



Arbeitsschutz

■ VIBRATIONEN

■ Handbuch

Hand-Arm-
Vibration ■

Handbuch zum Thema

Hand-Arm-Vibration

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



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

- Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam (LAS)
- BGIA - Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, St. Augustin
- SG „Vibration“ im Fachausschuss „Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau“ bei der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Potsdam, den 31. Juli 2007

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel 1 EINLEITUNG	6
Kapitel 2 GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG.....	10
2.1 Grundlegendes zur Gefährdungsbeurteilung	11
2.2 Ermittlung der Expositionsdauer	14
2.3 Ermittlung der Vibrationsintensität	15
2.3.1 Verwendung der Emissionsdaten des Herstellers	15
2.3.2 Verwendung von weiteren Daten	17
2.3.3 Messung der Vibrationsintensität	18
2.4 Berechnen der Tages-Vibrationsexposition	19
2.4.1 Tages-Vibrationsexposition.....	19
2.4.2 Teil-Vibrationsexposition.....	19
2.4.3 Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition	20
Kapitel 3 VERMEIDUNG ODER VERRINGERUNG DER EXPOSITION	21
3.1 Entwicklung eines Vibrationsminderungsprogramms.....	22
3.2 Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer	23
3.3 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Exposition.....	24
3.3.1 Substituierung durch andere Arbeitsmethoden	24
3.3.2 Auswahl der Arbeitsmittel	24
3.3.3 Einkaufspolitik.....	24
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	28
3.3.8 Kleidung und persönlicher Schutz.....	28
3.3.9 Instandhaltung	29

3.4 Überwachung der Vibration und erneute Beurteilung	30
3.4.1 Woher weiß ich, dass meine Überwachung der Hand-Arm-Vibrationen funktioniert?	30
3.4.2 Wann muss ich die Gefährdungsbeurteilung wiederholen?	30
Kapitel 4 GESUNDHEITSÜBERWACHUNG	32
4.1 Wann ist eine Gesundheitsüberwachung erforderlich?.....	33
4.2 Was wird in Unterlagen festgehalten?.....	33
4.3 Was muss bei einer festgestellten Gesundheitsschädigung getan werden?.....	33
Anhang A Zusammenfassung der Pflichten laut Definition in der Richtlinie 2002/44/EG	35
Anhang B Was sind Vibrationen?.....	36
Anhang C Gesundheitliche Gefährdungen, Anzeichen und Symptome	40
Anhang D Instrumente zur Berechnung des Tagesexpositionswertes	42
Anhang E Ausgearbeitete Beispiele für Tagesexposition	48
Anhang F Techniken der Gesundheitsüberwachung.....	52
Anhang G Glossar.....	55
Anhang H Literaturverzeichnis	56
Stichwortverzeichnis.....	68

Quelle Titelbild: BGIA

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 (Vibrationen)* hat die Einführung von Mindestvorschriften auf Gemeinschaftsebene zum Ziel, die Arbeitnehmer am Arbeitsplatz vor der Gefährdung durch mechanische Schwingungen schützen.

Diese EG-Richtlinie wurde in Deutschland vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) mit der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) umgesetzt. Die LärmVibrationsArbSchV ist am 09. März 2007 in Kraft getreten.

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 Vibrationsexposition* 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 Vibrationen ausgesetzt sind.

Die Evaluierung und Beurteilung von Gefährdungen durch Vibrationen 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-Vibrationen, 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-Vibrationen basiert auf dem Manuskript des rechtlich nicht bindenden Handbuchs der Generaldirektion Beschäftigung und soziale Angelegenheiten, welches zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht werden soll. Ein Schwesterhandbuch über Ganzkörper-Vibration ist vor kurzem erschienen. Für die Verwendung in Deutschland sind in dieser angepassten Version die wichtigsten Änderungen vorgenommen worden. Der Stil der ursprünglichen Autoren wurde beibehalten.

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

* Kommentar zur deutschen Übersetzung:

In der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung wird der Begriff „Vibration“ verwendet, in den Deutsche Normen und VDI-Richtlinien hingegen die Begriffe „Schwingungen“ oder „mechanische Schwingungen“.

In der deutschen Fassung der EG-Vibrationsrichtlinie wird der englische Begriff „exposure“ mit „Exposition“ übersetzt. In der Übersetzung der ISO 5349, auf die die EG-Richtlinie verweist, sowie in der deutschen Fachliteratur wird für den Begriff „exposure“ „Einwirkung“ oder je nach Zusammenhang auch „Belastung“ verwendet. Da das vorliegende Handbuch eine Erläuterung der EG-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 Vibrationsbelastung am Arbeitsplatz, EC FP5
Projekt-Nr. QLK4-2002-02650
- VINET: Forschungsnetzwerk zur Erkennung und Prävention von Krankheiten
infolge von Vibrationsbelastung am Arbeitsplatz,
EC Biomed II Projekt-Nr. BMH4-CT98-3251.

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

- LAS Potsdam: Dr. D. Mohr
- BGIA St. Augustin: Dipl.-Ing. U. Kaulbars
- SG "Vibration": Dr. Ch. Hecker
- BAuA Berlin: Dr. H. Seidel

KAPITEL 1 EINLEITUNG

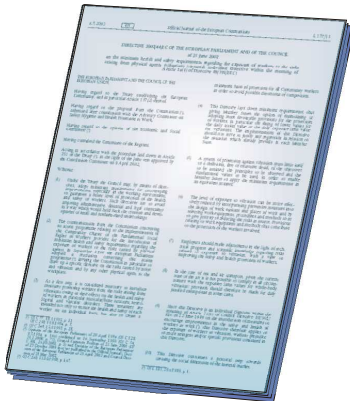
Die EG-Richtlinie 2002/44/EG („Vibrationsrichtlinie“) weist dem Arbeitgeber Pflichten zu mit dem Ziel, die Gefährdungen durch Hand-Arm-Vibrationen zu beseitigen oder auf ein Minimum zu reduzieren (diese Pflichten sind in [Anhang A](#) zusammengefasst).

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

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

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

In vielen Industriezweigen und Berufen sind Menschen von Gefährdungen durch Hand-Arm-Vibrationen 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 Vibrationen 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 Vibrationen 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-Vibrationen fest. Entsprechend der Vibrationsrichtlinie waren die Mitgliedstaaten der Europäischen Union verpflichtet, die Anforderungen aus der Richtlinie bis zum 6. Juli 2005 in nationales Recht umzusetzen. Bei der nationalen Umsetzung war der Grundsatz zu beachten, dass durch die Umsetzung der EG-Richtlinie keine Verschlechterung des Schutzes der Arbeitnehmer gegenüber dem gegenwärtigen Stand eintreten darf. Das nationale Recht kann aber ein höheres Schutzniveau fordern als die EG-Richtlinie.

*Kommentar zur deutschen Übersetzung:

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

Die LärmVibrationsArbSchV legt einen Auslösewert für die tägliche Vibrationsexposition fest, bei dessen Erreichen oder Überschreiten der Arbeitgeber verpflichtet ist, die Gefährdungen durch Hand-Arm-Vibrationen für seine Beschäftigten zu überwachen und Präventionsmaßnahmen durchzuführen, und definiert einen Expositionsgrenzwert, der für Arbeitnehmer nicht überschritten werden darf bzw. bei dessen Erreichen unverzügliche Maßnahmen zu ergreifen sind¹:

- Auslösewert A(8) von 2,5 m/s²
- Expositionsgrenzwert A(8) von 5 m/s²

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

Die Vibrationsrichtlinie ist eine Tochterrichtlinie der Rahmenrichtlinie (Richtlinie 89/391/EWG - siehe Kasten „Literaturhinweise“), da viele Anforderungen und besondere Verweise in der Vibrationsrichtlinie aus der Rahmenrichtlinie stammen. Entsprechend ist die LärmVibrationsArbSchV eine Verordnung nach §§ 18 und 19 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG).

Dieses Handbuch hilft Arbeitgebern, die Bestimmungen der EG-Vibrationsrichtlinie und ihrer nationalen Umsetzung in Deutschland über die LärmVibrationsArbSchV zu Hand-Arm-Vibrationen 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 Gefährdungsbeurteilung 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 bzw. der LärmVibrationsArbSchV erwähnten Sachverhalte. Das Schaubild in [Abbildung 1](#) zeigt, wie dieses Handbuch gegliedert ist.

¹ Nach § 15 LärmVibrationsArbSchV können Ausnahmen bei den zuständigen Arbeitsschutzbehörden (z.B. Regierungspräsidium, Gewerbeaufsicht) beantragt werden.

Literaturhinweis

EG-Vibrationsrichtlinie:

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

Umsetzung in Deutschland:

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

EG-Rahmenrichtlinie:

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

Umsetzung in Deutschland:

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

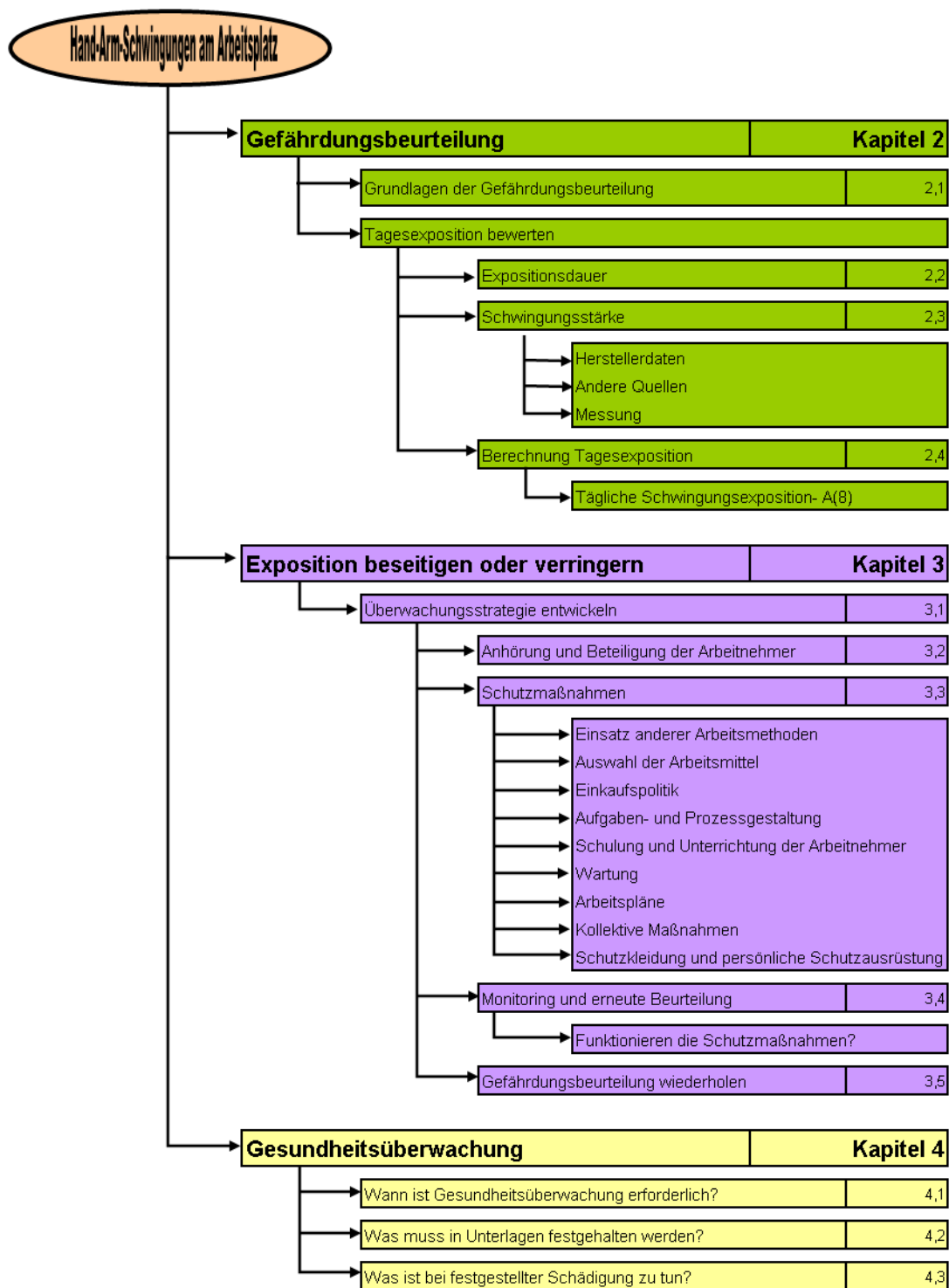


Abbildung 1: Schaubild Hand-Arm-Vibrationen

KAPITEL 2 GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG

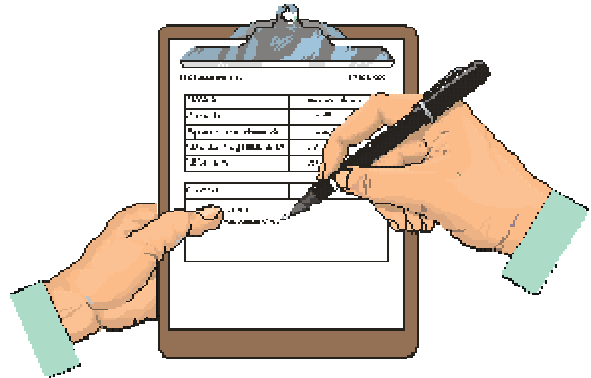
Ziel und Zweck der Gefährdungsbeurteilung von Hand-Arm-Vibrationen ist es, Sie als Arbeitgeber in die Lage zu versetzen, eine fundierte Entscheidung über die Maßnahmen zu treffen, die erforderlich sind, um die Exposition von Arbeitnehmern gegenüber Hand-Arm-Vibrationen zu vermeiden bzw. angemessen zu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

In diesem Kapitel zeigen wir Ihnen, wie Sie entscheiden können, ob Sie möglicherweise ein Problem mit Expositionen gegenüber Hand-Arm-Vibrationen 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-Vibrationen vorliegt,
- die Exposition der Arbeitnehmer abschätzen und mit dem Auslösewert und Expositionsgrenzwert vergleichen,
- die verfügbaren Maßnahmen der Risikoüberwachung festlegen,
- die Maßnahmen angeben, die Sie ergreifen wollen, um die Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen zu überwachen und vor ihnen zu schützen und
- die Beurteilung mit ihren einzelnen Schritten und Maßnahmen und deren Wirksamkeit dokumentieren.



Als erstes sollten Sie die Arbeitstätigkeit, und die Abläufe beobachten sowie die zum Einsatz kommenden Werkzeuge und Arbeitsmittel ermitteln 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 Vibrationsexposition benötigen. In [Tabelle 1](#) werden einige Fragen aufgeführt, die Ihnen bei der Entscheidung helfen, ob weitere Maßnahmen erforderlich sind. [Abbildung 2](#) zeigt Beispiele für die Vibrationsintensität einiger Werkzeuge und Maschinen, die diese Gefährdung verursachen.

Es ist wichtig, dass Arbeitnehmer und ihre Vertreter über die Gefährdungsbeurteilung der Vibrationen 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-Vibrationsexposition eines Menschen bestimmen, sind die frequenzbewertete Schwingungsbeschleunigung und die Dauer der Exposition. Je stärker die Vibrationen bzw. je länger die Expositionsdauer, desto höher ist die Vibrationsexposition 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 Vibrationen 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 Vibrationen?

Wenn bei Ihnen handgeführte kraftbetriebene Maschinen im Einsatz sind, die den Nutzer einem Risiko einer Schädigung durch Vibrationen aussetzen, sollte der Hersteller in der Betriebsanleitung 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-Vibrationen bei langfristiger Verwendung einer Maschine.

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

Ein nachgewiesenes „Hand-Arm-Vibrations-Syndrom“ * bedeutet, dass die Exposition gegenüber Vibrationen 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-Vibrationen ausfindig gemacht werden.

* Kommentar zu deutscher Übersetzung:

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

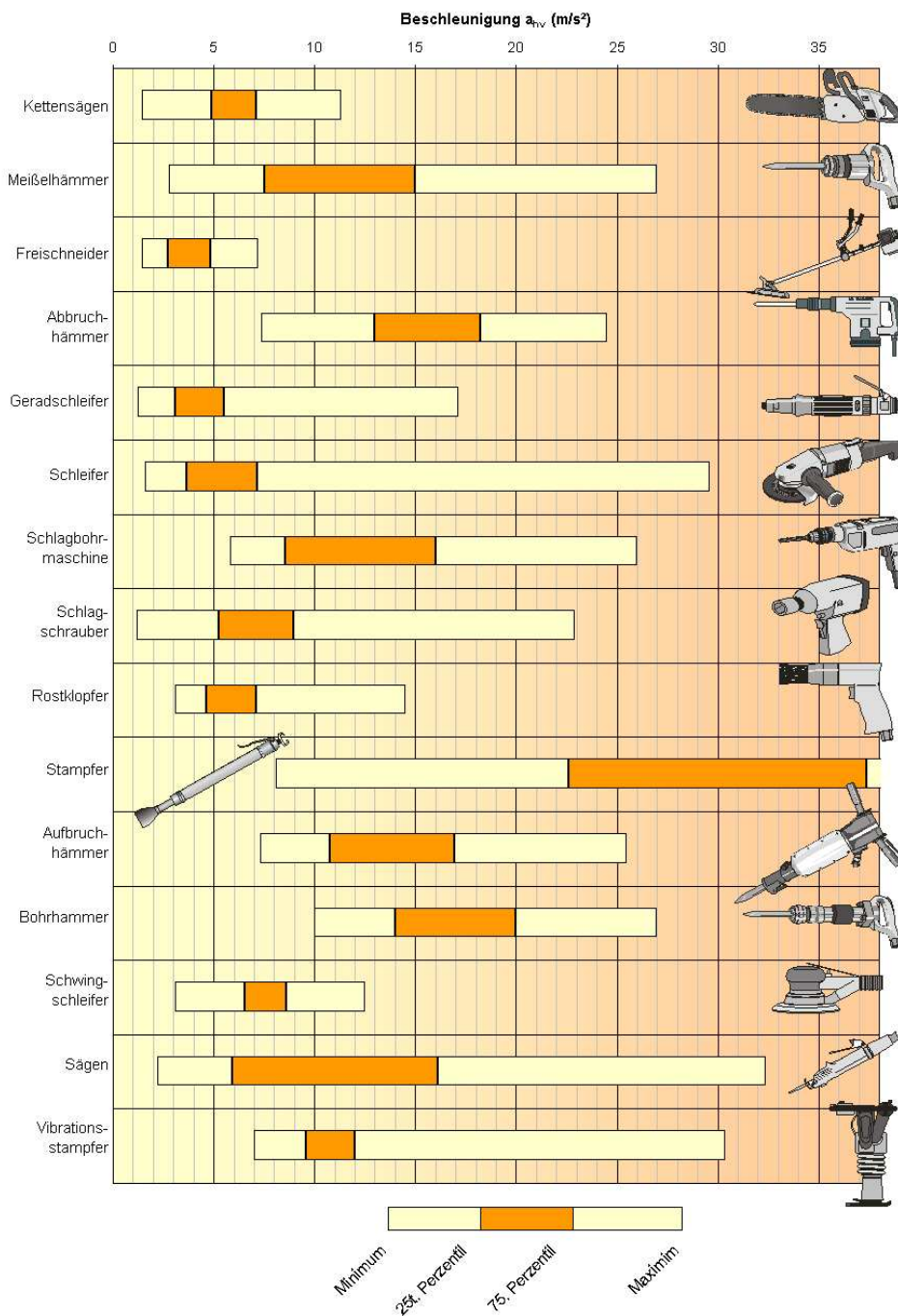
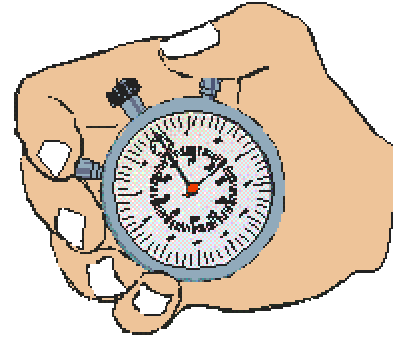


Abbildung 2: Beispiele für die Vibrationsintensität bei handelsüblichen Maschinen
Bandbreite der Vibrationswerte für handelsübliche Arbeitsmittel auf dem europäischen Markt. Diese Angaben dienen lediglich der Veranschaulichung. Siehe Anhang B für weitere Einzelheiten.

2.2 Ermittlung der Expositionsdauer

Zur Ermittlung der täglichen Vibrationsexposition ist es erforderlich, die Dauer, die Maschinenbediener Vibrationen ausgesetzt sind, abzuschätzen. Erfahrungen zeigen, dass die Einwirkungszeit bei der Gefährdungsbeurteilung häufig überschätzt wird.

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



Bevor man die Tages-Vibrationsexposition $A(8)$ abschätzen kann, muss man die gesamte Dauer der Tages-Exposition gegenüber Vibrationen aus jeder eingesetzten Maschine bzw. Prozess kennen. Bitte achten Sie darauf, nur die Zeit zu berücksichtigen, in der der Arbeitnehmer Vibrationen 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 Vibrationen 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 Werkzeugs 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 Vibrationsexposition einer Person.

Literaturhinweis

DIN 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

DIN V 45694: 2006 (Deutsche Fassung von 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 Ermittlung der Vibrationsintensität

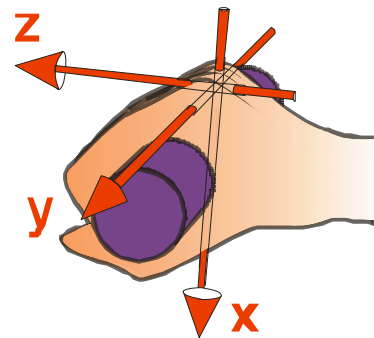
Die Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen beruht auf dem Vibrationsgesamtwert a_{hv} , er ist die Wurzel aus der Summe der Quadrate der frequenzbewerteten Beschleunigung in den drei orthogonalen Richtungen x , y und z :

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

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

Die Vibrationsinformationen, die Sie für die Anfertigung Ihrer Vibrationsbeurteilung nutzen, müssen so weit wie möglich der vermuteten Vibrationsemission 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 Vibrationen auf Grundlage von Herstellerdaten sowie sonstigen veröffentlichten Daten und Messungen am Arbeitsplatz abgeschätzt werden können.



2.3.1 Verwendung der Emissionsdaten des Herstellers

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

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

Die von Herstellern angegebenen Werte zur Vibrationsemission beruhen in der Regel auf harmonisierten europäischen Vibrations-Prüfverfahren, die von europäischen bzw. internationalen Normungsorganisationen erarbeitet wurden. Sie basieren (seit dem Jahre 2005) auf der DIN EN ISO 20643. Beispiele sind die Normenreihe EN ISO 8662 für pneumati-

sche 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 Vibrationen 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 Vibrations-Prüfverfahren dazu, die Vibrationen von Werkzeugen bei Einsatz am Arbeitsplatz zu unterschätzen und beruhen in der Regel auf Messungen in einer einzigen Vibrationsrichtung. DIN V 45694:2006 (Deutsche Fassung von 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 DIN V 45694:2006 (Deutsche Fassung von CEN/TR 15350). Liegen bei einer Bandbreite von Multiplikationsfaktoren gleichzeitig keine genaueren Informationen vor, sollte der höhere Wert verwendet werden.

Viele harmonisierte europäische Vibrations-Prüfverfahren befinden sich gegenwärtig (im Jahre 2007) 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 Vibrationen liefern.

Literaturhinweis

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

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

DIN V 45694:2006 (Deutsche Fassung von 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 Vibrationsintensitäten, 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 Vibrationsdaten; ferner gibt es im Internet internationale Datenbanken zum Thema Vibrationen, die für Sie interessant sein können. Diese Informationen eignen sich bei manchen Arbeitgebern sicherlich für eine erste Beurteilung der Vibrationsexposition.

Zu weiteren Informationsquellen zum Thema Vibrationen gehören auf Vibrationen spezialisierte Berater, Berufsgenossenschaften, Berufsverbände, Hersteller und Arbeitsschutzbehörden. Weitere Informationen finden Sie in zahlreichen technischen oder wissenschaftlichen Publikationen und im Internet sowie Informationen zu typischen Vibrationen 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://www.las-bb.de/karla/index.htm>

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

Idealerweise sollten Sie Vibrationsangaben 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 Vibrationsinformationen arbeiten, sollten folgende, zu berücksichtigende Faktoren abgedeckt sein:

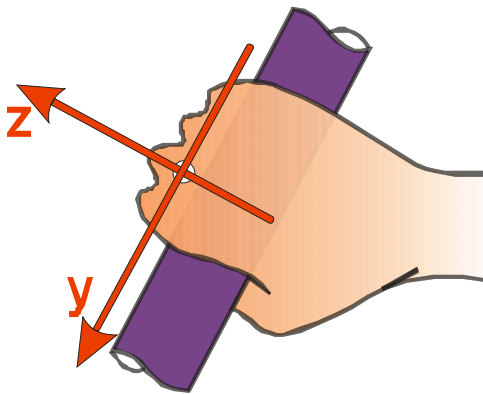
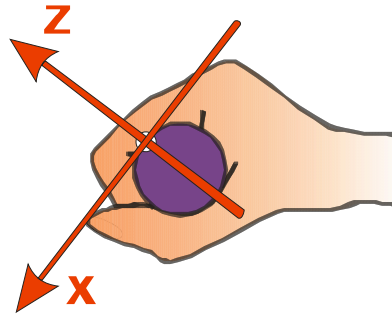
- Art des Arbeitsmittels (z. B. Aufbruchhammer)
- Kategorie des Arbeitsmittels (z. B. Leistung oder Größe)
- Antriebsquelle (z. B. pneumatisch, hydraulisch, elektrisch oder Verbrennungsmotor)
- Sämtliche vibrationsdämpfende Vorrichtungen (z. B. gefederte Griffe)
- Aufgabe, für die das Arbeitsmittel eingesetzt wurde, als die Vibrationsinformationen erstellt wurden
- Betriebsbedingungen des Arbeitsmittels
- Art des Materials, auf dem es eingesetzt wurde.

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

2.3.3 Messung der Vibrationsintensität

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

In diesem Kapitel schauen wir uns an, wo und welche Vibrationen 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 Vibrationen zu bekommen. In diesen Fällen müssen evtl. Messungen der Vibrationen am Arbeitsplatz vorgenommen werden.

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

Die Messgröße ist die frequenzbewertete Schwingbeschleunigung der Kontaktstelle der Hand an der Oberfläche des Werkzeuges, des Griffes oder des Werkstückes (siehe [Anhang B](#)); sie wird in der Einheit *Meter pro Sekunde im Quadrat* (m/s^2) ausgedrückt.

Vibrationsmessungen durchführen

Messungen sollten zu Vibrationswerten führen, die repräsentativ für die Vibrationen 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 Vibrationsexposition herangezogen.

Literaturhinweis

DIN 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

DIN 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-Vibrationsexposition

Die Tages-Vibrationsexposition hängt sowohl vom Ausmaß der Vibrationen als auch von der Dauer der Exposition ab.

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

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

2.4.1 Tages-Vibrationsexposition

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

2.4.2 Teil-Vibrationsexposition

Ist eine Person mehr als einer Vibrationsquelle ausgesetzt (vielleicht, weil sie zwei oder mehr unterschiedliche Werkzeuge oder Prozesse am Tag nutzt), wird eine *Teil-Vibrationsexposition* aus der Größe und der Dauer für jede Quelle errechnet. Die Teil-Vibrationswerte 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-Vibrationsexposition.

Jede Teil-Vibrationsexposition steht für den Anteil, den eine bestimmte Vibrationsquelle (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-Vibrationsexpositionswerte haben.

2.4.3 Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition

Die Unsicherheit in der Beurteilung des Tagesexpositionswertes hängt von zahlreichen Faktoren ab, siehe DIN 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 Vibrationsgröße und Expositionszeit kann die Unsicherheit in Verbindung mit der Beurteilung von $A(8)$ bedeuten, dass der errechnete Wert 20% über bzw. 40% unter dem wirklichen Wert liegt. Bei Schätzung der Expositionszeit bzw. bei Schätzung der Vibrationsintensität, z. B. beruhend auf Informationen der Arbeitnehmer (Expositionszeit) oder des Herstellers (Vibrationsintensität), kann die Unsicherheit in der Beurteilung der Tagesexposition wesentlich höher sein.

Literaturhinweis

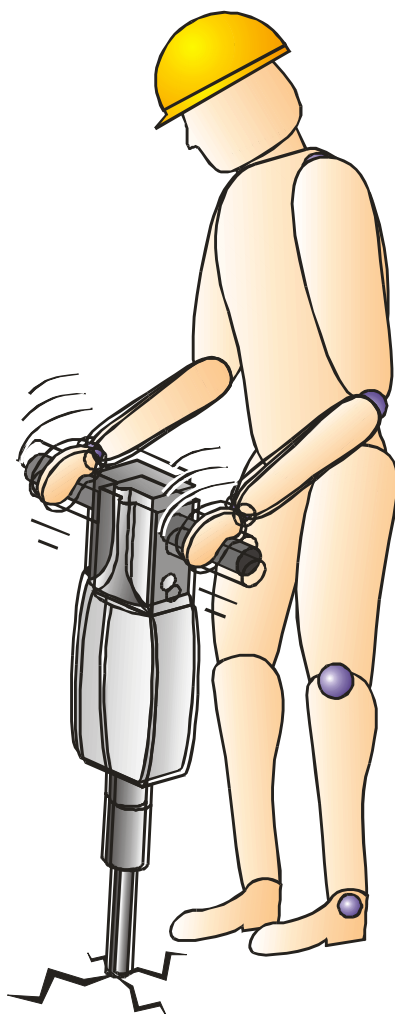
DIN EN ISO 5349-2:2001 Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz.

DIN V 45694:2006 Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu den benutzten Maschinen einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern (CEN/TR 15320:2006)

KAPITEL 3 VERMEIDUNG ODER VERRINGERUNG DER EXPOSITION

Im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung müssen wir über eine Strategie verfügen, die geeignet ist, die Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibration wirksam zu begrenzen.

In diesem Kapitel erfahren Sie, wie Sie eine Überwachungsstrategie entwickeln, Ihre Überwachungsmaßnahmen priorisieren und die Wirksamkeit Ihrer Schutzmaßnahmen überwachen können.



3.1 Entwicklung eines Vibrationsminderungsprogramms

Zur Gefährdungsüberwachung müssen Sie über eine Strategie verfügen, die geeignet ist, die Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibrationen 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 Vibrationsexposition beurteilen, sollten Sie gleichzeitig über die sie verursachenden Arbeitsprozesse nachdenken. Wenn Sie verstehen, warum Arbeitnehmer starken Vibrationen und Gefährdungen durch ergonomisch ungenügende Arbeitsgestaltung ausgesetzt sind, können Sie Methoden zur Verringerung oder Beseitigung von Gefährdungen einfacher erkennen.

Die wichtigen Schritte in diesem Managementprozess sind:

- Lokalisieren der Hauptvibrationsquellen,
- Priorisieren dieser Quellen nach ihrem Anteil an der Exposition,
- Ermitteln und Evaluieren von möglichen Lösungen im Hinblick auf Praktikabilität und Kosten,
- Aufstellen von realistischen Zielen,
- Zuweisen von Prioritäten und Erstellen eines „Aktionsprogramms“ (Vibrationsminderungsprogramm nach § 10 (4) Lärm-VibrationsArbSchV),
- 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-Vibrationen 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 Vibrationen verursachte Erkrankungen anfälliger sind und bereits Anzeichen für eine sich entwickelnde Erkrankung bei einer Exposition unterhalb des Auslösewertes zeigen.

Beispiel: Verwendung der Teil-Vibrationsexposition zur Erstellung einer Gefährdungs-Rangliste

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

- Schleifer (7 m/s^2 $2\frac{1}{2}$ h): $A_1(8) = 3,9\text{ m/s}^2$
- Meißelhammer (16 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 Vibrationsgröße als der Schleifer hat, zeigen die Teil-Expositionswerte, dass die Verwendung des Schleifers den größeren Anteil an der Gesamt-Vibrationsbelastung des Arbeitnehmers hat. Aus diesem Grunde sollte man im Rahmen der Gefährdungsverringerung das Hauptaugenmerk auf den Schleifer richten.

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

- a) Vermeidung von Gefährdungen,

- b) Beurteilung der unvermeidbaren Gefährdungen,
- c) Bekämpfung der Gefährdungen an der Quelle,
- d) Anpassen der Tätigkeit an den Einzelnen, 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,
- e) Berücksichtigung des technischen Fortschritts,
- f) Austauschen von Gefährlichem gegen Ungefährliches bzw. weniger Gefährliches,
- g) Entwicklung einer kohärenten umfassenden Präventionspolitik, die der Technologie, der Arbeitsorganisation, den Arbeitsbedingungen, dem Verhältnis der Kollegen untereinander und dem Einfluss der Faktoren aus dem Arbeitsumfeld Rechnung trägt,
- h) Kollektiven Schutzmaßnahmen wird Vorrang vor persönlichen Schutzmaßnahmen eingeräumt,
- i) 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 Schutzmaßnahmen bei Hand-Arm-Vibrationen 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 wirksam regeln.

Zu einer wirkungsvollen Anhörung gehört, dass:

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

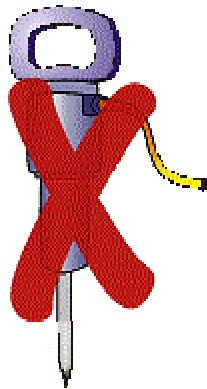
Die Anhörung kann dazu führen, dass bessere Überwachungslösungen gefunden werden, die für die Arbeitnehmer gut nachvollziehbar sind. Als Arbeitgeber vertrauen Sie darauf, dass die Arbeitnehmer die Wirksamkeit der Überwachungsmaßnahmen unterstützen. Vorbehaltlich einer angemessenen Schulung und Beaufsichtigung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

3.3 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Exposition

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

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

3.3.1 Substituierung durch andere Arbeitsmethoden

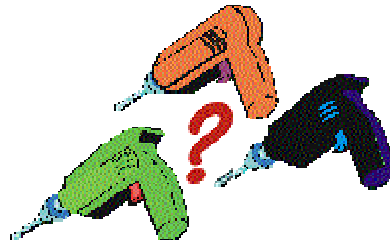


Vielleicht ist es möglich, Alternativen zu den bisherigen Arbeitsmethoden zu finden, die geeignet sind, die Vibrationsexposition zu vermeiden oder zu verringern. Dies kann mit dem Einsatz von Maschinen, der Automatisierung von Aufgaben oder der Substituierung durch alternative Arbeitsprozesse einhergehen. 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/Internet

3.3.2 Auswahl der Arbeitsmittel

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



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

3.3.3 Einkaufspolitik

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

schaffen. Hierzu gehören: Vibrationsemission, ergonomische Gestaltung, die dem Stand der Technik entsprechen sowie Ihren betrieblichen Anforderungen.

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 Vibrationen und die Auswahl des Werkzeugs sowie über das Management geben. Es ist ihre Pflicht, die Gefährdungen durch Vibrationen auf ein Mindestmaß zu reduzieren und Ihnen Informationen über das Management derjenigen Vibrationsrisiken 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:

- Vibrationsemission (laut Angaben in der Betriebsanleitung)
- 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-Vibrationen 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-Vibrationsexposition
- Angabe, wie das Arbeitsmittel bei spezifischen Aufgaben eingesetzt wird
- Nennung der erforderlichen persönlichen Schutzausrüstung bei Betrieb des Arbeitsmittels
- Angaben zur Wartung des Werkzeuges
- Vibrationsdämpfenden Eigenschaften

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 m/s² liegt. Liegt die Beschleunigung nicht über 2,5 m/s², so ist dies anzugeben.“*

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

- Gewicht des Werkzeuges
- 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 benö-

tigt, wird sich keiner großer Beliebtheit erfreuen und könnte zu einer höheren Vibrationsbelastung führen als ein leistungsstarkes Werkzeug mit einer größeren Vibrationsgröße. 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 Vibrationen verringern, doch die falsche Auswahl dieser Art von Griffen kann in der Praxis die auf die Hand übertragenen Vibrationen erhöhen; verwenden Sie aus diesem Grund bitte nur Griffen, denen der Werkzeughersteller zugestimmt hat.

Elastische Materialien

Versieht man vibrierende Griffen 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 Vibrationsfrequenzen beitragen. Wenn elastische Materialien nicht sorgfältig ausgesucht werden, können sie die Vibrationen bei bestimmten Frequenzen verstärken und somit die Vibrationsexposition 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 Vibrationen. 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,
- Expositionsgrenzwert und Auslösewert,
- Ergebnisse aus der Gefährdungsbeurteilung der Vibrationen und aus sämtlichen Vibrationsmessungen,
- Schutzmaßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen,
- sichere Arbeitsverfahren, die die Exposition gegenüber Vibrationen minimieren,
- Gründe, warum Anzeichen von Beschwerden und Schädigungen gemeldet werden müssen und Angabe, wie die Meldung erfolgen soll,
- Umstände, wann Arbeitnehmer Anspruch auf Gesundheitsüberwachung haben,
- Gründe, warum Maschinen mit Wartungsbedarf gemeldet werden müssen und Angabe wie die Meldung erfolgen soll,
- Angabe des Zeitpunkts der Aussonderung von Maschinen und wann eingesetzte Werkzeuge, persönliche Schutzausrüstungen oder Verbrauchsmaterialien aus dem Verkehr gezogen werden sollen, die zu einer übermäßigen Vibrationsbelastung beitragen können

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 Vibrationsbelastung in der richtigen Position befinden. Viele vibrationsreduzierten Werkzeuge, wie Abbruchgeräte mit gefederten Griffen, produzieren hohe Vibrationsemissionen, wenn der Bediener das Werkzeug während des Bedienvorgangs zu stark nach unten drückt (auch Aufbruchhämmer produzieren eine hohe Vibrationsemission, 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 Bedienschulungen 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 Vibrationen 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 Vibrationsgefährdung 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 Vibrationsexposition hinzukommen und somit das Risiko einer Schädigung durch Hand-Arm-Vibrationen erhöhen.

3.3.6 Arbeitspläne

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

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 Vibrationen in hohen Frequenzen produzieren) und mit einem nicht zu festem Griff gehalten werden, kann mit Antivibrations-Schutzhandschuhen eventuell eine gewisse Verringerung der Vibrationsgefährdung erzielt werden. Da sich diese Risikoverringerung jedoch nicht einfach quantifizieren lässt, sollte man sich als Schutz vor Hand-Arm-Vibrationen 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.

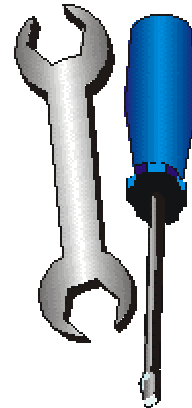
Die Temperatur an einem im Innenbereich liegenden Arbeitsplatz sollte so angenehm sein, dass keine Spezialkleidung erforderlich ist. Die Temperatur sollte in der Regel bei mindestens 16°C liegen. Es sollten Maschinen vermieden werden, die die Hände frieren lassen, wie Maschinen mit Stahlgehäuse oder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

Wenn aufgrund von Kälte eine erhöhte Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen 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

Regelmäßige Wartung von kraftbetriebenen Werkzeugen und anderen Arbeitsmitteln trägt dazu bei, das Ausmaß der Vibrationen so niedrig wie möglich 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 Vibrationsdämpfer, 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 der Vibration und erneute Beurteilung

Das Management der Exposition gegenüber Vibrationen 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 Vibrationsschutzmaßnahmen überwacht werden und wann die Gefährdungsbeurteilung wiederholt werden muss.

3.4.1 Woher weiß ich, dass meine Überwachung der Hand-Arm-Vibrationen funktioniert?

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

- regelmäßig prüfen, dass Arbeitnehmer (einschließlich Managern und Vorgesetzten) immer noch das von Ihnen eingeführte Überwachungsprogramm durchführen,
- regelmäßige Gespräche mit Vorgesetzten, Aufsichtspersonal, Beschäftigten, Sicherheitsverantwortlichen und Arbeitnehmersvertretern darüber führen, ob es bei Arbeitsmitteln oder bei der Art des Einsatzes dieser Arbeitsmittel Probleme mit Vibrationen gibt,
- die Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung (arbeitsmedizinischen Vorsorge) prüfen und mit dem Gesundheitsdienstleister erörtern, ob die Schutzmaßnahmen wirksam sind oder verändert werden müssen.

3.4.2 Wann muss ich die Gefährdungsbeurteilung wiederholen?

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

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

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

Das Ausmaß der Neubeurteilung hängt von der Art der Änderungen und der Anzahl der von ihnen betroffenen Personen ab. Veränderte Arbeitszeiten oder Arbeitsformen mögen zwar eine Neuberechnung der täglichen Exposition der betroffenen Personen erforderlich machen, bedeuten aber nicht zwingend eine Veränderung der Vibrationsbelastung.

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

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

Literaturhinweis

VDI-Richtlinie 3831: Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Ausg. 1/2006, Beuth, Berlin 2006

DIN V 45694:2006 Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu den benutzten Maschinen einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern (CEN/TR 15350:2006)

KAPITEL 4 GESUNDHEITSÜBERWACHUNG BZW. ARBEITSMEDIZINISCHE VORSORGE

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

[Anhang F](#) beschreibt einige Techniken der Gesundheitsüberwachung in Verbindung mit Schädigungen durch Hand-Arm-Vibrationen.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.1 Wann ist eine Gesundheitsüberwachung erforderlich?

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

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

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

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

4.2 Was wird in Unterlagen festgehalten?

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

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

4.3 Was muss bei einer festgestellten Gesundheitsschädigung getan werden?

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

Informationen für den Arbeitnehmer

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

Informationen für den Arbeitgeber

Der Arbeitgeber wird unter Wahrung der ärztlichen Schweigepflicht über sämtliche wichtigen Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung bzw. arbeitsmedizinische Vorsorge informiert.

Aktivitäten der Arbeitgeber

- Überprüfen Sie die Gefährdungsbeurteilung zu Hand-Arm-Vibrationen.
- Überprüfen Sie die Maßnahmen zur Beseitigung oder Verringerung der Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen.
- 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-Vibrationen erforderlichen Maßnahmen umsetzen. Denken Sie dabei auch an die Möglichkeit, dem Arbeitnehmer eine alternative Arbeit zuzuweisen, bei der keine Gefährdung aus einer weiteren Exposition vorliegt.
- Sorgen Sie für eine kontinuierliche Gesundheitsüberwachung bzw. arbeitsmedizinische Vorsorge und veranlassen Sie eine Überprüfung des Gesundheitszustands aller Arbeitnehmer mit ähnlicher Exposition. In den vorgenannten Fällen können der zuständige Arzt, der Betriebsarzt oder die zuständige Behörde vorschlagen, dass sich die vibrationsbelasteten Personen einer medizinischen Prüfung unterziehen.
- Der Arbeitgeber hat die Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen durch Beauftragung eines Arztes sicherzustellen. Es dürfen nur Ärzte beauftragt werden, die Fachärzte für Arbeitsmedizin sind oder die Zusatzbezeichnung Betriebsmedizin führen. Der beauftragte Arzt hat für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, die besondere Fachkenntnisse oder eine spezielle Ausrüstung erfordern, Ärzte hinzuzuziehen, die diese Anforderungen erfüllen. Ist ein Betriebsarzt nach § 2 Arbeitssicherheitsgesetz bestellt, soll der Arbeitgeber vorrangig diesen auch mit den speziellen Vorsorgeuntersuchungen beauftragen. Dem Arzt sind alle erforderlichen Auskünfte über die Arbeitsplatzverhältnisse, insbesondere über die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung, zu erteilen und die Begehung der Arbeitsplätze zu ermöglichen. Ihm ist auf Verlangen Einsicht in die Vorsorgekartei nach Absatz 6 zu gewähren. (weitere Bestimmungen zur arbeitsmedizinischen Vorsorge in §§ 13 und 14 LärmVibrationsArbSchV).

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-Vibrationen	Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Befähigte Person bewertet die Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen ▪ Gefährdungsbeurteilung muss vorliegen ▪ Ermittlung von Maßnahmen für die Expositionsüberwachung und die Unterrichtung und Schulung der Arbeitnehmer ▪ Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu aktualisieren
Artikel 5	Arbeitgeber	Gefährdung durch Vibrationen	Beseitigung oder Verringerung der Exposition: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ergreifen von allgemeinen Vorkehrungen zur Beseitigung der Gefährdung oder deren Verringerung auf ein Mindestmaß
		Exposition oberhalb des Auslösewertes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausarbeitung und Durchführung eines Programms mit Maßnahmen zur Beseitigung oder Minimierung der Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibrationen
		Exposition oberhalb des Expositionsgrenzwertes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unverzügliches Ergreifen von Maßnahmen zur Vermeidung einer Exposition oberhalb des Expositionsgrenzwertes ▪ Ermitteln der Gründe für eine Überschreitung des Expositionsgrenzwertes
		Besonders gefährdete Arbeitnehmer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anpassen der Maßnahmen an die Erfordernisse besonders gefährdeter Arbeitnehmer
Artikel 6	Arbeitgeber	Mögliche Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen	Unterrichtung und Unterweisung der Arbeitnehmer: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mögliche Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen
Artikel 7	Arbeitgeber	Mögliche Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen	Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausgewogene und rechtzeitige Anhörung von Arbeitnehmern und ihren Vertretern zu Fragen der Gefährdungsbeurteilung, Schutzmaßnahmen, Gesundheitsüberwachung und Schulung.
Artikel 8	Arzt oder entsprechend qualifizierte Person	Bei festgestellter Gesundheitsstörung	Gesundheitsüberwachung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitnehmer wird über die Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung unterrichtet ▪ Information und Beratung der Arbeitnehmer über die nach Ende der Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibration erforderlichen Gesundheitsüberwachung. ▪ Der Arbeitgeber wird über wichtige Erkenntnisse der Gesundheitsüberwachung unterrichtet
	Arbeitgeber	Bei festgestellter Gesundheitsstörung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung ▪ Weitere Beseitigung bzw. Verringerung der Gefährdung ▪ Überprüfung des Gesundheitsstatus von ähnlich exponierten Arbeitnehmern
	Arbeitgeber	Exposition oberhalb des Auslösewertes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitnehmer mit Anspruch auf angemessene Gesundheitsüberwachung

ANHANG B WAS SIND VIBRATIONEN?

B.1 Was sind Vibrationen?

Vibrationen entstehen, wenn sich ein Körper aufgrund von äußeren und inneren Kräften hin und her bewegt, [Abbildung B.1](#). Im Fall von Hand-Arm-Vibrationen vibriert der Griff einer Maschine oder die Oberfläche eines Werkstücks und diese schnelle Bewegung wird auf die Hand und den Arm übertragen.

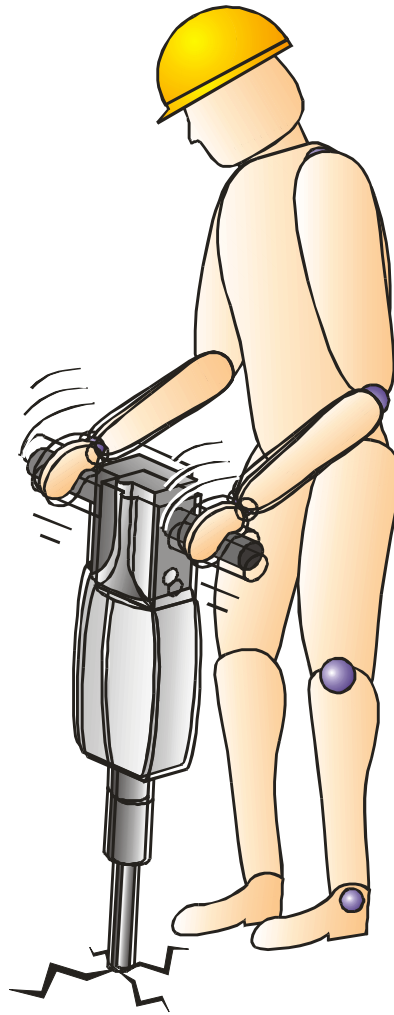


Abbildung B.1: Hand-Arm-Vibrationen

B.2 Was wird gemessen?

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

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

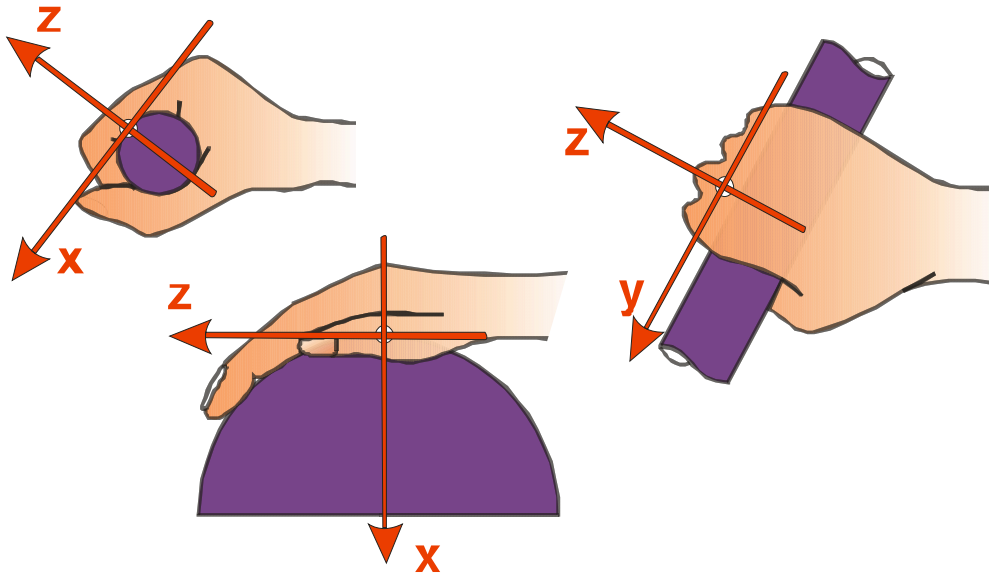


Abbildung B.2: Achsen für die Messung der Hand-Arm-Vibrationen

B.3 Was versteht man unter Frequenz und Frequenzbewertung?

Mit Frequenz wird ausgedrückt, wie viele Male sich ein vibrierender Körper pro Sekunde nach oben und unten oder nach vorn und hinten bewegt. Sie wird als ein Wert in Zyklen pro Sekunde ausgedrückt, allgemein besser bekannt als Hertz (abgekürzt Hz). Bei rotierenden Werkzeugen 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-Vibrationen 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-Vibrationen wird für alle drei Achsen nur eine Frequenzbewertungskurve verwendet.

B.4 Welche Beurteilungsgrößen werden für die Gefährdungsbeurteilung verwendet?

In jeder Vibrationsachse wird ein frequenzbewerteter Effektivwert der Schwingbeschleunigung gemessen. Dieser wird mit a_{hw} bezeichnet. Der für die Beurteilung der Exposition verwendete Wert ist der *Vibrationsgesamtwert*, der die drei a_{hw} Werte für die Achsen x, y und z wie folgt kombiniert:

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

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

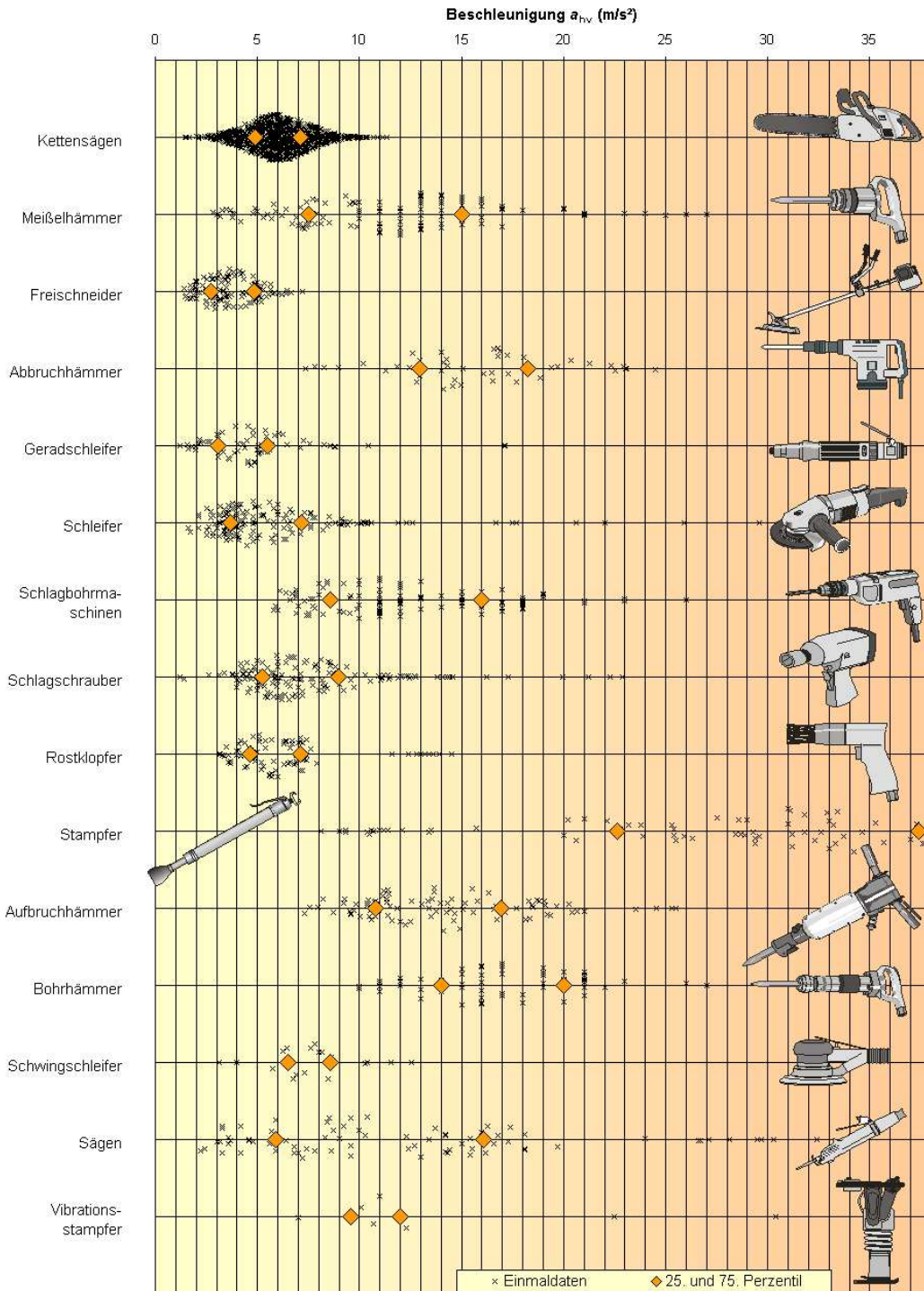


Abbildung B.3: Beispiele für Vibrationsgrößen von handelsüblichen Werkzeugen

Die ausgewählten Daten basieren auf den am Arbeitsplatz vorgenommenen Vibrationsmessungen der Vibrationsgesamtwerte 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 Vibrationsgröße an, denen 25% bzw. 75% der Beispiele entsprechen bzw. die sie unterschreiten.

B.5 Welche Messgeräte sollte ich einsetzen?

Die Ausrüstung zur Messung von Hand-Arm-Vibrationen sollte die Spezifikationen der DIN EN ISO 8041:2006 für Geräte zur Messung von Hand-Arm-Vibrationen erfüllen. Es ist wichtig, dass Beschleunigungsmesser (Vibrationsaufnehmer) sorgfältig ausgewählt werden. Die Vibrationen 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 DIN EN ISO 5349-2:2001.

Literaturhinweis

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

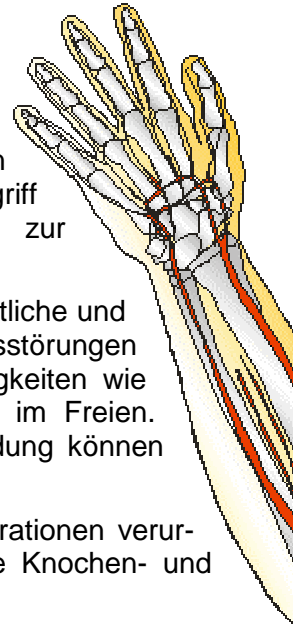
DIN EN ISO 8041:2006 Schwingungseinwirkung auf den Menschen – Messeinrichtung (ISO 8041:2005); Deutsche Fassung EN ISO 8041:2005

VDI-Richtlinie 2057: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen
Blatt 1: Ganzkörper-Schwingungen, Blatt 2: Hand-Arm-Schwingungen; Ausg. 9/2002. Beuth, Berlin 2002

Informationsblatt Nr. 17 des Fachausschusses Gefährdungsbeurteilung „Vibrationen“ bei handgeführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen: Hinweise zur Nutzung von Herstellerangaben aus Bedienungsanleitungen

ANHANG C GESUNDHEITLICHE GEFÄHRDUNGEN, ANZEICHEN UND SYMPTOME

Arbeitnehmer, die regelmäßig einem Übermaß an Hand-Arm-Vibrationen 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-Vibrationen verursachte Gefäßstörungen, neurologische Dysfunktionen sowie Knochen- und Gelenksanomalien als anerkannte Berufskrankheit.

C.1 Gefäßstörungen

Arbeitnehmer, die einer Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibrationen 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 durch Vibration verursachten Gefäßstörungen beschrieben werden:

- abgestorbene oder weiße Finger
- Weißfinger-Krankheit
- Raynaud-Phänomen mit berufsbedingter Ursache
- vibrationsbedingte weiße Finger (VWF)
- vibrationsbedingtes vasospastisches Syndrom (VVS)

Zu Beginn erfassen die Durchblutungsstörungen zunächst nur die Kuppen von einem oder mehreren Fingern, doch mit fortgesetzter Exposition gegenüber Vibrationen 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 Vibrationsimpulse kann die Dauer zwischen wenigen Minuten und mehr als einer Stunde liegen.

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

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

In epidemiologischen Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass die Eigenschaften der Vibrationsbelastung 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 verschiedene persönliche Merkmale (Sensibilität, Krankheiten, chemische Substanzen, Rauchen und bestimmte Medikamente, die auf die Durchblutung in der Peripherie wirken), die Wahrscheinlichkeit und Schwere der Weißfinger-Krankheit beeinflussen.

In Deutschland können nach der Berufskrankheitenverordnung „Vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen an den Händen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“ als Berufskrankheit Nr. 2104 anerkannt werden (s. a. C.2).

C.2 Neurologische Störungen

Arbeitnehmer, die einer Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibrationen ausgesetzt sind, klagen oft über ein Gefühl des Kribbelns und der Taubheit in Fingern und Händen. Wenn die Vibrationsbelastung andauert, werden diese Symptome in der Regel schlimmer und wirken sich unter Umständen auf die Arbeitsfähigkeit und Freizeitaktivitäten aus. Arbeitnehmer mit Vibrationsbelastung können Einschränkungen in der normalen Wahrnehmung von Temperaturen und beim Tastsinn erfahren 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.

Das Karpaltunnelsyndrom ist derzeit in Deutschland nicht als eigenständige Berufskrankheit nach Berufskrankheitenverordnung anerkannt.

C.4 Störungen im Muskel-Skelett-System

Arbeitnehmer mit einer langen Vibrationsbelastung klagen z. T. 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 Osteoarthritis 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 der Beugesehnen der Handinnenfläche.

In Deutschland können nach der Berufskrankheitenverordnung „Erkrankungen durch Erschütterung bei Arbeit mit Druckluftwerkzeugen oder gleichartig wirkenden Werkzeugen oder Maschinen“ als Berufskrankheit Nr. 2103 anerkannt werden.

ANHANG D INSTRUMENTE ZUR BERECHNUNG DES TAGES-EXPOSITIONSWERTES

D.1 Hilfsmittel im Internet

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

http://bb.osha.de/docs/hav_calculator.xls Expositions-Rechner für HAV
Dieser Expositionsrechner (Hand-Arm-Schwingungs-Belastungs-Rechner) ermöglicht u. a. auch eine Dokumentation der Belastung für die Gefährdungsbeurteilung.

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

www.hse.gov.uk/vibration/calculator.htm

D.2 Grafische Darstellung des Tagesexpositionswertes

Die Grafik in [Abbildung D.1](#) zeigt eine einfache Methode, Tages-Vibrationsexpositionen oder Teil-Vibrationsexpositionen gegenüber Hand-Arm-Vibrationen abzulesen, ohne dass hierfür ein Taschenrechner erforderlich wäre.

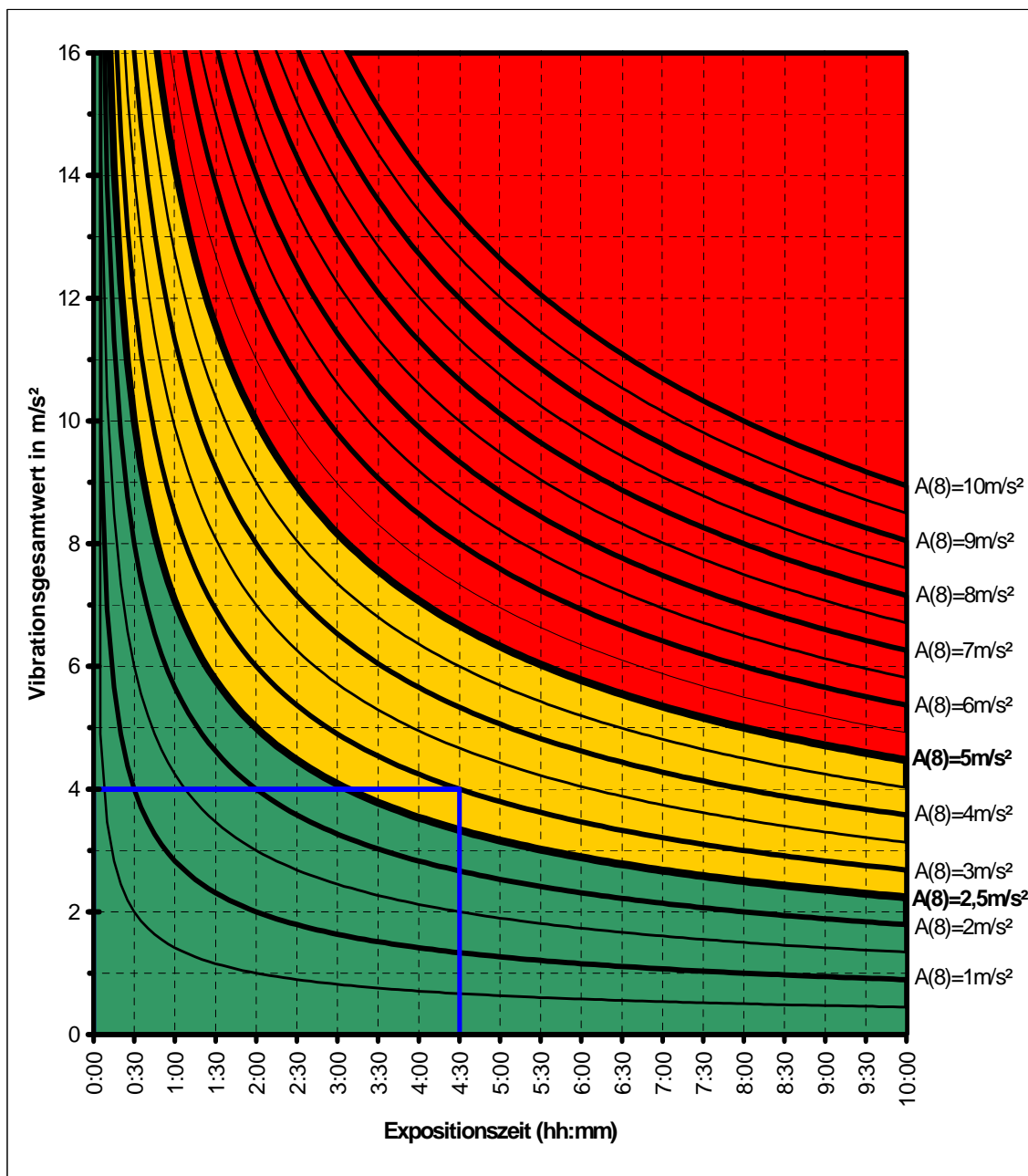
Schauen Sie sich in der Grafik lediglich die Linie A(8) in dem Punkt bzw. etwas darüber an, wo sich Ihr Wert für die Schwinggröße und die Linien für die Expositionszeit treffen.

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 auch noch das Risiko einer Schädigung durch Hand-Arm-Vibrationen bestehen; in manchen Fällen, insbesondere nach vielen Jahren der Exposition, kann eine Exposition innerhalb des grünen Bereichs bei einigen Arbeitnehmern zu einer Schädigung durch Vibrationen führen.

D.3 Nomogramm des Tagesexpositionswertes

Das Nomogramm in [Abbildung D.2](#) liefert eine einfache alternative Methode, um die Tages-Vibrationsexposition ohne den Einsatz von Gleichungen zu ermitteln. Führen Sie für jedes Werkzeug bzw. für jeden Prozess die folgenden Schritte aus:

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



Beispiel:
 4m/s² über 4 Stunden 30
 Minuten ergibt A(8) = 3m/s²

Abbildung D.1: Grafische Darstellung der Tagesexposition

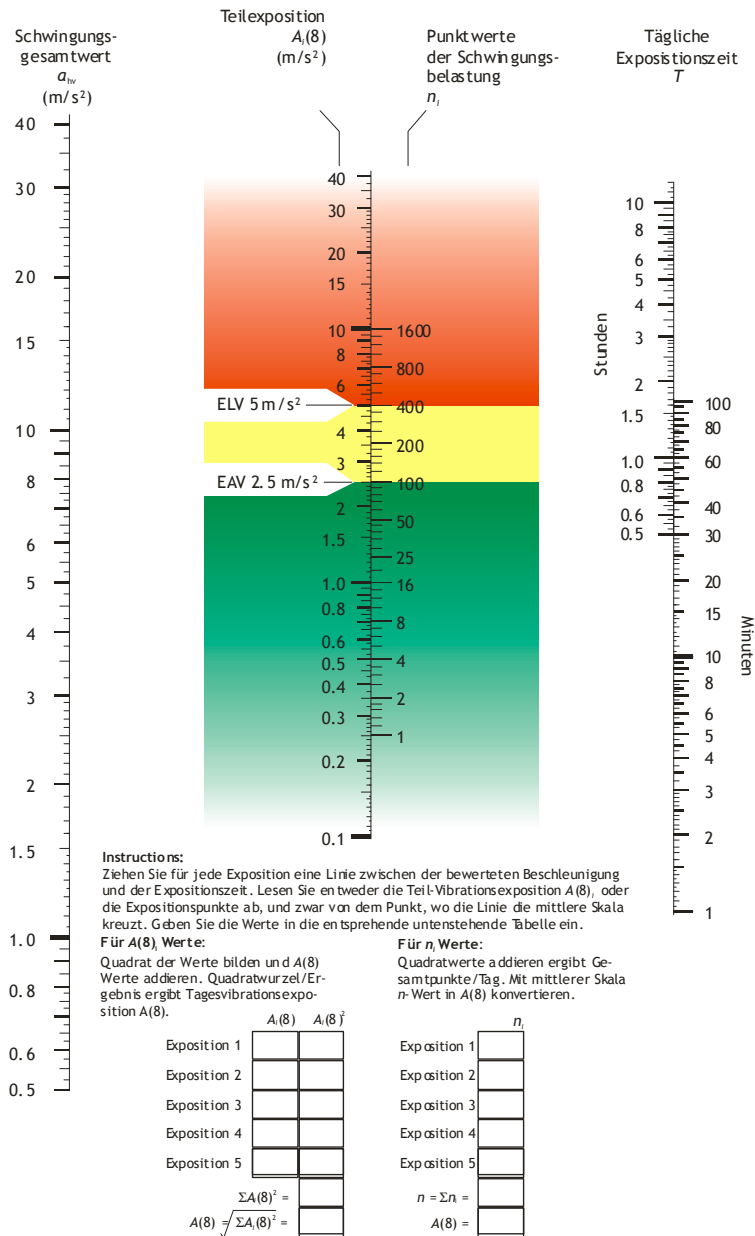


Abbildung D.2 Nomogramm zur Bestimmung des $A(8)$ -Werts bei Hand-Arm-Vibrationen

D.4 System der Expositionspunkte

Das Management der Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibrationen 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 pro Stunde) über den Vibrationsgesamtwert 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/s²) entspricht 100 Punkten
- Expositionsgrenzwert (5 m/s²) entspricht 400 Punkten

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

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

Hierin ist a_{hv} die Vibrationsintensität ab Vibrationsgesamtwert in m/s², T die Expositionszeit in Stunden

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

Die Tages-Vibrationsexposition $A(8)$ lässt sich aus den Expositionspunkten berechnen:

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

Expositionspunkte für Hand-Arm-Schwingungen

												z-Richtung	
Auslösewert eingehalten											Punktwert ≤ 100	grün	
Expositionsgrenzwert eingehalten											Punktwert ≤ 400	gelb	
Expositionsgrenzwert überschritten											Punktwert > 400	rot	
a _{hv}	Tägliche Einwirkungsdauer in Minuten												
in m/s ²	30	60	120	180	240	300	360	420	480	600	720		
30,0	900	1.800	3.600	5.400	7.200	9.000	10.800	12.600	14.400	18.000	21.600		
25,0	625	1.250	2.500	3.750	5.000	6.250	7.500	8.750	10.000	12.500	15.000		
20,0	400	800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.400	8.000	9.600		
18,0	324	648	1.296	1.944	2.592	3.240	3.888	4.536	5.184	6.480	7.776		
16,0	256	512	1.024	1.536	2.048	2.560	3.072	3.584	4.096	5.120	6.144		
15,0	225	450	900	1.350	1.800	2.250	2.700	3.150	3.600	4.500	5.400		
14,0	196	392	784	1.176	1.568	1.960	2.352	2.744	3.136	3.920	4.704		
13,0	169	338	676	1.014	1.352	1.690	2.028	2.366	2.704	3.380	4.056		
12,0	144	288	576	864	1.152	1.440	1.728	2.016	2.304	2.880	3.456		
11,0	121	242	484	726	968	1.210	1.452	1.694	1.936	2.420	2.904		
10,0	100	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600	2.000	2.400		
9,5	90	181	361	542	722	903	1.083	1.264	1.444	1.805	2.166		
9,0	81	162	324	486	648	810	972	1.134	1.296	1.620	1.944		
8,5	72	145	289	434	578	723	867	1.012	1.156	1.445	1.734		
8,0	64	128	256	384	512	640	768	896	1.024	1.280	1.536		
7,5	56	113	225	338	450	563	675	788	900	1.125	1.350		
7,0	49	98	196	294	392	490	588	686	784	980	1.176		
6,5	42	85	169	254	338	423	507	592	676	845	1.014		
6,0	36	72	144	216	288	360	432	504	576	720	864		
5,5	30	61	121	182	242	303	363	424	484	605	726		
5,0	25	50	100	150	200	250	300	350	400	500	600		
4,8	23	46	92	138	184	230	276	323	369	461	553		
4,6	21	42	85	127	169	212	254	296	339	423	508		
4,4	19	39	77	116	155	194	232	271	310	387	465		
4,2	18	35	71	106	141	176	212	247	282	353	423		
4,0	16	32	64	96	128	160	192	224	256	320	384		
3,8	14	29	58	87	116	144	173	202	231	289	347		
3,6	13	26	52	78	104	130	156	181	207	259	311		
3,4	12	23	46	69	92	116	139	162	185	231	277		
3,2	10	20	41	61	82	102	123	143	164	205	246		
3,0	9	18	36	54	72	90	108	126	144	180	216		
2,5	6	13	25	38	50	63	75	88	100	125	150		
2,0	4	8	16	24	32	40	48	56	64	80	96		
1,5	2	5	9	14	18	23	27	32	36	45	54		
1,0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	20	24		
	0,5 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	10 h	12 h		
	Tägliche Einwirkungsdauer in Stunden												

Abbildung D.3: Tabelle mit Expositionspunkten (gerundete Werte)

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-Vibration je nach erwarteter Vibrationsgröße der Maschine im Betrieb gekennzeichnet wird. Ein Beispiel für dieses Farbsystem finden Sie in [Tabelle D.1](#)

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

Tabelle D.1 Beispiel für die Farbcodierung von handgehaltenen und handgeführten Maschinen im Ampelsystem

Farbcode	Zeit bis zur Erreichung des Auslösewertes 2,5m/s ²	Zeit bis zur Erreichung des Grenzwertes 5m/s ²
rot	Weniger als ½ Stunde	Weniger als zwei Stunden
gelb	Zwischen ½ 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 oder auch auf den Herstellerangaben zur Vibrationsemission beruhen. Wenn der Vibrationsemissionswert 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 aber nicht als „sicher“ gelten.

Es sollten weitere organisatorische Maßnahmen ergriffen werden, um sicher zu stellen, dass die Arbeitnehmer lernen, mit diesem Kennzeichnungssystem umzugehen. Gefährdete Arbeitnehmer sollen darüber aufgeklärt werden, frühe Anzeichen eines „Hand-Arm-Syndroms“ zu erkennen.

ANHANG E AUSGEARBEITETE BEISPIELE FÜR TAGES-EXPOSITION

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

Die *Tages-Vibrationsexposition* $A(8)$ für einen Arbeitnehmer, der eine Tätigkeit mit Vibrationsexposition ausübt oder ein vibrierendes Werkzeug bedient, lässt sich aus der Vibrationsintensität in Form des Vibrationsgesamtwerts und der Expositionszeit mit Hilfe folgender Gleichung errechnen:

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

Hierin sind a_{hv} die Vibrationsintensität (in m/s^2), T die tägliche Dauer der Exposition gegenüber dieser Vibrationsintensität a_{hv} und T_0 die Bezugsdauer von acht Stunden. Wie bei dem Vibrationsgesamtwert a_{hv} ist die Einheit der Tages-Vibrationsexposition *Meter pro Sekunde im Quadrat* (m/s^2).

Beispiel

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

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

Die vorgenannte Tages-Vibrationsexposition von $3 m/s^2$ liegt oberhalb des Auslösewertes, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes.

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

Ist eine Person mehr als nur einer Vibrationsquelle (Maschine) ausgesetzt, wird eine *Teil-Vibrationsexposition* aus der Größe und der Dauer für jede Quelle errechnet.

Die tägliche Gesamt-vibrationsexposition kann aus den Werten für die Teil-Vibrationsexpositionen 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 Teil-Vibrationsexpositionen der jeweiligen Vibrationsquellen.

Beispiel

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

einem Winkelschleifer: 4 m/s^2 während $2\frac{1}{2}$ Stunden

einem Winkelfräse: 3 m/s^2 während 1 Stunde

einem Meißelhammer: 20 m/s^2 während 15 Minuten

Die Teil-Vibrationsexpositionen für die drei Aufgaben liegen jeweils bei:

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

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

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

Die Tages-Vibrationsexposition beträgt dann

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

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

E.3 Tages-Vibrationsexposition: 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 Expositionspunkte-Methode)

Liegen Ihnen die Beschleunigungswerte in 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 Auffinden der Expositionspunkte auf der Basis des Vibrationsgesamtwerts und der Expositionszeit.
- Schritt 2:** Ergänzen Sie die Punkte je Maschine, um die täglichen Gesamtpunkte zu erhalten.
- Schritt 3:** Der höchste Wert der drei Achsenwerte ist die Tages-Vibrationsexposition in Punkten.

Beispiel

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

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

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

Winkelschleifer ($2\frac{1}{2}$ Stunden Einsatz)	$4 m/s^2$ 3* Stunden lang = 96 Punkte
Winkelfräse (1 Stunde Einsatz)	$3 m/s^2$ 1 Stunde lang = 18 Punkte
Meißelhammer (15 Minuten Einsatz)	$20 m/s^2$ 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 Tages-Vibrationsexposition liegen für alle Werkzeuge bei:

$$96 + 18 + 200 = 314 \text{ Punkte}$$

Schritt 3: Die tägliche Vibrationsexposition beträgt 314 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 1:** Ermitteln Sie für jede Maschine bzw. jeden Arbeitsvorgang die Werte "Punkte je Stunde", und zwar aus Herstellerangaben, sonstigen Quellen bzw. Messungen.
- Schritt 2:** Bestimmen Sie für jede Maschine bzw. jeden Arbeitsvorgang die täglichen Punkte. Hierzu multiplizieren Sie die Anzahl von Punkten je Stunde mit der Anzahl an Einsatzstunden der Maschine.
- Schritt 3:** Die Summe der Punktwerte für die einzelnen Maschinen bzw. Arbeitsvorgänge ist die Tages-Vibrationsexposition in Punkten.

Beispiel

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

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

Schritt 1: Die Werte "Punkte je Stunde" für die Maschinen betragen:

Winkelschleifer	Winkelfräse	Meißelhammer
32 Punkte	18 Punkte	800 Punkte

Schritt 2: Die Punktwerte je Stunde sind auf die nächste ganze Zahl aufgerundet. Die Expositionspunkte sind somit:

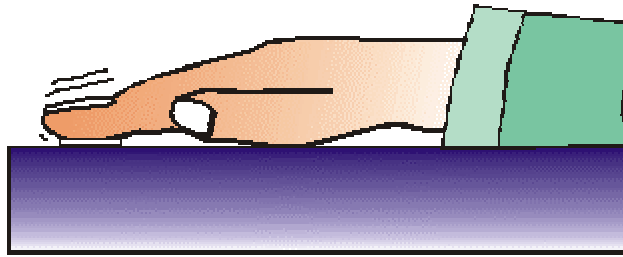
Winkelschleifer ($2\frac{1}{2}$ Stunden Einsatz)	Winkelfräse (1 Stunde Einsatz)	Meißelhammer (15 Minuten Einsatz)
$32 \times 2,5 = 80$	$18 \times 1 = 18$	$800 \times 0,25 = 200$

Schritt 3: Die Punkte für die Tages-Vibrationsexposition über alle Werkzeuge liegen bei:

$$80 + 18 + 200 = 298 \text{ Punkte}$$

Die Tages-Vibrationsexposition beträgt 298 Punkte, d.h. oberhalb des Auslösewertes von 100 Punkten, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes von 400 Punkten.

ANHANG F TECHNIKEN DER GESUNDHEITSÜBERWA- CHUNG



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

Fragebögen für die Gesundheitsüberwachung bei Hand-Arm-Vibrationen sind an mehreren Stellen erhältlich (z. B. bei der Sektion VIBGUIDE)

http://www.humanvibration.com/EU/EU_index.htm).

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

http://www.hvbg.de/d/bgz/praevas/amed/bg_grund/g46/index.html.

F.1 Die Krankengeschichte

In der Krankengeschichte verdienen folgende Punkte besondere Aufmerksamkeit:

- Familienanamnese,
- soziales Umfeld, einschließlich Tabak- und Alkoholkonsum und sportliche Betätigung,
- beruflicher Werdegang, einschließlich früherer und aktueller Beschäftigungsverhältnisse mit Hand-Arm-Vibrationsexposition, 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 Vibrationen 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. das 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 Diagnostiktechniken 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 Greifkraft misst sowie mit einem Druckmessgerät, das 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 Gelenksstörungen radiologisch diagnostizieren zu können.

F.8 Laboranalysen

Um eine Schädigung durch Vibrationen 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

DIN 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-Vibrationen	Mechanische Schwingungen, die bei Übertragung auf das Hand-Arm-System des Menschen Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer verursachen, insbesondere Knochen- oder Gelenkschäden sowie Durchblutungsstörungen, neurologische oder muskuläre Störungen.
Vibrationsemission	Der Vibrationswert der Maschinenhersteller zur Angabe der Vibrationen, die voraussichtlich an ihren Maschinen auftreten. Der angegebene Vibrationskennwert 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 Vibrationen (häufig ein Filter) verwendet wird, um die Frequenzabhängigkeit der Gefährdung einer Schädigung des Körpers nachzubilden. Für Hand-Arm-Vibrationen wird die Wh Bewertung nach EN ISO 5349-1:2001 verwendet.
Tages-Vibrationsexpositionswert A(8)	Vibrationsgesamtwert in m/s^2 , der die gesamte Hand-Arm-Vibrationsexposition auf einen 8 Stunden Arbeitstag nach § 2 (6) Anhang 2.2 LärmVibrationsArbSchV normiert.
Teil-Vibrationsexposition	Der Anteil des i-ten Arbeitsvorgangs an der täglichen Vibrationsexposition in m/s^2 .
Gesundheitsüberwachung	Ein medizinisches Untersuchungsprogramm für den Arbeitnehmer zur Früherkennung einer Schädigung aus Tätigkeiten bei der Arbeit (arbeitsmedizinische Vorsorge).
Auslösewert	Der Wert für die Tages-Vibrationsexposition eines Arbeitnehmers A(8) von $2,5 m/s^2$. Bei Überschreitung dieses Wertes müssen die Gefährdungen aus einer Vibrationsexposition überwacht und andere Maßnahmen eingeleitet werden.
Expositionsgrenzwert	Der Wert für die Tages-Vibrationsexposition eines Arbeitnehmers A(8) von $5 m/s^2$. Kein Arbeitnehmer darf einer Exposition oberhalb dieses Wertes ausgesetzt werden. Bei Erreichen oder Überschreiten sind unverzüglich Maßnahmen durchzuführen.
Expositionszeit	Tägliche Dauer der Exposition, der ein Arbeitnehmer durch eine Vibrationsquelle 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 (Vibrationen) (16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

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

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

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

H.2 Normen

Europäische Normen

Europäisches Komitee für Normung (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 Komitee für Normung (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 Komitee für Normung (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

DIN V 45695:1996

Hand-Arm-Schwingungen; Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Technische und organisatorische Maßnahmen. Ausg. 4/1996. Beuth, Berlin 1996

DIN V 45694:2006

Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu den benutzten Maschinen einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern (CEN/TR 1530:2006)

Internationale Normen

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

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

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

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

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

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

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

Nationale Normen

Dachverband der Ingenieure (2002) Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Hand-Arm-Schwingungen. VDI 2057-2:2002

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.

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“

VDI-Richtlinie 3831: Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Ausg. 1/2006. Beuth, Berlin 2006

VDI-Richtlinie 2057: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen
Blatt1: Ganzkörper-Schwingungen, Blatt 2: Hand-Arm-Schwingungen. Ausg. 9/2002. Beuth, Berlin 2002

Schwingungsschutz (k)ein Problem!? „Flyer“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). 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

Schwingungbelastung in der Bauwirtschaft (Technik 23). Reihe „Technik“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). 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

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

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

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

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. Berufsgenossen-

schaftliches 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/praevaus/pdf_bild_praevaus/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.

Informationsblatt Nr. 17 des Fachausschusses
Gefährdungsbeurteilung „Vibrationen“ bei hand-geführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen: Hinweise zur Nutzung von Herstellerangaben aus Bedienungsanleitungen

H.5 Internetseiten

<http://www.bg-vibrationen.de> Allgemeine Informationen zu Schwingungen, einschließlich Links auf verschiedene Webseiten zu Schwingungen beim Menschen

www.humanvibration.com Allgemeine Informationen zu Schwingungen, einschließlich Links auf verschiedene Webseiten zu Schwingungen beim Menschen (in Englisch)

http://www.las-bb.de/karla/index_.htm Messwerte zur Schwingungsemission und -immission

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/wbvhome.lasso> Messwerte zur Schwingungsemission und -immission

http://bb.osha.de/docs/gkv_calculator.xls Expositions-Rechner für GKV

http://bb.osha.de/docs/hav_calculator.xls Expositions-Rechner für HAV

http://bb.osha.de/docs/gkv_Tafel_dt.pdf Punktetabelle für GKV

http://bb.osha.de/docs/hav_Tafel_dt.pdf Punktetabelle für HAV

STICHWORTVERZEICHNIS

A

Ampelsystem.....	47
angegebener Emissionswert	16
Anhörung und Beteiligung	23
Antivibrations-Schutzhandschuhe ...	28
Arbeitnehmervertreter.....	23
Arbeitsmuster	14
Arbeitspläne	28
Arzt, qualifizierter.....	54
Auslösewert.....	7, 35
Auswahl der Arbeitsmittel	24

B

Befestigungen, vibrationsdämpfende	25
berufsständische Vertretung.....	17, 24
Beurteilung, erneute und Überwachung	30
Beschleunigung, frequenzbewertete	19

D

Dauerbetrieb	14
--------------------	----

E

Eigenschaften, vibrationsdämpfende	24
Empfindlichkeit, taktile	53
Einkaufspolitik	24
elastische Materialien	26
Emissionsdaten der Herstellers	16
Emissionswert, angegebener	16
Expositionsdauer	11, 14
Expositionsgrenzwert	34

F

Farbcode	47
Finger, weiße vibrationsinduzierte ...	40
Frequenz	37
frequenzbewertete Beschleunigung.	19
Frequenzbewertung	37

G

Gefährdungen, gesundheitlich.....	40
Gefährdungsbeurteilung	11
Gefährdungsbeurteilung Vibrationen	33
Gefäßstörungen	40
Gefäßuntersuchungen.....	53
Gestaltung des Arbeitsplatzes	25
Gesundheitliche Gefährdungen	40
Gesundheitsüberwachung	32
Gesundheitsunterlagen	33
Gewichtsausgleicher	26
Greif- und Andruckkräfte	26

H

hämmernde Werkzeuge	12
Hand-Arm-Vibrations-Syndrom ...	6, 40
Hersteller	24, 25, 27

I

Information und Schulung	26
Instandhaltung	29
intermittierender Betrieb	14

K

Kälteprovokationstests	53
Kleidung	28
klinische Tests	52
kollektive Maßnahmen	28
körperliche Untersuchung	52
Krankengeschichte.....	53
Kribbeln.....	12

L

Laboranalysen	53
Lieferant.....	25

M

Maschinenrichtlinie.....	24
Maßnahmen, kollektive	
Materialien, elastische.....	26
Messung	36
Messung der Vibrationen	18
Muskelkraft-Untersuchung	53

N

Neubeurteilung.....	30
Neurologische Störungen.....	41
neurologische Untersuchungen.....	53
Nomogramm	42

P

persönliche Schutzausrüstung	25
persönlicher Schutz.....	28
Pflichten laut Vibrationsrichtlinie.....	34
Priorisieren.....	22
Purdue pegboard	53

Q

qualifizierter Arzt	52
---------------------------	----

R

radiologische Untersuchungen.....	53
Rahmenrichtlinie	8
Raynaud-Phänomen	40
Risikoüberwachung.....	24
rotierende Werkzeuge.....	12

S		
Schlagschrauber	14	
Schlagwerkzeuge	12	
Schulung und Information.....	26	
Schulung und Überwachung.....	27	
Schutz, persönlicher.....	28	
Schutzausrüstung, persönliche.....	25	
Schutzmaßnahmen gegen Vibrationen	30	
Schwellen der Vibrationsempfindung	53	
Vibrationen	36	
Vibrationen, Schutzmaßnahmen gegen	30	
Vibrationsemission	24, 47	
Vibrationsgesamt看t	37	
Vibrationsgröße	15, 48	
Vibrations-Prüfverfahren.....	16	
Spannkettent	26	
Schlagwerkzeuge	12	
Substituierung	24	
System der Expositionspunkte	45	
T		
Tages-Vibrationsexposition	19, 42	
taktile Empfindlichkeit.....	53	
Taubheit	12	
		Teil-Vibrationsexposition
		20
		Teilvibrationsexposition
		48
		U
		Überwachung und Schulung
		27
		Überwachung und erneute Beurteilung
		30
		Überwachungsstrategie
		22
		Unsicherheit.....
		20
		Untersuchung, körperliche
		52
		Untersuchungen, neurologische.....
		53
		Untersuchungen, radiologische.....
		53
		V
		Vertretung, berufsständische... 17, 24
		vibrationsdämpfende Eigenschaften 25
		vibrationsdämpfende Befestigungen 25
		Vibrationsempfindung, Schwellen der
		53
		vibrationsbedingtes vasospastisches Syndrom.....
		40
		vibrationsbedingte weiße Finger.....
		40
		Vibrationsrichtlinie
		8
		Vibrationsrichtlinie, laut Pflichten.....
		34
		W
		Weißfinger-Krankheit
		40