

# Hand-Arm-Vibrationen

## Informationen zur Berücksichtigung der Ankopplungskräfte

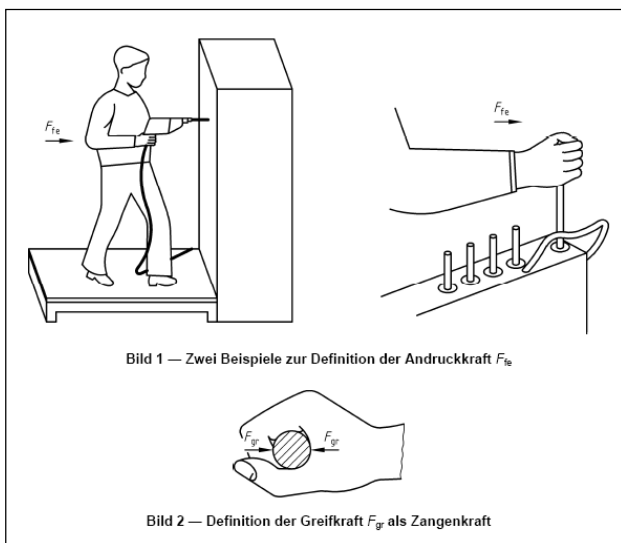
Nach der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV [1]) hat der Arbeitgeber eine fachkundige Gefährdungsbeurteilung u. a. hinsichtlich der Vibrationen am Arbeitsplatz durchzuführen.

Hand-Arm-Vibrationen können im Hand-Arm-System des Menschen zu Gesundheitsbeeinträchtigungen (z.B. Knochen- und Gelenkschäden, Durchblutungsstörungen, Carpal-Tunnel-Syndrom) führen.

Dieses Informationsblatt soll den Stand der Erkenntnisse zur möglichen Berücksichtigung von Ankopplungskräften bei der Gefährdungsbeurteilung erläutern, wie er in der DIN 45679 (2005) [2] dargestellt ist. Aufgrund der inzwischen entwickelten und in der Praxis erprobten Messverfahren für Ankopplungskräfte (EU VIBTOOL-Projekt) können nun Erfahrungen mit den im Folgenden dargestellten Abschätzungen (Tabelle 1) in Betrieben gesammelt werden.

### 1 Vibrationseinwirkungen - Informationsquellen

In der Gefährdungsbeurteilung werden die Arbeitsbedingungen beurteilt. Der Arbeitgeber kann sich die notwendigen Informationen beim Hersteller oder Inverkehrbringer von Arbeitsmitteln oder bei anderen ohne weiteres zugänglichen Quellen beschaffen. Erläuterungen bietet die TRLV Vibrationen Teil 1 [3], Abschn. 4 ([www.baua.de/trlv](http://www.baua.de/trlv)).



**Bild 1, 2:** Definition von Andruckkraft und Greifkraft nach DIN 45679 (Quelle: DIN 45679, Bild 1 / Bild 2)

Informationsquellen für die Gefährdungsbeurteilung bei Vibrationseinwirkungen sind (TRLV Vibrationen Teil 1, Ab

### Inhaltsverzeichnis

- 1 Vibrationseinwirkungen - Informationsquellen
- 2 Ankopplungskräfte
- 3 Korrekturfaktor
- 4 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

schnitt 4.2): Messwerte, Ergebnisse orientierender Verfahren, veröffentlichte Immissionswerte, Emissionswerte (Herstellerangaben) oder Listen orientierender Werte (Datenbanken).

In der TRLV Vibrationen Teil 1, Abschnitt 4.2 wird die Rangfolge der Nutzung dieser verschiedenen möglichen Informationsquellen erläutert. Dabei hängen die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung für die jeweiligen Tätigkeiten vor Ort von den Maschinen, Einsatzzeiten und Randbedingungen ab.

Orientierungswertlisten und eine Vielzahl an Messwerten zu Hand-Arm-Vibrationen für verschiedenste Arbeitsgeräte sind verfügbar, darunter die im BGIA-Report 6/2006 (<http://www.dguv.de/webcode/d6158>) veröffentlichten Kennwerte der Hand-Arm-Schwingungsbelastung, die für Unfallversicherungsträger nutzbaren Messwerte der VIBEX-Datenbank des Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA, vormals BGIA; [www.dguv.de](http://www.dguv.de) - Webcode d4691) oder im Internet, z.B.:

- Orientierungswertlisten zum Einstieg in die Gefährdungsbeurteilung (mit Bezug auf die TRLV Vibrationen Teil 1, Abschn. 4.2.5 sind Listen orientierender Werte mit Erläuterungen zu den Randbedingungen ihrer Nutzung bei der BAuA im Internet verfügbar: [www.baua.de/TRLV](http://www.baua.de/TRLV)),
- Katalog repräsentativer Lärm- und Vibrationsdaten am Arbeitsplatz, LAS Potsdam - Datenbank KarLA (<http://www.las-bb.de/karla/>)
- Universität Umeå, Schweden (englisch, schwedisch) - Department of Public Health and Clinical Medicine, Occupational and Environmental Medicine: <http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=EN>
- Nationales Institut für Arbeitsschutz und Prävention, Italien (englisch, italienisch) <http://www.ispesl.it/vibrationdatabase> (Zugang über „Enter“ am Ende der „Guideline“)

- CD-Rom „Schwingungen und Vibrationen am Arbeitsplatz“, Berufsgenossenschaft Holz und Metall (Bestellung: [www.bghm.de](http://www.bghm.de) dort: „Service und Kontakt“ > Webshop > CD-ROM).

Der Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) wird u.a. auch von den Hauptfrequenzen der Vibrationsanregungen und der „Ankopplung“ der Hände bzw. der Ankopplungskraft beeinflusst. Starke Ankopplungen können das Risiko erhöhen, geringe Ankopplungen zu einer Überschätzung des Risikos führen.

## 2 Ankopplungskräfte

Die Ankopplungskräfte bei der Handhabung von vibrierenden Arbeitsgeräten lassen sich in der Praxis derzeit noch schwierig bestimmen, wie auch in der TRLV Vibrationen erläutert:

### TRLV Vibrationen Teil 1, Abschn. 6.3 „Berücksichtigung der Ankopplungskräfte des Hand-Arm-Systems“

„Die Belastung durch Hand-Arm-Vibrationen hängt u. a. von der Stärke der Ankopplung ab. Die Ankopplungskraft ist die Summe aus Andruckkraft und Greifkraft. Hohe Ankopplungskräfte bewirken eine intensivere Einleitung der an der Einleitungsstelle zu messenden frequenzbewerteten Beschleunigung in das Hand-Arm-System. Da sich die Messwerte für diese Kraftgrößen in der Praxis nur schwierig bestimmen lassen, werden die Ankopplungskräfte bei der Gefährdungsbeurteilung zur Prävention von Gesundheitsschäden in der Regel nicht berücksichtigt. Es sind aber zur Verringerung der Belastung solche Arbeitsverfahren und Geräte vorzuziehen, die nur geringe Ankopplungskräfte erfordern. Die Verringerung der Ankopplungskräfte durch technische Lösungen ist als mögliche zu ergreifende Maßnahme stets in Betracht zu ziehen.“

Definitionen von bei der Handhabung von Arbeitsgeräten auftretenden Kräften nach DIN 45679:

- **Andruckkraft  $F_{fe}$ :**  
Kraft, die von der Bedienungsperson je Hand ausgehend auf die Maschine wirkt und nicht innerhalb der Ankopplungsfläche der Hand kompensiert wird.

- **Greifkraft  $F_{gr}$ :**  
Zangenartig wirkende Kraft, die von der Hand der Bedienungsperson beim Umschließen des Griffs ausgeübt und innerhalb der Hand durch die entgegengerichtet wirkende Greifkraft kompensiert wird.


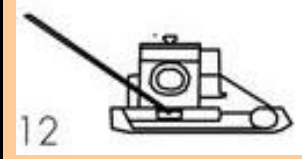
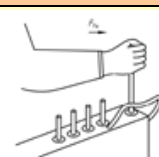
- **Ankopplungskraft  $F_{cp}$ :**  
Summe aus dem arithmetisch gemittelten Wert der Andruckkraft  $F_{fe}$  und der Greifkraft  $F_{gr}$  (betragsmäßige Addition). Die Ankopplungskraft des Hand-Arm-Systems an die Maschine oder das Stellelement wird nach DIN 45679 vereinfacht durch zwei Kräfte definiert: die Andruckkraft und die Greifkraft. Die Anteile der Halte- und Führungskräfte werden nicht explizit erfasst. Sie sind in Abhängigkeit der Arbeitsrichtung durch Andruck- und Greifkräfte weitgehend berücksichtigt.

Für die Handhabung handgehaltener Arbeitsgeräte kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass eine relativ starke Ankopplung der Hände erforderlich ist, während bei handgeführten Arbeitsgeräten relativ geringere Ankopplungskräfte erforderlich sind. Bei folgenden Geräten werden üblicherweise starke Ankopplungskräfte der Hände im praktischen Einsatz beobachtet (Dupuis/Hartung, 1999 [4]):

Abbauhammer, Aufbruchhammer, Bohrhammer, Gleisstopfer, Handkreissäge, Kettensäge, Meißelhammer, Schlagbohrmaschine, Schlagschrauber, Trennschleifmaschine, Winkelschleifmaschine.

Die derzeit am Griff gemessenen frequenzbewerteten Beschleunigungen können daher gemäß DIN 45679 „Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Greif- und Andruckkräfte zur Beurteilung der Schwingungsbelastung des Hand-Arm-Systems“ korrigiert werden. Die Ankopplungskraft setzt sich aus der Summe der Andruck- und der Greifkraft zusammen. Dabei ist die Andruckkraft die auf das Gerät einwirkende Kraft. Diese kann von Hand zu Hand unterschiedliche Werte annehmen.

Da in der betrieblichen Praxis bereits erste Erfahrungen mit Systemen zur Messung der Ankopplungskräfte vorliegen, sind für die Betriebe nun Abschätzungen der Ankopplungsfaktoren als Korrekturwerte möglich (Tabelle 1).

Geräteart	Kraftunterteilung	möglicher Kraftbereich	Ankopplungsfaktor nach DIN 45679	Beispiel
Handgehaltene Geräte	geringe Kraft	80 N – 100 N	0,85	 <small>Winkelschleifer *)</small>
	normale Kraft	> 100 N – 140 N	1	
	hohe Kraft	> 140 N – 200 N	1,1	
handgeführte Geräte	geringe Kraft	40 N – 60 N	0,7	 <small>12 **)</small>
	normale Kraft	> 60 N – 80 N	0,8	
	hohe Kraft	> 80 N – 100 N	0,85	
Stellelemente	geringe Kraft	≤ 20 N	0,6	 <small>***)</small>
	normale Kraft	> 20 N – 40 N	0,65	
	hohe Kraft	> 40 N – 60 N	0,85	

**Tabelle 1:** Ankopplungsfaktoren beim Handhaben verschiedener Gerätearten zur Korrektur des Tages-Vibrationsexpositionswertes A(8) (Quellen: BGIA, 2005 und DIN 45679);

\*) Abb. aus DIN EN ISO 5349-2 [5], Bild A.1;

\*\*) Abb. aus BGIA Report 6/2006 [6], S. 42)

\*\*\*) Abb. aus DIN 45679 [2], Bild 1

### 3 Korrekturfaktor

Bei der überwiegenden Anzahl von handgehaltenen Geräten liegt die Ankopplungskraft zwischen 80 N und 200 N und der Korrekturfaktor (Ankopplungsfaktor nach DIN 45679) dann zwischen - 15% und + 10%.

Die Gefährdung würde bei handgehaltenen Geräten und hoher Ankopplungskraft ohne die Berücksichtigung der Korrekturfaktoren (Ankopplungsfaktoren nach DIN 45679) unterschätzt, bei handgeführten Geräten im Regelfall überschätzt. Dabei wirken gegenläufige Tendenzen:

- Die epidemiologischen Studien, aus denen die Richtwerte bzw. Grenzwerte (insbesondere zu Nerven- und Gefäßschädigungen, d.h. Berufskrankheit BK 2104) abgeleitet wurden, sind von (hinsichtlich Ankopplungskräften) unkorrigierten Beschleunigungen ausgegangen. Werden jetzt Korrekturfaktoren < 1 verwendet, so wird möglicherweise das Risiko bei bestimmten Tätigkeiten oder an bestimmten Arbeitsplätzen unterschätzt. Es gibt Hinweise darauf, dass diese Schädigungen nicht in erster Linie von den Ankopplungskräften bestimmt werden, sondern die Frequenz einen stärkeren Einfluss hat.
- In den letzten 10 - 20 Jahren wurden bei handgehaltenen / -geführten Arbeitsmaschinen große technische Fortschritte bei der Vibrationsminderung erreicht.
- Die praktische Anwendung der Ankopplungsfaktoren nach DIN 45679 „Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Greif- und Andruckkräfte zur Beurteilung der Schwingungsbelastung des Hand-Arm-Systems“ wird bei den Herstellern dazu führen, dass im Wettbewerb neue technische Vibrationsminderungsmaßnahmen entwickelt werden.

Heute wird auf die Korrekturen i.d.R. noch verzichtet, jedoch erfolgen - im Rahmen von EU-Projekten - derzeit Praxiserprobungen und Weiterentwicklungen der Messsysteme für Ankopplungskräfte bei Vibrationseinwirkungen (EU VIBTOOL-Projekt [7]).

Neuere Ergebnisse über den Einsatz eines solchen Messsystems zur Erfassung und Analyse der Größe und Verteilung von Ankopplungskräften können für folgende Branchen:

- Baugewerbe (Aufbruchhammer, Meißelhammer) und
- Metallindustrie (Winkelschleifer, Stampfer)

der Fachliteratur entnommen werden (TÜ Bd. 47 (2006) Nr. 6 – Juni; U. Kaulbars „Schwingungen fest im Griff“ <http://www.dguv.de/webcode/m230611> [8]).

Weitere Informationen: EU-Projekt VIBTOOL (<http://www.dguv.de/ifa/de/fac/vibration/vibtool/index.jsp>)

Mit diesen Erkenntnissen wird es zunehmend möglich, die in der LärmVibrationsArbSchV geforderte Gefährdungsbeurteilung auch hinsichtlich der Ankopplungskräfte fachkundig durchzuführen und die möglichen Gefährdungen praxisingerecht zu beurteilen.

Weitere Hinweise finden sich auch im Internet unter [www.bg-vibrationen.de](http://www.bg-vibrationen.de)

### 4 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Dieses Fachbereich-Informationsblatt wurde erarbeitet von Mitgliedern des Arbeitsbereich „Vibration“ im Sachgebiet „Einwirkungen und Medien“ des DGVU Fachbereich Holz und Metall. Der Fachbereich setzt sich zusammen u. a. aus

Vertretern der Unfallversicherungsträgern, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, Herstellern und Betreibern (s. a. DGVU Grundsatz 401). Vertreter betroffener Branchen sind beteiligt, die als Experten für die Prävention von Gesundheitsgefährdungen durch Lärm und Vibrationen tätig sind.

Dieses Fachbereich-Informationsblatt ersetzt die gleichnamige Fassung, herausgegeben als Entwurf 10/2011. Weitere Informationsblätter vom Fachbereich Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [10].

Zu den Zielen der Fachbereich-Informationsblätter siehe Fachbereich-Informationsblatt Nr. 001.

#### Literatur:

- [1] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - LärmVibrationsArbSchV) vom 6. März 2007 (BGBl. I S. 261), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 19. Juli 2010 (BGBl. I S. 960) geändert worden ist.
- [2] DIN 45679:2005-09 „Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Greif- und Andruckkräfte zur Beurteilung der Schwingungsbelastung des Hand-Arm-Systems“, Beuth Verlag, Berlin
- [3] Technische Regel zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Vibrationen, Teil 1: Beurteilung der Gefährdungen durch Vibrationen, Ausgabe Januar 2010 (GMBI Nr. 14/15 vom 10. März 2010, S. 274)
- [4] Dupuis H., Hartung E.: Vibrationsbedingte Erkrankungen des Knochen- und Gelenksystems (BK 2103). In: Konietzko, Dupuis (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsmedizin, 22. Erg. Lfg. ecomed 4/1999, S. 1-12
- [5] DIN EN ISO 5349-2 Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das hand-Arm-System des Menschen - Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz, Ausgabe 2001-12, Beuth-Verlag
- [6] BGIA-Report 6/2006 "Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen - Kennwerte der Hand-Arm- und Ganzkörper-Schwingungsbelastung", Hrsg.: HVBG, September 2006  
<http://www.dguv.de/webcode/d6158>
- [7] EU-Projekt VIBTOOL  
<http://www.dguv.de/ifa/de/fac/vibration/vibtool/index.jsp>
- [8] Kaulbars, U. „Schwingungen fest im Griff“, TÜ Bd. 47 (2006) Nr. 6 – Juni, [http://www.dguv.de/ifa/de/pub/grl/pdf/2006\\_081.pdf](http://www.dguv.de/ifa/de/pub/grl/pdf/2006_081.pdf)
- [9] Kaulbars, U.; Lemerle, P.: Messung der Ankopplungskräfte zur Beurteilung der Hand-Arm-Schwingungen - Weiterentwicklung eines Messsystems. 3. Nationale Tagung Humanschwingungen, 8.-9. Oktober 2007, Dresden - Vortrag. VDI-Berichte (2007) Nr. 2002, S. 99-111, <http://www.dguv.de/ifa/de/fac/vibration/vibtool/index.jsp>
- [10] Internet: [www.bghm.de](http://www.bghm.de)

#### Bildnachweis:

Die im Fachbereichs-Informationsblatt gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von: Beuth Verlag, Berlin ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)):

Bild 1, 2 DIN 45679, Bild 1/ Bild 2.

#### Herausgeber:

Fachbereich Holz und Metall der DGVU  
Sachgebiet Einwirkungen und Medien  
Postfach 37 80  
55027 Mainz