

Schutz vor Hand-Arm-Vibration durch Substituieren und Isolieren

Praxisbeispiele zur Technischen Regel

Uwe Kaulbars, Sankt Augustin

Seit nunmehr über 80 Jahren ist bekannt, dass intensive Vibrationseinwirkungen zu Gesundheitsschäden und Berufskrankheiten führen können. Mit der Veröffentlichung der „Technischen Regel zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung“ (TRLV Vibration) [1] am 10. März 2010 steht nun erstmals ein verbindliches Regelwerk zur Verfügung, das den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene wiedergibt. Die Technischen Regeln lösen die sog. Vermutungswirkung aus und bieten daher Rechtssicherheit für den Anwender. Mit der Anwendung der Technischen Regel hält der Arbeitgeber die Arbeitsschutzvorschriften ein. Sind entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung Vibrationsschutzmaßnahmen notwendig, so bietet Teil 3 der TRLV Vibration konkrete Orientierungshilfen zur Auswahl. Der Beitrag erläutert an praktischen Beispielen die dort vorgeschlagenen Maßnahmen und stellt exemplarisch die derzeit verfügbaren Arbeitsverfahren und Maschinen mit den zu erwartenden Vibrationsminderungsprognosen vor.

Typische Einwirkungen von Hand-Arm-Vibrationen treten bei der Benutzung von handgehaltenen oder handgeführten, kraftbetriebenen Maschinen und Arbeitsgeräten (z. B. Aufbruchhammer, Schleifmaschine, Motorsäge) mit einem rotierenden oder oszillierenden Mechanismus auf. Jedoch können auch Einzelstöße (z. B. Nagler, Bolzensetzer) oder Bedienelemente von stationären bzw. mobilen Maschinen Vibrationseinwirkungen erzeugen. Darüber hinaus gibt es Sonderfälle, in denen die Vibrationen über das Werkstück (z. B. Schleifbock, Glasschleifer) oder über das zu verarbeitende Material (z. B. im Dentallabor oder in der Lebensmittelverarbeitung) übertragen werden. Ältere Schätzungen gehen davon aus, dass etwa 18 % [2] aller Erwerbstätigen Hand-Arm-Vibrationen ausgesetzt sind und nach neueren Schätzungen liegt der Anteil derer mit Belastungen über dem Auslösewert bei ca. 3,2 % [3]. Dies bedeutet, dass für rund 1 Mio. Beschäftigte Vibrationsminderungsmaßnahmen erforderlich sind.

Betroffen sind insbesondere Arbeitsplätze in der Metallverarbeitung (z. B. Gießereien, Schiffsbau), im Baugewerbe (z. B. Straßen- und Innenausbau, Steinbearbeitung, Gleisbau), in der Holzverarbeitung (z. B. Möbelindustrie) sowie in der Land- und Forstwirtschaft (z. B. Gartenbau). Aber auch in der Instandsetzung können in anderen Wirtschaftszweigen



Bild 1 Verwendung von Schlagbohrmaschine oder Bohrhammer zum Setzen von Befestigungsdübeln.

relevante Vibrationsbelastungen auftreten.

In der TRLV Vibration wird eine Liste von 82 vibrationsrelevanten Geräten und Maschinen aufgeführt, die zwar keinen Anspruch auf Vollständigkeit hat, jedoch einen ersten Überblick möglicher Belastungen bietet. Zur weiteren Eingrenzung der Gefährdungsschwerpunkte gibt der BGIA-Report 6/2006 [4] typische Belastungsbereiche zu den Geräten und Maschinen an. Weitere orientierende Belastungsangaben enthält das Tabellenwerk der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin [5].

Hand-Arm-Vibrationen können akute Beschwerden wie Schmerzen, Beeinträchtigungen der Feinmotorik und des Tastsinns und bei längerfristiger Exposition (täglich über Jahre hinweg) degenerative Erkrankungen der Knochen und Gelenke, der Blutgefäße sowie der Nervenfunktion der Finger und Hände verursachen [6]. Nach neueren Erkenntnissen können sie auch zu einer Verdickung der Sehnenscheiden im Karpaltunnel führen [7].

Auch wenn die Zahlen der vibrationsbedingten Berufserkrankung (BK) für Knochen und Gelenkschäden (BK 2103) und Durchblutungsstörungen (BK 2104) in den letzten Jahren rückläufig sind, wurden im Jahr 2009 für beide Erkrankungen im Bereich der gewerblichen Wirtschaft und des öffentlichen Dienstes 482 Verdachtsfälle angezeigt, von denen 85 Fälle anerkannt wurden und 54 Fälle zu neuen Berufskrankheitsrenten führten. Der Arbeitgeber ist seit Inkrafttreten der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [7] verpflichtet, den Grenzwert der Tages-Vibrationsexposition $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$ einzuhalten und ab dem Auslösewert $A(8) > 2,5 \text{ m/s}^2$ neben weiteren Maßnahmen die Gefährdung zu reduzieren und ein Vibrationsminderungsprogramm aufzustellen. Jedoch sind auch bei Tages-Vibrationswerten von $A(8) \leq 2,5 \text{ m/s}^2$ bei gesundheitsgefährdenden Wechsel- und Kombinationswir-



Bild 2 Lage der Befestigungsschienen in der Schalung und spätere Befestigung mit einer Schelle. *Bild: Halfen*

kungen (z. B. Kälte und ungünstige Körperhaltung) oder mittelbarer Gefährdung weitere Maßnahmen erforderlich. Darüber hinaus sollte der Stand der Technik eingehalten werden (§ 4 ArbSchG) [8].

Vibrationsminderungsprogramm

Ziel des Vibrationsminderungsprogramms ist es, die Vibrationsbelastung der Beschäftigten so weit zu reduzieren, dass der Tages-Vibrationsexpositions-wert unter dem Auslösewert liegt. Da dies aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht immer möglich ist, kann mit dem Erreichen des „Standes der Technik“ die Forderung aus der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung bereits erfüllt werden. Dem Stand der Technik kommt damit eine besondere Bedeutung zu, die in den jeweiligen Wirtschafts- und Produktionsbereichen unterschiedlich zu beurteilen ist.

Die Aufstellung des Vibrationsminderungsprogramms lässt sich in folgende Schritte unterteilen [9]:

- Ursachenanalyse, Lokalisierung der

Gefährdungsschwerpunkte, z. B. bei der Benutzung mehrerer Geräte, eine Priorisierung der Geräte nach ihren Expositionsanteilen und ggf. Anzahl der betroffenen Personen.

- Ermittlung von möglichen Lösungen mit der Abschätzung des wahrscheinlichen Minderungserfolgs (d. h. einschließlich Prognose des verringerten A(8)-Wertes) auch unter Einbeziehung der Praktikabilität und Kosten.
- Festsetzung von Terminen und Zuständigkeiten, ggf. Einbeziehung weiterer Personen und Betriebsteile, z. B. bei organisatorischen Maßnahmen.
- Umsetzung der Maßnahmen und Überwachung des Fortschritts.
- Wirksamkeitskontrolle und ggf. erneute Überprüfung des Prüfungsintervalls (z. B. alle zwei Jahre).

Vibrationsschutzmaßnahmen

In der Literatur und im Regelwerk sind die Maßnahmen zur Reduzierung der Gesundheitsgefährdung durch Vibrationen wie folgt untergliedert [10]:

- technische Schutzmaßnahmen,
- organisatorische Schutzmaßnahmen,
- persönliche Schutzmaßnahmen,
- arbeitsmedizinische Vorsorge.

Oft lässt sich ein wirksamer Vibrationsschutz nur durch die Kombination verschiedener Maßnahmen erreichen. Gleichwohl fordert die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [7] in § 10, dass technische Maßnahmen zur Minderung von Vibrationen Vorrang vor organisatorischen Maßnahmen haben. Ebenso wird gefordert, dass die Vibrationen am Entstehungsort verhindert oder soweit wie möglich verringert werden. Diese generelle Forderung ist für Geräte und Arbeitsmaschinen, die zur Arbeitsverrichtung Vibrationen erzeugen, nur indirekt durch konstruktive Maßnahmen wie Isolation oder Tilgung möglich. Des Weiteren stehen in der Rangfolge der Maßnahmen alternative Arbeitsverfahren, die keine oder geringe Vibrationen erzeugen, an erster Stelle.

Die TRLV Vibration hat dafür den Begriff „Substitutionsprüfung“ eingeführt und erweitert die Möglichkeit auch auf Arbeitsmittel. Dies bedeutet, dass die Substitution nicht nur auf den Ersatz der unterschiedlichen Arbeitsprinzipien [11] erfolgt, wie z. B.

- drehende statt oszillierende Maschinenteile,
 - Bohren statt Stanzen, Hämmern oder Rammen,
 - Gießen statt Schneiden,
 - Drücken statt Schlagen,
- sondern auch die Substitution durch vibrationsarme oder vibrationsgeminderte Geräte und Maschinen und deren Einsatzwerkzeuge bzw. Betriebsmittel erfolgen kann. Der Berücksichtigung von arbeitsschutzrelevanten Aspekten beim



Bild 3 Niethammer und Gegenhalter.



Bild 4 Blindnietpistole (Abzieher).



Bild 5 Roboterassistierte Maschine ohne Vibrationsbelastung. Bild: Reichmann & Söhne



Bild 6 Bearbeitung eines Gussstücks mit Pendelschleifer.

Einkauf und insbesondere bei der Neubeschaffung kommt damit eine besondere Bedeutung zu. Die **Checkliste** gibt aus Sicht des Vibrationsschutzes die wesentlichen Kriterien und ihre Rangfolge für die Auswahl wieder.

Praktische Beispiele technischer Vibrationsschutzmaßnahmen

Folgende Beispiele basieren auf Arbeitsergebnissen des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) sowie aus anderen Quellen, die mit dem Hinweis auf die entsprechenden Literaturstellen gekennzeichnet sind. Die Vibrationsminderungsprognosen geben exemplarisch Trends und Größenordnungen wieder, die für den individuellen Anwendungsfall abweichen können. So entbindet die Anwendung der Beispiele nicht von der vorgeschriebenen Wirksamkeitskontrolle.

Vibrationsminderung durch vibrationsarme Arbeitsverfahren

Schon bei der Planung des Arbeitsprozesses sollten bereits in der Konstruktionsphase durch Gestaltung des Produkts die später anfallenden vibrationsbelastenden Arbeiten vermieden werden. In der Bauwirtschaft können Architekten und Bauingenieure durch vorgefertigte Bauelemente aufwendige Schneid-, Trenn- und Anpassungsarbeiten verringern. Beispielsweise können die für Montage und Installation notwendigen vibrationsbelastenden Bohr- und Stemmarbeiten (**Bild 1**) durch Verwendung von Ankerschienen vermieden werden. Dazu sind die Ankerschienen bereits vor der Betonierung in der Schalung zu befestigen (**Bild 2**).

Im Stahlbau sind Nietverbindungen bereits überwiegend durch die technologisch überlegenen Schweißverbindun-

gen ersetzt, aber noch immer werden an Arbeitsplätzen Druckluft-Niethämmer verwendet, die sowohl für den Nietler als auch den Gegenhalter mit hohen Vibrationsbelastungen verbunden sind. Durch Ersatz der Geräte mit Druckluft oder hydraulisch betriebenen Pressnietgeräten entfällt die Belastung am Gegenhalter bei gleichzeitig geringer Vibrationseinwirkung für den Nietler [12].

Insbesondere im Flugzeugbau und in der Fertigung von Waggon- und Nutzfahrgaufbauten kommt für Aluminium-Nietverbindungen eine hohe Anzahl von Niethämmern zum Einsatz. Für herkömmliche Niethämmer wird der Grenzwert von $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$ bereits nach 2088 Nietvorgängen und der Auslösewert $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$ nach 530 Nietvorgängen überschritten. Am Gegenhalter kann der Auslösewert je nach Ausführung bereits nach 109 Nietvorgängen überschritten werden. **Bild 3** zeigt eine typische Arbeitssituation von Niethammer und Gegenhalter.

Eine erhebliche Vibrationsminderung wird durch ein alternatives Arbeitsverfahren erreicht. Sogenannte Blindnietpistolen, auch als Abzieher bezeichnet, arbeiten ohne Schlagvorgang (**Bild 4**). Durch eine Zugbewegung wird ein Abrissniet verformt. Darüber hinaus entfällt die Vibrationsbelastung am Gegenhalter. Mit diesen Geräten können bis zur Überschreitung des Auslösewerts am Tag 25 160 Nietvorgänge stattfinden [13].

In Gießereien können z. B. verbesserte Produktionstechniken das Entstehen von Graten minimieren, sodass der Umfang der manuellen Oberflächenbearbeitung verringert wird. Dies hat zur Folge, dass der Einsatz von vibrationsbelasteten Schleif- und Meißelarbeiten reduziert werden kann. Durch die Automatisierung von besonders belastenden Arbei-

Checkliste zur Auswahl vibrationsarmer Maschinen und Geräte

- Ist der Vibrationswert (Herstellerangabe) niedriger im Vergleich zu anderen?
- Gibt es Arbeitsmittel (Einsatzwerkzeug und Materialien), um die Vibrationsbelastung zu senken?
- Liegen zusätzliche Herstellerangaben für verschiedene Anwendungen vor und sind die Werte niedrig für die überwiegende Dauer des vorgesehenen Einsatzes?
- Kann für eine Arbeitsaufgabe durch erhöhte Effizienz (bei gleicher oder geringerer Vibration) durch Senkung der Expositionsdauer die Vibrationsbelastung verringert werden?
- Sind Schulungsmaßnahmen erforderlich und werden diese angeboten?
- Sind Angaben zur Wartung der Maschinen und Geräte und das Erkennen von Störungen der vibrationsdämpfenden Eigenschaften erforderlich?
- Werden hohe Greif- und Andruckkräfte vermieden?
- Wird Kälte an den Griffflächen vermieden?
- Werden ergonomische Faktoren wie Griffgestaltung, Griffkomfort, Handhabung usw. berücksichtigt?



Bild 7 Hydraulikhammer als Baggeranbaugerät.

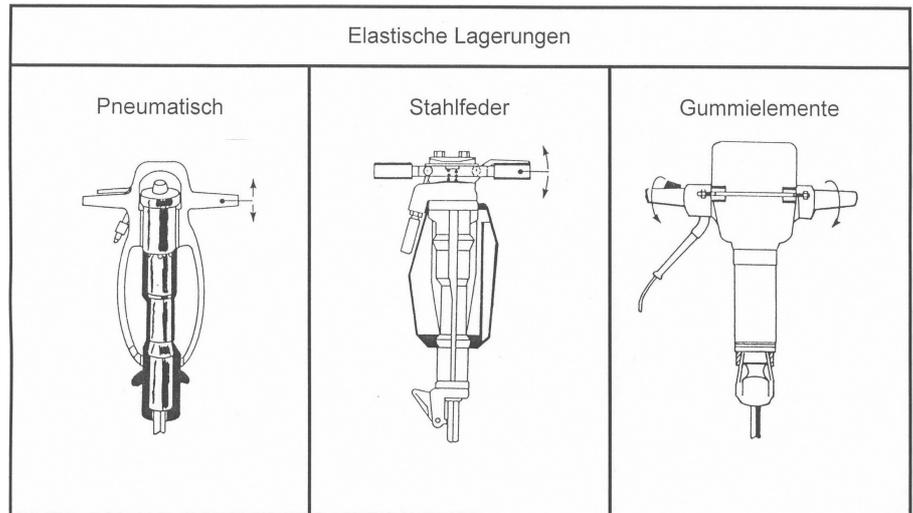


Bild 8 Beispiel verschiedener Aufbruch- und Aufreißhammer mit Vibrationsschutzsystem.

Quelle: Donati [14]

Belastungsbereiche von elektrischen Bohrmaschinen für die unterschiedlichen Bohr- und Schlagwerke.

Gerät	Schwingungsgesamtwert a_{hv} in m/s^2
Schlagbohrmaschine	12,2 bis 31,6
Bohrhammer	5,5 bis 15,6
Diamantbohrmaschine (Kernbohrgerät)	2,9 bis 6,1

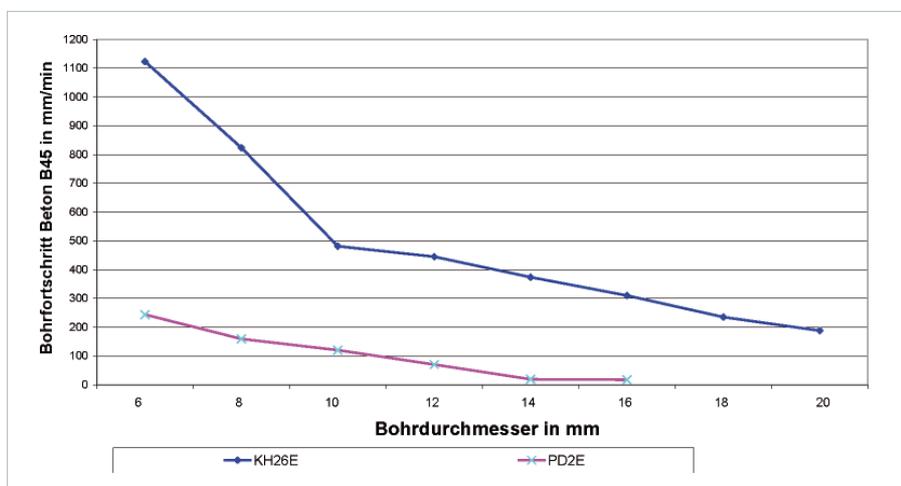


Bild 9 Bohrleistungen von Bohrhammer und Schlagbohrmaschine.

ten können Hand-Arm-Vibrationen völlig beseitigt werden. Bild 5 zeigt eine Entgrat-, Schleif- und Trennschleifmaschine mit Roboterunterstützung, bei der der Benutzer nur noch über einen Joystick Kontakt zur Maschine hat. Die Maschine ersetzt die auch körperlich sehr anstrengenden Arbeiten mit Pendelschleifmaschinen (Bild 6), bei denen die Schleifscheibe zur Oberflächenbearbeitung über die Gussteile gezogen wird. Dabei können je nach Betriebsbedingungen für nicht vibrationsgeminderte Ge-

räte Belastungen von $a_{hv} = 8,8$ bis $13,7 m/s^2$ entstehen.

Vibrationsminderung durch vibrationsgeminderte Geräte und Maschinen

Die wohl bekanntesten vibrationsbelastenden Geräte sind Aufbruch- und Aufreißhammer, die man auch als Presslufthammer bezeichnet. Die sehr hohen Belastungen von herkömmlichen Geräten von $a_{hv} = 8,4$ bis $30 m/s^2$ erreichen bereits nach 13 min bis 2,8 h den Expositionsgrenzwert.

Für größere Abbrucharbeiten sollten daher Hydraulikhammer, die als Anbaugeräte bereits für kleinere Bagger (Bild 7) zur Verfügung stehen, eingesetzt werden. Die Hand-Arm-Vibrationen, die ggf. noch an den Stellelementen ankommen, sind von ihrer Höhe und den geringen Ankopplungskräften zu vernachlässigen. Darüber hinaus sind diese Anbaugeräte mit einer Leistung von 400 bis 16 000 J/Schlag gegenüber handgeführten Geräten mit bis zu 50 J/Schlag wesentlich leistungsfähiger.

In vielen Bereichen, z. B. in Gebäuden, sind handgeführte Aufbruch- und Aufreißhammer noch unersetzlich. Die herkömmlichen Geräte sollen jedoch durch vibrationsgedämpfte Geräte ersetzt werden. Die Wirkweise verschiedener Systeme ist in Bild 8 dargestellt. Mit diesen Systemen lässt sich die Vibrationsbelastung auf einen Bereich von $a_{hv} = 4,6$ bis $8,2 m/s^2$ erheblich reduzieren. Besonders deutlich wird dies bei der Betrachtung der Expositionsdauer: Für diese vibrationsgedämpften Geräte liegt dann der Bereich bis zum Überschreiten des Grenzwerts bei 3 bis > 8 h.

Bei Bohrarbeiten in Stein und Beton reduzieren neu entwickelte Schlagwerke die Vibrationsbelastung, den erforderlichen Kraftaufwand und die Expositionsdauer bei gleicher Bohrleistung. Die Entwicklung vollzog sich von der Schlagbohrmaschine mit Ratschenschlagwerk zum Bohrhammer mit elektropneumatischem Schlagwerk. In neuester Zeit wird auch die Diamantbohrtechnik für diesen Anwendungsbereich eingesetzt. Die Tabelle gibt einen Überblick über die Be-



Bild 10 Vibrationsarme Schleifmaschine mit Auto-Balancing-System.

lastungsbereiche der Bohrmaschinen [12].

Der Effekt der Vibrationsminderung durch eine verkürzte Bohrdauer wird am Beispiel des Bohrfortschritts für einen Bohrhämmer im Vergleich zu einer Schlagbohrmaschine (Bild 9) deutlich. Für einen Bohrdurchmesser von 12 mm und eine Bohrtiefe von 80 mm benötigt der Bohrhämmer 11 s und die Schlagbohrmaschine 69 s, d. h. ca. die sechsfache Expositionsdauer.

Ein weiteres häufig eingesetztes Gerät ist die handgeführte Schleifmaschine. Bei diesem Gerät wird durch Unwucht der Scheibe je nach Drehzahl und Bauart eine zum Teil hohe Vibrationsbelastung bis 20 m/s^2 erzeugt. Schleifmaschinen mit Auto-Balancing-System gleichen die während des Schleifvorgangs durch Abnutzung auftretenden Unwuchten der

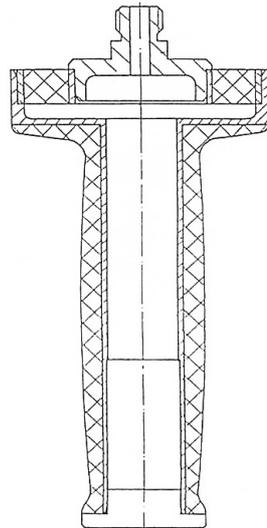


Bild 11 Vibrationsgedämpfter Bohrhämmergriff

Quelle: Metabo [15]

Scheibe kontinuierlich aus. Zusammen mit konstruktiven Maßnahmen sind Winkelschleifer mit diesen Systemen (Beispiel: Bild 10) extrem vibrationsarm. Der vom Hersteller unter Laborbedingungen ermittelte und angegebene Wert $a_{hv} \leq 2,5 \text{ m/s}^2$ konnte das IFA unter praktischen Einsatzbedingungen zwar nicht ermitteln, jedoch liegt der Wert von 3,5 bis $4,7 \text{ m/s}^2$ noch erheblich unter dem Wert vergleichbarer herkömmlicher Geräte von etwa $a_{hv} = 10,4 \text{ m/s}^2$.

Vibrationsminderung durch Zusatzausrüstungen (Isolation)

Grundsätzlich ist bei Verwendung von herstellerfremdem Zubehör oder Eigenentwicklungen die Zustimmung des Geräte- und Maschinenherstellers einzuholen, da diese Zusatzausrüstungen andere sicherheitsrelevante Faktoren beeinflus-

sen können. Zum Beispiel können sog. Antivibrationsgriffe bei falscher Abstimmung die Vibrationen erhöhen, aber auch das Unfallrisiko, wenn die Griffe nicht ausreichend fest sind und z. B. abbrechen. Bild 11 zeigt ein gelungenes Beispiel für einen gut abgestimmten Seitengriff eines Bohrhammers, bei dem die Vibration auf 20 % des Werts für einen herkömmlichen „starr“ Griff reduziert werden kann. Das gute Ergebnis wird durch die Kombination der integrierten Hülsenfeder und der elastischen Ummantelung erreicht.

Im Nutzfahrzeugbau werden zur Montage der Aufbauten selbstschneidende Schrauben mit einem Hochfrequenzschlagschrauber unter hohem Kraftaufwand verarbeitet. Ein Betrieb entwickelte zur Steigerung von Produktivität und Qualität eine pneumatische Andruckvorrichtung, mit deren Hilfe die Dauer des Einschraubvorgangs von 18 bis 25 s auf 7 bis 9 s reduziert werden konnte. Gleichzeitig wurde eine ergonomische Verbesserung der Arbeiten erzielt, da die bei den herkömmlichen kurzen Geräten notwendige starke Rumpfbeugung entfällt (Bild 12). Die Vibrationsbelastung konnte von $a_{hv} = 5,8 \text{ m/s}^2$ auf $a_{hv} = 2,0 \text{ m/s}^2$ gesenkt werden [12]. Der Auslösewert wird damit auch bei einer Expositionsdauer von 8 h nicht mehr überschritten.

Im Schiffbau werden zur Vorbereitung der Schweißnähte im großen Umfang Schleifmaschinen eingesetzt. Bild 13 zeigt die herkömmliche Arbeit mit einem Winkelschleifer unter sehr ungünstiger Körperhaltung. Bei diesem Verfahren liegt die Vibrationsbelastung bei $a_{hv} = 10,7 \text{ m/s}^2$. Der Betrieb entwickelte in



Bild 12 Andruckvorrichtung für Hochfrequenzschrauber.



Bild 13 Übliches Verfahren mit Winkelschleifer bei der Vorbereitung von Schweißnähten.



Bild 14 Neukonstruktion mit Turbo-Bandschleifer.

erster Linie zur Produktionssteigerung einen Turbo-Bandschleifer auf der Grundlage eines handelsüblichen Winkelschleifers. Neben der Leistungssteigerung von 240 m Schweißnahtbearbeitung in 28 min bei gleichzeitig hoher Qualität erzielte man zusätzlich durch die aufrechte Körperhaltung beim Gebrauch eine ergonomische Verbesserung (**Bild 14**). Die Vibrationsbelastung beim Einsatz des Turbo-Bandschleifers liegt mit $a_{hv} = 0,96 \text{ m/s}^2$ weit unterhalb des Auslösewerts [16].

In der Instandsetzung werden zunehmend zum Austausch der Frontscheiben z. B. bei Omnibussen oder Hochbahnen Oszillationsmesser eingesetzt. Je nach Einsatzmesser ist die Vibrationsbelastung sehr hoch und liegt im Bereich von $a_{hv} = 11,4$ bis $26,5 \text{ m/s}^2$. Der Grenzwert wird im ungünstigsten Fall bereits nach 17 min überschritten.

Der in einer Studie des INRS [17] entwickelte Prototyp eines vibrationsisolierenden Griffs reduziert die Vibrationsbelastung auf einen Bereich von $a_{hv} = 3,3$



Bild 15 Prototyp eines vibrationsdämpfenden Griffs am Oszillationsmesser.

bis $4,3 \text{ m/s}^2$ (**Bild 15**). Für diese reduzierte Belastung kann die Überschreitung des Grenzwerts ausgeschlossen werden, der Auslösewert wird nach frühestens 2 h 42 min überschritten.

Vibrationsminderung durch persönlichen Vibrationsschutz

Die Lärm- und Vibrations-Arbeitschutzverordnung fordert als Persönliche Schutzausrüstung (PSA) nur die Bereitstellung von Kleidung zum Schutz vor Kälte und Nässe. Damit sollen die mitwirkenden Einflüsse, die die Gefährdung durch Vibration erhöhen können, reduziert werden. Dabei liegt es nahe, durch dämpfende Materialien in Schutzhandschuhen die Vibrationsübertragung zu mindern, also die Hand von der Einleitungsstelle zu isolieren.

Hersteller von Vibrations-Schutzhandschuhen – die auch als Anti-Vibrationshandschuhe bezeichnet werden – versprechen zum Teil hohe Dämpfungseigenschaften. Die TRLV Vibrationen konkretisiert dazu, dass auch für nach DIN EN ISO 10819 [18] geprüfte und mit einem CE-Kennzeichen versehene Vibrations-Schutzhandschuhe keine verlässlichen Aussagen zur Gefährdungsreduzierung getroffen werden.

Aus physikalischen Gründen ist eine

relevante Reduzierung der Vibrationen oberhalb von 150 Hz (9 000 U/min) zu erreichen. Das bedeutet, dass insbesondere für die meisten schlagend wirkenden Geräte und Arbeitsmaschinen keine Gefährdungsreduzierung erreicht werden kann. Unter Beachtung, dass PSA in der Rangfolge der Maßnahmen das Mittel darstellen und als alleiniger Schutz nicht ausreichen, kann deren Einsatz empfohlen werden für [19]

- Maschinen mit ausschließlich oder überwiegend Frequenzanteilen $> 150 \text{ Hz}$, z. B. Schleifmaschinen,
- Maschinen, für die keine präzise Führungskraft oder keine besonders hohen Ankoppelungskräfte erforderlich sind, beispielsweise handgeführte Rüttelplatten,
- Maschinen, bei denen aus Gründen des Schutzes gegenüber Kälte und mechanischen Risiken Handschuhe zu tragen sind, z. B. Motorkettensägen,
- Arbeitsplätze, an denen die Vibrationseinwirkung über das Material oder Werkstück erfolgt, beispielsweise beim Andrücken der Werkstücke am Schleifbock.

Die durch den Einsatz der PSA am individuellen Arbeitsplatz möglicherweise entstehenden neuen Gefährdungen sind zu beachten. So können beispielsweise durch Behinderungen beim Betätigen des Schalters oder unsicheres Führen der Maschine neue Gefahrenquellen erzeugt werden. TS 136

Autor	
	<p>Dipl.-Ing. Uwe Kaulbars, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Fachbereich: Arbeitsgestaltung – Physikalische Einwirkungen, Sankt Augustin.</p>

Literaturverzeichnis

[1] Technische Regel Vibration (TRLV Vibrationen) vom 10. Januar 2010. GMBI. (2010) Nr. 14-15, S. 304 ff.
 [2] Dupuis, H.: Wirkung mechanischer Schwingungen auf das Hand-Arm-System. Forschungsbericht Nr. 308, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und

Unfallforschung. Dortmund 1982.
 [3] Arbeitshilfen für die Praxis, Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibration. Hrsg.: Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Familie des Landes Brandenburg. Potsdam 2007.

[4] Christ, E.; Fischer, S.; Kaulbars, U.; Sayn, D.: Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen – Kennwerte der Hand-Arm- und Ganzkörper-Schwingungsbelastung. BGIA-Report 6/2006. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz

– BGIA, Sankt Augustin 2006.

[5] Immissionswerte und Orientierungswerte für die Gefährdungsbeurteilung Hand-Arm-Vibration. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

[6] VDI 2057: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen; Blatt 1: Ganzkörper-Schwingungen. Blatt 2: Hand-Arm-Schwingungen. Berlin: Beuth Verlag 2002.

[7] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrations-ArbSchV) vom 6. März 2007. BGBl. I (2007), S. 261.

[8] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) vom 7. August 1996. BGBl. I, S. 1246.

[9] EU-Handbuch „Hand-Arm-Schwingungen“ und EU-Handbuch „Ganzkörper-Schwingungen“; Leitfäden zur Umsetzung der Richtlinie 2002/44/EG. www.humanvibration.com/EU/VIBGUIDE.htm

[10] DIN V 45695: Hand-Arm-Schwingungen; Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Technische und organisatorische Maßnahmen. Berlin: Beuth Verlag 1996.

[11] Schäfer, N.; Dupuis, H.; Hartung, E.: Schwingungsminderung am Arbeitsplatz. Forschungsbericht Nr. 305, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung. Dortmund 1982.

[12] Kaulbars, U.: Technischer Vibrationsschutz bei Hand-Arm-Schwingungseinwirkung. Kennzahl 230 302. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 34. Lfg. VI/1998. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt – Losebl.-Ausg., 2. Aufl. 2003. www.bgia-handbuchdigital.de/230302

[13] Kaulbars, U.: Gefährdungsbeurteilung der Hand-Arm-Vibrationen im Flugzeugbau: Auswahl und Anwendung von Schutzmaßnahmen. VDI-Berichte Nr. 2097, S. 39-47. Düsseldorf: VDI-Verlag 2010.

[14] Donati, P.; Bitsch, J.: Prévention des vibrations engendrées par les machines portatives. Communication présentée au XXIIème Journées Nationales des Médecine du Travail B.T.P. La Main Pathologique, 8-11 Mai 1991, Marseille.

[15] Keller, M.; Kuhn, K.; Schaich, C.: Reduzierung der Vibrationsbelastung beim Arbeiten mit elektrischen Bohr- und Schlaghämmern. Statusseminar II, Mechanische Schwingungen als Belastungen in der Arbeitsumwelt – Dokumentation. 24.-28. Oktober 1994, S. 102-120. In: Ahrend, K.-D.; Domke, M.; Mucke, R. (Hrsg.) für die Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V., Projektträgerschaften für das BMBF, Programm „Arbeit und Technik“.

[16] Christ, E.: Methode zur Beurteilung der Verminderung der Risiken für das Muskel-Skelett-System durch verbesserte ergonomische Gestaltung vibrierender Werkzeuge. Vortrag 10. Internationale Konferenz Hand-Arm-

Vibration, 07.-11. Juni 2004, Las Vegas.

[17] INRS Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, Centre de Laboratoire de Vibrations, Avenue de Bourgogne B.P. n°27, 54501 Vandœuvre Cedex

[18] DIN EN ISO 10819: Mechanische Schwingungen und Stöße; Hand-Arm-Schwingungen – Verfahren für die Messung und Bewertung der Schwingungsübertragung von Handschuhen in der Handfläche. Berlin: Beuth-Verlag 1996.

[19] Kaulbars, U.: Antivibrations-Handschuhe – Positivliste. Kennzahl 450 110. 1, VIII/2008. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 2. Aufl. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). Berlin: Erich-Schmidt-Verlag 2003.