

Handbuch zum Thema

# *Ganzkörper- 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)

# 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 Schwingungsgröße</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 Schwingungsgröße.....	19
<b>2.4 Berechnung der Tages-Schwingungsexposition</b> .....	<b>21</b>
2.4.1 A(8) und VDV Beurteilung der Tagesexposition .....	21
2.4.2 Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition .....	21
<b>Kapitel 3 VERMEIDUNG ODER VERRINGERUNG DER EXPOSITION</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1 Entwicklung einer Überwachungsstrategie</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2 Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3 Risikoüberwachung</b> .....	<b>27</b>
3.3.1 Substituierung durch andere Arbeitsmethoden .....	27
3.3.2 Auswahl der Arbeitsmittel .....	27
3.3.3 Einkaufspolitik .....	28
3.3.4 Gestaltung von Aufgaben und Prozessen.....	28
3.3.5 Kollektive Maßnahmen .....	29
3.3.6 Schulung und Information der Arbeitnehmer .....	29
3.3.7 Arbeitspläne .....	30
3.3.8 Instandhaltung .....	30
3.3.9 Schwingsitze.....	30
<b>3.4 Überwachung der Schwingungen und erneute Beurteilung</b> .....	<b>32</b>
3.4.1 Woher weiß ich, dass meine Überwachung der Ganzkörper-Schwingungen funktioniert? .....	32
3.4.2 Wann muss ich die Gefährdungsbeurteilung wiederholen? .....	32
<b>Kapitel 4 GESUNDHEITSÜBERWACHUNG</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1 Wann ist eine Gesundheitsüberwachung erforderlich?</b> .....	<b>35</b>
<b>4.2 Was wird in Unterlagen festgehalten?</b> .....	<b>35</b>
<b>4.3 Was muss bei einer festgestellten Gesundheitsschädigung getan werden?</b>	<b>35</b>

<b>Anhang A</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER PFLICHTEN LAUT . DEFINITION IN DER RICHTLINIE 2002/44/EG.....</b>	<b>37</b>
<b>Anhang B</b>	<b>WAS SIND SCHWINGUNGEN?.....</b>	<b>39</b>
<b>Anhang C</b>	<b>GESUNDHEITLICHE GEFÄHRDUNGEN, ANZEICHEN UND SYMPTOME.....</b>	<b>43</b>
<b>Anhang D</b>	<b>INSTRUMENTE ZUR BERECHNUNG DER TAGES- EXPOSITION.....</b>	<b>45</b>
<b>Anhang E</b>	<b>AUSGEARBEITETE BEISPIELE FÜR TAGESEXPOSITION... </b>	<b>50</b>
<b>Anhang F</b>	<b>TECHNIKEN DER GESUNDHEITSÜBERWACHUNG.....</b>	<b>58</b>
<b>Anhang G</b>	<b>GLOSSAR.....</b>	<b>59</b>
<b>Anhang H</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>61</b>
<b>Index</b>	<b>.....</b>	<b>617</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 schützen.

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.

### \* Kommentar zur deutschen Übersetzung:

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

## KAPITEL 1 EINLEITUNG

*Die EU-Richtlinie 2002/44/EG („Vibrationsrichtlinie“) 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.*

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.

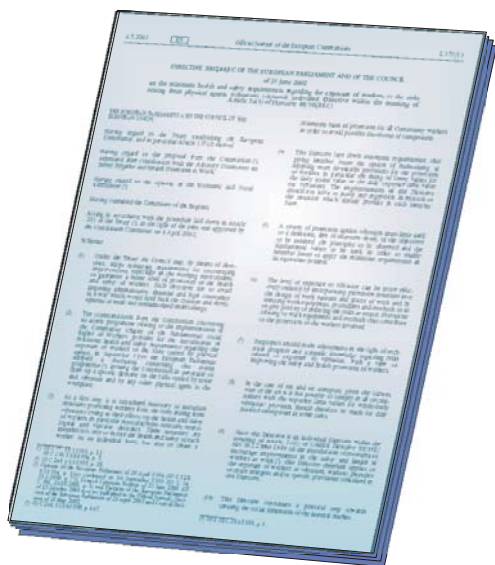
Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen gibt es häufig bei Arbeiten im Gelände, z.B. in der Landwirtschaft, am Bau und in Steinbrüchen, aber auch auf der Straße in Lkws und anderen Nutzfahrzeugen, auf See in kleinen Schnellbooten und in der Luft in manchen Hubschraubern. Ganzkörper-Schwingungen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

Rückenschmerzen können durch ergonomische Faktoren wie manuelle Handhabung von Lasten und eingeengte 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/EC – siehe Kasten „Literaturhinweis“) legt Mindeststandards für die Kontrolle von Gefährdungen durch Ganzkörper-Schwingungen fest. Entsprechend der Vibrationsrichtlinie sind die Mitgliedstaaten der Europäischen Union verpflichtet, die Anforderungen aus der Richtlinie bis zum 6. Juli 2005 in nationales Recht umzusetzen. In der nationalen Gesetzgebung können Vorschriften festgelegt werden, die weniger streng als die aus der Richtlinie sind, aber den Schutz der Arbeitnehmer durch vorher bestehende nationale Gesetze nicht verringern.

Die Vibrationsrichtlinie legt einen Auslösewert fest, bei dessen Überschreiten der Arbeitgeber aufgefordert ist, die Gefährdungen durch Ganzkörper-Schwingungen für seine Beschäftigten zu überwachen, und definiert einen Expositionsgrenzwert, oberhalb dessen Arbeitnehmer keiner Exposition ausgesetzt sein dürfen<sup>1</sup>:

- Tages-Auslösewert von  $0,5 \text{ m/s}^2$   
(oder nach Wahl des EU-Mitgliedstaats ein Schwingungsdosiswert von  $9,1 \text{ m/s}^{1,75}$ );
- Tages-Auslösewert von  $1,15 \text{ m/s}^2$   
(oder nach Wahl des EU-Mitgliedstaats ein Schwingungsdosiswert von  $21 \text{ m/s}^{1,75}$ );



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 Vibrationsrichtlinie 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 Vibrationsrichtlinie erwähnten Sachverhalte. Das Flussdiagramm in [Abbildung 1](#) zeigt, wie dieses Handbuch gegliedert ist.

<sup>1</sup> Die Mitgliedstaaten haben das Recht (nach Abstimmung mit den Sozialpartnern) bei dem Expositionsgrenzwert Übergangszeiträume festzulegen, und zwar für einen Zeitraum von fünf Jahren ab dem 6. Juli 2005 (die Mitgliedstaaten können diesen Zeitraum für land- und forstwirtschaftliche Maschinen um weitere vier Jahre ausdehnen). Die Übergangszeiträume gelten nur für den Einsatz von Maschinen, die vor dem 6. Juli 2007 in Verkehr gebracht wurden, bei denen der Expositionsgrenzwert (unter Berücksichtigung sämtlicher zur Verfügung stehender technischer bzw. organisatorischer Mittel der Risikoüberwachung) nicht eingehalten werden kann.

***Literaturhinweis:***

## 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)*

## 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*



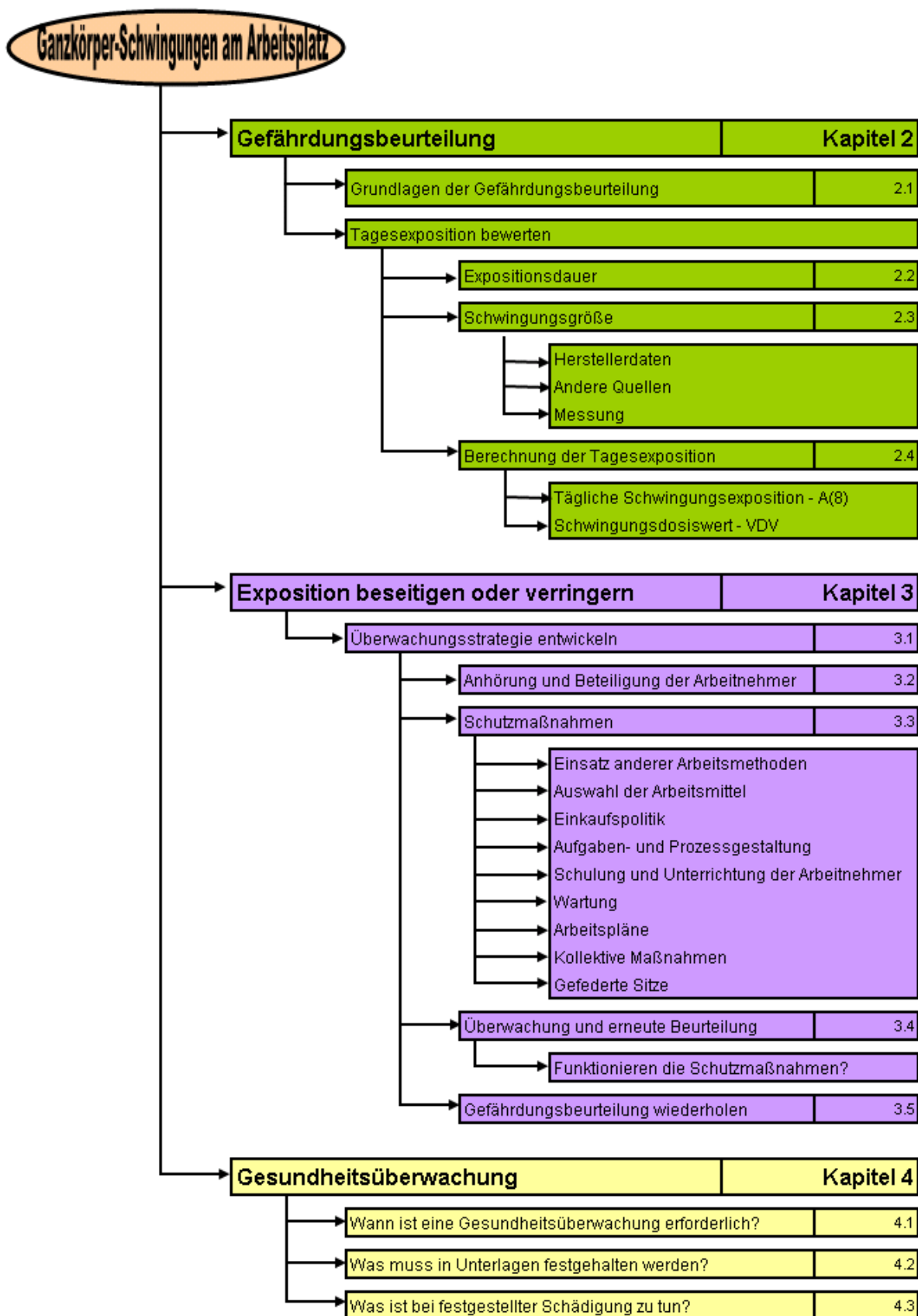


Abbildung 1 Flussdiagramm Ganzkörper-Schwingungen

## 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 gleichzeitiges 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 spürt der Fahrer möglicherweise Ganzkörper-Schwingungen. 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 Handhabung:

*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)*

*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 raue Straßenoberflächen konzipiert wurden?***

Manche Nutzfahrzeuge wie Gabelstapler haben keine Radaufhängung und sind mit festen Reifen 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 Fahrerkabinen 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 Erschütterungen (oder 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 Sitzaufhängung. 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 Fahrerkabinen 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?***

Nachgewiesene Rückenschädigungen bedeuten, dass die ergonomische Gefährdung und die Exposition gegenüber Schwingungen vermindert werden müssen.

---

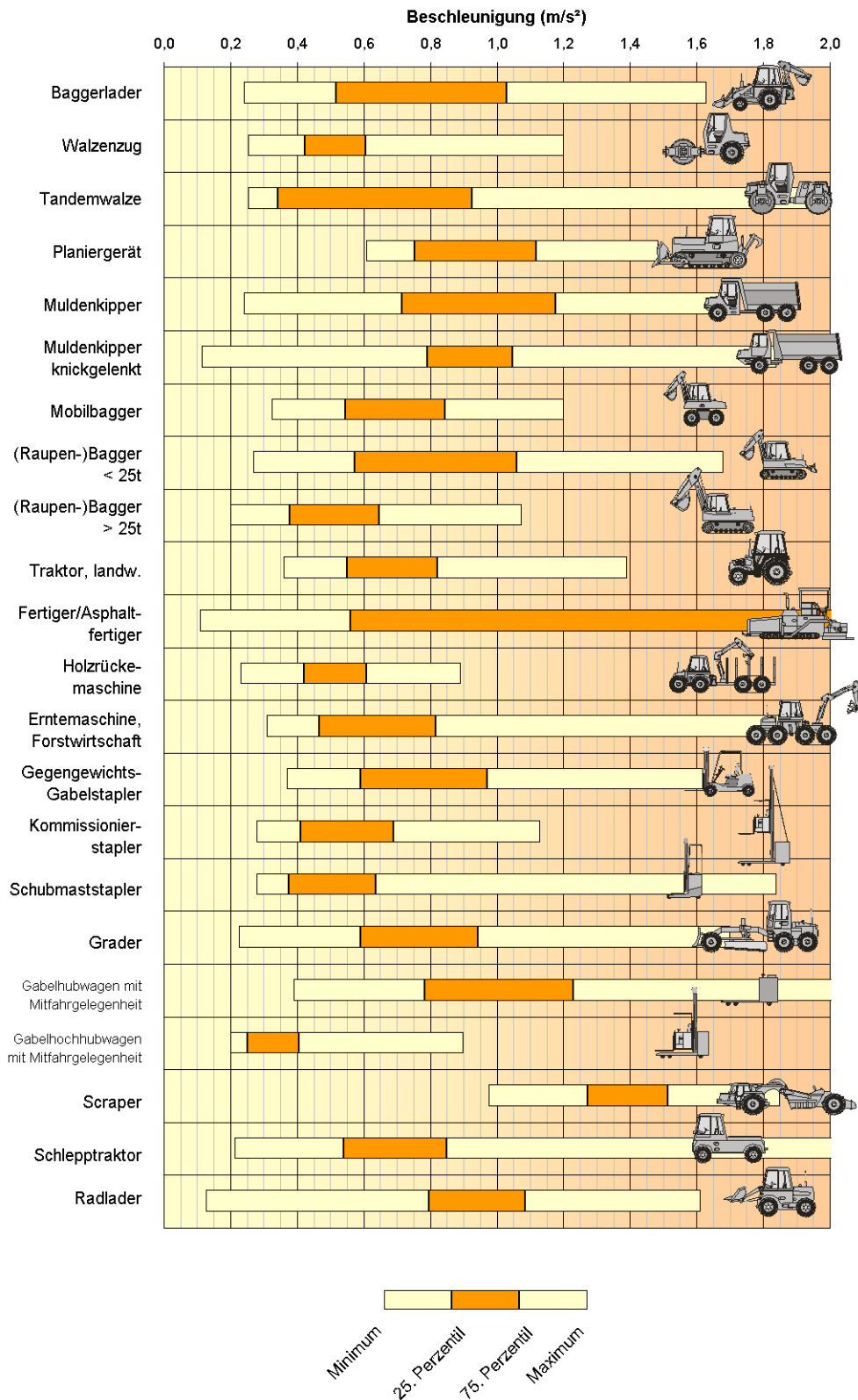
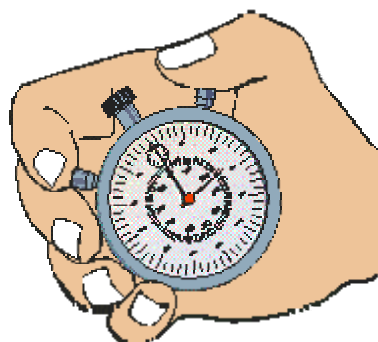


Abbildung 2 Beispiele für die Schwingungsgröße bei handelsüblichen Maschinen  
 Bandbreite der Schwingungswerte für übliche Geräte auf dem europäischen Markt.  
 Diese Angaben dienen lediglich der Veranschaulichung, siehe Anhang B für weitere Einzelheiten.

## 2.2 Ermittlung der Expositionsdauer

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

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



Bevor man die Tages-Schwingungsexposition  $A(8)$  bzw. den Schwingungsdosiswert VDV abschätzen 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 Schwingungsgröße passen. Wenn beispielsweise Ihre Daten der Schwingungsgröße 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

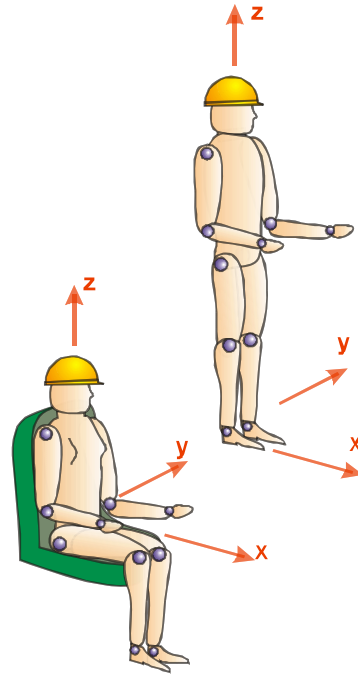


## 2.3 Ermittlung der Schwingungsgröße

Die Stärke der Ganzkörper-Schwingungen beruht auf dem frequenzbewerteten Beschleunigungswert in der höchsten Richtung von drei orthogonalen Richtungen ( $1,4a_{wx}$ ,  $1,4a_{wy}$  oder  $a_{wz}$  für einen sitzenden oder stehenden Arbeitnehmer).

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:**

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.

CEN/TR 25398 Erster Entwurf („committee draft“), München (März 2005) – 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 Schwingungsgrößen, die häufig ausreichen, um Ihnen eine Entscheidung darüber zu ermöglichen, ob es entweder zu einer Überschreitung des Auslösewerts oder des Expositionsgrenzwertes 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, Berufsverbände, Hersteller und Behörden. 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://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/wbvhome.lasso>

[http://www.las-bb.de/karla/index\\_.htm](http://www.las-bb.de/karla/index_.htm)

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:

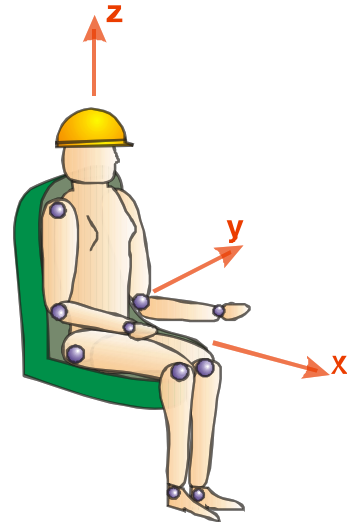
- Art des Arbeitsmittels (z.B. Gabelstapler),
- Kategorie des Arbeitsmittels (z.B. Leistung oder Größe),
- Antriebsquelle (z.B. Elektro- oder Verbrennungsmotor),
- sämtliche vibrationsdämpfende Vorrichtungen (z.B. Federungssysteme, gefederte Fahrerkabinen und Sitze),
- Aufgabe, für die das Fahrzeug eingesetzt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

*In vielen Situationen wird es nicht notwendig sein, Schwingungsgrößen 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.*



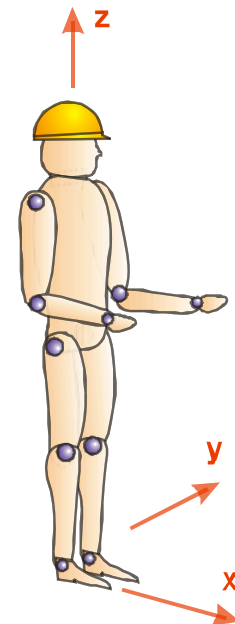
Herstellerangaben sowie Informationen aus anderen Quellen können nützliche Hinweise auf die Schwingungsexposition eines Maschinenführers geben. Dennoch hängt die Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen stark von der Beschaffenheit der Straßenoberfläche, der Fahrzeuggeschwindigkeit und sonstigen 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 ausgedrückt (siehe [Anhang B](#)); sie wird in Einheiten von *Metern pro Sekunde im Quadrat* ( $m/s^2$ ) ausgedrückt. Der *Schwingungs-Effektivwert* ist die durchschnittliche Beschleunigung für einen Messzeitraum. Sie ist der höchste Wert der drei zueinander orthogonalen Werte ( $1,4a_{wx}$ ,  $1,4a_{wy}$  oder  $a_{wz}$ ), der für die Expositionsbeurteilung verwendet wird.



Der *Schwingungsdosiswert* (VDV; im Englischen für: vibration dose value) ) bietet eine alternative Messung der Schwingungsexposition.

Der VDV wurde als Messwert entwickelt, der einen besseren Hinweis auf die Gefährdung aus stoßhaltigen Schwingungen gibt. Der VDV wird in *Metern pro Sekunde hoch 1,75* ( $\text{m/s}^{1,75}$ ) ausgedrückt. Anders als der *Schwingungs-Effektivwert* ist der gemessene VDV ein kumulativer Wert, d.h. er steigt im Laufe der Messzeit an. Bei jeder VDV-Messung muss daher der Zeitraum, über den der Wert gemessen wurde, bekannt sein. Für die Expositionsbeurteilung wird der höchste der drei zueinander orthogonalen Werte verwendet ( $1,4VDV_{wx}$ ,  $1,4VDV_{wy}$  oder  $VDV_{wz}$ ).

### ***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).

#### ***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

CEN/TR 25398 Erster Entwurf („committee draft“), München (März 2005) – Mechanische Schwingungen – Leitfaden für die Beurteilung der Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen bei Fahrten auf bedienten Erdbaumaschinen im Betrieb. Verwendung von harmonisierten Daten, die von internationalen Instituten, Organisationen und Herstellern erhoben wurden.

## 2.4 Berechnung der Tages-Schwingungsexposition

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

*In diesem Kapitel schauen wir uns an, wie sich die Tages-Schwingungsexposition aus den Expositionszeiten und Angaben zur Schwingungsgröße bzw. Schwingungsdosiswerten errechnet.*

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

*In [Anhang E](#) werden Tages-Schwingungsexposition und Schwingungsdosiswerte anhand von ausgearbeiteten Beispielen ermittelt.*

### 2.4.1 A(8)- und VDV- Beurteilung der Tagesexposition

Die tägliche Schwingungsexposition kann unter Verwendung von einer oder von beiden Expositionsmessungen beurteilt werden:

- a) Tages-Schwingungsexposition, A(8), bzw.
- b) Schwingungsdosiswert, VDV.

Beide Messungen hängen von einem gemessenen Schwingungswert ab. Der Wert A(8) erfordert ebenfalls eine Expositionszeit. Wie bei der Schwingungsgröße ist die Einheit der täglichen Schwingungsexposition *Meter pro Sekunde im Quadrat* ( $\text{m/s}^2$ ).

Wenn der Schwingungsdosiswert über einen Zeitraum gemessen wird, der kürzer als ein voller Arbeitstag ist (dies wird die Regel sein), muss der sich ergebende Messwert entsprechend „hochgerechnet“ werden.

[Anhang E](#) liefert Anleitungshinweise und ausgearbeitete Beispiele zur Berechnung der A(8)- und VDV-Exposition.

### 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?).

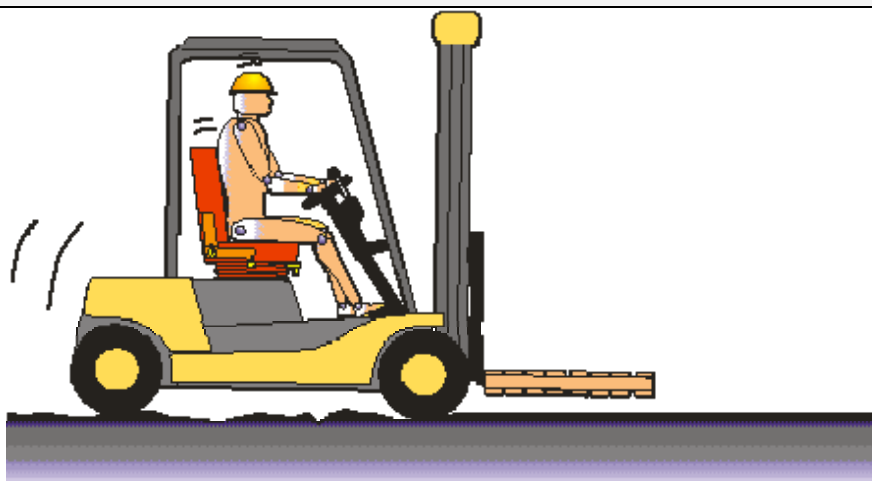
Bei der Messung von Schwingungsgröße und Expositionszeit kann die Unsicherheit in Verbindung mit der Beurteilung von  $A(8)$  und VDV bedeuten, dass der errechnete Wert 20 % über bzw. 40 % unter dem wirklichen Wert liegt.

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

## KAPITEL 3 VERMEIDUNG ODER VERRINGERUNG DER EXPOSITION

*Zur Überwachung der Exposition 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 einer Überwachungsstrategie

Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung sollten Methoden zur Expositionüberwachung festgestellt werden. Während Sie die Schwingungsexposition beurteilen, sollten Sie gleichzeitig über die sie verursachenden Arbeitsprozesse nachdenken. Wenn Sie verstehen, warum Arbeitnehmer starken Schwingungen und ergonomischen Gefährdungen ausgesetzt sind, können Sie Methoden zur Verringerung oder Beseitigung von Gefährdungen einfacher erkennen.

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“,
- 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 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 das Individuum, 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 für die Wirksamkeit der Überwachungsmaßnahmen sorgen. 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.

### 3.3 Risikoüberwachung

*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 mithilfe beweglicher Maschinen. Um immer auf dem neuesten Stand der verfügbaren Methoden zu sein, sollten Sie sich regelmäßig informieren. Nutzen Sie hierzu:

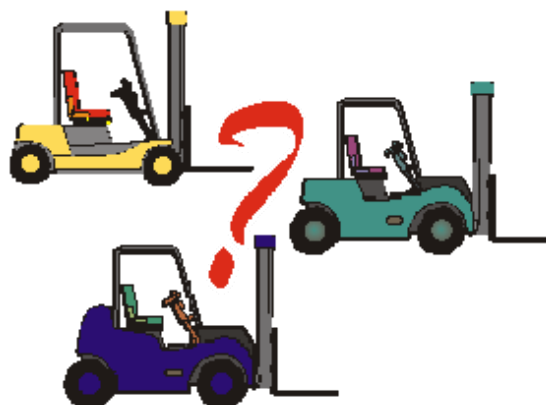
- Ihre berufsständische Vertretung
- sonstige Kontakte in Ihrer Branche
- Lieferanten von Arbeitsmitteln
- Fachzeitschriften

#### 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 Fahrerkabinen 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 unter Berücksichtigung des rauen Untergrunds ausgewählt werden.



### 3.3.3 Einkaufspolitik

Stellen Sie sicher, dass Ihre Einkaufsabteilung eine Politik verfolgt, nach der nur geeignete Arbeitsmittel unter Berücksichtigung der arbeitsschutzrelevanten Aspekte beschafft werden. Hierzu gehören: Schwingungsemission, ergonomische Faktoren, 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 Maschinenrichtlinie Hersteller oder Lieferanten von Maschinen auf, in der Bedienungsanleitung folgende Angaben zu machen:

- *den gewichteten Effektivwert der 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 einem Übermaß an 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 rauen oder unebenen 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.

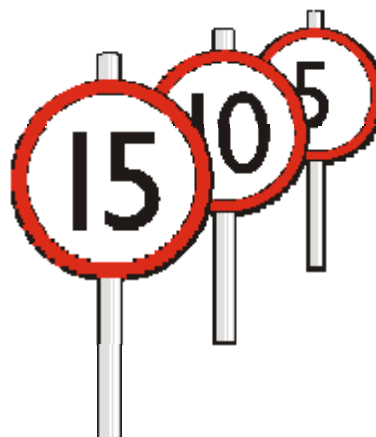
### 3.3.5 Kollektive Maßnahmen

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,
- Expositionsgrenzwerte und Auslösewerte,
- Ergebnisse aus der Gefährdungsbeurteilung der Schwingungen und aus sämtlichen Schwingungsmessungen,
- Schutzmaßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen,
- 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 Schwingsystem, 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, auf den richtigen Druck eingestellt sind.
- 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.

<b><i>Literaturhinweis:</i></b>
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 überwacht 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.*

*Aufgrund der unterschiedlichen praktischen Handhabung der Gesundheitsüberwachung innerhalb der Europäischen Union ist es in dem vorliegenden Leitfaden nicht möglich, eine eindeutige Hilfestellung zu geben. In diesem Kapitel führen wir nochmals die Anforderungen an die Gesundheitsüberwachung aus der Vibrationsrichtlinie auf und geben einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Beurteilungstechniken.*

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

## 4.1 Wann ist eine Gesundheitsüberwachung erforderlich?

Mitgliedstaaten sollten 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 sollten 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 täglichen Auslösewert hinausgeht, haben in jedem Fall Anspruch auf eine angemessene Gesundheitsüberwachung.

## 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. Die Unterlagen sollten 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 gesundheitlichen Auswirkungen leidet, die laut Arzt bzw. arbeitsmedizinischer 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, an der keine Gefährdung aus einer weiteren Exposition vorliegt, und
- 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

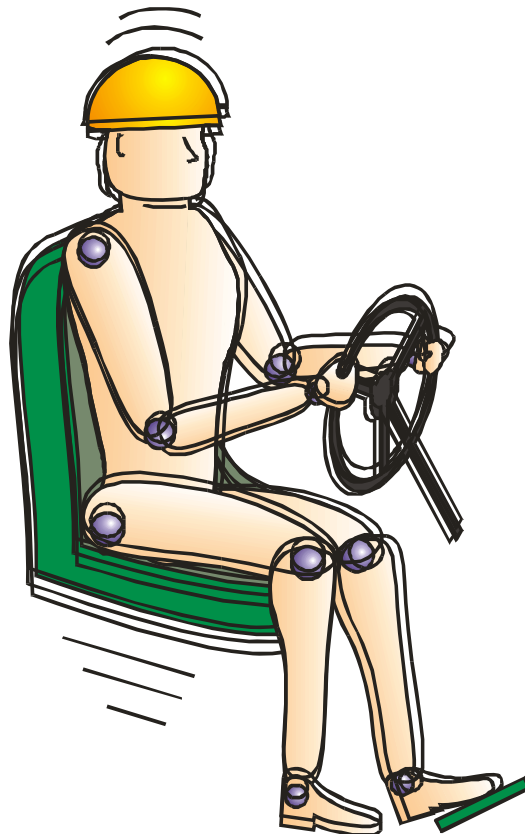
<i>Artikel der RL</i>	<i>Wer?</i>	<i>Wann?</i>	<i>Welche Anforderung?</i>
Artikel 4	Arbeitgeber	Mögliche Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen	Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Befähigte Person beurteilt die Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen</li> <li>▪ Gefährdungsbeurteilung muss vorliegen</li> <li>▪ Ermittlung von Maßnahmen für die Expositionüberwachung 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</li> </ul>

<i>Artikel der RL</i>	<i>Wer?</i>	<i>Wann?</i>	<i>Welche Anforderung?</i>
			ihren Vertretern zu Fragen der Gefährdungsbeurteilung, Schutzmaßnahmen, Gesundheitsüberwachung und Schulung
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 Ganzkörperschwingungen erforderliche Gesundheitsüberwachung</li> <li>▪ Der Arbeitgeber wird über wichtige Erkenntnisse der Gesundheitsüberwachung unterrichtet</li> </ul>
	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.

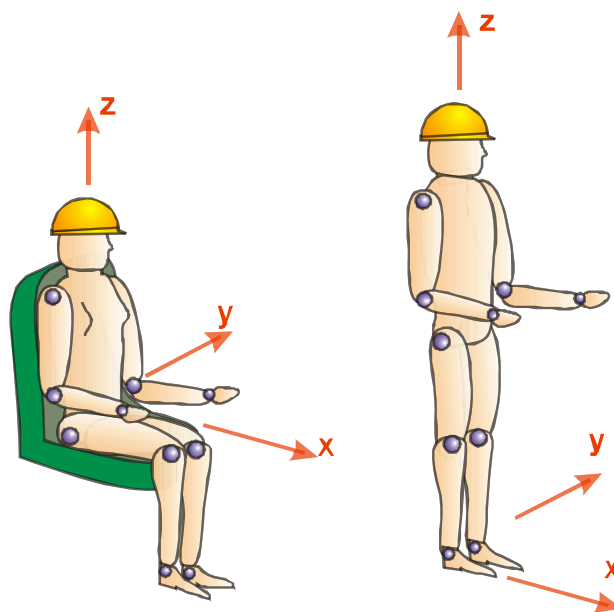


**Abbildung B.1 Ganzkörper-Schwingungen**

### B.2 Was wird gemessen?

Schwingungen definieren sich über ihre Schwingungsgröße und Frequenz. Die Schwingungsgröße 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 auf jeder 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 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 die Gefährdung 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. Eine Bewertung (die *Wd-Bewertung*) gilt den beiden seitlichen Achsen, x und y, und die andere Bewertung (die *Wk-Bewertung*) der vertikalen Schwingung an der z-Achse.

Bei der Betrachtung der gesundheitlichen Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen muss ein zusätzlicher Multiplikator auf die frequenzbewerteten Schwingungswerte angewandt werden. Bei den beiden seitlichen Achsen (x und y) werden die Beschleunigungswerte mit 1,4 multipliziert. Bei den Schwingungen an der vertikalen z-Achse ist der Faktor 1,0.

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

Nach der Vibrationsrichtlinie sind zwei Methoden zur Schwingungsbeurteilung erlaubt:

- die Tagesexposition A(8). Hierunter versteht man die äquivalente Dauerbeschleunigung, normiert auf einem 8-Stunden-Tag. Der Wert A(8) ist der Durchschnitt der Effektivwerte des Beschleunigungssignals und wird in der Einheit  $\text{m/s}^2$  ausgedrückt.
- der Schwingungsdosiswert (VDV). Hierunter versteht man die kumulative Dosis auf Basis der Mittelung in der vierten Potenz des Beschleunigungssignals (rmq-Verfahren) in der Einheit  $\text{m/s}^{1,75}$ .



Beide Parameter, A(8) und VDV, sind in der Norm ISO 2631-1:1997 definiert.

[Abbildung B.3](#) zeigt einige Beispiele von Schwingungsgrößen für handelsübliche handgehaltene kraftbetriebene Maschinen.

## **B.5 Welche Geräte 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><i>Literaturhinweis:</i></b>
ISO 2631-1:1997 Internationale Normungsorganisation (1997) – Hilfe bei der 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

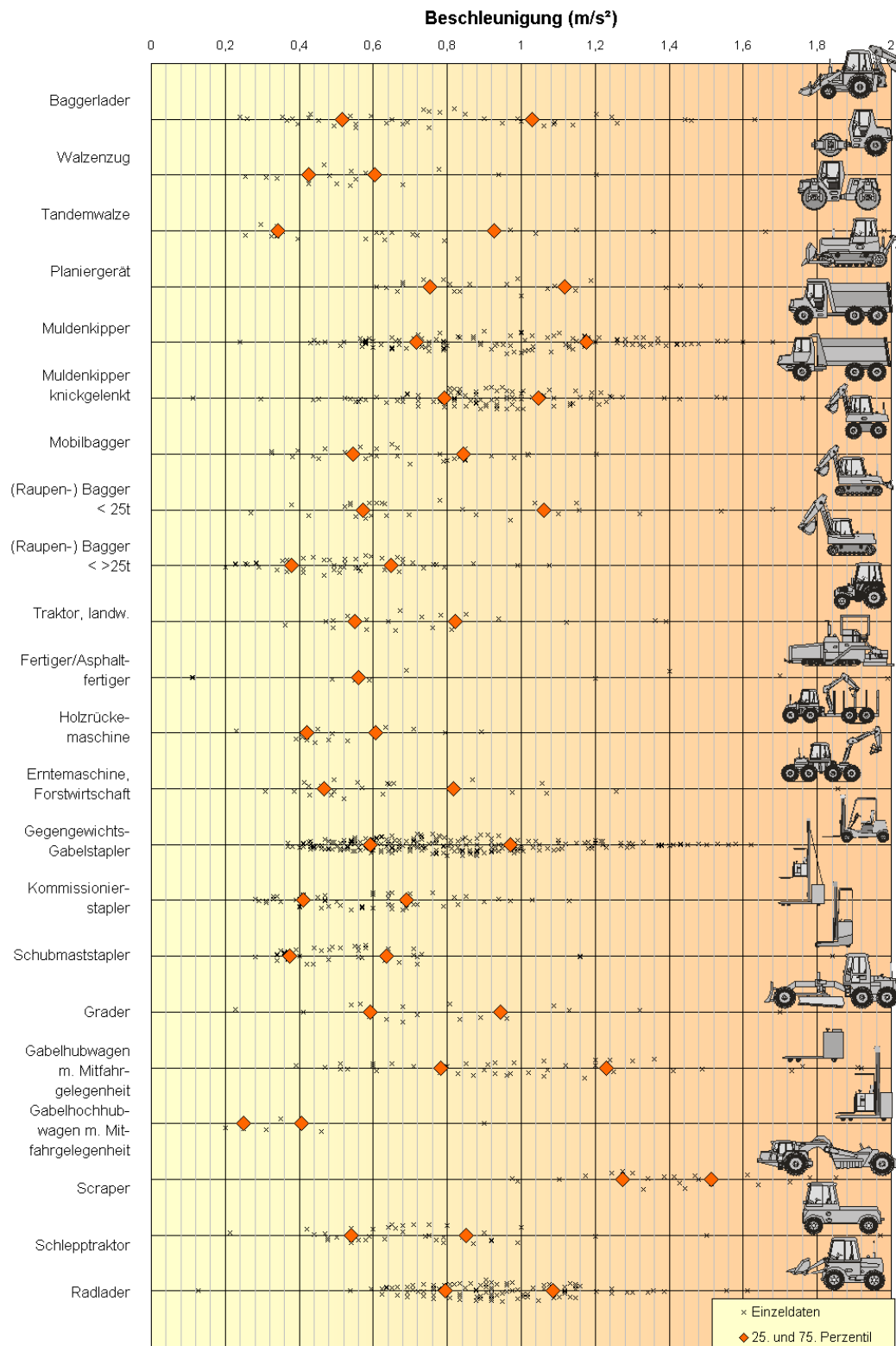


Abbildung B.3: Beispiele für Daten aus betrieblichen Schwingungsmessungen üblicher Maschinen (höchste Werte der Schwingungsrichtungen. Diese Messungen wurden zwischen 1997 und 2005 in den Schwingungslaboren des INRS (mit der Unterstützung durch CRAM und Prevencem), HSL und RMS vorgenommen. Diese Daten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

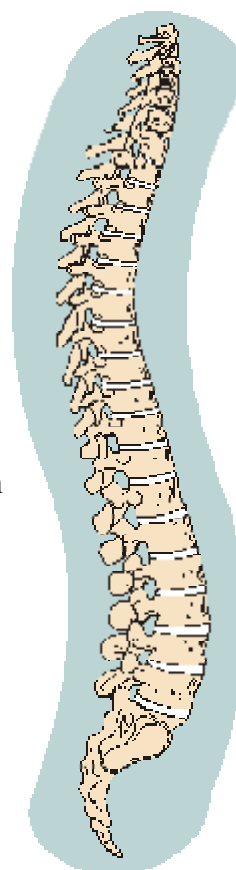
Epidemiologische Untersuchungen von langer Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen haben den Nachweis für ein erhöhtes gesundheitliches Risiko erbracht, vor allem im Bereich der Lendenwirbelsäule, aber auch im Nacken-Schulter-Bereich. In einigen Untersuchungen wurden Auswirkungen auf das Verdauungssystem,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

### **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.:

[www.hse.gov.uk/vibration/calculator.htm](http://www.hse.gov.uk/vibration/calculator.htm)

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

#### 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 Schwingungsgröße  $(ka_w)_{\max}$  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 Schwingungsgröße 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 Schwingungsgröße 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.

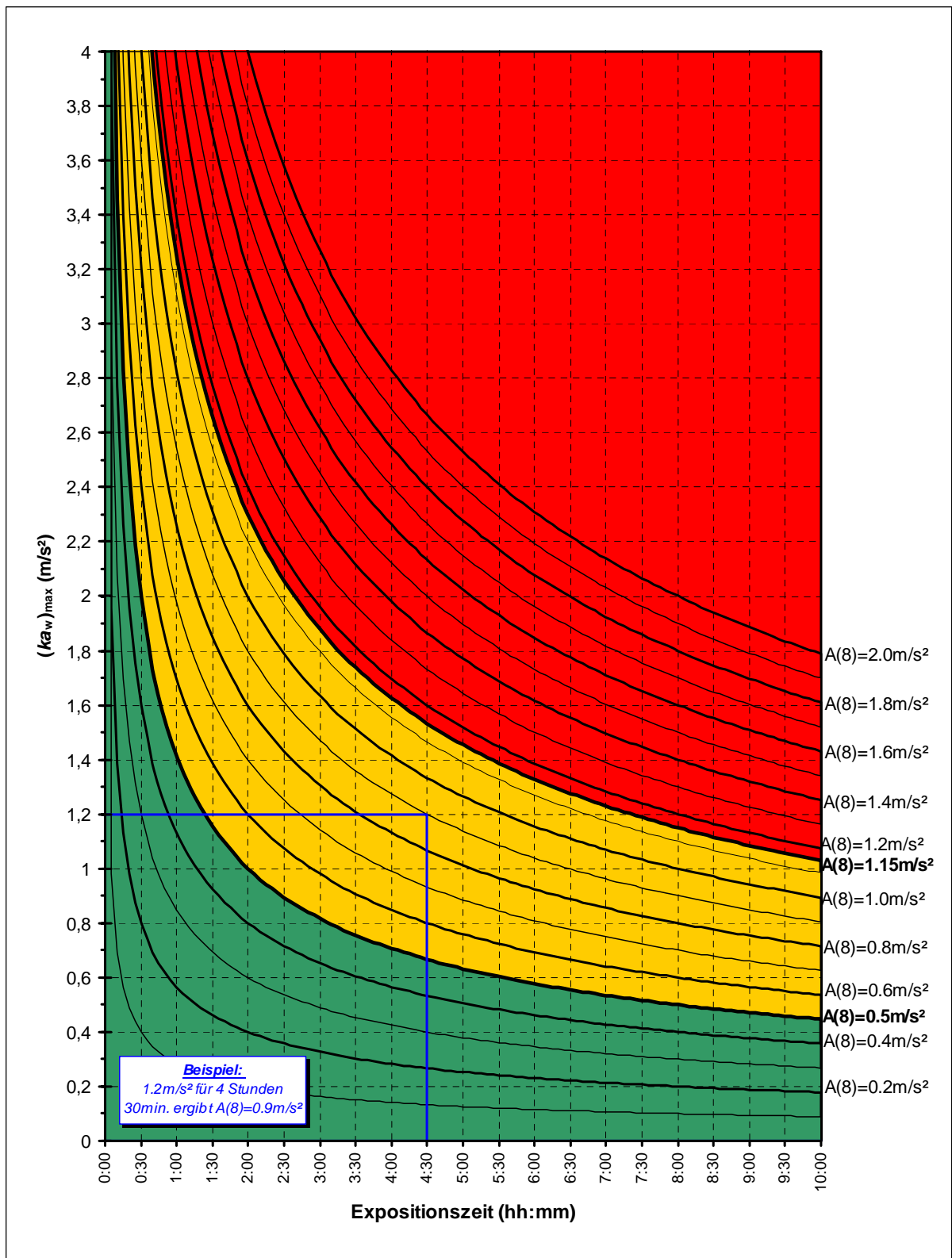


Abbildung D.1 Grafische Darstellung der Tagesexposition

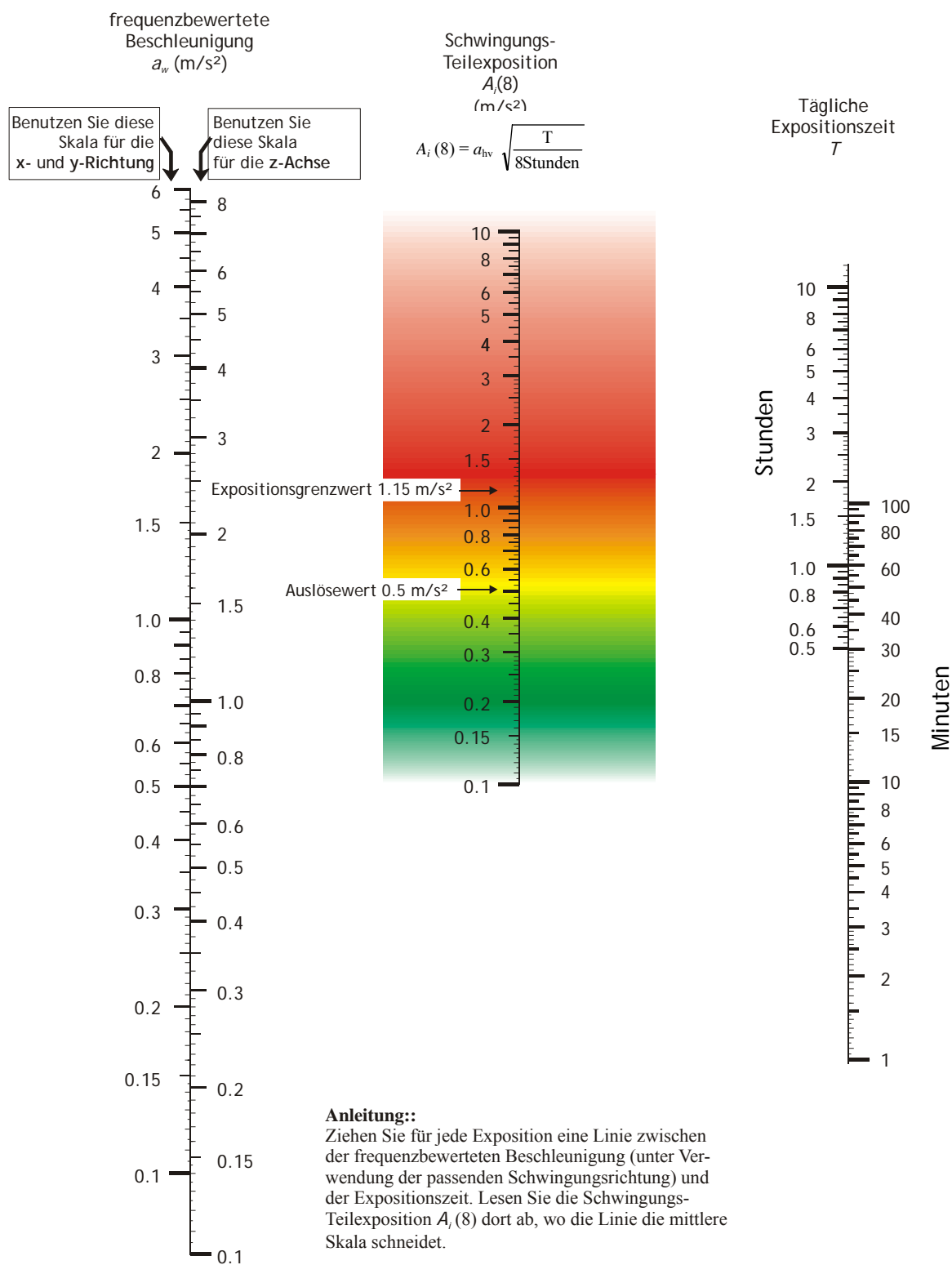


Abbildung D.2 Nomogramm für  $A(8)$  Werte

## 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 Schwingungsgröße  $a_w$  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 maximale Anzahl von Expositionspunkten an einem Tag festlegen kann.

Die den Auslöse- und Expositionsgrenzwerten entsprechenden Expositionspunkte sind:

- Auslösewert ( $0,5 \text{ m/s}^2$ ) = 100 Punkte
- Expositionsgrenzwert ( $1,15 \text{ m/s}^2$ ) = 529 Punkte

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

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

Hierin ist  $a_w$  die Schwingungsgröße in  $\text{m/s}^2$ ,  $T$  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 Nachlesen der Expositionspunkte.

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

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



Beschleunigung $\times k$ (m/s <sup>2</sup> )	2	50	100	200	400	600	800	1000	1000	1800	2000	2400
	1,9	45	90	180	360	540	720	905	905	1450	1800	2150
	1,8	41	81	160	325	485	650	810	970	1300	1600	1950
	1,7	36	72	145	290	435	580	725	865	1150	1450	1750
	1,6	32	64	130	255	385	510	640	770	1000	1300	1550
	1,5	28	56	115	225	340	450	565	675	900	1150	1350
	1,4	25	49	98	195	295	390	490	590	785	980	1200
	1,3	21	42	85	170	255	340	425	505	675	845	1000
	1,2	18	36	72	145	215	290	360	430	575	720	865
	1,1	15	30	61	120	180	240	305	305	485	605	725
	1	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500	600
	0,9	10	20	41	81	120	160	205	245	325	405	485
	0,8	8	16	32	64	96	130	160	190	255	320	385
	0,7	6	12	25	49	74	98	125	145	195	245	295
	0,6	5	9	18	36	54	72	90	110	145	180	215
	0,5	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125	150
	0,4	2	4	8	16	24	32	40	48	64	80	96
0,3	1	2	5	9	14	18	23	27	36	45	54	
0,2	1	1	2	4	6	8	10	12	16	20	24	
		15 m	30 m	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	12 h
Tägliche Expositionszeit												

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 von  $A_x(8)$ ,  $A_y(8)$  und  $A_z(8)$  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 Personen 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 der drei Einzel-Achsenwerte.

**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 von  $A_x(8)$ ,  $A_y(8)$  und  $A_z(8)$  ist die Tagesexposition gegenüber Schwingungen.

**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 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:

$$A_x(8) = \sqrt{0,25^2 + 0,24^2} = 0,3 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = \sqrt{0,15^2 + 0,36^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = \sqrt{0,32^2 + 0,26^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

**Schritt 4:** Die tägliche Schwingungsexposition des Auslieferungsfahrers ist der höchste Einzel-Achsenwert  $A(8)$ , in diesem Fall der Wert für die z-Achse: 0,4 m/s<sup>2</sup>, d.h. gerade unterhalb des Auslösewertes.

### E.3 Tagesexposition: VDV bei nur einer Aufgabe

**Schritt 1:** Ermitteln Sie die drei frequenzbewerteten VDV<sub>s</sub> VDV<sub>x</sub>, VDV<sub>y</sub> und VDV<sub>z</sub>. (Hinweis – VDV-Daten werden nicht so zahlreich angegeben wie Daten von Effektivwerten, weil zu deren Meldung der Hersteller nicht verpflichtet ist; VDV-Werte stammen somit eher aus Messungen als aus veröffentlichten Daten).

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

$$VDV_{exp,x,i} = 1,4 \times VDV_x \left( \frac{T_{exp}}{T_{meas}} \right)^{1/4}$$

$$VDV_{exp,y,i} = 1,4 \times VDV_y \left( \frac{T_{exp}}{T_{meas}} \right)^{1/4}$$

$$VDV_{exp,z,i} = VDV_z \left( \frac{T_{exp}}{T_{meas}} \right)^{1/4}$$

Hierin ist

- $T_{meas}$  der Messzeitraum und
- $T_{exp}$  die tägliche Dauer der Exposition gegenüber Schwingungen

**Schritt 3:** Der höchste Wert von  $VDV_{exp,x}$ ,  $VDV_{exp,y}$  und  $VDV_{exp,z}$  ist der Tages-VDV.

#### Beispiel

Der Fahrer einer Baumerntemaschine fährt das Fahrzeug 6½ Stunden pro Tag.

**Schritt 1:** Die am Sitz während eines Messzeitraums von 2 Stunden gemessenen VDV<sub>s</sub> sind:

- x-Achse: 3 m/s<sup>1,75</sup>
- y-Achse: 5 m/s<sup>1,75</sup>
- z-Achse: 4 m/s<sup>1,75</sup>

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

$$VDV_{exp,x} = 1,4 \times 3 \left( \frac{6,5}{2} \right)^{1/4} = 5,6 \text{ m/s}^{1,75}$$

$$VDV_{exp,y} = 1,4 \times 5 \left( \frac{6,5}{2} \right)^{1/4} = 9,4 \text{ m/s}^{1,75}$$

$$VDV_{exp,z} = 4 \left( \frac{6,5}{2} \right)^{1/4} = 5,4 \text{ m/s}^{1,75}$$

**Schritt 3:** Der tägliche VDV ist der höchste dieser Werte. In diesem Fall die y-Achse, d.h. 9,4 m/s<sup>1,75</sup>, d.h. genau oberhalb des VDV-Auslösewertes.

## E.4 Tagesexposition: VDV bei mehr als 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 ein *Teil*-VDV aus der Größe und der Dauer für jede Achse und für jede Exposition errechnet. Die Teil-VDVs werden zusammengefasst und ergeben den täglichen Gesamt-VDV für die betreffende Person für jede Achse. Der Tages-VDV entspricht dann dem höchsten der drei Einzel-Achsenwerte.

**Schritt 1:** Ermitteln Sie die drei frequenzbewerteten VDV's  $VDV_x$ ,  $VDV_y$  und  $VDV_z$  für jede Aufgabe bzw. jedes Fahrzeug.

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

$$VDV_{exp,x} = 1,4 \times VDV_x \left( \frac{T_{exp}}{T_{meas}} \right)^{1/4}$$

$$VDV_{exp,y} = 1,4 \times VDV_y \left( \frac{T_{exp}}{T_{meas}} \right)^{1/4}$$

$$VDV_{exp,z} = VDV_z \left( \frac{T_{exp}}{T_{meas}} \right)^{1/4}$$

Hierin ist

- $T_{meas}$  der Messzeitraum und
- $T_{exp}$  die tägliche Dauer der Exposition gegenüber Schwingungen

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

$$VDV_j = (VDV_{j1}^4 + VDV_{j2}^4 + VDV_{j3}^4 + \dots)^{1/4}$$

Hierin sind  $VDV_{j1}$ ,  $VDV_{j2}$ ,  $VDV_{j3}$  etc. die Werte für die Teil-Schwingungsexposition für die unterschiedlichen Schwingungsquellen.

**Schritt 4:** Der Tages-VDV ist der höchste Wert von  $VDV_x$ ,  $VDV_y$  und  $VDV_z$ .

**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 Vibrationswerte am Sitz, die eine Stunde lang im Gabelstapler und vier Stunden lang im Lieferwagen gemessen wurden, sind:

Gabelstapler	Lieferwagen
▪ x-Achse: $6 \text{ m/s}^{1,75}$	▪ x-Achse: $4 \text{ m/s}^{1,75}$
▪ y-Achse: $4 \text{ m/s}^{1,75}$	▪ y-Achse: $5 \text{ m/s}^{1,75}$
▪ z-Achse: $12 \text{ m/s}^{1,75}$	▪ z-Achse: $6 \text{ m/s}^{1,75}$

**Schritt 2:** Die Teil-VDVs an der x, y und z-Achse sind somit:

Gabelstapler	Lieferwagen
$VDV_{exp,x,flt} = 1,4 \times 6 \left(\frac{1}{1}\right)^{1/4} = 8 \text{ m/s}^{1,75}$	$VDV_{exp,x,lorry} = 1,4 \times 4 \left(\frac{6}{4}\right)^{1/4} = 6 \text{ m/s}^{1,75}$
$VDV_{exp,y,flt} = 1,4 \times 4 \left(\frac{1}{1}\right)^{1/4} = 6 \text{ m/s}^{1,75}$	$VDV_{exp,y,lorry} = 1,4 \times 5 \left(\frac{6}{4}\right)^{1/4} = 8 \text{ m/s}^{1,75}$
$VDV_{exp,z,flt} = 12 \left(\frac{1}{1}\right)^{1/4} = 12 \text{ m/s}^{1,75}$	$VDV_{exp,z,lorry} = 6 \left(\frac{6}{4}\right)^{1/4} = 7 \text{ m/s}^{1,75}$

**Schritt 3:** Die Tages-Vibrationsexposition für jede Achse beträgt:

$$VDV_x = \left(8^4 + 6^4\right)^{1/4} = 9 \text{ m/s}^{1,75}$$

$$VDV_y = \left(6^4 + 8^4\right)^{1/4} = 9 \text{ m/s}^{1,75}$$

$$VDV_z = \left(12^4 + 7^4\right)^{1/4} = 12 \text{ m/s}^{1,75}$$

**Schritt 4:** Die Tagesexposition des Fahrers gegenüber Ganzkörper-Vibrationen ist der höchste Achsen-VDV, d.h. der Wert für die z-Achse:  $12 \text{ m/s}^{1,75}$ , also zwischen dem Auslösewert und dem Expositionsgrenzwert.

## E.5 Tagesexposition: A(8) unter Verwendung des Systems der Expositionspunkte

(Hinweis: Hierbei handelt es sich um dasselbe ausgearbeitete Beispiel wie in Anhang E.2, unter Verwendung der Expositionspunkt-Methode)

**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 Nachlesen der Expositionspunkte 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 der drei Achsenwerte 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 m/s^2</math> für 1 Stunde = 25 Punkte</li> <li>▪ <math>0,5^* m/s^2</math> für 1 Stunde = 13 Punkte</li> <li>▪ <math>0,9 m/s^2</math> für 1 Stunde = 41 Punkte</li> </ul>

*\* 0,5 ist in Bild D.3 nicht enthalten, deshalb wird der nächsthöhere Wert  $0,5 m/s^2$  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^* m/s^2</math> für 6 Stunden = 27 Punkte</li> <li>▪ <math>0,5^* m/s^2</math> für 6 Stunden = 75 Punkte</li> <li>▪ <math>0,3 m/s^2</math> für 6 Stunden = 27 Punkte</li> </ul>

*\*Die exakten Vibrationswerte sind nicht in Bild D.3 enthalten, darum werden die nächsthöheren Werte benutzt.*

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

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

$$y\text{-Achse} = 13 + 75 = 88 \text{ Punkte}$$

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

**Schritt 3:** Die Tagesexposition des Fahrers gegenüber Ganzkörper-Schwingungen ist der höchste Punktwert an einer Achse, in diesem Fall der Wert für die y-Achse: 83 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 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 Stundenwerte 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 an einer 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

Die Gesundheitsüberwachung besteht möglicherweise in der Beurteilung der Krankengeschichte eines Arbeitnehmers in Verbindung mit einer körperlichen Untersuchung durch einen Arzt oder eine entsprechend qualifizierte Fachkraft im Gesundheitswesen.

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)).

### *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>• Wd für Schwingungen auf der x-Achse (vorne-hinten) und y-Achse (Seite-zu-Seite) und</li> <li>• Wk für die vertikale z-Achse.</li> </ul>
Tages-Schwingungs exposition, A(8) .....	Schwingungs-Effektivwert eines Arbeitnehmers für 8 Stunden in Meter pro Sekunde in Quadrat ( $m/s^2$ ) mit der gesamten Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen im Laufe des Tages.
Der Schwingungsdosiswert .. (VDV).....	Kumulative Dosis auf der Basis der vierten Wurzel der vierten Wurzel der vierten Potenz des Beschleunigungssignals. VDV hat Einheiten von $m/s^{1,75}$ .
Gesundheitsüberwachung	Medizinisches Untersuchungsprogramm für den Arbeitnehmer zur Früherkennung einer Schädigung aus Tätigkeiten bei der Arbeit.
Auslösewert.....	Wert für die Tagesexposition gegenüber Schwingungen eines Arbeitnehmers, A(8) von $0,5m/s^2$ , oder der tägliche Schwingungsdosiswert eines Arbeitnehmers von $9,1m/s^{1,75}$ . Bei Überschreitung dieses Wertes müssen die Gefährdungen aus einer Schwingungsexposition überwacht werden. <sup>2</sup>
Expositionsgrenzwert .....	Wert für die Tagesexposition gegenüber Schwingungen eines Arbeitnehmers, A(8) von $1.15 m/s^2$ , oder der tägliche

<sup>2</sup> Die Mitgliedstaaten können zwischen A(8) bzw. VDV für den Auslösewert und die Grenzwerte wählen.

Schwingungsdosiswert eines Arbeitnehmers von  $21 \text{ m/s}^{1,75}$ .  
Kein Arbeitnehmer darf einer Exposition oberhalb dieses Wertes ausgesetzt werden.<sup>2</sup>

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 Mechanische Schwingungen. Guideline for the assessment of exposure to whole-body vibration of ride on operated earth-moving machines. Using

harmonised data measured by international institutes, organisations and manufacturers. CEN/TR 25398 Erster Ausschuss-Entwurf München (März 2005).

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) Hilfe bei der 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.

### ***Nationale Normen***

Britische Normungsorganisation (1987) – Messung und Bewertung der Einwirkung von mechanischen Ganzkörper-Schwingungen und wiederholten Erschütterungen auf den Menschen British Standard, BS 6841.

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. Knietzko, 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. Stratégie 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.; Heckert, Ch.; Fischer, S.; Kaulbars, U.: Belastung durch mechanische Schwingungen. Knietzko, 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

[www.humanvibration.com](http://www.humanvibration.com)

Allgemeine Informationen zu Schwingungen, einschließlich Links auf verschiedene Webseiten zu Schwingungen beim Menschen

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

Daten zur Schwingungsemission

[http://www.las-bb.de/karla/index\\_.htm](http://www.las-bb.de/karla/index_.htm)

Daten zur Schwingungsemission

[www.hse.gov.uk/vibration/calculator.htm](http://www.hse.gov.uk/vibration/calculator.htm)

Expositions-Rechner

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

Expositions-Rechner

## STICHWORTVERZEICHNIS

## A

A(8) .....	23, 43, 48
<i>abseits der Straße</i> .....	13
Anhörung und Beteiligung .....	28
Arbeitnehmervertreter .....	28
Arbeitsmuster .....	17
Arbeitspläne .....	32
Arzt, qualifizierter .....	61
Aufgaben und Prozesse, Gestaltung .....	30
Auslösewert .....	11
Auswahl .....	29

## B

Beschleunigung .....	41
Boden, unebener .....	11

## E

effektive Schwingungsgröße .....	21
Einkaufspolitik .....	30
ergonomische Faktoren .....	6, 11
Erschütterungen oder Stöße .....	6
Expositionsdauer .....	17
Expositionspunkte, System der .....	51

## F

Fahrer .....	32, 46
Fahrtechniken .....	32
Federungssystem .....	32
Frequenz .....	41
frequenzbewertete Beschleunigung .....	21
Frequenzbewertung .....	42

## G

Gefährdungsbeurteilung .....	26, 34, 35
Gefährdungsbeurteilung Schwingungen .....	38
gedfederte Sitze .....	33
Gelände .....	6
Geschwindigkeit .....	41
Gestaltung von Aufgaben und Prozessen .....	30
gesundheitsüberwachung .....	36
Gesundheitsüberwachung .....	34
Gesundheitsunterlagen .....	37

## H

Haltung .....	6, 11, 31, 32
Haltung, unergonomisch .....	47
Handhabung von Materialien .....	47
Handhabung, manuelle .....	6

Handhabung, Richtlinie über manuelle .....	12
Hersteller .....	19, 33

## I

Importeure .....	19
Information und Schulung .....	31
Instandhaltung .....	32

## K

Kollektive Maßnahmen .....	31
körperliche Untersuchung .....	61
Krankengeschichte .....	61

## L

Lieferant .....	33
Lieferanten .....	19

## M

manuelle Handhabung .....	6
Maßnahmen, kollektive .....	31
Maschinen .....	12
Maschinenrichtlinie .....	19

## N

Nacken .....	46
Nomogramm .....	48

## Q

qualifizierter Arzt .....	61
---------------------------	----

## P

Prozesse und Aufgaben, Gestaltung .....	30
---	----

## R

<i>Rahmenrichtlinie</i> .....	8
<i>Richtlinie über manuelle Handhabung</i> .....	12

## S

Schädigung durch Schwingungen .....	37
Schmerzen im unteren Rückenbereich .....	46
Schulter .....	46
Schulung und Information .....	31
Schwingungen, Gefährdungsbeurteilung .....	38
Schwingungsdosiswert .....	7
Schwingungsdosiswert, VDV .....	23
Schwingungsemission .....	19, 30
Schwingungsgröße .....	21, 41
<i>Schwingungsmessungen</i> .....	22
Schwingungsüberwachung .....	34

Substituierung.....	29	Unsicherheit.....	23
System der Expositionspunkte .....	51	Untersuchung, körperliche.....	61
<i>T</i>		<i>V</i>	
Tages-Auslösewert.....	7	VDV.....	22, 23, 43
Tagesexposition: A(8).....	53	Verdrehen .....	47
Tagesexposition: A(8).....	54	<i>Vibrationsrichtlinie</i> .....	8
Tagesexposition: VDV.....	56	<i>W</i>	
Tagesexposition: VDV.....	57	Wd-Bewertung.....	42
Tages-Schwingungsexposition.....	17	Weg.....	41
Tages-Schwingungsexposition, A(8)	23	Wk -Bewertung.....	42
<i>U</i>		<i>Z</i>	
Überwachungsstrategie .....	26	Zwangshaltung.....	47
unebener Boden.....	11		
unergonomische Haltung.....	47		