

Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations- Arbeitsschutzverordnung	TRLV Vibrationen	Teil 1: Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen
--	-----------------------------	---

Die Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Vibrationen) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Vibrationen wieder.

Sie werden vom **Ausschuss für Betriebssicherheit** unter Beteiligung des Ausschusses für Arbeitsmedizin ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese TRLV Vibrationen, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen“, konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs Anforderungen der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung und der Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
 - 2 Begriffsbestimmungen
 - 3 Grundsätze zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung
 - 4 Informationsermittlung
 - 5 Arbeitsmedizinische Vorsorge
 - 6 Bewertung der Vibrationsexposition
 - 7 Unterweisung der Beschäftigten
 - 8 Allgemeine arbeitsmedizinische Beratung
 - 9 Schutzmaßnahmen
 - 10 Dokumentation
 - 11 Literaturhinweise
- Anlage 1 Korrekturfaktoren bei der Verwendung von Vibrationsemissionswerten für die Beurteilung der Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen
- Anlage 2 Ermittlung des Tages-Expositionswertes A(8), Vorgehensweise bei Ganzkörper-Vibrationen
- Anlage 3 Ermittlung des Tages-Expositionswertes A(8), Vorgehensweise bei Hand-Arm-Vibrationen

1 Anwendungsbereich

(1) Die TRLV Vibrationen, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen“, beschreibt die Vorgehensweise zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung nach § 3 LärmVibrationsArbSchV. Sie konkretisiert die Vorgaben der LärmVibrationsArbSchV innerhalb des durch §§ 5 und 6 des Arbeitsschutzgesetzes vorgegebenen Rahmens.

(2) Unabhängig von den in dieser TRLV beschriebenen Vorgehensweisen sind von dem Arbeitgeber die Beschäftigten oder ihre Interessenvertretung, sofern diese vorhanden ist, aufgrund der einschlägigen Vorschriften zu beteiligen.

2 Begriffsbestimmungen

In dieser TRLV sind die Begriffe so verwendet, wie sie im Teil „Allgemeines“ der TRLV Vibrationen bestimmt sind.

3 Grundsätze zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung

3.1 Organisation und Verantwortung

(1) Die Gefährdungsbeurteilung ist die systematische Beurteilung (Ermittlung und Bewertung) relevanter Gefährdungen der Beschäftigten mit dem Ziel, erforderliche Maßnahmen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit festzulegen. Die Gefährdungsbeurteilung betrachtet alle voraussehbaren Arbeitsabläufe im Unternehmen. Bei gleichartigen Betriebsstätten, vergleichbaren Arbeitsverfahren und Arbeitsplätzen werden die Gefährdungen nur einmal ermittelt und unter Berücksichtigung individueller Einflüsse beurteilt.

(2) Folgende Prozessschritte sind bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen:

1. Festlegen der zu beurteilenden Arbeitsbereiche und Tätigkeiten
2. Ermitteln der Gefährdungen
3. Bewerten der Gefährdungen
4. Festlegen konkreter Arbeitsschutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik
5. Durchführen der Schutzmaßnahmen
6. Überprüfen der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen
7. Fortschreiben der Gefährdungsbeurteilung

(3) Die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung ist im Abschnitt 10 dieser TRLV Vibrationen, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen“ beschrieben.

(4) Die Beurteilung der mit einer Vibrationsexposition verbundenen Gefährdungen erfolgt grundsätzlich personenbezogen. Dazu werden in der Regel zunächst die arbeitsplatzbezogenen Expositionen bestimmt. Diese werden zeitanteilig für jeden Beschäftigten, jede Beschäftigte oder eine Gruppe von gleichartig beschäftigten Personen zum Tages-Vibrationsexpositionswert zusammengeführt.

(5) Der Arbeitgeber ermittelt im ersten und zweiten Prozessschritt sowohl den Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) für alle Arbeitsplätze (Art, Ausmaß und Dauer der Vibrationseinwirkung) als auch weitere Einflüsse (besondere Arbeitsbedingungen, Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge).

(6) Im dritten Prozessschritt werden die Belastungen bewertet, indem der Tages-Vibrationsexpositionswert A(8) mit den Auslöse- und Expositionsgrenzwerten der LärmVibrationsArbSchV verglichen und die weiteren Einflüsse wie z. B. Wechsel- und Kombinationswirkungen sowie die persönlichen Gegebenheiten der Beschäftigten berücksichtigt werden.

(7) Im vierten Prozessschritt werden Maßnahmen aufgelistet sowie Termine und Verantwortlichkeiten für deren Durchführung und Überwachung festgelegt. Bei diesem Schritt ist die Rangfolge der Schutzmaßnahmen nach § 4 ArbSchG und § 10 Absatz 1 LärmVibrationsArbSchV zu beachten. Dazu prüft der Arbeitgeber den Einsatz alternativer nicht oder weniger gefährdender Arbeitsmittel. Überschreitet die Vibrationsbelastung die Auslösewerte, ist ein Vibrationsminderungsprogramm aufzustellen, wie es in der TRLV Vibrationen, Teil 3 „Vibrationsschutzmaßnahmen“, beschrieben ist.

(8) Die restlichen Prozessschritte 5 und 6 sind in der TRLV Vibrationen, Teil 3 „Vibrationsschutzmaßnahmen“, beschrieben.

(9) Der Arbeitgeber darf bei Expositionen der Beschäftigten durch Vibrationen die Tätigkeit erst aufnehmen lassen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung vorgenommen worden ist.

(10) Die Gefährdungsbeurteilung muss erneuert werden, wenn sich die Arbeitsbedingungen maßgeblich ändern oder Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorge dies erfordern. Anlässe hierfür können insbesondere sein:

- Einsatz neuer und zusätzlicher Arbeitsmittel
- Änderung von Tätigkeiten, Arbeitsverfahren, Arbeitsumgebung oder Schutzmaßnahmen
- Änderungen der Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung oder des Technischen Regelwerkes
- Änderungen des Standes von Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstiger gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse
- Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge: Empfehlung des Betriebsarztes bzw. des mit der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge beauftragten Arztes nach § 7 ArbMedVV

(11) Die Verantwortung für die Gefährdungsbeurteilung liegt beim Arbeitgeber.

(12) Verfügt der Arbeitgeber nicht selbst über die erforderliche Fachkunde und die entsprechenden Kenntnisse zur Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen, hat er sich fachkundig beraten zu lassen. Fachkundige Personen können insbesondere der Betriebsarzt und die Fachkraft für Arbeitssicherheit sein. Dazu ist es erforderlich, dass die für den Arbeitgeber tätig werdenden Personen über die notwendigen betriebsspezifischen Kenntnisse verfügen und Einsicht in alle für die Gefährdungsbeurteilung erforderlichen Unterlagen nehmen können und im Besitz aller notwendigen Informationen sind.

(13) Fachkundige im Sinne § 5 LärmVibrationsArbSchV für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung oder Erfahrungen ausreichende Kenntnisse über Tätigkeiten mit Vibrationsexposition haben und mit den Vorschriften und Regelwerken soweit vertraut sind, dass sie die Arbeitsbedingungen vor Beginn der Tätigkeit beurteilen und die festgelegten Schutzmaßnahmen bewerten oder überprüfen können. Umfang und Tiefe der notwendigen Kenntnisse können in Abhängigkeit von der zu beurteilenden Tätigkeit unterschiedlich sein und müssen nicht in einer Person vereinigt sein.

(14) Zur Durchführung von Messungen benötigen dazu vom Arbeitgeber beauftragte Personen oder Stellen die dafür notwendige Fachkunde und die erforderlichen Einrichtungen. Die entsprechenden Anforderungen sind in der TRLV Vibrationen, Teil 2 „Messung von Vibrationen“, beschrieben.

(15) Die Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen verlangt Kenntnisse hinsichtlich

- der Auswahl der für die Beurteilung geeigneten Informationsquellen,
- der geltenden Regelwerke in diesem Bereich,
- der Wirkungen von Vibrationen,
- der vibrationsrelevanten Tätigkeiten im Betrieb,
- des Vorgehens bei der Beurteilung von Wechsel- oder Kombinationswirkungen von Vibrationen und klimatischen Bedingungen, Lärm, Bewegungsarmut und Zwangshaltungen (z. B. abgewinkelte Handgelenke),
- der technischen, organisatorischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen sowie der alternativen Arbeitsverfahren,
- der Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen und
- der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung.

(16) Andere Gefährdungen, z. B. durch Lärm, Gefahrstoffe, biologische Arbeitsstoffe oder durch andere Arbeitsmittel, sind bei der Beurteilung der Gefährdungen im Sinne des ArbSchG zu berücksichtigen.

(17) Kommt ein Arbeitstag mit besonders abweichender oder hoher Vibrationsexposition selten vor, so ist dieser Tag als ein separater repräsentativer Arbeitstag zu betrachten. Auch bei Arbeitsplätzen, an denen die Vibrationsbelastung großen saisonalen Schwankungen unterliegt (z. B. bei Winterdiensten), ist es zweckmäßig, mehrere repräsentative Arbeitstage (z. B. Winterzeit und übrige Jahreszeit) zu unterscheiden. Die Ergebnisse und die damit verbundenen Maßnahmen des Arbeitsschutzes sind dann in Abhängigkeit von der jeweiligen Arbeitssituation für die unterschiedlichen repräsentativen Arbeitstage getrennt zu betrachten.

(18) Werden für die Durchführung von Arbeiten in einem Betrieb Fremdfirmen beauftragt und besteht die Möglichkeit einer gegenseitigen Gefährdung durch Exposition gegenüber Vibrationen, ist es erforderlich, dass alle betroffenen Arbeitgeber bei der Durchführung ihrer Gefährdungsbeurteilungen zusammenwirken und sich abstimmen.

3.2 Gleichartige Arbeitsbedingungen

Auch bei räumlich getrennten Arbeitsplätzen reicht bei gleichartigen Arbeitsbedingungen die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit aus. Die Gründe für die Vergleichbarkeit der Tätigkeiten hinsichtlich Art, Ausmaß und Dauer der Gefährdung, der Expositionsbedingungen, Arbeitsabläufe, Verfahren und Umgebungsbedingungen sind in der Dokumentation nach Abschnitt 10 dieser TRLV Vibrationen, Teil 1 „Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen“, festzuhalten.

4 Informationsermittlung

4.1 Allgemeines

Zunächst ist zu ermitteln, ob Beschäftigte Tätigkeiten mit Vibrationsexposition durchführen, von denen Gefährdungen der Sicherheit oder der Gesundheit ausgehen können. Dabei werden in den nächsten Abschnitten vorrangig die unmittelbaren Gefährdungen betrachtet. Den mittelbaren Gefährdungen durch Vibrationen ist insbesondere der Abschnitt 6.6 gewidmet.

4.1.1 Vorkommen von Ganzkörper-Vibrationen

(1) Ganzkörper-Vibrationen spielen vor allem eine Rolle beim Fahren von Erdbau- maschinen, forst- und landwirtschaftlichen Fahrzeugen oder von Gabelstaplern auf unbefestigten oder holprigen Fahrbahnen. Unter den arbeitsbedingten Faktoren, die bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule mit verursachen und verschlimmern können, stellt die langjährige Einwirkung von Ganzkörper-Vibrationen im Sitzen eine besondere Gefahrenquelle dar. Stoßhaltige Belastungen können die Gesundheitsgefährdung erhöhen. Derartigen arbeitsbedingten Belastungen der Lendenwirbelsäule können insbesondere Fahrer von folgenden Fahrzeugen und fahrba- ren Arbeitsmaschinen ausgesetzt sein:

- Baustellen-LKW in unebenem Gelände
- land- und forstwirtschaftliche Schlepper
- Forstmaschinen im Gelände
- Bagger bei intensiver Vibrationsbelastung, z. B. bei Verwendung von Abbruch- hämmern und Fräsen, bei der Gewinnung in Steinbrüchen
- Grader (Straßenhobel, Bodenhobel, Erdhobel), nur bei intensiver Vibrationsbelas- tung, z. B. Überwiegen von Grobplanierung (Grobplanum)
- Scraper (Schürfwagen)
- Dumper und Muldenkipper
- Rad- und Kettenlader
- Planiertrauben
- Raddozer
- Gabelstapler auf holprigen Fahrbahnen (Hofflächen, Pflaster usw.)
- Militärfahrzeuge im Gelände
- Wasserfahrzeuge in Gleitfahrt bei Seegang

(2) Vorstehende Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, die Reihenfolge erfolgt nicht nach der Höhe der Vibrationseinwirkung, und es werden teilweise branchenübliche und allgemeinverständliche Gerätebezeichnungen gewählt.

4.1.2 Vorkommen von Hand-Arm-Vibrationen

(1) Folgende Geräte und Maschinen oder Werkzeuge können zu einer die Sicherheit und die Gesundheit schädigenden Hand-Arm-Vibrationsexposition führen. Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, die Reihenfolge erfolgt nicht nach der Höhe der Vibrationseinwirkung, und es wurden teilweise branchenübliche und allgemeinverständliche Gerätebezeichnungen gewählt:

Abbauhammer	Motorsense
Abrichthobelmaschine, Standgerät	Nadelentrostler
Anklopfmaschine	Nager (auch Nibbler oder Knabber)
Aufbruchhammer	Nagler (Eintreibgerät)
Aufreißhammer	Nietgegenhalter
Balken-Motormäher	Niethammer
Betonschleifmaschine	Oberfräse
Bleischere	Oszillationsmesser (Vibrationsmesser)
Bodenfräse	Pendelschleifer
Bohrhämmer	Planieregge (Oberflächenabzieher)
Bolzensetzer	Poliermaschine
Bördelgerät	Radialschleifer
Dickenhobel (Abbundmaschine), Standgerät	Rasenmäher
Drehschrauber	Rostklopfer
Duo-Säge	Rührwerk
Elektrohammer	Säbelsäge
Elektromesser (pneumatische Messer)	Schaber
Erdbohrgerät	Schabotthammer
Exzentrerschleifer	Schere mit mechanischer Welle
Feilen	Schlagbohrmaschine
Flächenreiniger	Schlaghammer
Fräsmaschine	Schlagschrauber
Freischneider	Schleifmaschine (Schleifbock), Standgerät
Fugenschleifer	Schmiedezange
Fugenschneider	Schnitzmaschine
Gelenkarmschleifmaschine (Ständer m. Bandarm)	Schweißkantenformer
Geradschleifer	Schwingschleifer
Gleisstopfer	Spatenhammer
Handbandschleifer	Stampfer
Heckenschere	Stampframmen
Hefter	Steinsäge
Hobel	Stichsäge
Hochdruckreiniger	Stoßmesser (Schneidgeräte)
Hochentaster	Tacker
Innenrüttler (Rüttelbohle)	Trennschleifer
Kernbohrmaschine (handgehaltene)	Vertikalschleifer
Kettensäge (Motorkettensäge)	Vibrationsplatte
Knabbergerät	Vibrationsstampfer
Kombihammer	Vibrationswalze
Kopierfräse	Winkelschleifer
Kreissäge	
Laubbläser	
Mauernutfräse	
Meißelhammer	
Motorharke	

(2) Solche Geräte werden u. a. im Hoch- und Tiefbau, im Tunnelbau, in Steinbrüchen und bei der Steinbearbeitung, im Bergbau, in Kesselschmieden, Gussputzereien sowie im Schiffs- und Straßenbau verwendet. Für die „gleichartige Wirkung“ ist es unerheblich, ob diese Geräte pneumatisch, elektrisch, hydraulisch oder durch Verbrennungsmotoren angetrieben werden. Dagegen ist für Arbeiten mit einfachen, handgeführten Hammer- und Meißelwerkzeugen nicht generell eine „gleichartige Wirkung“ zu unterstellen.

4.2 Informationsquellen für die Gefährdungsbeurteilung

Unter dem Aspekt der Vermeidung unnötiger Aufwände zur Vibrationsmessung ist die Rangfolge des Vorgehens bei der Auswahl geeigneter Informationsquellen in Abbildung 1 dargestellt. Für die Vergleichbarkeit von Expositionsangaben aus verschiedenen Informationsquellen mit den konkreten betrieblichen Arbeitsplätzen haben die Rahmenbedingungen, unter denen die Vibrationsangaben ermittelt wurden, besondere Bedeutung.

4.2.1 Messwerte

Für die Gefährdungsbeurteilung sind vorzugsweise im Betrieb bereits vorhandene Messwerte heranzuziehen, die an den Arbeitsmitteln und unter den konkret vorliegenden Bedingungen im Betrieb erhoben worden sind. Dabei haben die Ergebnisse fachkundiger Messungen Vorrang vor den Ergebnissen orientierender Verfahren, z. B. den Ergebnissen von einfachen Dosimetermessungen von Ganzkörper-Vibrationen.

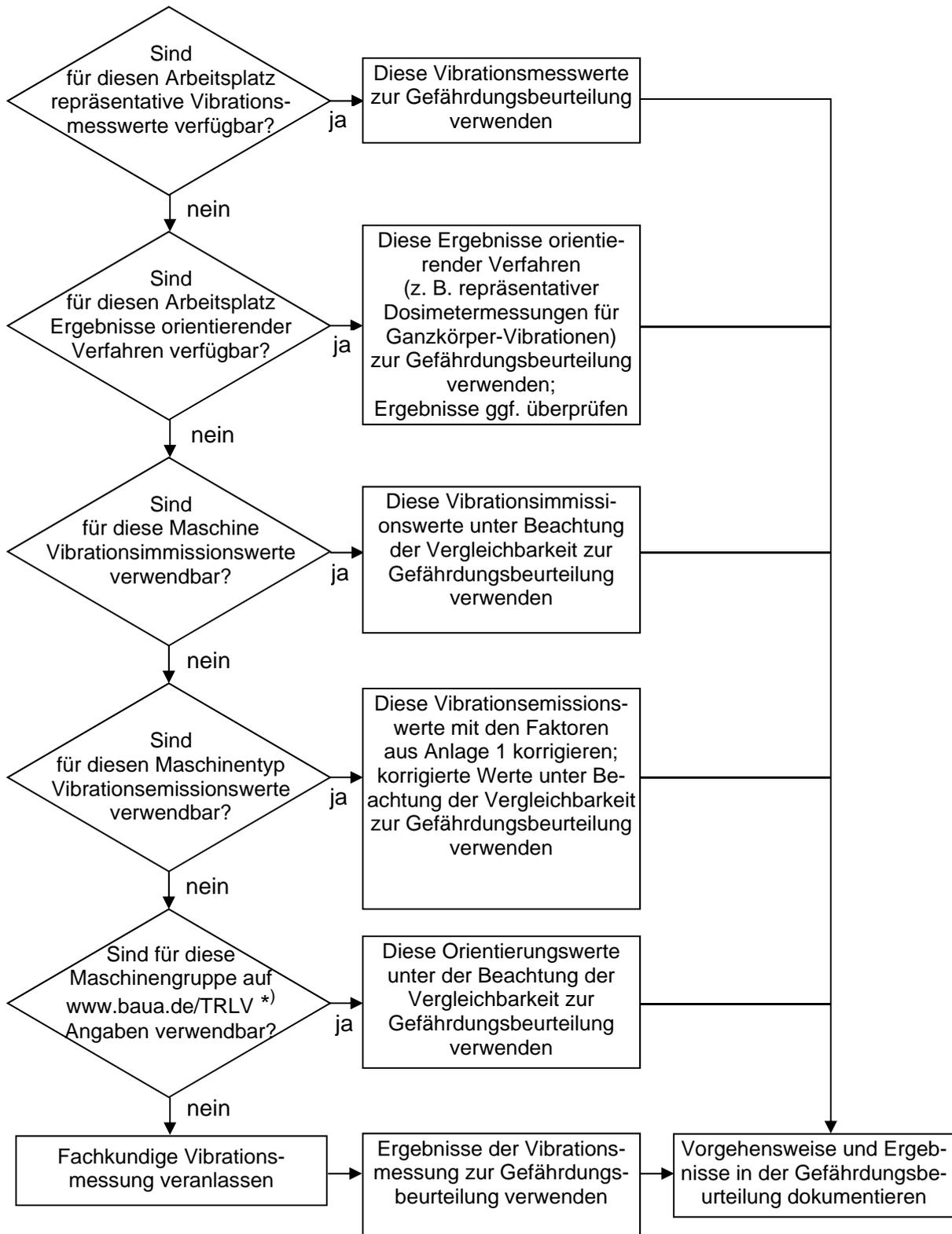
4.2.2 Ergebnisse orientierender Verfahren

Orientierende Verfahren sind z. B. Messungen mit „einfachen Dosimetern“ an den vorhandenen Arbeitsmitteln und unter den konkret vorliegenden Bedingungen im Betrieb. Dabei sind unter „einfachen Dosimetern“ solche Messgeräte zu verstehen, die aber dennoch den Anforderungen an Messeinrichtungen genügen, die in der TRLV Vibrationen, Teil 2 „Messung von Vibrationen“, beschrieben sind.

4.2.3 Veröffentlichte Immissionswerte

(1) Wenn Messwerte oder Ergebnisse orientierender Verfahren zu den zu beurteilenden Arbeitsplätzen nicht vorhanden sind, können repräsentative Vibrationsmesswerte aus anderen Betrieben für die Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden. Diese müssen an vergleichbaren Arbeitsmitteln und unter vergleichbaren Einsatzbedingungen erhoben worden sein. Dabei haben Daten zum gleichen Maschinentyp Vorrang vor Daten zu vergleichbaren Maschinentypen der gleichen Maschinenart. Nicht in jedem Fall stehen allerdings solche Immissionswerte aus der Praxis zur Verfügung oder können auf Anfrage vom Hersteller bereitgestellt werden.

(2) Derartige Werte sind auch aus Internet-Datenbanken mit Vibrationsmessergebnissen aus der Praxis und vergleichbaren, oft branchenspezifischen Publikationen der Arbeitgebervereinigungen, der Unfallversicherungsträger, der Arbeitsschutzbehörden oder anderer Institutionen zu entnehmen. Beispiele von Immissionswerten für Maschinentypen unter bestimmten Betriebsbedingungen sind auf der jährlich aktualisierten Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) <http://www.baua.de/TRLV> (branchenbezogene Gefährdungstabellen bei Vibrationen) vorhanden. Ausschlaggebend für die Verwendung der Werte ist, ob die angegebenen Einsatz- und Betriebsbedingungen mit den Verhältnissen vor Ort vergleichbar sind.



*) siehe branchenbezogene Gefährdungstabellen bei Vibrationen

Abb. 1 Rangfolge des Vorgehens bei der Auswahl geeigneter Informationsquellen für die Beurteilung der unmittelbaren Gefährdung durch Vibrationen unter dem Aspekt der Vermeidung unnötiger Aufwände für Vibrationsmessungen

4.2.4 Nutzung von Emissionswerten

(1) Für die Beurteilung der Gefährdungen helfen auch die vorgeschriebenen Angaben des Herstellers zur Vibrationsemission aus der Dokumentation zur Maschine gemäß Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) und Maschinenverordnung (9. ProdSV), z. B. aus der Betriebsanleitung. Wenn allerdings in den Maschinenunterlagen darüber hinaus Informationen zu den Vibrationen beim praktischen Einsatz enthalten sind, sollten bevorzugt diese Angaben herangezogen werden.

(2) Bei den Kennwerten zu Vibrationen in den Betriebsanleitungen handelt es sich, sofern nicht anders ausgewiesen, um Emissionswerte, die nach besonderen Vibrationsprüfvorschriften ermittelt wurden. Diese Prüfungen sind in den seltensten Fällen mit dem Einsatz der Maschinen in der Praxis vergleichbar. Deshalb können solche Emissionswerte nur mit entsprechenden Korrekturfaktoren für die Gefährdungsbeurteilung verwendet werden. Die Anlage 1 enthält derartige Korrekturfaktoren für Emissionswerte einer Reihe handgehaltener und handgeführter Maschinen. Es ist aber immer abzuwägen, ob diese Vibrationswerte in vernünftiger Weise auch für den zu beurteilenden praktischen Einsatz der Maschinen repräsentativ sind.

4.2.5 Listen orientierender Werte

Orientierende Werte können der jährlich aktualisierten Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) <http://www.baua.de/TRLV> entnommen werden. Ausschlaggebend für die Verwendung der Werte ist, ob die angegebenen Einsatz- und Betriebsbedingungen mit den Verhältnissen vor Ort vergleichbar sind.

4.3 Substitutionsprüfung

(1) Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung, dass Vibrationsminderungsmaßnahmen erforderlich sind, ist zunächst zu prüfen, ob der Einsatz von alternativen vibrationslosen bzw. vibrationsarmen Arbeitsmitteln oder -verfahren möglich ist (z. B. Kernbohren statt Arbeiten mit dem Aufbruchhammer). Es ist zu prüfen, ob Arbeitsmittel, Ausrüstungen und Arbeitsverfahren mit einer geringeren gesundheitlichen Gefährdung, als die in Aussicht genommenen, verfügbar sind. Das Ergebnis der Substitutionsprüfung wird in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung festgehalten.

(2) Informationen dazu sind in entsprechenden Richtlinien, Forschungsberichten, Informationsschriften und Beispielsammlungen zu finden.

(3) Bei der Abwägung der Alternativen ist zu berücksichtigen, dass nicht nur die Art und das Ausmaß der Vibrationen zählen, sondern auch die Gesamtdauer, die zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe erforderlich ist. Insoweit ist zu berücksichtigen, dass eine leistungsärmere Maschine zwar eine geringere Augenblicksbelastung erzeugt, die Gesamtexpositionszeit jedoch oft so ansteigt, dass die Gesamtbelastung höher wird.

Beispiele für sinnvolle Substitutionsprüfung:

- Kleben oder Schweißen statt Nieten
- Drehschrauber anstelle von Schlagschraubern (Dabei ergibt das Abstützen des Drehmomentes eine Arbeitserleichterung für die Beschäftigten, die insbesondere bei höheren Drehmomenten unbedingt erforderlich ist.)

(4) Hierzu gehört aber auch z. B. die bessere Gestaltung von Gussteilen, wodurch beim Putzen weniger Nacharbeit durch Meißeln und Schleifen erforderlich ist. Sinnvoll ist ferner das Entkoppeln von Mensch und Maschine, bei Ganzkörper-Vibrationen durch ferngesteuerte Maschinen, z. B. Grabenwalzen, bei Hand-Arm-Vibrationen durch Abstützen von Abbauhämmern und schweren Bohrhämmern auf Lafetten und Fernsteuern des Vorschubes.

4.4 Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge

(1) Der Arbeitgeber hat bei der Gefährdungsbeurteilung die Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge sowie allgemein zugängliche, veröffentlichte Informationen hierzu zu berücksichtigen.

(2) Der mit der arbeitsmedizinischen Vorsorge beauftragte Arzt berät den Arbeitgeber in Auswertung der arbeitsmedizinischen Vorsorge, insbesondere über Mitteilungen nach § 6 Absatz 4 ArbMedVV (siehe Abschnitt 5 Absatz 7 und 8). Diese Beratung erfolgt unter Einhaltung der ärztlichen Schweigepflicht.

(3) Über die Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge im eigenen Betrieb hinaus sollen auch andere Veröffentlichungen über arbeitsmedizinische Erkenntnisse Berücksichtigung finden. Dazu gehören unter anderem Statistiken der Unfallversicherungsträger und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) über arbeitsbedingte Erkrankungen und Berufskrankheiten, Publikationen anderer Betriebe aus gleicher oder ähnlicher Branche und Beispiele guter Praxis (z. B. Publikationen in Fachzeitschriften).

5 Arbeitsmedizinische Vorsorge

(1) Arbeitsmedizinische Vorsorge dient der Früherkennung und Verhütung arbeitsbedingter Erkrankungen sowie der Feststellung, ob bei Ausübung einer bestimmten Tätigkeit eine erhöhte gesundheitliche Gefährdung besteht (§ 2 Absatz 1 ArbMedVV). Dabei steht die Beratung der Beschäftigten zur Exposition und den sich daraus ergebenden Gefährdungen für ihre Gesundheit im Vordergrund. Wenn körperliche oder klinische Untersuchungen aus Sicht des Arztes nicht erforderlich sind oder vom Beschäftigten abgelehnt werden, beschränkt sich die arbeitsmedizinische Vorsorge auf ein Beratungsgespräch.

(2) Pflichtvorsorge ist nach § 4 Absatz 1 in Verbindung mit Anhang Teil 3 Absatz 1 Nummer 4 ArbMedVV durch den Arbeitgeber vor Aufnahme der Tätigkeit und danach in regelmäßigen Abständen (vgl. Arbeitsmedizinische Regel – AMR 2.1) zu veranlassen, wenn am Arbeitsplatz die Expositionsgrenzwerte von $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$ für Tätigkeiten mit Hand-Arm-Vibrationen oder von $A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2$ in X- oder Y-Richtung oder $A(8) = 0,8 \text{ m/s}^2$ in Z-Richtung für Tätigkeiten mit Ganzkörper-Vibrationen erreicht oder überschritten werden. Die schützende Wirkung der persönlichen Schutzausrüstung wird dabei nicht berücksichtigt.

(3) Die arbeitsmedizinische Vorsorge ist den betroffenen Beschäftigten nach § 5 Absatz 1 in Verbindung mit Anhang Teil 3 Absatz 2 Nummer 2 ArbMedVV durch den Arbeitgeber vor Aufnahme der Tätigkeit und danach in regelmäßigen Abständen (vgl. Arbeitsmedizinische Regel – AMR 2.1) anzubieten (Angebotsvorsorge), wenn die Auslösewerte von $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$ für Tätigkeiten mit für Hand-Arm-Vibrationen oder von $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$ für Tätigkeiten mit Ganzkörper-Vibrationen überschritten werden. Das Ausschlagen eines Angebots entbindet den Arbeitgeber nicht von der Verpflichtung

tung, weiter regelmäßig Angebotsvorsorge anzubieten. Die Arbeitsmedizinische Regel (AMR) 5.1 zeigt einen Weg der Angebotsunterbreitung auf. Nach § 5 Absatz 2 ArbMedVV hat der Arbeitgeber zudem unverzüglich die Vorsorge anzubieten, wenn eine Gesundheitsstörung auftritt, bei der die Möglichkeit eines ursächlichen Zusammenhangs mit der Tätigkeit besteht. Dies gilt auch für Beschäftigte mit vergleichbaren Tätigkeiten, wenn Anhaltspunkte dafür bestehen, dass sie ebenfalls gefährdet sein können.

(4) Der Arbeitgeber hat den Beschäftigten nach § 11 ArbSchG bzw. § 5a ArbMedVV arbeitsmedizinische Vorsorge zu ermöglichen, sofern ein Gesundheitsschaden im Zusammenhang mit der Tätigkeit nicht ausgeschlossen werden kann (Wunschvorsorge).

(5) Der Arzt hält nach § 6 Absatz 3 ArbMedVV das Ergebnis und die Befunde der arbeitsmedizinischen Vorsorge einschließlich einer ggf. durchgeführten Untersuchung schriftlich fest und berät den Beschäftigten darüber. Auf Wunsch des Beschäftigten, stellt er diesem das Ergebnis der Vorsorge zur Verfügung. Der Arzt stellt dem Beschäftigten und dem Arbeitgeber eine Bescheinigung über die durchgeführte arbeitsmedizinische Vorsorge aus. Die Bescheinigung enthält Angaben über den Zeitpunkt und den Anlass des aktuellen Vorsorgetermins sowie die Angabe, wann aus ärztlicher Sicht weitere arbeitsmedizinische Vorsorge angezeigt ist. Diese Bescheinigung enthält weder Diagnosen oder andere Informationen über den Gesundheitszustand des Beschäftigten noch eine medizinische Beurteilung zur Eignung für bestimmte Tätigkeiten.

(6) Nach § 3 Absatz 4 ArbMedVV hat der Arbeitgeber über die durchgeführte arbeitsmedizinische Vorsorge eine Vorsorgekartei zu führen mit Angaben darüber, wann und aus welchen Anlässen diese für jeden Beschäftigten stattgefunden hat.

(7) Nach § 6 Absatz 4 ArbMedVV wertet der Arzt die Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge aus. Ergeben sich Anhaltspunkte dafür, dass die Maßnahmen des Arbeitsschutzes nicht ausreichend sind, so hat der Arzt dies dem Arbeitgeber mitzuteilen und ihm (ergänzende) Schutzmaßnahmen für exponierte Beschäftigte vorzuschlagen. Dieses erfolgt als fachlich kommentierte anonymisierte Weitergabe von Erkenntnissen aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge unter Wahrung der schutzwürdigen Belange der untersuchten Personen. Hält der Arzt aus medizinischen Gründen, die ausschließlich in der Person des Beschäftigten liegen, einen Tätigkeitswechsel für erforderlich, so bedarf die Mitteilung darüber an den Arbeitgeber der Einwilligung des Beschäftigten. Konkretisierungen enthält die Arbeitsmedizinische Regel (AMR) 6.4.

(8) Der Arbeitgeber hat nach § 8 Absatz 1 ArbMedVV die Gefährdungsbeurteilung zu überprüfen und unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu treffen. Wird ein Tätigkeitswechsel vorgeschlagen, so hat der Arbeitgeber nach Maßgabe der dienst- und arbeitsrechtlichen Regelungen dem oder der Beschäftigten eine andere Tätigkeit zuzuweisen.

6 Bewertung der Vibrationsexposition

6.1 Einwirkungsdauer

(1) Unter der Benutzungsdauer versteht man die Dauer der täglichen Arbeit, bei der die Maschine benutzt wird, d. h. einschließlich der für die Arbeit erforderlichen Unterbrechungen und Pausenzeiten, die mit der Benutzung in direktem Zusammenhang stehen. Für die Gefährdungsbeurteilung über gemessene Immissionswerte oder solche aus Katalogen darf jedoch nur die arbeitstägliche Einwirkungsdauer (Expositionsdauer) herangezogen werden (siehe Abbildung 2 und 3). Die Einwirkungsdauer ist die Dauer, während der die Hand die zu Vibrationen angeregte Fläche greift (Handgriff, Werkstück usw.) bzw. die Vibrationen über das Gesäß, die Füße oder den Rücken in den menschlichen Körper eingeleitet werden. So wird z. B. zur Bestimmung der Einwirkungsdauer beim Bohren von Dübellöchern mit einem Bohrhammer die meist nur wenige Sekunden dauernde Zeit für ein Bohrloch gemessen und dann mit der Zahl der am Tag gesetzten Dübel multipliziert. Bei der Arbeit mit einem Dreh-schrauber zählen nur die wenige Sekunden dauernden Losdreh- oder Festziehvorgänge und nicht die gesamte Zeit, in der das Gerät in der Hand gehalten wird. Es ist dabei zu beachten, dass die Einwirkungsdauer der Vibrationen im Allgemeinen deutlich unterhalb der Einwirkungsdauer des Lärms (z. B. durch die laufende Arbeitsmaschine) liegt.

(2) Zur Ermittlung der Einwirkungsdauer können Betriebsstundenzähler, Vibrations-Indikatoren (Expositionszeitmesser), Durchflusszähler bei pneumatisch betriebenen Geräten oder im Bereich Ganzkörper-Vibrationen Fahrtenschreiber oder einfache Messgeräte verwendet werden, die über einen Drucksensor verfügen, der den Kontakt des Fahrers mit dem Sitz erfasst. Schätzungen der Einwirkungsdauer sind meistens ungenau und müssen anhand weiterer Daten (Wartungsintervalle, verbrauchte Arbeitsmittel etc.) überprüft werden. Bei Geräten mit Einzelauslösung, z. B. Nagler, Tacker oder Bolzensetzer, wird die Zahl der am Tag verbrauchten Nägel, Klammern oder Bolzen bestimmt. Die Betriebsanleitungen der Hersteller oder auch die Listen der Orientierungswerte auf der Internetseite <http://www.baua.de/TRLV> enthalten Angaben zur Anzahl möglicher Einzelauslösungen bis zum Erreichen des Auslöse- oder Expositionsgrenzwerts.

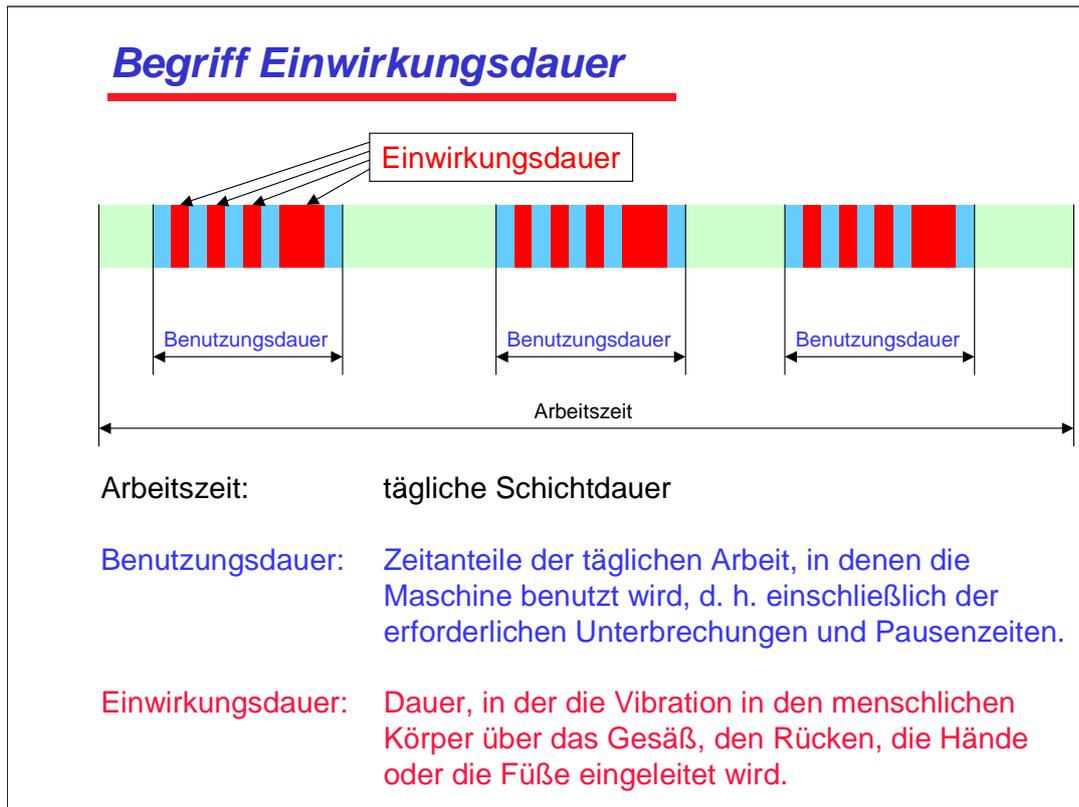


Abb. 2 Zusammenhang zwischen Arbeitszeit, Benutzungsdauer und Einwirkungsdauer

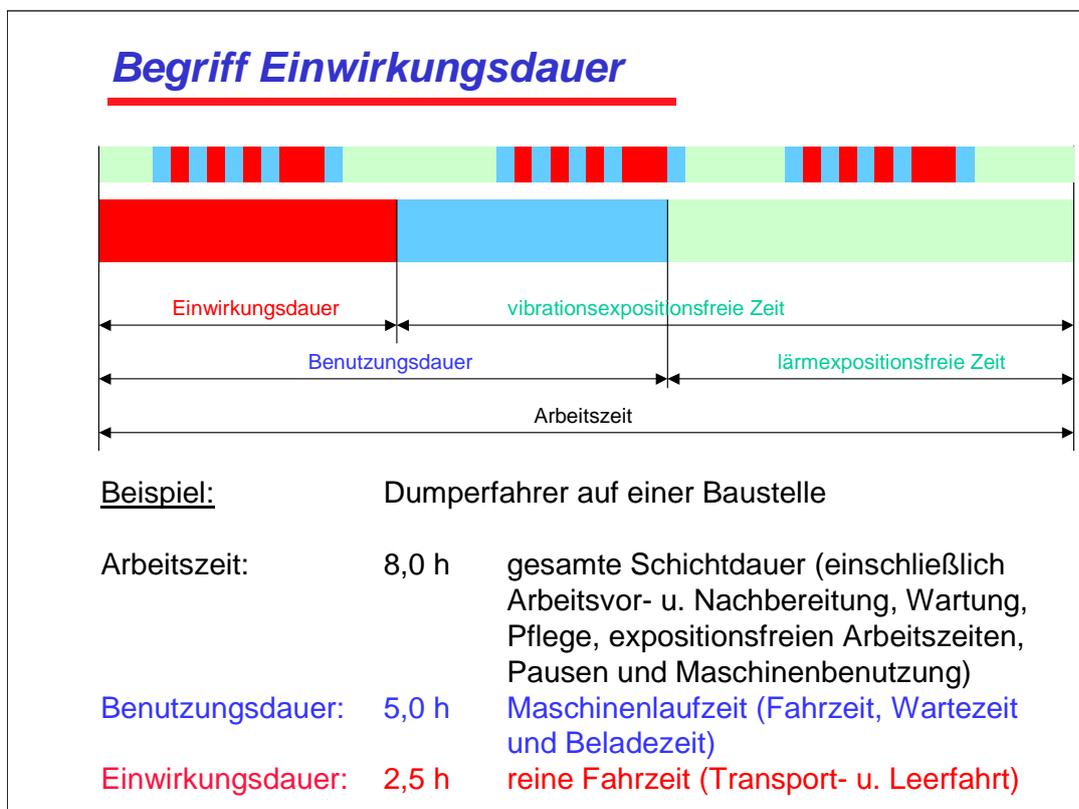


Abb. 3 Beispiel zur Einwirkungsdauer bei Vibrationen im Unterschied zu Lärm

(3) Ist die Vibrationseinwirkung im Verlauf eines Tages nicht konstant, kann sie bei der Gefährdungsbeurteilung in repräsentative Expositionsabschnitte der Dauer T_i unterteilt werden. In einem solchen Belastungsabschnitt sollte die Einwirkung der Vibrationen, die an einen bestimmten wiederkehrenden Betriebszustand oder eine bestimmte Einsatzbedingung gekoppelt ist, bei jeder Wiederholung annähernd gleich sein (z. B. Leerfahrt über den Betriebshof). Bei der Verwendung unterschiedlicher Arbeitsmittel oder bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen bei gleichem Arbeitsmittel sollten jeweils getrennte Expositionsabschnitte vorgesehen werden.

(4) Der Anteil belastungsfreier Zeiten (Pausen, Beladezeiten, Wartezeiten o. ä.) innerhalb eines Expositionsabschnittes sollte bei Überschreiten von zehn Prozent gesondert ausgewiesen werden. Falls belastungsfreie Zeiten in die Messwerte für die Schwingbeschleunigung eingeflossen sind, muss die Expositionsdauer diese im gleichen Umfang enthalten.

6.2 Ampelprinzip zur Beurteilung der unmittelbaren Gefährdung

(1) Zur vereinfachten Bewertung der Exposition wurde das Ampelprinzip eingeführt. Den drei Ampelfarben sind Wertebereiche des Tages-Vibrationsexpositionswertes $A(8)$ und die daraus abzuleitenden Maßnahmen des Arbeitsschutzes zugeordnet. In den Abbildungen 4 und 5 sind das Ampelmodell, benötigte Formeln und Schwellenwerte sowie Maßnahmen des Arbeitsschutzes zusammengefasst.

(2) Die Vorgehensweise zur Bestimmung des Tages-Vibrationsexpositionswertes $A(8)$ bei Ganzkörper-Vibrationen ist in Anlage 2 erläutert, die Vorgehensweise bei Hand-Arm-Vibrationen in der Anlage 3.

6.2.1 Fall A: „Grüner Bereich“

Er umfasst Vibrationsbelastungen mit Tages-Vibrationsexpositionswerten $A(8)$ unterhalb der Auslösewerte. Insbesondere bei langjähriger Exposition kann auch in diesem Bereich ein möglicher Gesundheitsschaden nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Über die Dokumentation hinaus sind nach der LärmVibrationsArbSchV keine weiteren Maßnahmen gefordert, § 4 ArbSchG bleibt hiervon unberührt. Liegen noch mittelbare Gefährdungen oder Kombinationswirkungen vor, sind sie durch geeignete Maßnahmen des Arbeitsschutzes nach dem Stand der Technik zu verringern.

6.2.2 Fall B: „Gelber Bereich“

(1) Er umfasst Vibrationsbelastungen mit Tages-Vibrationsexpositionswerten $A(8)$ ab den Auslösewerten bis zu den Expositionsgrenzwerten. Auslösewert (engl. action value) bedeutet, dass bei dessen Überschreiten Handlungsbedarf besteht. Es ist ein Plan technischer und organisatorischer Maßnahmen nach dem Stand der Technik zu erarbeiten und umzusetzen. Die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung umfasst die Angabe der zu ergreifenden Schutzmaßnahmen sowie Fristen und Verantwortliche für deren Umsetzung. Zur Festlegung konkreter Arbeitsschutzmaßnahmen gehören auch die Überprüfung von deren Wirksamkeit sowie die Fortschreibung der Gefährdungsbeurteilung.

(2) Ziel des Minimierungsgebots ist die Vermeidung der Vibrationsexposition, zumindest aber deren Verringerung. Nicht immer wird allerdings dabei trotz Anwendung aller Maßnahmen des Arbeitsschutzes nach dem Stand der Technik der „Grüne Bereich“ erreicht werden können.

(3) Falls alle Maßnahmen des Arbeitsschutzes nach dem Stand der Technik ergriffen worden sind, müssen keine weiteren Schutzmaßnahmen getroffen werden. Sollten Beschäftigte aber auf Dauer im „Gelben Bereich“ Vibrationen ausgesetzt sein, ist von einer Gefährdung auszugehen, und es ist so zu verfahren, wie in den Abschnitten 3.1.2 und 3.5 der TRLV Vibrationen, Teil 3 „Vibrationsschutzmaßnahmen“, beschrieben wird.

(4) Neben dem Aufstellen und Durchführen eines Programms technischer und organisatorischer Maßnahmen ist den Beschäftigten arbeitsmedizinische Vorsorge nach ArbMedVV, Anhang Teil 3, Abs. 2, anzubieten und es ist eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung (Abschnitt 8) durchzuführen.

Auch die Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten ist im „Gelben Bereich“ erforderlich (Abschnitt 7).

6.2.3 Fall C: „Roter Bereich“

Überschreiten die Tages-Vibrationsexpositionswerte A(8) die Expositionsgrenzwerte, sind Sofortmaßnahmen zu ergreifen, um die Vibrationsbelastung in den „gelben Bereich“ bzw. sogar in den „grünen Bereich“ zurückzuführen. Beim Erreichen oder Überschreiten der Expositionsgrenzwerte sind arbeitsmedizinische Pflichtuntersuchungen der betroffenen Beschäftigten erforderlich (ArbMedVV, Anhang Teil 3, Abs. 1).

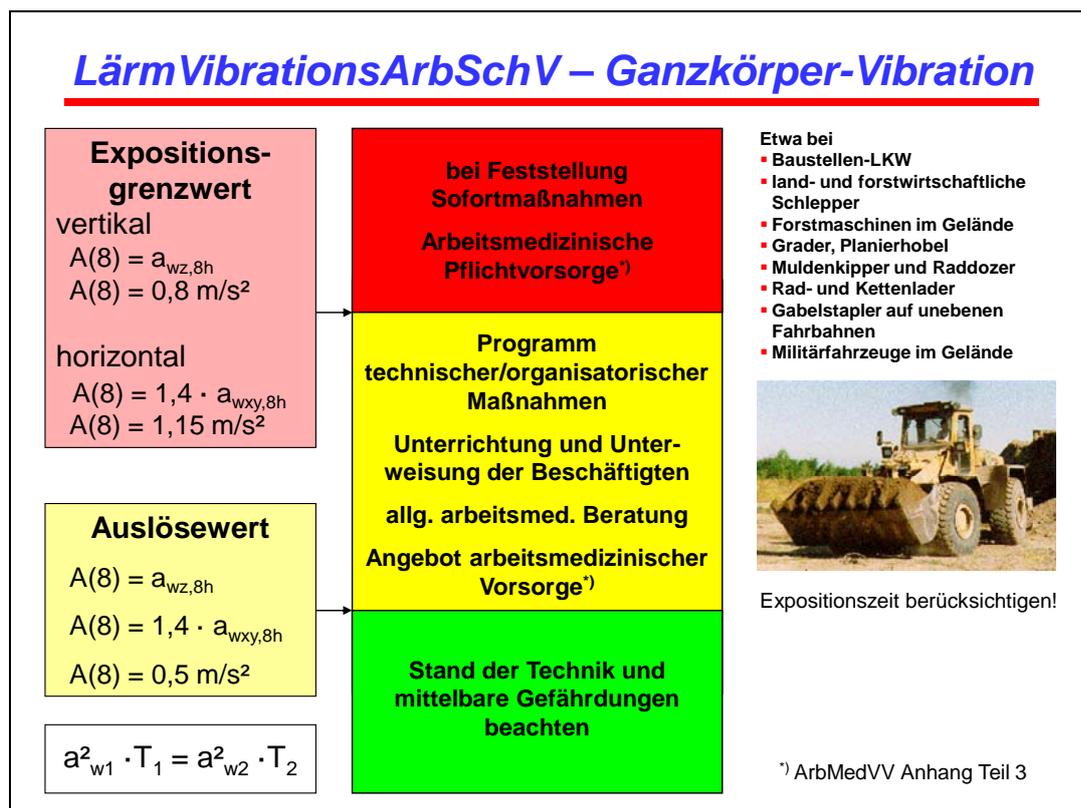


Abb. 4 Zusammenfassung der Forderungen zu Ganzkörper-Vibrationen

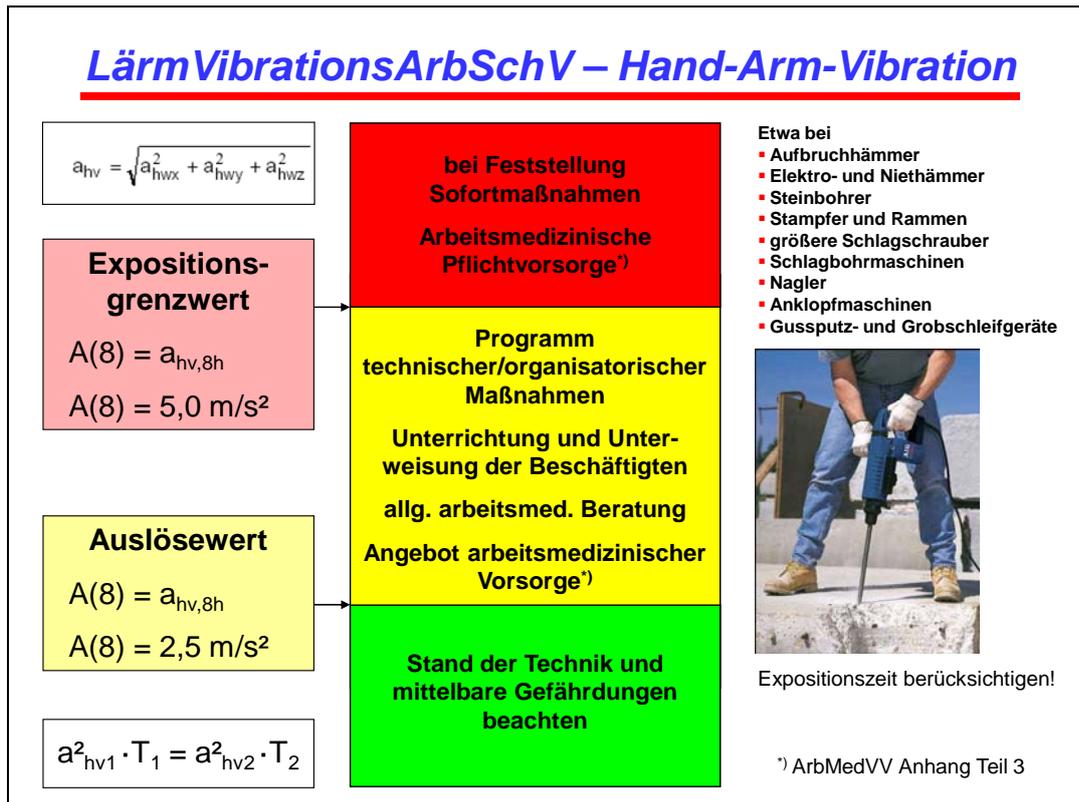


Abb. 5 Zusammenfassung der Forderungen zu Hand-Arm-Vibrationen

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. Höhere 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 Ermittlung des Tages-Vibrationsexpositionswertes $A(8)$ im Rahmen 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.

6.4 Wechsel- und Kombinationswirkungen

(1) Bei der Gefährdungsbeurteilung sind mögliche Wechsel- und Kombinationswirkungen zu berücksichtigen.

(2) Die unten beschriebenen Effekte werden in der Literatur beschrieben. Die wissenschaftlichen Belege dafür sind in ihrer Ausprägung sehr unterschiedlich. Aus dem gegenwärtigen Wissensstand lassen sich keine quantitativen Abschätzungen der Wechsel- und Kombinationswirkungen ableiten.

(3) Der Arbeitgeber hat darauf zu achten, dass nicht nur die Vibrationen, sondern auch die zusätzlich möglicherweise schädigenden Einflüsse minimiert werden (z. B. durch Bereitstellung von Kleidung zum Schutz vor Kälte und Nässe).

(4) Wegen der verschiedenartigen Wirkungsmechanismen und der Unterschiede in den möglichen Beeinträchtigungen oder Schädigungen, sind Ganzkörper-Vibrationen und Hand-Arm-Vibrationen getrennt zu betrachten.

6.4.1 Ganzkörper-Vibrationen

(1) Ganzkörper-Vibrationen können zu Rückenschmerzen und Beschwerden im Hals- und Schulterbereich und zu Schädigungen im Bereich der Wirbelsäule führen (z. B. Bandscheibenvorfälle, vorzeitiger Verschleiß). Da die Übertragung der Vibrationen von der Körperhaltung abhängt, ergeben sich für ein und dieselbe Exposition eventuell unterschiedliche Effekte. Als besonders schädigend im Zusammenhang mit Ganzkörper-Vibrationen werden folgende Bedingungen angenommen:

- längeres Sitzen oder Stehen in Zwangshaltung ohne Möglichkeit der Positionsänderung (z. B. Lokomotivführer)
- häufiges Verdrehen der Wirbelsäule durch Rumpf- oder Kopfdrehen (z. B. Gabelstaplerfahrer)
- häufige bzw. ständige Vorneigung des Rumpfes (z. B. Kranführer)
- häufiges Strecken wegen ungünstig angebrachter Bedienelemente

(2) Außerdem kann das Heben und Tragen schwerer Lasten im Wechsel mit Ganzkörper-Vibrationen stärker schädigende Effekte bedingen als eine der beiden Belastungen allein (z. B. Fahrer von Lieferwagen). Ebenso können sich durch ungünstige klimatische Bedingungen (z. B. Kälte, Feuchte) Schmerzen und Beschwerden verschlimmern. Eine eventuelle verstärkende Wirkung von Lärm in Bezug auf die oben beschriebenen Beschwerden könnte sich über die Stresswirkung des Lärms erklären, da Muskel-Skelett-Schmerzen teilweise über psychische Beanspruchungen modifiziert werden können. Es gibt Hinweise darauf, dass die Vibration subjektiv als belastender eingeschätzt wird, wenn Vibrationen und Lärm gleichzeitig einwirken. Außerdem können chronische Störungen der Durchblutung der Füße durch langjährige Vibrationseinleitung über die Füße nicht ausgeschlossen werden.

6.4.2 Hand-Arm-Vibrationen

(1) Hand-Arm-Vibrationen können zu Durchblutungsstörungen der Finger und zu neurologischen und motorischen Funktionsstörungen an Händen und Armen durch Veränderungen an sensorischen Systemen, Sehnen und Knochen führen. Die gleichzeitige Einwirkung von Lärm könnte wegen der zumindest zeitweilig gefäßverengenden Lärmwirkung alle Effekte verstärken, die auf Durchblutungsstörungen zurückzuführen sind. Ungünstige klimatische Bedingungen, insbesondere Kälte, in Kombination mit Hand-Arm-Vibrationen sowie starke Greif- und Andruckkräfte (Ankopplungskräfte) erhöhen das Risiko für das Auftreten der Beschwerden. Hingegen können geringere Ankopplungskräfte die Vibrationsexposition reduzieren.

(2) Folgende Maßnahmen reduzieren dieses zusätzliche Risiko:

- Vermeidung von niedrigen Raumtemperaturen
- Vermeidung von Maschinen mit Stahlgehäusen oder von pneumatischen Werkzeugen, deren Abluft über die Hände streicht (kalte Hände vermeiden)
- Bereitstellung und Tragen warmer Kleidung und Handschuhe
- Verwendung von Maschinen mit Griffheizungen

- geringere Ankopplungskräfte z. B. durch Gewichtsausgleich, Abstützhilfen, leichtere Geräte
- Vermeidung von ungünstigen Körperhaltungen und Stellungen des Handgelenks
- ergonomische Griffgestaltung durch Griffform, Beschaffenheit und Material

6.5 Auswirkungen auf die Gesundheit von Beschäftigten besonders gefährdeter Gruppen

(1) Die Gefährdungsbeurteilung umfasst bei Exposition durch Vibrationen auch die Auswirkungen auf die Gesundheit und Sicherheit von Beschäftigten, die besonders gefährdeten Personengruppen angehören.

(2) Dazu gehören insbesondere

Personen mit eingeschränkter Belastbarkeit, wie

- Schwangere,
 - Jugendliche,
 - Behinderte oder
 - Beschäftigte mit Vorerkrankungen, die zu Einsetzeinschränkungen führen können,
- und

Personen mit ungenügender Erfahrung oder unzureichenden Kenntnissen, wie

- Auszubildende,
- Berufsanfänger,
- Praktikanten oder auch
- Leiharbeitnehmer.

6.5.1 Schwangere

Nach den Vorschriften zum Mutterschutz genießen Schwangere und stillende Mütter einen besonderen Schutz. Die Forderungen aus dem Mutterschutzgesetz (MuSchG) und der Verordnung zum Schutz der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV) sind hinsichtlich des Schutzes Schwangerer vor „gesundheitsschädigenden Erschütterungen/Vibrationen“ vom Arbeitgeber zu beachten. Dabei ist rechtzeitig eine Gefährdungsbeurteilung gem. MuSchArbV zu erstellen und bei festgestellter Gefährdung durch Vibrationen sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

6.5.2 Jugendliche (Alter 15 bis unter 18 Jahre)

Bei Jugendlichen ist von einer geringeren Belastbarkeit gegenüber Vibrationen auszugehen, da die Skelettreifung noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Deshalb besteht nach § 22 Absatz 1 Nummer 5 Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG) ein Beschäftigungsverbot für Jugendliche für Arbeiten, bei denen sie schädlichen Einwirkungen von Erschütterungen ausgesetzt sind. Allerdings gilt dies nicht bei Jugendlichen über 16 Jahren für Arbeiten, die zur Erreichung ihres Ausbildungsziels erforderlich sind und bei denen der Schutz der Jugendlichen durch die Aufsicht von Fachkundigen gewährleistet ist (§ 22 Absatz 2 JArbSchG). Die Aufsicht soll besonders schädigende Körperhaltungen und andere gefährdende Expositionsumstände vermeiden helfen.

6.5.3 Beschäftigte mit Vorerkrankungen

Beschäftigte mit Vorerkrankungen, die zu Einsatzeinschränkungen führen können, sind z. B. Personen mit Schädigungen des Muskel-Skelett-Systems oder im Fall von Hand-Arm-Vibrationen auch mit Durchblutungsstörungen der oberen Extremitäten. Es ist jeweils der Einzelfall zu betrachten. Hierbei sollte der Betriebsarzt den Beschäftigten beraten. Der Beschäftigte ist nicht verpflichtet, seine Vorerkrankungen offen zu legen.

6.5.4 Auszubildende, Berufsanfänger und Praktikanten

Die Beanspruchung des menschlichen Organismus hängt außer von den reinen Belastungsparametern (Art, Ausmaß und Dauer der Vibrationsexposition) auch von den Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Beschäftigten ab. Aufgrund ihrer geringen Berufserfahrung zählen Auszubildende, andere Berufsanfänger und Praktikanten zu den besonders gefährdeten Personengruppen. Der Umgang mit Arbeitsmaschinen erfordert Erfahrung, um sie vibrationsarm zu betreiben und die Einleitung von Vibrationen möglichst gering zu halten. So erlernt beispielsweise ein Steinmetz erst im Verlaufe der Berufsausübung, den druckluftbetriebenen Meißelhammer mit geringen Ankopplungskräften effizient, sicher, geschickt und vibrationsarm zu führen.

6.5.5 Leiharbeitnehmer

Auch Leiharbeitnehmer sind zu Beginn ihrer Tätigkeit Neulinge im Betrieb. Betriebsabläufe und besondere Gefährdungssituationen sind ihnen noch nicht umfassend bekannt. In den Unterweisungen und bei der Aufgabenübertragung ist deshalb besonders darauf zu achten, dass ihnen alle notwendigen Informationen über die Gefährdung durch Vibrationen sowie zu den betrieblichen Vibrationsschutzmaßnahmen bekannt gemacht werden.

6.5.6 Fürsorgepflichten

Generell hat der Arbeitgeber bei der Übertragung von Aufgaben auf Beschäftigte sowohl deren Befähigung für die Einhaltung der Bestimmungen zu Sicherheit und Gesundheitsschutz zu berücksichtigen (§ 7 ArbSchG) als auch deren individuellen Gesundheitsschutz sicherzustellen (§§ 3 und 4 ArbSchG).

6.6 Beurteilung mittelbarer Gefährdungen

(1) Üblicherweise treten in Gebäuden keine Vibrationen auf, deren Ausmaß allein eine Gesundheitsgefährdung bewirken würde. Die Tages-Vibrationsexpositionswerte $A(8)$ liegen oft deutlich unterhalb der Auslösewerte für Ganzkörper-Vibrationen – also im „Grünen Bereich“ nach dem Ampelmodell für unmittelbare Gefährdungen. Dennoch können Gebäudeschwingungen im Einzelfall die Wahrnehmung und gegebenenfalls die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Damit kann auch eine erhöhte Unfallgefahr verbunden sein, etwa bei Überwachungsaufgaben.

(2) Mittelbare Gefährdungen der Sicherheit und der Gesundheit der Beschäftigten oder auch Dritter liegen vor, wenn z. B. durch Vibrationen die Erfassung von Anzeigeelementen gestört wird oder mobile Maschinen nicht sicher bedient werden können oder wenn Vibrationen die Stabilität der Strukturen oder die Festigkeit von Verbindungen (z. B. von Gebäuden, Maschinen oder Anlagen) beeinträchtigen. Dazu zählen auch unscharfe Monitorarstellungen infolge von Gebäudeschwingungen, angeregt durch Pressen, Stanzen, Rotationsdruckmaschinen oder auch Straßenverkehr. Derartige unscharfe Bilder können bei mehrstündiger Einwirkung zu Kopfschmerzen führen, die damit einhergehenden Leistungsbeeinträchtigungen auch zu psychischen Fehlbelastungen und Gesundheitsstörungen wie Stress oder auch Angst vor Fehlleistungen etc.

(3) Für die Beurteilung der mittelbaren Gefährdungen durch Ganzkörper-Vibrationen können keine allgemeingültigen Grenzwerte oder Auslösewerte genannt werden. Jeder Einzelfall ist gesondert zu betrachten. Es lassen sich jedoch Anhaltswerte für die frequenzbewertete Schwingbeschleunigung bei bestimmten Anforderungsarten aus der Praxis ableiten, die möglichst unterschritten werden sollten.

(4) In einigen Sonderbereichen, z. B. Schmiedehallen oder Gießereien, ist die Einhaltung dieser in Tabelle 1 genannten Anhaltswerte derzeit auch bei Anwendung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes nach dem Stand der Technik nicht immer möglich.

(5) In Tabelle 1 sind a_{we} die frequenzbewertete Schwingbeschleunigung während der Einwirkungsdauer und $\max\{a_{wF}(t)\}$ der Maximalwert des gleitenden Effektivwerts der frequenzbewerteten Beschleunigung mit der Integrationszeitkonstanten $\tau = 0,125$ s.

Tab. 1 Anhaltswerte der frequenzbewerteten Schwingbeschleunigung in Abhängigkeit von unterschiedlichen Anforderungsarten, die möglichst unterschritten werden sollten

Einwirkungsort	in x-, y-, z-Richtung jeweils		
	a_{we} in m/s^2	A(8) in m/s^2	$\max\{a_{wF}(t)\}$ in m/s^2
Erholungsräume, Ruheräume, Sanitärräume (evtl. auch Aufenthaltsräume)	0,01		0,03
Arbeitsplätze mit hohen Anforderungen an die Feinmotorik (z. B. Forschungslabor)	0,015		0,015
Arbeitsplätze mit überwiegend geistiger Tätigkeit (z. B. Schaltwarten, Büroräume)		0,015	0,045
Arbeitsbereiche mit erhöhter Aufmerksamkeit (z. B. Werkstätten)		0,04	0,12
Arbeitsbereiche mit einfachen oder überwiegend mechanischen Tätigkeiten		0,08	
Sonstige Arbeitsbereiche		0,15	

(6) Der Arbeitgeber ist verpflichtet, auch mittelbare Gefährdungen durch Vibrationen zu vermeiden und, wenn deren Beseitigung nicht möglich ist, sie so weit wie möglich zu vermindern.

7 Unterweisung der Beschäftigten

(1) Die Unterweisung der Beschäftigten nach LärmVibrationsArbSchV hinsichtlich Vibrationen ist erforderlich, wenn die Auslösewerte für Vibrationsexposition erreicht oder überschritten werden.

(2) Die Unterweisung dient dazu, die Beschäftigten im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung über die Gefährdungen ihrer Sicherheit und Gesundheit und über die im Betrieb getroffenen Maßnahmen zur Verringerung der Gefährdungen durch Vibrationen zu informieren. Sie soll ein sicherheitsgerechtes und gesundheitszuträgliches Verhalten der Beschäftigten bewirken.

(3) Die Unterweisung ist vor Aufnahme der gefährdenden Tätigkeit durchzuführen und muss danach in regelmäßigen Abständen, jedoch immer bei wesentlichen Änderungen der belastenden Tätigkeit, erfolgen. Um über die Gesundheitsgefährdungen und die Möglichkeit der Früherkennung in der arbeitsmedizinischen Vorsorge aufzuklären, ist ab Überschreiten der Auslösewerte eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung nach § 11 Absatz 3 LärmVibrationsArbSchV durchzuführen (s. a. Abschnitt 8). Eine jährliche Wiederholung der Unterweisung in verständlicher Form und Sprache sichert deren Nachhaltigkeit. Bei wesentlichen Änderungen der Arbeitsbedingungen hat der Arbeitgeber über die neue Gefährdungssituation zu unterrichten. In § 11 LärmVibrationsArbSchV werden die Mindestinhalte beschrieben, die im Rahmen der Unterweisung behandelt werden müssen. Für nicht deutschsprachige Beschäftigte kann es notwendig sein, die Unterweisung in einer für sie verständlichen Sprache durchzuführen. Für die Vermittlung von Inhalten in verständlicher Form stehen allgemein zugängliche Informationsmaterialien der Arbeitsschutzbehörden,

der Unfallversicherungsträger, der Hersteller u. a. gedruckt oder im Internet zur Verfügung (<http://www.baua.de/TRLV>). Dort sind wesentliche Fakten einfach und verständlich – oft auch grafisch aufbereitet – dargestellt, zum Teil auch in mehreren Sprachen.

(4) Den Beschäftigten ist im Rahmen der Unterweisung aufzuzeigen, worin die Gefährdungen bestehen, wie die Vibrationsexposition in Bezug auf die Auslösewerte und Expositionsgrenzwerte einzuschätzen ist, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes ergriffen wurden und wie sie an deren Umsetzung mitwirken können.

(5) Die ordnungsgemäße Handhabung der Arbeitsmittel kann zur Verringerung der Vibrationsexposition beitragen. In diesem Zusammenhang sind z. B. erforderliche Verhaltens- und Handlungsweisen zu erklären, wie Fahrtechniken, Einfluss der Fahrgeschwindigkeit, Verwendung des Sitzgurtes zur besseren Abstützung des Rückens und die richtige Einstellung von Schwingsitzen bei Ganzkörper-Vibrationen. So finden vom Arbeitgeber verfügte Geschwindigkeitsbegrenzungen größere Akzeptanz. Gleiches gilt hinsichtlich der Gewichtseinstellung an den Schwingsitzen oder der Vornahme anderer Sitzeinstellungen (Längsverstellung, Höhe, Neigung der Rückenlehne etc.), damit sie in optimaler Haltung arbeiten können.

(6) Die Bediener handgehaltener und handgeführter Arbeitsmaschinen sind in deren richtigen Gebrauch einzuweisen, d. h. richtige Körper- und Werkzeughaltung und Arbeiten mit möglichst geringer Ankopplungskraft der Hände bei Hand-Arm-Vibrationen. Dazu zählt die Vermittlung von Kenntnissen zur Auswahl geeigneter vibrationsarmer Werkzeuge, zur Einstellung von Betriebsparametern, zu richtiger Handhabung und Körperhaltung sowie zur richtigen Pflege und Wartung der Maschinen. Hierzu gehören auch Informationen über die Aussonderung von Maschinen, verschlissenen Werkzeugen, persönlichen Schutzausrüstungen und Verbrauchsmaterialien.

(7) Die sachgerechte Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung hat bei der Vibrationsexposition eine untergeordnete Bedeutung, da keine eindeutig wirksamen Schutzausrüstungen zur Verfügung stehen. Eine Vibrationsminderung durch die spezielle Gestaltung von Schuhen konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Bei Verwendung von Schutzhandschuhen lässt sich die Verringerung des Risikos nicht quantifizieren. Handschuhe haben allerdings einen Einfluss auf den Schutz vor Kälte.

8 Allgemeine arbeitsmedizinische Beratung

(1) Wenn die Auslösewerte für Vibrationsexposition überschritten werden, hat der Arbeitgeber sicherzustellen, dass die Beschäftigten eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung erhalten. Die allgemeine arbeitsmedizinische Beratung hat die Erläuterung der möglichen gesundheitlichen Folgen der Vibrationseinwirkung und deren Vermeidung sowie die Information über die Ansprüche der Beschäftigten auf arbeitsmedizinische Vorsorge zum Inhalt. Die Beschäftigten erhalten zusätzlich Informationen darüber, wie sie selbst dem Entstehen oder Verschlimmern von Gesundheitsschäden entgegenwirken können.

(2) Die allgemeine arbeitsmedizinische Beratung kann im Rahmen der Unterweisung erfolgen. Sie wird in der Regel in einer Gruppe durchgeführt und ist damit zu unterscheiden von der individuellen Beratung, die Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge ist. Sie ist immer dann unter Beteiligung eines Arbeitsmediziners durchzuführen, wenn dies aus arbeitsmedizinischen Gründen erforderlich ist. Dabei sollte möglichst der Arzt beteiligt werden, der auch mit der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge beauftragt ist. Die Beteiligung eines Arbeitsmediziners wird insbesondere empfohlen, wenn z. B. die Vibrationsexposition langfristig in der Nähe der Expositionsgrenzwerte liegt, wenn Kombinationswirkungen vorliegen oder wenn gesundheitliche Probleme bei Beschäftigten im Betrieb bekannt werden.

(3) Unter „Beteiligung des Arbeitsmediziners“ ist nicht zwingend zu verstehen, dass er oder sie die Beratung persönlich vornimmt. Das Beteiligungsgebot kann z. B. erfüllt werden durch Schulung von Führungskräften, von Fachkräften für Arbeitssicherheit oder durch Mitwirkung bei der Erstellung geeigneter Unterweisungsmaterialien.

(4) In der allgemeinen arbeitsmedizinischen Beratung sind die Beschäftigten über die möglicherweise auftretenden Gesundheitsgefahren zu unterrichten. Sie beinhaltet eine für den Laien verständliche Beschreibung möglicher Gefährdungen und Krankheitsbilder und ihrer Symptome, wenn nach der Gefährdungsbeurteilung eine Gefährdung besteht.

(5) Zur allgemeinen arbeitsmedizinischen Beratung nach LärmVibrationsArbSchV gehören

- Informationen über mögliche gesundheitliche Gefährdungen und ggf. typische Krankheitssymptome, die mit der Einwirkung von Vibrationen verbunden sein können (z. B. Durchblutungsstörungen, Kribbeln, Taubheit der Finger, häufige Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule),
- medizinische Faktoren, die zu einer Erhöhung der Gefährdung führen können, z. B. bestimmte Vorerkrankungen oder Dispositionen,
- Verhaltensregeln zur Arbeitsgestaltung, z. B. Wechsel der Arbeitsweise, eingeschobene Expositionspausen,
- Empfehlungen zur Vorbeugung von Gesundheitsschäden, z. B. Tragen geeigneter Kleidung und Handschuhe, Wärmen des Körpers und der Hände, Bewegen der Finger, Verbesserung der peripheren Blutzirkulation, Nichtraucher,
- der Anlass für die arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge, die Empfehlung der Inanspruchnahme der arbeitsmedizinischen Angebotsvorsorge und die Möglichkeit der Inanspruchnahme arbeitsmedizinischer Wunschvorsorge sowie jeweils deren Nutzen,
- Informationen über Inhalt und Ziel der arbeitsmedizinischen Vorsorge. So werden in den ärztlichen Aufzeichnungen u. a. Angaben über die Arbeitsplatzsituation und Erkenntnisse des Arztes über den individuellen Arbeitsplatz dokumentiert. Diese können zum Nachweis der persönlichen Vibrationsexposition im Laufe des Arbeitslebens herangezogen werden.

9 Schutzmaßnahmen

(1) Auf Grundlage der Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen hat der Arbeitgeber Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen und diese zusammen mit der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

(2) Bei Überschreiten der Auslösewerte ist ein Plan technischer und organisatorischer Maßnahmen mit einem Terminplan und einem Kontrollschema ihrer Wirkung (Vibrationsminderungsprogramm) aufzustellen und durchzuführen. Beispiele von Schutzmaßnahmen und zum Aufstellen eines Vibrationsminderungsprogramms finden sich in der TRLV Vibrationen, Teil 3 „Vibrationsschutzmaßnahmen“.

10 Dokumentation

(1) Der Arbeitgeber hat die Beurteilung der Gefährdungen durch Vibrationen unabhängig von der Zahl der Beschäftigten in seiner Gefährdungsbeurteilung nach § 5 ArbSchG und § 3 Absatz 4 LärmVibrationsArbSchV zu dokumentieren. Anzugeben sind:

1. Bezeichnung und Beschreibung der Tätigkeit oder des Arbeitsplatzes bzw. des Arbeitsbereiches, für den die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt wurde,
2. die am Arbeitsplatz vorhandenen tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen,
3. die Ergebnisse der durchgeführten Ermittlungen (z. B. Herstellerinformationen, vorhandene Expositionsdaten),
4. die Ergebnisse der gegebenenfalls durchgeführten Messungen und Berechnungen,
5. das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung und
6. die notwendigen Maßnahmen zur Vermeidung oder Minimierung der Gefährdung, einschließlich des Ergebnisses der Überprüfung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen.

(2) Tätigkeiten, die auf Grund der Arbeitsbedingungen als gleichartig angesehen werden, können zusammengefasst werden.

(3) Die Dokumentation kann arbeitsplatz- oder tätigkeitsbezogen, aber auch personenbezogen erfolgen. Bei einer arbeitsbereichsbezogenen Dokumentation muss nachvollziehbar sein, welchem Arbeitsbereich die Beschäftigten zuzuordnen sind.

(4) Der Arbeitgeber hat die ermittelten Messergebnisse in einer Form aufzubewahren, die eine spätere Einsichtnahme ermöglicht. Die Aufbewahrungsfrist für diese Ergebnisse beträgt 30 Jahre.

11 Literaturhinweise

- [1] DIN SPEC 45694:2013: Mechanische Schwingungen – Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu den benutzten Maschinen einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern. Beuth Verlag, Berlin

- [2] FA-Informationsblatt 017: Gefährdungsbeurteilung „Vibrationen“ bei handgeführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen: Hinweise zur Nutzung von Herstellerangaben aus Bedienungsanleitungen. <http://www.bg-vibrationen.de>
- [3] DIN EN ISO 5349-1:2001: Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Beuth Verlag, Berlin
- [4] DIN EN ISO 5349-2:2001: Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz. Beuth Verlag, Berlin
- [5] DIN EN 14253:2004: Mechanische Schwingungen – Messung und rechnerische Ermittlung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen am Arbeitsplatz im Hinblick auf seine Gesundheit. Beuth Verlag, Berlin
- [6] ISO 2631-1:1997: Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole body vibration – Part 1: General requirements. International Organization for Standardization, Genf
- [7] VDI 2057 Blatt 1:2002: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen. Beuth Verlag, Berlin
- [8] VDI 2057 Blatt 2:2012: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Hand-Arm-Schwingungen. Beuth Verlag, Berlin
- [9] VDI 2057 Blatt 3:2012: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen an Arbeitsplätzen in Gebäuden. Beuth Verlag, Berlin
- [10] BGIA Report 6/2006: Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen – Kennwerte der Hand-Arm- und Ganzkörper-Schwingungsbelastung. HVBG, Sankt Augustin, 2006
- [11] CEN-Bericht CR 12349:1996: Mechanische Schwingungen – Leitfaden über die Wirkung von Schwingungen auf die Gesundheit des Menschen. Beuth Verlag, Berlin
- [12] Handbuch Ganzkörper-Vibration: A 219, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Bonn, Juli 2007
- [13] Handbuch Hand-Arm-Vibration: A 220, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Bonn, August 2007
- [14] Christ, E. und Fischer, S.: Wirbelsäulenerkrankungen durch Ganzkörper-Vibrationen – Präventionsschwerpunkte aus 1 000 BK-2110-Verdachtsfällen, Die BG, 2001, Heft 2, 60-64

Anlage 1

Korrekturfaktoren bei der Verwendung von Vibrationsemissionswerten für die Beurteilung der Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen

Zur Ermittlung der Emissionswerte (an der betreffenden oder für die geplante Fertigung repräsentativen Maschine) werden, falls hierfür vorhanden, harmonisierte Normen verwendet. Die so ermittelten und in der Betriebsanleitung angegebenen Emissionswerte dienen dem Vergleich von Maschinen verschiedener Hersteller, zur Beurteilung von Maschinen unter Normbedingungen und als Vertragsgrundlage beim Gerätekauf. Sie dürfen nicht mit den für die Gefährdungsbeurteilung erforderlichen personenbezogenen Expositionswerten (Immissionswerte) verwechselt werden! In bestimmten Fällen lassen sich aus den Emissionswerten die zur Gefährdungsbeurteilung benötigten Immissionswerte ermitteln – so unter bestimmten Voraussetzungen bei Hand-Arm-Vibrationen mittels der Korrekturfaktoren aus DIN SPEC 45694:2013 bzw. CEN/TR 15350:2013.

Vorgehensweise:

1. Entnehmen Sie der Betriebsanleitung die Schwingungsprüfnorm der zu beurteilenden Maschine. Beachten Sie dabei das Erscheinungsjahr der Norm.
2. Suchen Sie in den nachfolgenden Tabellen die Zeile mit der zutreffenden Maschinenart und der passenden Schwingungsprüfnorm.
3. Lesen Sie in dieser Zeile in den letzten beiden Spalten den Korrekturfaktor ab.
4. Multiplizieren Sie den in der Betriebsanleitung stehenden Schwingungskennwert (Emissionswert) mit diesem Korrekturfaktor, um den Schwingungsexpositionswert (Immissionswert) zu erhalten, den Sie für die Gefährdungsbeurteilung verwenden können.

Hinweis:

Zu den angeführten Maschinenarten kann es auch aktuellere Prüfnormen geben. Zu diesen sind aber noch keine Korrekturfaktoren ermittelt worden. Auch zu den nicht aufgeführten Maschinenarten liegen noch keine Korrekturfaktoren zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung vor. Eine jährlich aktualisierte Fassung der Tabellen ist auf der Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) <http://www.baua.de/TRLV> (Korrekturfaktoren zur Verwendung von Vibrationsemissionswerten für die Beurteilung der Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen) veröffentlicht.

Stand: 31.10.2014

Korrekturfaktoren bei der Verwendung von Vibrationsemissionswerten für die Beurteilung der Gefährdung durch Hand-Arm-Vibrationen

Hinweis: Zu den angeführten Maschinenarten wurden Prüfnormen mit Herausgabe bis Oktober 2014 berücksichtigt.

Maschinen mit Verbrennungsmotor

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
1	Kettensäge zur Baumpflege	EN ISO 22867:2006/01 EN ISO 22867:2008/11 EN ISO 22867:2011/12	2006/01 2008/11 2011/12	2008/11 2011/12	Baumpflege		1,0
2	Kettensäge < 80 cm ³	EN ISO 22867:2006/01 EN ISO 22867:2008/11 EN ISO 22867:2011/12	2006/01 2008/11 2011/12	2008/11 2011/12	Fällen, Ablängen, Entasten		1,0
3	Kettensäge ≥ 80 cm ³	EN ISO 22867:2006/01 EN ISO 22867:2008/11 EN ISO 22867:2011/12	2006/01 2008/11 2011/12	2008/11 2011/12	Fällen, Ablängen		1,0
4	Grastrimmer	EN ISO 22867:2006/01 EN ISO 22867:2008/11 EN ISO 22867:2011/12	2006/01 2008/11 2011/12	2008/11 2011/12	Gras mit Mähfaden schneiden		1,0
5	Freischneider	EN ISO 22867:2006/01 EN ISO 22867:2008/11 EN ISO 22867:2011/12	2006/01 2008/11 2011/12	2008/11 2011/12	Gestrüpp und Gras mit Metall- sägeblatt schneiden		1,0 ^a
6	Heckenschneider	EN 774:1996/04 1. Änderung:1997/02 2. Änderung:1997/06 3. Änderung:2001/03 EN ISO 10517:2009/07 1. Änderung:2013/09	1996/04 1997/02 1997/06 2001/03 2009/07 2013/09	1997/02 1997/06 2001/03 2009/07 2013/09	Sträucher und Hecken be- schneiden		1,0

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
7	Langschaft-Heckenschneider	EN 774:1996/04 1. Änderung:1997/02 2. Änderung:1997/06 3. Änderung:2001/03 EN ISO 10517:2009/07 1. Änderung:2013/09	1996/04 1997/02 1997/06 2001/03 2009/07 2013/09	1997/02 1997/06 2001/03 2009/07 2013/09	Sträucher und Hecken be- schneiden		1,0
8	Laubbläser (rückengetragener Motor)	EN 15503:2009/11 1. Änderung:2013/10	2009/11 2013/10	2013/10	Flächen mit starkem Luftstrom reinigen		1,0
9	Laubbläser (Kompaktgerät)	in Vorbereitung			Flächen mit starkem Luftstrom reinigen		1,0
10	Sauger	in Vorbereitung			Flächen mit starkem Luftstrom reinigen		1,0
11	Sprühgerät	in Vorbereitung			Flüssigkeit aussprühen		1,0
12	Rasenkantenschneider	ISO 11789:1999/04	1999/04		Wurzeln an den Rändern von Rasenflächen abschneiden		1,0
13	Hochentaster	EN ISO 11680:2000/08 (Teile 1 und 2)	2000/08	2008/11	Baumpflege		1,2 ^b
		EN ISO 11680:2008/11 (Teile 1 und 2) EN ISO 11680:2011/12 (Teile 1 und 2)	2008/11 2011/12	2011/12			1,2 ^e
14	Kehrwalze	EN ISO 22867:2006/01	2006/01	2008/11	Baustellen reinigen		1,2
		EN ISO 22867:2008/11 EN ISO 22867:2011/12	2008/11 2011/12	2011/12			1,2 ^e

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
15	Erntegerät (mit Schlägeln)	EN ISO 22867:2006/01	2006/01	2008/11	gegen Zweige schlagen, um Früchte zu ernten, z. B. Kaffee- bohnen		1,2
		EN ISO 22867:2008/11 EN ISO 22867:2011/12	2008/11 2011/12	2011/12			1,2 ^e
16	Erntegerät (mit Asthaken)	EN ISO 22867:2006/01	2006/01	2008/11	einen Ast schütteln, um Früchte zu ernten, z. B. Oliven		1,2
		EN ISO 22867:2008/11 EN ISO 22867:2011/12	2008/11 2011/12	2011/12			1,2 ^e
17	Motorhacke	EN 709:1997/04 1. Änderung:1999/07 2. Änderung:2009/05	1997/04 1999/07 2009/05	1999/07 2009/05	Boden vor dem Pflanzen auf- lockern		1,2
18	Handbohrgerät	EN 774:1996/04 1. Änderung:1997/02 2. Änderung:1997/06 3. Änderung:2001/03	1996/04 1997/02 1997/06 2001/03	1997/02 1997/06 2001/03 2009/07	Löcher in Holz oder in den Bo- den bohren	1,4	
		EN ISO 10517:2009/07 1. Änderung:2013/09	2009/07 2013/09	2013/09			
19	Pfahlbohrgerät	EN 774:1996/04 1. Änderung:1997/02 2. Änderung:1997/06 3. Änderung:2001/03	1996/04 1997/02 1997/06 2001/03	1997/02 1997/06 2001/03 2009/07	Pfahllöcher in den Boden boh- ren	1,4	
		EN ISO 10517:2009/07 1. Änderung:2013/09	2009/07 2013/09	2013/09			
20	Trennschleifmaschine (handgehalten)	EN ISO 19432:2006/03	2006/03	2008/04	Stein, Asphalt und ähnliches hartes Material schneiden		1,2
		EN ISO 19432:2008/04 EN ISO 19432:2012/07	2008/04 2012/07	2012/07			1,2 ^e

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
21	Trennschleifmaschine (handgeführt)	EN ISO 19432:2006/03	2006/03	2008/04	Stein, Asphalt und ähnliches hartes Material schneiden		1,2 ^c
		EN ISO 19432:2008/04 EN ISO 19432:2012/07	2008/04 2012/07	2012/07			1,2 ^e
22	Gleisschrauber, Schlagschrauber	EN ISO 20643:2005/01 EN ISO 20643:2008/06 1. Änderung:2012/07	2005/01 2008/06 2012/07	2008/06 2012/07	Schrauben im Gleisbau fest- ziehen		1,0
23	Gleisstopfer	EN ISO 20643:2005/01 EN ISO 20643:2008/06 1. Änderung 2012/07	2005/01 2008/06	2008/06	Gleisschotter stampfen		1,0
24	Aufbruchhammer	EN ISO 20643:2005/01 EN ISO 20643:2008/06 1. Änderung:2012/07	2005/01 2008/06 2012/07	2008/06 2012/07	Beton oder Asphalt aufbrechen		1,0
25	Eintreibgerät	CEN ISO/TS 8662-11: 2004/04	2004/04		Eintreibfolge 3 s	1 ^d	

Anmerkungen:

- ^a Freischneider: Es gibt Maschinen, die wie Freischneider aussehen, aber als Schneidwerkzeug statt eines Sägeblatts oder Nylonfadens zwei oszillierende Sterne haben (Heckenscherenprinzip). Derartige Schneidwerkzeuge werden bei dem Prüfverfahren in der Norm nicht behandelt. Da das Werkzeug oszilliert und die Interaktion zwischen dem Werkzeug und dem bearbeiteten Gestrüpp diskontinuierlich ist, kann die Anwendung dieser Norm zu irreführenden Messergebnissen führen. Bei dieser Art von Maschinen ist die Schwingungsemission unter realen Arbeitsbedingungen signifikant höher als der angegebene Schwingungskennwert!
- ^b Hochentaster bzw. Forstfreischneider: Hier kann es eventuell auch zu einer Unterbewertung bis Faktor 2,3 kommen.
- ^c Manche Trennschleifmaschinen (handgeführt): Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen dem (vor 2010) angegebenen Schwingungskennwert und dem Schwingungswert unter realen Arbeitsbedingungen.
- ^d Eintreibgerät: Der Korrekturwert 1,0 gilt nur für Geräte ohne Dämpfungssystem.
- ^e Für diese Prüfnormen konnten zum Zeitpunkt der Drucklegung der überarbeiteten TRLV keine Korrekturfaktoren ermittelt werden. Da diese Normen bereits vorher gültige Prüfnormen, für die Korrekturfaktoren angegeben sind, ersetzen, wurden die jeweils zuletzt angegeben Faktoren im Sinne der Prävention fortgeschrieben.

Elektrisch angetriebene Maschinen

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
1	Bohrhammer (Kombihammer)	EN 50144-2-6:1996/02	1996/02	2000/12	Bohren mit Schlagwerk, Meißeln	2,0	
		EN 50144-2-6:2000/12	2000/12	2003/07			
		EN 60745-2-6:2003/07	2003/07	2007/03			
					Bohren ohne Schlagwerk	0,8	
					Meißeln, Aufbrechen und andere Aufgaben	2,0	
		EN 60745-2-6:2003/07 11. Änderung:2007/03 EN 60745-2-6:2010/03	2003/07 2007/03 2010/03	2007/03 2010/03	Bohren mit und ohne Schlagwerk, Meißeln, Mauerwerk oder Beton aufbrechen, andere Aufgaben mit und ohne Schlagwerk		1,0 ^a
		EN 60745-2-1:2003/07 11. Änderung:2007/01 EN 60745-2-1:2010/03	2003/07 2007/01 2010/03	2007/01 2010/03			
2	Aufbruchhammer (Kombihammer bei abgeschalteter Rotation)	EN 50144-2-6:1996/02	1996/02	2000/12	Beton aufbrechen, Mauerwerk aufbrechen	1,5	
		EN 50144-2-6:2000/12	2000/12	2003/07			
		EN 60745-2-6:2003/07	2003/07	2007/03			
		EN 60745-2-6:2003/07 11. Änderung:2007/03 EN 60745-2-6:2010/03	2003/07 2007/03 2010/03	2007/03 2010/03			1,0 ^a
3	Schlagbohrmaschine	EN 50144-2-1:1995/04	1995/04	1999/11	Bohren mit Schlagwerk	1,5	
		EN 50144-2-1:1999/11	1999/11	2007/03			
		EN 60745-2-1:2003/07	2003/07	2007/03			
		EN 60745-2-1:2003/ 11. Änderung:2007/03 EN 60745-2-1:2010/03	2003/07 2007/03 2010/03	2007/03 2010/03			

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
4	Bohrmaschine	EN 50144-2-1:1995/04 EN 50144-2-1:1999/11 EN 60745-2-1:2003/07	1995/04 1999/11 2003/07	1999/11 2007/03 2007/03	Bohren, Schrauben	1,0	
		EN 60745-2-1:2003/07 11. Änderung:2007/03 EN 60745-2-1:2010/03	2003/07 2007/03 2010/03	2007/03 2010/03	Bohren (ohne Schlagwerk), Schrauben		1,0
5	Schleifmaschine mit Schleifteller	EN 50144-2-3:2002/07 1. Änderung:2002/12 2. Änderung 2003/04	2002/07 2002/12 2003/04	2002/12 2003/04 2007/03	Schleifen ^b , Feinschleifen	1,5	
		EN 60745-2-3:2007/03 EN 60745-2-3:2011/02	2007/03 2011/02	2011/02	Polieren	0,8	
6	Schleifmaschine ohne Schleifteller	EN 50144-2-4:1995/04 EN 50144-2-4:1999/11 EN 60745-2-4:2003/07	1995/04 1999/11 2003/07	1999/11 2003/07 2007/03	verschiedene Materialien und Beschichtungen feinschleifen	1,5	
		EN 60745-2-4:2003/07 11. Änderung:2007/03 EN 60745-2-4:2009/12	2007/03 2009/12	2009/12			1,0
7	Kreissäge	EN 50144-2-5:1996/02 EN 50144-2-5:1999/11 EN 50260-2-5:2002/05 EN 60745-2-5:2003/06	1996/02 1999/11 2002/05 2003/06	1999/11 2003/06 2003/06 2007/03	Holz und weiches Material schneiden	1,5	
		EN 60745-2-5:2007/03 EN 60745-2-5:2010/10	2007/03 2010/10	2010/10			1,0

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
8	Säbelsäge	EN 50144-2-11:1996/08 EN 60745-2-11:2003/08	1996/08 2003/08	2003/08 2007/05	verschiedenes Material schnei- den	2,0	
		EN 60745-2-11:2003/08 11. Änderung:2007/05	2007/05	2009/12	Schneiden von Brettern Balken und Rohre schneiden sowie Abbrucharbeiten		1,0 ^a 1,5 ^a
		EN 60745-2-11:2003/08 12. Änderung:2009/12 EN 60745-2-11:2010/03	2009/12 2010/03	2010/03	Bretter, Balken und Rohre schneiden sowie Abbruch- arbeiten		1,0 ^a
9	Stichsäge	EN 50144-2-10:1996/02 EN 50144-2-10:2001/03 EN 60745-2-11:2003/08	1996/02 2001/03 2003/08	2001/03 2003/08 2007/05	verschiedenes Material schnei- den	1,5	
		EN 60745-2-11:2003/08 11. Änderung:2007/05 12. Änderung:2009/12 EN 60745-2-11:2010/03	2007/05 2009/12 2010/03	2009/12 2010/03	Schneiden von Brettern und Blechen		1,0 ^a
10	Schrauber	EN 50144-2-2:1995/04 EN 50144-2-2:1999/11 EN 60745-2-2:2003/07	1995/04 1999/11 2003/07	1999/11 2003/09 2007/05	Schrauben festziehen, Bohren	1,5	
		EN 60745-2-2:2003/07 11. Änderung:2007/03 12. Änderung:2009/12 EN 60745-2-2:2010/03	2007/05 2009/12 2010/03	2009/12 2010/03			1,0

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
11	Schlagschrauber	EN 50144-2-2:1995/04 EN 50144-2-2:1999/11 EN 60745-2-2:2003/07	1995/04 1999/11 2003/07	1999/11 2003/09 2007/05	Schrauben mit Schlagunterstützung festziehen	1,5	
		EN 60745-2-11:2003/08 11. Änderung:2007/05 12. Änderung:2009/12 EN 60745-2-2:2010/03	2007/05 2009/12 2010/03	2009/12 2010/03			1,0
12	Kettensäge	EN 50144-2-13:2002/09 EN 60745-2-13:2007/06 EN 60745-2-13:2009/07	2002/09 2007/06 2009/07	2007/06 2009/07	Holz schneiden (Baustelle, Tischlerei)		1,0
13	Heckenschneider	EN 50144-2-15:1997/01 EN 50144-2-15:2001/04	1997/01 2001/04	2001/04 2006/08	Sträucher und Hecken beschneiden	2,0	
		EN 60745-2-15:2006/08 EN 60745-2-15:2009/07	2006/08 2009/07	2009/07		2,0 ^e	
14	Langschaft-Heckenschneider	EN 50144-2-15:1997/01 EN 50144-2-15:2001/04	1997/01 2001/04	2001/04 2006/08	Sträucher und Hecken beschneiden	2,0	
		EN 60745-2-15:2006/08 EN 60745-2-15:2009/07	2006/08 2009/07	2009/07		2,0 ^e	
15	Spritzpistole	EN 50144-2-7:1996/02 EN 50144-2-7:2000/12	1996/02 2000/12	2000/12 2012/03	Flüssigkeit aussprühen	1,5	
		EN 50580:2012/03	2012/03			1,5 ^e	
16	Bleischere, Knabber (Nibbler)	EN 50144-2-8:1996/02 (alle Ausgaben) EN 60745-2-8:2003/07	1996/02 2003/07	2003/07 2007/04	Blech schneiden	1,5 ^c	
		EN 60745-2-8:2003/07 11. Änderung:2007/04 EN 60745-2-8:2009/09	2007/04 2009/09	2009/09			1,0

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
17	Gewindeschneider	EN 50144-2-9:1996/02 EN 60745-2-9:2003/08	1996/02 2003/08	2003/08 2007/06	Gewinde schneiden	1,5	
		EN 60745-2-9:2003/08 11. Änderung:2007/06 EN 60745-2-9:2009/09	2007/06 2009/09	2009/09			1,0
18	Hobel	EN 50144-2-14:1996/02 EN 50144-2-14:2001/03	1996/02 2001/03	2001/03 2003/10	Weichholz hobeln	1,5	
		EN 60745-2-14:2003/10 11. Änderung:2007/04 EN 60745-2-14:2009/09	2003/10 2007/04 2009/09	2007/04 2009/09			1,0
19	Oberfräse	EN 50144-2-17:2000/02 EN 60745-2-17:2003/07	2000/02 2003/07	2003/07 2007/04	Nuten und Kanten fräsen	1,5	
		EN 60745-2-17:2003/07 11. Änderung:2007/04 EN 60745-2-17:2010/09	2007/04 2010/09	2010/09			1,0
20	Kantenfräse	EN 50144-2-18:2000/02 EN 60745-2-17:2003/07	2000/02 2003/07	2003/07 2007/04	Nut und Feder fräsen	1,5	
		EN 60745-2-17:2003/07 11. Änderung:2007/04 EN 60745-2-17:2010/09	2007/04 2010/09	2010/09	Nuten und Kanten fräsen		1,0
21	Laubbläser	EN 60335-2-100			Flächen mit starkem Luftstrom reinigen		1,0
22	Grastrimmer	EN 786:1996/05 1. Änderung:2001/03 2. Änderung:2009/10	1996/05 2001/03 2009/10	2001/03 2009/10	Gras mit Mähfaden schneiden		1,0

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrektur- faktor zu a_{hw}	Korrektur- faktor zu a_{hv}
			von	bis			
23	Hochentaster	EN 50144-2-13:2002/09 EN 60745-2-13:2007/06 EN 60745-2-13:2009/07	2002/09 2007/06 2009/07	2007/06 2009/07	Baumpflege	1,0	
24	Diamantbohrmaschine	EN 60745-2-1:2003/07 11. Änderung:2007/01 EN 60745-2-1:2010/03	2007/01 2010/03	2010/03	nass Diamant bohren (mit und ohne Wasser)		1,0
25	Oszillationsmesser				dickes Gummi schneiden	2,0 ^d	
					dünnes Gummi schneiden	1,5 ^d	

Anmerkungen:

- ^a Manch ältere (vor 2010 angegebene) Werte sind im Allgemeinen kein Abbild der Werte unter realen Arbeitsbedingungen.
- ^b Winkelschleifer mit hoher Drehzahl: Bei Maschinen mit grober Schleifscheibe kann die Vibrationsemission unter realen Arbeitsbedingungen signifikant höher als der (vor 2010) angegebene Vibrationskennwert sein.
Schleifer mit biegsamer Welle: Die Prüfnorm gilt hier nicht, die Tabellenwerte sind hier nicht anwendbar!
- ^c Knabber: Besonders beim Bearbeiten von steifem Blech mit Maschinen mit Zusatzgriff kann die Vibrationsemission unter diesen realen Arbeitsbedingungen signifikant höher als der (vor 2010) angegebene Vibrationskennwert sein.
Blechscheren: Die Messnorm enthält nicht genug Information über das Material, um den Vibrationskennwert für harte Arbeit an steifem Blech unter realen Arbeitsbedingungen heranziehen zu können.
- ^d Oszillationsmesser: Werte, die auf Leerlaufmessungen basieren, können nicht – auch nicht mit Korrekturfaktor – zur Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden.
- ^e Für diese Prüfnormen konnten zum Zeitpunkt der Drucklegung der überarbeiteten TRLV keine Korrekturfaktoren ermittelt werden. Da diese Normen bereits vorher gültige Prüfnormen, für die Korrekturfaktoren angegeben sind, ersetzen, wurden die jeweils zuletzt angegebenen Faktoren im Sinne der Prävention fortgeschrieben.

Druckluftbetriebene Maschinen

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrekturfaktor zu a_{hw}	Korrekturfaktor zu a_{hv}	
			von	bis				
1	Niethammer Meißelhammer	EN 28662-2:1994/05 1. Änderung:1995/08 2. Änderung:2001/05	1994/05 1995/08 2001/05	1995/08 2001/05 2011/04	Nieten, Meißeln	1,5		
					Guss putzen, andere Aufgaben	2,0		
		EN ISO 28927-10:2011/04	2011/04		Nieten, Meißeln, Guss putzen, andere Aufgaben		1,0	
2	Bohrhammer Gesteinsbohrmaschine	EN 28662-1:1994/05 1. Änderung:1995/08 2. Änderung:2001/05	1994/05 1995/08 2001/05	1995/08 2001/05	Bohren mit Schlagwerk, Meißeln	2,0		
		EN ISO 28927-10:2011/04	2011/04					1,0
3	Schleifmaschine	EN ISO 8662-4:1995/04	1995/04	2009/12	Winkelschleifer, Vertikalschleifer: Schleifen, Trennen Geradschleifer: Schleifen Winkel-, Vertikalschleifer: mit Becher-/Topfdrabtbürste	1,5		
		EN ISO 28927-1:2009/12 EN ISO 28927-4:2010/12	2009/12 2010/12					1,0 ^a
								1,6 ^a
4	Aufbruchhammer Spatenhammer	EN 28662-5:1994/05 1. Änderung:1995/08 2. Änderung:2001/10	1994/05 1995/08 2001/10	1995/08 2001/10 2011/04	Beton aufbrechen	2,0 ^b		
					Asphalt aufbrechen	1,5 ^b		
		EN ISO 28927-10:2011/04	2011/04		Beton oder Asphalt aufbrechen		1,0	
5	Schlagbohrmaschine	EN ISO 8662-6:1995/04	1995/04	2009/12	Bohren mit Schlagwerk	1,5		
		EN ISO 28927-5:2009/12	2009/12					1,0
6	Schlagschrauber, Schrauber mit Impuls- oder Ratschenantrieb	EN ISO 8662-7:1997/07	1997/07	2009/12	Schraubverbindungen festziehen	1,5		
		EN ISO 28927-2:2009/12	2009/12					1,0

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrekturfaktor zu a_{hw}	Korrekturfaktor zu a_{hv}
			von	bis			
7	Poliermaschine, Rotationsschleifer, Schwingschleifer, Exzentrerschleifer	EN ISO 8662-8:1997/09	1997/09	2009/12	Polieren, Schleifen	1,5	
		EN ISO 28927-3:2009/12	2009/12				1,0
8	Stampfer	EN ISO 8662-9:1996/11	1996/11	2009/12	Stampfen	1,5	
		EN ISO 28927-6:2009/12	2009/12				1,0
9	Knabber, Schere	EN ISO 8662-10:1998/10	1998/10	2002/07	Blech schneiden	1,5	
		EN ISO 8662-10:1998/10 AC: 2002/07	2002/07	2009/12		1,5 ^e	
		EN ISO 28927-7:2009/12	2009/12				1,0
10	Geradschleifer mit gerader oder abgewinkelter Spannzange	EN ISO 8662-13:1997/07	1997/07	1998/09	mit Schleifstift oder rotierender Feile arbeiten	1,5 ^c	
		EN ISO 8662-13:1998/09 AC: 1998/09	1998/09	2012/10		1,5 ^e	
		EN ISO 28927-12:2012/10	2012/10				1,0
11	Nadelentrostler, Steinbearbeitungsmaschine	EN ISO 8662-14:1996/12	1996/12	2009/12	Schweißnaht putzen	2,0	
		EN ISO 28927-9:2009/12 EN ISO 28927-11:2011/02	2009/12 2011/02		Schweißnaht putzen Stein bearbeiten		1,0
12	Eintreibgerät	CEN ISO/TS 8662-11:2004/04	2004/04		Eintreibfolge 3 s	1,0	
13	Säge, Feile	EN ISO 8662-12:1997/09	1997/09	2009/12	Holz oder Stahl bearbeiten	1,5	
		EN ISO 28927-08:2009/12	2009/12				1,0
14	Oszillationsmesser	EN ISO 28927-8:2009/12	2009/12		dickes Gummi schneiden	2,0 ^d	
					dünnes Gummi schneiden	1,5	

Anmerkungen:

- ^a Winkel- und Vertikalschleifer: Die deklarierten Werte gelten für die in der Prüfnorm (Tabelle 1) aufgeführten Scheiben, für andere Werkzeuge kann die tatsächliche Vibrationsbelastung variieren. So muss der für die Scheiben angegebene Emissionswert bei Verwendung von Becher-/Topfdrahtbürsten mit dem Faktor 1,6 korrigiert werden.
- ^b Aufbruch- und Spatenhammer: Bei einigen Maschinen mit schwingungsisolierenden Griffen hängt der Vibrationsimmissionswert sehr stark von der Andruckkraft ab. Bei solchen Maschinen gelten die hier angegebenen Werte nur, wenn die aufgebrachte Andruckkraft den Herstellerempfehlungen entspricht.
- ^c Die Vibrationen hängen in starkem Maße von der Unwucht des Einsatzwerkzeugs ab und können signifikant höher als der Vibrationskennwert sein. Neben der Vibration durch den Schleifer mit dem Einsatzwerkzeug kann eine hohe Belastung auch über das handgehaltene Werkstück (z. B. im Dentallabor) erfolgen, was durch den Vibrationskennwert bisher kaum erfasst wird.
- ^d Oszillationsmesser: Die Messnorm liefert im Allgemeinen kein Abbild der Werte unter realen Arbeitsbedingungen. Beim Arbeiten an sehr dickem Gummi, z. B. 4 cm bis 6 cm dick, treten häufig Resonanzeffekte auf, sodass die Vibrationsemission unter diesen realen Arbeitsbedingungen signifikant höher als der angegebene Vibrationskennwert ist.
- ^e Für diese Prüfnormen konnten zum Zeitpunkt der Drucklegung der überarbeiteten TRLV keine Korrekturfaktoren ermittelt werden. Da diese Normen bereits vorher gültige Prüfnormen, für die Korrekturfaktoren angegeben sind, ersetzen, wurden die jeweils zuletzt angegebenen Faktoren im Sinne der Prävention fortgeschrieben.

Hydraulikbetriebene Maschinen

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrekturfaktor zu a_{hw}	Korrekturfaktor zu a_{hv}		
			von	bis					
1	Meißelhammer	EN 28662-2:1994/05 1. Änderung:1995/08 2. Änderung:2001/05	1994/05 1995/08 2001/05	1995/08 2001/05 2011/04	Guss putzen, meißeln, andere Aufgaben	2,0			
		EN ISO 28927-10:2011/04	2011/04						1,0
2	Bohrhammer, Gesteinsbohrmaschine, Bohrmaschine, Kernbohrmaschine	EN 28662-3:1994/05 1. Änderung:1995/08 2. Änderung:2001/05	1994/05 1995/08 2001/05	1995/08 2001/05 2011/04	Bohren mit Schlagwerk, meißeln, Bohrkerne herausbohren	2,0			
		EN ISO 28927-10:2011/04	2011/04						1,0
3	Schleifmaschine, Trennschleifer	EN ISO 8662-4:1995/04	1995/04	2009/12	Winkelschleifer, Vertikalschleifer: schleifen, trennen Geradschleifer: schleifen Winkel-, Vertikalschleifer: mit Becher-/Topfdrahtbürste	1,5			
		EN ISO 28927-1:2009/12 EN ISO 28927-4:2010/12	2009/12 2010/12						1,0 ^a
									1,6 ^a
4	Aufbruchhammer, Spatenhammer	EN 28662-5:1994/05 1. Änderung:1995/08 2. Änderung:2001/10	1994/05 1995/08 2001/10	1995/08 2001/05 2011/04	Beton aufbrechen	2,0			
		EN ISO 28927-10:2011/04	2011/04		Asphalt aufbrechen	1,5 ^b			
					Beton oder Asphalt aufbrechen		1,0		
5	Schlagbohrmaschine	EN ISO 8662-6:1995/04	1995/04	2009/12	Bohren mit Schlagwerk	1,5			
		EN ISO 28927-5:2009/12	2009/12						1,0
6	Schlagschrauber, Schrauber mit Impuls- antrieb	EN ISO 8662-7:1997/07	1997/07	2009/12	Schraubverbindungen festziehen	1,5			
		EN ISO 28927-2:2009/12	2009/12						1,0
7	Poliermaschine, Rotationsschleifer, Schwingschleifer, Exzenterschleifer	EN ISO 8662-8:1997/09	1997/09	2009/12	Polieren, Schleifen	1,5			
		EN ISO 28927-3:2009/12	2009/12						1,0

Nr.	Maschine	Schwingungsprüfnorm laut Betriebsanleitung	Gültigkeitszeitraum der Norm		Arbeitsaufgabe	Korrekturfaktor zu a_{hw}	Korrekturfaktor zu a_{hv}
			von	bis			
8	Stampfer, Stabstampfer	EN ISO 8662-9:1996/11	1996/11	2009/12	Stampfen	1,5	
		EN ISO 28927-6:2009/12	2009/12				1,0
9	Schere	EN ISO 8662-10:1998/10	1998/10	2002/07	Metallkabel schneiden	1,5	
		EN ISO 8662-10:1998/10 AC: 2002/07	2002/07	2009/12		1,5 ^c	
		EN ISO 28927-7:2009/12	2009/12				1,0
10	Säge, Kreissäge	EN ISO 8662-12:1997/09	1997/09	2009/12	Holz oder Stahl schneiden	1,5	
		EN ISO 28927-8:2009/12	2009/12				1,0
11	Steinbearbeitungsmaschine	EN ISO 8662-14:1996/12	1996/12	2009/12	Stein bearbeiten	2,0	
		EN ISO 28927-9:2009/12	2009/12				1,0
		EN ISO 28927-11:2011/02	2011/02				

Anmerkungen:

- ^a Winkel- und Vertikalschleifer: Die deklarierten Werte gelten für die in der Prüfnorm (Tabelle 1) aufgeführten Scheiben, für andere Werkzeuge kann die tatsächliche Vibrationsbelastung variieren. So muss der für die Scheiben angegebene Emissionswert bei Verwendung von Becher-/Topfdrahtbürsten mit dem Faktor 1,6 korrigiert werden.
- ^b Aufbruch- und Spatenhammer: Bei einigen Maschinen mit schwingungsisolierenden Griffen hängt der Vibrationsimmissionswert sehr stark von der Andruckkraft ab. Bei solchen Maschinen gelten die hier angegebenen Werte nur, wenn die aufgebrachte Andruckkraft den Herstellerempfehlungen entspricht.
- ^c Für diese Prüfnormen konnten zum Zeitpunkt der Drucklegung der TRLV keine Korrekturfaktoren ermittelt werden. Da diese Normen bereits vorher gültige Prüfnormen, für die Korrekturfaktoren angegeben sind, ersetzen, wurden die jeweils zuletzt angegeben Faktoren im Sinne der Prävention fortgeschrieben.

Anlage 2

Ermittlung des Tages-Expositionswertes $A(8)$, Vorgehensweise bei Ganzkörper-Vibrationen

(1) Die Beurteilung von Vibrationen erfolgt über das sogenannte Energieäquivalenzprinzip. Das bedeutet, dass zwei verschiedene Vibrationsexpositionen die gleiche Wirkung haben, wenn die Produkte aus den Quadraten der Beschleunigungen 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

$$a_{w1}^2 \cdot T_1 = a_{w(8h)}^2 \cdot 8 \text{ h}$$

wobei a_{w1} die Beschleunigung und T_1 die Einwirkungsdauer der zu normierenden Vibrationsbelastung sind. Der Ausdruck $a_{w(8h)}$ ist die auf acht Stunden bezogene Beschleunigung, die die gleiche Wirkung entfaltet wie die Beschleunigung a_{w1} in der Einwirkungsdauer T_1 .

(2) Um den Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$ zu einer Vibrationsexposition mit einem Beschleunigungswert a_{we} und einer Einwirkungsdauer von T_e zu bestimmen, ist die obige Formel umzustellen und der Korrekturfaktor k für jede Einwirkungsrichtung x , y , und z einzufügen:

$$A(8) = k \cdot a_{we} \sqrt{\frac{T_e}{8 \text{ h}}}$$

(3) Der Korrekturfaktor k hat den Wert 1 für die z -Richtung und 1,4 für die x - und die y -Richtung. Damit wird die unterschiedliche Empfindlichkeit des Menschen auf vertikale und horizontale Vibrationen berücksichtigt.

(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:

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

(5) Zur Bestimmung des Tages-Vibrationsexpositionswertes $A(8)$ ist die Summe aus den Teil-Vibrationsexpositionen für die verschiedenen Vibrationsquellen i mit den Beschleunigungswerten a_{wi} und den Teilexpositionsdauern T_i für jede Einwirkungsrichtung x , y , und z separat zu bilden. Entsprechend dem Anhang der LärmVibrationsArbSchV ist der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$ – die Gesamt-Tagesexposition gegenüber Vibrationen – derjenige Wert von $A_x(8)$, $A_y(8)$ und $A_z(8)$, aus dem die geringste zulässige Expositionszeit folgt. Eine eventuelle Überschreitung des Auslösewerts von $0,50 \text{ m/s}^2$ ist wegen dem daraus abzuleitenden Erfordernis von Maßnahmen zur Verringerung der Exposition für jede Richtung separat zu prüfen.

(6) Eine andere, mathematisch korrekte Definition ist die folgende:

Wenn sowohl in z-Richtung als auch in mindestens einer der Richtungen x und y der Auslösewert überschritten wird, so ist $A(8)$ derjenige Richtungs- wert ($A_x(8)$ oder $A_y(8)$ oder $A_z(8)$) bei dem der Quotient aus diesem Wert und dem richtungsabhängigen Expositionsgrenzwert ($A_x(8)/1,15 \text{ m/s}^2$, $A_y(8)/1,15 \text{ m/s}^2$ oder $A_z(8)/0,80 \text{ m/s}^2$) maximal ist. In allen anderen Fällen ist $A(8)$ der größte der Richtungswerte.

(7) Wenn sowohl in z-Richtung als auch in mindestens einer der Richtungen x und y der Auslösewert überschritten wird, ist auch derjenige Wert von $A_x(8)$, $A_y(8)$ und $A_z(8)$, für den sich der größte Prozentsatz der Ausschöpfung des jeweiligen Grenzwerts (Ausschöpfungsgrad) ergibt, der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$:

$$\frac{A(8)}{\text{Grenzwert}} = \max \left\{ \frac{A_x(8)}{1,15 \text{ m/s}^2} \cdot 100\%; \frac{A_y(8)}{1,15 \text{ m/s}^2} \cdot 100\%; \frac{A_z(8)}{0,80 \text{ m/s}^2} \cdot 100\% \right\}$$

Diese Berechnung von $A(8)$ ist praxisnah umgesetzt, wenn z. B. der Ganzkörper-Vibrations-Belastungsrechner (http://bb.osha.de/docs/gkv_calculator.xls) verwendet wird.

Beispiele:

Tages-Expositionswert $A(8)$ bei nur einer Tätigkeit mit Vibration

Schritt 1: Ermitteln Sie die drei Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung a_{wx} , a_{wy} und a_{wz} aus Herstellerangaben, sonstigen Quellen bzw. Messungen.

Schritt 2: Bestimmen Sie die Tagesexposition in den drei Richtungen x, y und z aus:

$$A_x(8) = 1,4 \cdot a_{wx} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_y(8) = 1,4 \cdot a_{wy} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_z(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

Hierin ist

- T_{exp} die tägliche Dauer der Exposition gegenüber Vibrationen und
- T_0 die Referenzdauer von acht Stunden.

Schritt 3: Derjenige Wert von $A_x(8)$, $A_y(8)$ und $A_z(8)$, für den sich der größte Prozentsatz der Ausschöpfung des jeweiligen Grenzwerts ergibt, ist der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$.

Beispiel A2.1

Der Fahrer einer Baumerntemaschine fährt das Fahrzeug $6 \frac{1}{2}$ Stunden pro Tag.

Schritt 1: Die Vibrationswerte am Sitz sind:

- x-Achse: $a_{wx} = 0,2 \text{ m/s}^2$
- y-Achse: $a_{wy} = 0,4 \text{ m/s}^2$
- z-Achse: $a_{wz} = 0,25 \text{ m/s}^2$

Schritt 2: Die tägliche Exposition an x-, y- und z-Achse beträgt somit:

$$A_x(8) = 1,4 \cdot 0,2 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,25 \text{ m/s}^2 \quad \frac{0,25 \text{ m/s}^2}{1,15 \text{ m/s}^2} \cdot 100 \% = 21,7 \%$$

$$A_y(8) = 1,4 \cdot 0,4 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,50 \text{ m/s}^2 \quad \frac{0,50 \text{ m/s}^2}{1,15 \text{ m/s}^2} \cdot 100 \% = 43,5 \%$$

$$A_z(8) = 0,25 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,23 \text{ m/s}^2 \quad \frac{0,23 \text{ m/s}^2}{0,80 \text{ m/s}^2} \cdot 100 \% = 28,8 \%$$

Schritt 3: Die tägliche Vibrationsexposition $A(8)$ ist derjenige Wert von $A_x(8)$, $A_y(8)$ und $A_z(8)$, für den sich der größte Prozentsatz der Ausschöpfung des jeweiligen Grenzwerts ergibt. In diesem Fall die y-Achse: $A_y(8) = 0,50 \text{ m/s}^2$ (d. h. auf Höhe des Auslösewertes).

Tages-Expositionswert $A(8)$ bei mehr als nur einer Aufgabe

Ist eine Person mehr als einer Vibrationsquelle ausgesetzt (vielleicht, weil sie zwei oder mehr unterschiedliche Maschinen nutzt bzw. Tätigkeiten am Tag ausübt), wird eine Teil-Vibrationsexposition aus der Größe und der Dauer für jede Achse und für jede Exposition errechnet. Die Teil-Vibrationswerte werden zusammengefasst und ergeben den täglichen Gesamtwert der Exposition $A(8)$ für die betreffende Person und für jede Achse. Derjenige Wert von $A_x(8)$, $A_y(8)$ und $A_z(8)$, für den sich der größte Prozentsatz der Ausschöpfung des jeweiligen Grenzwerts ergibt, ist der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$.

Schritt 1: Bestimmen Sie für jede Aufgabe bzw. für jedes Fahrzeug die drei Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung a_{wx} , a_{wy} und a_{wz} aus den Herstellerangaben, sonstigen Quellen bzw. Messungen.

Schritt 2: Ermitteln Sie die tägliche Teilexposition in den drei Richtungen x, y und z aus:

$$A_{x,i}(8) = 1,4 \cdot a_{wx} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_{y,i}(8) = 1,4 \cdot a_{wy} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

$$A_{z,i}(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}$$

Hierin ist

- T_{exp} die tägliche Dauer der Exposition gegenüber Vibrationen und
- T_0 die Referenzdauer von acht Stunden.

Jede Teil-Vibrationsexposition steht für den Anteil, den eine bestimmte Vibrationsquelle (Maschine oder Tätigkeit) an der täglichen Gesamtexposition des Arbeitnehmers hat. Die Kenntnis der Teilexpositionswerte wird bei der Festlegung der Prioritäten helfen: Schutzmaßnahmen sollten vorrangig die Maschinen, Tätigkeiten bzw. Prozesse betreffen, die die höchsten Werte einer Teil-Vibrationsexposition haben.

Schritt 3: Die tägliche Gesamt-Vibrationsexposition kann aus den Werten für die Teil-Vibrationsexposition für jede Achse (j) errechnet werden, unter Verwendung von:

$$A_j(8) = \sqrt{A_{j1}(8)^2 + A_{j2}(8)^2 + A_{j3}(8)^2 + \dots}$$

Hierin sind $A_{j1}(8)$, $A_{j2}(8)$, $A_{j3}(8)$ etc. die Werte für die Teil-Vibrationsexposition für die verschiedenen Vibrationsquellen.

Schritt 4: Derjenige Wert von $A_x(8)$, $A_y(8)$ und $A_z(8)$, für den sich der größte Prozentsatz der Ausschöpfung des jeweiligen Grenzwerts ergibt, ist der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$.

Beispiel A2.2

Ein Auslieferungsfahrer verbringt täglich eine Stunde damit, seinen Lieferwagen mit Hilfe eines kleinen Gabelstaplers zu beladen. Im Anschluss daran sitzt er sechs Stunden lang am Steuer seines Lieferwagens.

Schritt 1: Die Vibrationswerte am Sitz sind folgende:

Gabelstapler	Lieferwagen
<ul style="list-style-type: none"> x-Achse: $a_{wx} = 0,5 \text{ m/s}^2$ y-Achse: $a_{wy} = 0,3 \text{ m/s}^2$ z-Achse: $a_{wz} = 0,9 \text{ m/s}^2$ 	<ul style="list-style-type: none"> x-Achse: $a_{wx} = 0,2 \text{ m/s}^2$ y-Achse: $a_{wy} = 0,3 \text{ m/s}^2$ z-Achse: $a_{wz} = 0,3 \text{ m/s}^2$

Schritt 2: Die tägliche Exposition an der x-, y- und z-Achse beträgt somit:

Gabelstapler	Lieferwagen
$A_{x,\text{Stapler}}(8) = 1,4 \cdot 0,5 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,25 \text{ m/s}^2$	$A_{x,\text{Lieferwagen}}(8) = 1,4 \cdot 0,2 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,24 \text{ m/s}^2$
$A_{y,\text{Stapler}}(8) = 1,4 \cdot 0,3 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,15 \text{ m/s}^2$	$A_{y,\text{Lieferwagen}}(8) = 1,4 \cdot 0,3 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,36 \text{ m/s}^2$
$A_{z,\text{Stapler}}(8) = 0,9 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,32 \text{ m/s}^2$	$A_{z,\text{Lieferwagen}}(8) = 0,3 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,26 \text{ m/s}^2$

Schritt 3: Die tägliche Vibrationsexposition für jede Achse beträgt:

$$A_x(8) = \sqrt{0,25^2 + 0,24^2} = 0,35 \text{ m/s}^2 \quad \frac{0,35 \text{ m/s}^2}{1,15 \text{ m/s}^2} \cdot 100\% = 30,4\%$$

$$A_y(8) = \sqrt{0,15^2 + 0,36^2} = 0,39 \text{ m/s}^2 \quad \frac{0,39 \text{ m/s}^2}{1,15 \text{ m/s}^2} \cdot 100\% = 33,9\%$$

$$A_z(8) = \sqrt{0,32^2 + 0,26^2} = 0,41 \text{ m/s}^2 \quad \frac{0,41 \text{ m/s}^2}{0,80 \text{ m/s}^2} \cdot 100\% = 51,3\%$$

Die tägliche Vibrationsexposition des Auslieferungsfahrers ist derjenige Wert von $A_x(8)$, $A_y(8)$ und $A_z(8)$, für den sich der größte Prozentsatz der Ausschöpfung des jeweiligen Grenzwerts ergibt. In diesem Fall ist das der Wert für die z-Achse: $0,41 \text{ m/s}^2$, d. h. unterhalb des Auslösewertes.

System der Expositionspunkte

(1) Das Management der Exposition gegenüber Ganzkörper-Vibrationen lässt sich durch die Verwendung eines Systems mit Expositionspunkten vereinfachen. Für jedes betriebene Fahrzeug oder jede betriebene Maschine lässt sich die Anzahl der in einer Stunde gesammelten Expositionspunkte ($P_{E,1h}$ in Punkten pro Stunde) über die Vibrationsintensität a_w und den Faktor k (1,4 für die x- und y-Achse bzw. 1,0 für die z-Achse) ermitteln:

$$P_{E,1h} = 50 \cdot (k \cdot a_w)^2$$

(2) Expositionspunkte werden einfach addiert, so dass man für jede Person die Gesamtzahl von Expositionspunkten an einem Tag bestimmen kann.

(3) Die den Auslöse- und Expositionsgrenzwerten entsprechenden Expositionspunkte sind:

- Auslösewert ($0,5 \text{ m/s}^2$) entspricht 100 Punkten
- Expositionsgrenzwert in z-Richtung ($0,8 \text{ m/s}^2$) entspricht 256 Punkten
- Expositionsgrenzwert in x- und y-Richtung ($1,15 \text{ m/s}^2$) entspricht 529 Punkten

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

$$P_E = \left(\frac{k \cdot a_w}{0,5 \text{ m/s}^2} \right)^2 \frac{T}{8 \text{ Stunden}} \cdot 100$$

Hierin sind a_w die frequenzbewertete Beschleunigung in m/s^2 , T die Expositionszeit in Stunden und k der Multiplikationsfaktor von 1,4 für die x- und y-Achsen bzw. von 1,0 für die z-Achse (siehe auch Tabelle der Expositionspunkte).

Die Tagesexposition $A(8)$ lässt sich aus den Expositionspunkten berechnen:

$$A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2 \sqrt{\frac{P_E}{100}}$$

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

Liegen die Beschleunigungswerte in m/s^2 vor, ist wie folgt vorzugehen:

- Schritt 1:** Bestimmen Sie für jede Aufgabe bzw. jedes Fahrzeug die Punktwerte unter Verwendung der Tabelle mit den Expositionspunkten auf der Basis des Beschleunigungswertes, des k-Faktors und der Expositionszeit.
- Schritt 2:** Ergänzen Sie für jede Achse die Punkte je Maschine, um die täglichen Gesamtpunkte je Achse zu erhalten.
- Schritt 3:** Derjenige Wert der drei Achsen, der zur geringsten zulässigen Expositionszeit führt, ist die Tages-Vibrationsexposition in Punkten.

Beispiel A2.3

Ein Auslieferungsfahrer verbringt täglich eine Stunde damit, seinen Lieferwagen mithilfe eines kleinen Gabelstaplers zu beladen. Im Anschluss daran sitzt er sechs Stunden lang am Steuer seines Lieferwagens.

Schritt 1: Die tägliche Exposition an x-, y- und z-Achse beträgt:

Gabelstapler	Punkte nach 1 Stunde Einsatz (aus Tabelle 1)
<ul style="list-style-type: none"> x-Achse: $1,4 \cdot 0,5 \text{ m/s}^2 = 0,7 \text{ m/s}^2$ y-Achse: $1,4 \cdot 0,3 \text{ m/s}^2 = 0,42 \text{ m/s}^2$ z-Achse: $0,9 \text{ m/s}^2$ 	<ul style="list-style-type: none"> $0,7 \text{ m/s}^2$ für 1 Stunde = 25 Punkte $0,4^* \text{ m/s}^2$ für 1 Stunde = 8 Punkte $0,9 \text{ m/s}^2$ für 1 Stunde = 41 Punkte

* $0,42$ ist in der Tabelle mit den Expositionspunkten nicht enthalten, deshalb wird der nächstliegende Wert $0,4 \text{ m/s}^2$ benutzt.

Lieferwagen	Punkte nach 6 Stunden Einsatz (aus Tabelle 1)
<ul style="list-style-type: none"> x-Achse: $1,4 \cdot 0,2 \text{ m/s}^2 = 0,28 \text{ m/s}^2$ y-Achse: $1,4 \cdot 0,3 \text{ m/s}^2 = 0,42 \text{ m/s}^2$ z-Achse: $0,3 \text{ m/s}^2$ 	<ul style="list-style-type: none"> $0,3^* \text{ m/s}^2$ für 6 Stunden = 27 Punkte $0,4^* \text{ m/s}^2$ für 6 Stunden = 48 Punkte $0,3 \text{ m/s}^2$ für 6 Stunden = 27 Punkte

* Die exakten Vibrationswerte sind nicht in der Tabelle mit den Expositionspunkten enthalten, darum werden die nächstliegenden Werte benutzt.

Schritt 2: Die tägliche Vibrationsexposition für jede Achse beträgt:

x-Achse = 25 Punkte + 27 Punkte = 52 Punkte

y-Achse = 8 Punkte + 48 Punkte = 56 Punkte

z-Achse = 41 Punkte + 27 Punkte = 68 Punkte

Schritt 3: Die Tagesexposition des Fahrers gegenüber Ganzkörper-Vibrationen ist der höchste Punktwert für eine Achse, in diesem Fall der Wert für die z-Achse: 68 Punkte, d. h. unterhalb des Auslösewertes von 100 Punkten.

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

Schritt 1: Ermitteln Sie für jede Aufgabe bzw. jedes Fahrzeug die Werte „Punkte je Stunde“, und zwar aus Herstellerangaben, sonstigen Quellen bzw. Messungen.

Schritt 2: Bestimmen Sie für jedes Fahrzeug bzw. jede Aufgabe die täglichen Punkte. Hierfür multiplizieren Sie die Anzahl von Punkten je Stunde mit der Anzahl an Einsatzstunden der Maschine.

Schritt 3: Ergänzen Sie für jede Achse die Punkte je Maschine, um die täglichen Gesamtpunkte je Achse zu erhalten.

Derjenige Wert der drei Achsen, der zur geringsten zulässigen Expositionszeit führt, ist die Tages-Vibrationsexposition in Punkten.

Beispiel A2.4

Ein Auslieferungsfahrer verbringt täglich eine Stunde damit, seinen Lieferwagen mit Hilfe eines kleinen Gabelstaplers zu beladen. Im Anschluss daran sitzt er sechs Stunden lang am Steuer seines Lieferwagens.

Schritt 1: Die Punkte pro Stundenwert am Sitz sind:

Gabelstapler	Lieferwagen
<ul style="list-style-type: none"> • x-Achse: 25 • y-Achse: 9 • z-Achse: 41 	<ul style="list-style-type: none"> • x-Achse: 4 • y-Achse: 9 • z-Achse: 5

Anmerkungen:

- Die Faktoren k sind in den Punktwerten je Stunde enthalten.
- Die Punktwerte je Stunde sind auf die nächste ganze Zahl aufgerundet.

Schritt 2: Die tägliche Exposition an der x-, y- und z-Achse beträgt in Punkten somit:

Gabelstapler (Einsatz 1 Stunde)	Lieferwagen (Einsatz 6 Stunden)
<ul style="list-style-type: none"> • x-Achse: $25 \cdot 1 = 25$ • y-Achse: $9 \cdot 1 = 9$ • z-Achse: $41 \cdot 1 = 41$ 	<ul style="list-style-type: none"> • x-Achse: $4 \cdot 6 = 24$ • y-Achse: $9 \cdot 6 = 54$ • z-Achse: $5 \cdot 6 = 30$

Schritt 3: Die tägliche Vibrationsexposition für jede Achse beträgt:

x-Achse = 25 Punkte + 24 Punkte = 49 Punkte

y-Achse = 9 Punkte + 54 Punkte = 63 Punkte

z-Achse = 41 Punkte + 30 Punkte = 71 Punkte

Schritt 4: Die Tagesexposition des Fahrers gegenüber Ganzkörper-Vibrationen ist der höchste Punktwert für eine Achse, in diesem Fall der Wert für die z-Achse: 71 Punkte, d. h. unterhalb des Auslösewertes von 100 Punkten.

Anlage 3

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 frequenzbewerten Beschleunigung in den drei Einwirkungsrichtungen x, y und z.

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

(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 $4\frac{1}{2}$ 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 $2\frac{1}{2}$ 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:

$$1. \text{ Schleifer: } A_{\text{Schl}}(8) = 4 \text{ m/s}^2 \sqrt{\frac{2,5}{8}} = 2,2 \text{ m/s}^2$$

$$2. \text{ Fräse: } A_{\text{Frä}}(8) = 3 \text{ m/s}^2 \sqrt{\frac{1}{8}} = 1,1 \text{ m/s}^2$$

$$3. \text{ Hammer: } A_{\text{Ham}}(8) = 20 \text{ m/s}^2 \sqrt{\frac{15}{8 \times 60}} = 3,5 \text{ m/s}^2$$

Die Tages-Vibrationsexposition beträgt dann

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

Die vorgenannte Tages-Vibrationsexposition von $4,3 \text{ m/s}^2$ liegt oberhalb des Auslösewertes, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes. Die entsprechenden Maßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV („gelber“ Bereich) sind zu veranlassen.

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/s^2 ermitteln:

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

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

Die den Auslöse- und Expositionsgrenzwerten entsprechenden Expositionspunkte sind:

- Auslösewert ($2,5 \text{ m/s}^2$) entspricht 100 Punkten
- Expositionsgrenzwert (5 m/s^2) 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 Vibrationsgesamt看wert in m/s^2 und T die Expositionszeit in Stunden (s. 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	
Auslösewert eingehalten											Punktwert ≤ 100	grün
Expositionsgrenzwert eingehalten											Punktwert ≤ 400	gelb
Expositionsgrenzwert überschritten											Punktwert > 400	rot
a_{hv}	Tägliche Einwirkungsdauer in Minuten											
in m/s^2	30	60	120	180	240	300	360	420	480	600	720	
30,0	900	1.800	3.600	5.400	7.200	9.000	10.800	12.600	14.400	18.000	21.600	
25,0	625	1.250	2.500	3.750	5.000	6.250	7.500	8.750	10.000	12.500	15.000	
20,0	400	800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.400	8.000	9.600	
18,0	324	648	1.296	1.944	2.592	3.240	3.888	4.536	5.184	6.480	7.776	
16,0	256	512	1.024	1.536	2.048	2.560	3.072	3.584	4.096	5.120	6.144	
15,0	225	450	900	1.350	1.800	2.250	2.700	3.150	3.600	4.500	5.400	
14,0	196	392	784	1.176	1.568	1.960	2.352	2.744	3.136	3.920	4.704	
13,0	169	338	676	1.014	1.352	1.690	2.028	2.366	2.704	3.380	4.056	
12,0	144	288	576	864	1.152	1.440	1.728	2.016	2.304	2.880	3.456	
11,0	121	242	484	726	968	1.210	1.452	1.694	1.936	2.420	2.904	
10,0	100	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600	2.000	2.400	
9,5	90	181	361	542	722	903	1.083	1.264	1.444	1.805	2.166	
9,0	81	162	324	486	648	810	972	1.134	1.296	1.620	1.944	
8,5	72	145	289	434	578	723	867	1.012	1.156	1.445	1.734	
8,0	64	128	256	384	512	640	768	896	1.024	1.280	1.536	
7,5	56	113	225	338	450	563	675	788	900	1.125	1.350	
7,0	49	98	196	294	392	490	588	686	784	980	1.176	
6,5	42	85	169	254	338	423	507	592	676	845	1.014	
6,0	36	72	144	216	288	360	432	504	576	720	864	
5,5	30	61	121	182	242	303	363	424	484	605	726	
5,0	25	50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	
4,8	23	46	92	138	184	230	276	323	369	461	553	
4,6	21	42	85	127	169	212	254	296	339	423	508	
4,4	19	39	77	116	155	194	232	271	310	387	465	
4,2	18	35	71	106	141	176	212	247	282	353	423	
4,0	16	32	64	96	128	160	192	224	256	320	384	
3,8	14	29	58	87	116	144	173	202	231	289	347	
3,6	13	26	52	78	104	130	156	181	207	259	311	
3,4	12	23	46	69	92	116	139	162	185	231	277	
3,2	10	20	41	61	82	102	123	143	164	205	246	
3,0	9	18	36	54	72	90	108	126	144	180	216	
2,5	6	13	25	38	50	63	75	88	100	125	150	
2,0	4	8	16	24	32	40	48	56	64	80	96	
1,5	2	5	9	14	18	23	27	32	36	45	54	
1,0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	20	24	
	0,5 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	10 h	12 h	
	Tägliche Einwirkungsdauer in Stunden											

Quelle: Dr. D. Mohr, Landesamt für Arbeitsschutz Potsdam

Benutzung bei nur einer Tätigkeit mit Vibration

1. Messwert a_{hv} bei x und y in Spalte 1 aufsuchen
2. in der entsprechenden Zeile in der Spalte 8h das Ergebnis (Farbcode) ablesen

Benutzung bei mehreren Tätigkeiten mit Vibration

1. für die erste Tätigkeit Messwert a_{hv} in Spalte 1 aufsuchen
2. in der entsprechenden Zeile in der Spalte der zugehörigen Einwirkungsdauer Punktwert ablesen
3. für die weiteren Tätigkeiten Messwerte a_{hv} in Spalte 1 aufsuchen
4. in den entsprechenden Zeilen in der Spalte der zugehörigen Einwirkungsdauer jeweils Punktwert ablesen
5. Punktwerte addieren
6. Ergebnis (Farbcode) in der Spalte für 8h und der Zeile mit dem der errechneten Punktsumme 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/s^2 vor, ist wie folgt vorzugehen:

Schritt 1: Bestimmen Sie für jede Aufgabe bzw. jedes Werkzeug die Punktwerte unter Verwendung der Tabelle mit den Expositionspunkten auf der Basis des Vibrationsgesamtwerts 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

1. einem Winkelschleifer: ($a_{hv} = 4 m/s^2$) für 2½ Stunden
2. einer Winkelfräse: ($a_{hv} = 3 m/s^2$) für 1 Stunde
3. einem Meißelhammer: ($a_{hv} = 20 m/s^2$) für 15 Minuten

Schritt 1: Die Expositionspunkte aus der Tabelle mit den Expositionspunkten sind:

Winkelschleifer (2½ Stunden Einsatz)	3* Stunden lang $4 m/s^2 = 96$ Punkte
Winkelfräse (1 Stunde Einsatz)	1 Stunde lang $3 m/s^2 = 18$ Punkte
Meißelhammer (15 Minuten Einsatz)	15 Minuten lang $20 m/s^2 = 200$ Punkte

* 2½ Stunden sind in der Tabelle mit den Expositionspunkten nicht abgebildet, daher wird der nächst höhere Wert von drei Stunden verwendet.

Schritt 2: Die Expositionspunkte für die Tages-Vibrationsexposition liegen für alle Werkzeuge bei:

$$96 \text{ Punkte} + 18 \text{ Punkte} + 200 \text{ Punkte} = 314 \text{ Punkte}$$

Schritt 3: Die tägliche Vibrationsexposition beträgt 314 Punkte, d. h. oberhalb des Auslösewertes von 100 Punkten, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes von 400 Punkten. Die entsprechenden Maßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV („gelber“ Bereich) sind zu veranlassen.

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: ($a_{hv} = 4 \text{ m/s}^2$) für 2½ Stunden
2. einer Winkelfräse: ($a_{hv} = 3 \text{ m/s}^2$) für 1 Stunde
3. einem Meißelhammer: ($a_{hv} = 20 \text{ m/s}^2$) für 15 Minuten

Schritt 1: Die Werte „Punkte je Stunde“ für die Maschinen betragen:

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 (2½ Stunden Einsatz)	Winkelfräse (1 Stunde Einsatz)	Meißelhammer (15 Minuten Einsatz)
$32 \cdot 2,5 = 80$	$18 \cdot 1 = 18$	$800 \cdot 0,25 = 200$

Schritt 3: Die Punkte für die Tages-Vibrationsexposition über alle Werkzeuge liegen bei:

$80 \text{ Punkte} + 18 \text{ Punkte} + 200 \text{ Punkte} = 298 \text{ Punkte}$

Die Tages-Vibrationsexposition beträgt 298 Punkte, d. h. oberhalb des Auslösewertes von 100 Punkten, aber unterhalb des Expositionsgrenzwertes von 400 Punkten. Die entsprechenden Maßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV („gelber“ Bereich) sind zu veranlassen.