

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/c453cc15-f3ef-3c82-903a-7f19e7caaac7>

Bibliografie

Titel	Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Vibrationen - Teil 1: Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen
Redaktionelle Abkürzung	TRLV Vibra Teil 1
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	Keine FN

Anlage 3 TRLV Vibra Teil 1 - Ermittlung des Tages-Expositionswertes A(8), Vorgehensweise bei Hand-Arm-Vibrationen

(1) Die physikalische Größe für die Beschreibung des Ausmaßes einer Exposition durch Hand-Arm-Vibrationen ist der Vibrationsgesamtwert a_{hv} . Er wird bestimmt als Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung in den drei Einwirkungsrichtungen x, y und z.

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hvx}^2 + a_{hvy}^2 + a_{hvw}^2}$$

(2) Die Beurteilung von Vibrationen erfolgt über das sogenannte Energieäquivalenzprinzip. Das bedeutet, dass zwei verschiedene Vibrationsexpositionen die gleiche Wirkung haben, wenn ihre Produkte aus den Quadraten der Vibrationsgesamtwerte und der jeweiligen Einwirkungsdauer gleich sind. Auf diese Weise lassen sich alle Vibrationsexpositionen auf eine tägliche Arbeitsschicht von acht Stunden normieren. Es gilt die Beziehung

$$a_{hv1}^2 \cdot T_1 = a_{hv(8h)}^2 \cdot 8 \text{ h},$$

wobei a_{hv1} der Vibrationsgesamtwert und T_1 die Einwirkungsdauer der zu normierenden Vibrationsbelastung sind. Der Ausdruck $a_{hv(8h)}$ ist der auf acht Stunden bezogene Vibrationsgesamtwert, der die gleiche Wirkung entfaltet wie der Vibrationsgesamtwert a_{hv1} in der Einwirkungsdauer T_1 .

(3) Um den Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) zu einer Vibrationsexposition mit einem Vibrationsgesamtwert a_{hve} und einer Einwirkungsdauer von T_e zu bestimmen, ist die obige Formel umzustellen:

$$A(8) = a_{hve} \sqrt{\frac{T_e}{8 \text{ h}}}$$

(4) Oft haben Beschäftigte an einem Arbeitstag nicht nur eine Aufgabe mit Vibrationsbelastung auszuführen. Der Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) wird dann über die folgende Formel bestimmt, wenn der Beschäftigte an einem Tag mehrere Tätigkeiten mit Vibrationsbelastung ausübt:

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

(5) Der Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) ist die Summe aus den Teil-Vibrationsexpositionen für die verschiedenen Vibrationsquellen i mit den Vibrationsgesamtwerten a_{hvi} und den zugehörigen Teil-Einwirkungsauern T_i .

Beispiele:

Fälle, in denen nur eine Maschine eingesetzt wird

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

mit Hilfe folgender Gleichung errechnen:

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

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

Beispiel A3.1
Ein Forstarbeiter arbeitet insgesamt 4 1/2 Stunden/Tag mit einem Freischneider. Die Vibrationen am Freischneider im Betrieb liegen bei 4 m/s^2 . Die Tagesexposition $A(8)$ beträgt:
$A(8) = 4 \text{ m/s}^2 \sqrt{\frac{4,5}{8}} = 3 \text{ m/s}^2$
Die vorgenannte Tages-Vibrationsexposition von 3 m/s^2 liegt oberhalb des Auslösewertes, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes. Die entsprechenden Maßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV ("gelber" Bereich) sind zu veranlassen.

Fälle, in denen mehr als eine Maschine eingesetzt wird

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

Die tägliche Gesamtvibrationsexposition kann aus den Werten für die Teil-Vibrationsexpositionen errechnet werden unter Verwendung von:

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 + \dots}$$

Hierin sind $A_1(8)$, $A_2(8)$, $A_3(8)$ usw. die Werte für die Teil-Vibrationsexpositionen der jeweiligen Vibrationsquellen.

Beispiel A3.2		
Ein Putzschleifer arbeitet an einem Arbeitstag mit drei Maschinen, und zwar mit: einem Winkelschleifer: 4 m/s^2 während 2 1/2 Stunden einer Winkelfräse: 3 m/s^2 während 1 Stunde einem Meißelhammer: 20 m/s^2 während 15 Minuten Die Teil-Vibrationsexpositionen für die drei Aufgaben liegen jeweils bei:		
1.	Schleifer:	$A_{Schl}(8) = 4 \text{ m/s}^2 \sqrt{\frac{2,5}{8}} = 2,2 \text{ m/s}^2$
2.	Fräse:	$A_{Fra}(8) = 3 \text{ m/s}^2 \sqrt{\frac{1}{8}} = 1,1 \text{ m/s}^2$
3.	Hammer:	$A_{Ham}(8) = 20 \text{ m/s}^2 \sqrt{\frac{15}{8 \cdot 60}} = 3,5 \text{ m/s}^2$
Die Tages-Vibrationsexposition beträgt dann		

Beispiel A3.2

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

Die vorgenannte Tages-Vibrationsexposition von 4,3 m/s² liegt oberhalb des Auslösewertes, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes.

System der Expositionspunkte

Das Management der Exposition gegenüber Hand-Arm-Vibrationen lässt sich durch die Verwendung eines Systems mit Expositionspunkten vereinfachen (s. Tabelle nächste Seite). Für jedes Werkzeug bzw. jeden Prozess lässt sich die Anzahl der in einer Stunde gesammelten Expositionspunkte ($P_{E,1h}$ in Punkten pro Stunde) über den Vibrationsgesamtwert a_{hv} in m/s² ermitteln:

$$P_{E,1h} = 2 \cdot a_{hv}^2$$

Expositionspunkte werden einfach addiert, sodass man für jede Person die maximale Anzahl von Expositionspunkten an einem Tag festlegen kann.

Die den Auslöse- und Expositionsgrenzwerten entsprechenden Expositionspunkte sind:

- Auslösewert (2,5 m/s²) entspricht 100 Punkten
- Expositionsgrenzwert (5 m/s²) entspricht 400 Punkten

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

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

Hierin sind a_{hv} das Ausmaß der Vibrationsexposition als Vibrationsgesamtwert in m/s² und T die Expositionszeit in Stunden. (siehe auch Tabelle der Expositionspunkte)

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

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

Expositionspunkte für Hand-Arm-Vibrationen											
										Vibrationsgesamtwert	
Auslöswert eingehalten										Punktwert ≤ 100	grün
Expositionsgrenzwert eingehalten										Punktwert ≤ 400	gelb
Expositionsgrenzwert überschritten										Punktwert > 400	rot
a _{rw} in m/s ²	Tägliche Einwirkungsdauer in Minuten										
	30	60	120	180	240	300	360	420	480	600	720
30,0	900	1.000	3.600	5.400	7.200	9.000	10.800	12.600	14.400	18.000	21.600
25,0	675	750	2.700	4.050	5.400	6.750	8.100	9.450	10.800	13.500	16.200
20,0	450	500	1.800	2.700	3.600	4.500	5.400	6.300	7.200	9.000	10.800
18,0	324	360	1.296	1.944	2.592	3.240	3.888	4.536	5.184	6.480	7.776
16,0	256	288	1.024	1.536	2.048	2.560	3.072	3.584	4.096	5.120	6.144
15,0	225	250	900	1.350	1.800	2.250	2.700	3.150	3.600	4.500	5.400
14,0	196	220	784	1.176	1.568	1.960	2.352	2.744	3.136	3.920	4.704
13,0	169	190	676	1.014	1.352	1.690	2.028	2.366	2.704	3.380	4.056
12,0	144	160	576	864	1.152	1.440	1.728	2.016	2.304	2.880	3.456
11,0	121	138	484	726	968	1.210	1.452	1.694	1.936	2.420	2.904
10,0	100	110	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600	2.000	2.400
9,5	90	100	360	540	720	900	1.080	1.260	1.440	1.800	2.160
9,0	81	90	324	486	648	810	972	1.134	1.296	1.620	1.944
8,5	72	80	288	432	576	720	864	1.008	1.152	1.440	1.728
8,0	64	70	256	384	512	640	760	880	1.024	1.280	1.536
7,5	56	60	224	336	448	560	672	784	900	1.120	1.360
7,0	49	54	196	294	392	490	588	686	784	980	1.176
6,5	42	45	168	252	336	420	504	588	672	840	1.008
6,0	36	39	144	216	288	360	432	504	576	720	864
5,5	30	33	120	180	240	300	360	420	480	600	720
5,0	25	27	100	150	200	250	300	350	400	500	600
4,8	23	25	92	138	184	230	276	322	368	461	553
4,6	21	23	84	127	169	212	254	296	338	423	508
4,4	19	21	77	116	155	194	232	271	310	387	465
4,2	18	19	71	106	141	176	212	247	282	353	423
4,0	16	18	64	96	128	160	192	224	256	320	384
3,8	14	16	58	87	115	144	173	202	231	289	347
3,6	13	14	52	78	104	130	156	181	207	259	311
3,4	12	13	48	72	96	120	144	168	192	240	288
3,2	10	11	40	60	80	100	120	140	160	200	240
3,0	9	10	36	54	72	90	108	126	144	180	216
2,5	6	7	24	36	48	60	72	84	96	120	144
2,0	4	5	16	24	32	40	48	56	64	80	96
1,5	2	3	8	12	16	20	24	28	32	40	48
1,0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	20	24
Tägliche Einwirkungsdauer in Stunden											
	0,5 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	10 h	12 h

Quelle: Dr. U. Mahr, Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam

- Benutzung bei nur einer Tätigkeit mit Vibration**
- Messwert a_{rw} bei x und y in Spalte 1 aufsuchen
 - in der entsprechenden Zeile in der Spalte 8h das Ergebnis (Farbcode) ablesen
- Benutzung bei mehreren Tätigkeiten mit Vibration**
- für die erste Tätigkeit Messwert a_{rw} in Spalte 1 aufsuchen
 - in der entsprechenden Zeile in der Spalte der zugehörigen Einwirkungsdauer Punktwert ablesen
 - für die weiteren Tätigkeiten Messwerte a_{rw} in Spalte 1 aufsuchen
 - in den entsprechenden Zeilen in der Spalte der zugehörigen Einwirkungsdauer jeweils Punktwert ablesen
 - Punktwerte addieren
 - Ergebnis (Farbcode) in der Spalte für 8h und der Zeile mit dem der errechneten Punktsomme am nächsten kommenden Punktwert ablesen

Tages-Expositionswert A (8) unter Verwendung des Systems der Expositionspunkte

(Hinweis: Hierbei handelt es sich um dasselbe Beispiel wie vorher unter Verwendung der Expositionspunkte-Methode)

Liegen die Beschleunigungswerte in m/s² vor, ist wie folgt vorzugehen:

Schritt: Bestimmen Sie für jede Aufgabe bzw. jedes Werkzeug die Punktwerte unter Verwendung der Tabelle mit den Expositionspunkten auf der Basis des Vibrationsgesamtwerks und der Expositionszeit.

Schritt 2: Ergänzen Sie die Punkte je Maschine, um die täglichen Gesamtpunkte zu erhalten.

Schritt 3: Der höchste Wert der drei Achsenwerte ist die Tages-Vibrationsexposition in Punkten.

Beispiel A3.3
Ein Putzschleifer arbeitet an einem Arbeitstag mit drei Werkzeugen, und zwar mit

Beispiel A3.3							
1.	einem Winkelschleifer: ($ahv = 4 \text{ m/s}^2$) für 2 1/2 Stunden						
2.	einer Winkelfräse: ($ahv = 3 \text{ m/s}^2$) für 1 Stunde						
3.	einem Meißelhammer: ($ahv = 20 \text{ m/s}^2$) für 15 Minuten						
Schritt 1:	Die Expositionspunkte aus der Tabelle mit den Expositionspunkten sind:						
	<table border="1"> <tr> <td>Winkelschleifer (2 1/2 Stunden Einsatz)</td> <td>3 1/2 Stunden lang $4 \text{ m/s}^2 = 96$ Punkte</td> </tr> <tr> <td>Winkelfräse (1 Stunde Einsatz)</td> <td>1 Stunde lang $3 \text{ m/s}^2 = 18$ Punkte</td> </tr> <tr> <td>Meißelhammer (15 Minuten Einsatz)</td> <td>15 Minuten lang $20 \text{ m/s}^2 = 200$ Punkte</td> </tr> </table>	Winkelschleifer (2 1/2 Stunden Einsatz)	3 1/2 Stunden lang $4 \text{ m/s}^2 = 96$ Punkte	Winkelfräse (1 Stunde Einsatz)	1 Stunde lang $3 \text{ m/s}^2 = 18$ Punkte	Meißelhammer (15 Minuten Einsatz)	15 Minuten lang $20 \text{ m/s}^2 = 200$ Punkte
	Winkelschleifer (2 1/2 Stunden Einsatz)	3 1/2 Stunden lang $4 \text{ m/s}^2 = 96$ Punkte					
	Winkelfräse (1 Stunde Einsatz)	1 Stunde lang $3 \text{ m/s}^2 = 18$ Punkte					
Meißelhammer (15 Minuten Einsatz)	15 Minuten lang $20 \text{ m/s}^2 = 200$ Punkte						
Die Expositionspunkte für die Tages-Vibrationsexposition liegen für alle Werkzeuge bei:							
96 Punkte + 18 Punkte + 200 Punkte = 314 Punkte							
Schritt 3:	Die tägliche Vibrationsexposition beträgt 314 Punkte, d. h. oberhalb des Auslösewertes von 100 Punkten, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes von 400 Punkten.						

Liegen die Daten als "Punkte je Stunde" vor, ist wie folgt vorzugehen:

Schritt 1:	Ermitteln Sie für jede Maschine bzw. jeden Arbeitsvorgang die Werte "Punkte je Stunde", und zwar aus Herstellerangaben, sonstigen Quellen bzw. Messungen.
-------------------	---

Schritt 2: Bestimmen Sie für jede Maschine bzw. jeden Arbeitsvorgang die täglichen Punkte. Hierzu multiplizieren Sie die Anzahl von Punkten je Stunde mit der Anzahl an Einsatzstunden der Maschine.

Schritt 3: Die Summe der Punktwerte für die einzelnen Maschinen bzw. Arbeitsvorgänge ist die Tages-Vibrationsexposition in Punkten.

Beispiel A3.4	
Ein Putzschleifer arbeitet an einem Arbeitstag mit drei verschiedenen Werkzeugen, und zwar mit:	
1.	einem Winkelschleifer: ($ahv = 4 \text{ m/s}^2$) für 2 1/2 Stunden
2.	einer Winkelfräse: ($ahv = 3 \text{ m/s}^2$) für 1 Stunde
3.	einem Meißelhammer: ($ahv = 20 \text{ m/s}^2$) für 15 Minuten
Schritt 1:	Die Werte "Punkte je Stunde" für die Maschinen betragen:

Beispiel A3.4			
	Winkelschleifer	Winkelfräse	Meißelhammer
	32 Punkte	18 Punkte	800 Punkte
Schritt 2:	Die Punktwerte je Stunde sind auf die nächste ganze Zahl aufgerundet. Die Expositionspunkte sind somit:		
	Winkelschleifer <i>(21/2 Stunden Einsatz)</i>	Winkelfräse <i>(1 Stunde Einsatz)</i>	Meißelhammer <i>(15 Minuten Einsatz)</i>
	$32 \cdot 2,5 = 80$	$18 \cdot 1 = 18$	$800 \cdot 0,25 = 200$
Schritt 3:	Die Punkte für die Tages-Vibrationsexposition über alle Werkzeuge liegen bei:		
	80 Punkte + 18 Punkte + 200 Punkte = 298 Punkte		
	Die Tages-Vibrationsexposition beträgt 298 Punkte, d. h. oberhalb des Auslösewertes von 100 Punkten, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes von 400 Punkten.		

GMBI 2015, S. 485

Fußnoten

- 21/2 Stunden sind in der Tabelle mit den Expositionspunkten nicht abgebildet, daher wird der nächst höhere Wert von 3 Stunden verwendet.