

Vibrationen: erkennen, messen, beseitigen

Ob den ganzen Tag im Radlader auf der Baustelle oder an der Schleifmaschine: Mehrere Millionen Beschäftigte sind in Deutschland Gefährdungen ihrer Sicherheit und Gesundheit durch Hand-Arm-Vibrationen oder Ganzkörper-Vibrationen ausgesetzt.¹ Nur genaue Auslöse- und Expositionsgrenzwerte sowie präventive Sicherheitsmaßnahmen können dafür sorgen, dieses Risiko auf null zu setzen.



Foto: © Nenad – stock.adobe.com

Was sind überhaupt Vibrationen?

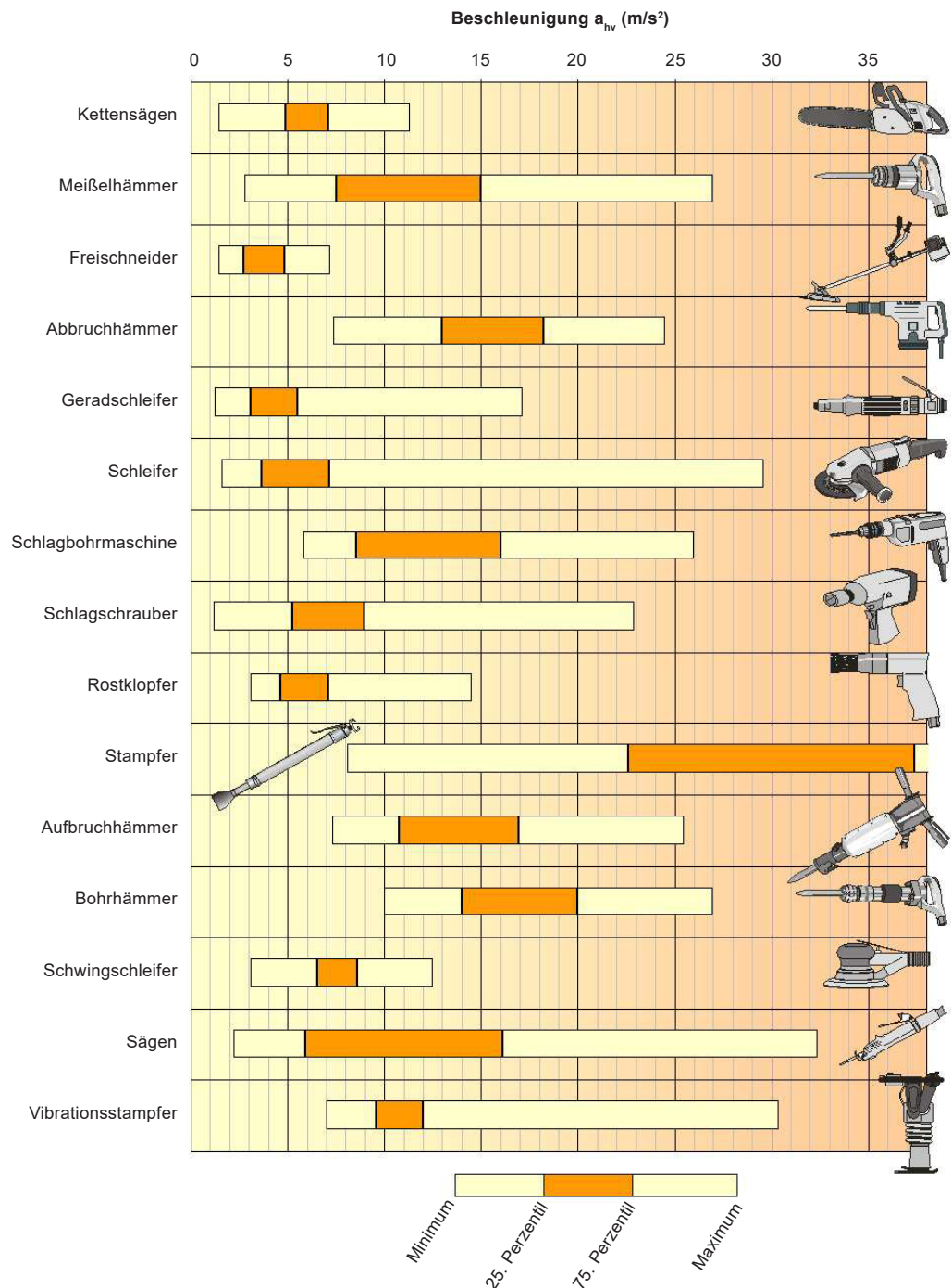
Vibrationen sind mechanische Schwingungen, die beispielsweise von handgeführten Arbeitsgeräten oder von Fahrzeugen ausgehen und in den Körper eingeleitet werden. Mechanische Schwingungen, auch Vibrationen genannt, sind schnelle Hin-und-her-Bewegungen des in der Hand gehaltenen Arbeitsgeräts oder der Sitz- oder Standfläche am Arbeitsplatz. Sie werden als Rütteln oder Schütteln wahrgenommen und können – je nach Stärke der Einwirkung – Beeinträchtigungen des Arbeitsvorgangs oder langfristig sogar Gesundheitsschäden verursachen. Diese mechanischen Schwingungen werden auch als Humanschwingungen bezeichnet.

Abhängig von der Art der Einwirkung wird zwischen Hand-Arm-Vibrationen (HAV) und Ganzkörper-Vibrationen (GKV) unterschieden:

- Hand-Arm-Vibrationen treten bei handgehaltenen oder handgeführten rotierenden oder oszillierenden Arbeitsgeräten auf (z. B. Schwingschleifer oder pneumatische Hämmer wie Bohrhämmer oder Winkelschleifer). Sie werden aber auch durch handgehaltene vibrierende Werkstücke, durch handgehaltene schwingende Bedienelemente oder bei Geräten mit Einzelauslösung (Nagler, Bolzensetzer etc.) in Form von Stoßvibrationen über die Hände in den Körper eingeleitet.

¹ www.dguv.de/de/praevention/themen-a-z/vibration/index.jsp

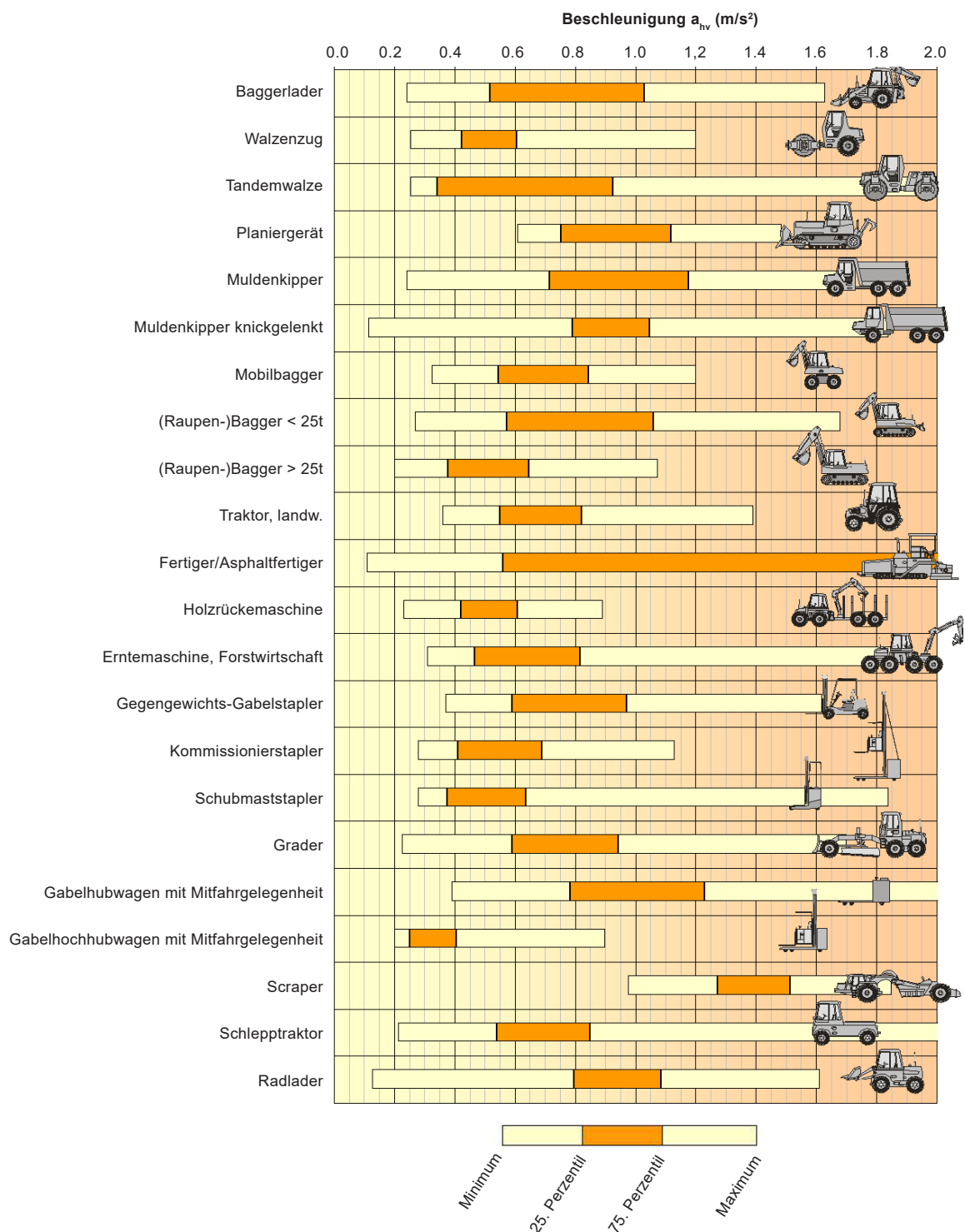
Hier eine Übersicht über die Vibrationsintensität bei handelsüblichen Maschinen:



- Ganzkörper-Vibrationen sind mechanische Schwingungen, die in den meisten Fällen über das Gesäß in den Körper eingeleitet werden. Betroffen hiervon können Fahrerinnen und Fahrer von Erdbaumaschinen oder Flurförderzeugen sein. Ganzkörper-Vibrationen können aber auch über den Rücken oder beim stehenden Menschen, wie etwa bei Arbeiten auf einer Betonzerkleinerungsmaschine, über die Füße sowie beim liegenden Men-

schen über den Kopf eingeleitet werden. Exposition gegenüber Ganzkörper-Vibrationen gibt es häufig bei Arbeiten im Gelände, zum Beispiel in der Landwirtschaft, am Bau und in Steinbrüchen, aber auch auf der Straße in Lkws und anderen Nutzfahrzeugen, auf See in kleinen Schnellbooten und in der Luft in manchen Hubschraubern.

Hier eine Übersicht über die Schwingungsintensität bei handelsüblichen Maschinen:



Übrigens: Auch niedrige Schwingungswerte unterhalb des medizinischen Risikoniveaus können bei Beschäftigten bereits Einschränkungen des Wohlbefindens und der Leistungsfähigkeit bewirken. Feinmotorische Arbeiten (Montage, Feinbearbeitung) und das Ablesen von Bildschirminhalten können dadurch erschwert werden. Leichte Gebäudeschwingungen (wie in Bürotrakten von Produktionshallen) können als sehr störend empfunden werden. Anhaltspunkt sind hier wie in einem Actionfilm die „Wellen in der Kaffeetasse“.

Diese Schwingungen stehen allerdings nicht im Fokus dieser Unterrichtsmaterialien.

Können Vibrationen die Gesundheit gefährden?

Hand-Arm-Vibrationen können bei Einleitung in das Hand-Arm-System des Menschen Knochen- oder Gelenkschäden, Durchblutungsstörungen (z. B. die sogenannte „Weißfingerkrankheit“) oder neurologische Erkrankungen auslösen.

Bei Fahrtätigkeiten sind es in erster Linie die Ganzkörper-Vibrationen, die bei hoher Einwirkung kurz- und mittelfristig zu Rückenbeschwerden führen können. Epidemiologische Untersuchungen haben gezeigt, dass bei langjähriger Einwirkung von Ganzkörper-Vibrationen Schäden vor allem im Bereich der Lendenwirbelsäule entstehen können. Berufsbedingte Erkrankungen durch Ganzkörper-Vibrationen können auch die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen, was zu mittelbaren Gefährdungen durch Unfälle führen kann.



Foto: © schulzfoto – stock.adobe.com

Das geht in die Arme: genauer gesagt in Knochen, Gelenke, Nerven und Blutbahnen.

Nicht unerwähnt bleiben soll hier, dass auch andere ergonomische Faktoren zu Rückenschmerzen beitragen können – etwa eine schlechte Körperhaltung während des Fahrens oder des Bedienens einer Anlage, eine sitzende Position über lange Zeiträume hinweg ohne Möglichkeit zur Positionsveränderung oder ungünstig angeordnete Bedienungselemente, die es erfordern, dass sich die Person strecken oder verdrehen muss. Allerdings nimmt das Risiko zu, wenn eine Person einem oder mehreren Faktoren bei gleichzeitiger Exposition gegenüber Ganzkörper-Vibrationen ausgesetzt ist!



Unterrichtsmaterialien „Lärm: Gehörschutz“, www.dguv.de/lug, Webcode: lug901500

Hinweis: Hohe Vibrationsexpositionen sind nicht selten mit einem erhöhten Lärmpegel verbunden. Wenn Sie auch dieses Thema mit Ihren Schülerinnen und Schülern erarbeiten möchten, empfehlen sich die Unterrichtsmaterialien „Lärm: Gehörschutz“ auf Lernen und Gesundheit: www.dguv-lug.de, Webcode: lug901500

Zusammengefasst heißt das: Vibrationen können eine erhebliche Belastung für den menschlichen Körper darstellen und die Gesundheit von Beschäftigten akut oder chronisch gefährden.



Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung bei Gesetze im Internet: www.gesetze-im-internet.de/l_rm_vibrationsarbschv/

Wie sieht's rechtlich aus?

Den nationalen Rechtsrahmen für Gefährdungen durch Vibrationen bildet seit 2007 die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) mit den dazugehörigen Technischen Regeln. Darin werden in systematischer Form erstmals Auslösewerte und Expositionsgrenzwerte sowie spezielle Präventionsmaßnahmen für Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber festgeschrieben, um Erkrankungen zu vermeiden, die durch Vibrationen ausgelöst werden können. Die Inhalte dieser Verordnung bauen auf eine EG-Richtlinie für Lärm- und eine für Vibrationsexpositionen (die Richtlinie 2002/44/EG) auf.

Wie misst man Vibrationen an Arbeitsplätzen?

Da Vibrationen schädigende Einflüsse auf den Menschen haben können, müssen diese Einwirkungen in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden. Falls keine Werte aus Datenbanken oder Herstellerangaben über Vibrationen vorliegen, kann die Exposition messtechnisch erfasst werden. Dabei wird die Vibrationseinwirkung wie folgt ermittelt:

Als Kenngrößen für die Vibrationseinwirkung wird die **Schwingbeschleunigung in den drei Raumachsen** gemessen. Bei Ganzkörper-Vibrationen und sitzender Tätigkeit (etwa am Sitzplatz von Fahrerinnen und Fahrern) erfolgt dies mit einer Messscheibe, die zwischen Sitzoberfläche und Gesäß positioniert wird. In der Mitte der Messscheibe befinden sich Sensoren, die gleichzeitig in den drei Raumachsen die Beschleunigung erfassen (sogenannter triaxialer Beschleunigungsaufnehmer), die die Vibrationen in Fahrtrichtung (x-Achse), quer zur Fahrtrichtung (y-Achse) und in vertikaler Richtung (z-Achse) erzeugt.

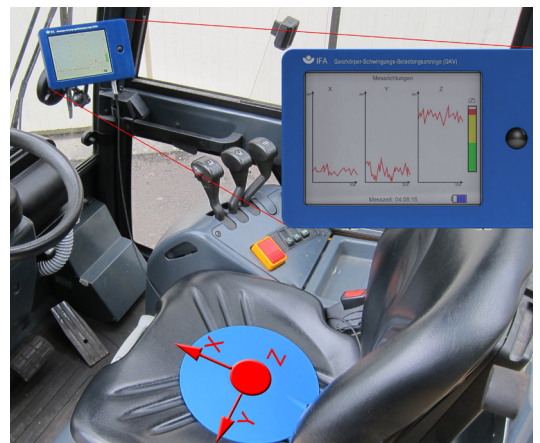


Foto: Ersteller: IFA, Quelle: DGUV

Wie hoch in diesem Fahrzeug die Vibrationseinwirkung für den Fahrer oder die Fahrerin ist, ermittelt eine Messscheibe.

Die Wirkung auf den menschlichen Organismus hängt nicht nur von der **Stärke** der Vibrationen ab, sondern auch von der **Frequenz** (heißt: Wechelschwingungen pro Sekunde), der **Einwirkrichtung** und der **Einwirkzeit (Expositionszeit)**. Als Beurteilungsgröße werden diese Schwingbeschleunigungen dann frequenzbewertet (in Abhängigkeit von der Frequenz unterschiedliche Berücksichtigung der Beiträge zur Schwingbeschleunigung) und für jede Raumrichtung über den Messzeitraum quadratisch gemittelt (RMS-Wert).

Die Beurteilung der Messergebnisse läuft dann so ab:

Bei Ganzkörper-Vibrationen ist die Beschleunigung derjenigen Raumrichtung maßgeblich, bei der die geringste Expositionszeit ausreicht, um einen der Auslöse- oder Grenzwerte aus der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung zu erreichen oder zu überschreiten.

Bei Hand-Arm-Vibrationen ist der Schwingungsgesamtwert aus den drei Messwerten (x-, y- und z-Richtung) zu bilden.

Anschließend werden die Ergebnisse unter Berücksichtigung der Expositionszeiten auf einen achtstündigen Arbeitstag umgerechnet und so der **Tages-Vibrationsexpositionszeitwert** gebildet. Wenn dieser Wert die **Auslöse- oder Expositionsgrenzwerte** aus der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung erreicht oder sogar überschreitet, sind Maßnahmen erforderlich.

Wie Beschäftigte vor Vibrationen schützen?

Maßnahmen sind von Arbeitgeberinnen und Arbeitgebern wie überall im Arbeitsschutz in der wohlbekannten TOP-Reihenfolge umzusetzen: 1. technisch, 2. organisatorisch, 3. personenbezogen. Hier ein paar Beispiele:

Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen

Ganzkörper-Vibrationen:

- Fahrzeuge mit geringer Schwingungsneigung beschaffen
- schwingungsdämpfende Sitze (möglichst mit automatischer Gewichtseinstellung) beschaffen; Fahrergewicht am Schwingsitz richtig einstellen
- Schwingsitze auf einwandfreie Funktion überprüfen
- ggf. Sitzgurte verwenden, die Fahrerinnen und Fahrer in aufrechter Position halten und den Rücken abstützen
- regelmäßige Instandhaltung (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) von Fahrzeugen
- andere Arbeitsverfahren/Arbeitsmaschinen wählen (beispielsweise Materialtransport per Förderband statt mithilfe beweglicher Maschinen)
- bei innerbetrieblichem Transport: Oberflächengüte der benutzten Fahrwege überprüfen; „Problemacher“: Kanaldeckel, Schienen, Schwellen, Regenablauffinnen, Schlaglöcher, Fahrbahnzustand nach Erdbauarbeiten/Reparaturen; Fahrwege instand setzen/andere Fahrstrecke wählen
- Fahrgeschwindigkeit vermindern
- vor Kälte schützen
- Beschäftigte zu sicheren Arbeitsverfahren schulen, die Schwingungen reduzieren

Hand-Arm-Vibrationen:

- vibrationsarme Maschinen und Werkzeuge beschaffen
- auf geringe Vibrationsexposition achten bei Wahl der Verbrauchsstoffe (z. B. Schleifmittel für Schleifmaschinen und Sandpapierschleifmaschinen) oder Werkzeugzubehör (wie Bohrer, Meißel und Sägeblätter) – einige Hersteller liefern Zubehörteile, die so konstruiert sind, dass sie die Vibrationsexposition verringern
- andere Arbeitsverfahren/Arbeitsmaschinen wählen
- Einspannvorrichtungen und ähnliche Hilfsmittel mit vibrationsdämpfenden Befestigungen anschaffen, damit vibrierende Oberflächen nicht mehr gehalten werden müssen
- Beschäftigte auffordern, Werkzeug so lange wie möglich auf bearbeitetem Material aufliegen zu lassen (oder bei handgehaltenen Werkstücken auf vorhandenen Auflageflächen) und es mit einem nicht zu festen, aber sicheren Griff zu halten
- regelmäßige Instandhaltung (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) von Maschinen und Werkzeugen
- defekte Lager (Unwuchten!) bei Handwerkzeugen ersetzen
- vor Kälte schützen (Eine niedrige Körpertemperatur erhöht das Risiko von kalten und steifen Fingern aufgrund geringerer Durchblutung. Bei kalter Witterung daher nach Möglichkeit Arbeiten im Freien vermeiden. Zur Not gibt es Maschinen, wie Kettensägen, mit heizbaren Griffen für warme Hände.)
- Beschäftigte zu sicheren Arbeitsverfahren schulen, die Vibrationen reduzieren

Hand-Arm-Vibrationen und Ganzkörper-Vibrationen:

- Einwirkzeiten der Vibrationen verkürzen

Personenbezogene Schutzmaßnahmen

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) gibt es nur für Hand-Arm-Vibrationen: Es sind Vibrations-Schutzhandschuhe. Sie wirken allerdings nur für höherfrequente Schwingungen wie bei Schleifmaschinen. Vibrations-Schutzhandschuhe müssen mit dem CE-Kennzeichen versehen sein. Dies bedeutet, dass sie getestet wurden und die Anforderungen der

EN ISO 10819:1997 erfüllen. Da diese Norm allerdings keine ausführlichen Leistungsdaten zu Handschuhen angibt, muss die Schutzeigenschaft der Vibrations-Schutzhandschuhe gemäß der Richtlinie für persönliche Schutzausrüstungen am Arbeitsplatz aus dem Jahre 1992 vom Arbeitgeber oder von der Arbeitgeberin separat beurteilt werden.

Wichtig: Trotz aller Schutzmaßnahmen ist es unerlässlich, dass Beschäftigte Arbeitsgeräte auch richtig bedienen. Für die Hand-Arm-Vibration kann es zum Beispiel entscheidend sein, dass sich die Hände in der richtigen Position befinden. Viele vibrationsreduzierte Werkzeuge, wie Abbruchgeräte mit gefederten Griffen, produzieren hohe Vibrationsemissionen, wenn der Bediener oder die Bedienerin das Werkzeug während des Bedienvorgangs zu stark nach unten drückt (Aufbruchhämmer produzieren auch eine hohe Vibrationsemission, wenn das Werkzeug im Betrieb nach oben gezogen wird, um beispielsweise den Meißel aus einem Loch zu entfernen).

Auch von Azubis zu beachten: Maschinen mit **Wartungsbedarf** sind **unverzüglich im Betrieb zu melden**. Ebenso wie bereits **erste Anzeichen einer körperlichen Beeinträchtigung** durch die Vibrationskräfte.

Und natürlich fallen auch Auszubildende unter die gesetzlichen Vorgaben in Sachen Gesundheitsüberwachung und arbeitsmedizinische Vorsorge. Diese ist in Teil 3 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) geregelt. Bei Erreichen oder Überschreiten des Expositionsgrenzwerts durch Vibration sind **Vorsorgeuntersuchungen Pflicht**, bei Überschreitung des Auslösewerts sind sie vom Arbeitgeber beziehungsweise der Arbeitgeberin anzubieten.

Ferner sollten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer über die gesundheitlichen Auswirkungen ihrer Tätigkeiten außerhalb der Arbeit informiert werden. Sie sollten dazu ermuntert werden, das **Rauchen aufzugeben oder zu reduzieren**, denn Rauchen kann den Blutkreislauf beeinträchtigen. Beschäftigten sollte bewusst sein, dass der **Einsatz von kraftbetriebenen Werkzeugen** beim Heimwerken oder bei Tätigkeiten wie **Motorradfahren** zur täglichen Vibrationsexposition hinzukommen und somit das Risiko einer Schädigung durch Hand-Arm-Vibrationen erhöhen.



Foto: © Pau Ollé – stock.adobe.com

Impressum

DGUV Lernen und Gesundheit, Vibrationen und mechanische Schwingungen, September 2024

Herausgegeben von: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Glinkastraße 40, 10117 Berlin, **Chefredaktion:** Kathrin Baltscheit (V.i.S.d.P.), DGUV, Berlin

Redaktion: Anna Schubert, Universum Verlag GmbH, Wiesbaden, www.universum.de

E-Mail Redaktion: info@dguv-lug.de

Text: Anna Schubert, Universum Verlag



Internet-
hinweis



Arbeits-
blätter



Arbeits-
auftrag



Präsentation



Video



Didaktisch-
methodischer
Hinweis



Lehr-
materialien



Distanz-
unterricht