

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen Bewertung	VDI 2057 Blatt 2
-----------------------------------	---	-------------------------

Effect of mechanical vibrations
on human beings
Evaluation

*Frühere Ausgabe: 10.63; 1.76 Entwurf;
2.79 Entwurf; 5.81;
4.86 Entwurf*

Inhalt	Seite
1 Allgemeines	2
2 Methoden der Frequenzbewertung (K-Wert-Bildung)	2
3 Bewertung der Einwirkung im Sitzen und Stehen	2
3.1 Geltungsbereich	2
3.2 Frequenzbewertung bei Einwirkung in z-Richtung	2
3.3 Frequenzbewertung bei Einwirkung in x- und y-Richtung	3
4 Bewertung der Einwirkung im Liegen	4
4.1 Geltungsbereich	4
4.2 Frequenzbewertung bei Einwirkung in x-Richtung	4
4.3 Frequenzbewertung bei Einwirkung in y- und z-Richtung	4
5 Bewertung der Einwirkung bei nicht vorgegebener Körperhaltung	5
5.1 Geltungsbereich	5
5.2 Frequenzbewertung	5
6 Bewertung der Einwirkung über das Hand-Arm-System	6
6.1 Geltungsbereich	6
6.2 Frequenzbewertung	6
7 Hinweise zur Messung und Auswertung	7
8 Meßbericht	7
Anhang 1 Schwingungsgrößen	8
Anhang 2 Rechenverfahren zur Ermittlung des energieäquivalenten Mittelwertes K_{eq} aus Terzanalysen und Linienspektren	8

VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb
Fachbereich Schwingungstechnik
Gemeinschaftsausschuß VDI/FANAK C7
Schwingungseinwirkung auf den Menschen

VDI-Handbuch Schwingungstechnik
VDI-Handbuch Lärminderung
VDI/VDE-Handbuch Meßtechnik II

1 Allgemeines

Die verschiedenen Einwirkungsmöglichkeiten auf den menschlichen Körper haben unterschiedliche frequenzabhängige Wirkungen. Zur Bildung der Bewerteten Schwingstärke K aus den physikalischen Daten der Schwingungsbelastung enthält das vorliegende Blatt 2 dieser Richtlinie Festlegungen zur Frequenzbewertung für folgende Einwirkungsarten:

- Bewertung der Einwirkung im Sitzen und Stehen,
- Bewertung der Einwirkung im Liegen,
- Bewertung der Einwirkung bei nicht vorgegebener Körperhaltung,
- Bewertung der Einwirkung über das Hand-Arm-System.

2 Methoden der Frequenzbewertung (K-Wert-Bildung)

Die Schwingungsgrößen (Schwingweg, Schwinggeschwindigkeit und Schwingbeschleunigung) sind zur Bildung der Bewerteten Schwingstärke K mit frequenzabhängigen Funktionen zu bewerten und zu normieren. Die nachfolgenden Festlegungen werden für die Schwingbeschleunigung dargestellt.

Für die Frequenzbewertung werden derzeit zwei Verfahren angewendet:

- Frequenzbewertung des Gesamtsignals einschließlich Bandbegrenzung mit elektronischen Bewertungsfiltren und Normierung nach DIN 45669 Teil 1 und DIN 45671 Teil 1 (E).
- Rechnerisches Ermitteln aus Terzspektren nach den in Abschnitt 3, 4, 5 und 6 dieser Richtlinie angegebenen spezifischen Formeln und ggf. Summierung entsprechend Anhang 2.

Dem erstgenannten Verfahren liegen die Bewertungskurven der Filter nach DIN 45671 Teil 1 (E) zugrunde. Diese Kurven entsprechen weitgehend der tatsächlichen Schwingungsbeanspruchung des Menschen.

Für das rechnerische Ermitteln (zweitgenanntes Verfahren) gelten aus Gründen einer vereinfachten Handhabbarkeit für begrenzte Frequenzbereiche die nachfolgenden Formeln. Dem entsprechen die Knickpunkte in den zugehörigen Kurvendarstellungen (siehe Bild 1 bis 6). Die Normierung wird mit Hilfe der in den nachfolgenden Formeln enthaltenen Faktoren erreicht.

Im allgemeinen sind nur geringfügige Abweichungen zwischen den Ergebnissen aus beiden Verfahren zu erwarten.

3 Bewertung der Einwirkung im Sitzen und Stehen

3.1 Geltungsbereich

Die nachfolgend angegebenen Bewertungen für die Einwirkung im Sitzen und Stehen gelten für

- Schwingungseinleitung über das Gesäß im Sitzen,
- Schwingungseinleitung über die Füße im Stehen.

Sie gelten z. B. nicht für Schwingungseinleitung über die Füße und den Rücken im Sitzen.

Der Frequenzbereich wird auf 1 Hz bis 80 Hz beschränkt (eine Ausweitung in den Bereich unterhalb 1 Hz ist beabsichtigt).

Anmerkung 1: Schwingungen mit Frequenzen über 80 Hz werden bei kleinen Schwingwegen zunehmend im Schuhwerk oder in der Kleidung absorbiert. Soweit sie den Körper überhaupt mit merklicher Stärke erreichen, dringen sie in die an die Haut angrenzenden Körperschichten kaum noch ein.

Anmerkung 2: Schwingungen mit Frequenzen unter 1 Hz beanspruchen den Menschen individuell sehr verschieden, wobei Kinetoseerscheinungen (z. B. Seekrankheit) eine wichtige Rolle spielen. Der Stand des Wissens für diesen Frequenzbereich hat derzeit in ISO 2631/3 „Evaluation of exposure to whole-body z-axis vertical vibration in the frequency range 0,1 to 0,63 Hz“ seinen Niederschlag gefunden.

3.2 Frequenzbewertung bei Einwirkung in z-Richtung

Erfolgt die Frequenzbewertung bei Einwirkung in z-Richtung mit elektronischen Bewertungsfiltren, so ist entsprechend DIN 45671 Teil 1 (E), Abschnitt 4.2.2.1, Bild 5 oder Tabelle 2 zu verfahren und entsprechend Abschnitt 4.1.5.4 zu normieren.

Bei der rechnerischen Ermittlung der Bewerteten Schwingstärke KZ auf der Basis von Terzspektren ist nach folgenden Formeln zu bewerten und anschließend gegebenenfalls zu summieren:

$$1 \text{ Hz} \leq f \leq 4 \text{ Hz}: KZ = 10 \frac{a_z}{\text{m/s}^2} \sqrt{f/\text{Hz}}$$

$$4 \text{ Hz} \leq f \leq 8 \text{ Hz}: KZ = 20 \frac{a_z}{\text{m/s}^2}$$

$$8 \text{ Hz} \leq f \leq 80 \text{ Hz}: KZ = 160 \frac{a_z}{\text{m/s}^2} \frac{\text{Hz}}{f}$$

Hierbei sind die Frequenz f und der Effektivwert der Beschleunigung a_z (in z -Richtung) einzusetzen.

Die angegebenen Formeln basieren auf Kurven gleicher Bewerteter Schwingstärke KZ , die in Bild 1 dargestellt sind.

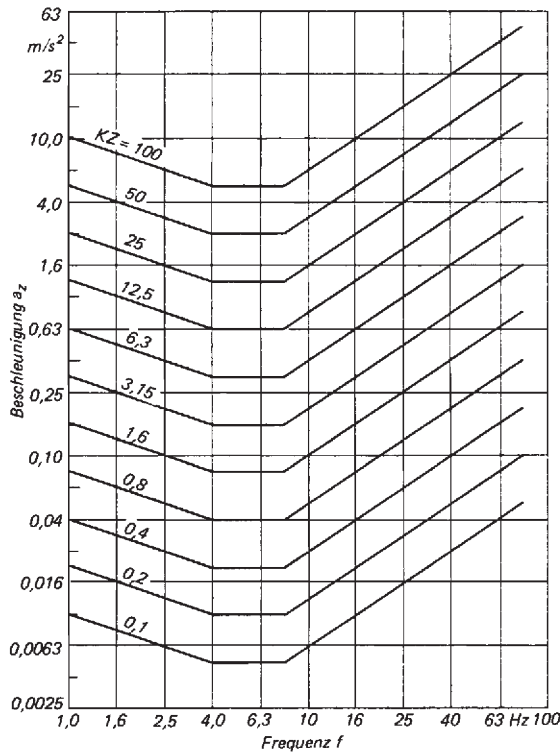


Bild 1. Kurven gleicher Bewerteter Schwingstärken KZ in Abhängigkeit von Frequenz und Schwingbeschleunigung bei Einwirkung in z -Richtung für den sitzenden und den stehenden Menschen

Zwischen dem KZ -Wert und der frequenzbewerteten Beschleunigung a_{zw} nach ISO 2631/1 besteht folgende rechnerische Beziehung:

$$KZ = 20 \frac{a_{zw}}{m/s^2}$$

3.3 Frequenzbewertung bei Einwirkung in x - und y -Richtung

Erfolgt die Frequenzbewertung bei Einwirkung in x - und y -Richtung mit elektronischen Bewertungsfiltren, so ist entsprechend DIN 45671 Teil 1 (E), Abschnitt 4.2.2.1, Bild 4 oder Tabelle 2 zu verfahren und entsprechend Abschnitt 4.1.5.4 zu normieren.

Bei der rechnerischen Ermittlung der Bewerteten Schwingstärke KX und KY auf der Basis von Terzspektren ist nach folgenden Formeln zu bewerten und anschließend gegebenenfalls zu summieren:

$$1 \text{ Hz} \leq f \leq 2 \text{ Hz}: KX = 28 \frac{a_x}{m/s^2}$$

$$KY = 28 \frac{a_y}{m/s^2}$$

$$2 \text{ Hz} \leq f \leq 80 \text{ Hz}: KX = 56 \frac{a_x}{m/s^2} \frac{1}{f}$$

$$KY = 56 \frac{a_y}{m/s^2} \frac{1}{f}$$

Die angegebenen Formeln basieren auf Kurven gleicher Bewerteter Schwingstärke KX und KY , die in Bild 2 dargestellt sind.

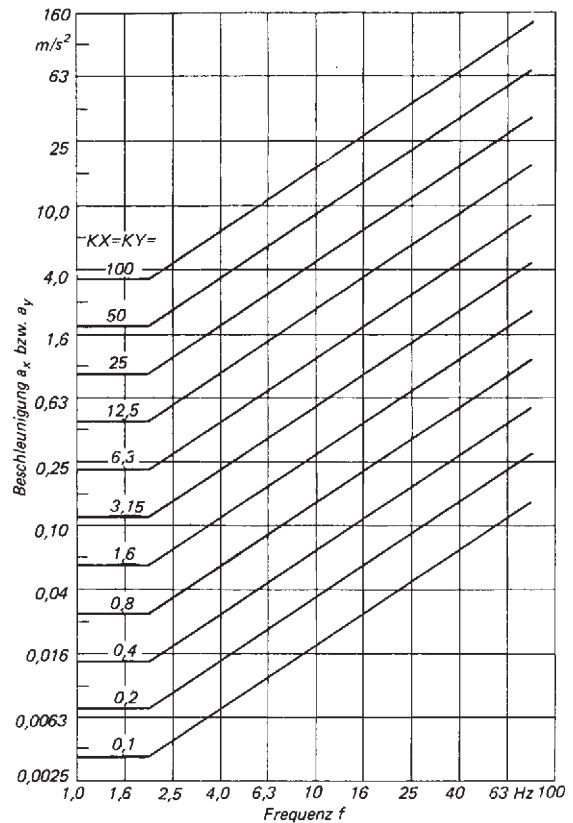


Bild 2. Kurven gleicher Bewerteter Schwingstärken KX und KY in Abhängigkeit von Frequenz und Schwingbeschleunigung bei Einwirkung in x - oder y -Richtung für den sitzenden und den stehenden Menschen

Zwischen dem KX - oder dem KY -Wert und den frequenzbewerteten Beschleunigungen a_{xw} bzw. a_{yw} nach ISO 2631/1 bestehen folgende rechnerische Beziehungen:

$$KX = 28 \frac{a_{xw}}{m/s^2}$$

$$KY = 28 \frac{a_{yw}}{m/s^2}$$