vor Augen führen und Gründe erläutern, aus denen etwaige Geschwindigkeitsbegrenzungen vorgeschrieben werden.

Bei Schwingsitzen sollte den Fahrern gezeigt werden, wie man diese Sitze auf ihr persönliches Gewicht einstellt. Ferner müssen die Fahrer wissen, wie andere Sitzeinstellungen vorgenommen werden (Längsverstellung, Höhe, Neigung der Rückenlehne etc.), damit sie in optimaler Haltung arbeiten können.

Fahrer und Instandhaltungstechniker müssen so geschult werden, dass sie erkennen können, wann Maschinenbauteile, die einen Einfluss auf die Schwingungsexposition und die Körperhaltung haben, wie das Feder-Dämpfersystem, gewartet oder ersetzt werden müssen.

Ferner sollten Arbeitnehmer über die gesundheitlichen Auswirkungen ihrer Tätigkeiten außerhalb der Arbeit informiert werden. Im Hinblick auf eine Verringerung des Risikos, Beschwerden im unteren Rückenbereich zu bekommen, sollten Arbeitnehmer dazu ermuntert werden, sich fit zu halten und an die Risiken für den Rücken zu denken, die von Tätigkeiten außerhalb des Arbeitsplatzes ausgehen, z. B. der Einsatz einer schlechten Hebetchnik oder längeres Verharren in unergonomischer Haltung.

### 3.3.7 Arbeitspläne

Zur Überwachung der Gefährdung aus Ganzkörper-Schwingungen kann es erforderlich sein, dass Sie die Zeit, während der Arbeitnehmer Schwingungen aus Fahrzeugen oder Maschinen ausgesetzt sind, zeitlich begrenzen.

### 3.3.8 Instandhaltung

Regelmäßige Wartung von Fahrzeugen, Anhängern und benutzten Straßen trägt dazu bei, das Ausmaß der Schwingungen und Erschütterungen so niedrig wie möglich zu halten; daher beachten Sie bitte Folgendes:

- Sorgen Sie für eine regelmäßige Wartung der Straßenoberflächen.
- Ersetzen Sie abgenutzte Teile (einschließlich der Sitzfederung).
- Überprüfen Sie Schwingungsdämpfer, Lager und Getriebe und tauschen Sie defekte Teile aus.
- Stellen Sie den Motor optimal ein.
- Halten Sie die Reifen in ordentlichem Zustand und stellen Sie sicher, dass sie, passend zu den Straßen- und Ladungsbedingungen, den richtigen Druck aufweisen.
- Sorgen Sie dafür, dass das Federungssystem des Sitzes wie auch andere Federungssysteme geschmiert sind.

### 3.3.9 Schwingsitze

Der Maschinenlieferant sollte Informationen über die Sitze liefern, die für ihre Fahrzeuge geeignet sind. Schwingsitze sind nicht in jedem Fall geeignet. Die Maschinenhersteller müssen allerdings einen Sitz liefern, der so konstruiert ist, dass er die an den Fahrer übertragenen Schwingungen auf das kleinstmögliche Maß reduziert.

Ist das Fahrzeug mit einem Schwingsitz ausgestattet, ist es wichtig, dass die Sitzfederung zum Fahrzeug passt. Falsch ausgewählte Federungssysteme führen leicht zu einer höheren Schwingungsexposition als ohne Federung. Sämtliche Federungssysteme besitzen eine Bandbreite von Frequenzen, die sie verstärken. Wenn die vorherrschenden Frequenzen der Fahrzeugschwingungen innerhalb dieser Verstärkungsbandbreite liegen, wird das Federungssystem die Exposition des Fahrers gegenüber Schwingungen verschlechtern. DIN EN ISO 7096:2000, DIN EN ISO 5007 und DIN EN 13490:2001 beschreiben Schwingungscharakteristiken für Erdbaumaschinen, landwirtschaftliche Traktoren und Flurförderzeuge, so dass eine angemessene Minderungsfunktion für Schwingsitze sichergestellt werden kann.



Das Federungssystem des Sitzes muss derart ausgewählt sein, dass das System bei normalem Einsatz mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht an den oberen oder unteren Endlagen anschlägt. Ein Berühren der Endstopper führt zu stoßhaltigen Schwingungen und erhöht damit das Risiko einer Rückenschädigung.

Die Sitzfederung muss leicht zugänglich sein und sich problemlos auf das Gewicht und die Körpergröße des Fahrers einstellen lassen. Einstellungen der Höhe, der Längsverstellung und der Rückenlehne sind besonders wichtig. Die Sitzpolster sollten ergonomisch geformt sein.

#### **Literaturhinweis:**

CEN/TR 15172-1, Ganzkörper-Schwingungen – Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Teil 1: Technische Maßnahmen durch die Gestaltung von Maschinen.

CEN/TR 15172-2, Ganzkörper-Schwingungen – Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Teil 2: Organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz.

### 3.4 Überwachung der Schwingungen und erneute Beurteilung

*Das Management der Exposition gegenüber Schwingungen ist ein ständiger Prozess. Sie müssen gewährleisten, dass die Überwachungssysteme tatsächlich genutzt werden und zu den erwarteten Ergebnissen führen.*

*In diesem Kapitel schauen wir uns an, wie die Schwingungsschutzmaßnahmen zu überwachen sind und wann die Gefährdungsbeurteilung wiederholt werden muss.*

#### 3.4.1 Woher weiß ich, dass meine Überwachung der Ganzkörper-Schwingungen funktioniert?

In regelmäßigen Abständen müssen Sie die Schutzmaßnahmen der Ganzkörper-Schwingungen überprüfen, um sicherzustellen, dass diese immer noch wirksam und angemessen sind. Sie sollten

- regelmäßig prüfen, dass Arbeitnehmer (einschließlich Managern und Vorgesetzten) immer noch das von Ihnen eingeführte Überwachungsprogramm durchführen,
- regelmäßig Gespräche mit allen Arbeitnehmern, Sicherheitsverantwortlichen und Arbeitnehmervertretern darüber führen, ob es bei Fahrzeugen oder Maschinen oder in der Art des Einsatzes dieser Fahrzeuge und Maschinen Probleme mit Schwingungen oder Haltungen gibt,
- die Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung prüfen und mit dem Gesundheitsdienstleister erörtern, ob die Schutzmaßnahmen wirksam sind oder verändert werden müssen.

#### 3.4.2 Wann muss ich die Gefährdungsbeurteilung wiederholen?

Bei jeder Änderung am Arbeitsplatz, die das Ausmaß der Exposition beeinflussen kann, müssen Sie die Gefährdung durch Schwingungen und die Art der Schutzmaßnahmen neu beurteilen. Zu den möglichen Änderungen zählen:

- Einführung neuer Maschinen oder Prozesse,
- neue Arbeitsformen oder veränderte Arbeitsmethoden,
- Änderung in der Anzahl von Stunden, in denen mit dem vibrierenden Arbeitsmittel gearbeitet wird,
- Einführung neuer Maßnahmen zum Schutz vor Schwingungen.

Wird nachgewiesen (z. B. bei der Gesundheitsüberwachung), dass Ihre bestehenden Schutzmaßnahmen nicht wirkungsvoll sind, müssen Sie die Gefährdungen ebenfalls neu beurteilen.

Das Ausmaß der Neubeurteilung hängt von der Art der Änderungen und der Anzahl der von ihnen betroffenen Personen ab. Veränderte Arbeitszeiten oder Arbeitsformen mögen zwar eine Neuberechnung der täglichen Exposition der betroffenen Personen erforderlich machen, bedeuten aber nicht zwingend eine Änderung der Schwingungsbelastung. Eine vollständige Neubeurteilung wird ggf. bei der Einführung neuer Fahrzeuge oder Maschinen notwendig.

Es hat sich in der Praxis bewährt, die Gefährdungsbeurteilung und die Arbeitsweisen in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, selbst wenn sich offensichtlich nichts geändert hat. Möglicherweise gibt es neue Technologien, Maschinenkonstruktionen oder Arbeitsmethoden in Ihrer Branche, die es Ihnen gestatten, die Gefährdungen weiter zu verringern.

## KAPITEL 4 GESUNDHEITSÜBERWACHUNG

*Bei der Gesundheitsüberwachung geht es um die Einrichtung systematischer, regelmäßiger und angemessener Verfahren zur Erkennung von Erkrankungen am Arbeitsplatz sowie um ergebnisgesteuertes Handeln. Wesentliches Ziel ist es, die Gesundheit der Arbeitnehmer zu schützen (einschließlich der Bestimmung und des Schutzes von Personen mit erhöhter Gefährdung) und die langfristige Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen zu überprüfen.*

*[Anhang F](#) beschreibt einige Techniken der Gesundheitsüberwachung in Verbindung mit Schädigung durch Ganzkörper-Schwingungen.*

Die Gesundheitsüberwachung bzw. arbeitsmedizinische Vorsorge ist in den §§ 13 und 14 LärmVibrationsArbSchV geregelt. Bei Erreichen oder Überschreiten des Expositionsgrenzwerts sind die Vorsorgeuntersuchungen Pflicht, bei Überschreitung des Auslösewerts sind sie vom Arbeitgeber anzubieten.

Nach § 3 ArbSchG hat der Arbeitgeber für eine angemessene arbeitsmedizinische Vorsorge zu sorgen. Dazu gehören u. a.

- die arbeitsmedizinische Beurteilung der Gesundheitsgefährdungen und die Empfehlung geeigneter Schutzmaßnahmen,
- die Aufklärung und Beratung der Beschäftigten über die Gesundheitsgefährdungen und
- spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen werden vom Arbeitgeber in einer Vorsorgekartei erfasst und veranlasst oder angeboten als

- Erstuntersuchungen vor Aufnahme einer gefährdenden Tätigkeit,
- Nachuntersuchungen in regelmäßigen Abständen
- Nachuntersuchungen bei Beendigung dieser Tätigkeit
- Untersuchungen aus besonderem Anlass, z.B. bei Gesundheitsschäden.

Der Arbeitgeber hat die Vorsorgekartei für jeden Beschäftigten bis zur Beendigung des Arbeits- oder Beschäftigungsverhältnisses aufzubewahren. Danach ist dem Beschäftigten der ihn betreffende Auszug aus der Kartei auszuhändigen.

Das Ergebnis der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen wird vom Arzt dem Beschäftigten erläutert. Er erhält eine Bescheinigung, ob und inwieweit gegen die Ausübung der Tätigkeit gesundheitliche Bedenken bestehen. Bei Pflichtuntersuchungen bekommt der Arbeitgeber eine Kopie der Bescheinigung.

Wird dem Arbeitgeber bekannt, dass bei einem Beschäftigten auf Grund der Arbeitsplatzbedingungen gesundheitliche Bedenken gegen die weitere Ausübung der Tätigkeit bestehen, hat er unverzüglich zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen. Hierzu zählt auch die Möglichkeit, dem Beschäftigten eine andere Tätigkeit zuzuweisen, bei der keine Gefährdung durch eine weitere Exposition besteht. Der Betriebs- oder Personalrat ist zu unterrichten.

Für die Umsetzung der LärmVibrationsArbSchV steht in Deutschland der Berufsgenossenschaftliche Grundsatz „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems“ (G46) zur Verfügung, der auch die Belastung durch Ganzkörper-Vibrationen umfasst. Die Auswahlkriterien für die Vorsorgeuntersuchungen findet man z. B. in der zugehörigen BGI 504-46 Teil 2 Vibrationen.

## 4.1 Wann ist eine Gesundheitsüberwachung erforderlich?

Mitgliedstaaten haben Vorschriften erlassen, die für eine angemessene Gesundheitsüberwachung von Arbeitnehmern sorgen, bei denen die Gefährdungsbeurteilung auf ein gesundheitliches Risiko hinweist. Die Gesundheitsüberwachung, einschließlich der Forderungen nach Gesundheitsunterlagen und deren Verfügbarkeit, soll in Einklang mit der nationalen Gesetzgebung und/oder nationalen Gepflogenheiten eingeführt werden.

Arbeitgeber sollen dort für eine angemessene Gesundheitsüberwachung sorgen, wo die Gefährdungsbeurteilung auf ein gesundheitliches Risiko des Arbeitnehmers hinweist. Gesundheitsüberwachung sollte für Arbeitnehmer eingerichtet werden, die einer Schädigung durch Schwingungen ausgesetzt sind, zum Beispiel dort, wo

- die Exposition der Arbeitnehmer gegenüber Schwingungen derart ist, dass eine Verbindung zwischen der Exposition und einer erkennbaren Erkrankung oder erkennbaren schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit hergestellt werden kann,
- es wahrscheinlich ist, dass sich die Erkrankung oder die Auswirkungen unter besonderen Arbeitsbedingungen eines Arbeitnehmers ereignen,
- es geprüfte Techniken zur Erkennung von Erkrankungen oder schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen gibt.

Arbeitnehmer, deren Tages-Schwingungsexposition über den Auslösewert hinausgeht, haben in jedem Fall Anspruch auf eine angemessene Gesundheitsüberwachung (Angebotsuntersuchungen). Nach § 14 LärmVibrationsArbSchV hat der Arbeitgeber bei Erreichen oder Überschreiten des Expositionsgrenzwertes arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu veranlassen (Pflichtuntersuchungen).

## 4.2 Was wird in Unterlagen festgehalten?

Die Mitgliedstaaten sollten Vorkehrungen treffen, die sicherstellen, dass für jeden Arbeitnehmer, der sich einer Gesundheitsüberwachung unterzieht, persönliche Gesundheitsunterlagen angelegt und regelmäßig aktualisiert werden. Die Gesundheitsunterlagen sollten eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus der durchgeführten Gesundheitsüberwachung enthalten und in geeigneter Form aufbewahrt werden, so dass zu einem späteren Zeitpunkt, unter Wahrung der Vertraulichkeit, eine Einsicht in die Unterlagen möglich ist.

Kopien der jeweiligen Unterlagen werden auf entsprechenden Antrag an die zuständige Behörde geschickt. Der einzelne Arbeitnehmer soll auf Wunsch Zugang zu den ihn persönlich betreffenden Gesundheitsunterlagen bekommen.

## 4.3 Was muss bei einer festgestellten Gesundheitsschädigung getan werden?

Ergibt die Gesundheitsüberwachung, dass ein Arbeitnehmer an einer festgestellten Erkrankung oder an schädlichen Auswirkungen auf seine Gesundheit leidet, die nach Ansicht des Arztes bzw. der arbeitsmedizinischen Fachkraft die Folge einer Exposition gegenüber mechanischen Schwingungen am Arbeitsplatz sind, wird wie folgt vorgegangen:

### **Informationen für den Arbeitnehmer**

Der Arbeitnehmer wird über einen Arzt oder eine andere entsprechend qualifizierte Person über die seine Gesundheit betreffenden Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung informiert. Insbesondere sollten Arbeitnehmer dahingehend informiert und beraten werden, welcher Art der Gesundheitsüberwachung sie sich im Anschluss an die Exposition unterziehen sollen.

### **Informationen für den Arbeitgeber**

Der Arbeitgeber wird unter Wahrung der ärztlichen Schweigepflicht über sämtliche signifikante Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung informiert.

### **Aktivitäten der Arbeitgeber**

- Überprüfen Sie die Gefährdungsbeurteilung zu Ganzkörper-Schwingungen.
- Überprüfen Sie die Maßnahmen zur Beseitigung oder Verringerung der Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen.
- Berücksichtigen Sie den Rat der arbeitsmedizinischen Fachkraft oder einer anderen entsprechend qualifizierten Person oder zuständigen Behörde, wenn Sie die zur Beseitigung oder Verringerung der Gefährdung aus Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen erforderlichen Maßnahmen umsetzen. Denken Sie dabei auch an die Möglichkeit, dem Arbeitnehmer eine alternative Arbeit zuzuweisen, bei der keine Gefährdung aus einer weiteren Exposition vorliegt.
- Sorgen Sie für eine kontinuierliche Gesundheitsüberwachung und veranlassen Sie eine Überprüfung des Gesundheitszustandes aller Arbeitnehmer mit ähnlicher Exposition. In den vorgenannten Fällen können der zuständige Arzt, die arbeitsmedizinische Fachkraft oder die zuständige Behörde vorschlagen, dass sich die schwingungsbelasteten Personen einer medizinischen Prüfung unterziehen.

## ANHANG A

## ZUSAMMENFASSUNG DER PFLICHTEN LAUT DEFINITION IN DER RICHTLINIE 2002/44/EG

Tabelle A.1

Zusammenfassung der Pflichten nach der Richtlinie (RL) 2002/44/EG

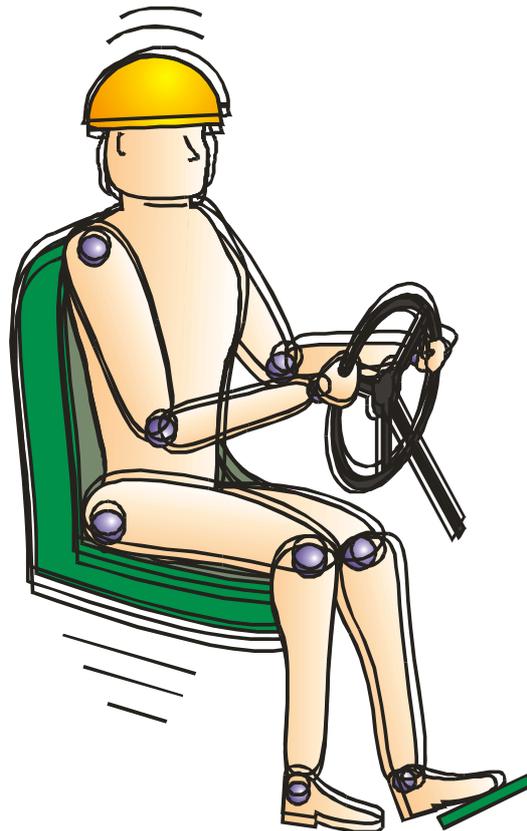
Artikel der RL	Wer?	Wann?	Welche Anforderung?
Artikel 4	Arbeitgeber	Mögliche Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen	Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Befähigte Person beurteilt die Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen</li> <li>▪ Gefährdungsbeurteilung muss vorliegen</li> <li>▪ Ermittlung von Maßnahmen für die Expositionsüberwachung und die Unterrichtung und Schulung der Arbeitnehmer</li> <li>▪ Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu aktualisieren</li> </ul>
Artikel 5	Arbeitgeber	Gefährdung durch Schwingungen	Beseitigung oder Verringerung der Exposition: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ergreifen von allgemeinen Vorkehrungen zur Beseitigung der Gefährdung oder deren Verringerung auf ein Mindestmaß</li> </ul>
		Exposition oberhalb des <b>Auslösewertes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausarbeitung und Durchführung eines Programms mit Maßnahmen zur Beseitigung oder Minimierung der Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen</li> </ul>
		Exposition oberhalb des <b>Expositionsgrenzwertes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unverzügliches Ergreifen von Maßnahmen zur Vermeidung einer Exposition oberhalb des Expositionsgrenzwertes</li> <li>▪ Ermitteln der Gründe für eine Überschreitung des Expositionsgrenzwertes</li> </ul>
		Besonders gefährdete Arbeitnehmer	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anpassen der Maßnahmen an die Erfordernisse besonders gefährdeter Arbeitnehmer</li> </ul>
Artikel 6	Arbeitgeber	Arbeitnehmer mit Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen	Unterrichtung und Unterweisung der Arbeitnehmer: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Richtet sich an alle Arbeitnehmer, die einer Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen ausgesetzt sind</li> </ul>
Artikel 7	Arbeitgeber	Arbeitnehmer mit Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen	Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausgewogene und rechtzeitige Anhörung von Arbeitnehmern und ihren Vertretern zu Fragen der Gefährdungsbeurteilung, Schutzmaßnahmen, Gesundheitsüberwachung und Schulung</li> </ul>
Artikel 8	Arzt oder entsprechend qualifizierte Person	Bei festgestellter Gesundheitsstörung	Gesundheitsüberwachung: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arbeitnehmer wird über die Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung unterrichtet</li> <li>▪ Information und Beratung der Arbeitnehmer über die nach Ende der Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen erforderliche Gesundheitsüberwachung</li> <li>▪ Der Arbeitgeber wird über wichtige Erkenntnisse der Gesundheitsüberwachung unterrichtet</li> </ul>

<b>Artikel der RL</b>	<b>Wer?</b>	<b>Wann?</b>	<b>Welche Anforderung?</b>
	Arbeitgeber	Bei festgestellter Gesundheitsstörung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung</li> <li>▪ Weitere Beseitigung bzw. Verringerung der Gefährdung</li> <li>▪ Überprüfung des Gesundheitsstatus von ähnlich exponierten Arbeitnehmern</li> </ul>
	Arbeitgeber	Exposition oberhalb des <b>Auslösewertes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arbeitnehmer mit Anspruch auf angemessene Gesundheitsüberwachung</li> </ul>

## ANHANG B WAS SIND SCHWINGUNGEN?

### B.1 Was sind Schwingungen?

Schwingungen entstehen, wenn sich ein Körper aufgrund von äußeren und inneren Kräften hin und her bewegt, [Abbildung B.1](#). Im Fall von Ganzkörper-Schwingungen kann es sein, dass der Sitz eines Fahrzeugs oder die Plattform, auf der ein Arbeitnehmer steht, vibriert und dass diese Bewegung auf den Körper des Fahrers übertragen wird.

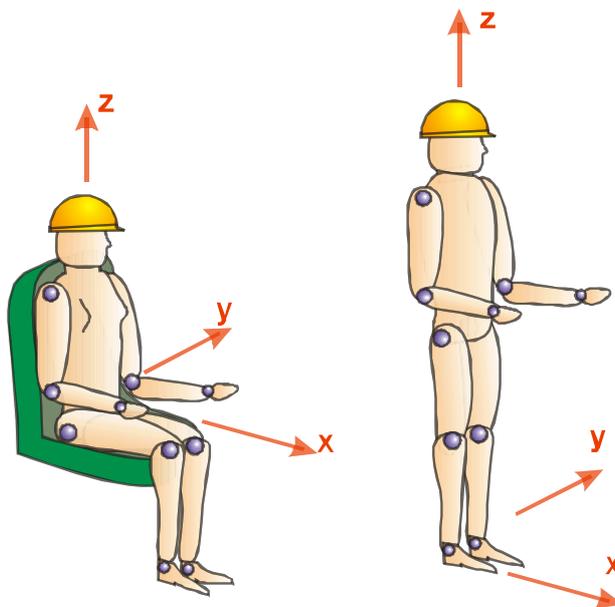


**Abbildung B.1 Ganzkörper-Schwingungen**

### B.2 Was wird gemessen?

Schwingungen definieren sich über ihre Schwingungsintensität und Frequenz. Die Schwingungsintensität lässt sich als der Schwingweg (in Metern), die Schwinggeschwindigkeit (in Metern pro Sekunde) bzw. die Schwingbeschleunigung (in Metern pro Sekunde im Quadrat bzw.  $m/s^2$ ) ausdrücken. Die meisten Schwingungsaufnehmer erzeugen eine Ausgangsgröße, die in Verbindung zur Beschleunigung steht (deren Ausgangsgröße hängt von der Kraft ab, die auf eine befestigte Masse innerhalb des Aufnehmers wirkt; bei einer befestigten Masse sind Kraft und Beschleunigung direkt miteinander verbunden) und so kommt es, dass zur Beschreibung von Schwingungen traditionell die Beschleunigung genutzt wird.

Der Schwingungsaufnehmer misst die Beschleunigung nur in einer Richtung. Will man also ein vollständiges Bild haben, sind drei Schwingungsaufnehmer erforderlich: einer für jede Achse, wie aus [Abbildung B.2](#) ersichtlich.



**Abbildung B.2 Achsen zur Schwingungsmessung**

### B.3 Was versteht man unter Frequenz und Frequenzbewertung?

Mit Frequenz wird ausgedrückt, wie viele Male sich ein vibrierender Körper pro Sekunde nach oben und unten oder nach vorn und hinten bewegt. Sie wird als ein Wert in Zyklen pro Sekunde ausgedrückt, allgemein besser bekannt als Hertz (abgekürzt Hz).

Die für die Ganzkörper-Schwingungen relevanten Frequenzen liegen in einem Bereich von 0,5 Hz bis 80 Hz. Da jedoch das Risiko einer Schädigung nicht bei allen Frequenzen gleich ist, verwendet man eine so genannte *Frequenzbewertung*, die die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung durch unterschiedliche Frequenzen darstellt. Im Ergebnis bedeutet dies, dass die bewertete Beschleunigung bei steigender Frequenz abnimmt. Für die Ganzkörper-Schwingungen werden zwei unterschiedliche Frequenzbewertungen verwendet. Die  $W_d$ -Bewertung gilt den beiden horizontalen Richtungen x und y, und die  $W_k$ -Bewertung der vertikalen Schwingung in der z-Achse.

Bei der Betrachtung der gesundheitlichen Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen im Sitzen muss ein zusätzlicher Multiplikator auf die frequenzbewerteten Schwingungswerte angewandt werden. Bei den beiden horizontalen Richtungen (x und y) werden die Beschleunigungswerte mit 1,4 multipliziert.

### B.4 Welche Beurteilungsgrößen werden für die Gefährdungsbeurteilung verwendet?

Nach der EG-Vibrationsrichtlinie sind zwei Methoden zur Schwingungsbeurteilung erlaubt. In Deutschland ist allein als Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) die auf einen 8-Stunden-Arbeitstag normierte äquivalente Dauerbeschleunigung verbindlich. Der Wert von A(8) wird wie im Anhang E.2 erläutert aus dem Effektivwert des Beschleunigungssignals bestimmt und besitzt die Maßeinheit  $m/s^2$ . Der Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) ist analog der internationalen Norm ISO 2631-1:1997 definiert.

[Abbildung B.3](#) zeigt einige Beispiele von Schwingungswerten für handelsübliche selbstfahrende Arbeitsmaschinen.

## B.5 Welche Messgeräte sollte ich einsetzen?

Die Ausrüstung zur Messung von Ganzkörper-Vibrationen sollte die Spezifikationen nach ISO 8041:2005 für Geräte zur Messung von Ganzkörper-Vibrationen erfüllen.

<b>Literaturhinweis:</b>
ISO 2631-1:1997 Internationale Normungsorganisation (1997) – Mechanische Schwingungen und Stöße - Bewertung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen und Erschütterungen auf den Menschen
DIN EN 14253:2003 Mechanische Schwingungen – Messung und rechnerische Ermittlung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen am Arbeitsplatz im Hinblick auf seine Gesundheit – Praxisgerechte Anleitung

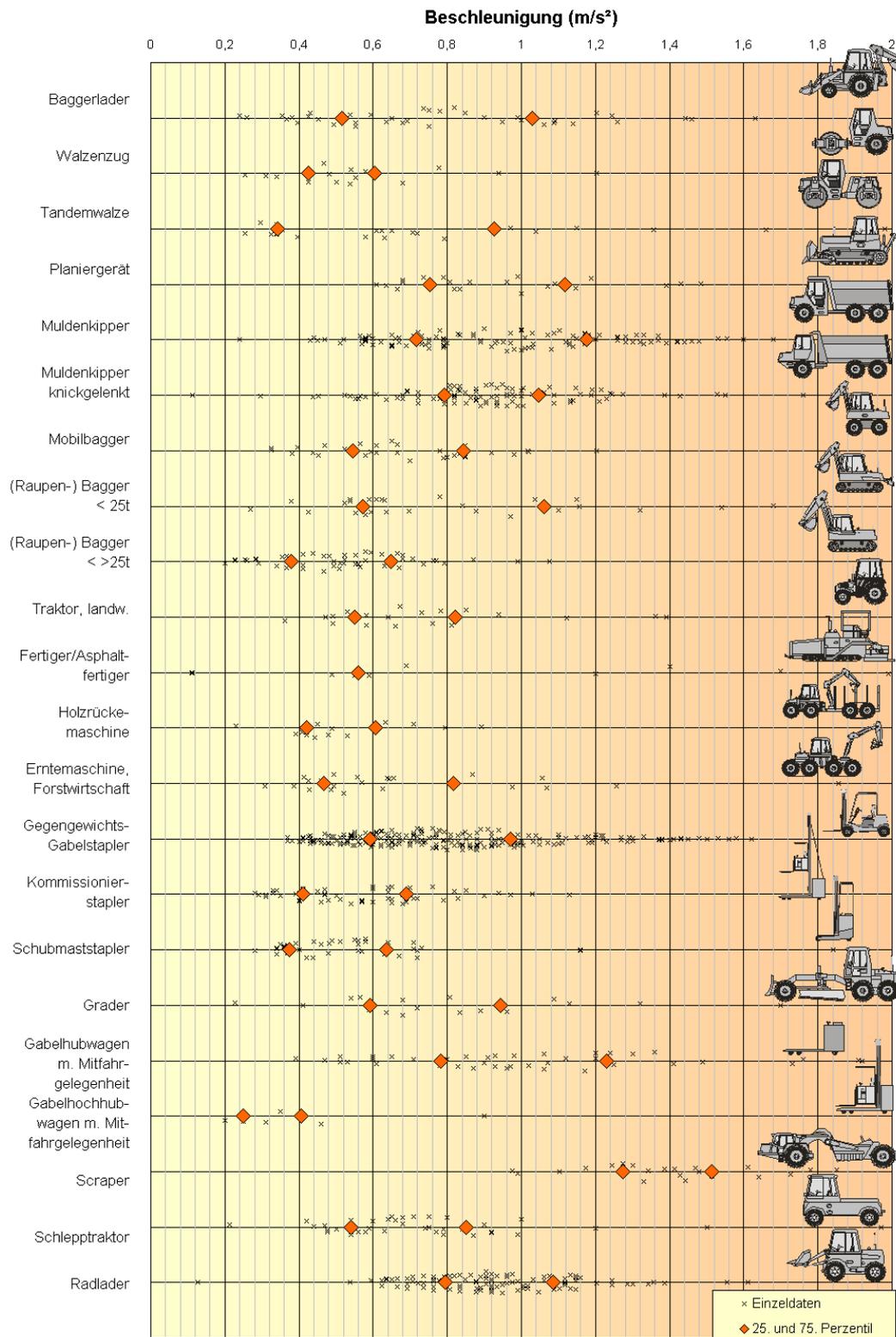


Abbildung B.3: Beispiele für Daten aus betrieblichen Schwingungsmessungen üblicher Maschinen (höchste Werte der Schwingungsrichtungen). Diese Messungen wurden zwischen 1997 und 2005 in den Schwingungslaboren des INRS (mit der Unterstützung durch CRAM und Prevencem), HSL und RMS vorgenommen. Diese Daten dienen nur der Veranschaulichung des Sachverhalts und sind möglicherweise nicht für alle Maschinenbetriebsweisen repräsentativ. Das 25. und 75. Perzentil haben eine Schwingungsintensität, die den Werten von 25 % bzw. 75 % der Messungen entspricht bzw. darunter liegt.

## ANHANG C

### GESUNDHEITLICHE GEFÄHRDUNGEN, ANZEICHEN UND SYMPTOME

#### C.1 Auswirkungen der Ganzkörper-Schwingungen auf den menschlichen Körper

Die Übertragung von Schwingungen auf den Körper hängt von der Körperhaltung ab. Aus diesem Grunde sind die Auswirkungen von Schwingungen komplexer Natur. Eine Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen sorgt im menschlichen Körper für Bewegungen und Kräfte, die

- ein Gefühl des Unbehagens verursachen,
- das Leistungsvermögen beeinträchtigen,
- bestehende Rückenbeschwerden verschlimmern und
- eine Gefährdung für die Gesundheit und die Sicherheit darstellen können.

Niederfrequente Schwingungen des Körpers können zu Übelkeit führen.

Epidemiologische Untersuchungen von langer Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen haben den Nachweis für ein erhöhtes gesundheitliches Risiko erbracht, vor allem im Bereich der Lendenwirbelsäule, aber auch im Nacken-Schulter-Bereich. In einigen Untersuchungen wurden Auswirkungen auf das Verdauungssystem, die weiblichen Fortpflanzungsorgane und die peripheren Venen nachgewiesen.

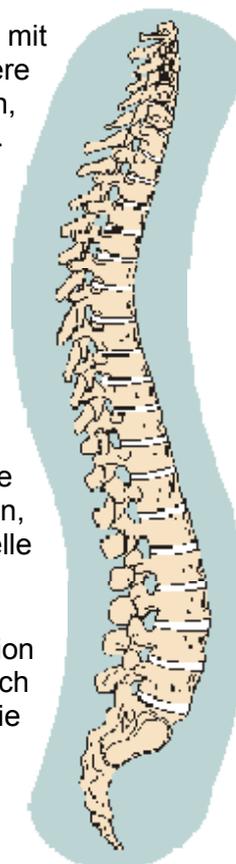
#### C.2 Schmerzen im unteren Rückenbereich und Beschwerden am Rücken, im Schulter- bzw. Nackenbereich

Die Ergebnisse epidemiologischer Forschung zeigen bei Gruppen mit einer Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen eine höhere Prävalenzrate von Schmerzen im unteren Rücken, Bandscheibenvorfällen und vorzeitigem Verschleiß der Wirbelsäule. Es wird vermutet, dass eine längere Expositionsdauer gegenüber Schwingungen sowie eine gesteigerte Intensität das Risiko erhöhen, wohingegen Ruhezeiten das Risiko verringern. Auch wenn die epidemiologische Forschung diese Wirkung nicht klar nachweist, klagen viele Fahrer ebenfalls über Beschwerden im Nacken-Schulter-Bereich.

Schmerzen im unteren Rückenbereich, Beschwerden am Rücken, in der Schulter oder im Nacken sind nicht nur allein bei einer Exposition gegenüber Schwingungen anzutreffen. Es gibt viele verfälschende Faktoren wie Arbeitshaltung, anthropometrische Eigenschaften, Muskelspannung, physische Arbeitbelastung sowie individuelle Empfindlichkeit (Alter, bestehende Störungen, Muskelkraft, etc.).

Das Steuern von mobilen Maschinen bringt nicht nur eine Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen mit sich, sondern auch gegenüber verschiedenen anderen Faktoren, die den Rücken, die Schulter und den Nacken belasten. Hierzu zählen vor allem:

- längeres Sitzen in Zwangshaltung,
- längeres Sitzen in unergonomischer Haltung,



- häufiges Verdrehen der Wirbelsäule,
- Notwendigkeit, eine verdrehte Kopfhaltung einzunehmen,
- häufiges Heben und Handhaben von Materialien (z. B. Fahrer von Lieferwagen),
- traumatische Verletzungen,
- unerwartete Bewegungen,
- ungünstige klimatische Bedingungen sowie
- Stress.

In manchen Ländern und unter bestimmten Umständen gelten Beschwerden an der Lendenwirbelsäule bei Arbeitnehmern mit Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen als Berufskrankheit (z. B. in Deutschland).

### **C.3 Sonstige Störungen**

Es gibt noch keine Antwort auf die Frage, ob eine Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen möglicherweise zu Störungen im Verdauungssystem oder der Durchblutung führt oder schädliche Wirkung auf das Fortpflanzungssystem hat. In manchen Fällen wurde eine erhöhte Prävalenz von Beschwerden im Magen-Darm-Bereich, von Magen-Darm-Geschwüren und Gastritis bei Fahrern von vibrierenden Fahrzeugen berichtet. Der Faktor Ganzkörper-Schwingungen scheint in Kombination mit der längeren Sitzhaltung von Fahrern zur Entstehung von Krampfadern und Hämorrhoiden beizutragen. In einigen Untersuchungen wurden Auswirkungen auf das Verdauungssystem, die weiblichen Fortpflanzungsorgane und die peripheren Venen nachgewiesen. Eine Untersuchung ergab eine in ihrer Höhe unerwartete Inzidenz von Fehlgeburten bei Frauen im Transportgewerbe mit Exposition gegenüber Schwingungen.

## ANHANG D

### INSTRUMENTE ZUR BERECHNUNG DER TAGESEXPOSITION

#### D.1 Hilfsmittel im Internet

Im Internet stehen Hilfsmittel zur Verfügung, die die Berechnung der täglichen Exposition gegenüber Schwingungen erleichtern, z. B.:

[http://bb.osha.de/docs/gkv\\_calculator.xls](http://bb.osha.de/docs/gkv_calculator.xls)

Expositions-Rechner für GKV

#### D.2 Grafische Darstellung der Tagesexposition

Die Grafik in [Abbildung D.1](#) zeigt eine einfache alternative Methode, Tagesexpositionen oder Teilexpositionen gegenüber Schwingungen nachzulesen, ohne dass ein Taschenrechner erforderlich ist.

Schauen Sie sich in der Grafik lediglich die Linie A(8) in dem Punkt bzw. etwas darüber an, wo sich Ihr Wert für die Schwingungsintensität  $(ka_w)_{\max}$  und die Linien für die Expositionszeiten treffen (der Faktor  $k$  liegt bei 1,4 für die x- und y-Achsen bzw. bei 1,0 für die z-Achse, d.h. die vertikale Richtung).

Der grüne Bereich in [Abbildung D1](#) zeigt die Exposition an, die wahrscheinlich unter dem Auslösewert liegt. Diese Exposition darf nicht als „sicher“ gelten. Bei einer Exposition unterhalb des Auslösewertes kann das Risiko einer Schädigung durch Ganzkörper-Schwingungen bestehen; in manchen Fällen, insbesondere nach vielen Jahren der Exposition, kann eine Exposition innerhalb des grünen Bereichs bei einigen Arbeitnehmern zu einer Schädigung durch Schwingungen führen.

#### D.3 Nomogramm der Tagesexposition

Das Nomogramm in [Abbildung D.2](#) liefert eine einfache alternative Methode, um die Tages-Schwingungsexposition ohne den Einsatz von Gleichungen zu ermitteln:

- (a) Suchen Sie auf der linken Linie den Punkt, der der Schwingungsintensität entspricht (nutzen Sie für die Werte der x- und y-Achse die linke Skala und für die Werte der z-Achse die rechte Skala).
- (b) Ziehen Sie von dem Punkt auf der linken Linie (stellt die Schwingungsintensität dar) bis zum Punkt auf der rechten Linie (stellt die Expositionszeit dar) eine Linie.

Lesen Sie die Teil-Expositionswerte an der Stelle ab, an der die Linie die mittlere Skala kreuzt.

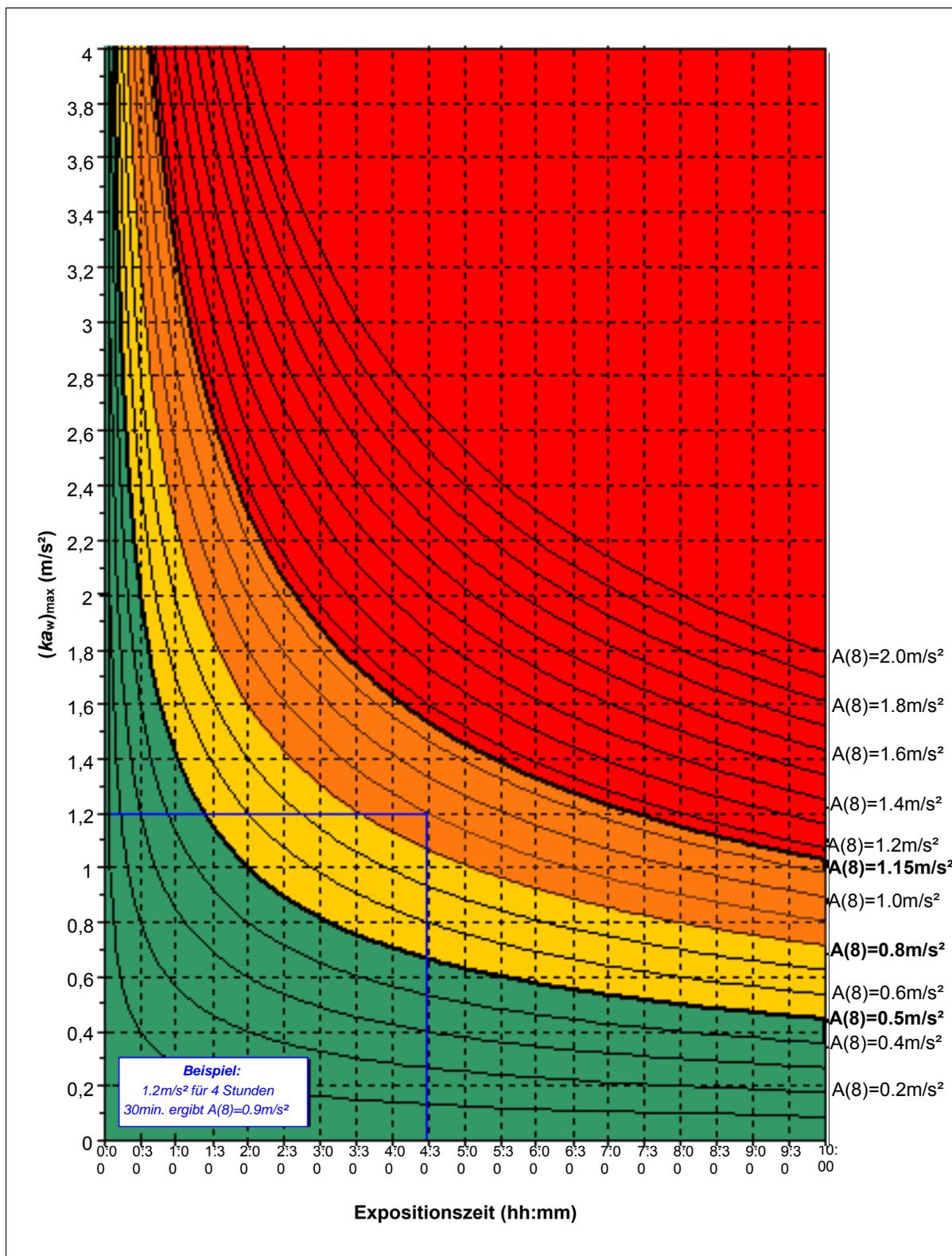


Abbildung D.1 Grafische Darstellung der Tagesexposition

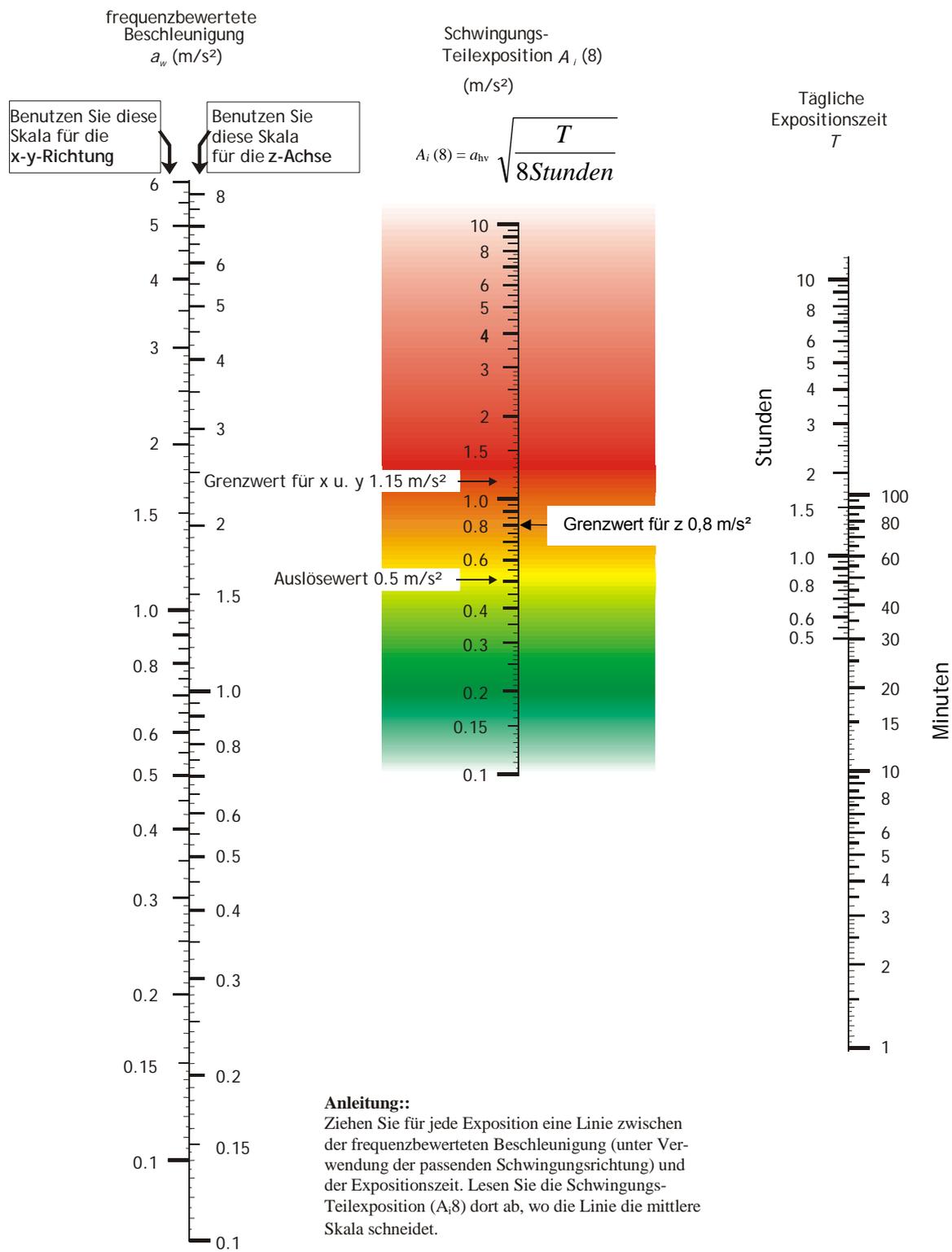


Abbildung D.2 Nomogramm für A(8) Werte

## D.4 System der Expositionspunkte

Das Management der Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen lässt sich durch die Verwendung eines Systems mit Expositionspunkten vereinfachen. Für jedes betriebene Fahrzeug oder jede betriebene Maschine lässt sich die Anzahl der in einer Stunde gesammelten Expositionspunkte ( $P_{E,1h}$  in Punkten pro Stunde) über die Schwingungsintensität  $a_w$  und den Faktor  $k$  (1,4 für die x- und y-Achse bzw. 1,0 für die z-Achse) ermitteln:

$$P_{E,1h} = 50(k a_w)^2$$

Expositionspunkte werden einfach addiert, so dass man für jede Person die Gesamtzahl von Expositionspunkten an einem Tag bestimmen kann.

Die den Auslöse- und Expositionsgrenzwerten entsprechenden Expositionspunkte sind:

- Auslösewert (0,5 m/s<sup>2</sup>) entspricht 100 Punkten
- Expositionsgrenzwert in z-Richtung (0,8 m/s<sup>2</sup>) entspricht 256 Punkten
- Expositionsgrenzwert in x- und y-Richtung (1,15 m/s<sup>2</sup>) entspricht 529 Punkten

Im Allgemeinen wird die Anzahl der Expositionspunkte  $P_E$  wie folgt definiert:

$$P_E = \left( \frac{k a_w}{0,5 \text{ m/s}^2} \right)^2 \frac{T}{8 \text{ Stunden}} 100$$

Hierin ist  $a_w$  die Schwingungsintensität in m/s<sup>2</sup>,  $T$  die Expositionszeit in Stunden und  $k$  der Multiplikationsfaktor von 1,4 für die x- und y-Achsen bzw. von 1,0 für die z-Achse

Alternativ dazu bietet [Abbildung D.3](#) eine einfache Methode zum Auffinden der Expositionspunkte.

Die Tagesexposition  $A(8)$  lässt sich aus den Expositionspunkten berechnen:

$$A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2 \sqrt{\frac{P_E}{100}}$$

### Expositionspunkte für Ganzkörper-Schwingungen

		x- und y-Richtung						z-Richtung				
Auslösewert eingehalten		Punktwert ≤ 100		grün				Punktwert ≤ 100		grün		
Expositionsgrenzwert eingehalten		Punktwert ≤ 529		gelb				Punktwert ≤ 256		gelb		
Expositionsgrenzwert überschritten		Punktwert > 529		rot				Punktwert > 256		orange		
k a <sub>w</sub>	Tägliche Einwirkungsdauer in Minuten											
	in m/s <sup>2</sup>	30	60	120	180	240	300	360	420	480	600	720
2,5	156	313	625	938	1.250	1.563	1.875	2.188	2.500	3.125	3.750	
2,4	144	288	576	864	1.152	1.440	1.728	2.016	2.304	2.880	3.456	
2,3	132	265	529	794	1.058	1.323	1.587	1.852	2.116	2.645	3.174	
2,2	121	242	484	726	968	1.210	1.452	1.694	1.936	2.420	2.904	
2,1	110	221	441	662	882	1.103	1.323	1.544	1.764	2.205	2.646	
2,0	100	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600	2.000	2.400	
1,9	90	181	361	542	722	903	1.083	1.264	1.444	1.805	2.166	
1,8	81	162	324	486	648	810	972	1.134	1.296	1.620	1.944	
1,7	72	145	289	434	578	723	867	1.012	1.156	1.445	1.734	
1,6	64	128	256	384	512	640	768	896	1.024	1.280	1.536	
1,5	56	113	225	338	450	563	675	788	900	1.125	1.350	
1,4	49	98	196	294	392	490	588	686	784	980	1.176	
1,3	42	85	169	254	338	423	507	592	676	845	1.014	
1,2	36	72	144	216	288	360	432	504	576	720	864	
1,15	33	66	132	198	265	331	397	463	529	661	794	
1,1	30	61	121	182	242	303	363	424	484	605	726	
1,0	25	50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	
0,9	20	41	81	122	162	203	243	284	324	405	486	
0,8	16	32	64	96	128	160	192	224	256	320	384	
0,7	12	25	49	74	98	123	147	172	196	245	294	
0,6	9	18	36	54	72	90	108	126	144	180	216	
0,5	6	13	25	38	50	63	75	88	100	125	150	
0,4	4	8	16	24	32	40	48	56	64	80	96	
0,3	2	5	9	14	18	23	27	32	36	45	54	
0,2	1	2	4	6	8	10	12	14	16	20	24	
für x, y: k = 1,4 für z: k = 1												
	0,5 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	10 h	12 h	
Tägliche Einwirkungsdauer in Stunden												

Abbildung D.3 Tabelle mit Expositionspunkten (gerundete Werte)

## ANHANG E

### AUSGEARBEITETE BEISPIELE FÜR TAGESEXPOSITION

#### E.1 Tagesexposition: A(8) bei nur einer Aufgabe

**Schritt 1:** Ermitteln Sie die drei Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$  und  $a_{wz}$  aus Herstellerangaben, sonstigen Quellen bzw. Messungen.

**Schritt 2:** Bestimmen Sie die Tagesexposition in den drei Richtungen x, y und z aus:

$$A_x(8) = 1,4a_{wx} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_y(8) = 1,4a_{wy} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_z(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

Hierin ist

- $T_{\text{exp}}$  die tägliche Dauer der Exposition gegenüber Schwingungen und
- $T_0$  die Referenzdauer von acht Stunden

**Schritt 3:** Der höchste Wert bzw. derjenige Wert von  $A_x(8)$ ,  $A_y(8)$  und  $A_z(8)$ , aus dem die geringste zulässige Expositionszeit folgt, ist die Tagesexposition gegenüber Schwingungen.

#### **Beispiel**

Der Fahrer einer Baumerntemaschine fährt das Fahrzeug 6 ½ Stunden pro Tag.

**Schritt 1:** Die Schwingungswerte am Sitz sind:

- x-Achse: 0,2 m/s<sup>2</sup>
- y-Achse: 0,4 m/s<sup>2</sup>
- z-Achse: 0,25 m/s<sup>2</sup>

**Schritt 2:** Die tägliche Exposition an x-, y- und z-Achse beträgt somit:

$$A_x(8) = 1,4 \times 0,2 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,25 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = 1,4 \times 0,4 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = 0,25 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,23 \text{ m/s}^2$$

**Schritt 3:** Die tägliche Vibrationsexposition A(8) ist der höchste dieser Werte. In diesem Fall die y-Achse: 0,5 m/s<sup>2</sup> (d.h. auf Höhe des Auslösewertes)

## E.2 Tagesexposition: A(8) bei mehr als nur einer Aufgabe

Ist eine Person mehr als einer Schwingungsquelle ausgesetzt (vielleicht, weil sie zwei oder mehr unterschiedliche Maschinen nutzt bzw. Tätigkeiten am Tag ausübt), wird eine *Teil-Schwingungsexposition* aus der Größe und der Dauer für jede Achse und für jede Exposition errechnet. Die Teil-Schwingungswerte werden zusammengefasst und ergeben den täglichen Gesamtwert der Exposition A(8) für die betreffende Person und für jede Achse. Die Tages-Schwingungsexposition entspricht dann dem höchsten Wert der drei Einzel-Achsenwerte bzw. demjenigen Wert, der zur geringsten zulässigen Expositionszeit führt.

**Schritt 1:** Bestimmen Sie für jede Aufgabe bzw. für jedes Fahrzeug die drei Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$  und  $a_{wz}$  aus den Herstellerangaben, sonstigen Quellen bzw. Messungen.

**Schritt 2:** Ermitteln Sie die tägliche Teilexposition in den drei Richtungen x, y und z aus:

$$A_{x,i}(8) = 1,4a_{wx} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_{y,i}(8) = 1,4a_{wy} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_{z,i}(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

Hierin ist

- $T_{\text{exp}}$  die tägliche Dauer der Exposition gegenüber Schwingungen und
- $T_0$  die Referenzdauer von acht Stunden

Jede Teil-Schwingungsexposition steht für den Anteil, den eine bestimmte Schwingungsquelle (Maschine oder Tätigkeit) an der täglichen Gesamtexposition des Arbeitnehmers hat. Kenntnis der Teilexpositionswerte wird Ihnen bei der Definition Ihrer Prioritäten helfen: Schutzmaßnahmen sollten vorrangig die Maschinen, Tätigkeiten bzw. Prozesse betreffen, die die höchsten Werte einer Teil-Schwingungsexposition haben.

**Schritt 3:** Die tägliche Gesamtschwingungsexposition kann aus den Werten für die Teil-Schwingungsexposition für jede Achse ( $j$ ) errechnet werden, unter Verwendung von:

$$A_j(8) = \sqrt{A_{j1}(8)^2 + A_{j2}(8)^2 + A_{j3}(8)^2 + \dots}$$

Hierin sind  $A_{j1}(8)$ ,  $A_{j2}(8)$ ,  $A_{j3}(8)$  etc. die Werte für die Teilschwingungsexposition für die verschiedenen Schwingungsquellen.

**Schritt 4:** Der höchste Wert bzw. derjenige Wert von  $A_x(8)$ ,  $A_y(8)$  und  $A_z(8)$ , aus dem die geringste zulässige Expositionszeit folgt, ist die Tagesexposition gegenüber Schwingungen.

**Beispiel**

Ein Auslieferungsfahrer verbringt täglich eine Stunde damit, seinen Lieferwagen mit Hilfe eines kleinen Gabelstaplers zu beladen. Im Anschluss daran sitzt er sechs Stunden lang am Steuer seines Lieferwagens.

**Schritt 1:** Die Schwingungswerte am Sitz sind folgende:

Gabelstapler	Lieferwagen
▪ x-Achse: 0,5 m/s <sup>2</sup>	▪ x-Achse: 0,2 m/s <sup>2</sup>
▪ y-Achse: 0,3 m/s <sup>2</sup>	▪ y-Achse: 0,3 m/s <sup>2</sup>
▪ z-Achse: 0,9 m/s <sup>2</sup>	▪ z-Achse: 0,3 m/s <sup>2</sup>

**Schritt 2:** Die tägliche Exposition an der x-, y- und z-Achse beträgt somit:

Gabelstapler	Lieferwagen
$A_{x,\text{forklift}}(8) = 1,4 \times 0,5 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,25 \text{ m/s}^2$	$A_{x,\text{lorry}}(8) = 1,4 \times 0,2 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,24 \text{ m/s}^2$
$A_{y,\text{forklift}}(8) = 1,4 \times 0,3 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,15 \text{ m/s}^2$	$A_{y,\text{lorry}}(8) = 1,4 \times 0,3 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,36 \text{ m/s}^2$
$A_{z,\text{forklift}}(8) = 0,9 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,32 \text{ m/s}^2$	$A_{z,\text{lorry}}(8) = 0,3 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,26 \text{ m/s}^2$

**Schritt 3:** Die tägliche Vibrationsexposition für jede Achse beträgt:

$$A_x(8) = \sqrt{0,25^2 + 0,24^2} = 0,35 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = \sqrt{0,15^2 + 0,36^2} = 0,39 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = \sqrt{0,32^2 + 0,26^2} = 0,41 \text{ m/s}^2$$

**Schritt 4:** Die tägliche Schwingungsexposition des Auslieferungsfahrers ist der höchste Einzel-Achsenwert  $A(8)$  bzw. derjenige Wert, der zur geringsten zulässigen Expositionszeit führt. In diesem Fall ist das der Wert für die z-Achse: 0,41 m/s<sup>2</sup>, d.h. gerade unterhalb des Auslösewertes.

### E.3 Tagesexposition: A(8) unter Verwendung des Systems der Expositionsunkte

Liegen Ihnen die Beschleunigungswerte in  $m/s^2$  vor, gehen Sie wie folgt vor:

- Schritt 1:** Bestimmen Sie für jede Aufgabe bzw. jedes Fahrzeug die Punktwerte unter Verwendung von [Abbildung D.3](#) zum Auffinden der Expositionsunkte auf der Basis des Beschleunigungswertes, des k-Faktors und der Expositionszeit.
- Schritt 2:** Ergänzen Sie für jede Achse die Punkte je Maschine, um die täglichen Gesamtpunkte je Achse zu erhalten.
- Schritt 3:** Der höchste Wert der drei Achsenwerte bzw. der Wert, der zur geringsten zulässigen Expositionszeit führt, ist die Tages-Schwingungsexposition in Punkten.

#### Beispiel

Ein Auslieferungsfahrer verbringt täglich eine Stunde damit, seinen Lieferwagen mithilfe eines kleinen Gabelstaplers zu beladen. Im Anschluss daran sitzt er sechs Stunden lang am Steuer seines Lieferwagens.

**Schritt 1:** Die tägliche Exposition an x-, y- und z-Achse beträgt:

Gabelstapler	Punkte nach 1 Stunde Einsatz (aus <a href="#">Abbildung D.3</a> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ x-Achse: <math>0,5 \times 1,4 = 0,7</math></li> <li>▪ y-Achse: <math>0,3 \times 1,4 = 0,42</math></li> <li>▪ z-Achse: <math>0,9</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>0,7 \text{ m/s}^2</math> für 1 Stunde = 25 Punkte</li> <li>▪ <math>0,4^* \text{ m/s}^2</math> für 1 Stunde = 8 Punkte</li> <li>▪ <math>0,9 \text{ m/s}^2</math> für 1 Stunde = 41 Punkte</li> </ul>

\* $0,42$  ist in [Abbildung D.3](#) nicht enthalten, deshalb wird der nächstliegende Wert  $0,4 \text{ m/s}^2$  benutzt.

Lieferwagen	Punkte nach 6 Stunden Einsatz (aus <a href="#">Abbildung D.3</a> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ x-Achse: <math>0,2 \times 1,4 = 0,28</math></li> <li>▪ y-Achse: <math>0,3 \times 1,4 = 0,42</math></li> <li>▪ z-Achse: <math>0,3</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>0,3^* \text{ m/s}^2</math> für 6 Stunden = 27 Punkte</li> <li>▪ <math>0,4^* \text{ m/s}^2</math> für 6 Stunden = 48 Punkte</li> <li>▪ <math>0,3 \text{ m/s}^2</math> für 6 Stunden = 27 Punkte</li> </ul>

\*Die exakten Vibrationswerte sind nicht in [Abbildung D.3](#) enthalten, darum werden die nächstliegenden Werte benutzt.

**Schritt 2:** Die tägliche Vibrationsexposition für jede Achsen beträgt:

$$\text{x-Achse} = 25 + 27 = 52 \text{ Punkte}$$

$$\text{y-Achse} = 8 + 48 = 56 \text{ Punkte}$$

$$\text{z-Achse} = 41 + 27 = 68 \text{ Punkte}$$

**Schritt 3:** Die Tagesexposition des Fahrers gegenüber Ganzkörper-Schwingungen ist der höchste Punktwert für eine Achse, in diesem Fall der Wert für die z-Achse: 68 Punkte, d. h. unterhalb des Auslösewertes von 100 Punkten.

**Liegen Ihnen die Daten „Punkte je Stunde“ vor, gehen Sie wie folgt vor:**

- Schritt 1:** Ermitteln Sie für jede Aufgabe bzw. jedes Fahrzeug die Werte „Punkte je Stunde“, und zwar aus Herstellerangaben, sonstigen Quellen bzw. Messungen.
- Schritt 2:** Bestimmen Sie für jedes Fahrzeug bzw. jede Aufgabe die täglichen Punkte. Hierfür multiplizieren Sie die Anzahl von Punkten je Stunde mit der Anzahl an Einsatzstunden der Maschine.
- Schritt 3:** Ergänzen Sie für jede Achse die Punkte je Maschine, um die täglichen Gesamtpunkte je Achse zu erhalten.
- Schritt 4:** Der höchste der drei Achsenwerte bzw. der Wert, der zur geringsten zulässigen Expositionszeit führt, ist die Tages-Schwingungsexposition in Punkten.

**Beispiel**

Ein Auslieferungsfahrer verbringt täglich eine Stunde damit, seinen Lieferwagen mit Hilfe eines kleinen Gabelstaplers zu beladen. Im Anschluss daran sitzt er sechs Stunden lang am Steuer seines Lieferwagens.

**Schritt 1:** Die Punkte pro Stundenwert am Sitz sind:

Gabelstapler	Lieferwagen
▪ x-Achse: 25	▪ x-Achse: 4
▪ y-Achse: 9	▪ y-Achse: 9
▪ z-Achse: 41	▪ z-Achse: 5

**Anmerkungen:**

- Die Faktoren  $k$  sind in den Punktwerten je Stunde enthalten (vgl. Anhang D.4)
- Die Punktwerte je Stunde sind auf die nächste ganze Zahl aufgerundet

**Schritt 2:** Die tägliche Exposition an der x-, y- und z-Achse beträgt somit:

Gabelstapler (Einsatz 1 Stunde)	Lieferwagen (Einsatz 6 Stunden)
▪ x-Achse: $25 \times 1 = 25$	▪ x-Achse: $4 \times 6 = 24$
▪ y-Achse: $9 \times 1 = 9$	▪ y-Achse: $9 \times 6 = 54$
▪ z-Achse: $41 \times 1 = 41$	▪ z-Achse: $5 \times 6 = 30$

**Schritt 3:** Die tägliche Vibrationsexposition für jede Achse beträgt:

$$\text{x-Achse} = 25 + 24 = 49 \text{ Punkte}$$

$$\text{y-Achse} = 9 + 54 = 63 \text{ Punkte}$$

$$\text{z-Achse} = 41 + 30 = 71 \text{ Punkte}$$

**Schritt 4:** Die Tagesexposition des Fahrers gegenüber Ganzkörper-Schwingungen ist der höchste Punktwert für eine Achse, in diesem Fall der Wert für die z-Achse: 71 Punkte, d. h. unterhalb des Auslösewertes von 100 Punkten.

## ANHANG F    TECHNIKEN DER GESUNDHEITSÜBERWACHUNG

Umfang und Inhalte der erforderlichen Gesundheitsüberwachung bzw. arbeitsmedizinischen Vorsorge sind in § 13 LärmVibrationsArbSchV erläutert und bestehen aus der Beurteilung der Krankengeschichte eines Arbeitnehmers in Verbindung mit einer körperlichen Untersuchung und der Beurteilung des Gesundheitszustandes unter Berücksichtigung der Arbeitsverhältnisse durch einen Facharzt für Arbeitsmedizin bzw. eines Arztes, der die Zusatzbezeichnung Betriebsmediziner führt.

Fragebögen für die Gesundheitsüberwachung bei Ganzkörper-Schwingungen sind an mehreren Stellen erhältlich (z. B. bei der Sektion VIBGUIDE)

[http://www.humanvibration.com/EU/EU\\_index.htm](http://www.humanvibration.com/EU/EU_index.htm).

Für die Umsetzung der LärmVibrationsArbSchV steht in Deutschland der Berufsgenossenschaftliche Grundsatz „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems“ (G46) einschließlich der Belastung durch Ganzkörper-Vibrationen zur Verfügung unter

[http://www.hvbg.de/d/bgz/praevaus/amed/bg\\_grund/g46/index.html](http://www.hvbg.de/d/bgz/praevaus/amed/bg_grund/g46/index.html).

### **Die Krankengeschichte**

In der Krankengeschichte verdienen folgende Punkte besondere Aufmerksamkeit:

- Familienanamnese,
- soziales Umfeld, einschließlich Tabak- und Alkoholkonsum und sportliche Betätigung,
- beruflicher Werdegang, einschließlich früherer und aktueller Beschäftigungsverhältnisse mit Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen, Arbeitshaltung, mit Heben verbundene Aufgaben und sonstige tätigkeitsbezogene rückenbelastende Stressfaktoren,
- persönliche Anamnese.

### **Die körperliche Untersuchung**

- Die körperliche Untersuchung kann Folgendes umfassen:
- Prüfung der Rückenfunktion und Beurteilung der Schmerzwirkung bei vorwärts und seitlich gerichteter Streckung und Beugung,
- Test, bei dem das gestreckte Bein angehoben wird,
- neurologische Untersuchung des peripheren Nervensystems (Reflexe an Knie und Achillessehne und der Sensibilität an Bein und Fuß),
- Anzeichen von Muskelschwäche (Quadrizeps-Streckung, Beugung/Streckung Zeh/Fuß),
- Rückenbelastungstest,
- Anzeichen für nicht organisch bedingte Schmerzen nach Waddel.

## ANHANG G GLOSSAR

Ganzkörper-Schwingungen	Mechanische Schwingungen, die bei Übertragung auf den gesamten Körper Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer verursachen, insbesondere Rückenschmerzen und Schädigungen der Wirbelsäule.
Schwingungsemission	Schwingungswert der Maschinenhersteller zur Angabe der Schwingungen, die voraussichtlich an ihren Maschinen auftreten. Der Schwingungsemissionswert sollte unter Verwendung eines standardisierten Prüfverfahrens ermittelt und in die Bedienungsanleitung der Maschine aufgenommen werden.
Frequenzbewertung	Filter, der bei den Messungen der Schwingungen eingesetzt wird, um die Frequenzabhängigkeit der Gefährdung einer Schädigung des Körpers nachzubilden. Für Ganzkörper-Schwingungen werden zwei Bewertungen eingesetzt: <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>W_d</math> für Schwingungen auf der x-Achse (vorn-hinten) und y-Achse (links-rechts) und</li><li>• <math>W_k</math> für die vertikale z-Achse (hoch-runter).</li></ul>
Tages-Vibrations-expositionswert $A(8)$	Effektivwert der Schwingbeschleunigung in $m/s^2$ , der die gesamte Ganzkörper-Schwingungsexposition im Laufe eines Tages (Tagesexposition) auf einen 8-Stunden-Arbeitstag nach § 2(6) und Anhang 2.1 LärmVibrationsArbSchV normiert.
Gesundheitsüberwachung	Medizinisches Untersuchungsprogramm für den Arbeitnehmer zur Früherkennung einer Schädigung aus Tätigkeiten bei der Arbeit (Arbeitsmedizinische Vorsorge)
Auslösewert	Wert für die Tagesexposition gegenüber Schwingungen eines Arbeitnehmers, $A(8)$ von $0,5 m/s^2$ . Bei Überschreitung dieses Wertes müssen die Gefährdungen aus einer Schwingungsexposition überwacht und andere Maßnahmen eingeleitet werden.
Expositionsgrenzwert	Wert für die Tagesexposition gegenüber Schwingungen eines Arbeitnehmers, $A(8)$ von $0,8 m/s^2$ in z-Richtung und $1.15 m/s^2$ in den horizontalen Richtungen x und y. Kein Arbeitnehmer darf einer Exposition oberhalb dieses Wertes ausgesetzt werden.
Expositionszeit	Tägliche Dauer der Exposition, der ein Arbeitnehmer durch eine Schwingungsquelle ausgesetzt ist.

## **ANHANG H LITERATURVERZEICHNIS**

### **H.1 Europäische Richtlinien**

Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Schwingungen) (16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG).

Richtlinie 89/391/EWG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit.

Richtlinie 98/37/EWG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen.

Richtlinie 90/269/EWG des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der manuellen Handhabung von Lasten, die für die Arbeitnehmer insbesondere eine Gefährdung der Lendenwirbelsäule mit sich bringt (Vierte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG).

### **H.2 Normen**

#### ***Europäische Normen***

Europäisches Komitee für Normung (1997) Mechanische Schwingungen – Angabe und Nachprüfung von Schwingungskennwerten.  
EN 12096:1997

Europäisches Komitee für Normung (2001) Mechanische Schwingungen – Flurförderzeuge – Laborverfahren zur Bewertung und Spezifikation der Schwingungen des Maschinenführersitzes.  
EN 13490:2001

Europäisches Komitee für Normung (2001) Sicherheit von Flurförderzeugen – Verfahren zur Schwingungsmessung.  
EN 13059:2001

Europäisches Komitee für Normung (2003) Mechanische Schwingungen – Messung und rechnerische Ermittlung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen am Arbeitsplatz im Hinblick auf seine Gesundheit – Praxisgerechte Anleitung.  
EN 14253:2003

Europäisches Komitee für Normung (2003) Mechanische Schwingungen – Prüfverfahren für bewegliche Maschinen zum Zwecke der Ermittlung des Schwingungsemissionswertes.  
EN 1032:2003

Europäisches Komitee für Normung. Ganzkörper-Schwingungen – Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Teil 1: Technische Maßnahmen durch die Gestaltung von Maschinen. CEN/TR 15172-1:2005

Europäisches Komitee für Normung. Ganzkörper-Schwingungen – Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Teil 2: Organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz. CEN/TR 15172-2:2005

Internationale Normungsorganisation (1992) Mechanische Schwingungen – Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen von Fahrzeugsitzen - Teil 1: Grundlegende Anforderungen.  
EN ISO 10326-1:1992

### **Internationale Normen**

Internationale Normungsorganisation (1997) Mechanische Schwingungen und Stöße - Bewertung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen und Erschütterungen auf den Menschen  
ISO 2631-1:1997

Internationale Normungsorganisation (2000) Erdbaumaschinen – Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen des Maschinenführersitzes.  
EN ISO 7096:2000

Internationale Normungsorganisation (2003) Landwirtschaftliche Traktoren – Labormessungen von übertragenen Schwingungen ISO 5007:2003.

Internationale Normungsorganisation (2005) Schwingungseinwirkung auf den Menschen - Messeinrichtung.  
ISO 8041:2005

Internationale Normungsorganisation (2001) Mechanische Schwingungen – Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen von Fahrzeugsitzen – Teil 2: Anwendung auf Schienenfahrzeuge.  
ISO 10326-2:2001

Internationale Normungsorganisation (2006) Mechanische Schwingungen – Leitfaden für die Beurteilung der Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen bei Fahrten auf Erdbaumaschinen im Betrieb. Verwendung von harmonisierten Daten, die von internationalen Instituten, Organisationen und Herstellern erhoben wurden.  
ISO/TR 25 398-10:2006

### **Nationale Normen**

Dachverband der Ingenieure (2002) Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen. VDI 2057-1:2002

Dachverband der Ingenieure (2006) Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen. VDI 3831:2006

### H.3 Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Bovenzi M & Betta A. Low back disorders in agricultural tractor drivers exposed to whole body vibration and postural stress. *Applied Ergonomics* 25. 231-240.

Bovenzi M & and Hulshof CTJ. (1999) An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole body vibration and low back pain (1986-1997). *Int Arch Occup Environ Health*. 72: 351-365.

Bovenzi M, Pinto I, Stacchini N. Low back pain in port machinery operators. *Journal of Sound and Vibration* 2002; 253(1):3-20.

Bovenzi M & and Zadini (1992) A. Self reported low back symptoms in urban bus drivers exposed to whole body vibration. *Spine*, vol 17, no 9. 1048-1058.

Donati P. Survey of technical preventative measures to reduce whole body vibration effects when designing mobile machinery. *Journal of Sound and vibration* (2002) 253(1), 169-183.

Dupuis H. (1994) Medical and occupational preconditions for vibration-induced spinal disorders: occupational disease no. 2110 in Germany. *Int Arch Occup Environ Health*. 66: 303-308.

Dupuis, H.: Erkrankungen durch Ganzkörper-Schwingungen. In: *Handbuch der Arbeitsmedizin*. Konietzko, Dupuis.: ecomed, Landsberg. Loseblattsammlung, Kapitel IV-3.5.

Griffin, M.J. (1990, 1996) *Handbook of human vibration*. Published: Academic Press, London, ISBN: 0-12-303040-4.

Griffin, M.J. (1998) A comparison of standardized methods for predicting the hazards of whole-body vibration and repeated shocks. *Journal of Sound and Vibration*, 215, (4), 883-914.

Griffin, M.J. (2004) Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union; a review. *Occupational and Environmental Medicine*; 61, 387-397.

Hartung, E.; Heckert, Ch.; Fischer, S.; Kaulbars, U.: Belastung durch mechanische Schwingungen. Konietzko, Dupuis, Letzel (Hrsg.): *Handbuch der Arbeitsmedizin*, ecomed, Landsberg, Kapitel II-3.1,1-16 (33. Lieferung 8/08).

Homberg, F; Bauer, M.: Neue (2004) VDI-Richtlinie 2057:2002 – „Frühere Messwerte können weiter genutzt werden“ VDI-Report No. 1821, S. 239-250.

HSE Contract Research Report 333/2001 Whole body vibration and shock: A literature review. Stayner RM.

Kjellberg, A., Wikstrom, B.O. & Landstrom, U. (1994) Injuries and other adverse effects of occupational exposure to whole body vibration. A review for criteria document *Arbete och halsa vetenskaplig skriftserie* 41. 1-80.

Mansfield, N.J. (2004) *Human Response to Vibration* ISBN 0-4152-8239-X

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) (1997) Musculoskeletal disorders and workplace factors. A critical review of epidemiological evidence for work related musculoskeletal disorders of the neck upper extremity and low back.

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), Bernard, B.P. (Editor) (1997) Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related disorders of the neck, upper extremities, and, low back. U.S. Department of Health and Human Services, National Institute of Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 97-141.

Paddan, G.S., Haward, B.M., Griffin, M.J., Palmer, K.T. (1999) Whole-body vibration: Evaluation of some common sources of exposure in Great Britain. Health and Safety Executive Contract Research Report 235/1999, HSE Books, ISBN: 0-7176-2481-1.

Palmer, K.T., Coggon, D.N., Bendall, H.E., Pannett, B., Griffin, M.J., Haward, B. (1999) Whole-body vibration: occupational exposures and their health effects in Great Britain. Health and Safety Executive Contract Research Report 233/1999, HSE Books, ISBN: 0-7176-2477-3.

Palmer, K.T., Griffin, M.J., Bednall, H., Pannett, B., Coggon, D. (2000) Prevalence and pattern of occupational exposure to whole body vibration in Great Britain: findings from a national survey. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, (4), 229-236. Palmer, K.T., Haward, B., Griffin, M.J., Bednall, H., Coggon, D. (2000) Validity of self reported occupational exposure to hand transmitted and whole body vibration. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, (4), 237-241.

Rossegger R. and Rossegger S. (1960) Health effects of tractor driving. *J Agric. Engineering Research* 5. 241-275.

Sandover J. (1998a) The fatigue approach to vibration and health: is it a practical and viable way of predicting the effects on people? *Journal of Sound & Vibration* 215(4) 688-721.

Sandover J. (1998b) High acceleration events: An introduction and review of expert opinion. *Journal of Sound & Vibration* 215 (4) 927-945.

Scarlett A.J, Price J.S, Semple D.A, Stayner R.M (2005) Whole-body vibration on agricultural vehicles: evaluation of emission and estimated exposure levels HSE Books, 2005. (Research report RR321) ISBN 0717629708

Schwarze, S.; Notbohm, G.; Hartung, F.; Dupuis, H.: Epidemiologische Studie "Ganzkörpervibration", Verbundprojekt im Auftrag des HVBG, Bonn 1999.

Seidel, H. & Heide, R. (1986) Long term effects of whole body vibration - a critical survey of the literature. *Int. Arch. Occupational Environmental Health* 58. 1-26.

Troup, J.D.G. (1988) Clinical effects of shock and vibration on the spine. *Clinical Biomechanics* 3 227-231.

## H.4 Veröffentlichungen zur Orientierung

HSE (2005) Whole-body vibration – Control of Vibration at Work Regulations 2005. Guidance on Regulations L141

HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6126 1

HSE (2005) Control back-pain risks from whole-body vibration: Advice for employers on the Control of Vibration at Work Regulations 2005 INDG242(rev1) HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6119 9

HSE (2005) Drive away bad backs: Advice for mobile machine operators and drivers INDG404 HSE Books 2005 ISBN 7176 6120 2

Bongers et al (1990) and Boshuizen et al (1990 a,b) in: Bongers PM, Boshuizen HC. Back Disorders and Whole body vibration at Work.

Gruber, H.; Mierdel, B.: Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung. Bochum: VTI Verlag 2003.

Hartung, E Dupuis, H. Christ, E.: Lärm und Vibrationen am Arbeitsplatz – Messtechnisches Handbuch für den Betriebspraktiker , Hrsg.: Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V., Bearbeitung und Redaktion: Wilfried Brokmann. 2. Auflage.Wirtschaftsverlag Bachem, Köln, 1995.

INRS. (1992) Driving smoothly. How to adjust your suspension seat. Lift truck and seat manufacturers. Edition INRS, ED1372. (In French)

INRS. (1993) Driving smoothly. Choosing and maintaining suspension seats for fork-lift trucks. Edition INRS, ED1373. (In French)

INRS. (1998) Driving smoothly. A suspension seat to ease your back. Farmers. Edition INRS, ED 1493. (In English and French)

INRS. (1998) Driving smoothly. Help your customers to stay fit. Distributors of farm machinery seat. Edition INRS, ED 1494. (In English and French)

INRS. (1998) Driving smoothly. Selection and replacement of tractor and farm machinery seats. Farm inspectors. Edition INRS, ED 1492. (In English and French)

INRS. The spine in danger. Edition INRS, ED 864, 2001. (In English and French)

Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail (Belgique) Vibrations corps total. Stratègie d'évaluation et de prévention des risques. D/1998/1205/72 (In French)

Centres de Mesure Physique (CMP) and Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Guide to evaluate vibration at work. Part 1 : Whole body vibration transmitted by mobile machines. Edited by INRS. 1998 and Part 3 : Whole body vibration transmitted by fixed machinery. Edited by INRS. 2004. (In French)

Saint Eve P., Donati P. Prevention of spine disorders at the driving place of fork lift trucks. Document pour le médecin du travail n°54, 2nd term 1993 (In French).

ISSA. (1989) Vibration at work. Published by INRS for International section Research of the ISSA. (In English, French, German and Spanish)

Schutz vor Schwingungen: ein Problem? Faltblatt der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).

Dupuis, H.: Erkrankungen durch Ganzkörper-Schwingungen. In: Handbuch der Arbeitsmedizin. Konietzko, Dupuis.: ecomed, Landsberg. Loseblattsammlung, Kapitel IV-3.5.

Hartung, E.; Hecker, Ch.; Fischer, S.; Kaulbars, U.: Belastung durch mechanische Schwingungen. Konietzko, Dupuis, Letzel (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsmedizin, ecomed, Landsberg, Kapitel II-3.1,1-16 (33. Lieferung 8/08).

Homberg, F; Bauer, M.: Neue (2004) VDI-Richtlinie 2057:2002 – „Frühere Messwerte können weiter genutzt werden“ VDI-Report No. 1821, S. 239-250.

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Schwingungsschutz am Arbeitsplatz (Technik 12).

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Schwingungsbelastung in der Bauindustrie (Technik 23).

Neugebauer, G.; Hartung, E.: Mechanische Schwingungen und Vibrationen am Arbeitsplatz. Bochum: VTI Verlag 2002.

Schwarze, S.; Notbohm, G.; Hartung, F.; Dupuis, H.: Epidemiologische Studie „Ganzkörpervibration“, Verbundprojekt im Auftrag des HVBG, Bonn 1999.

ISPESL. La colonna vertebrale in pericolo. Vibrazioni meccaniche nei luoghi di lavoro: stato della normativa. (Italienisch)

## H.5 Internetseiten

<a href="http://www.bg-vibrationen.de">http://www.bg-vibrationen.de</a>	Allgemeine Informationen zu Schwingungen, einschließlich Links auf verschiedene Webseiten zu Schwingungen beim Menschen
<a href="http://www.humanvibration.com">www.humanvibration.com</a>	Allgemeine Informationen zu Schwingungen, einschließlich Links auf verschiedene Webseiten zu Schwingungen beim Menschen (in Englisch)
<a href="http://www.las-bb.de/karla/index_.htm">http://www.las-bb.de/karla/index_.htm</a>	Messwerte zur Schwingungsemission und -immission
<a href="http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/wbvhome.lasso">http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/wbvhome.lasso</a>	Messwerte zur Schwingungsemission und -immission
<a href="http://bb.osha.de/docs/gkv_calculator.xls">http://bb.osha.de/docs/gkv_calculator.xls</a>	Expositions-Rechner für GKV
<a href="http://bb.osha.de/docs/hav_calculator.xls">http://bb.osha.de/docs/hav_calculator.xls</a>	Expositions-Rechner für HAV
<a href="http://bb.osha.de/docs/gkv_Tafel_dt.pdf">http://bb.osha.de/docs/gkv_Tafel_dt.pdf</a>	Punktetabelle für GKV
<a href="http://bb.osha.de/docs/hav_Tafel_dt.pdf">http://bb.osha.de/docs/hav_Tafel_dt.pdf</a>	Punktetabelle für HAV

## STICHWORTVERZEICHNIS

### A

A(8).....	21, 39, 44
abseits der Straße .....	13
Anhörung und Beteiligung .....	26
Arbeitnehmervertreter .....	26
Arbeitsmuster .....	16
Arbeitspläne .....	30
Auslösewert.....	11
Auswahl.....	27

### B

Beschleunigung.....	38
---------------------	----

### E

effektive Schwingungsintensität) .....	19
Einkaufspolitik .....	27
ergonomische Faktoren.....	6, 11
Erschütterungen oder Stöße .....	6
Expositionsdauer.....	16

### F

Fahrer .....	29, 42
Fahrtechniken.....	29
Federungssystem.....	30
Frequenz .....	38
frequenzbewertete Beschleunigung .....	19
Frequenzbewertung .....	39

### G

Gefährdungsbeurteilung.....	24, 32
Gefährdungsbeurteilung Schwingungen ..	35
gedeferte Sitze .....	31
Gelände.....	6
Geschwindigkeit .....	38
Gestaltung von Aufgaben und Prozessen	28
Gesundheitsunterlagen .....	33
Gesundheitsüberwachung.....	32, 33
Gesundheitsunterlagen .....	34

### H

Haltung .....	6, 11, 29, 30
Handhabung von Materialien .....	43
Hersteller .....	17, 31

### I

Importeure .....	17
Instandhaltung.....	29, 30

### K

Kollektive Maßnahmen .....	29
körperliche Untersuchung .....	54
Krankengeschichte.....	54

### L

Lieferant .....	31
Lieferanten .....	17

### M

manuelle Handhabung .....	6
Maschinen.....	12
Maschinenrichtlinie.....	17

### N

Nacken .....	42
Nomogramm.....	44

### Q

qualifizierter Arzt.....	54
--------------------------	----

### R

Rahmenrichtlinie.....	8
Richtlinie über manuelle Handhabung ....	12

### S

Schädigung durch Schwingungen.....	34
Schmerzen im unteren Rückenbereich ...	42
Schulter .....	42
Schulung und Information .....	29
Schwingungsemission.....	17, 28
Schwingungsintensität.....	19, 38
Schwingungsmessungen .....	20
Schwingungsüberwachung .....	32
Substituierung .....	27
System der Expositionspunkte .....	47

### T

Tages-Auslösewert.....	7
Tagesexposition: A(8) .....	49, 50

### U

Überwachungsstrategie.....	24
unebener Boden.....	11
unergonomische Haltung .....	43
Unsicherheit .....	21

### V

VDV .....	21
Verdrehen.....	43
Vibrationsrichtlinie .....	8

### W

W <sub>d</sub> Bewertung.....	39
W <sub>k</sub> -Bewertung .....	39

### Z

Zwangshaltung .....	43
---------------------	----