

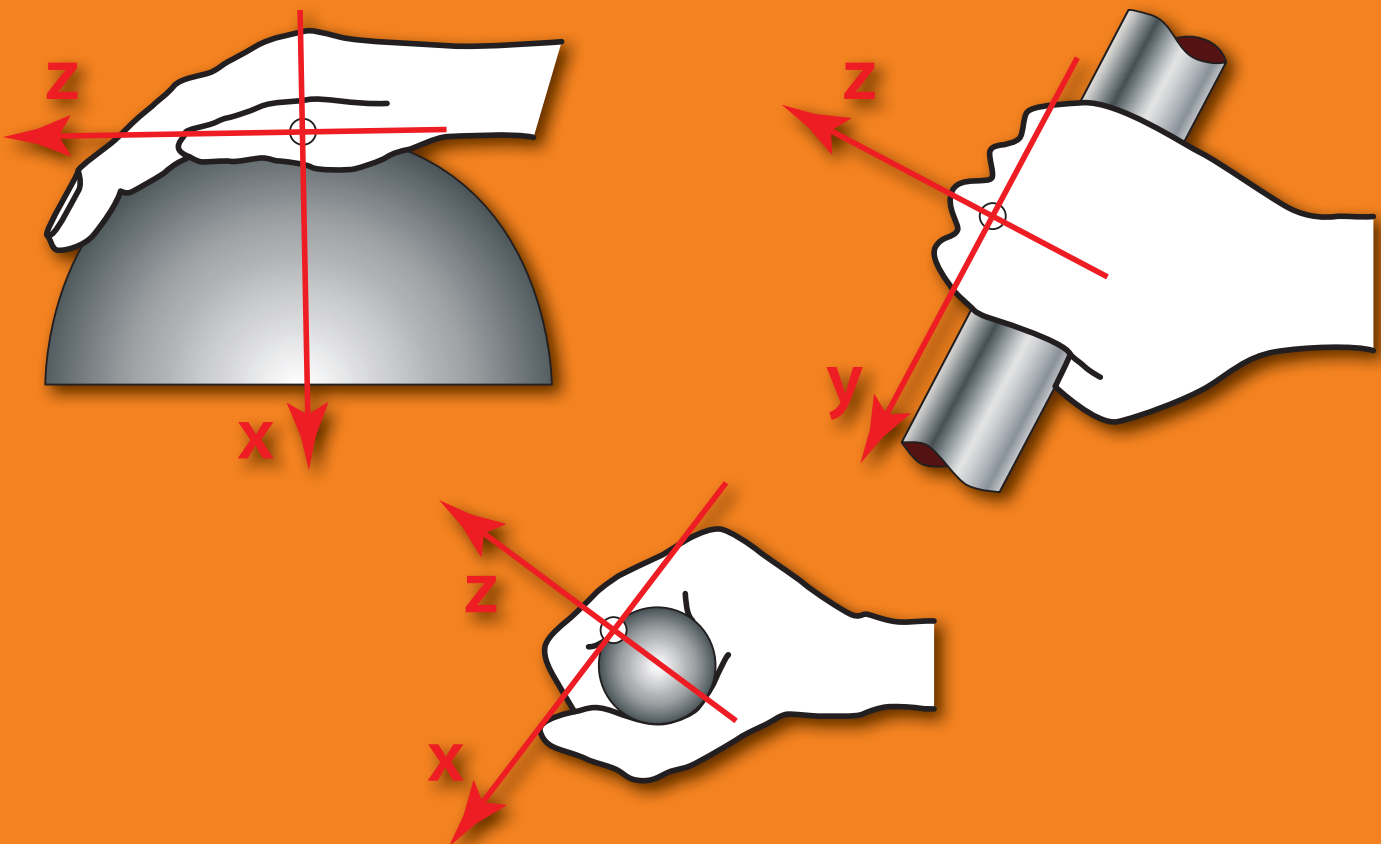


**BG**

Berufsgenossenschaft  
Metall Nord Süd

## Präventionsbericht 1/2009

### Hand-Arm-Vibrationen an Arbeitsplätzen in der Metallindustrie: Auswertungen zu Berufskrankheiten – Arbeitsmaschinen und Tätigkeiten





# **Hand-Arm-Vibrationen an Arbeitsplätzen in der Metallindustrie: Auswertungen zu Berufskrankheiten - Arbeitsmaschinen und Tätigkeiten**

Auswertung von 132 Stellungnahmen zu arbeitstechnischen  
Voraussetzungen der Berufskrankheiten BK 2103/ BK 2104  
und  
Auswertung von 140 Messungen  
zu Belastungen durch Hand-Arm-Vibrationen

Dr.-Ing. Christoph Hecker und Dipl.-Ing. Rainer Weiß  
Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd  
Bereich Prävention - HFD - Abteilung Gesundheitsschutz  
Sachgebiet „Ergonomie und Physikalische Noxen“

Mainz, Oktober 2009

---

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd  
Wilhelm-Theodor-Römheld-Str. 15  
55130 Mainz

[www.bg-metall.de](http://www.bg-metall.de)

## Zusammenfassung

Einführend wird eine Übersicht zu derzeit verfügbaren Schätzungen zur Anzahl von über alle Branchen ca. 1 bis 2 Millionen Beschäftigten vorgestellt, die in Deutschland gesundheitsgefährdenden Hand-Arm-Vibrationsbelastungen ausgesetzt sind. Die derzeit in Deutschland bei Vibrationsbelastungen anerkannten Berufskrankheiten werden erläutert sowie auf die erwartete neue - auch vibrationsrelevante - BK „Carpaltunnel-Syndrom“ hingewiesen. Die Ziele der Datenauswertungen werden vorgestellt. Folgende Ergebnisse können zusammengefasst werden:

132 TAD-Stellungnahmen zu arbeitstechnischen Voraussetzungen in entschiedenen BK-Feststellungsverfahren zu den Berufskrankheiten BK 2103 und BK 2104 der Jahre 1990-1998 wurden ausgewertet.

Bei der Mehrzahl der Fälle ist die Zuordnung der benutzten Arbeitsmaschinen zur angezeigten Berufskrankheit BK 2103 oder BK 2104 möglich. Die verursachenden Vibrationsbelastungen gingen bei der BK 2103 von Arbeitsmaschinen wie z.B. Aufbruchhammer, Druckluft-Stampfer und Meißelhammer und bei der BK 2104 von Arbeitsmaschinen wie z.B. Druckluft-Winkelschleifer und Hochfrequenz-Geradschleifer aus.

Die Auswertung nach Berufen bzw. Tätigkeiten ergab ein entsprechendes Bild. So wurden die Berufskrankheiten der BK-Nr. 2103 z.B. bei Berufen bzw. Tätigkeiten als Form- u. Kernmacher, Gießereiarbeiter und Karosseriebauer und die Berufskrankheiten der BK-Nr. 2104 z.B. bei Berufen bzw. Tätigkeiten als Schleifer und Gussputzer festgestellt und anerkannt.

140 Messungen von Belastungen durch Hand-Arm-Vibrationen an Arbeitsplätzen in Unternehmen im Zuständigkeitsbereich der Berufsgenossenschaft Metall Süd<sup>1</sup> wurden gesichtet und ausgewertet. Die Messungen wurden zwischen 1992 und 2007 durchgeführt. Messanlässe waren die Beratung von Unternehmen bei der Prävention (Überprüfungen, ob Gefährdungen für gesundheitliche Schädigungen durch Vibrationen bei der Nutzung verschiedener Arbeitsmittel vorlagen) und Messungen an Arbeitsplätzen im Auftrag von Aufsichtspersonen für Stellungnahmen von noch nicht entschiedenen BK-Verdachtsfällen.

Da die Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  in vielen Fällen  $2,5 \text{ m/s}^2$  überschreiten muss die Berechnung der maximalen Einsatz- bzw. Einwirkungsdauer bis zum Erreichen des täglichen Auslösewertes  $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$  und des Expositionsgrenzwertes  $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$  nach

---

<sup>1</sup> Am 1. Mai 2005 ist die Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft durch Fusion mit der Edel- und Unedelmetall-Berufsgenossenschaft in die Berufsgenossenschaft Metall Süd (BGMS) und am 30. März 2007 durch Fusion mit der Norddeutschen Metall-Berufsgenossenschaft in die Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd übergegangen.

LärmVibrationsArbSchV für die Gefährdungsbeurteilung und damit auch die Einsatzplanung der Arbeitsmaschinen erfolgen.

Im konkreten Einzelfall oder für jeweils vergleichbare Arbeitsmaschinen bzw. Tätigkeiten/ Berufe sind die auftretenden Tages-Vibrationsexpositionswerte  $A(8)$  aus den repräsentativen Vibrationsbelastungen als Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  in Verbindung mit den Einwirkungsdauern und Einsatzbedingungen jeweils zu ermitteln und zu bewerten. Die Bestimmungen der LärmVibrationsArbSchV sind hierfür zu berücksichtigen, unterstützt durch die mit Vermutungswirkung verbundenen Konkretisierungen in der voraussichtlich Anfang 2010 in Kraft tretenden TRLV „Vibrationen“ (nach Veröffentlichung verfügbar über [www.baua.de/trlv](http://www.baua.de/trlv) oder [www.bg-vibrationen.de](http://www.bg-vibrationen.de)).

Als Arbeitshilfe wurde eine Excel-Anwendung zur Berechnung der Einsatzdauer der Arbeitsmaschine bis zum Erreichen des täglichen Auslösewertes bzw. des Expositionsgrenzwertes nach LärmVibrationsArbSchV erstellt. Vergleichbare Hilfsmittel werden als Kennwertrechner z.B. vom BGIA, vom LAS Potsdam oder auf der VMBG Mini-CD-Rom „Vibrationen“ auf Basis des LAS-Kennwertrechners zur Verfügung gestellt ([www.bg-vibrationen.de](http://www.bg-vibrationen.de)).

Die BGI 504-46 (Teil 2 „Vibrationen“) bietet über die vorgelegten Auswertungen hinaus eine erweiterte, nicht abschließende Übersicht zu Arbeitsgeräten, die erfahrungsgemäß eine Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen verursachen können. Ob eine Gefährdung besteht (z.B. durch Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte oder Expositionsgrenzwerte nach LärmVibrationsArbSchV) muss im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung geklärt werden.

## Inhalt

1.	Gefährdete Beschäftigte, Berufskrankheiten und Auswertungen	5
2.	Auswertung von Stellungnahmen zu arbeitstechnischen Voraussetzungen für BK-Verdachtsfälle und anerkannte Fälle der BK 2103 und BK 2104	10
3.	Auswertung der Messungen von Hand-Arm-Vibrationen	13
4.	Zur Nutzung von Messwerten für den Einstieg in die Gefährdungsbeurteilung nach LärmVibrationsArbSchV	16
5.	Literaturhinweise	18
	Anhang	19

## 1. Gefährdete Beschäftigte, Berufskrankheiten und Auswertungen

Angaben zur Anzahl der durch Hand-Arm-Vibrationen (HAV) gesundheitsgefährdend belasteten Beschäftigten in Deutschland stützen sich bisher auf Schätzungen. Hochgerechnet auf die Beschäftigtenzahl in Deutschland in allen betroffenen Branchen kann davon ausgegangen werden, dass in Deutschland ca. 1,8 Millionen Beschäftigte durch Hand-Arm-Vibrationen gesundheitsgefährdend belastet sind (Christ, 2002, Hecker, 2006). Ausgehend von Studien in Großbritannien sowie von Angaben nach dem Mikrozensus in Deutschland wurden für Deutschland etwa 6,8 Millionen Beschäftigte mit Expositionen gegenüber Hand-Arm-Vibrationen geschätzt und etwa 1,2 Millionen Beschäftigte mit gesundheitsgefährdenden Hand-Arm-Vibrationen oberhalb des Auslösewertes nach LärmVibrationsArbSchV von  $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$  (Mohr, 2004). Insgesamt kann somit davon ausgegangen werden, dass in Deutschland über alle Branchen ca. 1 bis 2 Millionen Beschäftigte gesundheitsgefährdenden Vibrationsexpositionen ausgesetzt sind.

Neuere Schätzungen, Befragungsergebnisse und statistische Analysen zur Anzahl Beschäftigter mit Vibrationsexposition wurden auf europäischer Ebene zusammengestellt:

- European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions: Managing Musculoskeletal Disorders, Dublin, 2007: Analysen und Statistiken zu Muskel-Skelett-Erkrankungen inklusive durch Vibrationen verursachte Erkrankungen in Europa,
- Workshop zur Umsetzung der EG RL „Vibrationen“ (2002/44/EG) im Juni 2007 anlässlich der 11. Internationalen Konferenz Hand-Arm-Vibrationen in Bologna, Italien,
- EU OSHA „Workplace exposure to vibration in Europe: an expert review“, European Risk Observatory Report 7, Luxembourg, 2008.

Zunehmend genauere Ermittlungen zur Gesamtzahl der Beschäftigten mit gesundheitsgefährdenden HAV-Expositionen werden in Deutschland auch durch die seit Inkrafttreten der LärmVibrationsArbSchV in 2007 bei Vibrationsbelastungen vorgeschriebenen spezifischen Gefährdungsbeurteilungen möglich.

Die Berufskrankheiten-Verordnung unterscheidet derzeit zwei mögliche Berufskrankheiten bei Vibrationseinwirkung über die Hände:

- Die BK 2103 „Erkrankungen durch Erschütterungen bei Arbeiten mit Druckluftwerkzeugen oder gleichartig wirkenden Werkzeugen oder Maschinen“ und
- die BK 2104 „Vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen an den Händen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“.

Im Mai 2009 wurde weiterhin eine Wissenschaftliche Begründung zu einer Berufskrankheit „Carpaltunnel-Syndrom“ vom Ärztlichen Sachverständigenbeirat „Berufskrankheiten“ beim BMAS veröffentlicht. Als ursächlich für die Erkrankung „Carpaltunnel-Syndrom“ werden darin auch Hand-

Arm-Vibrationen angegeben. Diese voraussichtlich bald in den Anhang zur Berufskrankheiten-Verordnung aufgenommene neue Berufskrankheit wurde in der vorliegenden Auswertung entsprechend noch nicht berücksichtigt.

Erläuterungen zur Gefahr von Gesundheitsschäden durch Vibrationsbelastungen bei handgeführten oder handgehaltenen Arbeitsgeräten enthalten u.a. die vom BMAS bzw. BMGS veröffentlichten ärztlichen BK-Merkblätter zu den genannten Berufskrankheiten sowie der Berufsgenossenschaftliche Grundsatz zur arbeitsmedizinischen Vorsorge „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“ (G 46) und die zugehörige „Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen““ (BGI 504-46 (Teil 2 - Vibrationen)). Ausführliche Darstellungen der durch Vibrationsbelastungen bei der Arbeit möglichen Beeinträchtigungen und Gesundheitsschäden enthalten auch die Richtlinie VDI 2057:2002 und der europäische CEN Bericht CR 12349:1996 „Mechanische Schwingungen - Leitfaden über die Wirkung von Schwingungen auf die Gesundheit des Menschen (CEN TC 231, 1996)“. Hinweise zu den Auswirkungen von Hand-Arm-Schwingungen auf die Gesundheit enthält Anhang B der DIN EN ISO 5349-1:2001: vaskuläre Störungen, neurologische Erkrankungen, muskulo-skeletale Erkrankungen und andere Erkrankungen.

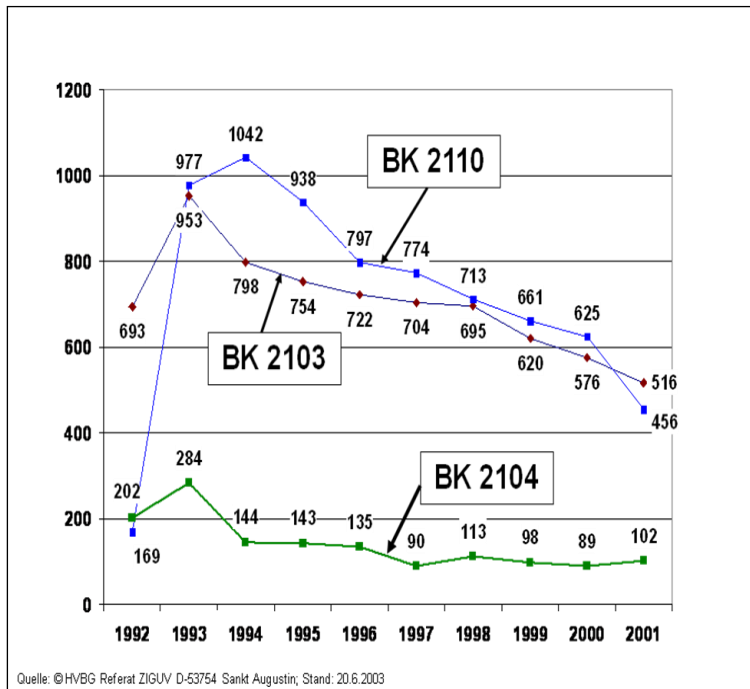
Die Gefahr von vibrationsbedingten Gesundheitsschäden hängt im Wesentlichen von der Vibrationsintensität und dem Überschreiten jeweils kritischer Einsatzzeiten ab. Messwerte können charakteristisch für das Arbeitsgerät sein, werden aber auch von zahlreichen Randbedingungen beeinflusst, wie Betriebszustand, Messrichtung, -ort, Alter und Zustand der Arbeitsgeräte, Antivibrationssysteme, Einsatzwerkzeuge. Im konkreten Einzelfall ist die Ermittlung des Tages-Vibrationsexpositionswertes A(8) (Vektorbetrag) erforderlich. Hinweise zur Berücksichtigung der Greif- und Andruckkräfte sind in DIN 45679:2005 verfügbar.

Eine Vielzahl von Beispielen für Arbeitsgeräte, die erfahrungsgemäß eine Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen verursachen können, ist in der BGI 504-46 (Teil 2 - Vibrationen) aufgelistet. Die in der vorliegenden Auswertung ermittelte Liste von Arbeitsmaschinen ist somit nicht abschließend.

Im konkreten Einzelfall oder für jeweils vergleichbare Arbeitsmaschinen bzw. Tätigkeiten/ Berufe sind die auftretenden Tages-Vibrationsexpositionswerte A(8) aus den repräsentativen Vibrationsbelastungen als Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  in Verbindung mit den Einwirkungsdauern und Einsatzbedingungen jeweils zu ermitteln und zu bewerten. Die Bestimmungen der LärmVibrationsArbSchV sind hierfür zu berücksichtigen, unterstützt durch die mit Vermutungswirkung verbundenen Konkretisierungen in der voraussichtlich Anfang 2010 in Kraft tretenden TRLV „Vibrationen“ (nach Veröffentlichung verfügbar über [www.baua.de/trlv](http://www.baua.de/trlv) oder z.B. auch [www.bg-vibrationen.de](http://www.bg-vibrationen.de)).

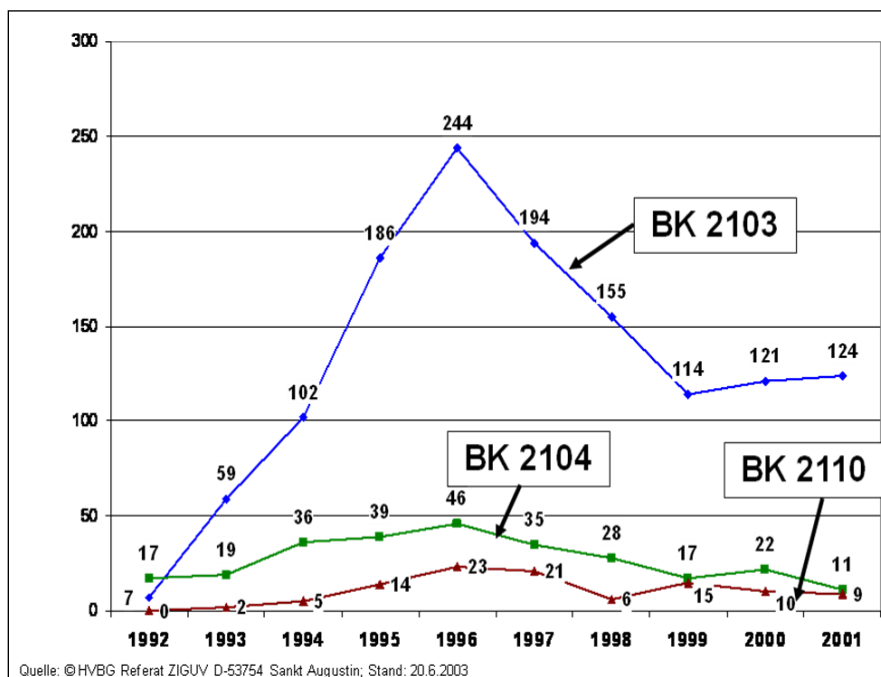


Die Entwicklung der angezeigten Verdachtsfälle sowie der anerkannten Fälle zu den Berufskrankheiten BK 2103, BK 2104 (Hand-Arm-Vibrationen) und BK 2110 (Ganzkörper-Vibrationen) von 1992 bis 2008 bei den gewerblichen Berufsgenossenschaften (ab 2006 inkl. weniger zusätzlicher Fälle aus den Bereichen der öffentlichen Hand sowie der Schüler-UV) zeigen **Abbildung 1** und **Abbildung 2**.



BK	2006	2007	2008
2103	370	416	379
2104	70	57	66
2110	290	316	231

**Abbildung 1:** Entwicklung 1992 bis 2008 der Verdachtsanzeigen zu den BK 2103, BK 2104 und BK 2110



BK	2006	2007	2008
2103	101	68	89
2104	15	17	14
2110	6	10	10

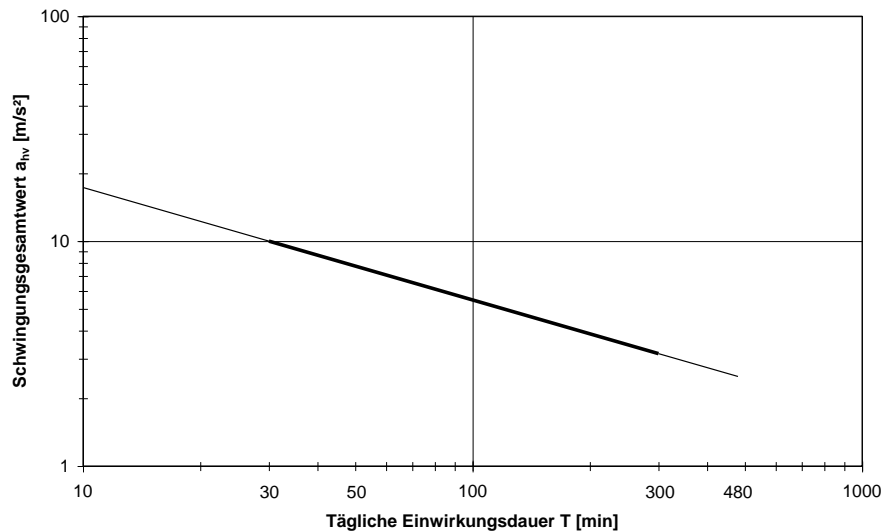
**Abbildung 2:** Entwicklung 1992 bis 2008 der anerkannten Fälle zu den BK 2103, BK 2104 und BK 2110  
Entgegen der Situation in anderen europäischen Mitgliedsstaaten sind in Deutschland wesentlich mehr Fälle der BK 2103 (vibrationsbedingte Schäden an Knochen/ Gelenken des Hand-Arm-

Systems) anerkannt als Fälle der BK 2104 (vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen an den Händen/ Weißfingerkrankheit).

Die insgesamt bisher relativ geringe Anzahl anerkannter Berufskrankheiten-Fälle aufgrund von Belastungen durch Hand-Arm-Vibrationen bei der Arbeit lässt vor dem Hintergrund der Schätzungen von ca. 1 bis 2 Millionen durch Hand-Arm-Vibrationen gesundheitsgefährdend belasteten Beschäftigten in Deutschland eine erhebliche Dunkelziffer vermuten. Auch vor Einführung der Unfallverhütungsvorschrift „Lärm“ (BGV B3) im Jahr 1974, der arbeitsmedizinischen Vorsorge „Lärm“ (G 20) und damaliger Anpassungen der Berufskrankheitenverordnung wurde eine relativ geringe dreistellige Anzahl an Verdachtsanzeigen zur Berufskrankheit „Lärmschwerhörigkeit“ (BK 2301) registriert, die dann nach 1974 zeitweise auf 20.000 pro Jahr sehr stark angestiegen ist. Eine ähnlich starke Dynamik wird bei den vibrationsbedingten Berufskrankheiten nicht erwartet. Jedoch wird davon ausgegangen, dass sich die Zahl von Verdachtsmeldungen zur BK 2103 und BK 2104 aufgrund der erhöhten Aufmerksamkeit für die Thematik in Folge der Umsetzung der LärmVibrationsArbSchV erhöht.

Ergebnisse erster Schwerpunkterhebungen von Unfallversicherungsträgern und Gewerbeaufsichtsämtern/ Arbeitsschutzverwaltungen an Arbeitsplätzen mit Vibrationsexpositionen deuten darauf hin, dass weitere Aufklärung über gefährdende Tätigkeiten und Symptome vibrationsbedingter Gesundheitsbeeinträchtigungen und -schäden sowie die Anforderungen der LärmVibrationsArbSchV bei Arbeitgebern, betrieblichen Arbeitsschutzexperten inkl. Arbeitsmedizinern und Beschäftigten erforderlich sind.

Der nach LärmVibrationsArbSchV geltende Auslösewert bei einem Tages-Vibrationsexpositionswert  $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$  kann entsprechend der Richtwertkurve nach VDI 2057-2:2002 als eine Kombination aus Schwingungsgesamtwert und täglicher Einwirkungsdauer dargestellt werden (**Abbildung 3**). Bei Erreichen bzw. Überschreiten des Auslösewertes für Hand-Arm-Vibrationen nach LärmVibrationsArbSchV sind bestimmte Präventionsmaßnahmen aufgrund steigender gesundheitlicher Risiken vorgeschrieben (FA-Informationsblatt zur LärmVibrationsArbSchV, [www.bgv-vibrationen.de](http://www.bgv-vibrationen.de)).



**Abbildung 3:** Richtwertkurve für Hand-Arm-Schwingungsbelastungen als Grundlage für die Prävention in Abhängigkeit vom Schwingungsgesamtwert  $a_{hv}$  und der täglichen Einwirkdauer  $T$  [min] – entsprechend  $a_{hv(8)} = 2,5 \text{ m/s}^2$  nach VDI 2057-2:2002<sup>2</sup>

Als orientierende Faustformel kann angegeben werden, dass bei entsprechend hoher und über mehr als 2 Jahre hinweg regelmäßiger arbeitsbedingter Vibrationseinwirkung „schlagende“ Maschinen gemäß ärztlichen BK-Merkblättern im Frequenzbereich zwischen 8 und 50 Hz vorwiegend die BK 2103 und in Frequenzbereichen oberhalb 50 Hz „rotierende und oszillierende“ Maschinen vorwiegend die BK 2104 auslösen können. Diese Differenzierung wird in einem in 2009 gestarteten, von der DGUV geförderten, mehrjährigen Forschungsprojekt weiter untersucht.

Mit der Auswertung der Unterlagen aus abgeschlossenen und entschiedenen BK 2103-/ BK 2104-Feststellungsverfahren sowie Sichtung der von der Berufsgenossenschaft Metall Süd durchgeführten Vibrationsmessungen sollten Hinweise für eine mögliche Verursachung der BK 2103/ BK 2104 durch bestimmte Maschinentypen ermittelt sowie Maschinentypen, deren Vibrationsemission und Einsatzdauer bzw. -art am Arbeitsplatz ein erhöhtes Risiko für die Entstehung einer BK 2103/ BK 2104 darstellten, identifiziert werden. Dazu wurden folgende Auswertungen vorgenommen:

- Berufskrankheit BK 2103/2104 vs. benutzter Arbeitsmaschine,
- Berufskrankheit BK 2103/2104 vs. ausgeübter Beruf/ Tätigkeit,
- Arbeitsmaschinen, die in diesen BK-Fällen bei entsprechender Nutzungsintensität das Entstehen einer BK 2103 oder BK 2104 mit verursacht haben und
- Anzahl der Fälle mit einer Anerkennung beider Berufskrankheiten.

<sup>2</sup> Die dargestellte Richtwertkurve repräsentiert eine Tages-Schwingungsbelastung von  $a_{hv(8)} = 2,5 \text{ m/s}^2$ . Für tägliche Expositionszeiten unter 30 min und oberhalb 300 min liegen nur wenige Kenntnisse vor. Deshalb ist die Richtwertkurve für diese Bereiche dünn dargestellt.

Die gemäß 9. GPSGV bzw. EG-Maschinenrichtlinie von Herstellern vibrierender Handmaschinen zur Kennzeichnung der Schwingungsemission zu deklarierenden Beschleunigungswerte (Bedienungsanleitung bzw. ab 2010 auch in technischen Verkaufsdokumentationen) beziehen sich auf die in den Prüfvorschriften (Messnormen) festgelegte Messrichtung bzw. nach Inkrafttreten der neuen EG-Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) Ende 2009 den Vektorbetrag. Es handelt sich in jedem Fall um den Effektivwert  $a_{hw}$  der frequenzbewerteten Beschleunigung für eine bestimmte Messdauer und damit weder um die Tages-Schwingungsbelastung  $a_{hv(8)}$  noch um den Tages-Vibrationsexpositionswert  $A(8)$ .

## 2. Auswertung von Stellungnahmen zu arbeitstechnischen Voraussetzungen für BK-Verdachtsfälle und anerkannte Fälle der BK 2103 und BK 2104

Mit der Auswertung der BK-Verfahrensakten aus abgeschlossenen, bereits entschiedenen BK 2103-/ BK 2104-Verdachtsfällen wurde untersucht, welche Arten von Arbeitsmaschinen als verursachend für diese Berufskrankheiten anerkannt wurden. Die TAD-Stellungnahmen zu den der Berufsgenossenschaft Metall Süd als Verdachtsanzeigen gemeldeten Berufskrankheiten BK 2103 und BK 2104 der Jahre 1990-1998 wurden ausgewertet.

Eine Auswertung von Berufskrankheiten-Verdachtsanzeigen und eine Zuordnung von als gefährdend vermuteten Arbeitsmitteln und Arbeitsbereichen erfolgte 1998 durch die Fachstelle „Lärm“ der Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft (MMBG-Mitteilungsblatt 3/1998). Die im vorliegenden BGM-Präventionsbericht vorgelegte Analyse von Daten anerkannter BK-Fälle bestätigen weitgehend die Ergebnisse der o.g. Auswertung. Die Auswertungen aus 1998 waren auch Anlass für eine Beauftragung des damaligen Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitsschutz, St. Augustin, mit einem Projekt „Hand-Arm-Schwingungen und Ankopplungskräfte: Messmethode“, das später im Rahmen eines europäischen Forschungsprojektes VIBTOOL zu einer Messmethodik für Ankopplungskräfte bei Hand-Arm-Vibrationsbelastungen fortgeführt wurde (<http://www.dguv.de/ifa/de/fac/vibration/vibtool/index.jsp>).

Insgesamt wurden im Zeitraum von 1990 bis 1998 132 BK 2103/2104-Verdachtsfälle gemeldet, darunter 77 Verdachtsanzeigen zur BK 2103 und 55 Verdachtsanzeigen zur BK 2104. Von den 77 Verdachtsanzeigen einer BK 2103 wurden 30 als Berufskrankheiten anerkannt. Von den 55 Verdachtsanzeigen einer BK 2104 wurden 13 als Berufskrankheiten anerkannt.

Die Beurteilung der Vibrationsbelastungen zu den BK-Verdachtsfällen basiert im wesentlichen auf den damals gültigen BMA-Merkblättern zur BK2103 bzw. BK 2104, der VDI-Richtlinie 2057 von 1987, die einen Richtwert für die Gesundheitsgefährdung von  $K_r = 16,2$  empfiehlt sowie der zu dieser Zeit geltenden Version der internationalen Norm DIN EN ISO 5349-1<sup>3</sup>

Bei der Mehrzahl der Fälle ergab sich aus den Unterlagen eine Zuordnung der benutzten Maschinen zur angezeigten Berufskrankheit: für die BK 2103 Maschinen wie z.B. Aufbruchhammer, Druckluft-Stampfer und Meißelhammer und für die BK 2104 Maschinen wie z.B. Druckluft-Winkelschleifer und Hochfrequenz-Geradschleifer. Die **Tabelle 1** zeigt die detaillierte Zusammenstellung der Arbeitsmaschinen, die in den ausgewerteten Stellungnahmen zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen angezeigter Berufskrankheiten-Verdachtsfälle BK 2103 bzw. BK 2104 ermittelt wurden.

Von 132 angezeigten BK-Verdachtsfällen wurden 43 Berufskrankheitenfälle anerkannt. Dies bedeutet, dass die medizinischen Begutachtungen der 43 anerkannten BK-Fälle das Vorliegen von

---

<sup>3</sup> Mit der Überarbeitung der ISO 5349-1 im Jahr 2001 und der VDI 2057 im Jahr 2002 wurde das Messverfahren geändert und entsprechend für Auswertungen ab diesen Zeitpunkten berücksichtigt..

vibrationsbedingten Erkrankungen der Beschäftigten festgestellt haben. Bei den betroffenen Beschäftigten wurden die in den jeweiligen BK-Merkblättern des Ärztlichen Sachverständigenbeirats „Berufskrankheiten“ erläuterten Erkrankungen bzw. Schädigungen der Gelenke/ Knochen des Hand-Arm-Systems (BK 2103) bzw. Durchblutungsstörungen oder Weißfingerkrankheit der Hände (BK 2104) in medizinischen Gutachten bestätigt.

**Tabelle 1:** Häufigkeit der Nennung von Arbeitsmaschinen in Stellungnahmen zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen anerkannter Berufskrankheiten BK 2103 bzw. BK 2104

Arbeitsmaschine	Nennungen BGMS* 1990-1998	
	BK 2103	BK 2104
Die genannten Arbeitsmaschinen haben zur Entstehung einer BK 2103 <b>oder</b> BK 2104 beigetragen. Durchschnittlich hat die Nutzung von zwei Arbeitsmaschinen die verursachende Vibrations-Gesamtbelastung hervorgerufen.		
Aufbruchhammer	6	-
Druckluft-Stampfer	6	-
Druckluft-Schrauber	4	-
Winkelschleifer	3	-
Druckluft-Niethammer	2	-
Schrauber, elektrisch	2	-
Schmiedezange	2	-
Druckluft-Geradschleifer	1	-
Druckluft-Handschleifmaschine	1	-
Druckluft-Handfräsmaschine	1	-
Eisenstange (Stampfer)	1	-
Schleifmaschine, elektrisch	1	-
Pickhammer, pneumatisch	1	-
Meißelhammer	8	1
elektr. Bohrhammer	2	2
Druckluft-Winkelschleifer	1	9
HF-Lanzenschleifmaschine*	-	8
Geradschleifer	-	1
Motorkettensäge	-	1
Schleifscheibe	-	1
<b>Summe genannter Arbeitsmaschinen</b>	<b>42</b>	<b>23</b>

\* HF-Lanzenschleifmaschine, auch Stabschleifer oder Schleiflanze genannt: elektrisch angetriebene Hochfrequenz-Geradschleifer mit bis zu 1 m verlängerter Antriebswelle bzw. Schleifspindel. Anwendung z.B. Turbinenschleiferei, Wasserturbinenräder (Gussstücke mit Durchmesser bis zu 3,5 m)

Durchschnittlich hat der Einsatz von zwei Arbeitsmaschinen zu einer Vibrations-Gesamtbelastung geführt, die ausreichend für die Erfüllung der arbeitstechnischen Voraussetzungen gemäß BMA-Merkblättern zur BK 2103/ BK 2104 bei anerkannten BK-Fällen war.

Die Auswertung nach Berufen ergab entsprechende Zuordnungen. So konnten bestimmte Berufe einer aufgetretenen Berufskrankheit BK 2103/ BK 2104 zugeordnet werden. Bei der BK 2103 fan-

den sich z.B. Form- und Kernmacher, Gießereiarbeiter und Karosseriebauer und bei der BK 2104 z.B. Schleifer und Gussputzer (2 von insgesamt 8 betroffenen Gussputzern wurde jedoch eine BK 2103 anerkannt, da in diesen Fällen überwiegend Arbeitsgeräte mit Frequenzen unter 50 Hz eingesetzt wurden<sup>4</sup>). Die **Tabelle 2** zeigt die detaillierte Zusammenstellung der Nennungen der Berufe in Stellungnahmen zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen anerkannter Berufskrankheiten BK 2103 bzw. BK 2104.

**Tabelle 2:** Häufigkeit der Nennung eines Berufs in Stellungnahmen zu den arbeitstechnischen Voraussetzungen 43 anerkannter Berufskrankheiten BK 2103 bzw. BK 2104

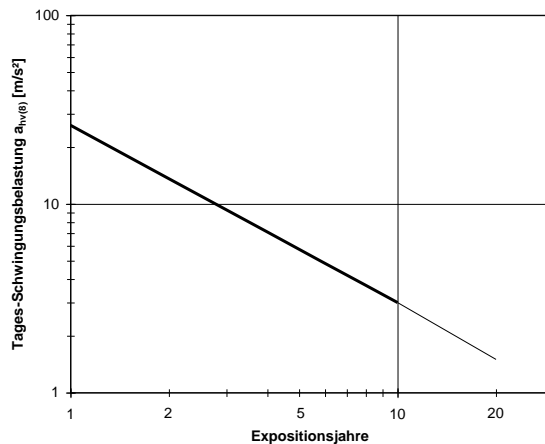
Beruf/ Tätigkeit	Nennungen BK 2103	Nennungen BK 2104 <sup>5</sup>
Form- u. Kernmacher	9	-
Gießereiarbeiter	4	-
Bauhandwerker	3	-
Karosseriebauer	3	-
Monteur	3	1
Gussputzer	2	6
Schlosser	2	1
Gussstrahler	1	-
Kesselreiniger	1	-
Nieter	1	-
Schweißer	1	-
Schleifer	-	8
Waldarbeiter	-	1
Summe	30	17 (13)*

Werden schlagende sowie rotierende und oszillierende Maschinen benutzt, so können auch Symptome beider Berufskrankheiten auftreten. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand werden für Knochen- und Gelenkveränderungen (BK 2103) tieffrequente Hand-Arm-Schwingungen im Bereich von 8 Hz bis 50 Hz verantwortlich gemacht. Hochfrequente Schwingungsbelastungen bei Frequenzen oberhalb von 50 Hz gelten als Risiko für Durchblutungs- und Nervenfunktionsstörungen in den Händen (BK 2104) - VDI 2057-2:2002.

Zur Bewertung der Gefährdung durch hochfrequente Schwingungen ist der in Anhang C der DIN EN ISO 5349-1 angegebene Zusammenhang zwischen der Höhe der täglichen Schwingungsexposition  $a_{hv(8)}$  und der Gesamtexpositionsdauer  $D_y$  heranzuziehen (**Abbildung 4**).

<sup>4</sup> Zum Zeitpunkt der Anerkennung als Berufskrankheit war der Frequenzeinfluss der Vibrationsbelastung für die Entscheidung welche Berufskrankheit vorliegt, noch nicht in der Normung festgeschrieben. Die Zuordnung erfolgte auf Grund der medizinischen Diagnose.

<sup>5</sup> und \*) Tabelle 2: Bei der BK 2104 wurden in vier Fällen zwei Berufe mit Vibrationsbelastung ausgeübt.



**Abbildung 4:** Schwingungsbelastung, bei der in einer Gruppe schwingungsbelasteter Personen das Auftreten von Durchblutungs- und Nervenfunktionsstörungen in 10 % der Fälle zu erwarten ist (VDI 2057 Blatt 2)<sup>6</sup>.

Im konkreten Einzelfall bzw. für jeweils vergleichbare Arbeitsmaschinen bzw. Tätigkeiten/ Berufe sind die für die jeweiligen Tätigkeiten auftretenden Tages-Vibrationsexpositionswerte  $A(8)$  aus den repräsentativen Vibrationsbelastungen als Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  in Verbindung mit den Einwirkungsdauern und Einsatzbedingungen jeweils zu ermitteln und zu bewerten. Die Bestimmungen der LärmVibrationsArbSchV sind hierfür zu berücksichtigen, unterstützt durch die mit Vermutungswirkung verbundenen Konkretisierungen in der voraussichtlich Anfang 2010 in Kraft tretenden TRLV „Vibrationen“.

### 3. Auswertung der Messungen von Hand-Arm-Vibrationen

Es wurden 140 zwischen 1992 und 2007 durchgeführte Messungen zu Belastungen durch Hand-Arm-Vibrationen an Arbeitsplätzen in Unternehmen im Zuständigkeitsbereich der Berufsgenossenschaft Metall Süd<sup>7</sup> gesichtet und ausgewertet. Anlässe für diese Messungen waren die Beratung von Unternehmen bei der Prävention (Überprüfungen, ob Gefährdungen für gesundheitliche Schädigungen durch Vibrationen bei der Nutzung verschiedener Arbeitsmittel vorlagen) und Messungen an Arbeitsplätzen im Auftrag von Aufsichtspersonen für Feststellungsverfahren von noch nicht entschiedenen BK-Verdachtsfällen.

<sup>6</sup> Bei der Anwendung der in Abbildung 2 dargestellten Kurve ist zu beachten, dass diese in epidemiologischen Studien ermittelt wurde, in welchen Expositionen von Maschinen mit Hauptanregungsfrequenzen oberhalb von 30 Hz bis 50 Hz untersucht wurden. Nähere Erläuterungen zu den Gültigkeitsgrenzen dieses Ursache-Wirkungs-Modells sind DIN EN ISO 5349-1 zu entnehmen.

<sup>7</sup> Am 1. Mai 2005 ist die Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft durch Fusion in die Berufsgenossenschaft Metall Süd (BGMS) und am 30. März 2007 durch Fusion mit der Norddeutschen Metall-Berufsgenossenschaft in die Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd übergegangen.

Die Messwerte der älteren Messungen, bei denen auf Grundlage der VDI 2057:1987 noch die bewertete Schwingstärke KH ermittelt wurde, wurden mit der Aktualisierung der VDI 2057 in 2002 für alle drei Messrichtungen in Beschleunigungswerte (frequenzbewertete Beschleunigung  $a_{hw}$ ) umgerechnet.

$$a_{hw} \text{ (in } m/s^2) = \frac{KH}{6,3}$$

Die Messgröße für die Schwingungseinwirkung auf das Hand-Arm-System ist der Schwingungsgesamtwert  $a_{hv}$ . Dieser wird aus den Effektivwerten der frequenzbewerteten Beschleunigung der drei Messrichtungen wie folgt bestimmt:

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

Sofern, wie bei älteren Messungen häufiger, nur Werte in der dominierenden Schwingungsrichtung zur Verfügung standen, wurde der Schwingungsgesamtwert  $a_{hv}$  entsprechend der VDI 2057-2:2002 mit den Korrekturfaktoren nach folgender Gleichung abgeschätzt:

$$a_{hv} = c \cdot a_{hw}$$

Der Korrekturfaktor  $c$  beträgt nach VDI 2057-2:2002 für schlagende Maschinen  $c = 1,2$  und für rotierende und oszillierende Maschinen  $c = 1,4$ .

In **Tabelle 3** sind die Angaben zum Arbeitsmittel, Anzahl der Messungen ( $n$ ), Minimal- ( $a_{hv \text{ min}}$ ), Mittel- ( $\overline{a_{hv}}$ ) und Maximalwert ( $a_{hv \text{ max}}$ ) sowie die einzelnen Schwingungsgesamtwerte ( $a_{hv}$ ) zusammengestellt. Weitere Details sind im Anhang zu finden (Tabelle A-1 bis Tabelle A-5).

Da die Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  in vielen Fällen  $2,5 \text{ m/s}^2$  überschreiten muss die maximale Einsatz- bzw. Einwirkungsdauer bis zum Erreichen des täglichen Auslösewertes  $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$  und des Expositionsgrenzwertes  $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$  nach LärmVibrationsArbSchV für die Gefährdungsbeurteilung und damit auch die Einsatzplanung der Arbeitsmaschinen berechnet werden. Hierzu stehen Kennwertrechner (Excel) zur Verfügung.



**Tabelle 3:** Angaben zu Arbeitsmittel, Anzahl der durchgeführten Messungen (n), Minimalwert ( $a_{hv \min}$ ), Mittelwert ( $\overline{a_{hv}}$ ), Maximalwert ( $a_{hv \max}$ ) der jeweiligen Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  (m/s<sup>2</sup>) und einzelne Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  (m/s<sup>2</sup>)

Arbeitsmittel	n	$a_{hv \min}$	$\overline{a_{hv}}$	$a_{hv \max}$	Schwingungsgesamtwerte $a_{hv}$ (m/s <sup>2</sup> )															
					1,8	1,8	1,9													
Bindegerät, pneu.	3	1,8	1,8	1,9																
Bohrhammer	3	6,6	8,7	10,9	6,6	8,5	10,9													
Drehmomentschrauber, elektr.	3	3,2	3,6	4,1	3,2	3,6	4,1													
Exzenterschleifer	1	6,8	6,8	6,8	6,8															
Federhammer, elektr., Werkstück	1	28,3	28,3	28,3	28,3															
Geradschleifmaschine	7	1,6	4,8	7,7	1,6	3,0	3,2	5,4	6,0	6,8	7,7									
Handfeilmaschine	2	22,0	22,8	23,6	22,0	23,6														
Handhammer	1	11,6	11,6	11,6	11,6															
Handhelmlarm, Metallkreissäge	2	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8														
Kettensäge	1	14,7	14,7	14,7	14,7															
Meißelhammer	15	3,7	16,0	32,4	3,7	8,6	8,9	9,4	11,6	14,4	15,1	15,7	15,8	17,8	18,5	19,0	19,4	29,7	32,4	
Niethammer	1	6,7	6,7	6,7	6,7															
Rillenputzmaschine, elektr.	1	12,4	12,4	12,4	12,4															
Rotierfräser, pneu.	1	2,2	2,2	2,2	2,2															
Rundschleifer	5	0,7	3,1	8,1	0,7	0,9	1,3	4,6	8,1											
Schlagbohrmaschine, elektr., Blähbeton	6	8,6	10,0	11,1	8,6	9,1	9,8	10,2	11,1	11,1										
Schlagschrauber	4	7,8	13,6	22,2	7,8	10,9	13,3	22,2												
Schleifbock	9	1,3	5,2	10,9	1,3	2,2	2,6	3,4	3,9	5,0	8,8	9,0	10,9							
Schleifmaschine	10	1,9	3,8	12,1	1,9	2,2	2,4	2,5	2,5	4,0	4,1	4,2	12,1							
Schmiedezange	8	1,1	8,5	11,4	1,1	8,2	9,0	9,5	9,5	9,5	9,8	11,4								
Schrauber, pneu.	2	3,4	3,6	3,8	3,4	3,8														
Stampfer, pneu.	1	16,9	16,9	16,9	16,9															
Steiger-Abschlaggerät, Arbeitszyklus, ca. 4 s	1	3,0	3,0	3,0	3,0															
Stichsäge, < 1kg	1	14,2	14,2	14,2	14,2															
Strahldüse, Hand-	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5														
Winkelschleifer	11	2,2	6,6	11,4	2,2	3,2	3,3	4,2	5,5	6,4	6,5	9,4	10,1	10,6	11,4					

Weitere typische Messwerte in der Metallindustrie wurden von der Fachstelle Lärm und Vibrationen der MMBG auf der VMBG Mini-CD-Rom „Schwingungen und Vibrationen am Arbeitsplatz“ im Bereich „Gefährdungsbeurteilung Hand-Arm-Vibrationen - Praxishilfen für die Umsetzung in der Metallindustrie“ veröffentlicht. Für eine Abschätzung der Gefährdung durch Schwingungs- / Vibrationseinwirkungen in der Metallindustrie können diese von der Fachstelle „Lärm und Vibrationen“ (FLV) der MMBG gemessenen Werte verwendet werden, sofern sie sich mit den betrieblichen Bedingungen vergleichen lassen. Die Messwerttabellen werden ständig erweitert.

Die VMBG Mini-CD-ROM "Schwingungen und Vibrationen am Arbeitsplatz" kann im Internet bestellt werden: [www.bg-metall.de](http://www.bg-metall.de) dort: Service und Kontakt >> Webshop >> [CD-ROM](#) oder [www.mmbg.de](http://www.mmbg.de) dort: Medien >> [CDs / DVDs](#).

Eine Vielzahl weiterer Messwerte zu Hand-Arm-Vibrationen auch für andere Arbeitsmaschinen verschiedener Branchen sind im BGIA-Report 6/2006 veröffentlicht, über die VIBEX-Datenbank des BGIA für Unfallversicherungsträger nutzbar ([www.dguv.de](http://www.dguv.de) - Webcode d4691) oder über Datenbanken im Internet zugänglich:

- LAS Potsdam - Datenbank KARLA (<http://www.las-bb.de/karla/>)

und englischsprachige Vibrations-Datenbanken:

- Schweden (Umea Universität: <http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=EN>)
- Italien (Nationale Vibrations-Datenbank der italienischen Agentur für Prävention und Arbeitsschutz „ISPESL“: <http://www.ispesl.it/vibrationdatabase/default.asp?lang=en> Zugang am Ende des „Guideline“).
- England: Hand-Arm-Vibration Test Center (HAVTEC) Datenbank: [www.operc.com/pages/havteclogin.asp](http://www.operc.com/pages/havteclogin.asp)

#### **4. Zur Nutzung von Messwerten für den Einstieg in die Gefährdungsbeurteilung nach LärmVibrationsArbSchV**

Die Tages-Schwingungsbelastung (Tages-Dosis  $a_{hv(8)}$ ) bzw. der gleichzusetzende Tages-Vibrationsexpositionswert  $A(8)$  nach LärmVibrationsArbSchV wird aus dem Schwingungsgesamtwert  $a_{hv}$  und der täglichen Einwirkungsdauer wie folgt berechnet:

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

mit  $T_0$ : Bezugseinwirkungsdauer (8h),  $T_e$ : tägliche Einwirkungsdauer.

Setzen sich die Schwingungsbelastungen während eines Tages aus mehreren Belastungsabschnitten mit den Einwirkungsdauern  $T_i$  (unterschiedliche Geräte bzw. Arbeitsgänge) und den zugehörigen Schwingungsgesamtwerten  $a_{hvi}$  zusammen, so berechnet sich die Tages-Schwingungsbelastung  $a_{hv(8)}$  wie folgt:

$$A(8) = a_{hv(8)} = \sqrt{\frac{1}{T_0} \cdot \sum_{i=1}^n (a_{hvi}^2 \cdot T_i)}$$

mit  $T_0$ : Bezugseinwirkungsdauer (8h),  $T_i$ : Einwirkungsdauer des i-ten Belastungsabschnittes, z.B. des jeweiligen Gerätes oder Arbeitsganges und  $a_{hvi}$ : Schwingungsgesamtwert der i-ten Tätigkeit, z.B. des jeweiligen Gerätes oder Arbeitsgangs.

Der Wert der Tages-Schwingungsbelastung  $a_{hv(8)}$  ist mit dem nach LärmVibrationsArbSchV geltenden Auslösewert  $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$  bzw. Expositionsgrenzwert  $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$  zu vergleichen. Beim Erreichen bzw. Überschreiten sind gemäß LärmVibrationsArbSchV bzw. ArbMedVV Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik einschließlich arbeitsmedizinische Vorsorge (Angebots- oder Pflichtuntersuchungen (G 46)) erforderlich.

Da die Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  in vielen Fällen  $2,5 \text{ m/s}^2$  überschreiten muss die Berechnung der maximalen Einsatz- bzw. Einwirkungsdauer bis zum Erreichen des täglichen Auslösewertes  $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$  und des Expositionsgrenzwertes  $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$  nach LärmVibrationsArbSchV für die Gefährdungsbeurteilung und damit auch die Einsatzplanung der Arbeitsmaschinen erfolgen. Diese Werte können für vergleichbare Arbeitsmaschinen bzw. Tätigkeiten/ Berufe als Einstieg in die Gefährdungsbeurteilung verwendet werden.

Im konkreten Einzelfall oder für vergleichbare Arbeitsmaschinen bzw. Tätigkeiten/ Berufe sind die für die jeweiligen Tätigkeiten auftretenden Tages-Vibrationsexpositionswerte  $A(8)$  aus den repräsentativ ermittelten Vibrationsbelastungen als Schwingungsgesamtwerte  $a_{hv}$  in Verbindung mit den Einwirkungsdauern und Einsatzbedingungen zu ermitteln und zu bewerten. Die Bestimmungen der LärmVibrationsArbSchV sind hierfür zu berücksichtigen, unterstützt durch die mit Vermutungswirkung verbundenen Konkretisierungen in der voraussichtlich Anfang 2010 in Kraft tretenden TRLV „Vibrationen“ (weitere Informationen dann auch unter [www.baua.de/trlv](http://www.baua.de/trlv)):

- TRLV „Vibrationen“ Teil Allgemeines
- TRLV „Vibrationen“ Teil 1: Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen
- TRLV „Vibrationen“ Teil 2: Messung von Vibrationen
- TRLV „Vibrationen“ Teil 3: Vibrationsschutzmaßnahmen

Als Arbeitshilfe wurde eine Excel-Anwendung zur Berechnung der Einsatzdauer der Arbeitsmaschine bis zum Erreichen des täglichen Auslösewertes bzw. des Expositionsgrenzwertes nach LärmVibrationsArbSchV erstellt. Vergleichbare Hilfsmittel werden als Kennwertrechner z.B. vom BGIA, vom LAS Potsdam oder auf der VMBG Mini-CD-Rom „Vibrationen“ auf Basis des LAS-Kennwertrechners zur Verfügung gestellt ([www.bg-vibrationen.de](http://www.bg-vibrationen.de)).

Bei Nutzung von normgerechten Angaben der Hersteller von handgehaltenen oder handgeführten Arbeitsmaschinen in Bedienungsanleitungen für die Gefährdungsbeurteilung sind wichtige Rand-

bedingungen zur berücksichtigen. Erläuterungen hierzu sind dem FA-Informationsblatt 017 "Gefährdungsbeurteilung "Vibrationen" bei handgeführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen: Hinweise zur Nutzung von Herstellerangaben aus Bedienungsanleitungen" zu entnehmen ([www.bg-vibrationen.de](http://www.bg-vibrationen.de)). Die BGI 504-46 (Teil 2 „Vibrationen“) bietet eine erweiterte, nicht abschließende Übersicht zu Arbeitsgeräten, die erfahrungsgemäß eine Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen verursachen können.

## 5. Literaturhinweise

- Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV). Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 8, Seiten 261 – 269
- BGIA Report 6/2006: Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen – Kennwerte der Hand-Arm- und Ganzkörper-Schwingungsbelastung. HVBG, Sankt Augustin, 2006
- Berufsgenossenschaftliche Grundsatz zur arbeitsmedizinischen Vorsorge „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“ (G 46)
- Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 „Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen“ (BGI 504-46 (Teil 2 - Vibrationen))
- DIN 45679:2005 „Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Greif- und Anpresskräfte zur Beurteilung der Schwingungsbelastung des Hand-Arm-Systems“
- VDI 2057:2002 Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Blatt 2: Hand-Arm-Schwingungen.
- Christ, Eberhard (2002) „Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen – Gefährdungsbeurteilung und Prävention“. Die BG, Mai 2002, 225 – 232
- Hecker, Christoph (2006) „Hand-Arm-Vibrationen – Zu Vorkommen und Prävention nach EG-Richtlinie "Vibrationen"“. In: Zentralblatt für Arbeitsmedizin 56 (2006), Seite 178-183.
- Mohr, Detlev (2004) „Eine einfache Methode zur Beurteilung stoßhaltiger Ganzkörper-Schwingungen“. VDI Ganzkörper-Schwingungen Tagung, 2004  
[http://bb.osha.de/docs/mohr\\_VDI\\_gksTagung2004.pdf](http://bb.osha.de/docs/mohr_VDI_gksTagung2004.pdf)
- MMBG Mitteilungsblatt „Sicher arbeiten“ , 3/1998, Seite 82: „Hand-Arm-Schwingungen am Arbeitsplatz“

Weitere Fachinformationen z.B. unter

[www.bg-vibrationen.de](http://www.bg-vibrationen.de) oder  
[www.dguv.de](http://www.dguv.de) (dort der Webcode: d4691).

Quelle der Abbildungen Titelseite: Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.): Arbeitsschutz - Vibrationen - Handbuch Hand-Arm-Vibrationen. Stand August 2007

**Anhang:** Übersicht Vibrationsmesswerte (Mittelwerte aus mehreren Messungen, Bewertete Schwingstärke bzw. Bewertete Schwingbeschleunigung)

Tabelle A-1: Bewertete Schwingstärke K nach VDI 2057-1987 bzw. ISO 5349-1986 für Vibrationsmesswerte 1992 - 2001.

Tätigkeit	Arbeitsmittel	Bewertete Schwingstärke			
		KH <sub>eq</sub> -Wert	KX <sub>eq</sub> -Wert	KY <sub>eq</sub> -Wert	KZ <sub>eq</sub> -Wert
Reckschmied	Stat. Lufthammer, Schmiedezange		26,8	35,4	40
Reckschmied	Stat. Lufthammer, Schmiedezange		28,1	38,6	36
Reckschmied	Stat. Lufthammer, Schmiedezange		29,8	38,9	37
Reckschmied	Stat. Lufthammer, Schmiedezange		26,3	33,8	29
Reckschmied	Stat. Lufthammer, Schmiedezange		31,6	26,8	43
Reckschmied	Stat. Lufthammer, Schmiedezange		28,5	34,7	34
Reckschmied	Mittelwert, Stat. Lufthammer, Schmiedezange		28,5	34,7	37
Hauer	Bohrhammer	57			
Hauer	Abbauhammer	102			
Hauer	Kettensäge	66			
Karosseriebau	Meißelhammer, 2 kg, 2700 Hübe/min, Griff rechte Hand, Teil abmeißeln, PKW-Tür		46,6	74,2	70
Karosseriebau	Meißelhammer, 2 kg, 2700 Hübe/min, Führung linke Hand, Teil abmeißeln, PKW-Tür		78,6	96,5	140
Karosseriebau	Stichsäge, < 1kg, 20000 Hübe/min, Teil heraussägen, PKW-Tür		85,2	25,5	12
Monteur	pneu. Schrauber, M8 Schrauben		10,2	10,3	19
Monteur	pneu. Schrauber, M6 Sechskant/Innensechskantschrauben		6,4	9,8	18
Schleifer	Schleifbock, 600 mm Scheibe, 1900 /min, Pflugschar 5 kg		5,6	11,5	5,2
Schleifer	Schleifbock, 600 mm Scheibe, 1900 /min, Pflugschar 9 kg		12,7	13,7	11
Schleifer	Schleifbock, 600 mm Scheibe, 1900 /min, Riesterblech 14,5 kg		16,8	21,8	15
Wartung	Hochdruckreiniger, Kärcher HD 750, Dauerbetrieb	0,6			
Wartung	Hochdruckreiniger, Kärcher HD 750, Einschaltphase	6,8			
Industriemechaniker	Druckluft-Schlagschrauber	49,2			
Betriebsschlosser	Bohrhammer, 30 - 46 mm Löcher	57			
Betriebsschlosser	Schlagschrauber, M 24 - M 80	35			
Kesselschmied	pneu. Niethammer	35			
Kfz-Schlosser	Schlagschrauber + Säge (Schwingfrequenz 200 - 300 Hz)				50
Schmied	Schmiedezange	60			
Schleifer	Schleifbock, handgehaltenes Werkstück (Pkw-Nockenwellen)				18
Gussputzer	Druckluftmeißelhammer mit Flachmeißel		69	49	80
Gussputzer	Druckluftmeißelhammer mit Flachmeißel		58	48	64

Tabelle A-2: Bewertete Schwingstärke K nach VDI 2057-1987 bzw. ISO 5349-1986 für Vibrationsmesswerte 1992 - 2001

Tätigkeit	Arbeitsmittel	Bewertete Schwingstärke			
		KH <sub>eq</sub> -Wert	KX <sub>eq</sub> -Wert	KY <sub>eq</sub> -Wert	KZ <sub>eq</sub> -Wert
Gussputzer	Rundscheifer, Bosch, Gr. 5, 18000 /min, Scheibe 50 mm, grobe Körnung		12	35	35
Scheifer	Stat. Schleifbock, Scheibe 230 mm, Rippenzylinder 10 N		28	31	36
Gussputzer	Stat. Schleifbock mit Trennscheibe, 230 mm Scheibe, Umfangsgeschw. 80 m/s		28	31	36
Gussputzer	Stat. Schleifbock mit Schleifscheibe, 600 mm Scheibe, Umfangsgeschw. 63 m/s		47	36	35
Alu-Karosserie	Rund- und Exzentrerschleifer		20,3	19,2	12
Beschleifen von Löt Nähten und Blechkanten Stahl	Elektr. Rundscheifer, Bosch, Vorderer Handgriff, 36er Körnung		18,9	19,5	9,7
Oberflächenschliff Alu	pneu. Rundscheifer, Hauptgriff, 80er Körnung		2	1,8	3,8
Oberflächenschliff Alu	pneu. Rundscheifer, Seitengriff, 80er Körnung		3,2	4,1	2,2
Oberflächenschliff Alu	Exzentrerschleifer		28,5	26,8	17
Oberflächenschliff Stahl	Elektr. Rundscheifer, Bosch, Hinterer Handgriff, 36er Körnung		4,5	6,3	3,5
Oberflächenschliff Stahl	Elektr. Winkelscheifer, Bosch, Hinterer Handgriff, ? Körnung		13,3	10,7	12
Stahl-Karosserie	Rund-, Gerad- und Winkelscheifer		13,6	13,4	9,3
Metallwerker	Stationäre Metallkreissäge, Eisele VMS 3 mit Handhebelarm, Sägeblatt 275 mm, 35 /min, Vollprofil St 37, 50 mm x 25 mm		1,2	1,8	3,6
Metallwerker	Stationäre Metallkreissäge, Eisele VMS 3 mit Handhebelarm, Sägeblatt 275 mm, 35 /min, Winkelstahl St 37, 55 mm		1,4	2,3	4,5
Schlosser	Geradscheifer, Bosch, 8600 /min, 5,2 kg		15	24,5	25
Schlosser	Geradscheifer, Fein, 10200 /min, 4,3 kg		14,5	16,7	26
Monteur, Richtmeister	Schlagschrauber ca. 300 Nm, M 14 - M 18	58			
Monteur, Richtmeister	Winkelscheifer	31			
Mechaniker	Schlagschrauber bis M 36	58			
Industriemechaniker	pneu. Handfeilmaschine FPBIR, Diprofil, Vierkantfeile				99
Industriemechaniker	pneu. Handfeilmaschine FPBIR, Diprofil, Rundfeile				106
Industriemechaniker	pneu. handgehaltener Rotierfräser Fa. DE-STA-CO		7,1	6,2	10
Reckschmied	Lufthammer, Fußboden		-	1,6	1,3
Reckschmied	Lufthammer, Fußboden		1,6	0,8	1,4
Reckschmied	Lufthammer, Fußboden		0,6	0,6	1,2
Reckschmied	Lufthammer, Fußboden		0,6	-	1,1
Reckschmied	Lufthammer, Fußboden		0,7	-	1,2
Reckschmied	Mittelwert, Lufthammer, Fußboden		0,9	1	1,2

Tabelle A-3: Bewertete Schwingbeschleunigung  $a_{hv}$  bzw.  $a_{hw}$  nach VDI 2057-2002 bzw. DIN EN ISO 5349-1:2001 für Vibrationsmesswerte 2002 - 2007

Tätigkeit	Arbeitsmittel	Bewertete Schwingbeschleunigung			
		$a_{hv}$	$a_{hwX}$	$a_{hwY}$	$a_{hwZ}$
Gussputzer	Steiger-Abschlaggerät, Bautzhammer 1100 Nm, Abschlagvorgang, ca. 0,2 s		7	7	8,8
Gussputzer	Steiger-Abschlaggerät, Bautzhammer 1100 Nm, Arbeitszyklus, ca. 4 s		1,6	1,6	2
Gussputzer	pneu. Meißelhammer, Krupp 8450 mit vers. Werkzeugen		6,9	4,7	13,4
Aufbrechen	pneu. Lufthammer, Deprag KPN33 Ba		18,3	16,1	21,3
Ausmauern	pneu. Luftstampfer, Deprag V St10H		4,1	15,7	4,6
Schleifer	Handschleifbock 1700 /min / Waschtisch-armatur 800 g		0,8	0,9	0,5
Schleifer	Stat. Doppelschleifbock (1450) 2900 /min, Scheibe 50 m/s, Freischwinger D = 25 mm, d = 2 mm		1,3	1,3	1,8
Mechaniker	Strahlanlage, Hand-Strahldüse		0,3	0,4	0,1
Schweißpunkte aufmeißeln	Meißelhammer, Atlas Copco RRF21-01, Prakt. Betriebsbed.	3,7	1,7	2,1	2,5
Strahler	Strahlanlage, Hand-Strahldüse		0,3	0,2	0,4
Schmied	Schmiedezange		0,2	0,6	0,9
Schlosser	elektr. Federhammer, handgehaltenes Werkstück (Federstahl)	18,8	14,3	15,6	18,8
Schlosser	Handschleifmaschine, AEG THS 6	10,3	5,1	3,8	10,3
Schlosser	Aufbruchhammer, Makita HM 1500	15,2	5,2	10,1	15,2
Schlosser	Bohrhammer, Hilti TE 55	5,7	2,5	2,3	5,7
Schlosser	Winkelschleifer, Fein 230 mm	7,2	4,2	6,5	7,2
Schlosser	div. Schlosserarbeiten				
Gussputzer	pneu. Meißelhammer, Fröhlich u. Klüpfel FK 4, 6 bar, Hinterachsbrücke	11,6	7,6	4,2	7,8
Gussputzer	pneu. Meißelhammer, Fröhlich u. Klüpfel FK 5, 6 bar, Hinterachsbrücke	14,4	10,7	4,4	8,6
Untersuchung zum Hämmern	Handhammer, Flachmeißel				9,7
Untersuchung zum Hämmern	Bohrhammer, Bosch PBH 240 RE		2,9	5,1	6,1
Untersuchung zum Hämmern	pneu. Aufbruchhammer, Flachmeißel		3,1	3,8	14,3
Untersuchung zum Hämmern	Handhammer, Flachmeißel, Aufnehmer am Handgelenk				8,4
Untersuchung zum Hämmern	Bohrhammer, Bosch PBH 240 RE, Aufnehmer am Handgelenk				7,3
Untersuchung zum Hämmern	pneu. Aufbruchhammer, Flachmeißel, Aufnehmer am Handgelenk				21,8
Untersuchung zum Hämmern	Handhammer, Flachmeißel, Aufnehmer am Ellenbogengelenk				5,9
Untersuchung zum Hämmern	Bohrhammer, Bosch PBH 240 RE, Aufnehmer am Ellenbogengelenk				8,6
Untersuchung zum Hämmern	pneu. Aufbruchhammer, Flachmeißel, Aufnehmer am Ellenbogengelenk				13,7
Gussputzer	Winkelschleifer, Atlas Copco GTG 40		3,2	2,1	1,8
Gussputzer	Winkelschl., Mannesmann Demag R2-WL6		4,9	7,4	3,2

Tabelle A-4: Bewertete Schwingbeschleunigung  $a_{hv}$  bzw.  $a_{hwx}$  nach VDI 2057-2002 bzw. DIN EN ISO 5349-1:2001 für Vibrationsmesswerte 2002 - 2007

Tätigkeit	Arbeitsmittel	Bewertete Schwingbeschleunigung			
		$a_{hv}$	$a_{hwx}$	$a_{hwy}$	$a_{hwz}$
Gussputzer	Axialschleifmaschine, Krupp 1006		6,1	3,8	2,9
Einstell-techniker	elektr. Drehmomentschrauber 12 Nm		2,5	1,8	0,7
Einstell-techniker	elektr. Drehmomentschrauber 20 Nm		2,8	2	0,9
Einstell-techniker	elektr. Drehmomentschrauber 40 Nm		3,3	2,2	1,1
Gussputzer	Zweihand-Winkel-Trennschleifer HWS 88/230	2,5	2,2	1,0	0,3
Gussputzer	Einhand-Winkelschleifer HWS 5265/125	3,2	2,4	2,1	0,4
Gussputzer	Geradschleifer HGS 5750/LS	3,1	1,9	2,4	0,3
Gussputzer	Geradschleifer HGS 88/150	3,2	2,1	2,5	0,3
Gussputzer	Zweihand-Winkel-Schruppschleifer HWS 88/230	2,2	1,8	1,3	0,3
Schleifer/ Polierer	Fächerschleifmaschine, Cleco 15 GELC 90 W 4T4	1,9	1,0	1,1	1,2
Schleifer/ Polierer	Geradschleifer, Cooper 12 S 2 680-01	1,6	0,9	0,8	1,0
Schleifer/ Polierer	Handbandschleifmaschine, Cleco 15 GELC 90 W 4T4	2,2	1,4	1,1	1,2
Gussputzer	pneu. Pendelschleifmaschine, Scheibe: Norton 350x50x127		1,9	2,4	2,6
Gussputzer	pneu. Pendelschleifmaschine, Scheibe: Norton 350x50x127		2,0	2,5	2,5
Gussputzer	pneu. Pendelschleifmaschine, Scheibe: Norton 350x50x127		2,0	2,7	2,6
Gussputzer	Mittelwert, pneu. Pendelschleifmaschine, Scheibe: Norton 350x50x127	4,1	1,9	2,6	2,6
Gussputzer	pneu. Winkelschleifer, Atlas Copco GTG 40, Scheibe: Norton 180x7x22,2		4,5	2,4	2,1
Gussputzer	pneu. Winkelschleifer, Atlas Copco GTG 40, Scheibe: Norton 180x7x22,2		5,2	2,7	2,5
Gussputzer	pneu. Winkelschleifer, Atlas Copco GTG 40, Scheibe: Norton 180x7x22,2		5,2	2,9	2,6
Gussputzer	Mittelwert, pneu. Winkelschleifer, Atlas Copco GTG 40, Scheibe: Norton 180x7x22,2	6,1	5,0	2,7	2,4
Gussputzer	pneu. Fingerschleifer, Cyclom HX 180		1,4	1,7	1,1
Gussputzer	pneu. Fingerschleifer, Cyclom HX 180		1,7	1,6	1,0
Gussputzer	pneu. Fingerschleifer, Cyclom HX 180		1,7	1,7	1,0
Gussputzer	Mittelwert, pneu. Fingerschleifer, Cyclom HX 180	2,5	1,6	1,7	1,0



Tabelle A-5: Bewertete Schwingbeschleunigung  $a_{hv}$  bzw.  $a_{hw}$  nach VDI 2057-2002 bzw. DIN EN ISO 5349-1:2001 für Vibrationsmesswerte 2002 - 2007

Tätigkeit	Arbeitsmittel	Bewertete Schwingbeschleunigung			
		$a_{hv}$	$a_{hwX}$	$a_{hwY}$	$a_{hwZ}$
Gussputzer	pneu. Meißelhammer, Deprag MFK 11 K 2200 min <sup>-1</sup>		2,3	3,3	7,6
Gussputzer	pneu. Meißelhammer, Deprag MFK 11 K 2200 min <sup>-1</sup>		2,6	3,8	8,1
Gussputzer	pneu. Meißelhammer, Deprag MFK 11 K 2200 min <sup>-1</sup>		2,2	3,8	7,7
Gussputzer	Mittelwert, pneu. Meißelhammer, Deprag MFK 11 K 2200 min <sup>-1</sup>	9,0	2,4	3,7	7,8
Gussputzer	Gussputzen mit div. pneu. Werkzeugen				
Kommissionierer	pneu. Bindegerät, Signode PNCS		0,9	1,3	1,1
Kommissionierer	pneu. Bindegerät, Signode PNCS		0,8	1,1	1,1
Kommissionierer	pneu. Bindegerät, Signode PNCS		0,9	1,2	1,1
Kommissionierer	Mittelwert, pneu. Bindegerät, Signode PNCS	1,8	0,9	1,2	1,1
Mechaniker	Poroton, Elektro-Schlagbohrmaschine, Bosch UBH 2/20 SE, Steinbohrer 8 mm		5,2	6,7	4,9
Mechaniker	Poroton, Elektro-Schlagbohrmaschine, Bosch UBH 2/20 SE, Steinbohrer 8 mm		4,7	6,3	4,6
Mechaniker	Mittelwert Poroton, Elektro-Schlagbohrmaschine, Bosch UBH 2/20 SE, Steinbohrer 8 mm	9,1	4,8	6,3	4,4
Mechaniker	Poroton, Elektro-Schlagbohrmaschine, Bosch UBH 2/20 SE, Steinbohrer 10 mm		5,1	7,5	4,7
Mechaniker	Poroton, Elektro-Schlagbohrmaschine, Bosch UBH 2/20 SE, Steinbohrer 10 mm		5,7	7,5	5,8
Mechaniker	Poroton, Elektro-Schlagbohrmaschine, Bosch UBH 2/20 SE, Steinbohrer 10 mm		5,5	7,8	5,8
Mechaniker	Mittelwert Poroton, Elektro-Schlagbohrmaschine, Bosch UBH 2/20 SE, Steinbohrer 10 mm	10,8	5,4	7,6	5,4
Schleifarbeiten	Elektro-Schleifstein	9,0	2,9	5,7	6,4
Schleifarbeiten	Elektro-Rillenputzmaschine	12,4	4,9	8,0	8,1
Schleifarbeiten	Elektro-Winkelschleifer Nebengriff	10,1	3,8	5,6	7,5
Schleifarbeiten	Elektro-Winkelschleifer Hauptgriff	11,4	3,1	6,4	8,9





**Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd**

Wilhelm-Theodor-Römheld-Str. 15

55130 Mainz

Tel: 06131 802-0

Fax: 06131 802-12800

[info@bgmet.de](mailto:info@bgmet.de)

[www.bg-metall.de](http://www.bg-metall.de)