

DIN V 45696-2

DIN

ICS 13.160; 17.160

Vornorm

**Ganzkörper-Schwingungen –
Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen –
Teil 2: Organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz
(CEN/TR 15172-2:2005)**

Whole-body vibration –

Guidelines for vibration hazards reduction –

Part 2: Management measures at the workplace (CEN/TR 15172-2:2005)

Vibrations globales du corps –

Guide pour la réduction des risques de vibrations –

Partie 2: Mesures de prévention sur le lieu de travail (CEN/TR 15172-2:2005)

Gesamtumfang 43 Seiten

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Nationales Vorwort

Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser Vornorm sind erbeten an den Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin, nals@din.de.

Für die in dieser Vornorm enthaltene Deutsche Fassung des CEN-Fachberichts CEN/TR 15172-2 ist der Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, Gemeinschaftsausschuss C 7 „Schwingungseinwirkung auf den Menschen“, zuständig. Der CEN-Fachbericht selbst wurde vom CEN/TC 231 „Mechanische Schwingungen und Stöße“ erstellt und besteht aus Teil 1: Technische Maßnahmen durch die Gestaltung von Maschinen und Teil 2: Organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz.

Mit derselben Problematik befasst sich auch die Richtlinie VDI 3831. Sie behandelt Schwingungsschutzmaßnahmen sowohl technischer, arbeitsorganisatorischer, persönlicher als auch arbeitsmedizinischer Art.

Zu den in den Literaturhinweisen genannten CEN-Fachberichten wird im Folgenden auf die entsprechenden DIN-Ausgaben hingewiesen:

CR 1030-2 siehe DIN V 45695

CEN/TR 15172-1 siehe DIN V 45696-1

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN V 45695, *Hand-Arm-Schwingungen — Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen — Technische und organisatorische Maßnahmen (CR 1030-1:1995 + CR 1030-2:1995)*

DIN V 45696-1, *Ganzkörper-Schwingungen — Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen — Teil 1: Technische Maßnahmen durch die Gestaltung von Maschinen (CEN/TR 15172-1:2005)*

VDI 3831, *Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen*

ICS 13.160; 17.160

Deutsche Fassung

Ganzkörper-Schwingungen - Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen - Teil 2: Organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz

Whole-body vibration - Guidelines for vibration hazards
reduction - Part 2: Management measures at the workplace

Vibrations globales du corps - Guide pour la réduction des
risques de vibrations - Partie 2: Mesures de prévention sur
le lieu de travail

Dieser Technische Bericht (TR) wurde vom CEN am 25. Juli 2005 als eine künftige Norm zur vorläufigen Anwendung angenommen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Abkürzungen	5
4 Ermittlung und Beurteilung von Gesundheitsrisiken	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Feststellung von Hauptquellen von Ganzkörper-Schwingungen am Arbeitsplatz	6
4.3 Beziehungen zwischen der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen und dem Gesundheitsrisiko	6
4.4 Gesetzliche Anforderungen	7
4.5 Verwendung von Schwingungskennwerten	7
5 Festlegung von Maßnahmen mit dem Ziel der Vermeidung und Verringerung der Einwirkung von Schwingungen	8
6 Minimierung der Einwirkung von Schwingungen	8
6.1 Verringerung der Schwingungen durch Neugestaltung von Arbeitsaufgabe und Arbeitsprozess	8
6.2 Verringerung der Schwingungen durch Auswahl von Maschinen, Werkzeugen und Sitzen	9
6.3 Verringerung der Schwingungen durch Unterweisungen und Wartung	13
6.4 Verringerung der Einwirkungsdauer	14
7 Auf die Gesundheitsrisiken bezogene Informationen für die Bedienungspersonen	14
Anhang A (informativ) Beispiele für Maschinen und Arbeitsprozesse, bei denen die Bedienungspersonen bedeutenden Ganzkörper-Schwingungen oberhalb der Auslöse- und/oder Grenzwerte der EU-Richtlinie 2002/44/EG ausgesetzt sein können	16
Anhang B (informativ) Beurteilung von Gesundheitsrisiken durch Ganzkörper-Schwingungen am Arbeitsplatz	19
Anhang C (informativ) Praktisches Beispiel der Anwendung von Verfahren zur Begrenzung von Schwingungseinwirkungen	27
Anhang D (informativ) Auswahl mobiler Maschinen für die Verwendung bei der Arbeit	28
Anhang E (informativ) An Lieferanten zu stellende Fragen	32
Anhang F (informativ) Sitzgestaltung als Mittel zur Verringerung der Risiken durch Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen	33
Anhang G (informativ) Gesundheitsüberwachung	39
Literaturhinweise	40

Vorwort

Dieser Fachbericht (CEN/TR 15172-2:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 231 „Mechanische Schwingungen und Stöße“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

CEN/TR 15172 besteht aus den folgenden Teilen:

CEN/TR 15172-1, *Ganzkörper-Schwingungen — Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen — Teil 1: Technische Maßnahmen durch die Gestaltung von Maschinen*

CEN/TR 15172-2, *Ganzkörper-Schwingungen — Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen — Teil 2: Organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz*

Einleitung

Die EU-Richtlinie 2002/44/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen) fordert von den für Arbeitsplätze Verantwortlichen die Einführung von Schutzmaßnahmen für die Arbeitnehmer gegen die Gefährdung durch Schwingungen, soweit diese die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer beeinträchtigen.

Dieser Fachbericht fasst wirkungsvolle Maßnahmen bei den Bemühungen um organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz zum Schutz der Arbeitnehmer gegen nachteilige gesundheitliche Auswirkungen von Ganzkörper-Schwingungen und Stößen zusammen. Es wird anerkannt, dass Arbeitsplätze sehr unterschiedlich sind und dass für einen bestimmten Arbeitsplatz nur einige der Maßnahmen anwendbar sind.

Ein Leitfaden für technische Maßnahmen, der sich an Konstrukteure und Hersteller von solchen Maschinen wendet, die Schwingungen auf den Menschen übertragen, findet sich in CEN/TR 15172-1.

1 Anwendungsbereich

Dieser Fachbericht zeigt durchführbare Maßnahmen für die Verringerung und Beherrschung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen, um Führungspersonal, das für die Arbeitsplätze zuständig ist, und Verantwortlichen für Gesundheit und Sicherheit eine praktische professionelle Hilfe zu geben. Er behandelt die Feststellung und Verringerung gesundheitlicher Risiken durch die Einwirkung von gefährdenden Schwingungen von Maschinen an einem bestimmten Arbeitsplatz entsprechend Artikel 4, 5 und 6 der EU-Richtlinie 2002/44/EG, einschließlich

- Erkennung der Hauptquellen von Ganzkörper-Schwingungen am Arbeitsplatz,
- Formulierung einer Strategie zur Minimierung und Beeinflussung der Einwirkung von Schwingungen,
- Umsetzung der Strategie.

ANMERKUNG Obwohl der Begriff Schwingungen Dauerschwingungen und transiente Schwingungen (Stöße) umfasst, wird in diesem Fachbericht auf Stöße dann in besonderen Fällen Bezug genommen, in denen sie eine besondere Aufmerksamkeit erfordern.

Dieser Fachbericht befasst sich nicht mit Hand-Arm-Schwingungen, die in CR 1030-2 behandelt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Fachberichts erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 14253:2003, *Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Einwirkung von Ganzkörper-schwingungen auf den Menschen am Arbeitsplatz im Hinblick auf seine Gesundheit — Praxisgerechte Anleitung*

ISO 2631-1:1997, *Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1: General requirements*

ISO 2631-5, *Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 5: Method for evaluation of vibration containing multiple shocks*

3 Abkürzungen

In diesem Fachbericht werden die folgenden Abkürzungen benutzt:

VDV überenergetischer Schwingungsdosiswert, der in ISO 2631-1 definiert ist.

S_{ed} tägliche äquivalente statische Kompressionsdosis, die in ISO 2631-5 definiert ist.

EAV Auslösewert der Tages-Schwingungsbelastung und

ELV Grenzwert der Tages-Schwingungsbelastung, die beide in der EU-Richtlinie 2002/44/EG definiert sind.

4 Ermittlung und Beurteilung von Gesundheitsrisiken

4.1 Allgemeines

Das allgemeine Wissen über Ganzkörper-Schwingungen, ihre Auswirkungen auf den Menschen und ihre Beurteilung und Beherrschung sind als Grundlage für die Ermittlung von Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz wichtig.

Es ist erforderlich, Folgendes zu kennen:

- die Hauptquellen von Ganzkörper-Schwingungen am Arbeitsplatz,
- die Beziehungen zwischen der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen und dem Gesundheitsrisiko,
- die gesetzlichen Anforderungen einschließlich Auslöse- und Grenzwerten.

4.2 Feststellung von Hauptquellen von Ganzkörper-Schwingungen am Arbeitsplatz

Die Hauptquellen von starken Schwingungen und von Stößen sind gewöhnlich mobile Maschinen, die über unebene Oberflächen fahren, und das Arbeiten mit Maschinenwerkzeugen (Laden, Bohren, Bodenverdichtung, Straßenfräsen usw.). Eine Aufstellung der vorwiegend üblichen Maschinen und Verfahren, bei denen die Bedienungspersonen Ganzkörper-Schwingungen ausgesetzt sind, findet sich in Anhang A.

Weiterhin ist es erforderlich, repräsentative Schwingungswerte für jede Maschine und jedes Verfahren zu kennen, die/das die Gefährdung verursacht, sowie die entsprechende Zusammensetzung der Schwingungsexposition, um die Exposition der Bedienungspersonen abschätzen zu können.

Von besonderer Bedeutung ist die Antwort auf die folgenden Fragen zu den benutzten Maschinen:

- Was sind die Ganzkörper-Expositionswerte bei typischen Betriebsweisen der Maschine?
- Bei welchen Betriebsbedingungen kann erwartet werden, dass sie eine Exposition gegenüber Ganzkörper-Schwingungen oberhalb des Auslösewerts und/oder oberhalb des Expositionsgrenzwerts erzeugen?
- Welche Veränderungen an der Maschine könnten Veränderungen der Schwingungskennwerte verursachen?
- Welche Sitze und Werkzeuge können als für die Maschine geeignet angesehen werden, d. h. sie verschlechtern nicht die Schwingungskennwerte?
- Welche Auswirkungen hat eine falsche Sitzeinstellung auf die Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen?

Wenn eine Bedienungsanleitung diese Fragen nicht beantwortet, sollte der Hersteller aufgefordert werden, weitere Angaben zur Verfügung zu stellen.

Ein gründliches Wissen darüber, wie die Maschinen bei der praktischen Arbeit benutzt werden, ist von grundlegender Bedeutung. Das erfordert Studien an den Arbeitsplätzen und die Einholung von Informationen von den Bedienungspersonen der Maschinen.

4.3 Beziehungen zwischen der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen und dem Gesundheitsrisiko

Erkrankungen der Wirbelsäule und mit ihr zusammenhängender Strukturen sind das hauptsächliche gesundheitliche Problem, das durch Ganzkörper-Schwingungen verursacht werden kann. Allgemeine

Angaben über die Gesundheitsrisiken durch die Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen sind in der Literatur zu finden.

ISO 2631-1 und ISO 2631-5 enthalten Angaben zu Gesundheitsrisiken durch Ganzkörper-Schwingungen sowie Grenzwerte, ab denen ein Gesundheitsrisiko erwartet werden kann. Körperhaltungen mit Beugen oder Verdrehen der Wirbelsäule können das Gesundheitsrisiko bei einer solchen Exposition deutlich erhöhen. Da die Widerstandsfähigkeit der Wirbelsäule mit dem Alter abnimmt, kann das Risiko einer Schädigung durch eine bestimmte Exposition mit dem Alter wesentlich zunehmen.

Es gibt Hinweise auf einen exponentiellen Anstieg des Risikos bei zunehmender Intensität der Schwingungen. Deshalb wird durch Mittelwerte (z. B. Effektivwerte) das Gesundheitsrisiko deutlich unterschätzt, wenn die Tagesexposition Schwingungsanteile mit hoher Intensität oder zeitweilige Einwirkungen mit hoher Spitzenbeschleunigung (Stöße) enthält. Für eine angemessene Beurteilung in solchen Fällen sind die in ISO 2631-5 beschriebenen anspruchsvolleren Verfahren erforderlich. Aus dem gleichen Grunde kann eine Mittelung von Effektivwerten für unterschiedliche Tage zu einer Unterschätzung des Gesundheitsrisikos führen. Dies ist der Fall, wenn aus Tagen mit signifikant unterschiedlicher Tagesexposition Mittelwerte gebildet werden.

EN 14253 beschreibt, wie die Tagesexposition gegenüber Schwingungen in vielfältigen Situationen gemessen und berechnet werden kann. Anhang A von EN 14253:2003 enthält die Berechnung der Tagesexposition in den Fällen, in denen die tägliche Arbeit aus Betriebsmaßnahmen oder Arbeitszyklen mit unterschiedlicher Schwingungsintensität über kurze Zeiträume besteht.

ANMERKUNG Die Forschung schreitet an zahlreichen Orten ständig fort, und es ist für die betriebliche Leitung wichtig, der Entwicklung zu folgen und sich der Überarbeitungen der anwendbaren Normen bewusst zu sein.

4.4 Gesetzliche Anforderungen

Die EU-Richtlinie 2002/44/EG enthält Anforderungen zu Expositionswerten der Schwingungen, die nicht überschritten werden dürfen (Grenzwerte), und zu Expositionswerten, oberhalb derer Maßnahmen zur Verringerung der Schwingungen unternommen werden müssen (Auslösewerte).

Die Exposition gegenüber Schwingungen sollte für einen Arbeitstag bestimmt werden, der für die stärksten Schwingungen repräsentativ ist. Eine Mittelung über mehrere Arbeitstage sollte nicht erfolgen.

Es sei angemerkt, dass die in der EU-Richtlinie 2002/44/EG angegebenen Grenzwerte keine „sicheren“ Werte sind. Nach ISO 2631-1:1997, Anhang B, kann ein bedeutsames Gesundheitsrisiko bei Schwingungsniveaus unterhalb der Grenzwerte der EU-Richtlinie 2002/44/EG erwartet werden. Obwohl Expositionen unterhalb des Auslösewerts im Allgemeinen keine bedeutsamen Gesundheitsrisiken erzeugen, gibt es Fälle, in denen Expositionen unterhalb des Auslösewerts Gesundheitsprobleme verursachen können. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn die Exposition Stöße enthält oder bei ungünstigen Körperhaltungen auftritt.

Eine Anleitung für Strategien für die Bewertung eines Arbeitsplatzes findet sich in Anhang B.

4.5 Verwendung von Schwingungskennwerten

Die Maschinenrichtlinie 98/37/EG fordert eine Angabe des Schwingungsemissionswerts am Platz der Bedienungsperson, falls dieser Wert oberhalb $0,5 \text{ m/s}^2$ liegt. Nach EN 1032 ist der Schwingungskennwert repräsentativ für das 75. Perzentil der Schwingungswerte, die bei der typischen vorgesehenen Verwendung der Maschine in der Betriebsweise, die die höchsten Schwingungen verursacht, einwirken. Diese Norm legt auch fest, dass die Emissionswerte nicht für die Bewertung des Gesundheitsrisikos verwendet werden sollten. Die Schwingungskennwerte können jedoch beim Vergleich von Maschinen und bei der Auswahl einer Maschine für eine bestimmte Aufgabe nützlich sein. Falls Schwingungskennwerte zusammen mit der Expositionsdauer verwendet werden, um einen groben und vorsichtigen Schätzwert der Tagesexposition zu erhalten, die erwartet werden kann, sollte daran gedacht werden, dass der Schwingungskennwert zeitweilig überschritten werden kann.

5 Festlegung von Maßnahmen mit dem Ziel der Vermeidung und Verringerung der Einwirkung von Schwingungen

Falls die Tagesexposition gegenüber Schwingungen für eine bestimmte Bedienungsperson den Auslösewert der EU-Richtlinie 2002/44/EG überschreiten kann, sollte eine Strategie für die Verringerung und Beherrschung der Exposition gegenüber Schwingungen festgelegt und umgesetzt werden. Wenn der Auslösewert nicht überschritten wird, aber das Bestehen eines Risikos nachgewiesen ist (z. B. wegen einer Exposition gegenüber einem hohen Ausmaß an Stößen), sollte die Strategie die Beherrschung dieses Risikos einbeziehen. Zu Elementen einer Strategie für die Beherrschung der Exposition gegenüber Schwingungen und Stößen können eine oder mehrere der folgenden Tätigkeiten gehören:

- Neugestaltung der Arbeitsaufgabe, besonders hinsichtlich des hauptsächlich zur Exposition gegenüber Schwingungen beitragenden Faktors,
- Veränderung der Maschine oder des Verfahrens, z. B. Verwendung einer schwingungsarmen Maschine,
- Veränderung der Vorrichtungen zur Verringerung der Schwingungsübertragung vom Entstehungsort auf die Bedienungsperson, z. B. Auswahl einer Maschine mit Federung des Fahrerhauses, geeigneter Sitze usw.,
- Begrenzung der individuellen Expositionsdauern, besonders hinsichtlich des hauptsächlich zur Einwirkung von Schwingungen beitragenden Faktors (einschließlich Wechsels der Arbeitsplätze [job rotation]),
- Kontrolle, dass der Reifendruck entsprechend der Bedienungsanleitung aufrechterhalten wird,
- Auswahl der Optionen des Herstellers hinsichtlich für die Einsatzbedingungen geeigneter Räder und Reifen,
- Wartung der Straßenoberfläche.

Anhang C liefert ein praktisches Beispiel für die Anwendung der vielfältigen Verfahren.

6 Minimierung der Einwirkung von Schwingungen

6.1 Verringerung der Schwingungen durch Neugestaltung von Arbeitsaufgabe und Arbeitsprozess

Über die Verwendung der vielfältigen Maschinen, Arbeitsprozesse und Werkzeuge, die als Entstehungsorte der Gefährdung durch Ganzkörper-Schwingungen festgestellt wurden, sollten detaillierte Angaben erfasst werden.

Bei der Berücksichtigung eines bestimmten Prozesses oder einer bestimmten Aufgabe wäre der erste Schritt, dessen/deren Zweck in allgemein gehaltenen Begriffen festzulegen, d. h. was erreicht oder getan werden soll. Der zweite Schritt ist die Aufteilung des Prozesses in seine Grundelemente unter Herausstellung der Stufen, die hauptsächlich zur Einwirkung von Schwingungen beitragen. Die Maßnahmen zur Begrenzung der Einwirkung von Schwingungen dürfen auf diese beitragenden Faktoren konzentriert werden.

Arbeitsaufgaben sollten so ausgelegt sein, dass

- die Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen so niedrig wie machbar ist,
- die tägliche Expositionsdauer gegenüber übermäßigen Schwingungen so kurz wie möglich ist,
- die Exposition gegenüber starken Stößen vermieden wird,
- die Arbeitshaltung so ist, dass sie die geringsten nachteiligen gesundheitlichen Auswirkungen von Schwingungen verursacht.

In vielen Fällen ist das Fahren über unebenen Boden der Hauptbeitrag zur Einwirkung von Schwingungen. Diese Einwirkung kann durch folgende Maßnahmen reduziert werden:

- Minimierung der Fahrstrecke durch Arbeitsorganisation, gegebenenfalls einschließlich des Fahrens zu und von den Arbeitspausen. Dies wirkt sich auch auf die Arbeitsleistung positiv aus;
- Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit. Die Fahrgeschwindigkeit hat sehr ausgeprägte Auswirkungen auf den Schwingungswert, wie durch die Beispiele in Bild 1 dargestellt wird. Eine wirksame Leitung der Arbeiten und die Information der Bedienungsperson über die Gesundheitsrisiken sind Vorbedingungen dafür, dass die Regeln der Geschwindigkeitsbegrenzung in der Praxis befolgt werden;
- Instandhaltung der Bodenoberfläche durch Entfernung von Hindernissen, Verfüllen von Schlaglöchern, Planierung von Transportstraßen usw.;
- Informationen für die Bedienungspersonen über die Wichtigkeit für die Gesundheit, den Sitz und die Rückenlehne (falls diese verstellbar ist) richtig einzustellen und eine richtige Fahrhaltung einzunehmen.

Bei einigen Maschinen können andere Tätigkeiten als das Fahren zu übermäßigen Schwingungen und Stößen führen. Ein Beispiel ist das Baumfällen, wo die Hauptschwingungswirkung von Stößen herrühren kann, die sich beim Fällen und der Aufnahme des Stamms in den Fällkopf beim Entasten ergeben.

Um die Risiken zu verringern, sollte die Arbeit so organisiert sein, dass ein unnötiges Aussteigen aus dem Fahrerhaus bei Glätte auf ein Mindestmaß verringert wird. Das Führungspersonal, das für die Arbeitsplätze zuständig ist, sollte sicherstellen, dass für Füße und Hände ausreichend Halt vorhanden ist sowie Fußbekleidung mit einer geeigneten Gleithemmung (mindestens unter den Absätzen) bereitgestellt wird. Die Bedienungspersonen sollten angewiesen werden, einen Ort und eine Parkposition zum gefahrlosen Aussteigen aus der Maschine zu wählen.

6.2 Verringerung der Schwingungen durch Auswahl von Maschinen, Werkzeugen und Sitzen

6.2.1 Allgemeines

Die für einen Arbeitsplatz verantwortliche Leitung sollte die Maschinen und Arbeitsvorrichtungen sorgfältig wählen und dem Freisein von übermäßigen Schwingungen und den Möglichkeiten, die Maschine und die Arbeitsvorrichtungen ohne das Einnehmen einer unerwünschten Körperhaltung zu bedienen, genügend Vorrang einräumen.

6.2.2 Auswahl der Maschine

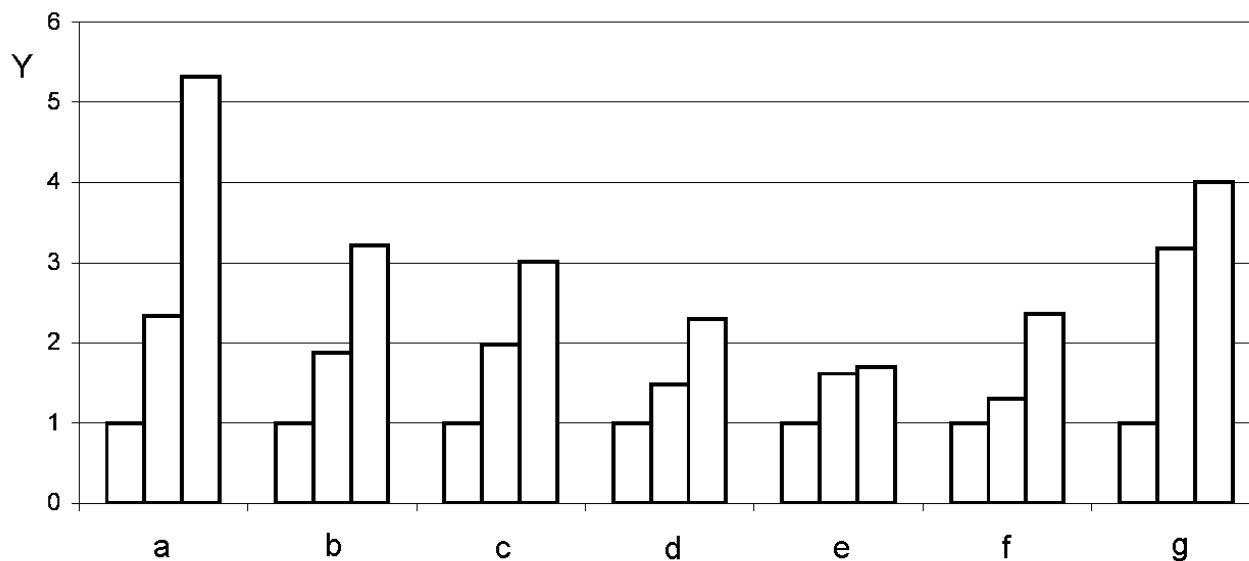
Der Lieferant sollte aufgefordert werden, gut begründete Angaben über die Schwingungsemission und auch eine Bewertung der Expositionswerte während der vorgesehenen Benutzung der Maschine zu liefern.

In der Praxis können wegen eines Mangels an geeigneten Prüfvorschriften und der aktuell unzureichend verfügbaren Angaben über die Schwingungsemission von Maschinen bei der Auswahl einer schwingungsarmen Maschine einige Schwierigkeiten erfahren werden. Der nach den Anforderungen der Maschinenrichtlinie 98/37/EG zur Verfügung gestellte Schwingungskennwert ist für den Vergleich von Maschinen unterschiedlicher Hersteller nützlich.

Die richtige Ausbildung für die und Erfahrung bei der Benutzung der Maschine sind wichtige Faktoren für die Beherrschung der Exposition gegenüber Schwingungen und für die Vermeidung ungeeigneter Körperhaltungen. Es ist auch wichtig, dass die Wartung der Maschine einfach und unkompliziert ist.

Eine detaillierte Anleitung für die Auswahl mobiler Maschinen findet sich in Anhang D.

Anhang E enthält eine Aufstellung der wichtigsten Fragen hinsichtlich der Ganzkörper-Schwingungen, die Käufer von Maschinen an die Lieferanten stellen sollten.



Legende

Y	Verhältnis zwischen den Schwingungswerten	d	Bodenverdichter
a	Muldenkipper, der mittels Knickgelenkrahmen gelenkt wird	e	landwirtschaftliches Transportfahrzeug
b	schwerer Radlader	f	landwirtschaftlicher Traktor
c	leichter Radlader	g	kleiner Muldenkipper

ANMERKUNG Bild 1 zeigt das Verhältnis zwischen den Schwingungswerten bei der niedrigsten Geschwindigkeit, dem Doppelten und dem Dreifachen dieser Geschwindigkeit. Die Messungen erfolgten in der z-Richtung im Sitzkissen unter dem Fahrer beim Fahren über mehr oder weniger unebene Oberflächen. Gleichartige Messungen an Flurförderzeugen zeigten, dass eine Verdopplung der Geschwindigkeit den Schwingungswert um den Faktor zwei vergrößert.

Bild 1 — Einfluss der Fahrgeschwindigkeit auf den Schwingungswert

6.2.3 Auswahl von Arbeitsvorrichtungen oder Werkzeugen für die Maschine

Bei der Auswahl von Arbeitsvorrichtungen oder Werkzeugen für die Maschine sollte auf gleichmäßige Bewegungen und auf flexible Ankopplung an die Maschine geachtet werden. Es sollte eine Überprüfung erfolgen, um festzustellen, in welchem Umfang das Werkzeug die Schwingungen am Platz der Bedienungsperson beeinflusst.

Ein wichtiger Faktor ist die Lieferung des richtigen Werkzeugs für die Arbeitsaufgabe. Der Hersteller oder Lieferant der Maschine sollte zur Anleitung befragt werden, welche Werkzeuge zu verwenden und wie sie zu betreiben sind, um die Schwingungen zu minimieren, ohne den Wirkungsgrad zu schmälern. Auch die Anweisungen zur Wartung der Werkzeuge sind wichtig.

Bei Maschinen, an denen sich gefederte Ausleger oder Schaufeln befinden, sollten diese Federungen beim Fahren in Betrieb sein.

Es sollte überprüft werden, ob die Bedienungselemente der Arbeitsvorrichtungen oder Werkzeuge so angebracht sind, dass die Bedienungsperson bei der Benutzung der Vorrichtungen oder Werkzeuge eine aufrechte Körperhaltung beibehält und unnötiges Verdrehen des Körpers vermeidet.

6.2.4 Auswahl von Sitzen

Der Lieferant der Maschine sollte detaillierte Angaben über die geeignete Auswahl von Sitzen liefern. Es ist wichtig, dass keine Koinzidenz zwischen den Resonanzfrequenzen des Systems Reifen – Maschine, des Federungssystems des Fahrgestells oder dem des Fahrerhauses auf der einen Seite und denen des

Federungssystems des Sitzes besteht. Es ist weiterhin wichtig, dass für die Sitzfederung genügend Raum zur Verfügung steht, um ein Anschlagen oben und unten zu verhindern. Um gefährliche Stöße beim Fahren über ein unerwartetes hohes Hindernis zu vermeiden, ist es auch wichtig, dass ein Schutz gegen sehr hartes Anschlagen oben und unten besteht (weiche Endanschläge).

Der Hersteller oder Lieferant sollte um sachgerechte Montageanweisungen ersucht werden. Es ist wichtig, zu überprüfen und sicherzustellen, dass die Fläche, auf der der Sitz montiert ist, starr genug ist, um Resonanzprobleme zu verhindern. Dies ist auch in den seitlichen Richtungen wichtig, wo die Schwingungen verstärkt und bei bestimmten mobilen Maschinen mit üblichen Sitzen dominant werden können.

Bei der Auswahl von Sitzen ist es auch wichtig, dass die Sitzfederung leicht nach Gewicht und Größe des Fahrers einstellbar ist. Besonders wichtig sind Einstellmöglichkeiten in der Höhe, vorwärts und rückwärts sowie der Rückenlehne. Die Sitzkissen sollten ergonomisch gut gestaltet sein mit Breite und Höhe nach den Bedürfnissen des Fahrers.

Der Lieferant des Sitzes sollte ersucht werden, Angaben über die Lebensdauer der in die Sitzfederung eingearbeiteten federnden Materialien zu liefern. Dies ist besonders wichtig, wenn das federnde Material organischen Ursprungs ist (z. B. Elastomere).

Siehe Anhang F zu weitergehenden Hinweisen zur Auswahl von Sitzen.

6.2.5 Auswahl des Reifentyps

Reifen werden üblicherweise nach ihrem Rollwiderstand, ihrer Griffigkeit, ihrer Stabilität, den Kosten, der Festigkeit gegen Schäden bei Zusammenstößen, der Annehmlichkeit für den Fahrer usw. gewählt.

Die meisten mobilen Maschinen sind mit Luftreifen ausgestattet, weil sie die kleinen Unebenheiten des Bodens herausfiltern. Ausnahmen bilden mit Ketten versehene Maschinen für das Gelände und Flurförderzeuge, die oft aus Gründen der Stabilität und wegen der Durchstichfestigkeit mit Vollgummireifen ausgestattet sind. Vollgummireifen sollten nur auf völlig glattem Boden verwendet werden.

Weitere Parameter, wie Dämpfung und Steifigkeit, müssen berücksichtigt werden, um den Anprall auf Hindernisse aufzufangen. Jedoch können selbst große Reifen die Schwingungsenergie nicht ebenso gut abfangen wie ein Stoßdämpfer. Deshalb bauen sich Schwingungen sogar auf relativ glatten Oberflächen auf. Reifen sind üblicherweise viel steifer als ein Federungssystem. Übermäßig weiche Reifen können tief-frequente Bewegungen einschließlich Nickbewegungen verursachen. Im Allgemeinen führen Veränderungen des Reifendrucks nicht zu einer einfachen Zunahme oder Abnahme der Schwingungen, sondern haben eher eine Wirkung, die von anderen Fahrzeugeigenschaften, wie Ladung und Größe, abhängt.

Bild 2 vergleicht Effektivwerte der Beschleunigung, die an einem unbeladenen 1,5-t-Gabelstapler gemessen wurden, der mit Vollgummireifen bzw. Luftreifen versehen war und mit unterschiedlicher Geschwindigkeit über ein Hindernis fuhr. Die Schwankungen der Beschleunigung ergaben sich aus der Phaseninterferenz zwischen den freien Schwingungen des Staplers, nachdem die Vorderreifen über das Hindernis gefahren waren, und dem Anprall der Hinterräder beim Auftreffen auf das Hindernis. In einigen Fällen kann es vernünftig sein, Vollgummireifen mit einer sorgfältig gewählten Innenfüllung zu wählen, die eine optimierte Dämpfung der durch den Anprall an ein Hindernis hervorgerufenen Schwingungen bietet. Zur Entwicklung einer geeigneten Gestaltung sind jedoch weitere Forschungen erforderlich.

6.2.6 Vergrößerung der Spurbreite oder Verwendung von Zwillingsrädern

Schwingungsmessungen bei landwirtschaftlichen Traktoren zeigen, dass die Vergrößerung der Spurbreite oder Verwendung von Zwillingsrädern die Schwingungen in der Querrichtung (y-Richtung) bedeutend verringert. Ein Beispiel für die Auswirkungen auf den Effektivwert der frequenzbewerteten Beschleunigung auf dem Sitz eines landwirtschaftlichen Traktors bei Verwendung von Zwillingsrädern ist in Bild 3 dargestellt.