

Handbuch zum Thema

# *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)

# 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>14</b>
<b>2.3 Schwingungsgröße</b> .....	<b>15</b>
2.3.1 Verwendung der Emissionsdaten der Herstellers .....	15
2.3.2 Verwendung von weiteren Daten .....	17
2.3.3 Messung der Schwingungsgröße .....	18
<b>2.4 Errechnen der Tages-Schwingungsexposition</b> .....	<b>19</b>
2.4.1 Tages-Schwingungsexposition .....	19
2.4.2 Teil-Schwingungsexposition .....	19
2.4.3 Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition.....	20
<b>Kapitel 3 VERMEIDUNG ODER VERRINGERUNG DER EXPOSITION</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1 Entwicklung einer Überwachungsstrategie</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2 Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer</b> .....	<b>23</b>
<b>3.3 Risikoüberwachung</b> .....	<b>24</b>
3.3.1 Substituierung durch andere Arbeitsmethoden.....	24
3.3.2 Auswahl der Arbeitsmittel .....	24
3.3.3 Einkaufspolitik.....	25
3.3.4 Gestaltung des Arbeitsplatzes .....	26
3.3.5 Schulung und Information der Arbeitnehmer .....	27
3.3.6 Arbeitspläne .....	28
3.3.7 Kollektive Maßnahmen.....	29
3.3.8 Kleidung und persönlicher Schutz .....	29
3.3.9 Instandhaltung.....	30
<b>3.4 Überwachung und erneute Beurteilung</b> .....	<b>31</b>
3.4.1 Woher weiß ich, dass meine Kontrollen der Hand-Arm-Schwingungen funktionieren? .....	31
3.4.2 Wann muss ich die Gefährdungsbeurteilung wiederholen? .....	31
<b>Kapitel 4 GESUNDHEITSÜBERWACHUNG</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1 Wann ist eine Gesundheitsüberwachung erforderlich?</b> .....	<b>34</b>
<b>4.2 Was wird in Unterlagen festgehalten?</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3 Was muss bei einer festgestellten Gesundheitsschädigung getan werden?</b>	<b>34</b>

<b>Anhang A</b>	<b>Zusammenfassung der Pflichten laut Definition in der Richtlinie 2002/44/EG.....</b>	<b>36</b>
<b>Anhang B</b>	<b>Was sind Schwingungen?.....</b>	<b>38</b>
<b>Anhang C</b>	<b>Gesundheitliche gefährdungen , Anzeichen und Symptome .....</b>	<b>42</b>
<b>Anhang D</b>	<b>Instrumente zur Berechnung der Tagesexposition.....</b>	<b>44</b>
<b>Anhang E</b>	<b>Ausgearbeitete Beispiele .....</b>	<b>50</b>
<b>Anhang F</b>	<b>Techniken der Gesundheitsüberwachung.....</b>	<b>54</b>
<b>Anhang G</b>	<b>Glossar.....</b>	<b>57</b>
<b>Anhang H</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>59</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 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 einzurichten, die Gefährdungen durch Schwingungen ausgesetzt sind.

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

Das vorliegende Handbuch über Hand-Arm-Schwingungen wurde zusammen mit dem Schwesterhandbuch über Ganzkörper-Schwingungen (Handbuch zu 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 (Vibrationen)) 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 in dieser deutschen Fassung 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. Uwe 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 Hand-Arm-Schwingungen zu beseitigen oder auf ein Minimum zu reduzieren (diese Pflichten sind in [Anhang A](#) zusammengefasst).*

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

*Das Handbuch sollte in Verbindung mit der Vibrationsrichtlinie bzw. mit der nationalen Gesetzgebung, die auf den Anforderungen dieser Richtlinie beruht, gelesen werden.*

Hand-Arm-Schwingungen werden durch Schwingungen verursacht, die über die Handinnenfläche und die Finger in Hände und Arme übertragen werden (siehe [Anhang B](#)). Arbeitnehmer, deren Hände regelmäßig Schwingungen ausgesetzt sind, leiden möglicherweise an einer Schädigung des Hand- und Armgewebes, die zu den allgemein als „Hand-Arm-Vibrations-Syndrom“<sup>\*\*</sup> bekannten Symptomen führen, siehe [Anhang C](#).

In vielen Industriezweigen und Berufen sind Menschen von Gefährdungen durch Hand-Arm-Schwingungen betroffen. Die Risiken sind umso höher, wenn stark vibrierende Arbeitsmittel regelmäßig und über einen längeren Zeitraum eingesetzt werden. In Untersuchungen konnte allerdings nachgewiesen werden, dass sich Gefährdungen durch Schwingungen überwachen und Risiken durch gutes Management verringern lassen. Es wurde ebenfalls gezeigt, dass die Kosten für derartige Schutzmaßnahmen nicht hoch sein müssen und in der Regel durch den Nutzen, d.h. der Erhaltung der Gesundheit der Arbeitnehmer, ausgeglichen werden.

Darüber hinaus haben die Schutzmaßnahmen gegen Schwingungen in vielen Fällen zu einer gesteigerten Effizienz geführt.



Die „Vibrationsrichtlinie“ (Richtlinie 2002/44/EG – siehe Kasten „Literaturhinweis“) legt Mindeststandards für die Kontrolle von Gefährdungen durch Hand-Arm-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 günstiger als die aus der Richtlinie sind, aber den Schutz der Arbeitnehmer durch vorher bestehende nationale Gesetze nicht verringern.

**\*\*Kommentar zu deutscher Übersetzung:**

Der Begriff „Hand-Arm-Vibrations-Syndrom“ wird im Deutschen nicht verwendet. Man spricht hier von „vibrationsbedingten Erkrankungen“

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

- Tagesauslösewert von 2,5 m/s<sup>2</sup>
- Tages-Expositionswert von 5 m/s<sup>2</sup>

Bei einer Exposition oberhalb des Auslösewerts besteht das Risiko einer Schädigung durch Hand-Arm-Schwingungen. Die Vibrationsrichtlinie verpflichtet den Arbeitgeber, dafür Sorge zu tragen, dass die Gefährdungen durch Hand-Arm-Schwingungen beseitigt oder auf ein Minimum reduziert werden. Diese Pflichten sind in [Anhang A](#) zusammengefasst.

Die Vibrationsrichtlinie ist eine Tochtrichtlinie 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 zu Hand-Arm-Schwingungen zu erfüllen. Das Handbuch soll einen Überblick über die Methoden geben, die für die Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen eingesetzt werden, und 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 Richtlinie 2002/44/EG erwähnten Sachverhalte. Das Schaubild 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 4 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.*



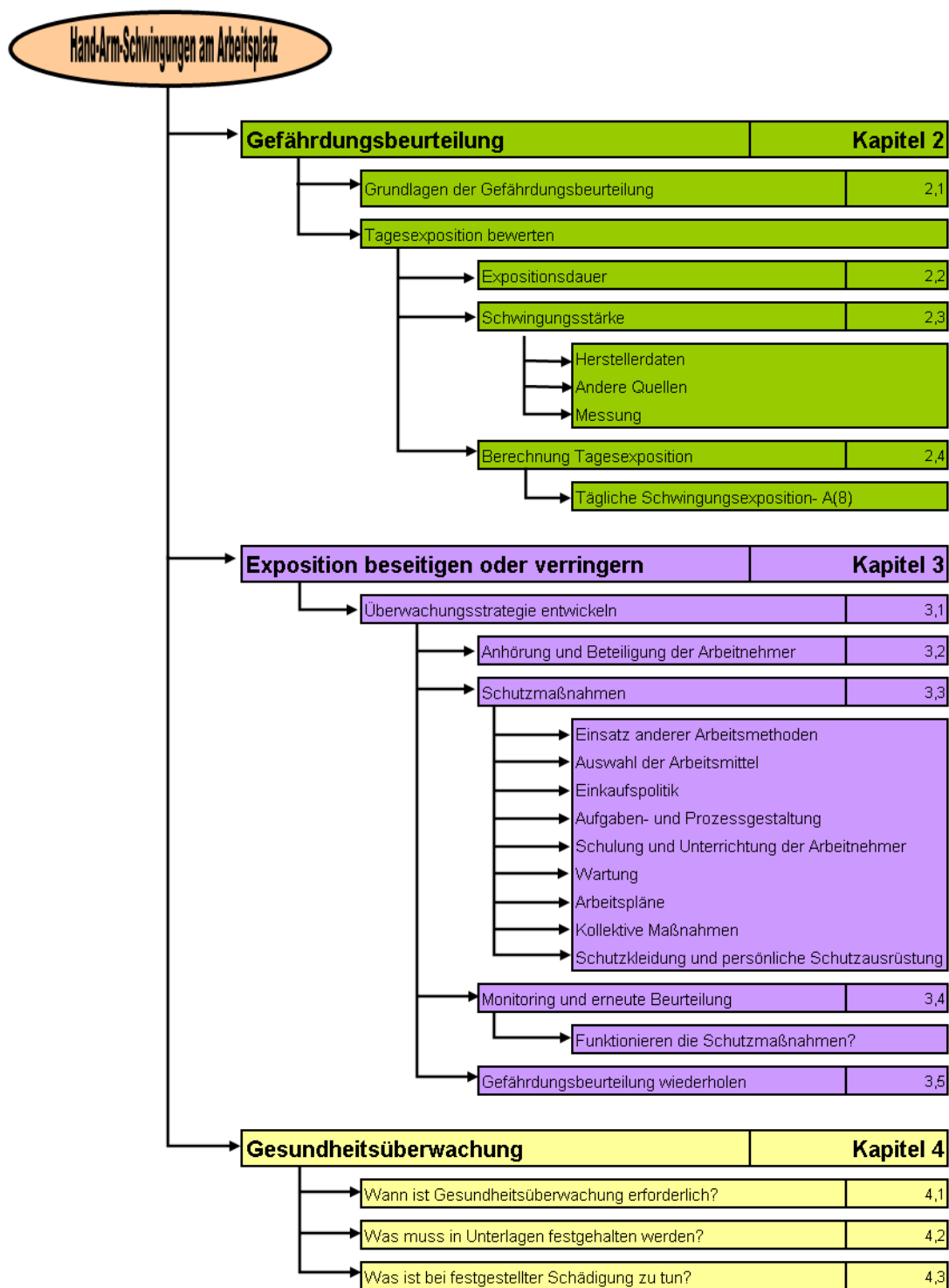


Abbildung 1: Schaubild Hand-Arm-Schwingungen

## KAPITEL 2 GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG

*Ziel und Zweck der Gefährdungsbeurteilung von Hand-Arm-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 Hand-Arm-Schwingungen zu vermeiden bzw. angemessen zu überwachen.*

*In diesem Kapitel zeigen wir Ihnen, wie Sie entscheiden können, ob Sie möglicherweise ein Expositionsproblem gegenüber Hand-Arm-Schwingungen in Ihrem Betrieb haben, ohne dass Sie hierfür Messungen vornehmen oder detailreiche Kenntnis von Expositionsbeurteilungen haben müssen.*

## 2.1 Grundlegendes zur Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung sollte:

- erkennen, wo eine potenzielle Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen vorliegt,
- die Exposition der Arbeitnehmer abschätzen und mit den Auslösewerten und Expositionsgrenzwerten vergleichen,
- die verfügbaren Maßnahmen der Risikoüberwachung festlegen,
- die Maßnahmen angeben, die Sie ergreifen wollen, um die Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen zu überprüfen und zu überwachen und
- die Bewertung mit ihren einzelnen Schritten und deren Wirksamkeit dokumentieren.



Als erstes sollten Sie die Arbeitstätigkeit, die beteiligten Prozesse sowie die zum Einsatz kommenden Werkzeuge und Arbeitsmittel in Erwägung ziehen und sich dann folgende Frage stellen: „Werden in meinem Betrieb handgehaltene oder handgeführte kraftbetriebene Arbeitsmittel oder Arbeitsmittel mit Handvorschub eingesetzt?“ Wenn dies der Fall ist, kann es erforderlich sein, dass Sie ein Management der Schwingungsexposition benötigen. In [Tabelle 1](#) werden einige Fragen aufgeführt, die Ihnen bei der Entscheidung helfen, ob weitere Maßnahmen erforderlich sind. [Abbildung 2](#) zeigt Beispiele von Schwingungsgrößen für einige Werkzeuge und Maschinen, die diese Gefährdung verursachen.

Es ist wichtig, dass Arbeitnehmer und ihre Vertreter über die Gefährdungsbeurteilung der Schwingungen informiert und an ihr beteiligt sind. Eine wirksame Partnerschaft mit Arbeitnehmern trägt dazu bei, dass die für die Gefährdungsbeurteilung verwendeten Informationen auf realistischen Einschätzungen der Arbeitstätigkeit und der dafür aufgewendeten Zeit beruhen.

Die Faktoren, die die Tages-Schwingungsexposition eines Menschen bestimmen, sind die frequenzbewertete Größe (Level) der Schwingungen und die Dauer der Exposition. Je stärker die Schwingungen bzw. je länger die Expositionsdauer, desto höher ist die Schwingungsexposition der betroffenen Person.

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

---

Verwenden Sie rotierende Werkzeuge (z.B. Schleif- und Poliermaschinen)?

Bei manchen rotierenden Werkzeugen ist es möglich, dass der Auslösewert bereits nach rund 30 Minuten überschritten wird. Wenn ein Arbeitnehmer länger als 2 Stunden/Tag mit diesen Werkzeugen arbeitet, müssen Sie auf jeden Fall Maßnahmen ergreifen.

---

Verwenden Sie Stoß- oder Schlagwerkzeuge (z.B. hämmernde Werkzeuge )?

Bei Stoß- oder Schlagwerkzeugen kann das Ausmaß der Schwingungen wesentlich höher als bei rotierenden Werkzeugen sein. Bei manchen Werkzeugen mit Hammerwirkung ist es möglich, dass der Auslösewert bereits nach wenigen Minuten überschritten wird. Wenn ein Arbeitnehmer länger als eine halbe Stunde/Tag mit diesen Werkzeugen arbeitet, müssen Sie auf jeden Fall Maßnahmen ergreifen.

---

Warnen die Hersteller oder Lieferanten Ihrer Werkzeuge vor einer Gefährdung durch Schwingungen?

Wenn bei Ihnen handgeführte kraftbetriebene Maschinen im Einsatz sind, die den Nutzer einem Risiko einer Schädigung durch Schwingungen aussetzen, sollte der Hersteller im Benutzerhandbuch darauf hinweisen.

---

Verursachen vibrierende Werkzeuge während oder nach ihrer Verwendung ein Gefühl von Kribbeln oder Taubheitsgefühl in den Händen?

Ein Gefühl des Kribbelns oder der Taubheit an den Händen lässt sich möglicherweise während oder nach der Verwendung einer kraftbetriebenen Maschine feststellen und ist dann ein Hinweis auf eine Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen bei langfristiger Verwendung einer Maschine.

---

Haben Arbeitnehmer mit Schwingungsexposition bereits Symptome eines „Hand-Arm-Vibrations-Syndroms“ gemeldet?

Ein nachgewiesenes „Hand-Arm-Vibrations-Syndrom“ bedeutet, dass die Exposition gegenüber Schwingungen gemanagt werden muss. Wenn Symptome mit Expositionen in Verbindung gebracht werden, die unterhalb des Auslösewertes liegen, können auf diese Weise Arbeitnehmer mit einer besonderen Empfindlichkeit gegenüber Hand-Arm-Schwingungen ausfindig gemacht werden.

---

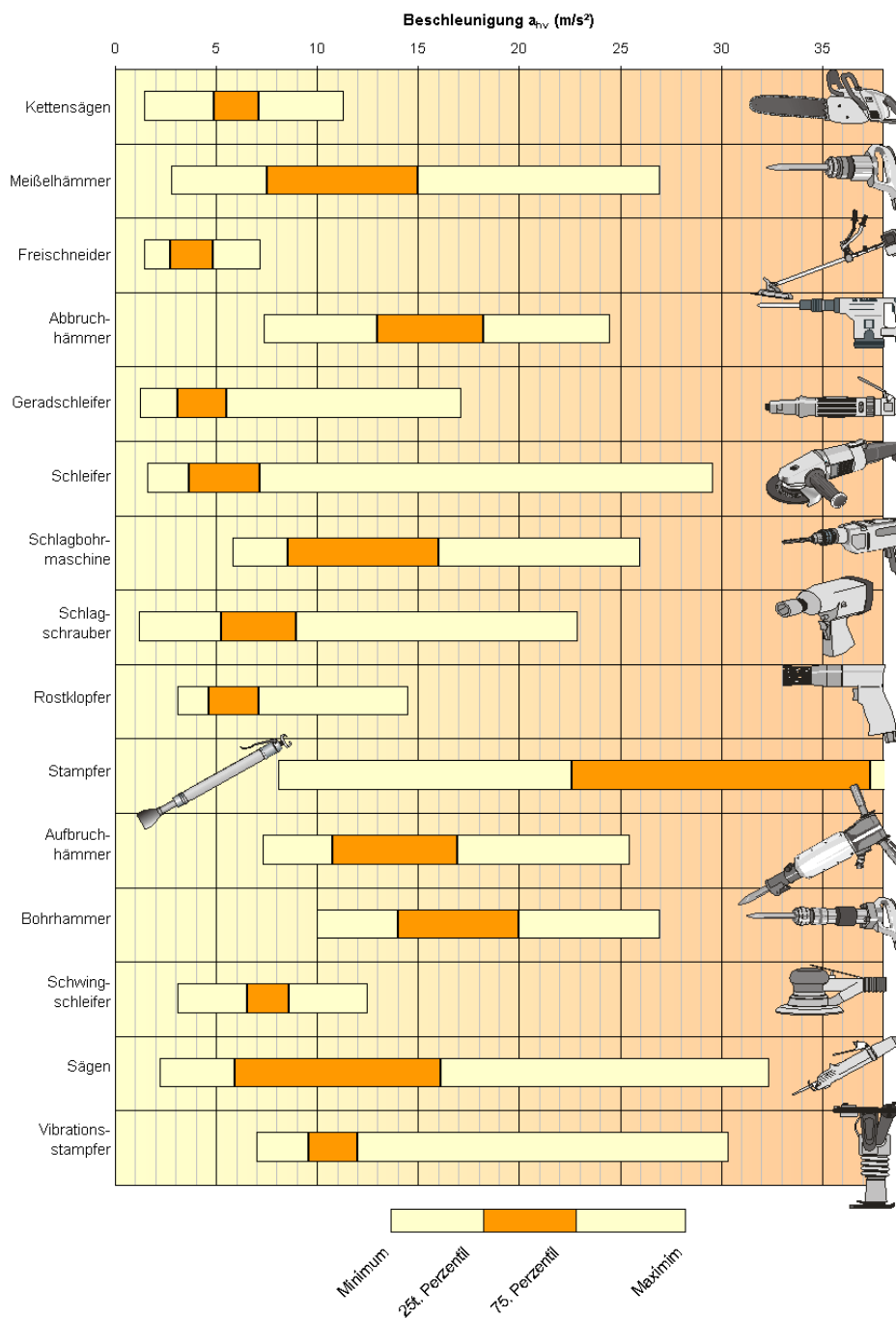


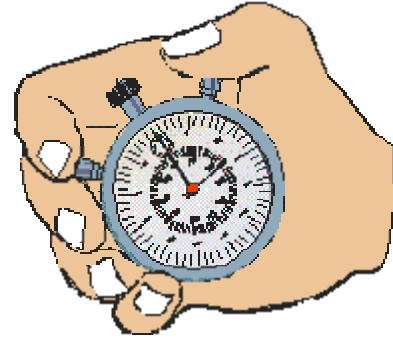
Abbildung 2: Beispiele für die Schwingungsgröße bei handelsüblichen Maschinen

Bandbreite an Schwingungswerten für handelsübliche Arbeitsmittel innerhalb der EU. Diese Angaben dienen lediglich der Veranschaulichung. Siehe [Anhang B](#) für weitere Einzelheiten.

## 2.2 Ermittlung der Expositionsdauer

*Zur Ermittlung der täglichen Schwingungsexposition ist es erforderlich, die Dauer, die Maschinenbediener Schwingungen ausgesetzt sind, abzuschätzen. Erfahrungen zeigen, dass dies während der Gefährdungsbeurteilung häufig überschätzt wird.*

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



Bevor man die *Tages-Schwingungsexposition* A(8) abschätzen kann, muss man die gesamte Dauer der Tages-Exposition gegenüber Schwingungen aus jeder eingesetzten Maschine bzw. Prozess kennen. Bitte achten Sie darauf, nur die Zeit zu berücksichtigen, in der der Arbeitnehmer Schwingungen ausgesetzt ist. Zeiten, in denen der Beschäftigte das Arbeitsmittel weggelegt hat oder es zwar hält, aber es außer Betrieb ist, dürfen nicht mit gezählt werden.

Unter Kontakt- bzw. Auslösezeit versteht man die Zeit, in der die Hände tatsächlich den Schwingungen des Werkzeugs oder dem Werkstück ausgesetzt sind. Die Einschaltdauer ist häufig wesentlich kürzer als die Zeit, die man insgesamt mit der Aufgabe befasst war, und wird von den Bedienern in der Regel zu hoch eingeschätzt. Die Methode, die zur Schätzung der Einschaltdauer verwendet wird, hängt oft davon ab, ob die Verwendung des Werkzeuges kontinuierlich oder mit Unterbrechungen erfolgt.

### **Werkzeug im Dauerbetrieb:**

Beispiel: der mehrstündige Einsatz einer Schleifmaschine zur Entfernung von großen Materialmengen

Beobachten Sie die Arbeit während eines repräsentativen Abschnitts des Arbeitstages und notieren Sie, zu welchen Zeiten das Werkzeug in Betrieb ist. Eine Stoppuhr oder eine Videoaufzeichnung kann hier von Nutzen sein.

### **Werkzeug im intermittierenden Betrieb :**

Beispiel: Einsatz eines Schlagschraubers zum Festziehen von Radmuttern an Fahrzeugen.

Vielleicht können Sie an Informationen über die Anzahl von Arbeitsvorgängen je Arbeitstag gelangen (z.B. die Anzahl von täglich fertig gestellten Bauteilen). Wenn die durchschnittliche Vorgangsdauer durch Beobachtung der Arbeitsleistung in einem beispielhaften Zeitraum geschätzt wird, kann die gesamte Tagesdauer errechnet werden.

Bei unserem Beispiel eines Schlagschraubers kennen Sie möglicherweise die Anzahl der pro Tag ausgebauten und neu eingebauten Räder sowie die Anzahl

der Radmuttern je Rad. Nun müssen Sie noch in Erfahrung bringen, wie lange es üblicherweise dauert, ein Rad aus- und neu einzubauen.

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

### **Literaturhinweis**

EN ISO 5349-2:2001 Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen. Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz

CEN/TR 15350 Mechanische Schwingungen – Anleitungen zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu benutzten Maschinen, einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern.

## **2.3 Schwingungsgröße**

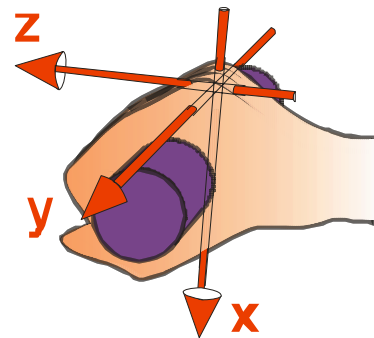
Die Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen beruht auf dem Schwingungsgesamtwert  $a_{hv}$ , er ist die Wurzel aus der Summe der Quadrate der frequenzbewerteten Beschleunigung in den drei orthogonalen Richtungen,  $x$ ,  $y$  und  $z$ :

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

Der Wert wird an dem Punkt bewertet, an dem die Schwingungen die Hand erreichen (siehe [Anhang B](#)).

Die Schwingungsinformationen, die Sie für die Anfertigung Ihrer Schwingungsbeurteilung nutzen, müssen so weit wie möglich der vermuteten Schwingungsemission der Arbeitsmittel entsprechen, die Sie einzusetzen beabsichtigen und zwar in der Art, wie Sie diese einsetzen wollen.

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



### **2.3.1 Verwendung der Emissionsdaten der Herstellers**

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

Die Maschinenrichtlinie fordert Hersteller, Importeure und Lieferanten von Maschinen unter anderem auf, Angaben über die Emissionen von Hand-Arm-Schwingungen zu machen. Diese Angaben über die Schwingungsemission sollten aus den Anleitungen und Begleitdokumenten der Maschine hervorgehen.

Die von Herstellern *angegebenen Werte zur Schwingungsemission* beruhen in der Regel auf harmonisierten europäischen Schwingungs-Prüfverfahren, die von europäischen bzw. internationalen Normungsorganisationen erarbeitet wurden. Sie basieren (seit dem Jahre 2005) auf der EN ISO 20643. Beispiele sind die Normenreihe EN ISO 8662 für pneumatische und sonstige nicht elektrische Werkzeuge sowie die Normenreihe EN 60745 für Elektrowerkzeuge.

Die Angabe der Emissionswerte ermöglicht den Käufern, Maschinen miteinander zu vergleichen, die nach denselben normierten Prüfverfahren getestet wurden. Die Emissionswerte können große Unterschiede zwischen den Maschinen aufzeigen, so dass stark vibrierende Maschinen vermieden werden können.

Die Emissionsdaten der Hersteller informieren Sie ferner darüber, welcher Anteil an Schwingungen bei Verwendung eines bestimmten kraftbetriebenen Werkzeugs in die Hand eindringen kann. Diese Angabe kann bei der Schätzung der Tages-Exposition und der Beurteilung der Gefährdung hilfreich sein.

Derzeit neigen die Schwingungs-Prüfverfahren dazu, die Schwingungen von Werkzeugen bei Einsatz am Arbeitsplatz zu unterschätzen und beruhen in der Regel auf Messungen in einer einzigen Schwingungsrichtung. CEN/TR 15350 empfiehlt, den für die Gefährdungsbeurteilung vom Hersteller angegebenen Emissionswert in den meisten Fällen mit einem werkzeugtypabhängigen Faktor zu multiplizieren:

Werkzeuge mit Verbrennungsmotor:	× 1
Pneumatische Werkzeuge:	× 1,5 bis × 2
Elektrische Werkzeuge:	× 1,5 bis × 2

Liegen die vom Hersteller angegebenen Emissionswerte unter  $2,5\text{m/s}^2$ , sollte ein Wert von  $2,5\text{m/s}^2$  eingesetzt und mit einem geeigneten Faktor multipliziert werden.

Mehr Informationen zu den vorgenannten Multiplikationsfaktoren finden Sie in CEN/TR 15350. Liegen bei einer Bandbreite von Multiplikationsfaktoren gleichzeitig keine genaueren Informationen vor, sollte der höhere Wert verwendet werden.

Viele harmonisierte europäische Schwingungs-Prüfverfahren befinden sich gegenwärtig (im Jahre 2005) in der Überarbeitung. Die überarbeiteten Prüfverfahren dürften zu verbesserten Emissionswerten führen, die mit den älteren Emissionsdaten nicht direkt vergleichbar sind, aber einen präziseren Hinweis auf die am Arbeitsplatz erlebten Schwingungen liefern.



**Literaturhinweis**

EN 12096:1997 Mechanische Schwingungen - Angabe und Nachprüfung von Schwingungskennwerten

EN ISO 20643:2005 Mechanische Schwingungen - Handgehaltene und handgeführte Maschinen. Grundsätzliches Vorgehen bei der Ermittlung der Schwingungsemission

CEN/TR 15350 Mechanische Schwingungen – Anleitungen zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu benutzten Maschinen, einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern

**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 zu einer Überschreitung des Auslösewerts bzw. des Expositionsgrenzwerts kommen kann.

Ihre berufsständische Vertretung oder vergleichbare Organisation verfügt möglicherweise ebenfalls 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 Gefährdungsbeurteilung der Schwingungen.

Zu weiteren Informationsquellen zum Thema Schwingungen gehören auf Schwingungen spezialisierte Berater und Behörden. Weitere Informationen finden Sie in zahlreichen technischen oder wissenschaftlichen Publikationen und im Internet sowie Informationen zu typischen Schwingungen im praktischen Gebrauch auf Internetseiten einiger Hersteller. Die beiden nachfolgend angegebenen europäischen Internetseiten halten Herstellerdaten zur Standardvibrationsemission zusammen mit Messwerten aus dem praktischen Gebrauch 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 das Arbeitsmittel (Fabrikat und Typ), das 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. Aufbruchhammer)
- Kategorie des Arbeitsmittels (z.B. Leistung oder Größe)
- Antriebsquelle (z.B. pneumatisch, hydraulisch, elektrisch oder Verbrennungsmotor)
- Sämtliche vibrationsdämpfende Vorrichtungen (z.B. gefederte Griffe)

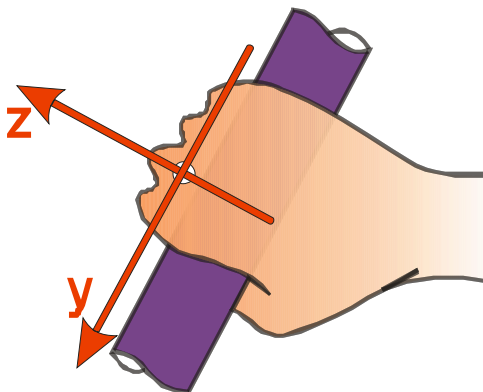
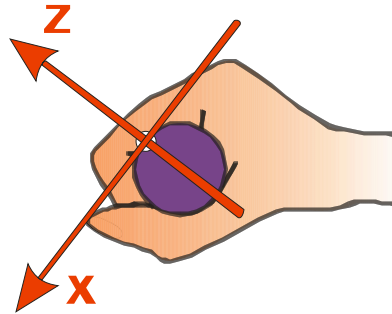
- Aufgabe, für die das Arbeitsmittel eingesetzt wurde, als die Schwingungsinformationen erstellt wurden
- Betriebsbedingungen des Arbeitsmittels
- Art des Materials, auf dem es eingesetzt wurde.

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, wo und welche Schwingungen gemessen und wie diese festgehalten werden.*



In einigen Fällen wird es nicht möglich sein, die erforderlichen Informationen (vom Ausrüstungslieferant oder anderen Quellen) über die vom Werkzeug oder Arbeitsprozess produzierten Schwingungen zu bekommen. In diesen Fällen müssen evtl. Messungen der Schwingungen am Arbeitsplatz vorgenommen werden.

Das Messen von Schwingungen ist eine schwierige und komplexe Aufgabe. Sie können entscheiden, ob Sie die Messungen selbst durchführen oder einen Berater hiermit beauftragen wollen. In beiden Fällen muss die

Person, die die Messungen vornimmt, über ausreichenden Sachverstand und Erfahrung verfügen.

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

Für die Ermittlung der Schwingungsexposition auf das Hand-Arm-System des Menschen sollte die in der Europäischen Norm EN ISO 5349-1:2001 definierte Methode verwendet werden. Praktische Anleitungshilfe über die Verwendung der Methode zur Messung von Schwingungen am Arbeitsplatz liefert die Norm EN ISO 5349-2:2001.

Die Schwingungsgröße ist die frequenzbewertete Beschleunigung der Kontaktstelle der Hand an der Oberfläche des Werkzeuges, des Griffes oder des Werkstückes (siehe [Anhang B](#)); sie wird in Einheiten von *Metern pro Sekunde im Quadrat* ( $m/s^2$ ) ausgedrückt.

## ***Schwingungsmessungen durchführen***

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

Werden Werkzeuge mit beiden Händen gehalten, müssen die Messungen an den Positionen beider Hände erfolgen. Der höchste Wert wird für die Ermittlung der Schwingungsexposition herangezogen.

### ***Literaturhinweis***

EN ISO 5349-1:2001 Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

EN ISO 5349-2:2001 Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz

## **2.4 Berechnen der Tages-Schwingungsexposition**

*Eine Beurteilung der Tages-Schwingungsexposition hängt sowohl vom Ausmaß der Schwingungen als auch von der Dauer der Exposition ab..*

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

*In [Anhang D](#) finden Sie einige Instrumente, die Ihnen die Errechnung der Tages-Exposition und das Management der Expositionszeiten vereinfachen, in [Anhang E](#) finden Sie ausgearbeitete Beispiele zur Errechnung der Tages-Schwingungsexposition.*

### **2.4.1 Tages-Schwingungsexposition**

Die *Tages-Schwingungsexposition*,  $A(8)$ , errechnet sich aus Schwingungsgröße und Expositionszeit. Wie bei der Schwingungsgröße ist die Einheit der täglichen Schwingungsexposition *Meter pro Sekunde im Quadrat* ( $m/s^2$ ). In [Anhang E](#) finden Sie Beispiele für die Errechnung der Tages-Schwingungsexposition.

### **2.4.2 Teil-Schwingungsexposition**

Ist eine Person mehr als einer Schwingungsquelle ausgesetzt (vielleicht, weil sie zwei oder mehr unterschiedliche Werkzeuge oder Prozesse am Tag nutzt), wird eine *Teil-Schwingungsexposition* aus der Größe und der Dauer für jede Quelle errechnet. Die Teil-Schwingungswerte werden zusammengefasst und ergeben den täglichen Gesamtwert der Exposition  $A(8)$  für die betreffende Person. In [Anhang E](#) finden Sie Beispiele für die Errechnung der Tages-Schwingungsexposition.

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

### 2.4.3 Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition

Die Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition hängt von zahlreichen Faktoren ab, siehe EN ISO 5349-2:2001. 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, Arbeitstechnik oder Konstitution)
- Fähigkeit der Arbeitnehmer zur Wiedergabe typischer Arbeitsvorgänge während der Messungen
- Wiederholbarkeit der Arbeitsaufgaben
- Umweltfaktoren (z.B. Lärm, Temperatur)
- Unterschiede zwischen den Maschinen (z.B. ist eine Wartung erforderlich, hat die Maschine eine Aufwärmphase durchlaufen?).
- Abnutzung von eingesetzten Teilen oder Schleifmitteln (z.B. ist das Sägeblatt scharf, ist die Schleifscheibe abgenutzt?)

Bei 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 (Größe), kann die Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition wesentlich höher sein.

#### ***Literaturhinweis***

EN ISO 5349-2:2001 Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz

## KAPITEL 3 VERMEIDUNG ODER VERRINGERUNG DER EXPOSITION

*Mit der Gefährdungsbeurteilung werden Sie in die Lage versetzt, die Maßnahmen zu planen, die erforderlich sind, um die Exposition von Arbeitnehmern gegenüber Hand-Arm-Schwingungen zu vermeiden bzw. angemessen zu überwachen.*

*In diesem Kapitel erfahren Sie, wie sie eine Überwachungsstrategie entwickeln, ihre Überwachungsmaßnahmen priorisieren und die Wirksamkeit ihrer Schutzmaßnahmen überwachen können.*

### 3.1 Entwicklung einer Überwachungsstrategie

*Zur Gefährdungsüberwachung müssen Sie über eine Strategie verfügen, die geeignet ist, die Einwirkung von Hand-Arm-Schwingungsexposition gegenüber Hand-Arm-Schwingungen wirksam zu verringern.*

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

Im Rahmen Ihrer Gefährdungsbeurteilung müssen Methoden zur Expositionsüberwachung festgestellt werden können. Während Sie die Schwingungsexposition einer Beurteilung unterziehen, sollten Sie gleichzeitig über die sie verursachenden Arbeitsprozesse nachdenken. Wenn Sie verstehen, warum Arbeitnehmer Schwingungen ausgesetzt sind, können Sie Methoden zur Verringerung oder Beseitigung von Schwingungen einfacher erkennen.

Die wichtigen Schritte in diesem Managementprozess sind:

- Lokalisieren der Hauptvibrationsquellen
- Priorisieren dieser Quellen nach ihrem Anteil an der Gefährdung
- Ermitteln und Evaluieren von möglichen Lösungen im Hinblick auf Praktikabilität und Kosten
- Aufstellen von realistischen Zielen
- Zuweisen von Prioritäten und Erstellen eines „Aktionsprogramms“
- Definieren der Zuständigkeiten des Managements und Bereitstellen von angemessenen Ressourcen
- Umsetzen des Programms
- Überwachen des Fortschritts
- Evaluieren des Programms

Der Ansatz, für den Sie sich entscheiden, um die Gefährdungen aus Hand-Arm-Schwingungen zu verringern, wird von den praktischen Aspekten ihrer spezifischen 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.

**Beispiel:  
Verwendung der Teil-Schwingungsexposition zur  
Erstellung einer Gefährdungs-Rangliste**

Ein Stahlarbeiter arbeitet mit zwei Werkzeugen, einem Schleifer mit einer Schwingungsemission im Betrieb von  $7\text{ m/s}^2$  und einem Meißelhammer mit einer Schwingungsemission im Betrieb von  $16\text{ m/s}^2$ . Der Schleifer wird insgesamt  $2\frac{1}{2}$  Stunden/Tag benutzt, der Schweißhammer 15 Minuten lang.

- Schleifer ( $7\text{ m/s}^2$   $2\frac{1}{2}$  h):  $A_1(8) = 3,9\text{ m/s}^2$
- Meißelhammer ( $16\text{ m/s}^2$  15 Min.):  $A_2(8) = 2,8\text{ m/s}^2$

Gesamtbelastung:  $A(8) = 4,8\text{ m/s}^2$

Auch wenn der Meißelhammer eine höhere Schwingungsgröße als der Schleifer hat, zeigen die Teil-Expositionswerte, dass die Verwendung des Schleifers den größeren Anteil an der Gesamtschwingungsbelastung des Arbeitnehmers hat. Aus diesem Grunde sollte man im Rahmen der Gefährdungsverringering das Hauptaugenmerk auf den Schleifer richten.

Die Rahmen-Richtlinie nennt folgende Hierarchie für die Umsetzung eines Programms von Präventionsmaßnahmen:

1. Vermeidung von Gefährdungen
2. Beurteilung der unvermeidbaren Gefährdungen
3. Bekämpfung der Gefährdungen an der Quelle
4. Anpassen der Tätigkeit an das Individuum, insbesondere bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen, der Auswahl der Arbeitsmittel und der 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
5. Berücksichtigung des technischen Fortschritts
6. Austauschen von Gefährlichem gegen Ungefährliches bzw. weniger Gefährliches
7. Entwicklung einer kohärenten allumfassenden Präventionspolitik, die der Technologie, der Arbeitsorganisation, den Arbeitsbedingungen, dem Verhältnis der Kollegen untereinander und dem Einfluss der Faktoren aus dem Arbeitsumfeld Rechnung trägt
8. Kollektiven Schutzmaßnahmen wird Vorrang vor persönlichen Schutzmaßnahmen eingeräumt
9. Die 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.

Einige Lösungen von Schutzmaßnahmen bei Hand-Arm-Schwingungen werden sich sehr schnell und problemlos umsetzen lassen, andere wiederum bringen Änderungen in der Arbeitsorganisation mit sich. Häufig lassen sich diese Veränderungen nur in Abstimmung mit den Arbeitnehmervertretern regeln.

Zu einer wirkungsvollen Anhörung gehört das Folgende:

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

Der Prozess der 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

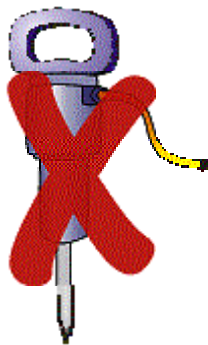
bzw., wo möglich, beseitigt werden. Der Prozess der Anhörung fördert die aktive Beteiligung und Zusammenarbeit der Arbeitnehmer bei Schutzmaßnahmen und sorgt somit dafür, dass die erfolgreiche Umsetzung der Überwachung wesentlich wahrscheinlicher ist.

### 3.3 Risiküberwachung

*Zur Gefährdungsüberwachung müssen Sie Hand-Arm-Schwingungen beseitigen oder reduzieren. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, Maßnahmen zu ergreifen, die die Wahrscheinlichkeit, dass Schädigungen und Beschwerden entstehen, verringern. Wirkungsvolle Überwachung wird sicherlich 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. Dies kann mit dem Einsatz von Maschinen, der Automatisierung von Aufgaben oder der Substituierung durch alternative Arbeitsprozesse einhergehen. 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. Arbeitsmittel, die nicht geeignet sind oder eine unzureichende Kapazität aufweisen, benötigen für die Erledigung einer Aufgabe in der Regel länger und setzen die Arbeitnehmer länger als nötig Schwingungen aus.



Die sorgfältige Auswahl von Verbrauchsstoffen (z.B. Schleifmittel für Schleifmaschinen und Sandpapierschleifmaschinen) oder Werkzeugzubehör (wie Bohrer, Meißel und Sägeblätter) kann einen Einfluss auf die Schwingungsexposition haben. Einige Hersteller liefern Zubehörteile, die so konstruiert sind, dass sie die Schwingungsexposition verringern.



Um immer auf dem neuesten Stand der verfügbaren Werkzeuge, Verbrauchsstoffe und Zubehörteile zu sein, sollten Sie sich regelmäßig informieren. Nutzen Sie hierzu:

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

### 3.3.3 Einkaufspolitik

Stellen Sie sicher, dass Ihre Einkaufsabteilung eine Politik verfolgt, nach der nur geeignete Arbeitsmittel unter Berücksichtigung von Schwingungsemission und Ihren betrieblichen Anforderungen beschafft werden.

Die Hersteller (und Importeure, Lieferanten und Werkzeugvermietungsfirmen) von kraftbetriebenen Werkzeugen sollten in der Lage sein, die für Sie am besten geeigneten und sichersten Werkzeuge auszusuchen. Die Hersteller sollten nützliche Hinweise und Tipps über die Schwingungen und die Auswahl des Werkzeugs sowie über das Management geben. Es ist ihre Pflicht, die Gefährdungen durch Schwingungen auf ein Mindestmaß zu reduzieren und Ihnen Informationen über das Management derjenigen Schwingungsrisiken an die Hand zu geben, die sie konstruktiv nicht beseitigen konnten.

Jeder, der kraftbetriebene Werkzeuge für einen Einsatz auf dem europäischen Markt in Verkehr bringt, muss die Anforderungen der Maschinenrichtlinie erfüllen (Richtlinie 98/37/EG), welche die folgenden Informationen verlangt:

- Schwingungsemission (laut Angaben in der Bedienungsanleitung)
- Erklärung zur Entstehung des Emissionswerts

Wenn gefordert, sollte der Inverkehrbringer auch technische Unterstützung gewähren, einschließlich Informationen zu folgenden Themen:

- Nennung sämtlicher Anwendungen des Arbeitsmittels, von denen vermutet wird, dass sie das Risiko von Schädigungen durch Hand-Arm-Schwingungen steigern können
- Angabe, wie das Arbeitsmittel sicher eingesetzt wird und welche Schulung erforderlich ist
- Empfehlung von Schulungsmaßnahmen (für Bediener, Instandhaltungspersonal etc.) zur Überwachung einer Hand-Arm-Schwingungsexposition
- Angabe, wie das Arbeitsmittel bei spezifischen Aufgaben eingesetzt wird
- Nennung der erforderlichen persönlichen Schutzausrüstung bei Betrieb des Arbeitsmittels
- Angaben zur Wartung des Werkzeuges

Die Maschinenrichtlinie verlangt von den Herstellern bzw. Inverkehrbringern der Maschinen, in der Bedienungsanleitung die folgenden Angaben zu machen:

*“Angaben über die Vibrationen, die von den von Hand gehaltenen und geführten Maschinen ausgehen:*

- *gewichteter Effektivwert der Beschleunigung, dem die oberen Körpergliedmaßen ausgesetzt sind, falls der nach den entsprechenden Prüfverfahren ermittelte Wert über  $2,5 \text{ m/s}^2$  liegt. Liegt die Beschleunigung nicht über  $2,5 \text{ m/s}^2$ , so ist dies anzugeben.”*

- Schwingungsdämpfenden Eigenschaften

Bei der Auswahl von Werkzeugen sollten Sie auch ergonomische Faktoren und Gefährdungen berücksichtigen, wie:

- Gewicht des Werkzeugs
- Griffgestaltung und der Griffkomfort
- Greifkräfte
- Bedienungsfreundlichkeit und Handhabung
- Kälte von Greifflächen oder von Abluft aus pneumatischen Werkzeugen
- Lärm und
- Staub

Hersteller oder Lieferanten erklären sich möglicherweise bereit, Musterwerkzeuge für Versuchszwecke zur Verfügung zu stellen. Nutzen Sie diese Gelegenheit und hören Sie sich die Meinung der Arbeitnehmer zu den praktischen Versuchen an. Die Leistungsfähigkeit des Werkzeuges ist wichtig: ein Werkzeug, das für die Erledigung der Aufgabe sehr lange benötigt, wird sich keiner großer Beliebtheit erfreuen und könnte zu einer höheren Schwingungsbelastung führen als ein leistungsstarkes Werkzeug mit einer größeren Schwingungsgröße. Allerdings können Werkzeuge, die für die Aufgabe zu leistungsstark sind, zu einer unnötig hohen Schwingungsexposition führen.

### 3.3.4 Gestaltung des Arbeitsplatzes

#### ***Einspannvorrichtungen und Antivibrationsgriffe***

Einspannvorrichtungen und ähnliche Hilfsmittel mit vibrationsdämpfenden Befestigungen können dazu beitragen, dass vibrierende Oberflächen nicht mehr gehalten werden müssen.

Antivibrationsgriffe können Schwingungen verringern, doch die falsche Auswahl dieser Art von Griffen kann in der Praxis die auf die Hand übertragenen Schwingungen erhöhen; verwenden Sie aus diesem Grund bitte nur Griffe, denen der Werkzeughersteller zugestimmt hat.

#### ***Elastische Materialien***

Versieht man vibrierende Griffe mit einem Überzug aus Gummi oder anderen elastischen Materialien erhöht dies möglicherweise den Komfort, aber es wird kaum zu einer signifikanten Verringerung der an der errechneten Belastung hauptsächlich beteiligten Schwingungsfrequenzen beitragen. Wenn elastische Materialien nicht sorgfältig ausgesucht werden, können sie die Schwingungen bei bestimmten Frequenzen verstärken und somit die Schwingungsexposition erhöhen.

#### ***Greif- und Andruckkräfte***

Verringert man die Greif- bzw. Andruckkräfte, die von der Hand ausgeübt werden, verringern sich auch die in den Hand-Arm-System-Bereich des Nutzers eintretenden Schwingungen. Diese Kräfte werden möglicherweise für das Halten des Werkzeugs oder des Werkstücks, für das Steuern und Führen der Maschine oder zur Erreichung hoher Arbeitsleistungen benötigt. Aufgrund eines falsch ausgewählten Arbeitsmittels, unangemessener Wartung, unzureichender Schulung oder eines schlecht gestalteten

Arbeitsplatzes können die tatsächlich aufgebrauchten Kräfte jedoch größer als für die wirksame Arbeit erforderlich sein.

Hier einige Methoden zur Verringerung der Greif- und Andruckkräfte:

- Wenn schwere Werkstücke von Hand an Standschleifmaschinen geschliffen werden, bedeutet ein Stützen des Werkstücks, dass der Arbeitnehmer es lediglich auf der Scheibe führen und nicht das gesamte Gewicht tragen muss.
- Zugentlastungen (auch Gewichtsausgleicher genannt) und Positionierer können eingesetzt werden, um vibrierende Werkzeuge wie schwere Bohrgeräte, Schleifmaschinen, Drehschrauber, Nagelpistolen (in einigen Fällen) und pneumatische Meißel zu stützen. Auf diese Weise wird der Bediener entlastet, denn er muss das Werkzeuggewicht nicht tragen.
- Änderungen an Beschaffenheit und Material der Greiffläche ermöglichen dem Bediener, beim Halten und Steuern des Werkzeugs geringere Greifkraft einzusetzen.
- Einsatz von Techniken wie der Fälltechnik des „Bankverfahrens“ in der Forstwirtschaft, wo die Kettensäge während des Abastens den Stamm entlang gleitet und das Gesamtgewicht der Säge nicht die gesamte Zeit über gehalten werden muss.

### 3.3.5 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 Hand-Arm-Schwingungen
- Sichere Arbeitsweisen, die die Hand-Arm-Schwingungsexposition gegenüber mechanischen Schwingungen minimieren
- Gründe, warum Anzeichen von Beschwerden und Schädigungen gemeldet werden müssen und Angabe wie die Meldung erfolgen soll
- Gründe, warum Maschinen mit Wartungsbedarf gemeldet werden müssen und Angabe wie die Meldung erfolgen soll
- Angabe des Zeitpunkts und wie eingesetzte Werkzeuge oder Verbrauchsmaterialien aus dem Verkehr gezogen werden, die zu einer übermäßigen Schwingungsbelastung beitragen
- Umstände, wann Arbeitnehmer Anspruch auf Gesundheitsüberwachung haben.

Sie verlassen sich darauf, dass die Bediener von vibrierenden Werkzeugen und Verfahren für die Wirksamkeit Ihrer Schutzmaßnahmen sorgen. Im Hinblick auf die Umsetzung der Schutzmaßnahmen sollten Sie sich mit den Arbeitnehmern und deren Vertretern abstimmen. Arbeitnehmer sind zur Zusammenarbeit verpflichtet, wenn Sie Maßnahmen ergreifen, um die Anforderungen der europäischen Arbeitsschutzrichtlinien zu erfüllen.

Arbeitnehmer sollten mit Arbeitstechniken vertraut gemacht werden, die es ihnen zum Beispiel ermöglichen, übermäßige Kräfte beim Greifen, Andrücken und Führen zu

vermeiden und die Werkzeuge sicher und mit optimaler Leistung zu bedienen. Im Rahmen einer Schulung müssen sie ferner ebenfalls lernen zu erkennen, wann eine Maschine gewartet werden muss.

Bei einigen Werkzeugen ist es wichtig, dass sich die Hände des Bedieners zur Vermeidung einer erhöhten Schwingungsbelastung in der richtigen Position befinden. Viele vibrationsreduzierten Werkzeuge, wie Abbruchgeräte mit gefederten Griffen, produzieren hohe Schwingungsemissionen, wenn der Bediener das Werkzeug während des Bedienvorgangs zu stark nach unten drückt (auch Aufbruchhämmer produzieren eine hohe Schwingungsemission, wenn das Werkzeug im Betrieb nach oben gezogen wird, um beispielsweise den Meißel aus einem Loch zu entfernen).

Der Hersteller sollte Sie über sämtlichen Schulungsbedarf informieren und eventuell Bedienerschulungen anbieten. Arbeitnehmer können auch aufgefordert werden, das Werkzeug so lange wie möglich auf dem bearbeiteten Material aufliegen zu lassen (oder bei handgehaltenen Werkstücken auf vorhandenen Auflageflächen) und es mit einem nicht zu festen aber sicheren Griff zu halten.

Schulung und Überwachung sind erforderlich, um sicherzustellen, dass sich die Arbeitnehmer aktiv vor der Entwicklung einer vibrationsinduzierten Erkrankung schützen. Arbeitnehmer sollten ermutigt werden, jedes Symptom, das in Verbindung mit Schwingungen oder dem Einsatz von kraftbetriebenen Werkzeugen etc. stehen kann, zu melden. Wenn sie an einem Programm zur Gesundheitsüberwachung teilnehmen, ist dies eine regelmäßige Gelegenheit für persönliche Gespräche unter vier Augen zum Thema der Schwingungsgefährdung und der Verringerung des Risikos von Schädigungen.

Ferner sollten Arbeitnehmer über die gesundheitlichen Auswirkungen ihrer Tätigkeiten außerhalb der Arbeit informiert werden. Sie sollten ermuntert werden, das Rauchen aufzugeben oder zu reduzieren, denn Rauchen kann den Blutkreislauf beeinträchtigen. Arbeitnehmern sollte bewusst sein, dass der Einsatz von kraftbetriebenen Werkzeugen beim Heimwerken oder Tätigkeiten wie Motorradfahren zur täglichen Schwingungsexposition hinzukommen und somit das Risiko einer Schädigung durch Hand-Arm-Schwingungen erhöhen.

### 3.3.6 Arbeitspläne

Zur Überwachung der Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen mag es erforderlich sein, dass Sie die Zeit, während der Arbeitnehmer Schwingungen aus Werkzeugen oder Prozessen ausgesetzt sind, begrenzen. Es wird empfohlen, dass Sie Ihre Arbeit dergestalt planen, dass eine Exposition der Arbeitnehmer gegenüber lang andauernden und wiederkehrenden Schwingungen vermieden wird.

Stellen Sie sicher, dass die neuen Arbeitsmuster angemessen überwacht werden, damit verhindert wird, dass Arbeitnehmer in alte Arbeitsmuster zurückfallen. Bei einer ergebnisorientierten Vergütung von Arbeitnehmern sollten die Systeme so gestaltet sein, dass intensives Arbeiten mit wenigen Expositionsunterbrechungen durch einzelne Arbeitnehmer vermieden wird.

### 3.3.7 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 zusammenzuarbeiten. Dies kann beispielsweise bedeuten, dass ein Unternehmen für den Kauf oder das Anmieten von vibrationsreduzierten Maschinen zuständig ist und diese Maschinen von mehreren Bauunternehmen auf einer Baustelle gemeinsam genutzt werden.

### 3.3.8 Kleidung und persönlicher Schutz

Persönliche Schutzeinrichtungen sind das letzte Mittel, das als Schutz gegen Gefährdungen am Arbeitsplatz eingesetzt wird, und sollte nur dann als langfristige Schutzmaßnahme in Erwägung gezogen werden, wenn alle anderen Möglichkeiten ausgeschöpft worden sind.

#### ***Schutz vor Schwingungen***

Handschuhe, die als Antivibrations-Schutzhandschuhe verkauft werden, müssen mit dem CE-Kennzeichen versehen sein. Dies bedeutet, dass sie getestet wurden und die Anforderungen der EN ISO 10819:1997 erfüllen. Da diese Norm allerdings keine ausführlichen Leistungsdaten zu Handschuhen angibt, müssen Sie die Schutzeigenschaft der Antivibrations-Schutzhandschuhe gemäß der Richtlinie für persönliche Schutzausrüstungen am Arbeitsplatz aus dem Jahre 1992 separat beurteilen.

Bei Frequenzen unterhalb von 150Hz (9000 U/Min.) bieten Antivibrations-Schutzhandschuhe keine signifikante Risikoverringerung. Für die meisten kraftbetriebenen Handwerkzeuge bedeutet dies, dass die Reduzierung der frequenzbewerteten Schwingstärke durch Antivibrations-Schutzhandschuhe vernachlässigt werden kann. Bei Werkzeugen, die mit hohen Drehzahlen arbeiten (oder Schwingungen in hohen Frequenzen produzieren) und mit einem nicht zu festem Griff gehalten werden, kann mit Antivibrations-Schutzhandschuhen eventuell eine gewisse Verringerung der Schwingungsgefährdung erzielt werden. Da sich diese Risikoverringerung jedoch nicht einfach quantifizieren lässt, sollte man sich als Schutz vor Hand-Arm-Schwingungen nicht auf Handschuhe verlassen.

#### ***Schutz vor Kälte***

Eine niedrige Körpertemperatur erhöht das Risiko von kalten und steifen Fingern aufgrund geringerer Durchblutung. Bei kalter Witterung sollten Sie daher nach Möglichkeit Arbeiten im Freien vermeiden. Für Arbeiten im Freien gibt es Maschinen, wie Kettensägen, mit heizbaren Griffen für warme Hände.

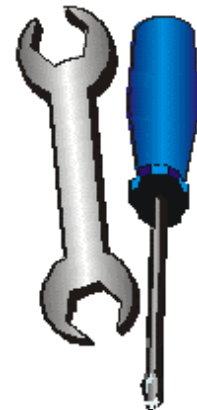
Die Temperatur an einem im Innenbereich liegenden Arbeitsplatz sollte so angenehm sein, dass keine Spezialkleidung erforderlich ist. Die Temperatur sollte in der Regel bei mindestens 16°C liegen. Es sollten Maschinen vermieden werden, die die Hände frieren lassen, wie Maschinen mit Stahlgehäuse oder pneumatische Werkzeuge, deren Abluft über die Hände des Bedieners streicht.

Wenn aufgrund von Kälte eine erhöhte Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen vorliegt, sollten Sie für warme Kleidung und Handschuhe sorgen. Handschuhe und weitere Kleidungsstücke sollten auf ihren Sitz und ihre Wirksamkeit, den Körper und die Hände in der Arbeitsumgebung warm und trocken zu halten, geprüft werden.

### 3.3.9 Instandhaltung

Eine regelmäßige Wartung von kraftbetriebenen Werkzeugen und anderen Arbeitsmitteln trägt dazu bei, die Schwingungsgröße auf einem notwendigen Mindestmaß zu halten; daher beachten Sie bitte Folgendes:

- Sorgen Sie dafür, dass Ihre Schneidwerkzeuge stets scharf sind.
- Wählen Sie die Schleifscheiben nach Angabe der Herstellerempfehlung aus.
- Schmieren Sie sämtliche beweglichen Teile nach Herstellerempfehlung.
- Ersetzen Sie abgenutzte Teile.
- Prüfen Sie, ob eine Unwucht vorliegt und führen Sie notwendige Korrekturen durch.
- Ersetzen Sie vibrationsdämpfende Befestigungen und gefederte Griffe, bevor sie in ihrer Wirkung nachlassen (prüfen Sie die Gummibefestigungen auf Verschleißerscheinungen wie Risse, Schwellungen, weiche oder harte Stellen).
- Überprüfen Sie Schwingungsdämpfer, Lager und Getriebe und tauschen Sie defekte Teile aus.
- Schärfen Sie die Zähne der Kettensäge und sorgen Sie für die richtige Kettenspannung.
- Stellen Sie die Motoren optimal ein.



### 3.4 Überwachung und erneute Beurteilung

*Das Management der Schwingungsexposition 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 werden und wann die Gefährdungsbeurteilung wiederholt werden muss.*

#### 3.4.1 Woher weiß ich, dass meine Kontrollen der Hand-Arm-Schwingungen funktionieren?

In regelmäßigen Abständen müssen Sie die Schutzmaßnahmen gegen Hand-Arm-Schwingungen überprüfen, um sicherzustellen, dass diese immer noch wirksam und angemessen sind. Sie sollten:

- regelmäßig prüfen, dass Vorgesetzte und Arbeitnehmer immer noch das von Ihnen eingeführte Kontrollprogramm durchführen,
- regelmäßig Gespräche mit Vorgesetzten, Aufsichtspersonal, Beschäftigten, Sicherheitsverantwortlichen und Arbeitnehmersvertretern darüber führen, ob es bei Arbeitsmitteln oder bei der Art des Einsatzes dieser Arbeitsmittel Probleme mit Schwingungen gibt,
- die Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung prüfen und mit dem arbeitsmedizinischen Dienstleister 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 Schwingungsexposition beeinflussen kann, müssen Sie die Gefährdungsbeurteilung und die Art der Schutzmaßnahmen erneuern. Zu den möglichen Änderungen zählen:

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

Wenn es den Nachweis (z.B. aus der Gesundheitsüberwachung) gibt, dass Ihre bestehenden Kontrollen nicht wirkungsvoll sind, müssen Sie die Gefährdungen ebenfalls neu bewerten.

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, dass sich die Schwingungsstärken geändert haben.

Eine vollständige Neubeurteilung wird ggf. bei der Einführung neuer Maschinen oder Prozesse erforderlich.

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 reduzieren.



## 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 Schädigungen durch Hand-Arm-Schwingungen.*

## 4.1 Wann ist eine Gesundheitsüberwachung erforderlich?

Mitgliedstaaten sollten Vorschriften erlassen, die für eine angemessene Gesundheitsüberwachung von Arbeitnehmern sorgen, bei denen die Gefährdungsbeurteilung der Hand-Arm-Schwingungen auf ein gesundheitliches Risiko hinweist. Die Bereitstellung von 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 und wo
- 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?

Wenn eine Gesundheitsüberwachung ergibt, 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 ihre 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 Hand-Arm-Schwingungen
- überprüfen Sie die Maßnahmen zur Beseitigung oder Verringerung der Gefährdung durch Hand-Arm-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 Hand-Arm-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 laut Definition in der Richtlinie 2002/44/EG

Artikel RL	Wer?	Wann?	Welche Anforderung?
Artikel 4	Arbeitgeber	Mögliche Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen	Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Befähigte Person bewertet die Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen</li> <li>▪ Gefährdungsbeurteilung muss vorliegen</li> <li>▪ Ermittlung von Maßnahmen für die Schwingungsexpositionsüberwachung und die Unterrichtung und Schulung der Arbeitnehmer</li> <li>▪ Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu aktualisieren</li> </ul>
Artikel 5	Arbeitgeber	Gefährdung durch Schwingungen	Vermeidung oder Verringerung der Schwingungsexposition: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ergreifen von allgemeinen Vorkehrungen zur Beseitigung der Schwingungsexposition 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 Schwingungsexposition gegenüber Hand-Arm-Schwingungen und ihren Risiken</li> </ul>
		Exposition oberhalb des <b>Expositions-grenzwertes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unverzügliches Ergreifen von Maßnahmen zur Vermeidung einer Schwingungsexposition 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	Mögliche Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen	Unterrichtung und Unterweisung der Arbeitnehmer: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mögliche Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen</li> </ul>
Artikel 7	Arbeitgeber	Mögliche Gefährdung durch Hand-Arm-Schwingungen	Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausgewogene und rechtzeitige Anhörung von Arbeitnehmern und ihren Vertretern zu Fragen der Gefährdungsbeurteilung, Schutzmaßnahmen, Gesundheitsüberwachung und Schulung.</li> </ul>
Artikel 8	Arzt oder entsprechend qualifizierte Person	Bei festgestellter Gesundheitsstörung	Gesundheitsüberwachung: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arbeitnehmer wird über die Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung unterrichtet</li> <li>▪ Bereitstellung von Information und Beratung für Arbeitnehmer über eine Gesundheitsüberwachung, der er sich im Anschluss an die Schwingungsexposition unterziehen sollte.</li> <li>▪ Der Arbeitgeber wird über wichtige Erkenntnisse der Gesundheitsüberwachung unterrichtet</li> </ul>

<i>Artikel RL</i>	<i>Wer?</i>	<i>Wann?</i>	<i>Welche Anforderung?</i>
	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 nach vorn und hinten bewegt, [Abbildung B.1](#). Im Fall von Hand-Arm-Schwingungen vibriert der Griff einer Maschine oder die Oberfläche eines Werkstücks und diese schnelle Bewegung wird auf die Hand und den Arm übertragen.

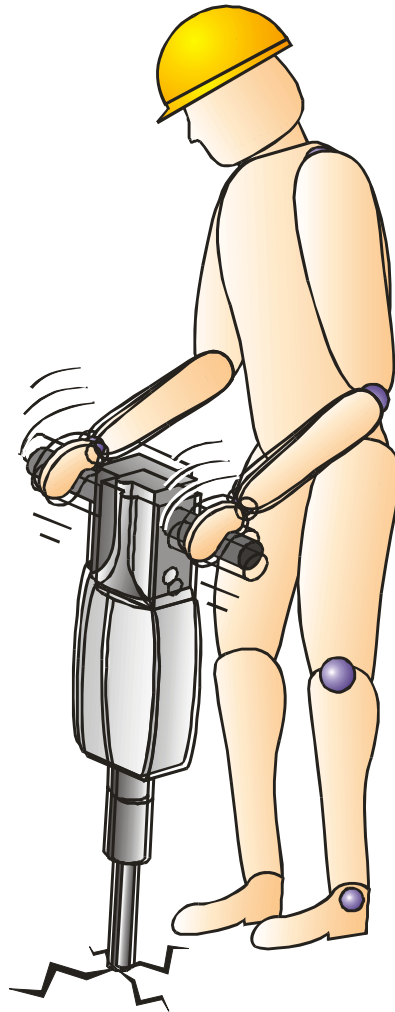


Abbildung B.1: Hand-Arm-Schwingungen

### 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 produzieren eine Ausgangsleistung, die in Verbindung zur Beschleunigung steht; so wird die Beschleunigung schon seit Langem verwendet, um Schwingungen zu beschreiben.

Um ein vollständiges Bild von den Schwingungen auf einer Fläche zu erhalten, müssen die Schwingungen in drei Richtungen gemessen werden, siehe [Abbildung B.2](#).

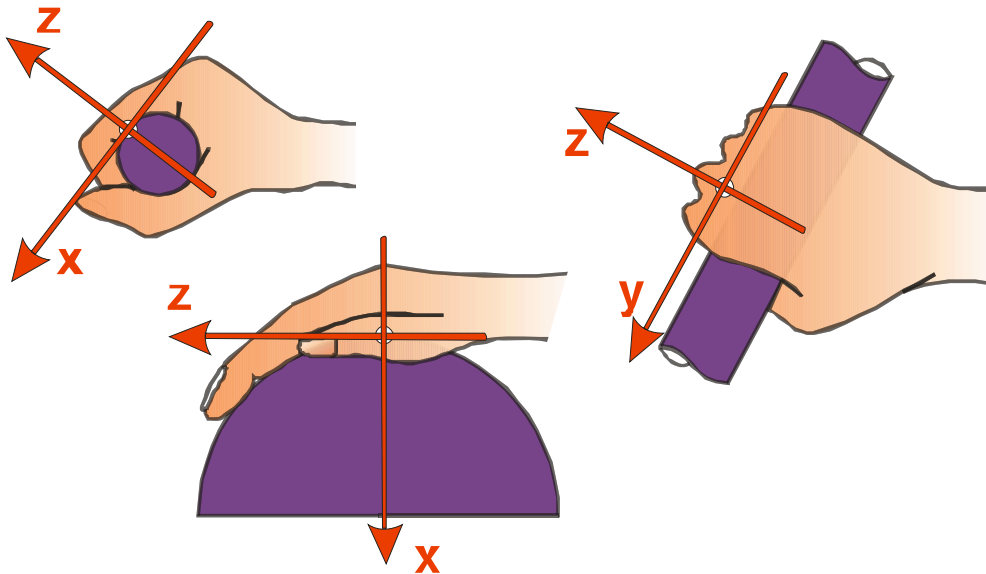


Abbildung B.2: Achsen für die Messung der Hand-Arm-Schwingungen

### 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). Bei Drehwerkzeugen wird die dominante Frequenz in der Regel durch die Geschwindigkeit, mit der sich das Werkzeug dreht, ermittelt (Anzahl von Umdrehungen pro Minute bzw. U/Min., geteilt durch 60 ergibt die Frequenz in Hz).

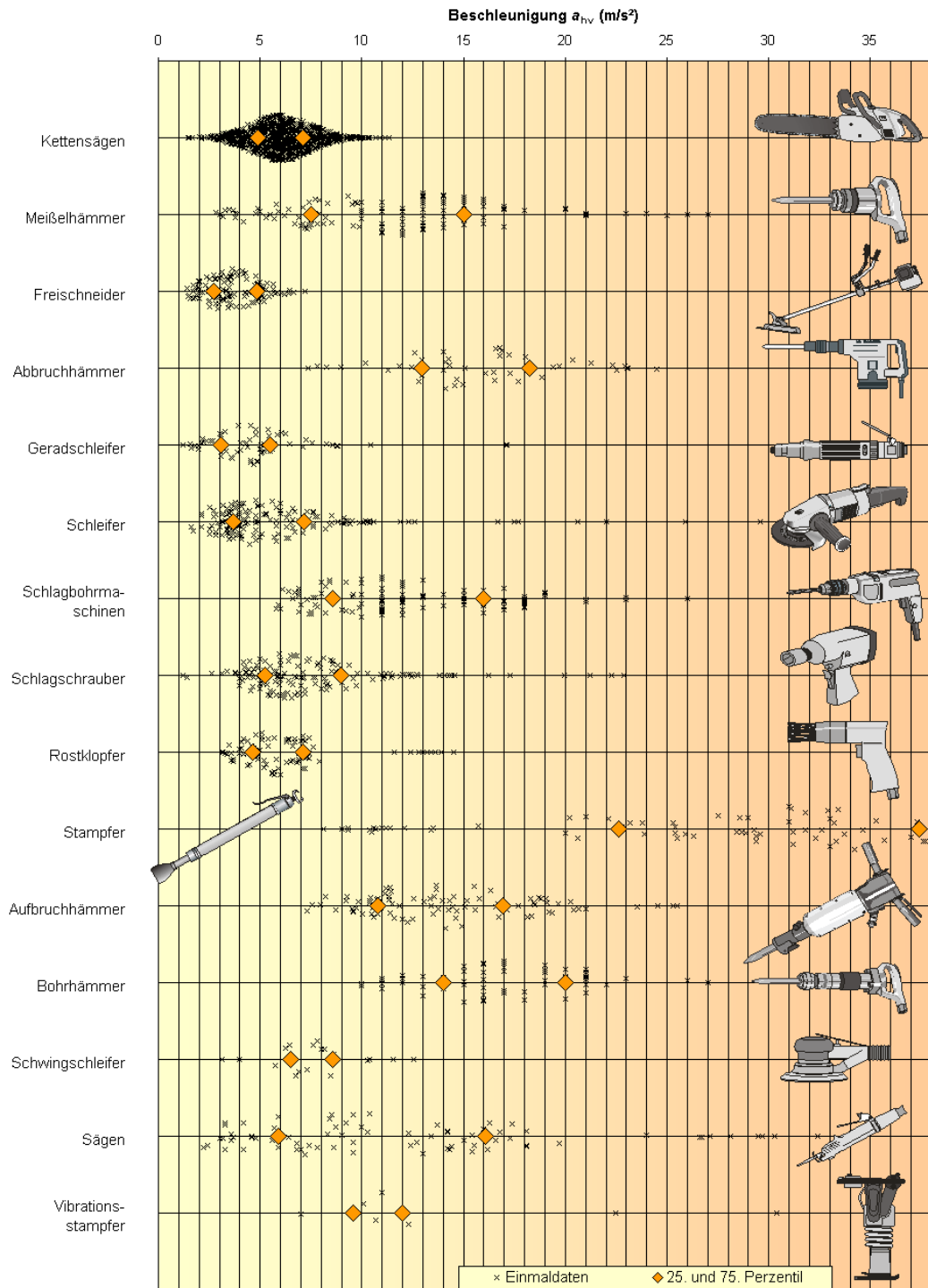
Die für die Hand-Arm-Schwingungen relevanten Frequenzen liegen in einem Bereich von 8 Hz bis 1.000 Hz. Da jedoch die Gefährdung einer Schädigung der Hand nicht bei allen Frequenzen gleich ist, verwendet man eine so genannte *Frequenzbewertung*, die die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung durch unterschiedliche Frequenzen darstellt. Im Ergebnis bedeutet dies, dass die bewertete Beschleunigung bei steigender Frequenz abnimmt. Bei Hand-Arm-Schwingungen wird für alle drei Achsen nur eine Frequenzbewertungskurve verwendet.

### B.4 Welche Schwingungsparameter werden für die Expositionsbeurteilung verwendet?

An jeder Schwingungsachse wird ein frequenzbewerteter durchschnittlicher Effektivwert der Beschleunigung gemessen. Dieser ist als  $a_{hw}$  gekennzeichnet. Der für die Beurteilung der Exposition verwendete Wert ist der *Schwingungsgesamtwert*, der die drei  $a_{hw}$  Werte für die Achsen x, y und z kombiniert:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hw x}^2 + a_{hw y}^2 + a_{hw z}^2}$$

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



**Abbildung B.3: Beispiele für Schwingungsgrößen von handelsüblichen Werkzeugen**

Die ausgewählten Daten basieren auf den am Arbeitsplatz vorgenommenen Schwingungsmessungen der Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  (siehe [Kapitel 2.3](#)) von HSL und INRS zwischen 1997 und 2005. Diese Daten dienen ausschließlich der Veranschaulichung und sind möglicherweise nicht unter allen Umständen repräsentativ für den Einsatz der Maschinen. Der 25. und 75. Perzentilpunkt zeigt die Schwingungsgröße an, denen 25% bzw. 75% der Beispiele entsprechen bzw. die sie unterschreiten.



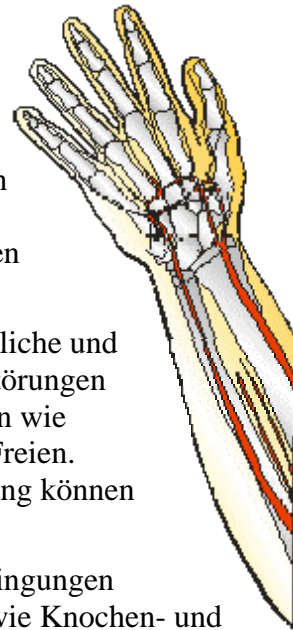
## B.5 Welche Geräte sollte ich einsetzen?

Die Ausrüstung zur Messung von Hand-Arm-Schwingungen sollte die Spezifikationen der EN ISO 8041:2005 für Geräte zur Messung von Hand-Arm-Schwingungen erfüllen. Es ist wichtig, dass Beschleunigungsmesser (Schwingungsaufnehmer) sorgfältig ausgewählt werden. Die Schwingungen an handgehaltenen und handgeführten Maschinen können sehr stark sein und ungeeignete Aufnehmer leicht überlasten. Für die Befestigung der Aufnehmer an den Maschinengriffen müssen starre, leichte und kompakte Befestigungssysteme verwendet werden. Weitere Informationen und Anleitungen über die Auswahl von Aufnehmern und Befestigungsmethoden entnehmen Sie der Norm EN ISO 5349-2:2001.

<b><i>Literaturhinweis</i></b>
EN ISO 5349-2:2001 Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz

## ANHANG C GESUNDHEITLICHE GEFÄHRDUNGEN, ANZEICHEN UND SYMPTOME

Arbeitnehmer, die regelmäßig einem Übermaß an Hand-Arm-Schwingungen ausgesetzt sind, leiden langfristig möglicherweise an Störungen in der Durchblutung der Finger und an neurologischen und motorischen Funktionsstörungen an den Händen und Armen. Der Begriff *Hand-Arm-Vibrations-Syndrom* wird üblicherweise zur Bezeichnung dieser komplexen Störungen verwendet. \*



Hand-Arm-Vibrations-Syndrome beeinflussen das gesellschaftliche und familiäre Leben. Regelmäßig wiederkehrende Durchblutungsstörungen treten nicht nur bei der Arbeit auf, sondern auch bei Tätigkeiten wie Autowaschen oder dem Besuch von Sportveranstaltungen im Freien. Alltägliche Aufgaben wie das Auf- und Zuknöpfen von Kleidung können schwer fallen.

In vielen europäischen Ländern gelten durch Hand-Arm-Schwingungen verursachte Gefäßstörungen, neurologische Dysfunktionen sowie Knochen- und Gelenksanomalien als anerkannte Berufskrankheit.

### C.1 Gefäßstörungen

Arbeitnehmer, die einer Hand-Arm-Schwingungsexposition ausgesetzt sind, beschweren sich möglicherweise über zeitweise weiße Finger, ein Phänomen, das in der Regel durch Kälte ausgelöst wird. Dieses Symptom liegt an der vorübergehenden Unterbrechung der Blutzirkulation in den Fingern.

Es gibt viele Begriffe, mit denen die vibrationsinduzierten Gefäßstörungen beschrieben werden:

- Abgestorbene oder weiße Finger
- Raynaud-Phänomen mit berufsbedingter Ursache
- Schwingungsinduzierte weiße Finger

Zu Beginn erfassen die Durchblutungsstörungen die Kuppen von einem oder mehreren Fingern, doch mit fortgesetzter Exposition gegenüber Schwingungen können die Finger bis zur Fingerwurzel weiß werden. Wenn das Blut zurück in die Finger strömt (in der Regel durch Wärme oder eine lokale Massage), werden die Finger rot und beginnen oft zu schmerzen. Im Winter treten diese Störungen häufiger auf als im Sommer. Je nach Stärke der Schwingungsimpulse kann die Dauer zwischen wenigen Minuten und mehr als einer Stunde liegen.

Bei fortgesetzter Exposition gegenüber Schwingungen werden diese Störungen häufiger und betreffen immer mehr Finger. Diese Attacken können das gesamte Jahr hindurch bei eher kleinen Temperaturabsenkungen auftreten. Viele betroffene Arbeitnehmer erleben dann einen vollständigen Verlust des Tastgefühls und der manuellen Beweglichkeit. Dies interferiert möglicherweise mit der ausgeübten Tätigkeit und verstärkt so das Risiko von akuten Verletzungen infolge eines Unfalls.

\* in Deutschland wird der Begriff nicht verwendet, man spricht von „vibrationsbedingten Erkrankungen“

In epidemiologischen Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass die Eigenschaften der Schwingungsbelastung und ihre Dauer, die Art des Werkzeugs und des Arbeitsprozesses, die Umweltbedingungen (Temperatur, Luftströmung, Feuchtigkeit, Lärm), einige biodynamische und ergonomische Faktoren (Greifkraft, Andruckkraft, Armposition) und verschiedenste persönliche Merkmale (persönliche Sensibilität, Krankheiten und Agenzien wie Rauchen und bestimmte Medikamente, die auf die Durchblutung in der Peripherie) wirken, die Wahrscheinlichkeit und Schwere der Weißfinger-Krankheit beeinflussen.

## **C.2 Neurologische Störungen**

Arbeitnehmer, die einer Exposition gegenüber Hand-Arm-Schwingungen ausgesetzt sind, spüren möglicherweise ein Gefühl des Kribbelns und der Taubheit in Fingern und Händen. Wenn die Schwingungsbelastung andauert, werden diese Symptome in der Regel schlimmer und interferieren möglicherweise mit der Arbeitsfähigkeit und den Freizeitaktivitäten. Arbeitnehmer mit Schwingungsbelastung haben möglicherweise eine Einschränkung in der normalen Wahrnehmung von Temperaturen und beim Tastsinn und leiden an einer eingeschränkten manuellen Beweglichkeit.

## **C.3 Karpaltunnelsyndrom**

Epidemiologische Untersuchungen von Arbeitnehmern haben darüber hinaus gezeigt, dass der Einsatz von vibrierenden Werkzeugen in Verbindung mit repetitiven Bewegungen, kraftvollem Griff und unbequemen Körperhaltungen das Risiko eines Karpaltunnelsyndroms möglicherweise erhöht.

## **C.4 Störungen im Muskel-Skelett-System**

Arbeitnehmer mit einer langen Schwingungsbelastung klagen möglicherweise über Muskelschwäche, Schmerzen in den Händen und Armen und verringerte Muskelkraft. Diese Störungen hängen vermutlich mit ergonomischen Belastungsfaktoren durch schwere manuelle Arbeit zusammen.

Übermäßiges Auftreten von Osteoarthrose an Handgelenken und Ellbogen sowie von Verhärtungen des weichen Gewebes (Verknöcherungen) an den Sehnenansätzen, vorwiegend an den Ellbogen, wurde bei Bergarbeitern, Straßenbauarbeiten sowie Bedienern von Schlagwerkzeugen in der Metallverarbeitung festgestellt.

Bei vibrationsbelasteten Arbeitnehmern wurde über weitere arbeitsbezogene Störungen berichtet. Hierzu gehören die Entzündung von Sehnen (Tendinitis) und Sehnencheiden in den oberen Gliedmaßen sowie die Dupuytren'sche Kontraktur, eine krankhafte Veränderung des Fasziengewebes der Handinnenfläche.

## 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/havcalculator.lasso>.

<http://www.hvbg.de/d/bia/prasoftwa/kennwertrechner/index.html>

### D.2 Grafische Darstellung der Tagesexposition

Die Grafik in [Abbildung D.1](#) zeigt eine einfache alternative Methode, Tagesschwingungsexpositionen oder Teilschwingungsexpositionen nachzulesen, ohne dass hierfür ein Taschenrechner erforderlich wäre.

Schauen Sie sich in der Grafik lediglich die Linie A(8) in dem Punkt bzw. etwas darüber an, wo sich Ihr Wert für die Schwinggröße und die Linien für die Expositionszeit treffen.

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 Hand-Arm-Schwingungen bestehen; in manchen Fällen, insbesondere nach vielen Jahren der Exposition, kann eine Exposition innerhalb des grünen Bereichs bei manchen 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. Führen Sie für jedes Werkzeug bzw. für jeden Prozess die folgenden Schritte aus:

1. Ziehen Sie von einem Punkt auf der linken Skala (stellt die Schwinggröße dar) bis zu einem Punkt auf der rechten Skala (stellt die Expositionszeit dar) eine Linie.
2. Lesen Sie die Teil-Expositionswerte an der Stelle ab, wo die Linien die mittlere Skala kreuzen.
3. Bilden Sie das Quadrat von jedem Teil-Expositionswert.
4. Addieren Sie die Quadratwerte.
5. Ziehen Sie die Quadratwurzel aus dem Ergebnis und Sie erhalten den täglichen Gesamtwert der Exposition A(8) (Tages-Schwingungsbelastung).

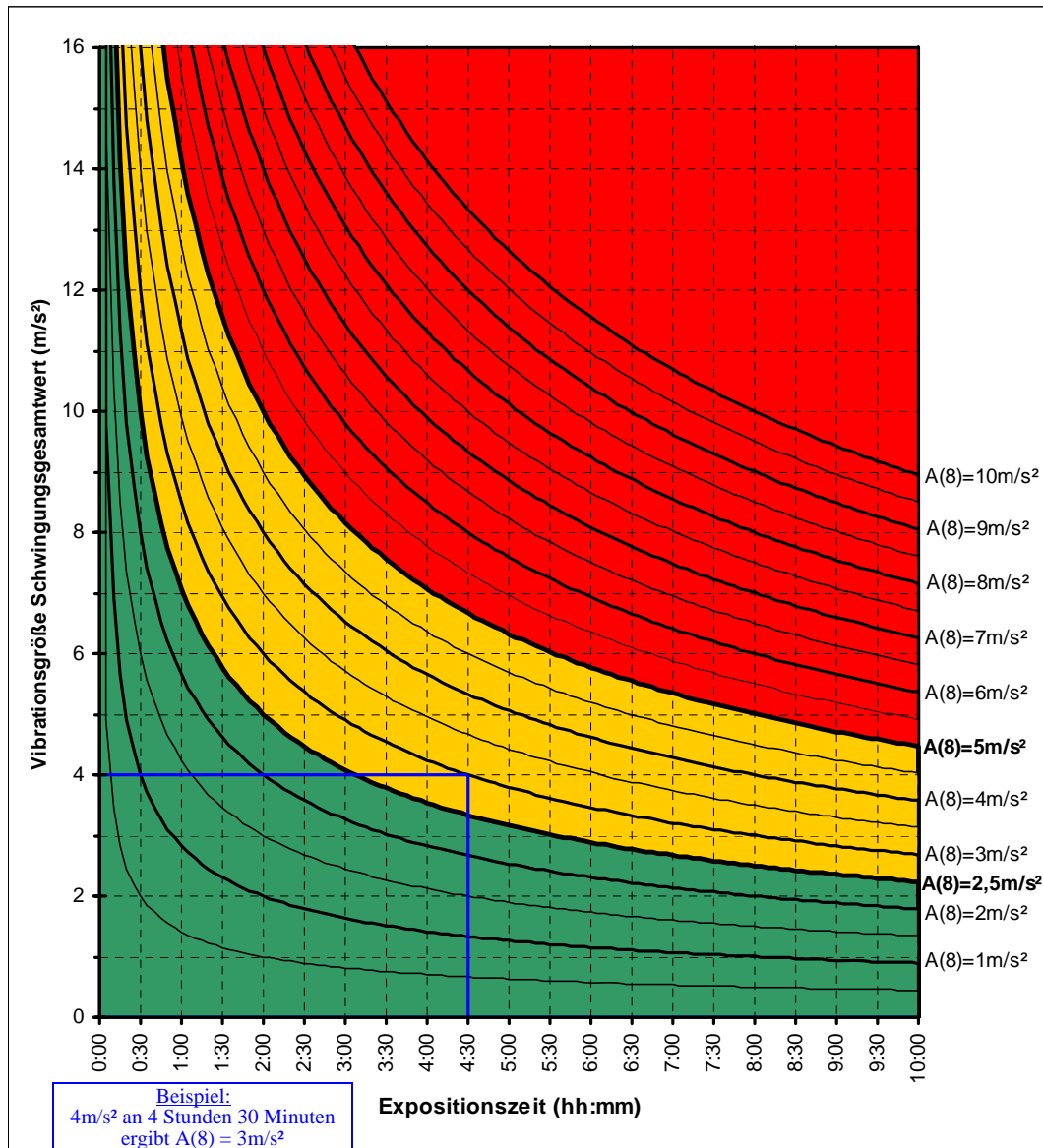


Abbildung D.1: Grafische Darstellung der Tagesexposition

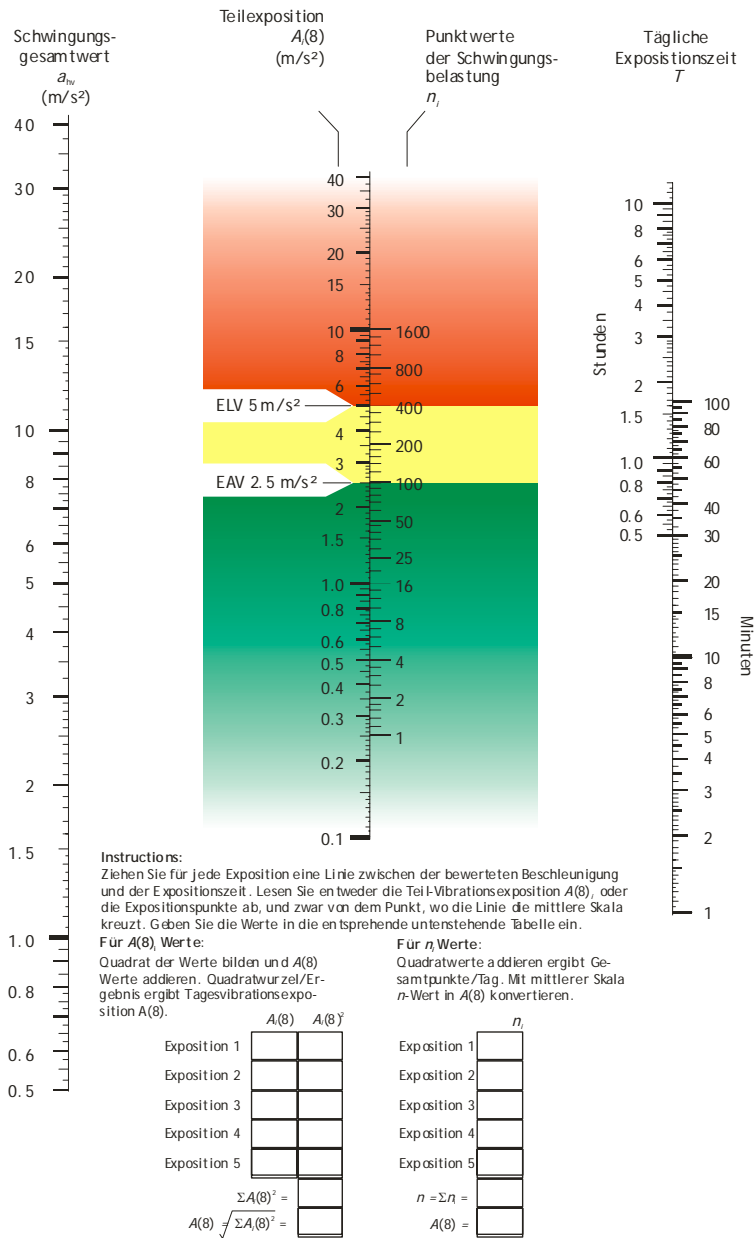


Abbildung D.2 Nomogramm der Exposition gegenüber Hand-Arm-Schwingungen

### D.4 System der Expositionspunkte

Das Management der Hand-Arm-Schwingungsexposition lässt sich durch die Verwendung eines Systems mit Expositionspunkten vereinfachen. Für jedes Werkzeug bzw. jeden Prozess lässt sich die Anzahl der in einer Stunde gesammelten Expositionspunkte ( $P_{E,1h}$  in Punkten je Stunde) über die Schwingungsgröße  $a_{hv}$  in  $m/s^2$  ermitteln:

$$P_{E,1h} = 2a_{hv}^2$$

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 (2,5 m/s<sup>2</sup>) = 100 Punkte
- Expositionsgrenzwert (5 m/s<sup>2</sup>) = 400 Punkte

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

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

Hierin ist  $a_{hv}$  die Schwingungsgröße in m/s<sup>2</sup>,  $T$  die Expositionszeit in Stunden

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

Die Tagesschwingungsexposition  $A(8)$  lässt sich aus dem Expositionspunkt errechnen:

$$A(8) = 2,5 \sqrt{\frac{P_E}{100}}$$

## Expositionspunkte (gerundet)

Beschleunigung (m/s <sup>2</sup> ) (Schwingungsgesamtwert)	20	67	200	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400	8000
	19,5	63	190	380	760	1500	2300	3050	3800	4550	6100	7600
	19	60	180	360	720	1450	2150	2900	3600	4350	5800	7200
	18,5	57	170	340	685	1350	2050	2750	3400	4100	5500	6850
	18	54	160	325	650	1300	1950	2600	3250	3900	5200	6500
	17,5	51	155	305	615	1250	1850	2450	3050	3700	4900	6150
	17	48	145	290	580	1150	1750	2300	2900	3450	4600	5800
	16,5	45	135	270	545	1100	1650	2200	2700	3250	4350	5450
	16	43	130	255	510	1000	1550	2050	2550	3050	4100	5100
	15,5	40	120	240	480	960	1450	1900	2400	2900	3850	4800
	15	38	115	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600	4500
	14,5	35	105	210	420	840	1250	1700	2100	2500	3350	4200
	14	33	98	195	390	785	1200	1550	1950	2350	3150	3900
	13,5	30	91	180	365	730	1100	1450	1800	2200	2900	3650
	13	28	85	170	340	675	1000	1350	1700	2050	2700	3400
	12,5	26	78	155	315	625	940	1250	1550	1900	2500	3150
	12	24	72	145	290	575	865	1150	1450	1750	2300	2900
	11,5	22	66	130	265	530	795	1050	1300	1600	2100	2650
	11	20	61	120	240	485	725	970	1200	1450	1950	2400
	10,5	18	55	110	220	440	660	880	1100	1300	1750	2200
10	17	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000	
9,5	15	45	90	180	360	540	720	905	1100	1450	1800	
9	14	41	81	160	325	485	650	810	970	1300	1600	
8,5	12	36	72	145	290	435	580	725	865	1150	1450	
8	11	32	64	130	255	385	510	640	770	1000	1300	
7,5	9	28	56	115	225	340	450	565	675	900	1150	
7	8	25	49	98	195	295	390	490	590	785	980	
6,5	7	21	42	85	170	255	340	425	505	675	845	
6	6	18	36	72	145	215	290	360	430	575	720	
5,5	5	15	30	61	120	180	240	305	365	485	605	
5	4	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500	
4,5	3	10	20	41	81	120	160	205	245	325	405	
4	3	8	16	32	64	96	130	160	190	255	320	
3,5	2	6	12	25	49	74	98	125	145	195	245	
3	2	5	9	18	36	54	72	90	110	145	180	
2,5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125	
	5m	15m	30m	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	
Tägliche Expositionszeit												

Abbildung D.3: Tabelle der Expositionspunkte (gerundete Werte)



## D.5 Das Ampelsystem

Gemeinsam mit Herstellern und Lieferanten von Maschinen haben einige Arbeitgeber ein Ampelsystem mit den Farben rot, gelb, grün entwickelt, in dem jedes Werkzeug deutlich mit einem Farbcode für die Hand-Arm-Schwingung je nach erwarteter Schwingungsgröße der Maschine im Betrieb gekennzeichnet ist. Ein Beispiel für dieses Farbsystem finden Sie in [Tabelle D.1](#)

Arbeitnehmer werden mit den Farbcodes vertraut gemacht und können dann auf einen Blick ihre vibrierenden Werkzeuge auswählen, wobei sie genau wissen, wie lange sie dieses Werkzeug verwenden können.

*Tabelle D.1 Beispiel für die Farbcodierung im Ampelsystem*

Farbcode	Zeit bis zur Erreichung des Auslösewertes $2,5\text{m/s}^2$	Zeit bis zur Erreichung des Grenzwertes $5\text{m/s}^2$
rot	Weniger als $\frac{1}{2}$ Stunde	Weniger als zwei Stunden
gelb	Zwischen $\frac{1}{2}$ Stunde und zwei Stunden	Zwischen zwei und acht Stunden
grün	Mehr als zwei Stunden	Mehr als acht Stunden

Der Erfolg des Ampelsystems hängt von der Qualität der Daten ab, die eingesetzt werden, um die Einstufung der Maschinen in Farbcodes zu ermitteln. Das Ampelsystem kann auf Messungen bzw. den Herstellerangaben zur Schwingungsemission beruhen. Wenn der Schwingungsemissionswert verwendet wird, sollte er mit einem Faktor zwischen 1 und 2 multipliziert werden, um Unsicherheiten in den Ergebnissen aus den standardisierten Emissionsmessverfahren (siehe [Kapitel 2.3.1](#)) Rechnung zu tragen.

Der Einsatz einer „grünen“ Maschine zeigt, dass die Exposition wahrscheinlich unter dem Auslösewert bzw. dem Grenzwert liegen wird. Diese Exposition darf nicht als „sicher“ gelten.

Hier müssen weitere organisatorische Maßnahmen ergriffen werden, um sicher zu stellen, dass die Arbeitnehmer in Schulungen lernen, das System zu verstehen und korrekt einzusetzen, dass die Systeme tatsächlich korrekt eingesetzt werden und dass gefährdete Arbeitnehmer keine Anzeichen eines „Hand-Arm-Syndroms“ entwickeln.

## ANHANG E AUSGEARBEITETE BEISPIELE

### E.1 Fälle, in denen nur eine Maschine eingesetzt wird

Die *Tages-Schwingungsexposition*  $A(8)$  für einen Arbeitnehmer, der einen Prozess ausführt oder ein Werkzeug bedient, lässt sich aus einer Schwingungsgröße und einer Expositionszeit mit Hilfe folgender Gleichung errechnen:

$$A(8) = a_{\text{hv}} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

Hierin sind  $a_{\text{hv}}$  die Schwingungsgröße (in  $\text{m/s}^2$ ),  $T$  die tägliche Dauer der Exposition gegenüber der Schwingungsgröße  $a_{\text{hv}}$  und  $T_0$  die Referenzdauer von acht Stunden. Wie bei der Schwingungsgröße ist die Einheit der täglichen Schwingungsexposition *Meter pro Sekunde im Quadrat* ( $\text{m/s}^2$ ).

#### Beispiel

Ein Forstarbeiter arbeitet insgesamt  $4 \frac{1}{2}$  Stunden/Tag mit einem Freischneider. Die Schwingungen am Freischneider im Betrieb liegen bei  $4 \text{m/s}^2$ . Die Tagesexposition  $A(8)$  beträgt:

$$A(8) = 4 \sqrt{\frac{4.5}{8}} = 3 \text{ m/s}^2$$

Die vorgenannte Tagesschwingungsexposition von  $3 \text{m/s}^2$  liegt oberhalb des Auslösewertes, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes.

### E.2 Fälle, in denen mehr als eine Maschine eingesetzt wird

Ist eine Person mehr als einer Schwingungsquelle ausgesetzt, wird eine *Teil-Schwingungsexposition* aus der Größe und der Dauer für jede Quelle errechnet.

Die tägliche Gesamtvibrationsexposition kann aus den Werten für die Teil-Schwingungsexposition errechnet werden, unter Verwendung von:

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 + \dots}$$

Hierin sind  $A_1(8)$ ,  $A_2(8)$ ,  $A_3(8)$  usw. die Werte für die Teilvibrationsexposition der unterschiedlichen Schwingungsquellen.

**Beispiel**

Ein Putzschleifer arbeitet an einem Arbeitstag mit drei Werkzeugen, und zwar mit:

1. einem Winkelschleifer:  $4\text{ m/s}^2$  während  $2\frac{1}{2}$  Stunden
2. einem Winkelfräse:  $3\text{ m/s}^2$  während 1 Stunde
3. einem Meißelhammer:  $20\text{ m/s}^2$  während 15 Minuten

Die Teil-Schwingungsexposition für die drei Aufgaben liegt jeweils bei:

$$1. \text{ Schleifer: } A_{Schl}(8) = 4 \sqrt{\frac{2,5}{8}} = 2,2 \text{ m/s}^2$$

$$2. \text{ Fräse: } A_{Frä}(8) = 3 \sqrt{\frac{1}{8}} = 1,1 \text{ m/s}^2$$

$$3. \text{ Hammer: } A_{Ham}(8) = 20 \sqrt{\frac{15}{8 \times 60}} = 3,5 \text{ m/s}^2$$

Die Tages-Schwingungsbelastung beträgt dann

$$\begin{aligned} A(8) &= \sqrt{A_{Schl}(8)^2 + A_{Frä}(8)^2 + A_{Ham}(8)^2} \\ &= \sqrt{2,2^2 + 1,1^2 + 3,5^2} \\ &= \sqrt{4,8 + 1,2 + 12,3} = \sqrt{18,3} = 4,3 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Die vorgenannte Tagesschwingungsexposition von  $4,3\text{ m/s}^2$  liegt oberhalb des Auslösewertes, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes.

### E.3 Tages-Schwingungsbelastung: 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  $\text{m/s}^2$  vor, gehen Sie wie folgt vor:

**Schritt 1:** Bestimmen Sie für jede Aufgabe bzw. jedes Werkzeug die Punktwerte unter Verwendung von [Abbildung D.3](#) zum Nachlesen der Expositionspunkte auf Basis des Beschleunigungswertes und der Expositionszeit.

**Schritt 2:** Ergänzen Sie die Punkte je Maschine, um die täglichen Gesamtpunkte zu erhalten.

**Schritt 3:** Der höchste der drei Achsenwerte ist die Tages-Schwingungsexposition in Punkten.

#### Beispiel

Ein Putzschleifer arbeitet an einem Arbeitstag mit drei Werkzeugen, und zwar mit

4. einem Winkelschleifer:  $4\text{m/s}^2$  während  $2\frac{1}{2}$  Stunden
5. einer Winkelfräse  $3\text{m/s}^2$  während 1 Stunde
6. einem Meißelhammer  $20\text{m/s}^2$  während 15 Minuten

**Schritt 1:** Die Expositionspunkte aus [Abbildung D.3](#) sind:

Winkelschleifer ( <i>2½ Stunden Einsatz</i> )	$4\text{m/s}^2$ 3* Stunden lang = 96 Punkte
Winkelfräse ( <i>1 Stunde Einsatz</i> )	$3\text{m/s}^2$ 1 Stunde lang = 18 Punkte
Meißelhammer ( <i>15 Minuten Einsatz</i> )	$20\text{m/s}^2$ 15 Minuten lang = 200 Punkte

\*  $2\frac{1}{2}$  Stunden sind in [Abbildung D.3](#) nicht abgebildet, daher wird der nächst höhere Wert von 3 Stunden verwendet.

**Schritt 2:** Die Expositionspunkte für die täglichen Schwingungen liegen für alle Werkzeuge bei:

$$96 + 18 + 200 = 298 \text{ Punkte}$$

**Schritt 3:** Die tägliche Schwingungsexposition beträgt 298 Punkte, d.h. oberhalb des Auslösewertes von 100 Punkten, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes von 400 Punkten.

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

**Schritt 4:** Ermitteln Sie für jede Maschine bzw. jeden Arbeitsvorgang die Werte "Punkte je Stunde", und zwar aus Herstellerangaben, sonstigen Quellen bzw. Messungen.

**Schritt 5:** Bestimmen Sie für jede Maschine bzw. Arbeitsvorgang die täglichen Punkte. Hierzu multiplizieren Sie die Anzahl von Punkten je Stunde mit der Anzahl an Einsatzstunden der Maschine.

**Schritt 6:** Die Summe der Punktwerte für die einzelnen Maschinen bzw. Arbeitsvorgänge ist die Tages-Schwingungsexposition in Punkten.

### **Beispiel**

Ein Putzschleifer arbeitet an einem Arbeitstag mit drei verschiedenen Werkzeugen, und zwar mit:

- 7. einem Winkelschleifer:  $4\text{m/s}^2$  während  $2\frac{1}{2}$  Stunden
- 8. einer Winkelfräse  $3\text{m/s}^2$  während 1 Stunde
- 9. einem Meißelhammer  $20\text{m/s}^2$  während 15 Minuten

**Schritt 4:** Die Werte "Punkte je Stunde" für die Maschinen betragen:

Winkelschleifer	Winkelfräse	Meißelhammer
32 Punkte	18 Punkte	800 Punkte

**Schritt 5:** Die Expositionspunkte sind somit:

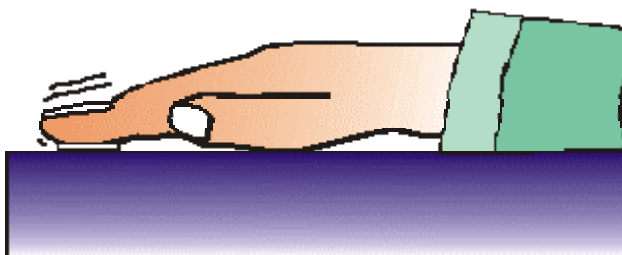
Winkelschleifer ( $2\frac{1}{2}$ Stunden Einsatz)	Winkelfräse (1 Stunde Einsatz)	Meißelhammer (15 Minuten Einsatz)
$32 \times 2,5 = 80$	$18 \times 1 = 18$	$800 \times 0,25 = 200$

**Schritt 6:** Die Punkte für die tägliche Schwingungsexposition alle Werkzeuge liegen bei:

**Schritt 7:**  $80 + 18 + 200 = 298$  Punkte

**Schritt 8:** Die tägliche Schwingungsexposition beträgt 298 Punkte, d.h. oberhalb des Auslösewertes von 100 Punkten, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes von 400 Punkten.

## ANHANG F      TECHNIKEN DER GESUNDHEITS-ÜBERWACHUNG



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

Fragebögen für die Gesundheitsüberwachung bei Hand-Arm-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)).

### F.1      Die Krankengeschichte

In der Krankengeschichte verdienen folgende Punkte besondere Aufmerksamkeit:

- Familienanamnese
- Soziales Umfeld, einschließlich Tabak- und Alkoholkonsum
- Beruflicher Werdegang, einschließlich früherer und aktueller Beschäftigungsverhältnisse mit Hand-Arm-Schwingungsexposition, frühere Arbeitsverhältnisse mit Exposition gegenüber neurotoxischen bzw. angiotoxischen Stoffen und sonstige Freizeitaktivitäten, bei denen vibrierende Werkzeuge oder Maschinen verwendet werden.
- Persönliche Anamnese

### F.2      Die körperliche Untersuchung

Eine körperliche Untersuchung sollte sich ausführlich den peripheren Gefäßen und dem neurologischen System sowie dem Muskel-Skelett-System widmen und von einem qualifizierten Arzt vorgenommen werden.

### F.3      Klinische Tests

Allgemein lässt sich sagen, dass klinische Tests keinen zuverlässigen Nachweis von Schädigungen durch Schwingungen erbringen. Dennoch können sie hilfreich sein, wenn man andere Symptomursachen ausschließen möchte, die denen des „Hand-Arm-Vibrations-Syndroms“ ähneln oder wenn man die Entwicklung einer Schädigung verfolgen möchte.

Zur Untersuchung des peripheren Gefäßsystems gehören der Lewis-Prusik Test, der Allen-Test sowie der Adson Test.

Tests des peripheren Nervensystems umfassen die Beurteilung der manuellen Geschicklichkeit (z.B. Erkennen und Aufnehmen von Münzen), den Roos-Test, den Phalen-Test und den Tinel-Zeichen-Test (bei Karpaltunnel-Syndrom).

#### **F.4 Gefäßuntersuchungen**

Die vaskuläre Begutachtung des „Hand-Arm-Vibrations-Syndroms“ beruht im Wesentlichen auf einem Kälteprovokations-Test: der Beurteilung von Veränderungen in der Fingerfarbe, dem Aufzeichnen der Erholungszeit der Fingerhauttemperatur sowie dem Messen des systolischen Blutdrucks an den Fingern. Andere nicht-invasive Diagnosetechniken wie die Doppler-Messung der Blutzirkulation und des Blutdrucks von Arm und Fingern können ebenfalls sinnvoll sein.

#### **F.5 Neurologische Untersuchungen**

Die neurologische Begutachtung des „Hand-Arm-Vibrations-Syndroms“ umfasst mehrere Tests:

- Schwellen der Vibrationsempfindung (Fühlschwelle)
- Taktile Empfindlichkeit (Fühlen von Lücken, Monofilamenten)
- Schwellen der Wärmeempfindung
- Geschwindigkeit der Nervenbahnen der oberen und unteren Extremitäten
- Elektromyographie
- Fingerspitzenfertigkeit (Stecktafel, „Purdue pegboard“).

#### **F.6 Untersuchungen der muskulären Kraft**

Die Bewertung der Muskelkraft an der Hand kann mit Hilfe eines Dynamometers erfolgen, der die Griffkraft misst sowie mit einem Druckmesser, der die Druckkraft misst.

#### **F.7 Radiologische Untersuchungen**

In den Ländern, in denen die vibrationsinduzierte Osteoarthropathie der oberen Extremitäten als Berufskrankheit anerkannt ist, werden in der Regel Röntgenaufnahmen der Schulter, Ellbogen, Handgelenke und Hände angefertigt, um die Knochen- und Gelenkstörungen radiologisch diagnostizieren zu können.

#### **F.8 Laboranalysen**

Um eine Schädigung durch Schwingungen von anderen vaskulären oder neurologischen Störungen unterscheiden zu können sind möglicherweise Blut- und Urinalysen erforderlich.

**Literaturhinweis:**

ISO 13091-1:2001 Mechanische Schwingungen –  
Schwingungswahrnehmungsschwelle zur Bewertung von  
Nervenfunktionsstörungen — Teil 1: Verfahren zur Messung an den  
Fingerkuppen

ISO 14835-1:2005 Mechanische Schwingungen und Stöße –  
Kälteprovokationstests zur Beurteilung der peripheren Gefäßfunktion – Teil 1:  
Messung und Bewertung der Hauttemperatur der Finger

ISO 14835-2:2005 Mechanische Schwingungen und Stöße –  
Kälteprovokationstests zur Beurteilung der peripheren Gefäßfunktion – Teil 2:  
Messung und Bewertung des systolischen Blutdrucks der Finger



## ANHANG G GLOSSAR

- Hand-Arm Schwingungen** Mechanische Schwingungen, die bei Übertragung auf den Hand-Arm-System-Bereich des Menschen Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer verursachen, insbesondere Gefäß-, Knochen- oder Gelenk-, neurologische oder muskuläre Störungen .
- Angegebene Schwingungsemission** Der Schwingungswert der Maschinenhersteller zur Angabe der Schwingungen, die voraussichtlich an ihren Maschinen auftreten. Der angegebene Schwingungskennwert sollte unter Verwendung eines standardisierten Prüfverfahrens ermittelt und in die Bedienungsanleitung der Maschine aufgenommen werden.
- Frequenzbewertung.....** Dies ist eine Korrektur, die bei den Messungen der Schwingungen (häufig ein Filter) verwendet wird, um die vermutete Frequenzabhängigkeit der Gefährdung einer Schädigung des Körpers zu berücksichtigen. Die  $W_h$  Bewertung (laut Definition in EN ISO 5349-1:2001) wird für die Hand-Arm-Schwingungen verwendet.
- Tages-Schwingungsexposition, A(8)** Der energieäquivalente Schwingungsgesamtwert eines Arbeitnehmers entsprechend einem Arbeitsvermögen von 8 Stunden in Meter pro Sekunde in Quadrat ( $m/s^2$ ) mit der gesamten Hand-Arm-Schwingungsexposition im Laufe des Tages.
- Teil-Schwingungsexposition, A(8)** Der Anteil des Arbeitsvorgangs *i* an der täglichen Schwingungsexposition in  $m/s^2$ . Die *Teil-Schwingungsexposition* bezieht sich auf die tägliche Exposition durch ein einzelnes Werkzeug oder einen einzelnen Prozess *i* (ist der Arbeitnehmer nur Schwingungen aus einem Werkzeug oder einem Prozess ausgesetzt, dann entspricht *tägliche Schwingungsexposition* der *Teil-Schwingungsexposition*).
- Gesundheitsüberwachung** Ein medizinisches Untersuchungsprogramm für den Arbeitnehmer zur Früherkennung einer Schädigung aus Tätigkeiten bei der Arbeit.
- Auslösewert.....** Der Wert für die Tages-Schwingungsexposition eines Arbeitnehmers in Höhe von  $2,5m/s^2$ . Bei Überschreitung müssen die Gefährdungen aus einer Schwingungsexposition überwacht werden.
- Expositionsgrenzwert....** Der Wert für die Tages-Schwingungsexposition eines Arbeitnehmers in Höhe von  $5m/s^2$ ,

oberhalb dessen keine Exposition des Arbeitnehmers  
erfolgend sollte.

Expositionszeit.....

Die tägliche Dauer der Exposition, der ein Arbeitnehmer  
einer 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 Normungskomitee (2001) Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

EN ISO 5349-1:2001.

Europäisches Normungskomitee (2001) Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz

EN ISO 5349-2:2001

Europäisches Normungskomitee (1996) Mechanische Schwingungen und Stöße – Hand-Arm-Schwingungen – Verfahren zur Messung und Bewertung der Schwingungsübertragung von Handschuhen in der Handfläche

EN ISO 10819:1996

Europäisches Komitee für Normung (1997) Mechanische Schwingungen — Angabe und Nachprüfung von Schwingungskennwerten

EN 12096:1997

Europäisches Komitee für Normung (2005) Mechanische Schwingungen — Handgehaltene und handgeführte Maschinen - Grundsätzliches Vorgehen bei der Ermittlung der Schwingungsemission  
EN 20643:2005

Europäisches Komitee für Normung (1995) Hand-Arm-Schwingungen - Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen - Teil 1: Technische Maßnahmen durch die Gestaltung von Maschinen  
CEN/TR 1030-1:1995.

Europäisches Komitee für Normung (1995) Hand-Arm-Schwingungen - Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen - Teil 2: Organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz  
CEN/TR 1030-2:1995.

Europäisches Komitee für Normung (2005) Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu benutzten Maschinen, einschließlich der Angaben des Maschinenherstellers  
CEN/TR 15350: 2005

### **Internationale Normen**

Internationale Normungsorganisation (2005) Schwingungseinwirkung auf den Menschen – Messeinrichtung  
DIN EN ISO 8041:2005

ISO 13091-1:2001 Mechanische Schwingungen – Schwingungswahrnehmungsschwelle zur Beurteilung von Nervenfunktionsstörungen – Teil 1: Verfahren zur Messung an den Fingerkuppen

ISO 13091-2:2003 Mechanische Schwingungen – Schwingungswahrnehmungsschwelle zur Beurteilung von Nervenfunktionsstörungen – Teil 2: Analyse und Interpretation von Messungen an den Fingerkuppen

ISO 14835-1:2005 Mechanische Schwingungen und Stöße –Kälteprovokationstests zur Beurteilung der peripheren Gefäßfunktion – Teil 1: Messung und Bewertung der Hauttemperatur der Finger

ISO 14835-2:2005 Mechanische Schwingungen und Stöße –Kälteprovokationstests zur Beurteilung der peripheren Gefäßfunktion – Teil 2: Messung und Bewertung des systolischen Blutdrucks der Finger

ISO/TS 15694:2004 Mechanische Schwingungen und Stöße — Messung und Bewertung diskreter Stöße, die von handgehaltenen und handgeführten Maschinen auf das Hand-Arm-System übertragen werden

ISO/TR 22521:2005 Forstwirtschaftliche Maschinen – Schwingungsmessnorm für handgehaltene Maschinen mit Verbrennungsmotor - Orientierungswerte aus dem Jahr 2002 für die Schwingungsemission an den Handgriffen.

### H.3 Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Bovenzi M.: Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 1998; 71:509-519.

Bovenzi M.: Vibration-induced white finger and cold response of digital arterial vessels in occupational groups with various patterns of exposure to hand-transmitted vibration. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 1998; 24:138-144.

Bovenzi M.: Finger systolic blood pressure indices for the diagnosis of vibration-induced white finger. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 2002; 75:20-28.

Brammer, A.J., Taylor, W., Lundborg, G.: Sensorineural stages of the hand-arm vibration syndrome. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 13 (1987), (4), 279-283.

Gemne, G., Pyykko, I., Taylor, W., Pelmeur, P.: The Stockholm Workshop scale for the classification of cold-induced Raynaud's phenomenon in the hand-arm vibration syndrome (revision of the Taylor-Pelmeur scale). *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 13 (1987), (4), 275-278.

Griffin, M.J.: 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 (2004), 387-397.

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

Griffin, M.J.: Measurement, evaluation, and assessment of occupational exposures to hand-transmitted vibration. *Occupational and Environmental Medicine*, 54 (1997), (2), 73-89.

Griffin, M.J.: Evaluating the effectiveness of gloves in reducing the hazards of hand-transmitted vibration. *Occupational and Environmental Medicine*, 55 (1998), (5), 340-348.

Griffin, M.J., Bovenzi, M.: The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton Workshop 2000. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 75 (2002), (1-2), 1-5.

Griffin, M.J., Bovenzi, M., Nelson, C.M.: Dose response patterns for vibration-induced white finger. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60 (2003), 16-26.

Griffin, M.J., Lindsell C.J.: Cold provocation tests for the diagnosis of vibration-induced white finger: Standardisation and repeatability. HSE research report CRR 173/1998.

Kaulbars,U.: Hand-Arm-Schwingungs-Kennwerte nach Herstellerangaben und aus Arbeitsplatzmessungen – Abweichungen und Ursachen. VDI-Berichte Nr. 1821 (2004), S. 115-124). [www.hvbg.de/d/bia/vera/vera2a/human/kaulbars2.pdf](http://www.hvbg.de/d/bia/vera/vera2a/human/kaulbars2.pdf).

LEY, F. x.: Hand arm vibration bone and joint disorders. INRS, Document pour le médecin du Travail, n°40, 4 term 1989.

Lindsell, C.J., Griffin. M.J.: Standardised diagnostic methods for assessing components of the hand-arm vibration syndrome. HSE research report CRR 197/1998.

Mason H., Poole K.: Clinical testing and management of individuals exposed to hand-transmitted vibration. An evidence review. Faculty of Occupational Medicine of the Royal College of Physicians 2004 ISBN 1 86016 203 7.

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

Paddan, G.S., Griffin, M.J.: (1999) Standard tests for the vibration transmissibility of gloves. HSE research report CRR 249/1999.

Paddan,G.S., Haward,B.M., Griffin,M.J., Palmer,K.T.Paddan, G.S. et al.: Hand-transmitted vibration: Evaluation of some common sources of exposure in Great Britain. HSE research report CRR 234/1999.

Palmer,K.T., Coggon,D.N., Bednall,H.E., Kellingray,S.D., Pannett,B., Griffin,M.J., Haward,B., Palmer, K.T. et al.: Hand-transmitted vibration Occupational exposures and their health effects in Great Britain. HSE research report CRR 232/1999.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Bednall,H., Pannett,B., Coggon,D.: Prevalence and pattern of occupational exposure to hand transmitted vibration in Great Britain: findings from a national survey. Occupational and Environmental Medicine, 57 (2000), (4), 218-228.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Bendall,H., Pannett,B., Cooper,C., Coggon,D.: The prevalence of sensorineural symptoms attributable to hand-transmitted vibration in Great Britain: a national postal survey. American Journal of Industrial Medicine, 38 (2000), 99-107.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Syddall,H., Pannett,B., Cooper,C., Coggon,D.: Prevalence of Raynaud's phenomenon in Great Britain and its relation to hand transmitted vibration: a national postal survey. Occupational and Environmental Medicine, 57 (2000), (7), 448-452.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Syddall,H., Pannett,B., Cooper,C., Coggon,D.: Risk of hand-arm vibration syndrome according to occupation and source of exposure to hand-transmitted vibration: a national survey. American Journal of Industrial Medicine, 339 (2001), 389-396.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Syddall,H.E., Pannett,B., Cooper,C., Coggon,D. (2001) Exposure to hand-transmitted vibration and pain in the neck and upper limbs. Occupational Medicine, 51, (7), 464-467.

Palmer, K.T., Haward, B., Griffin, M.J., Bednall, H., Coggon, D.: Validity of self reported occupational exposure to hand transmitted and whole body vibration. *Occupational and Environmental Medicine*, 57 (2000), (4), 237-241.

Rocher O., Lex F. X., Mereau P., Donati P.: Bone and joint disorders of elbow when exposed to hand held tool vibration. INRS, Document pour le médecin du Travail, n°56, 4 term, 1993

Stayner, R.M.: Grinder characteristics and their effects on hand-arm vibration. HSE research report CRR 115/1996.

Stayner, R.M.: European grinder vibration test code: a critical review. HSE research report CRR 135/1997.

Stayner, R.M.: Isolation and auto-balancing techniques for portable machines. HSE research report RR 078/2003.

Taylor, W. (Editor): The vibration syndrome. Proceedings of a Conference on the Medical Engineering and Legal Aspects of Hand-Arm Vibration at the University of Dundee, 12-14th July, 1972. Edited: W. Taylor, Published: Academic Press (1974), ISBN 0 12 684760 6.

Taylor, W., Pelmeur, P.L. (Editors): Vibration white finger in industry, (A report, comprising edited versions of papers submitted to the Department of Health and Social Security in December 1973). Published: Academic Press (1975), ISBN 0 12 684550 6.

#### **H.4 Veröffentlichungen zur Orientierung**

Merkblatt für Mitarbeiter der Bergbau-Berufsgenossenschaft „Vibrationsbedingte Erkrankungen des Menschen“

Schwingungsschutz (k)ein Problem!? „Flyer“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). [www.baua.de/info/bestell.htm#schrift](http://www.baua.de/info/bestell.htm#schrift)

Schwingungsschutz am Arbeitsplatz (Technik 12). Reihe „Technik“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). [www.baua.de/info/bestell.htm#schrift](http://www.baua.de/info/bestell.htm#schrift)

Schwingungsbelastung in der Bauwirtschaft (Technik 23). Reihe „Technik“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). [www.baua.de/info/bestell.htm#schrift](http://www.baua.de/info/bestell.htm#schrift)

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

HSE (2005): Hand-arm Vibration - The Control of Vibration at Work Regulations 2005. Guidance on Regulations L140  
HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6125 3

HSE (2005): Control the risks from hand-arm vibration: Advice for employers on the Control of Vibration at Work Regulations 2005. Leaflet  
[INDG175 \(rev2\)](#) HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6117 2

HSE (2005): Hand-arm vibration: Advice for workers. Pocket card  
[INDG296 \(rev1\)](#) HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6118 0

HSE (1998): Hard to handle: Hand-arm vibration – managing the risk. Video  
HSE Books 1998 ISBN 0 7176 1881 1

HSE (2002): Use of contractors: A joint responsibility. Leaflet INDG368  
HSE Books 2002 10 ISBN 0 7176 2566 4

HSE (1996): Hazards associated with foundry processes: Hand-arm vibration - the current picture. Foundries Information Sheet FNIS8  
Web only version available at [www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm](http://www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm)

HSE (1999): Hazards associated with foundry processes: Hand-arm vibration - assessing the need for action. Foundries Information Sheet FNIS10  
Web only version available at [www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm](http://www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm)

HSE (2002): Hand-arm vibration in foundries: Furnace and ladle relining operations. Foundries Information Sheet FNIS11.  
Web only version available at [www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm](http://www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm)

HSE (2002): A purchasing policy for vibration-reduced tools in foundries. Foundries Information Sheet FNIS12  
Web only version available at [www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm](http://www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm)

UK Department of Trade and Industry (1995): Machinery. Guidance notes on UK Regulations. Guidance on the Supply of Machinery (Safety) Regulations 1992 as amended by the Supply of Machinery (Safety) (Amendment) Regulations 1994 URN 95/650

INRS (1991): Smooth impact. Use an anti-vibration concrete breaker. INRS, ED 1346. (auch in Französisch).

INRS. (2001): The hand in danger. INRS, ED 863. (auch in Französisch)

Centres de Mesure Physique (CMP) and Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS): Guide to evaluate vibration at work. Part 2 : Hand arm vibration. Edited by INRS. 2000.

ISSA: Vibration at work. Published by INRS for International section Research of the ISSA, 1989. (auch in Französisch, Deutsch und Spanisch)

Kaulbars, U.: Technischer Vibrationsschutz bei Hand-Arm-Schwingungseinwirkung. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 230302. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 33. Lfg. XII/98. Hrsg. Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1985 – Losebl.-Ausg.



Kaulbars, U.: Antivibrations-Handschuhe – Positivliste. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 230302. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 33. Lfg. XII/98. Hrsg. Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1985 – Losebl.-Ausg.

Neugebauer, G.; Hartung, E.: Mechanische Schwingungen und Vibrationen am Arbeitsplatz. Bochum: VTI Verlag 2002. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 450210. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 39. Lfg. VII/2001. Hrsg. Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Berlin 1985 – Losebl.-Ausg.

Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz. (2005) G46: Belastungen des Muskel- und Skelettsystems. Alfons W. Gentner Verlag GmbH & Co. KG, Stuttgart - 4.8.2005, Seite 428-440. [http://www.hvbg.de/d/bgz/praevas/pdf\\_bild\\_praevas/g\\_46\\_pdf.pdf](http://www.hvbg.de/d/bgz/praevas/pdf_bild_praevas/g_46_pdf.pdf)

Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail (Belgique) Vibrations main bras. Stratégie d'évaluation et de prévention des risques. D/1998/1205/70

ISPESL La sindrome da vibrazioni mano - braccio. Vibrazioni meccaniche nei luoghi di lavoro : stato della normativa.

## 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>

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/havcalculator.lasso>

Expositions-Rechner

<http://www.hvbg.de/d/bia/pr/softwa/kennwertrechner/index.html>

Expositions-Rechner

## STICHWORTVERZEICHNIS

<b>A</b>	
Ampelsystem.....	50
angegebener Emissionswert.....	16
Anhörung und Beteiligung.....	23
Antivibrations-Schutzhandschuhe ....	29
Arbeitnehmervertreter.....	23
Arbeitsmuster.....	15
Arbeitspläne.....	29
Arzt, qualifizierter.....	55
Auslösewert.....	7, 37
Auswahl der Arbeitsmittel.....	24
<b>B</b>	
Befestigungen, vibrationsdämpfende	26
berufsständische Vertretung.....	17, 25
Beurteilung, erneute und Überwachung .....	32
Beschleunigung, frequenzbewertete .	19
<b>D</b>	
Dauerbetrieb.....	14
<b>E</b>	
Eigenschaften, vibrationsdämpfende	26
Empfindlichkeit, taktile.....	56
Einkaufspolitik.....	25
elastische Materialien.....	27
Emissionsdaten der Herstellers.....	16
Emissionswert, angegebener.....	16
Expositionsdauer.....	11, 14
Expositionsgrenzwert.....	37
<b>F</b>	
Farbcode.....	50
Finger, weiße vibrationsinduzierte....	43
Frequenz.....	40
frequenzbewertete Beschleunigung ..	19
Frequenzbewertung.....	40
<b>G</b>	
Gefährdungen, gesundheitlich.....	43
Gefährdungsbeurteilung.....	11
Gefährdungsbeurteilung Schwingungen.....	36
Gefäßstörungen.....	43
Gefäßuntersuchungen.....	56
Gestaltung des Arbeitsplatzes.....	26
Gesundheitliche Gefährdungen.....	43
Gesundheitsüberwachung.....	34
Gesundheitsunterlagen.....	35
Gewichtsausgleicher.....	27
Greif- und Andruckkräfte.....	27
<b>H</b>	
hämmernde Werkzeuge.....	12
Hand-Arm-Vibrations-Syndrom...6, 43	
Hersteller.....	25, 26, 28
<b>I</b>	
Information und Schulung.....	27
Instandhaltung.....	30
intermittierender Betrieb.....	14
<b>K</b>	
Kälteprovokationstests.....	56
Kleidung.....	29
klinische Tests.....	55
kollektive Maßnahmen.....	29
körperliche Untersuchung.....	55
Krankengeschichte.....	55
Kribbeln.....	12
<b>L</b>	
Laboranalysen.....	56
Lieferant.....	26
<b>M</b>	
Maschinenrichtlinie.....	25
Maßnahmen, kollektive	
Materialien, elastische.....	27
Messung.....	39
Messung der Schwingungen.....	18
Muskelkraft-Untersuchung.....	56
<b>N</b>	
Neubeurteilung.....	32
Neurologische Störungen.....	44
neurologische Untersuchungen.....	56
Nomogramm.....	45
<b>P</b>	
persönliche Schutzausrüstung.....	26
persönlicher Schutz.....	29
Pflichten laut Vibrationsrichtlinie....	37
Priorisieren.....	22
Purdue pegboard.....	56
<b>Q</b>	
qualifizierter Arzt.....	55

<b>R</b>		
radiologische Untersuchungen.....	56	
Rahmenrichtlinie.....	8	
Raynaud-Phänomen.....	43	
Risikoüberwachung.....	24	
rotierende Werkzeuge.....	12	
<b>S</b>		
Schlagschrauber.....	14	
Schlagwerkzeuge.....	12	
Schulung und Information.....	27	
Schulung und Überwachung.....	28	
Schutz, persönlicher.....	29	
Schutzausrüstung, persönliche.....	26	
Schutzmaßnahmen gegen Schwingungen.....	32	
Schwellen der Vibrationsempfindung .....	56	
Schwingungen.....	39	
Schwingungen, Schutzmaßnahmen gegen.....	32	
Schwingungsemission.....	25, 50	
Schwingungsgesamtwert.....	40	
Schwingungsgröße.....	15, 51	
Schwingungs-Prüfverfahren.....	16	
Spannketten.....	27	
Schlagwerkzeuge.....	12	
Substituierung.....	24	
		System der Expositionspunkte.....
		48
		<b>T</b>
		Tages-Schwingungsexposition ...
		19, 45
		taktile Empfindlichkeit.....
		56
		Taubheit.....
		12
		Teil-Schwingungsexposition.....
		20
		Teilvibrationsexposition.....
		51
		<b>U</b>
		Überwachung und Schulung.....
		28
		Überwachung und erneute Beurteilung .....
		32
		Überwachungsstrategie.....
		22
		Unsicherheit.....
		20
		Untersuchung, körperliche.....
		55
		Untersuchungen, neurologische.....
		56
		Untersuchungen, radiologische.....
		56
		<b>V</b>
		Vertretung, berufsständische.....
		17, 25
		vibrationsdämpfende Eigenschaften.
		26
		vibrationsdämpfende Befestigungen
		26
		Vibrationsempfindung, Schwellen der .....
		56
		vibrationsinduzierte weiße Finger ....
		43
		Vibrationsrichtlinie.....
		8
		Vibrationsrichtlinie, laut Pflichten....
		37