



# Handbuch

## Vibrationen am Arbeitsplatz

Denk  
an mich  
Dein Rücken



---

Handbuch

# Vibrationen am Arbeitsplatz

Dr. Klaus Schäfer  
Corinna Becker  
Frank Rokosch  
Ralf Schick



# VORWORT

**G**esundheitliche Beeinträchtigungen durch die Einwirkung von Vibrationen sollten nicht unterschätzt werden. Gerade im Handel gibt es eine Vielzahl möglicher Einwirkungsarten, wobei der Schwerpunkt sicherlich auf Ganzkörper-Vibrationen liegt, beispielsweise beim Fahren von Flurförderzeugen auf holprigem Gelände oder über Rampen und Absätze. Aber auch Beschäftigte, die häufig mit Schleifern, Schlagschraubern und Bohrhämmern arbeiten müssen, können gefährdet sein.

Freilich verursachen nicht alle diese einwirkenden Vibrationen gleich Gesundheitsbeeinträchtigungen oder körperliche Schäden. Auch bei der Einwirkung von Vibrationen gilt: Die Dosis aus Belastungshöhe und Belastungsdauer ist maßgeblich für ein mögliches Schadensrisiko.

Das Handbuch »Vibrationen am Arbeitsplatz« zeigt Ihnen anhand ausgewählter Beispiele und mit einem notwendigen Minimum an fachlichen Hintergrundinformationen, wie Sie sich wirksam gegen gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Vibrationen schützen können.

Weiterführende Informationen und Hinweise bietet Ihnen die CD »Vibrationen am Arbeitsplatz« (Best.-Nr. CD 2), die Mitgliedsunternehmen kostenlos bei der BGHW anfordern können.

In dieser Publikation werden Maßnahmen beschrieben, die dem Stand der Technik entsprechen. Diese Maßnahmen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus.

# INHALT

49



12



4

13

Was sind Vibrationen? 6

---

Kenngößen 12

---

Wahrnehmung von Vibrationen 14

---

Erforderliche Maßnahmen 16

---

Messung von Vibrationen 19

---

Sitze 24

---

Die Wirbelsäule 28

---



24

Das Hand-Arm-System 31

---

Vibrationsminderung 34

---

Vibrationsminderung in der Praxis:  
Ganzkörper-Vibrationen 40

---

Vibrationsminderung in der Praxis:  
Hand-Arm-Vibrationen 48

---

Arbeitsmedizinische Vorsorge 54

---

Impressum 58

---

38



22



17

31

5

# Was sind Vibrationen?

## Einwirkung von Vibrationen bei der Arbeit

Vibrationen im Sinne dieses Handbuchs sind mechanische Schwingungen, die auf den Menschen einwirken und auf ihn übertragen werden. Vibrationen, Schwingungen und mechanische Schwingungen sind dabei unterschiedliche Begriffe, die dasselbe beschreiben.

Vibrationen werden auf den Menschen übertragen, wenn

- Fahrzeuge, wie beispielsweise Pkw, Lkw, Gabelstapler oder Radlader gefahren werden. Dabei werden die Vibrationen im Wesentlichen über den Sitz des Fahrzeuges auf das Gesäß des Fahrers übertragen.
- Maschinen, wie beispielsweise Pressen oder Steinbrecheranlagen bedient werden. Bei derartigen Arbeitsplätzen wirken die Vibrationen



# VIBRATIONEN



# Was sind Vibrationen?

über den Boden und die Füße auf den Bediener ein.

- Werkzeuge, wie beispielsweise Bohrhämmer, Schlagschrauber oder Kettensägen benutzt werden. Diese Werkzeuge übertragen die Vibrationen auf die Hände.

Durch Vibrationen werden also die betroffenen Personen oder auch nur einzelne Körperteile infolge äußerer Kräfte hin und her bewegt. Je nach Art der Einwirkung wird üblicherweise unterschieden zwischen so genannten Ganzkörper-Vibrationen und Hand-Arm-Vibrationen.

Als **Ganzkörper-Vibrationen** werden Einwirkungen von Vibrationen über das Gesäß oder den Rücken bei sitzenden Tätigkeiten, über die Füße bei stehenden Arbeitsabläufen oder über den Kopf und den Rücken bei liegenden Arbeiten bezeichnet. Hierbei wird der gesamte Körper angeregt.

Bei **Hand-Arm-Vibrationen** wirken die Vibrationen über die Hände auf den Menschen ein, sodass ausschließlich oder zumindest hauptsächlich das Hand-Arm-System angeregt wird.

Die einwirkenden Vibrationen werden abhängig von deren Stärke und Frequenz durch die verschiedenen elastischen Körpergewebe, wie Muskeln, Bindegewebe und Knorpel, teilweise gedämpft oder absorbiert.



# VIBRATIONEN



# Was sind Vibrationen?

## Einwirkungsarten im Handel

Vibrationseinwirkungen sind auch im Handel ein nicht zu unterschätzendes Thema. Beispiele hierfür sind das Fahren auf holprigem, innerbetrieblichem Gelände oder über Rampen und Absätze oder auch Werkstattarbeiten mit Schleifern, Schlagschraubern und Bohrhämmern. Die Vielfalt möglicher Einwirkungsarten ist gerade im Handel sehr groß, ebenso wie die Vielfalt der Handelsunternehmen selbst.

Der Schwerpunkt der Einwirkungen liegt im Handel sicherlich auf Ganzkörper-Vibrationen bei Fahrtätigkeiten, beispielsweise beim Fahren von Flurförderzeugen.

Der Einsatz von Flurförderzeugen ist ebenso vielfältig wie die verschiedenen Bauformen, angefangen vom »klassischen« Gegengewichtsstapler, der üblicherweise auch nur als Gabelstapler bezeichnet wird, über Fahrer-



# VIBRATIONEN

standgeräte, Schubmaststapler bis hin zu Container- oder Portalstaplern. Flurförderzeuge sind daher im Handel und in der Warenlogistik allgegenwärtig: beim Be- und Entladen von Lkw oder Containern, beim innerbetrieblichen Warentransport, beim Bereitstellen von Waren oder bei der Kommissionierung.

Für den Warenumsatz stehen neben Flurförderzeugen aber auch Bagger, Radlader oder Krane zur Verfügung. Der Transport vom Lieferanten oder zum Kunden erfolgt per Lkw oder Kleintransporter. All diese Fahrzeuge werden von Menschen bedient, auf die dabei Vibrationen einwirken.

Nicht alle diese einwirkenden Vibrationen verursachen gleich Gesundheitsbeeinträchtigungen oder körperliche Schäden. Auch bei der Einwirkung von Vibrationen gilt: Die Dosis aus Belastungshöhe und Belastungs-

dauer ist maßgeblich für ein mögliches Schadensrisiko. Dennoch sehen Sie anhand der genannten Beispiele, dass Vibrationen alltäglich sind – sowohl im beruflichen Alltag als auch im privaten Bereich. Es ist daher durchaus sinnvoll, sich mit diesem Thema etwas intensiver zu beschäftigen.



# Kenngrößen

## Maß für die tägliche Belastung

Als Maß für die arbeitstägliche Belastung durch Vibrationen wurde der so genannte **Tages-Vibrationsexpositions-wert** definiert. Er wird auf eine

tägliche Arbeitszeit von acht Stunden bezogen und gibt die durchschnittliche Vibrationseinwirkung während eines Arbeitstages wieder. Der Tages-

Vibrationsexpositions-wert gilt auch als Maß für eine mögliche Gefährdung durch die einwirkenden Vibrationen.



# KENNGRÖSSEN



# Wahrnehmung von Vibrationen

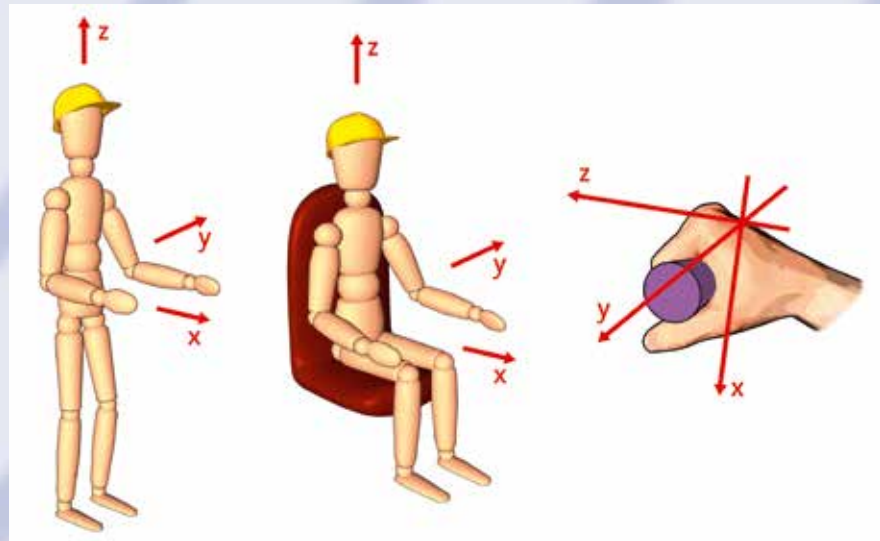
Der Mensch verfügt nicht über ein einzelnes Organ für die Vibrationswahrnehmung. Vibrationen werden durch das Zusammenwirken des Gleichgewichtsorgans, des Gehörs, der Augen und der Haut wahrgenommen und gefühlt. Das individuelle Empfinden ist zudem sehr unterschiedlich.

Die Wahrnehmung von Vibrationen im Alltag ist von einer Vielzahl unterschiedlicher Parameter abhängig. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Wahrnehmung insbesondere von der Richtung der Vibrationseinwirkung abhängt (Wirken die Vibrationen in vertikaler Richtung oder in horizontaler Richtung ein?) und von deren Frequenz (Vibriert ein Fahrzeug vornehmlich bei 2 oder 100 Hertz?).

Die Wahrnehmung von Vibrationen hat auch einen subjektiven Faktor. So sind beispielsweise die Wahrnehmungsschwelle und die Schmerzschwelle gegenüber Vibrationen individuell verschieden. Daneben beeinflussen Umgebungsparameter wie

gleichzeitig einwirkender Lärm oder die Lufttemperatur die Vibrationswahrnehmung.

Vibrationen werden auch situationsbedingt unterschiedlich stark wahrgenommen. So empfinden beispiels-



# WAHRNEHMUNG

weise Baumaschinenfahrer höhere frequenzbewertete Beschleunigungen noch als akzeptabel, während derartige Beschleunigungen beim Fahren eines Pkw bereits als störend und unangenehm empfunden werden. Vibrationen im Bus oder in der Bahn werden anders wahrgenommen als Vibrationen in einem festen Gebäude. Bei Tätigkeiten, die eine hohe Konzentration erfordern, ist die Toleranz gegenüber Vibrationen geringer als bei eher mechanisierten Arbeiten.

Auch individuelle Voraussetzungen, wie Alter oder Gesundheitszustand, haben einen Einfluss auf die subjektive Wahrnehmung der Vibrationen.

Ungeachtet dieser individuellen Aspekte der Vibrationswahrnehmung existieren durchaus allgemeingültige Richtwerte für mögliche Gesund-

heitsgefährdungen durch Vibrationen, sowohl für den Bereich der Ganzkörper-Vibrationen als auch für den Bereich der Hand-Arm-Vibrationen. Diese im Rahmen von medizinischen Untersuchungen und Studien gefundenen Richtwerte haben auch Eingang in die **Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung** gefunden.



# Erforderliche Maßnahmen

## Erforderliche Maßnahmen

Maßgeblich für die Beurteilung von Vibrationen am Arbeitsplatz ist die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung. Sie nennt so genannte Auslösewerte und Expositionsgrenzwerte für Vibrationen, bei deren Erreichen oder Überschreiten Maßnahmen erforderlich sind.

Mit dem Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte ist verbunden, dass die Beschäftigten über die möglichen Gefährdungen durch Vibrati-

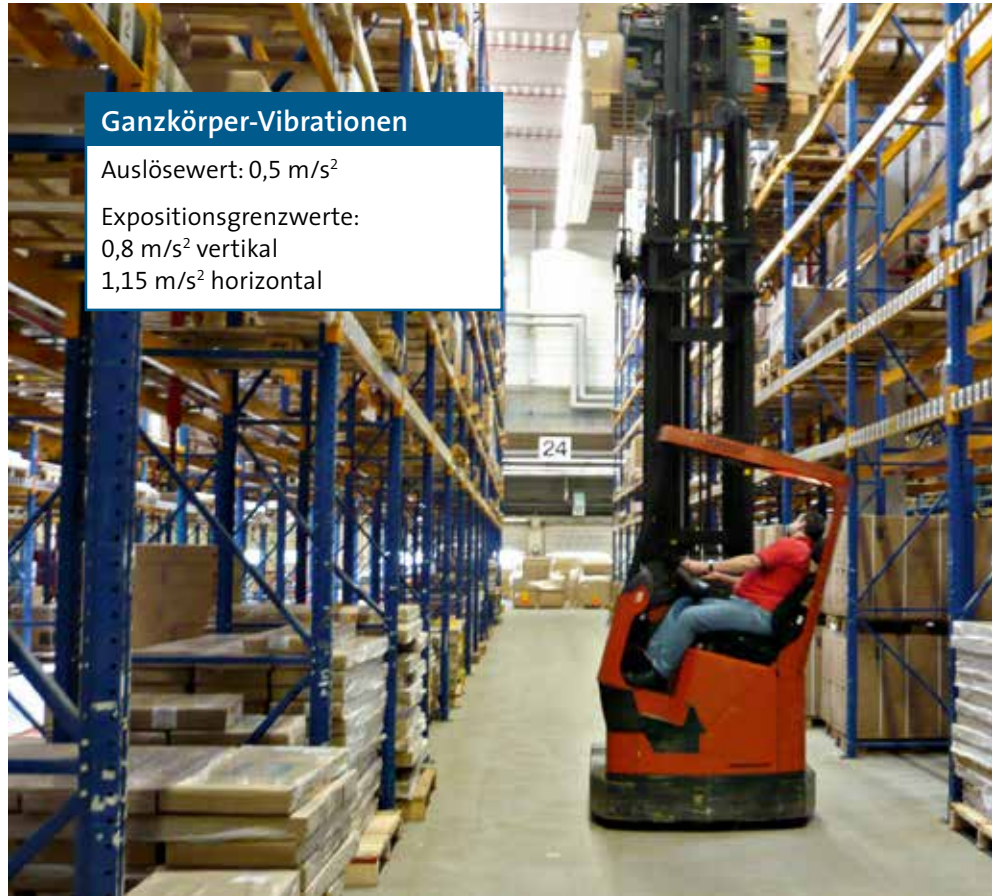
### Ganzkörper-Vibrationen

Auslösewert:  $0,5 \text{ m/s}^2$

Expositionsgrenzwerte:

$0,8 \text{ m/s}^2$  vertikal

$1,15 \text{ m/s}^2$  horizontal



# MASSNAHMEN



## Hand-Arm-Vibrationen

Auslösewert:  $2,5 \text{ m/s}^2$

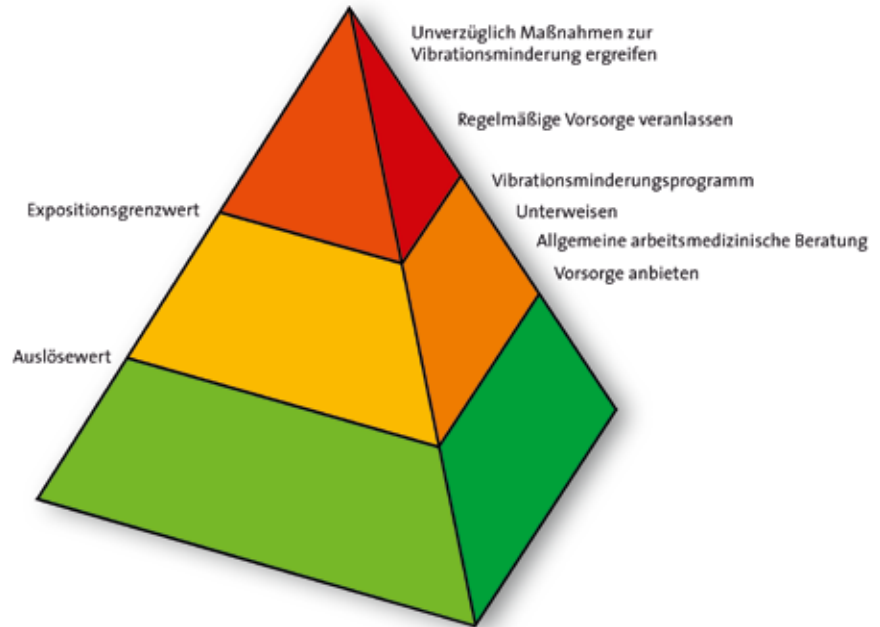
Expositionsgrenzwert:  $5 \text{ m/s}^2$



# Erforderliche Maßnahmen

onen unterwiesen werden müssen und dass ihnen eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung zuteil wird. Darüber hinaus sind ihnen arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen anzubieten (Angebotsuntersuchungen). Der Arbeitgeber hat schließlich ein Programm aufzustellen, um die Vibrationsexposition zu reduzieren, das so genannte Vibrations-Minderungsprogramm.

Werden die Expositionsgrenzwerte erreicht oder überschritten, sind unverzüglich die Gründe hierfür zu ermitteln und Maßnahmen zu ergreifen, um die Vibrationsexposition derart zu reduzieren, dass die Expositionsgrenzwerte unterschritten werden. Weiterhin sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu veranlassen (Pflichtuntersuchungen).



# Messung von Vibrationen

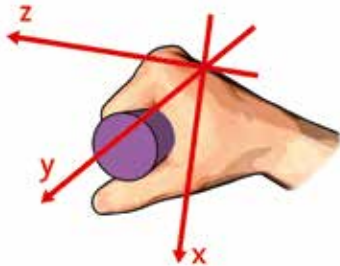
## Messung von Vibrationen

Wenn es darum geht, Messungen direkt am Arbeitsplatz durchzuführen, helfen Ihnen Ihre Fachkraft für Arbeitssicherheit, externe Ingenieurbüros oder die BGHW weiter. Die BGHW verfügt über die erforderlichen Messgeräte, über das Fachwissen und über einen großen Erfahrungsschatz, so dass die Vibrationsbelastung in Ihrem Betrieb vor Ort normgerecht gemessen werden kann.



# Messung von Vibrationen

Bei der Messung müssen Vibrationen unmittelbar an der Einwirkstelle erfasst werden. Aus diesem Grund, werden die Messaufnehmer für Hand-



Arm-Vibrationen direkt auf dem Griff des Gerätes oder der Maschine aufgebracht, üblicherweise geklebt. Die Messaufnehmer sind daher recht leicht und kompakt, um die Handhabung des Gerätes oder der Maschine nicht zu beeinflussen.



# MESSUNG



Um Ganzkörper-Vibrationen bei Fahrtätigkeiten messen zu können, muss der Messaufnehmer unmittelbar auf dem Sitz aufgebracht werden. Hierfür werden Aufnehmer, die in eine Messscheibe integriert sind, benutzt, so dass sich der Fahrer auf diese setzen kann. Der Messaufnehmer befindet sich somit zwischen Sitz und Gesäß des Fahrers und erfasst die auf den Fahrer einwirkenden Vibrationen direkt an der Kontaktstelle zum Sitz.

Nach dem Anbringen der Messaufnehmer wird die Arbeit normal weitergeführt. Die Messungen werden somit beim »typischen« Einsatz vorgenommen. Nur so können die Messwerte als repräsentativ für die Vibrationsexposition eingestuft werden.

# Messung von Vibrationen



## Vibrationen analysieren

Das Arbeitsschutzgesetz und die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung verpflichten alle Unternehmer zu einer Erfassung und Beurteilung der Gefährdungen. Unternehmer sollten offen an dieses Thema herangehen und mit ihren Mitarbeitern sprechen. Von Interesse sind konkrete Informationen über Bereiche und Tätigkeiten im Unternehmen, bei denen Vibrationen auftreten. Diese Bereiche sollten genau analysiert werden. Die Unternehmer müssen prüfen, ob möglicherweise eine Gefährdung durch Vibrationen für die Beschäftigten vorliegt. Auch Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte können wichtige Informationen zu diesem Thema geben. Wenn eine Gefährdung nicht auszuschließen ist, hilft eine weitergehende Beratung: Die BGHW unterstützt ihre Mitgliedsunternehmen, zum Beispiel indem sie

# MESSUNG

Werte für einzelne Branchen ermittelt und für die Gefährdungsbeurteilung zur Verfügung stellt, bei der Suche nach »geeigneten« Vibrationskennwerten hilft oder auch Vibrationsmessungen vor Ort durchführt und Vibrationsminderungsmaßnahmen vorschlägt.



## Früh erkannt- Gefahr gebannt

Die Erfahrungen der BGHW zeigen es deutlich: Werden Vibrationen rechtzeitig erkannt, lassen sich Gefährdungen oftmals mit einfachen technischen und organisatorischen Maßnahmen sehr wirkungsvoll vermeiden.



Der Sitz ist das Bindeglied zwischen Fahrzeug und Fahrer. Er ist für den Sitzkomfort verantwortlich. Mit einem guten Sitz bleibt auch längeres Sitzen angenehm, die Polsterung verhindert übermäßige Schweißbildung an der Kontaktstelle zwischen Fahrer und Sitz. Durch eine geeignete Gewichtsverteilung auf dem Sitz werden Druckstellen an Oberschenkeln oder Gesäß vermieden. Die Unterstützung der Rückenlehne im Bereich der Lendenwirbelsäule sorgt dafür, dass der Fahrer aufrecht sitzen bleibt und nicht in sich zusammensinkt. Zudem gewährleistet eine variable Höhen- und Längseinstellung, dass sowohl große als auch kleine Fahrer die für sie richtige Position einstellen können.

Neben all diesen Eigenschaften sollen durch den Sitz auch die vom

Fahrzeug eingeleiteten Vibrationen vermindert werden. Hierzu muss man allerdings wissen, dass nicht jeder Sitz für alle Anwendungsbereiche geeignet ist. Der Sitz muss auf das Fahrzeug abgestimmt sein. Generell unterscheidet man:

- Polstersitze ohne Federung
- Schwingsitze mit passiver Federung
- Schwingsitze mit aktiver Federung

Polstersitze oder auch konventionelle Sitze bestehen aus einem Metallrahmen und einem Schaumstoffbezug. Sie werden beispielsweise in Pkw oder in der Bahn eingesetzt. Polstersitze wurden oder werden zum Teil auch noch auf Gabelstaplern eingesetzt, bei denen die Konstruktion der Fahrerkabine nur eine sehr niedrige Sitzkonstruktion erlaubt. Derartige Sitze haben keine Feder-Dämpfer-Elemente und können die einwirkenden



# SITZE



# Sitze

Vibrationen üblicherweise nicht signifikant mindern.

Schwingsitze besitzen ein so genanntes Feder-Dämpfer-Element, das die eingeleiteten Vibrationen durch eine im Sitz eingebaute Feder verringert. Durch den Dämpfer klingt die

Schwingung schnell ab, der Sitz schaukelt sich also nicht auf und schlägt außerdem am Ende nicht an. Das Federelement kann eine mechanische Feder sein oder auch ein Luftpolster, dann spricht man von luftgefederten Sitzen.

Seit einigen Jahren arbeiten Sitzhersteller verstärkt auch an so genannten aktiven Federungselementen. Diese Systeme erfassen die Beschleunigungen am Sitz und passen seine Federung mit Hilfe eines entsprechenden Regelkreises kontinuierlich



# SITZE

an. Diese Sitze können an die speziellen Einsatzbedingungen eines Fahrzeuges unmittelbar angepasst werden und bieten daher auch die besten Vibrationsminderungen. Allerdings gehören sie aufgrund des technischen Aufwandes auch zu den teuersten.



# Die Wirbelsäule

## Aufbau und Funktion der Wirbelsäule

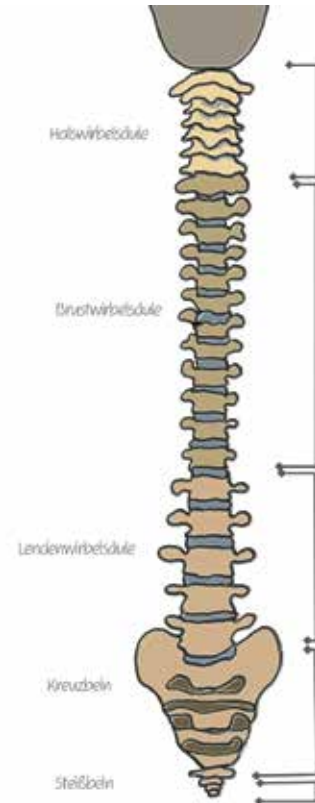
Die Wirbelsäule besteht aus Wirbelkörpern und zwischengelagerten Bandscheiben.

Die insgesamt 24 Wirbelkörper lassen sich von oben nach unten in sieben Halswirbel, zwölf Brustwirbel und fünf Lendenwirbel unterteilen. Zwischen jeweils zwei Wirbelkörpern befinden sich die so genannten Bandscheiben, insgesamt also 23 Bandscheiben. Auf den Halswirbeln sitzt der Kopf. Am unteren Ende der Wirbelsäule folgt nach dem fünften Lendenwirbel das aus fünf Wirbeln zusammengesetzte Kreuzbein und das aus vier bis fünf Wirbeln verschmolzene Steißbein.

Die Wirbelsäule stellt das Gerüst des Körpers dar. Sie garantiert dessen Stabilität. Die Wirbelsäule und die den Oberkörper umschließenden Rippen

dienen dem Schutz der inneren Organe. Außerdem schützt die Wirbelsäule das im Spinalkanal verlaufende Rückenmark. Zwischen den einzelnen Wirbelkörpern treten die Nervenbahnen zur Versorgung der unterschiedlichen Körperteile aus.

Die Wirbelsäule hat eine geschwungene S-Form. Diese Form ergibt in Verbindung mit den zwischen den Wirbelkörpern liegenden Bandscheiben eine hohe Dämpfungswirkung. Außerdem erlaubt die Wirbelsäule durch ihren Aufbau mit den zwischengelagerten Bandscheiben auch eine große Beweglichkeit.



# WIRBELSÄULE

## Beanspruchung

Bei der Einwirkung von Vibrationen in sitzender Tätigkeit, wie dies üblicherweise beim Fahren von Arbeitsmaschinen erfolgt, werden die Vibrationen über das Gesäß und das Becken unmittelbar in die Wirbelsäule eingeleitet.

Bei der Wirkung der eingeleiteten Vibrationen ist das Resonanzverhalten der Wirbelsäule zu berücksichtigen. Während sich bei sehr niedrigen Frequenzen die Wirbelsäule als Ganzes hin- und herbewegt, wird sie im Bereich ihrer Resonanzfrequenz zu Eigenschwingungen angeregt. Die Resonanzfrequenz ist die Frequenz, mit der ein Körper bei einmaliger äußerer Anregung schwingt.

Werden Vibrationen im Bereich der Resonanzfrequenz eingeleitet, so entstehen innerhalb der Wirbelsäule Eigenschwingungen. Die Wirbelkörper

beginnen, sich gegeneinander zu bewegen, es entstehen Relativbewegungen der einzelnen Wirbelkörper zueinander. Hierdurch werden die



eingeleiteten Vibrationen und deren Wirkung verstärkt. Nach verschiedenen Untersuchungen liegt die Resonanzfrequenz der Wirbelsäule im Bereich von etwa 4 bis 8 Hertz (Hz).

Durch die Vibrationseinwirkung entstehen Kräfte entlang der Wirbelsäule. Die größten Kräfte wirken dabei im Bereich der Lendenwirbelsäule. Wirken derartige Kräfte über mehrere Jahre mit entsprechend hoher Intensität ein, können daraus Veränderungen in den Bandscheiben und den Wirbelkörpern entstehen.

## Rückenerkrankungen

Erkrankungen im Bereich des Rückens stellen in Deutschland seit mehreren Jahren die häufigste Ursache für Arbeitsunfähigkeitstage (AU-Tage) dar. So entfallen nach den Statistiken verschiedener Krankenkassen mehr als 20 Prozent der AU-Tage auf Erkran-

# Die Wirbelsäule

kungen des Muskel-Skelett-Systems, wovon die Rückenerkrankungen den Hauptanteil bilden.

Die Ursachen von Rückenbeschwerden oder Rückenschmerzen sind sehr vielschichtig. Sie können auf angeborenen Fehlstellungen, muskulären Defiziten, Übergewicht, Fehlhaltungen



gen, aber auch auf schwerer körperlicher Arbeit oder auf der Einwirkung von Ganzkörper-Vibrationen basieren.

Anders als beim Lärm verfügt der Mensch über kein spezifisches Sinnesorgan für Vibrationen. Gesundheitliche Beeinträchtigungen treten demzufolge unspezifisch mit bekannten Krankheitsbildern anderer Ursachen auf. Zusammenhänge zwischen einer Vibrationsexposition und gesundheitlicher Beeinträchtigung sind deshalb schwierig und aufwendig zu ermitteln und in vielen Fällen nicht sicher aufzuzeigen.

Gerade bei Rückenbeschwerden ist die Spanne der möglichen Ursachen sehr weit. Wie die beispielhafte Aufzählung zeigt, können sowohl aufgrund von körperlichen Unterforderungen als auch Überforderungen Rückenbeschwerden entstehen. Zwischen beiden liegt der Bereich, der

nicht gesundheitsschädlich, sondern gesundheitsförderlich ist. Die Wirbelsäule braucht Bewegung und angepasste Belastung, um ihre Stützfunktion zu erhalten.



**So machen Sie es richtig**

Bewegen Sie sich ausreichend und belasten Sie Ihre Wirbelsäule angemessen. So erhalten Sie deren Stützfunktion!

# Das Hand-Arm-System

Die menschliche Hand besteht aus insgesamt 27 Einzelknochen. Davon entfallen acht Knochen auf die Handwurzel, fünf Knochen auf die Mittelhand und 14 Knochen auf die Finger.

In den inneren Handflächen befinden sich jeweils mehr als 17.000 Fühlkörperchen, mit denen der Mensch Druck und Veränderungen (Bewegungsreize) wahrnimmt.



An die Handwurzel schließen sich die beiden Unterarmknochen, Elle und Speiche, das Ellenbogengelenk und der Oberarmknochen an, der mit dem Schultergelenk verbunden ist.

Das Hand-Arm-System hat eine sehr große Bewegungsfreiheit, bedingt durch ein Geflecht von Muskeln, Bändern und Nervenbahnen. Allein die Bewegungen der Hand werden von über 30 Muskeln gesteuert.

Die große Bewegungsfreiheit, verbunden mit dem präzisen Steuern einzelner Teile des Hand-Arm-Systems bedingt, dass die Hand ein sehr präzises und vielfältig einsetzbares Werkzeug für den Menschen darstellt. So können mit der Hand unter Zuhilfenahme eines Hammers und Meißels Steine bearbeitet, aber auch unter Verwendung eines Bleistiftes sehr feine Zeichnungen angefertigt werden.

# Das Hand-Arm-System



# HAND & ARM

## Beanspruchung

Vibrationen mit den Resonanzfrequenzen des Hand-Arm-Systems, die zwischen 10 und 30 Hz liegen, belasten die Gelenke in besonderer Weise. Bei hoher Schlagkraft können auch geringere Schlagfolgen schädigend wirken. Durch Zerstörung der Knorpelflächen wird der darunterliegende Knochen vermehrt und ungleichmäßig belastet. Die betroffenen Gelenke unterliegen einem vorzeitigen Verschleiß.

Derartige Schädigungen können – bei entsprechend hoher und lang andauernder Vibrationsexposition – am Ellen-Speichengelenk, am Ellenbogengelenk und am Schulterreckgelenk entstehen. Außerdem kann es im Bereich der Handwurzelknochen zum so genannten Mondbeintod und zum Ermüdungsbruch des Kahnbeins kommen.

Aber auch Vibrationen mit höheren Frequenzen können zu gesundheitlichen Schäden führen. Hierbei kann es an den Händen zu Schäden an den Blutgefäßen der Finger und der Nerven kommen. Derartige Vibrationen treten beispielsweise bei der Bedienung von hochtourigen Bohrern, Meißeln, Fräsen, Sägen, Schneide- oder Schleif- und Poliermaschinen auf.

Die Durchblutungsstörungen werden auch als Weißfingerkrankheit bezeichnet. Diese Durchblutungsstörung ist auf den Teil der Hand begrenzt, der die Vibrationen hauptsächlich aufnimmt. Häufig sind der Zeigefinger und der kleine Finger betroffen. Die Störung macht sich durch ein Kältegefühl der Hand, das bis zum Gefühl des Absterbens reicht, und durch blasse Haut bemerkbar.

Meist treten die Veränderungen bei Arbeitsbeginn auf und werden durch

Kälteeinfluss begünstigt, beispielsweise durch niedrige Temperaturen im Winter. Die Durchblutungsstörungen können sich bei Aufgabe der schädigenden Einwirkung zurückbilden.



# Vibrationsminderung

## Vibrationsminderung ist Unternehmerpflicht

Die Vermeidung von gesundheitlichen Gefahren durch Vibrationen ist eine Verpflichtung für Unternehmer. So will es die »Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung«. Unternehmer müssen dafür sorgen, dass die Arbeitsmittel nach dem Stand der Vibrationsminderungstechnik beschaffen sind und betrieben werden.

## Maßnahmen

Ein Beispiel verdeutlicht die verschiedenen Maßnahmen und die Rangfolge der Maßnahmen:

Auf einem Betriebsgelände werden Waren mit Hilfe von Gabelstaplern über längere Strecken von einem Bereich (zum Beispiel Wareneingang) in einen anderen (zum Beispiel Palettenlager) transportiert. Die Gefährdungsbeurteilung ergibt für die Fahrer der



# VIBRATION



Gabelstapler zu hohe Werte. Vibrationsminderungsmaßnahmen sind daher angezeigt.

Wie im Arbeitsschutz üblich, haben auch hier technische Maßnahmen Vorrang vor organisatorischen Maßnahmen und letztere Vorrang vor dem Einsatz persönlicher Schutzausrüstung.



**So machen Sie es richtig!**

Sind Vibrationsminderungen notwendig, steht am Anfang eine **Ursachenanalyse**:

- Welche Tätigkeit oder welches Arbeitsverfahren ist für die zu hohe Vibrationsbelastung ursächlich?
- Welcher Arbeitsschritt ist für die Vibrationsbelastung maßgeblich?
- Kann dieser ersetzt werden?

# Vibrationsminderung



Im ersten Schritt ist festzustellen, ob die Arbeitsaufgabe nicht mit alternativen Arbeitsverfahren durchgeführt werden kann, die keine oder eine geringere Vibrationsbelastung aufweisen. Beispielsweise könnte der Transport auch durch Förderbänder erfolgen. Die Gabelstapler wären dann für das Be- und Entladen der Bänder verantwortlich. Die Fahrstrecken und Geschwindigkeiten wären geringer und damit auch die Vibrationsbelastung der Fahrer.

Sind alternative Arbeitsverfahren nicht möglich, ist im zweiten Schritt zu prüfen, ob die vorhandenen Fahrbahnverhältnisse verbessert werden können, beispielsweise durch das Beseitigen von Ausbrüchen oder Schwellen oder durch die Erneuerung der Fahrbahndecke.

Ist dies nicht möglich oder sind bereits alle Maßnahmen getroffen, ist

# VIBRATION

zu prüfen, ob die vorhandenen Gabelstapler durch neue, ergonomisch verbesserte Gabelstapler mit geringeren Vibrationswerten ersetzt werden können.

Ist auch dies nicht umsetzbar, ist zu klären, ob die vorhandenen Gabelstapler nicht durch den Einsatz von Zusatzausrüstungen, wie beispielsweise optimierte Schwingsitze oder eine andere Bereifung, dahingehend verbessert werden können, dass die Vibrationseinwirkung auf die Fahrer reduziert wird.

Wenn diese Maßnahmen noch nicht den gewünschten Erfolg erzielen, sind die Beschäftigten auch im bestimmungsgemäßen Einsatz und in der sicheren und vibrationsarmen Bedienung der Gabelstapler zu schulen und zu unterweisen. Hierzu zählt

beispielsweise der Hinweis an die Fahrer, dass im Bereich unebener Flächen die Geschwindigkeit zu reduzieren ist oder bestimmte Bereiche des Betriebsgeländes nicht befahren werden.

Sind die Maßnahmen dann immer noch nicht ausreichend, besteht im letzten Schritt auch noch die Möglichkeit, die Fahrdauer der Fahrer so zu begrenzen, dass die einwirkenden Vibrationen auf ein unschädliches Maß reduziert werden können.

Generell sollten Wartungsprogramme für die Gabelstapler aufgestellt werden. Bei den Gabelstaplern ist darauf zu achten, dass auch die Sitze in das Wartungsprogramm aufgenommen werden. Die Fahrbahnen sind auf Unebenheiten, Löcher oder Ausbrüche hin zu überprüfen und zu sanieren.



# Vibrationsminderung



# VIBRATION



## So machen Sie es richtig!

Sie haben unmittelbaren Einfluss auf die Höhe Ihrer Vibrationsbelastung:

- Weisen Sie Ihre Vorgesetzten auf unebene Bereiche des Betriebsgeländes hin, damit diese möglichst saniert werden.
- Weisen Sie auch auf defekte Sitze oder Reifen hin, damit repariert oder ausgetauscht werden kann.
- Befahren Sie unebene Bereiche mit angemessener, reduzierter Geschwindigkeit.
- Passen Sie Ihre Fahrweise insgesamt an, um die Vibrationsbelastung zu verringern. Zum Beispiel, indem Sie vorausschauend fahren und abruptes Bremsen oder Beschleunigen vermeiden.
- Stellen Sie den Sitz vor dem Fahren auf Ihr Gewicht ein. Nur so kann die Dämpfung des Sitzes optimal wirken.

# Vibrationsminderung in der Praxis

## Fahrbahn

Der zu befahrende Untergrund spielt für die Vibrationseinwirkung auf die Fahrer eine wesentliche Rolle. Je ungünstiger die Fahrbahn ist, umso höher ist auch die Vibrationseinwirkung. Um die Vibrationsbelastung zu verringern, sollte daher in erster Linie auf glatte Fahrbahnen geachtet werden.

Diese Forderung ist selbstverständlich nicht überall umsetzbar, insbesondere dann, wenn die Fahrbahn »natürlich« ist, wie beispielsweise bei Forstarbeiten. Auch beim Fahren auf öffentlichen Straßen kann man sich die Fahrbahn nicht unbedingt aussuchen. Im Bereich des Handels und der Warenlogistik werden allerdings sehr viele Fahrten innerbetrieblich vorgenommen, so dass die Beschaffenheit der Fahrbahnen durchaus im Einflussbereich der Unternehmen liegt.



# Ganzkörper-Vibrationen



# Vibrationsminderung in der Praxis



# Ganzkörper-Vibrationen



## Was ist zu beachten?

Eigene Messungen auf Flurförderzeugen haben gezeigt, dass die Beschaffenheit der Fahrbahn den größten Einfluss auf die Höhe der Vibrationsexposition beim innerbetrieblichen Transport hat. Ausbrüche, Schwellen, Stöße – all diese Unebenheiten führen zu einer hohen Vibrationsanregung der Fahrzeuge und der Fahrer. In erster Linie ist daher darauf zu achten, die Fahrbahn in gutem Zustand zu halten oder in einen guten Zustand zu bringen.

So zeigten mehrere Messungen in einem Mitgliedsunternehmen der BGHW, dass beim Fahren eines Gabelstaplers auf einem Freigelände, dessen Fahrbahn teils betoniert war, teils Löcher und Ausbrüche aufwies, etwa doppelt so hohe Werte für die Vibrationsbelastung des Fahrers auftraten wie in einem anderen Bereich des

Freigeländes, auf einer mit Verbundpflaster belegten Fahrbahn. Beim Fahren in einem dritten, überdachten Bereich, wo die Fahrbahn aus ebenem Estrichboden bestand, reduzierte sich die Vibrationsbelastung des Fahrers bei sonst gleichen Bedingungen auf etwa ein Drittel. Die Fahrbahn hat insofern einen sehr großen Einfluss auf die Vibrationsexposition der Fahrer.



## So machen Sie es richtig!

Können Stöße und Absätze nicht vermieden werden, wie beispielsweise im Bereich von Rampen oder beim Übergang zwischen verschiedenen Hallenbereichen, sollten diese langsam überfahren werden. Denn: Je höher die Geschwindigkeit, umso höher sind auch die einwirkenden Vibrationen.

# Vibrationsminderung in der Praxis

## Geschwindigkeit

Messungen bei Gabelstaplern haben gezeigt, dass im Geschwindigkeitsbereich zwischen etwa 5 und 15 km/h sich die Vibrationen am Sitzmontagepunkt verdoppeln, wenn doppelt so schnell gefahren wird. Dies bedeutet andererseits, dass die Vibrationen durch eine Halbierung der Geschwindigkeit – etwa beim Fahren über einen holprigen Fahrbereich – ebenfalls halbiert werden können.

Selbstverständlich ist diese Maßnahme nicht generell durchführbar, weil durch geringere Fahrgeschwindigkeiten auch die Umschlagsleistung reduziert wird. Andererseits zeigt diese Messung, dass gezielte Geschwindigkeitsbegrenzungen in einzelnen Teilbereichen auch zu signifikanten Vibrationsminderungen führen können.



# Ganzkörper-Vibrationen



## Abstimmung von Sitz und Fahrzeug

Nicht jeder Sitz passt auf jedes Fahrzeug. Dies betrifft nicht nur die möglichen Befestigungsmöglichkeiten, sondern in besonderem Maße auch die Vibrationseigenschaften der Sitze. Fahrzeuge haben, in Abhängigkeit von ihrer Größe, Fahrzeugfederung und ihrer Masse, eine ihnen eigene Frequenzzusammensetzung. Die Sitze wiederum haben ebenfalls jeweils charakteristische Eigenschaften hinsichtlich ihres Vibrationsverhaltens. Sind Sitz und Fahrzeug nicht aufeinander abgestimmt, kann die vibrationsmindernde Wirkung des Sitzes verpuffen, oder der Sitz kann die einwirkenden Vibrationen sogar verstärken.

Ungeachtet der Abstimmung der Sitze auf die jeweiligen Fahrzeuge, müssen viele Sitze auch auf das Fahrergewicht eingestellt werden. Dies betrifft



# Vibrationsminderung in der Praxis

insbesondere die Sitze von Flurförderzeugen. Dort werden hauptsächlich mechanisch gefederte Sitze eingesetzt. Deren Vibrationsminderungssystem besteht aus einer mechanischen Feder und einem Dämpferelement. Dieses Feder-Dämpfer-Element kann seine Funktion nur dann erfüllen, wenn es richtig vorgespannt und auf das jeweilige Fahrergewicht eingestellt ist. Messungen haben ge-

zeigt, dass ein guter Sitz, der bei richtiger Einstellung eine Vibrationsminderung von 60 bis 70 Prozent erzielt, seine vibrationsmindernde Wirkung bei falscher Einstellung auch völlig verlieren kann. Die Gewichtseinstellung geschieht unmittelbar am Sitz durch ein Rad, einen Hebel oder eine Ratsche.

Eine falsche Einstellung der Sitze ist häufig dann anzutreffen, wenn ein

Fahrzeug von mehreren Fahrern gefahren wird. Üblicherweise bestimmt der schwerste Fahrer die Einstellung des Sitzes. Dies geschieht nicht etwa, weil dieser auch der Stärkste ist und sich am besten durchsetzen kann. Vielmehr empfinden wir es als sehr unangenehm, wenn ein Sitz durchschlägt, also am Ende des Federungsweges anschlägt. Ist ein Sitz zu weich, also auf ein zu geringes Körperge-



# Ganzkörper-Vibrationen

wicht eingestellt, passiert aber genau das. Der Fahrer wird daher den Sitz härter einstellen, so dass er bei ihm nicht mehr durchschlägt. Setzt sich dann ein leichter Fahrer auf den Sitz, schlägt der Sitz natürlich auch bei ihm nicht durch. Allerdings kann der Sitz auch nicht frei schwingen – er ist vielmehr steif und hart. Im Gegensatz zum Durchschlagen fällt uns das jedoch nicht gleich auf.

Vielfach fahren also Fahrer eher mit einer zu harten Sitzeinstellung als mit einer zu weichen. Hier empfiehlt es sich, vor jeder Fahrt die Gewichteinstellung zu kontrollieren und – wenn nötig – zu korrigieren. Das erfordert wenig Zeit und der Effekt ist enorm.



**So machen Sie es richtig**

Kontrollieren Sie vor der Benutzung des Fahrzeuges die Sitzeinstellung.

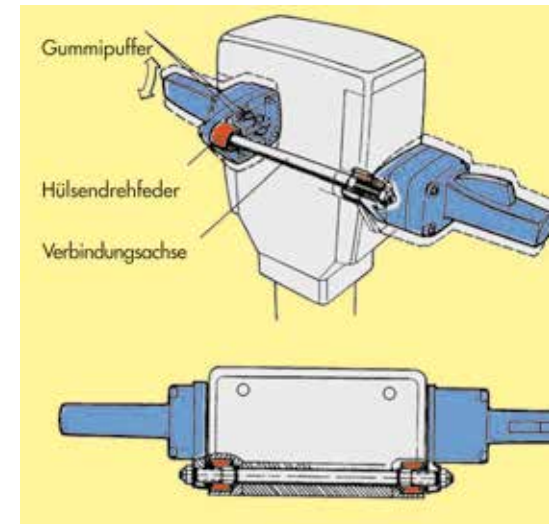


# Vibrationsminderung in der Praxis



## Griffe

Handgehaltene Maschinen und Geräte – zum Beispiel Bohrmaschinen, Winkelschleifer, Sägen oder Fräsen – werden üblicherweise an einem Griff gehalten oder geführt. Um die Vibra-



Konstruktiver Aufbau eines AV-Griffsystems an einem elektrischen Aufbruchhammer

# Hand-Arm-Vibrationen



# Vibrationsminderung in der Praxis



# Hand-Arm-Vibrationen



Unwuchtausgleich (Kugeln) bei einer Schleifmaschine

tionsübertragung auf den Bediener zu reduzieren, werden von vielen Herstellern mittlerweile Geräte mit vibrationsisolierten Griffen angeboten. Hierzu werden je nach Hersteller Puffer oder Masse-Feder-Systeme eingesetzt, die den Griff gegenüber dem Gehäuse isolieren. Für den Bediener bedeutet dies eine deutliche Reduzierung der Vibrationsbelastung.

## Werkzeuge

Das verwendete Werkzeug und die durchzuführenden Tätigkeiten haben bei handgehaltenen Maschinen einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Höhe der jeweiligen Vibrationsexposition. Haben beispielsweise Werkzeuge wie Schleifscheiben bereits eine entsprechende Unwucht, so ist die Vibrationsbelastung größer als bei Verwendung eines Werkzeuges,

# Vibrationsminderung in der Praxis

das sehr viel genauer gearbeitet ist und eine viel geringere Unwucht besitzt.

Um die Unwucht von Schleifscheiben auszugleichen, werden beispielsweise von verschiedenen Herstellern so genannte Autobalancer-

Systeme angeboten, die direkt auf die Antriebswelle montiert sind. Diese Systeme bestehen aus einem Ring, in dem Stahlkugeln in einem Ölbad frei beweglich sind. Die Kugeln gleichen im Betrieb die Unwucht der Schleifscheibe aus, wodurch die Vibrationen signifikant reduziert werden können.

## Handschuhe

Zur Reduzierung der Vibrationsbelastung werden auch so genannte Antivibrations-Handschuhe von verschiedenen Herstellern angeboten. Sie sind auf der Handinnenfläche beispielsweise mit Noppen oder Luftpolsterungen ausgestattet.

In den Prospekten wird teilweise versprochen, dass mit diesen Handschuhen die Vibrationsbelastung um über 90 Prozent gemindert werden könne. Messungen unter Laborbedingungen haben allerdings gezeigt, dass die tatsächliche Vibrationsminderung deutlich geringer ist.

Nach verschiedenen Untersuchungen sind Antivibrations-Handschuhe erst ab Frequenzen von etwa 150 Hz wirksam, dies entspricht Drehzahlen von 9.000 U/min. Darüber hinaus müssen Maschinen, die eine genaue Führung erfordern, aufgrund der wei-



# Hand-Arm-Vibrationen



Vibrationsschutz-Handschuh

chen Antivibrations-Handschuhe fester umschlossen werden. Dazu sind größere Kräfte notwendig, was wiederum die Vibrationsübertragung auf die Hände negativ beeinflusst.

Aufgrund dieser Einschränkungen können nach derzeitigem Kenntnisstand Antivibrations-Handschuhe lediglich für Maschinen mit überwiegend hohen Frequenzen von mehr als 150 Hz, deren Bedienung keine besondere Führung oder großen Kräfte erfordern, empfohlen werden.

Handschuhe sind im Allgemeinen immer dann sinnvoll, wenn bei der Arbeit Kälte auftritt, beispielsweise bei Forstarbeiten im Winter.

# Arbeitsmedizinische Vorsorge

Durch arbeitsmedizinische Vorsorge sollen arbeitsbedingte Erkrankungen und Berufskrankheiten möglichst frühzeitig erkannt und ihrer Entstehung vorgebeugt werden. Darüber hinaus soll die arbeitsmedizinische Vorsorge auch zum Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit und zur Weiterentwicklung des betrieblichen Gesundheitsschutzes beitragen.

Arbeitsmedizinische Vorsorge kann sich auch auf ein Beratungsgespräch beschränken. Die Art der Untersuchungsmethoden hängt davon ab, ob zur Beratung des oder der Versicherten durch den Arzt oder die Ärztin körperliche und klinische Untersuchungen für erforderlich gehalten werden oder nicht. Für körperliche und klinische Untersuchungen gilt allerdings: nicht gegen den Willen des Beschäftigten.

Arbeitsmedizinische Vorsorge wird von Fachärzten für Arbeitsmedizin oder von Ärzten mit der Zusatzbezeichnung Betriebsmedizin durchgeführt. Die Kosten für die Vorsorge trägt der Arbeitgeber.

Die arbeitsmedizinische Vorsorge ist in Deutschland durch die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge geregelt.

## Unterschiedliche Arten von Vorsorge

Bei der arbeitsmedizinischen Vorsorge ist zu unterscheiden zwischen Pflicht-, Angebots- und Wunschvorsorge.

**Pflichtvorsorge** ist – wie der Name schon sagt – bei bestimmten Tätigkeiten verpflichtend durchzuführen.

Bei Vibrationen ist Pflichtvorsorge angezeigt, wenn die Expositionsgrenzwerte erreicht oder überschritten werden.

**Angebotsvorsorge** muss den Beschäftigten vom Arbeitgeber angeboten werden, die Beschäftigten müssen diese allerdings nicht wahrnehmen. Es liegt somit in ihrer Entscheidung, die arbeitsmedizinische Vorsorge vornehmen zu lassen oder auch nicht. Bei Vibrationseinwirkung ist Vorsorge immer dann anzubieten, wenn die Auslösewerte überschritten werden.

**Wunschvorsorge** ist arbeitsmedizinische Vorsorge, die der Arbeitgeber den Beschäftigten über den Anhang der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge hinaus bei allen Tätigkeiten zu gewähren hat. Dieser An-

# VORSORGE

spruch besteht nur dann nicht, wenn nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen ist.

## Untersuchungen

Untersuchungen werden nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 »Belastung des Muskel-Skelettsystems einschließlich Vibrationen« durchgeführt. Der Grundsatz regelt darüber hinaus die entsprechenden Untersuchungsintervalle.

## Ergebnis und Bescheinigung des Arztes

Das Ergebnis und die Befunde der arbeitsmedizinischen Vorsorge hat der Arzt oder die Ärztin schriftlich festzuhalten und die oder den Beschäftigten darüber zu beraten. Auf Wunsch wird der oder dem Beschäftigten das Ergebnis zur Verfügung gestellt. Eine Vorsorgebescheinigung darüber, dass, wann und aus welchem Anlass ein arbeitsmedizinischer Vorsorgetermin stattgefunden hat, wird ausgestellt und vom Unternehmer archiviert. Diese Bescheinigung enthält auch die Angabe, wann weitere arbeitsmedizinische Vorsorge aus ärztlicher Sicht angezeigt ist.







# IMPRESSUM

Herausgeber:  
Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik  
BGHW  
Prävention  
Postfach 1208  
53002 Bonn  
Telefax: 0228/5406-5899  
E-Mail: [medien@bghw.de](mailto:medien@bghw.de)  
Internet: [www.bghw.de](http://www.bghw.de)

Autoren: Dr. Klaus Schäfer,  
Corinna Becker, Frank Rokosch,  
Ralf Schick

Gestaltung: Bernhard Zerwann

Redaktion: Dr. Stefan Hoffmann

Fotos: BGHW, Atlas Copco,  
SW Media, Fotolia

© BGHW. Alle Rechte vorbehalten

Bestell-Nr.: HB 8

2. Auflage 2015