

Simultane Messungen von Körperhaltungen und Ganzkörper-Vibrationen

Nastaran Raffler, Benno Göres, Detlef Sayn, Ingo Hermanns, Rolf Ellegast, Jörg Rissler

Fragestellung:

Zum Schutz der Beschäftigten vor Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch Ganzkörper-Vibrationen konnte bisher der Einfluss von ungünstigen Körperhaltungen nicht quantitativ bewertet werden. Deshalb wird in Zusammenarbeit mit mehreren Berufsgenossenschaften die Kombinationsbelastung durch Ganzkörper-Vibrationen und ungünstige Körperhaltungen gemessen und untersucht. Die Erkenntnisse werden für ein Verfahren der Gefährdungsbeurteilung und für präventive Empfehlungen für die Praxis aufbereitet.

Methode:

Im Rahmen eines BGIA-Projektes sind die Kombinationsexpositionen von Ganzkörper-Vibrationen und ungünstigen Körperhaltungen bei neun unterschiedlichen Fahrzeugen untersucht worden.

Körperhaltungen

Die Körperhaltungen werden mit dem CUELA-Messsystem gemessen. Es besteht aus Sensoren, die auf der Kleidung des Probanden angebracht werden und die die eingenommenen Körperhaltungen erfassen [Ellegast et al., 2000; Hermanns et al., 2008; Ellegast et al. 2009]. Bei sitzenden Tätigkeiten sind hier 7 Freiheitsgrade (laterale und sagittale Kopf-Neigung, Hals-Krümmung, Rumpf-Neigung, Rücken-Krümmung sowie Kopf- und Rücken-Torsion zusammen mit Hüftgelenk- und Kniegelenk-Flexion) gemessen worden (Abbildung 1).



Abbildung 1: CUELA-Sitzsystem BWS: Brustwirbelsäule LWS: Lendenwirbelsäule

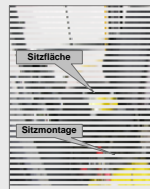


Abbildung 2: Mesokette für Ganzkörper-Vibrationen

Ganzkörper-Vibrationen

Vibrationsexpositionen werden synchron mittels Beschleunigungsaufnehmern auf der Sitzfläche und am Sitzmontagepunkt (Abbildung 2) normgerecht in drei Richtungen (x, y, z) ermittelt [ISO 2631, VDI 2057]. Der geeignete Kennwert, um die Vibrationsbelastung mit der Belastung durch Körperhaltungen zu kombinieren, ist die Vektorsumme

$$a_{v,1,4}(t) = \sqrt{(1,4a_{wx})^2 + (1,4a_{wy})^2 + a_{wz}^2}$$

Hier sind $a_{w(x,y,z)}$ die frequenzbewerteten Beschleunigungen in den drei Raumrichtungen und t ist die Messzeit.

Auswertung:

Die Expositionen werden nach einem Ampelschema in einer Matrix zusammengestellt [Hermanns et al. 2008]. Daraus ergibt sich eine Risikoauswertung mit drei Kategorien „Risiko gering“, „Risiko möglich“ und „Risiko hoch“ für jeden Freiheitsgrad (Abbildung 3). Diese Kategorien zeigen den Zeitanteil der Messung, in dem die jeweiligen Kombinationsexpositionen aufgetreten sind. Für die Ergebnisse werden die Zeitanteile der ungünstigen Körperhaltungen bzw. hohen Risiken für alle 7 Freiheitsgrade aufsummiert; d.h., die Werte können zwischen 0 und 700 liegen (Abbildung 4).

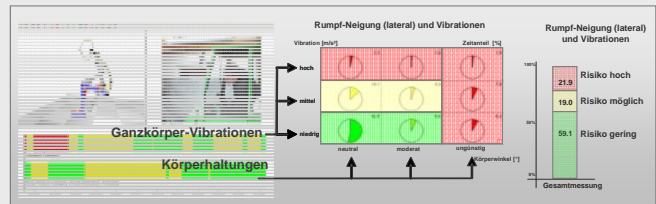


Abbildung 3: Auswertungsmodell für Kombinationsexpositionen der Ganzkörper-Vibrationen und Körperhaltungen

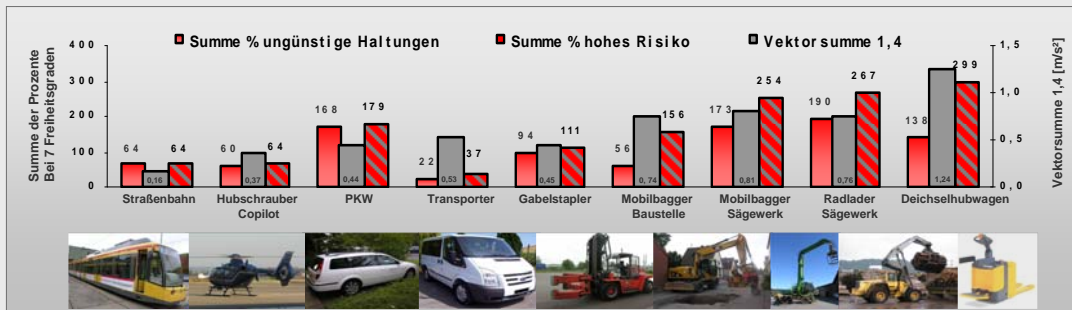


Abbildung 4: Vorläufige Ergebnisse bezüglich der Ganzkörper-Vibrationen und ungünstigen Körperhaltungen und deren Kombination

Ergebnisse:

Die Ergebnisse der Untersuchungen von neun verschiedenen Fahrzeugen und Fahrzeugführern (42±7 Jahre, 84±16 kg und 182±8 cm) bezüglich der Ganzkörper-Vibrationen und ungünstigen Körperhaltungen sind in der Abbildung 4 dargestellt. Der Deichselhubwagen zeigt hohe Vibrationen mit $a_{v,1,4} = 1,24 \text{ m/s}^2$. Die geringsten Vibrationen sind bei Straßenbahnen gemessen worden ($a_{v,1,4} = 0,16 \text{ m/s}^2$). Betrachtet man die Summe der Zeitanteile der aufgetretenen ungünstigen Freiheitsgrade, erkennt man, dass für den Radladerfahrer der höchste Wert (190) und für den Fahrer des Transporters der geringste Wert (22) ermittelt worden ist. Die Auswertung der Kombinationsexpositionen zeigt einen Maximalwert bei 299 für den Fahrer von Deichselhubwagen und ein Minimum beim Fahrer des Transporters (37). Es ist sehr interessant zu sehen, dass bei gleicher Vibrationsexposition der beiden Mobilbagger die Auswertung der Kombinationsexpositionen sehr unterschiedlich ausfällt, die durch die unterschiedlichen Tätigkeiten und dadurch eingenommenen Haltungen bedingt sind.

Diskussionen:

Die vorläufigen Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass die Kombinationsexpositionen von Ganzkörper-Vibrationen und ungünstige Körperhaltungen technisch ermittelbar sind. Für die Auswertung dieser Kombinationsexpositionen sind drei Risikokategorien als mögliches Verfahren vorgeschlagen worden (siehe Methode-Auswertung). Durch die praxisnahen Ermittlungen können effektive Hilfestellungen für die Prävention gegeben werden. Um die Beanspruchung dieser Kombinationsexpositionen zu erforschen, werden jedoch epidemiologische Untersuchungen benötigt. Zusätzlich sind arbeitsmedizinische und biomechanische Untersuchungen zur Bestätigung und Vervollständigung der Datenanalyse erforderlich.

Referenzen:

- Ellegast RP, Kupfer J (2000) Portable posture and motion measuring system for use in ergonomic field analysis. Ergonomic Software Tools in Product and Workplace Design; 47-54
- Ellegast RP, Hermanns I, Schiefer C (2009) Workload assessment in field using the ambulatory CUELA system. In: V. G. Duffy (Ed.): Digital Human Modelling, HCI 2009, LNCS 5620, Berlin: Springer, 221-226.
- Hermanns I, Raffler N, Ellegast RP, Fischer S, Göres B. Simultaneous field measuring method of vibration and body posture for assessment of seated occupational driving tasks. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008; 255-263
- ISO 2631 1:1997: Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole body vibration – Part 1: General requirements. International Organization for Standardization, Genf
- VDI 2057 Blatt 1 (2002) Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen

Kontaktanschrift:

BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Alte Heerstraße 111
nastaran.raffler@dguv.de

53757 Sankt Augustin
joerg.rissler@dguv.de

rolf.ellegast@dguv.de