

Erstmals Grenzwerte für die Vibrationsbelastung

Die neue Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung

Uwe Kaulbars, Sankt Augustin

Dass Vibrationseinwirkungen (synonym Schwingungseinwirkungen) auf den Menschen zu einer Gesundheitsgefährdung führen können, ist seit Längerem bekannt. So werden vibrationsbedingte Knochen- und Gelenkschäden und Durchblutungsstörungen der Hände sowie bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule als Berufskrankheit entschädigt. Mit der am 8. März 2007 veröffentlichten Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung wird die bereits 2002 veröffentlichte EU-Vibrationsrichtlinie 2002/44/EG in deutsches Recht umgesetzt. Damit wird der Arbeitgeber verpflichtet, die Gefährdung durch die Schwingungseinwirkung an Arbeitsplätzen zu ermitteln und zu bewerten sowie ggf. Präventionsmaßnahmen zu ergreifen und arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen durchführen zu lassen. Im Beitrag werden Forderungen an den Arbeitgeber dargestellt und Handlungshilfen gegeben und erläutert.

Bestrebungen die Gesundheitsgefährdung durch Vibrationseinwirkung (synonym Schwingungseinwirkung) auf Menschen an Arbeitsplätzen zu reduzieren, bestehen schon seit Längerem. So stellte die Verordnung über Arbeitsstätten [1] bereits 1975 die Forderung auf, dass Arbeitnehmer an ortsgebundenen Arbeitsplätzen keinen unzuträglichen Schwingungen ausgesetzt sind. Auch auf internationaler Ebene wurde 1977 mit dem Abkommen Nr. 148 der Internationalen Arbeitsschutzorganisation ILO [2] der Schutz der Arbeitnehmer gegen Vibration festgelegt, dem auch Deutschland beigetreten ist. Für den Bereich Bergbau wurde 1991 mit der Gesundheitsschutz-Bergverordnung [3] die Gefährdungsbeurteilung auf der Grundlage von Messungen vorgeschrieben. Die Erarbeitung einer Regelung für den gewerblichen Bereich (Unfallverhütungsvorschrift) wurde zugunsten einer einheitlichen Regelung zurückgestellt.

Auf der Grundlage der europäischen Rahmenrichtlinie 89/391/EWG [4] sollten Einzelrichtlinien über physikalische Gefährdungen am Arbeitsplatz, die auch die Gefährdung durch Vibration beinhalten, erarbeitet werden. Nach einem zweiten Entwurf, der 1994 im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft veröffentlicht wurde [5], konnte die Richtlinie 2002/44/EG [6] erst am 6. Juli 2002 in Kraft gesetzt werden. Die Richtlinie legt Mindestvorschriften für alle Staaten der Europäischen Gemeinschaft fest. In der nationalen Gesetzgebung können Vor-

schriften festgelegt werden, die günstiger als die aus der Richtlinie sind, aber den Schutz der Arbeitnehmer durch vorher bestehende nationale Gesetze nicht verringern. Die Mitgliedstaaten waren verpflichtet, die Anforderungen aus der Richtlinie bis zum 6. Juli 2005 in nationales Recht umzusetzen. In Deutschland wurde die Richtlinie für den Bereich des Bergbaus mit der Novellierung der Gesundheitsschutz-Bergverordnung am 19. August 2005 [7] umgesetzt. Für alle anderen Bereiche erfolgte die Umsetzung mit der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [8] erst am 8. März 2007. Jedoch trat bereits für alle „Träger der öffentlichen Gewalt“ die EU-Richtlinie mit Ablauf der Umsetzungsfrist direkt in Kraft. Die Verpflichtung zur Ermittlung und Bewertung von Einwirkungen am Arbeitsplatz im Sinne einer Gefährdungsanalyse besteht seit dem Inkrafttreten des Arbeitsschutzgesetzes 1996 [9].

Gesundheitsgefährdung

Vibrationen sind mechanische Schwin-

gungen, die auf den Menschen über eine Kontaktfläche am Körper eingeleitet werden und eine Gefährdung für die Gesundheit und Sicherheit darstellen. Abhängig von der Einleitungsstelle wird in „Hand-Arm-Vibration“ und „Ganzkörper-Vibration“ unterschieden. Bei Ganzkörper-Vibrationen erfolgt die Vibrationseinleitung auf den sitzenden oder stehenden Menschen; sie können insbesondere Rückenschmerzen oder Schäden der Wirbelsäule verursachen. Bei Hand-Arm-Vibration werden die Vibrationen über die Hände auf das Hand-Arm-System übertragen; sie können insbesondere Knochen- oder Gelenkschäden, Durchblutungsstörungen oder neurologische Erkrankungen verursachen. Weiterführende Informationen zu möglichen Gesundheitsauswirkungen enthält der „Leitfaden über die Wirkung auf die Gesundheit des Menschen“ (CR 12349) [10].

In Deutschland sind drei vibrationsbedingte Berufskrankheiten in die Liste der Berufskrankheiten-Verordnung [11] auf-

Aufgaben der Betriebe zum Vibrationsschutz

- Ermittlung der Gefährdung und Beurteilung
- Ausarbeitung eines Programms mit Maßnahmen zur Minimierung der Gefährdung
- Einhaltung der Expositionsgrenzwerte
- Unterweisung der Beschäftigten in die Gefährdung und geeignete Maßnahmen
- Anhörung und Beteiligung der Beschäftigten
- Veranlassung und/oder Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen
- Dokumentation



Bild 1 Hand-Arm-Vibrationseinwirkung bei Schleifarbeiten.



Bild 2 Ganzkörper-Vibrationseinwirkung auf den Fahrer eines Kettenplaniers.

genommen worden. **Tabelle 1** zeigt die jährlich angezeigten Verdachtsfälle sowie die anerkannten und neuen Rentenfälle für die unterschiedlichen vibrationsbedingten Berufskrankheiten. Schätzungen der Vibrationsexponierten in Deutschland, basierend auf den Beschäftigungszahlen von 1998, gehen davon aus, dass ca. 3,2 % (1,16 Mio.) Erwerbstätige einer gesundheitsgefährdenden Hand-Arm-Vibration und ca. 3 % (1,1 Mio.) einer gesundheitsgefährdenden Ganzkörper-Vibration ausgesetzt sind [13].

Typische Bereiche, in denen Hand-Arm-Vibrationsbelastungen auftreten, sind der Bergbau, das Bauwesen, die Metallverarbeitung (s. **Bild 1**), der Garten- und Landschaftsbau und die Holzbearbeitung. Ganzkörper-Vibrationsbelastungen treten in erster Linie auf Fahrzeugen im unbefes-

tigten Gelände auf, wie z. B. im Bauwesen (s. **Bild 2**), in der Land- und Forstwirtschaft, aber auch im Straßen- und Schienenverkehr und im innerbetrieblichen Transportwesen.

Im BGIA-Report 6/2006 „Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen“ [14] werden für handgehaltene Geräte sowie Fahrzeuge und mobile Arbeitsmaschinen Bereiche der Vibrationsbelastung für typische, unter Praxisbedingungen ermittelte Einsatzfälle angegeben. Diese geben einen ersten Überblick über mögliche Gefährdungsschwerpunkte.

Gefährdungsermittlung und Beurteilung

Nach der neuen Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung hat der Arbeitgeber zunächst festzustellen, ob die Be-

schäftigten Vibrationen ausgesetzt sind oder sein könnten. Die Gefährdung ist für Hand-Arm-Vibrationen und Ganzkörper-Vibrationen getrennt zu beurteilen. Im Wesentlichen ist eine Tagesexposition bezogen auf 8 h festzustellen und weiterführende Maßnahmen abhängig von der Überschreitung der Auslösewerte und des Expositionsgrenzwerts durchzuführen. Die Auslöse- und Expositionsgrenzwerte sind in **Tabelle 2** für Hand-Arm- und Ganzkörper-Vibration angegeben. Mit dem Expositionsgrenzwert von 0,8 m/s² für die z-Richtung bei Ganzkörper-Vibrationen setzt die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung ein höheres Schutzniveau als die EU-Vibrationsrichtlinie und folgt damit der bereits für den Bergbau erlassenen Verordnung.

Für Hand-Arm-Vibration wird der Tagesexpositionsgrenzwert $A(8)$ aus der Beurteilungsbeschleunigungsgröße „Schwingungsgesamtwert a_{hv} “ und der täglichen Expositionsdauer T_e nach folgender Gleichung berechnet:

$$A(8) = a_{hv} \cdot \sqrt{\frac{T_e}{8h}} \quad (1)$$

Der Schwingungsgesamtwert a_{hv} ist der Effektivwert aus den frequenzbewerteten Beschleunigungen a_{hw} der Messrichtungen x, y, z (s. **Bild 3**). Er wird nach Gl. (2) gebildet:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hw_x}^2 + a_{hw_y}^2 + a_{hw_z}^2} \quad (2)$$

Weiterführende Festlegungen zu Messung und Beurteilung enthält DIN EN ISO 5349-2 [15] und VDI 2057-2 [16].

Für Ganzkörper-Vibration ist der größte Effektivwert der drei Messrichtungen (s. **Bild 4**) als Beurteilungsgröße $a_{w(max.)}$ und der täglichen Expositionsdauer T_e nach Gl. (3) zu berechnen:

Tabelle 1 Anzeigen und Anerkennungen vibrationsbedingter Berufskrankheiten in den Jahren 2003 bis 2005; aus [12].

		BK 2103 Knochen- und Gelenkschäden	BK 2104 Durchblutungsstörungen	BK 2110 Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule
Angezeigte Verdachtsfälle	2003	530	102	521
	2004	475	84	461
	2005	440	71	396
Anerkannte Berufskrankheiten	2003	136	18	12
	2004	122	18	7
	2005	106	11	14
Neue Rentenfälle	2003	93	16	8
	2004	76	21	5
	2005	63	9	11

Tabelle 2 Auslösewerte und Expositionsgrenzwerte.

	Auslösewert	Expositionsgrenzwert
Hand-Arm-Vibration	$A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$	$A(8) = 5 \text{ m/s}^2$
Ganzkörper-Vibration für x- oder y-Richtung	$A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$	$A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2$
Ganzkörper-Vibration für z-Richtung	$A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$	$A(8) = 0,80 \text{ m/s}^2$

$$A(8) = a_{w(\max.)} \cdot \sqrt{\frac{T_e}{8h}} \quad (3)$$

Hier ist zu beachten, dass die frequenzbewerteten Beschleunigungen für die Messrichtung x und y jeweils mit dem Faktor 1,4 zu multiplizieren sind. Weiterführende Festlegungen zur Messung und Beurteilung enthalten DIN EN 14253 [17] und VDI 2057-1 [16].

Die erforderlichen Informationen und Daten für den konkreten Fall können folgendermaßen ermittelt werden: Die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung verweist auf Informationen des Herstellers bzw. Lieferanten der Arbeitsmittel oder andere ohne Weiteres zugängliche Quellen. Die EU-Richtlinie bezeichnet dieses Verfahren etwas deutlicher als Schätzung, die ausdrücklich als Alternative zur Messung zugelassen wird. Die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung schränkt das Schätzverfahren jedoch für den Fall ein, dass die Einhaltung der Auslöse- und Expositionsgrenzwerte nicht sicher ermittelt werden kann. Angaben zum Maß der erforderlichen „Sicherheit“ bzw. Genauigkeit werden nicht festgelegt.

Vibrationsmessungen sind nach dem Stand der Technik durchzuführen. Dem Stand der heutigen Messtechnik entsprechen Schwingungsmesser, die die Anforderungen nach DIN EN ISO 8041 [18] erfüllen. Solche Geräte sind teuer und erfordern ein geschultes und erfahrenes Messpersonal. Informationen zur Messgerätektechnik enthält das BGIA-Handbuch im Informations- und Arbeitsblatt 210520 [19]. Da Messungen sehr aufwendig sind, soll hier näher auf das Verfahren der Schätzung eingegangen werden.

Für den Bereich der Hand-Arm-Vibration steht für alle Arbeitsgeräte und Maschinen, die nach 1995 in Verkehr gebracht wurden, ein Vibrationskennwert in der Bedienungsanleitung zur Verfügung. Entsprechend der EG-Maschinenrichtlinie [20], die mit der 9. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz umgesetzt wurde, sind die Hersteller verpflichtet, den Vibrationskennwert anzugeben, wenn für Hand-Arm-Vibration eine bewertete Beschleunigung von $2,5 \text{ m/s}^2$ und für Ganzkörper-Vibration von $0,5 \text{ m/s}^2$ überschritten wird.

Für Hand-Arm-Vibrationen kann der Wert in der Bedienungsanleitung nicht in allen Fällen direkt verwendet werden, sondern ist mit einem Korrekturfaktor von 1,5 bis 2,0 zu multiplizieren. Diese Korrektur ist erforderlich, da die Herstellerangaben

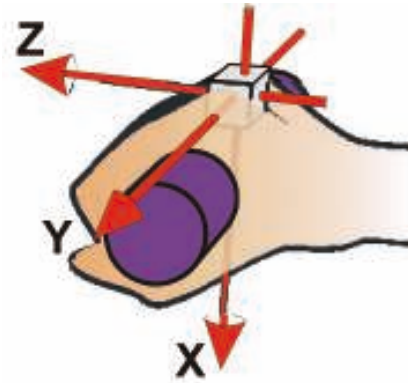


Bild 3 Messrichtungen bei Hand-Arm-Vibration.

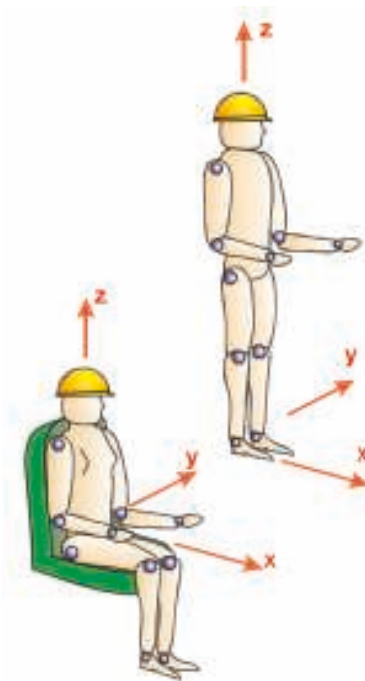


Bild 4 Messrichtungen bei Ganzkörper-Vibration. Bilder 3 und 4: EU-Handbuch

aus älteren Messungen noch auf der Angabe der bewerteten Beschleunigung aus einer einzigen Messrichtung beruhen. Weitere Schätzhilfen und Unterscheidungsmerkmale nach unterschiedlichen Arbeitsgeräten und Anwendungsfällen enthält DIN V 45694 [21] sowie das Fachausschuss-Informationsblatt-Nr. 017 [22]. Zur Berechnung des Tagesexpositionswerts

ist ebenso die tägliche Expositionsdauer zu ermitteln, z. B. durch Zeitstudien oder Schätzungen. Werden die Belastungen einzelner Arbeitsgeräte aufgrund von Labormessungen eher unterschätzt, so wird die Expositionsdauer meist zu hoch eingeschätzt. Arbeitsbedingte Unterbrechungen/Pausen während der Benutzungsdauer ohne Vibrationsbelastung können einen hohen Anteil aufweisen, der jedoch subjektiv oft nicht berücksichtigt wird. In **Bild 5** ist der Unterschied zwischen Einwirkdauer, die auch als Expositionsdauer bezeichnet wird, und Benutzungsdauer erläutert.

Bei Ganzkörper-Vibrationen stehen Herstellerangaben nur in wenigen Fällen zur Verfügung. Für Schätzungen können neben Literaturangaben auch Datenbanken herangezogen werden. Hier sollte insbesondere auf die Qualität der Daten geachtet werden und welche zusätzlichen Informationen über die Betriebs- und Messbedingungen zur Verfügung stehen. In der Praxis hat es sich bewährt, die Daten verschiedener Datenbanken vergleichend heranzuziehen. Folgende offene Datenbanken sind im Internet verfügbar:

- Katalog repräsentativer Lärm- und Vibrationsdaten am Arbeitsplatz (KARLA) unter www.las-bb.de/karla/ oder http://bb.osha.de/de/gfx/good_practice/fdb.php#5,
- Europäische Datenbank Hand-Arm-Schwingungen unter <http://umetech.niwl.se/eng/hahome.lasso>

Der Report ISO/TR 25398 [23] gibt für die wichtigsten Gruppen von Erdbaumaschinen repräsentative Belastungskennwerte an, die unter typischen Einsatzbedingungen ermittelt wurden. Darüber hinaus befinden sich einfache Dosimeter zur Abschätzung der Ganzkörper-Vibrationsexposition auf Fahrzeugsitzen in der Entwicklung.

Einfaches Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung

Zur Veranschaulichung des Gefährdungspotenzials einzelner Arbeitsab-

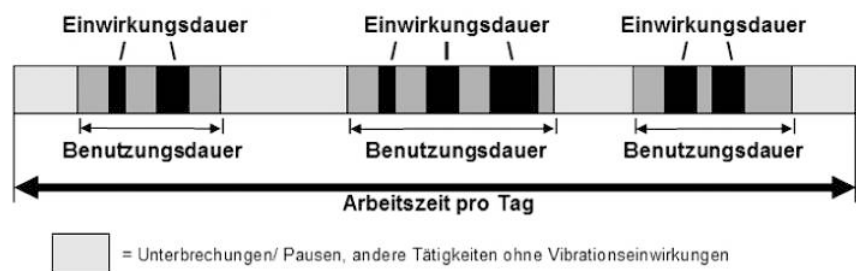


Bild 5 Benutzungsdauer und Einwirkdauer.

Bild: Fachausschuss-Informationsblatt 017

Tabelle 3 Bestimmung der Punktwerte P_E für Hand-Arm-Vibration (Auszug).

Äquivalenter Schwingungs-gesamtwert	Einwirkungs-dauer T					
	0,1 h	0,2 h	0,5 h	1 h	2 h	3 h
	6 min	12 min	30 min	80 min	120 min	180 min
2,5	1	3	6	13	25	38
3	2	4	9	18	36	54
3,5	2	5	12	25	49	74
4	3	6	16	32	64	96
4,5	4	8	20	41	81	122
5	5	10	25	50	100	150
5,5	6	12	30	61	121	182
6	7	14	36	72	144	216
6,5	8	17	42	85	169	254
7	10	20	49	98	196	294
7,5	11	23	56	113	225	338
8	13	26	64	128	256	384
8,5	14	29	72	145	289	434
9	16	32	81	162	324	486
9,5	18	36	90	181	361	542
10	20	40	100	200	400	600
10,5	22	44	110	221	441	662
11	24	48	121	242	484	726
11,5	26	53	132	265	529	794
12	29	58	144	288	576	864
12,5	31	63	156	313	625	938
13	34	68	169	338	676	1014

Tabelle 4 Beispiel zur Anwendung der Punktwerte.

	$a_{hv,eq}$ in m/s^2	T_e in h	P_E aus Tabelle 3
Maschine 1	6,0	0,1	7
Maschine 2	8,0	0,2	26
Maschine 3	3,5	1	25
Maschine 4	13,0	0,5	169
Punkte $P_{E,tot}$ der Gesamtschwingungsbelastung			227

Tabelle 5 Erforderliche Maßnahmen durch den Arbeitgeber aufgrund der Hand-Arm-Vibrationsbelastung.

Punktwert $P_{E,tot}$ der Gesamtschwingungsbelastung	Tagesschwingungs-Belastung $A(8)$	Expositionsbereich	Erforderliche Maßnahmen durch den Arbeitgeber
$P_{E,tot} \leq 100$	$A(8) = 2,5 m/s^2$	Auslösewert nicht überschritten	Beschäftigte informieren und über die Gefahren durch Vibration unterweisen.
$100 < P_{E,tot} \leq 400$	$2,5 m/s^2 < A(8) \leq 5 m/s^2$	Über dem Auslösewert, aber Expositionsgrenzwert nicht überschritten	Vibrationsminderungsprogramm aufstellen und durchführen. Beschäftigten arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 46 [25] anbieten.
$400 < P_{E,tot}$	$5 m/s^2 < A(8)$	Über dem Expositionsgrenzwert	Sofort Maßnahmen ergreifen und Überschreitung vermeiden! Regelmäßig Vorsorgeuntersuchungen nach G 46 [25] veranlassen.

schnitte und zur Zusammenfassung einzelner Teilvibrationsexpositionen kann eine einfache alternative Methode angewendet werden.

Hand-Arm-Schwingungen

Das Verfahren nach DIN V 45694 verwendet Punktwerte P_E für die Schwingungsbelastung aus dem äquivalenten Schwingungsgesamtwert $a_{hv,eq}$ einzelner

Arbeitsmaschinen oder Arbeitsaufgaben und der dazugehörigen Einwirkungs-dauer T_e der Exposition. Die entsprechenden Punktwerte können direkt aus **Tabelle 3** abgelesen werden. Bei mehreren Schwingungseinwirkungen, d. h. Benutzung von zwei oder mehr Maschinen oder Arbeitsprozessen an einem Tag, kann der Punktwert $P_{E,tot}$ der Gesamt-Schwingungsbelastung infolge aller Teilbelastungen durch einfache Addition der Punktwerte P_{Ei} jeder betrachteten Schwingungswirkung i bestimmt werden.

Tabelle 4 erläutert die Anwendung der Tabelle 3 am Beispiel der Teilexpositionen von vier unterschiedlichen Maschinen. Die Punktwerte werden addiert und können mit der Tagesschwingungsbelastung entsprechend **Tabelle 5** verglichen werden. Die vom Arbeitgeber zu ergreifenden Maßnahmen sind ebenfalls in Tabelle 5, abgestuft nach Überschreitung des Auslösewerts und des Expositionsgrenzwerts, zusammengestellt.

Ganzkörper-Schwingungen

Ein ähnliches Verfahren der Gefährdungsanalyse mithilfe von Punktwerten existiert auch für Ganzkörper-Schwingungen (ISO/TR 25398 und Grenzwertliste des BGIA [24]). Ausgangsgrößen zur Bestimmung der Tagesexposition sind hier die Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung in den drei Schwingungsrichtungen x , y und z und die zugehörige Einwirkungs-dauer T_e . Bei Ganzkörper-Schwingungen sind jedoch die für die Schwingungsrichtung z einerseits und die Schwingungsrichtungen x und y andererseits unterschiedlichen Expositionsgrenzwerte zu beachten. Zusätzlich ist zu beachten, dass bei den Schwingungsrichtungen x und y der für das Kriterium Gesundheit geltende Faktor 1,4 für die frequenzbewertete Beschleunigung berücksichtigt werden muss.

Auch bei Ganzkörper-Schwingungen wird der Auslösewert $0,5 m/s^2$ mit dem Punktwert 100 verknüpft. Für den Expositionsgrenzwert $0,8 m/s^2$ für die z -Schwingungsrichtung ergibt sich damit ein Punktwert von 256, für den Expositionsgrenzwert $1,15 m/s^2$ für die Schwingungsrichtungen x und y ein Punktwert von 529. Für die Nutzung eines einzelnen Fahrzeugs oder einer einzelnen Arbeitsmaschine können die Punktwerte zu den Beschleunigungswerten (ggf. unter Berücksichtigung des Faktors 1,4 wie o. a.) unter Berücksichtigung der Einwirkungs-dauer unmittelbar aus

Tabelle 6 Bestimmung der Punktwerte P_E für Ganzkörper-Vibration (Auszug).

Äquivalenter Vibrationswert $a_{we} = k \cdot a_{w,eq}$ in m/s^2	Expositionszeit T										
	0,1 h	0,2 h	0,5 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	
	6 min	12 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min	300 min	360 min	480 min	
0,45	1	2	5	10	20	30	41	51	61	81	
0,5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	
0,55	2	3	8	15	30	45	61	76	91	121	
0,6	2	4	9	18	36	54	72	90	108	144	
0,65	2	4	11	21	42	63	85	106	127	169	
0,7	2	5	12	25	49	74	98	123	147	196	
0,75	3	6	14	28	56	84	113	141	169	225	
0,8	3	6	16	32	64	96	128	160	192	256	
0,85	4	7	18	36	72	108	145	181	217	289	
0,9	4	8	20	41	81	122	162	203	243	324	
0,95	5	9	23	45	90	135	181	226	271	361	
1,00	5	10	25	50	100	150	200	250	300	400	
1,05	6	11	28	55	110	165	221	276	331	441	
1,1	6	12	30	61	121	182	242	303	363	484	
1,15	7	13	33	66	132	198	265	331	397	529	
1,2	7	14	36	72	144	216	288	360	432	576	
1,25	8	16	39	78	156	234	313	391	469	625	
1,3	8	17	42	85	169	254	338	423	507	676	
1,35	9	18	46	91	182	273	365	456	547	729	
1,4	10	20	49	98	196	294	392	490	588	784	
1,45	11	21	53	105	210	315	421	526	631	841	
1,5	11	23	56	113	225	338	450	563	675	900	
1,55	12	24	60	120	240	360	481	601	721	961	

Tabelle 7 Erforderliche Maßnahmen durch den Arbeitgeber aufgrund der Ganzkörper-Vibrationsbelastung.

Schwingungsrichtung z		Schwingungsrichtungen x, y (incl. Faktor 1,4)			
Punktwert der Gesamtschwingungsbelastung	Tagesexposition A(8)	Punktwert der Gesamtschwingungsbelastung	Tagesexposition A(8)	Expositionsbereich	Erforderliche Maßnahmen durch den Arbeitgeber
$P_{E\ tot} \leq 100$	$A(8) \leq 0,5\ m/s^2$	$P_{E\ tot} \leq 100$	$A(8) \leq 0,5\ m/s^2$	Auslösewert nicht überschritten	Beschäftigte informieren und über die Gefahren durch Vibrationen unterweisen
$100 < P_{E\ tot} \leq 256$	$0,5\ m/s^2 < A(8) \leq 0,8\ m/s^2$	$100 < P_{E\ tot} \leq 529$	$0,5\ m/s^2 < A(8) \leq 1,15\ m/s^2$	Auslösewert überschritten, aber Expositionsgrenzwert nicht überschritten	Vibrationsminderungsprogramm aufstellen und durchführen. Beschäftigten arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 46 [25] anbieten.
$P_{E\ tot} > 256$	$A(8) > 0,8\ m/s^2$	$P_{E\ tot} > 529$	$A(8) > 1,15\ m/s^2$	Expositionsgrenzwert überschritten	Sofort Maßnahmen ergreifen und Überschreitung vermeiden! Regelmäßig Vorsorgeuntersuchungen nach G 46 [25] veranlassen.

Tabelle 6 abgelesen und miteinander verglichen werden. **Tabelle 7** hilft bei der Beurteilung und nennt ggf. erforderliche Maßnahmen.

Auch für Ganzkörper-Schwingungen gelangt man bei mehreren Schwingungseinwirkungen durch Nutzung mehrerer Maschinen an einem Tag durch Addition der Einzelpunktwerte P_{Ei} zum Ergebnis, indem die Summenpunktzahl $P_{E\ tot}$ mit Tabelle 7 verglichen wird.

Vibrationsminderungsprogramm

Vom Arbeitgeber sind Vibrationsschutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik

durchzuführen. Dabei müssen die Vibrationen am Entstehungsort so weit wie möglich verringert werden. Ebenso gibt die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung technischen Maßnahmen zur Vibrationsminderung den Vorrang vor organisatorischen Maßnahmen. Aus der Liste von neun konkret benannten Maßnahmen sei für Hand-Arm-Vibrationsbelastung als einfache Umsetzung der Einsatz von vibrationsgeminderten und vibrationsarmen handgehaltenen Arbeitsmaschinen genannt.

Antivibrationsschutzhandschuhe sind nur für Arbeitsgeräte mit Frequenzen über 150 Hz (9 000 U/min.) geeignet. Die Ge-

fährungsreduzierung lässt sich derzeit nicht einfach quantifizieren, sodass der erforderliche Einsatz nur auf spezielle Fälle beschränkt ist.

Für Ganzkörper-Vibrationsbelastung ist insbesondere der Einsatz von geeigneten „Schwingsitzen“, die auf das Gewicht des Fahrers einstellbar sind, hervorzuheben. Sofern möglich, z. B. im innerbetrieblichen Transportwesen, ist die Verbesserung der Fahrbahnoberfläche maßgebend.

Weiterführende Informationen enthalten die von der EU-Kommission als Umsetzungshilfe der EU-Vibrationsrichtlinie herausgegebenen Hand-

bücher [26]. Anwendungsbeispiele für den Maschinenhersteller sowie den Anwender beschreibt VDI 3831 [27]. Die CEN-Berichte zur Verringerung der Gefährdung durch technische und organisatorische Maßnahmen wurden in DIN V 45695 [28] veröffentlicht. Sie bieten, z. B. mit Checklisten für den Käufer und Lieferanten, auch Hinweise für die

Auswahl vibrationsarmer Geräte. Darüber hinaus steht eine beachtliche Anzahl von Publikationen zum Vibrationsschutz zur Verfügung. Beispielhaft sei hier auf die Sicherheitstechnischen Informations- und Arbeitsblätter aus dem BGIA-Handbuch hingewiesen, die in der Praxis erprobte Beispiele aufzeigen [29 bis 31]. Tü 701



Dipl.-Ing. **Uwe Kaulbars**, stellvertr. Referatsleiter Vibrationen im Fachbereich 4 im BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin.

Literaturverzeichnis

- [1] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 20. März 1975. BGBl. I, S. 729.
- [2] ILO Übereinkommen 148, Hrsg.: International Labour Organization (ILO), Genf.
- [3] Bergverordnung zum gesundheitlichen Schutz der Beschäftigten (Gesundheitsschutz-Bergverordnung – GesBergV) vom 31. Juli 1991. BGBl. I, S. 1751.
- [4] Richtlinie des Rates vom 12. Juli 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer bei der Arbeit (89/391/EWG). ABl. EG Nr. L 183 vom 29. Juni 1989, S. 1-8.
- [5] Geänderter Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen – Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 der Richtlinie 89/391/EWG (94/C230/03). ABl. EG Nr. C 230 vom 19. August 1994, S. 3-29.
- [6] Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen) (16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG). ABl. EG Nr. L 177 vom 6. Juli 2002, S. 13-19.
- [7] Gesundheitsschutz-Bergverordnung BGBl. I (2005), Nr. 50 vom 19. August 2005. Zweite Verordnung zur Änderung bergrechtlicher Verordnungen vom 10. August 2005. BGBl. I, S. 2452. Darin: Artikel 1: Änderung der Allgemeinen Bundesbergverordnung vom 23. Oktober 1995. BGBl. I, S. 1466; Artikel 2: Änderung der Gesundheitsschutz-Bergverordnung vom 31. Juli 1991. BGBl. I, S. 1751.
- [8] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (Lärm-VibrationsArbSchV) vom 6. März 2007. BGBl. I (2007), S. 261.
- [9] 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.
- [10] CEN Report CR 12349: Mechanische Schwingungen – Leitfaden über die Wirkung von Schwingungen auf die Gesundheit des Menschen. Berlin: Beuth-Verlag 1996.
- [11] Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) vom 31. Oktober 1997. BGBl. I S. 2623, zul. geänd. durch Artikel 1 der Verordnung vom 5. September 2002. BGBl. I S. 3541.
- [12] Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2005. Bericht der Bundesregierung über den Stand von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit und über das Unfall- und Berufskrankheiten-geschehen in der Bundesrepublik Deutschland 2005.
- [13] *Mohr, D.*: Einfache Methode zur Beurteilung von Ganzkörper-Schwingungen. Humanschwingungstagung, 17. bis 18. März 2004, Darmstadt. VDI Bericht 1821, S. 271-300. Düsseldorf: VDI-Verlag 2004.
- [14] *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.
- [15] 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. Berlin: Beuth-Verlag 2001.
- [16] VDI 2057: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen; Blatt 1: Ganzkörper-Schwingungen. Blatt 2: Hand-Arm-Schwingungen. Berlin: Beuth-Verlag 2002.
- [17] DIN EN ISO 8041: Schwingungseinwirkung auf den Menschen – Messeinrichtung. Berlin: Beuth-Verlag 2005.
- [18] *Kaulbars, U.*: Messung, Bewertung und Beurteilung der Hand-Arm-Vibrationsbelastung an Arbeitsplätzen. Kennzahl 210 520. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz. 48. Lfg. V/2006. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt Verlag – Losebl.-Ausg. 2. Aufl. 2003. www.bgia-handbuchdigital.de/210520
- [19] DIN EN 14253: Mechanische Schwingungen – Messung und rechnerische Ermittlung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen am Arbeitsplatz im Hinblick auf seine Gesundheit – Praxisgerechte Anleitung. Berlin: Beuth-Verlag 2004.
- [20] Richtlinie 98/37/EC des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Maschinen. ABl. EG Nr. L 207 vom 23. Juli 1998, S. 1. In Deutschland umgesetzt als: 9. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. GPSGV). BGBl. I, S. 704; geänd. durch Art. 6 der Verordnung vom 28. September 1995, BGBl. I, S. 1213; zul. geänd. durch Art. 16 des Gesetzes zur Neuordnung der Sicherheit von technischen Arbeitsmitteln und Verbraucherprodukten vom 6. Januar 2004, BGBl. I, S. 2.
- [21] DIN V 45694: Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen unter Heranziehung von Angaben der Maschinenhersteller. Berlin: Beuth-Verlag 2006.
- [22] Fachausschuss-Informationsblatt 017: Gefährdungsbeurteilung „Vibrationen“ bei handgeführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen: Hinweise zur Nutzung von Herstellerangaben aus Bedienungsanleitungen. Ausg. 11/2005. www.bgmetallsued.de/fachausschuss/SG_Vibration.php
- [23] ISO/TR 25398: Earth-moving machinery – Guidelines for

assessment of exposure to whole-body vibration of ride-on machines – Use of harmonized data measured by international institutes, organizations and manufacturers. Berlin: Beuth-Verlag 2006.

[24] Grenzwerteliste des BGIA. BGIA-Report 2007. Hrsg.: BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin (in Vorbereitung).

[25] G 46 – Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. (2005) Nr. 8, S. 428- 440.

www.hvbg.de/d/bgz/praevaus/pdf_bild_praevaus/g_46_pdf.pdf

[26] EU-Handbuch „Hand-Arm-Schwingungen“ und EU-Handbuch „Ganzkörper-Schwingungen“; Leitfäden zur Umsetzung der Richtlinie 2002/44/EG.

www.humanvibration.com/EU/VIBGUIDE.htm

[27] VDI 3831: Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Berlin: Beuth-Verlag 2006.

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

[29] *Christ, E.*: Technischer Vibrationsschutz – Allgemeiner Überblick. Kennzahl 230 300. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 44. Lfg. XII/2003. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt Verlag – Losebl.-Ausg., 2. Aufl. 2003.

www.bgia-handbuchdigital.de/230300

[30] *Fischer, S.*: Technischer Vibrationsschutz bei Ganzkörper-Schwingungs-einwirkung. Kennzahl 230 301. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 31. Lfg. I/1998. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt Verlag – Losebl.-Ausg., 2. Aufl. 2003.

www.bgia-handbuchdigital.de/230301

[31] *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 Verlag – Losebl.-Ausg., 2. Aufl. 2003.

www.bgia-handbuchdigital.de/230302