

Ganzkörper-Vibrations-Belastungsanzeige **Whole-body vibration exposure indicator**

Ein einfaches Gerät zur Anzeige von Ganzkörper-Vibrations-Belastungen

A simple feedback device for the display of whole-body vibration exposure

B. Göres, D. Kamin, T. Baum, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin;

Abstract

To raise awareness of vibrational exposure, it is important to give drivers a direct feedback on their individual whole-body vibration exposure. This work presents a simple device based on the existing measurement standard that extrapolates the measured acceleration and exposure time to the daily vibration exposure value. It is therefore possible to connect personal perception and working conditions (seat adjustment, velocity ...) with an exposure estimate. As a consequence, personal behaviour and working conditions can be adjusted.

1. Einleitung

Für die Gefährdungsbeurteilung spielen Schwingungsmesswerte eine entscheidende Rolle. Messwerte, die unter den Bedingungen im eigenen Betrieb erhoben worden sind, haben in den Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung die höchste Priorität [1]. Das Messen ist zum einen mit einem hohen Aufwand und hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Ergebnisse verknüpft [2] [3]. Zum anderen ist es schwierig, ausgehend von einem abstrakten Messwert, in der Unterweisung den betroffenen Beschäftigten ihre Belastung nahe zu bringen.

Für die Beschäftigten ist es aber wichtig, ihre subjektive Schwingungswahrnehmung mit einer Bewertung verknüpfen zu können, damit sie sich zum einen der Belastung bewusst werden können und zum anderen in die Lage versetzt werden, die Auswirkungen von Vibrations-Schutzmaßnahmen einschätzen zu können, die ihre Mithilfe erfordern, zum Beispiel angepasste Fahrweise und Einstellung des Sitzes auf das Körpergewicht.

Daher ist es das Ziel dieser Arbeit gewesen, ein Gerät zu entwickeln, das einfach zu bedienen ist, und den Beschäftigten direkt über seine aktuelle Schwingungsbelastung informiert. Dabei kommt es weniger auf einen genauen Zahlenwert an, als vielmehr auf eine schnelle Rückmeldung, ob eine aktuelle Situation die Belastung erhöht oder verringert. Damit kann ein wichtiger Beitrag zu einer Verhaltensprävention geleistet werden.

2. Belastungsanzeige

Die Anforderungen an Messgeräte und ihre Einteilung in Normen ist, ausgelöst durch die Entwicklung auf dem Messgerätemarkt, Gegenstand einer langanhaltenden Diskussion [4]. Für den Zweck, dem das hier vorgestellte Gerät dienen soll, sind die Anforderungen an ein Messgerät nach DIN EN ISO 8041:2005 [3] sicherlich zu hoch. Auf der anderen Seite sollte die Angabe des Gerätes verlässlich sein, sodass Abweichungen von [3] nicht zu groß sein sollten.

Das hier vorgestellte Gerät misst Ganzkörper-Vibrationen in drei Achsen an der Einleitungsstelle der Sitzbeinhöcker mit einer normgerechten Messscheibe. Die Beschleunigungssignale werden im Gerät verarbeitet und bewertet [3], sodass frequenzbewertete Beschleunigungswerte vorliegen. Die Messdauer wird auch angezeigt. Anfang und Ende der Messung werden durch den Messenden festgelegt (Start/Stopp-Funktion). Die Messscheibe erfasst die Schwingungen während der Messdauer unabhängig davon, ob die Scheibe besetzt ist oder nicht.

In der Anzeige wird der Momentanwert der frequenzbewerteten Beschleunigung $a_{w,l}(t)$ in den drei Schwingungsrichtungen $l = \{x, y, z\}$ über die letzten 30 s angezeigt (Bild 1). Aus den frequenzbewerteten Beschleunigungswerten $a_{w,l}(t)$ zur Zeit t und der erfassten Messdauer T_M wird zusätzlich der Effektivwert $a_{w,l}$ gebildet. Mit einer angenommenen Eiwirkungsdauer von $T = 8$ h wird daraus der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$ gebildet [1]. Dieser wird als Balken mit Farbkodierung angezeigt, je nachdem, ob der Expositionsgrenzwert [1] überschritten ist (rot), ob der Auslösewert unterschritten ist (grün), oder ob der $A(8)$ dazwischen liegt (gelb).

Anhand der in [4] genannten Eigenschaften kann das Gerät als Dosimeter (personal human vibration exposure meter, „pvem“) bezeichnet werden. Allerdings ist bei der Anzeige auf eine Skala verzichtet worden, sodass für die Bewertung nur ein Trend des Momentanwertes nachvollzogen werden kann, und die Einteilung (rot, gelb, grün) für einen extrapolierten $A(8)$. Daher ist die Bezeichnung „Belastungsanzeige“ (human vibration indicator [4]) gewählt worden.

Für den Zweck des Gerätes ist eine relative Bewertung (besser/schlechter) der Schwingungsbelastung ausreichend, weswegen auf die Darstellung der absoluten Messwerte verzichtet wird. Damit ist auch keine Vermischung mit normgerecht ermittelten Messwerten für die Gefährdungsbeurteilung möglich.

Wichtig für den Einsatzzweck des Gerätes sind ein tageslichttaugliches Display, das sich mit Haltern leicht in Fahrerkabinen befestigen lässt. Das Gerät ist so robust und kompakt gefertigt, dass es gut unter betrieblichen Bedingungen eingesetzt werden kann. Es besitzt eine einfache Ein-Knopf-Bedienung zum Einschalten, Messstart, Messstopp und Ausschalten.

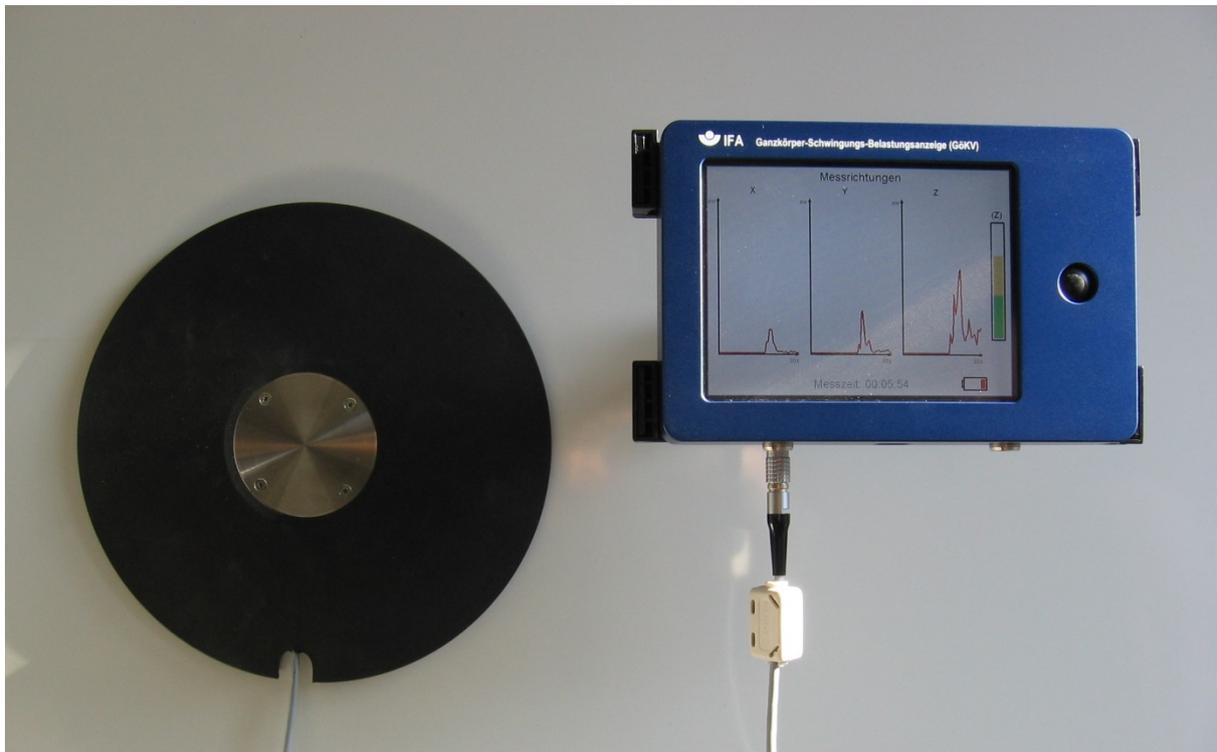


Bild 1: Belastungsanzeige mit Display und Messscheibe. Im Display sind Momentanwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung $a_{w,i}(t)$ und rechts der Balken eines Tages-Vibrationsexpositionswertes $A(8)$ mit einer angenommenen Einwirkungsdauer von acht Stunden zu sehen.

3. Anwendungsbereiche

Zum einen kann mit dem Einsatz dieses Gerätes die Gefährdungsbeurteilung sehr gut unterstützt werden, da es über ganze Schichten und über mehrere Tage Belastungen erfasst. Zum anderen kann das Gerät im Rahmen von Schulungen und Unterweisungen verwendet werden.

Die Beschäftigten können ihre persönliche Schwingungswahrnehmung und deren Änderung mit einer sich ändernden Anzeige in Verbindung bringen, die durch den Farbbalken des A(8) bewertet wird: sie fühlen, sehen und bewerten ihre Schwingungsbelastung, anstatt nur einen abstrakten Messwert in der Gefährdungsbeurteilung zu sehen.

Mit dem Gerät ist es für Beschäftigte möglich, während der Schwingungsbelastung verschiedene Betriebsbedingungen zu testen. An der Anzeige kann sofort abgelesen werden, wie sich veränderte Fahrweisen oder Sitzeinstellungen auf die Schwingungsbelastung auswirken. Diesem direkten Feed-Back kommt besondere Bedeutung zu, wenn die Betriebsbedingungen durch eigenes Handeln beeinflusst werden können. So ist es in der Praxis sehr wichtig, dass die Feder-Dämpfer-Systeme der Fahrersitze (sofern vorhanden) von den Fahrern eingestellt werden (sofern möglich). Dies erfordert die Mithilfe der Beschäftigten, die mit dem Einsatz des hier vorgestellten Gerätes für solche Themen sensibilisiert werden können.

Darüber hinaus lässt sich optional ein zweiter Schwingungssensor einsetzen, um zum Beispiel einen Beifahrersitz oder den Sitzmontagepunkt mit zu erfassen. Letzteres liefert dann Informationen über das Dämpfungsverhalten des Sitzes.

- [1] Technische Regel zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Vibrationen, Ausgabe: März 2015, GMBI Nr. 25/26 vom 24. Juni 2015, S. 482. (Download <http://www.baua.de/trlv>)
- [2] VDI 2057-1:2002, *Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen - Ganzkörper-Schwingungen*, Beuth, Berlin.
- [3] DIN EN ISO 8041:2006 (Berichtigung 2008, Änderung 2015), *Schwingungseinwirkung auf den Menschen – Messeinrichtung*, Beuth, Berlin.
- [4] Pitts PM, Kaulbars U, *Consideration of standardisation requirements for „vibration doseimeters“*, VDI Bericht Nr. 2190 (2013) 25-37.