

Bestimmung der Vibrationsdosis mit Hilfssystemen als Alternative zu normgerechten Messsystemen

B. Ernst, U. Kaulbars

ZUSAMMENFASSUNG Die Lärm-Vibrations-Arbeitschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) verpflichtet den Arbeitgeber, die auftretenden Expositionen am Arbeitsplatz zum Schutz der Beschäftigten zu ermitteln und zu bewerten. Für Hand-Arm-Vibrationen ist die Ermittlung der Tagesdosis mit normgerechten Messgeräten aufwendig und erfordert Fachwissen der Messperson. Die alternativ zugelassene Bestimmung der Tagesdosis auf der Grundlage einer Schätzung ist insbesondere bei Verwendung verschiedener Arbeitsgeräte aufgrund der Überschätzung der Expositionsdauer ungenau. Als kostengünstige Alternative wurden Hilfssysteme entwickelt, die unmittelbar an der Maschine befestigt werden und durch Messung der Belastungsdauer die aktuelle Vibrationsdosis mithilfe eines fest eingegebenen Wertes für die Vibrationsgröße bestimmen können. Da für diese Hilfssysteme keine Prüfverfahren existieren, hat das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) die Einsatzmöglichkeiten eines dieser Hilfssysteme untersucht.

Determination of the vibration dose with additional instrumentation as an alternative to standardized measuring systems

Summary The LärmVibrationsArbSchV (LärmVibrations-ArbSchV) obliges the employer to determine and assess the exposure that occurs at the workplace in order to protect employees. For hand-arm vibrations, determining the daily dose with standardized measuring devices is time-consuming and requires specialist knowledge on the part of the person measuring it. The alternative permitted determination of the daily dose on the basis of an estimate is imprecise, especially when using different tools, due to the overestimation of the exposure time. As a cost-effective alternative, additional vibration instruments have been developed that are attached directly to the machine and can determine the current vibration dose by measuring the exposure time using a fixed value for the vibration magnitude. Since there are no test procedures for these additional vibration instruments, the Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance (IFA) has examined the possible uses of one of these additional vibration instruments.

Durch Maschinen verursachte Vibrationseinwirkungen stellen ein Gefährdungspotenzial für den menschlichen Körper dar. Dies gilt auch für Vibrationen, die bei der Nutzung handgehaltener oder handgeführter Arbeitsgeräte auf das Hand-Arm-System des Menschen übertragen werden. Ist das Hand-Arm-System regelmäßig über lange Zeit starken Vibrationen ausgesetzt, können Schädigungen wie Durchblutungsstörungen der Finger sowie neurologische Erkrankungen oder Schäden von Knochen und Gelenken entstehen. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Schäden auch als Berufskrankheit anerkannt.

Nach europäischer und der darauf basierenden nationalen Gesetzgebung ist der Arbeitgeber verpflichtet, zum Schutz der Beschäftigten vor tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch Vibrationen, die am Arbeitsplatz auftretenden Expositionen zu ermitteln und zu bewerten [1; 2].

Laut der Lärm-Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) [2] darf der Grenzwert von $A(8) = 5,0 \text{ m/s}^2$ nicht überschritten werden und bei Überschreiten des Auslösewertes $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$ müssen verschiedene Maßnahmen ergriffen werden.

Kenngröße für die Gefährdung ist der gemittelte Vibrationsexpositionswert bezogen auf eine Achtstundenschicht; er wird als Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$ oder auch als Tagesdosis

bezeichnet. Zur Bestimmung der täglichen Exposition (Tagesdosis) wird ein repräsentativer Vibrationswert der Maschine und die Expositionsdauer für einen Arbeitstag benötigt.

Lässt sich die Einhaltung der Auslöse- und Expositionsgrenzwerte nicht sicher ermitteln, ist nach der LärmVibrationsArbSchV der Umfang der Exposition durch Messungen festzustellen. Diese müssen nach dem Stand der Technik erfolgen.

Nach Teil 2 der Technischen Regeln zur LärmVibration-ArbSchV [3] sind Messeinrichtungen, die den Anforderungen nach DIN EN ISO 8041 entsprechen, geeignet. Bei Verwendung anderer Messeinrichtungen ist sicherzustellen, dass diese zu gleichen Ergebnissen führen wie solche nach DIN EN ISO 8041 Teil 1 [4]. Die Messung mit normgerechten Messsystemen ist jedoch zeitintensiv, kostenaufwendig und führt in der Praxis zu Unterbrechungen des Arbeitsablaufes.

Die tägliche Vibrationseinwirkungsdauer kann auf verschiedenen Grundlagen ermittelt werden - sehr genau z. B. durch Arbeitszeitstudien, Maschinenzeitmesser, Belastungszeitmesser oder sehr häufig, aber auch weniger genau, durch Schätzungen.

Gerätenutzer überschätzen oft die Vibrationseinwirkungsdauer, da sie mit der Arbeitszeit oder der Einsatzzeit des Arbeitsgerätes gleichgesetzt wird. Alternativ kommen daher normgerechte Dosimeter nach DIN EN ISO 8041 Teil 2 [5] oder Hilfssysteme, auch als Vibrationsindikatoren bezeichnet, zum Einsatz. Vibrationsindikatoren sind wesentlich preiswerter und können von

Anwendern bedient werden. Eine Hilfe zur Unterscheidung der Eigenschaften von normgerechten Messsystemen und den unterschiedlichen Hilfseinrichtungen bietet der technische Report ISO/TR 19664 [6].

Normgerechte Messungen

Normgerechte Messungen sind mit Messeinrichtungen, die den Anforderungen der DIN EN ISO 8041-1 [3] entsprechen, und nach den Messverfahren der DIN EN ISO 5349 [7; 8] durchzuführen. Diese Messgeräte können rückführbar kalibriert werden und bei fachgerechter Anwendung können Messunsicherheiten von < 6 % erreicht werden. Dies ist jedoch nur mit der nötigen Kompetenz des Messpersonals zu erreichen. So fordert die LärmVibrationsArbSchV zur Durchführung von Messungen Personen, die über die notwendige Fachkunde verfügen. Anforderungen an die Fachkunde enthält DIN SPEC 45674 [9] und der DGUV Grundsatz 309-013 [10].

Das Messpersonal muss durch Beobachtung sogenannte Artefakte und Störgrößen, die während der Messung auftreten können, erkennen und eliminieren. Diese Artefakte sind z. B. Störsignale, die aufgrund der Eigenbewegungen des Maschinenbenutzers auftreten, also Stöße, die vom Benutzer ausgehen und nicht auf ihn einwirken, oder wenn Vibrationssignale erfasst werden und die Hand nicht an der Einleitungsstelle angekoppelt ist.

Messeinrichtungen nach DIN EN ISO 8041-1 werden für temporäre Kurzzeitmessungen oder kontrollierte Messungen verwendet. Aufgrund des hohen Aufwandes sowie der Kosten wird meistens nur der Vibrationskennwert (Schwingungsgesamtwert) für die einzelnen Arbeitsgeräte bestimmt. Die Belastungsdauer wird bisher üblicherweise getrennt ermittelt.

Der in 2020 veröffentlichte Teil 2 der DIN EN ISO 8041 „Messgeräte für die personenbezogene Schwingungseinwirkung“ [5] legt Messgeräte für die personenbezogene Schwingungseinwirkung (engl.: personal vibration exposure meter, PVEM) zur Messung der Schwingungseinwirkung auf Personen über lange Zeiträume, z. B. eine komplette Arbeitsschicht, fest. Erfahrungen mit der automatischen Erkennung und Eliminierung von Artefakten liegen noch nicht vor.

Neue Systeme/Vibrationsindikator

Die Hilfseinrichtungen können maschinen- oder personenbezogen ausgelegt sein. Je nach Ausführung ist eine Zuordnung zu den Arbeitsgeräten oder Benutzern erforderlich, um die momentane Schwingungsdosis abzuschätzen. Sie messen oder detektieren die Belastungsdauer und benutzen zur Berechnung der Tages-Schwingungsbelastung eingegebene Daten, z. B. Emissionswerte der Hersteller oder anderer Datenquellen. Je nach Art der Ermittlung der Kenngrößen und der Berechnung der Tages-Schwingungsbelastung bei Hand-Arm-Vibrationen sind die unterschiedlichen Hilfseinrichtungen mit den zu erwartenden Einschränkungen bei der Verwendung in ISO/TR 19664 als Maschinenzeitmesser, Belastungszeitmesser mit Belastungsberechnung im Vergleich zu dem persönlichen Schwingungsbelastungsmesser (PVEM) unterschieden. Diese Hilfseinrichtungen werden vorzugsweise für Langzeitmessungen über den gesamten Arbeitstag eingesetzt. Bei diesen Langzeitmessungen ist die Messperson nicht anwesend und kann daher aufgrund ihrer Beobachtung und Erfahrung Artefakte

und Störgrößen nicht erkennen und eliminieren. Daher ist davon auszugehen, dass die Zuverlässigkeit der Gefährdungsbeurteilung durch Hilfseinrichtungen geringer ist als durch normgerechte Messeinrichtungen. Trotzdem können die vereinfachten Hilfseinrichtungen zur Einhaltung von Schwingungsgrenzwerten in der betrieblichen Praxis sowie zur systematischen Gesundheits- und Sicherheitsüberwachung hilfreich sein. Deren Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen hat das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) untersucht. Die Untersuchungen fanden im Rahmen einer Abschlussarbeit in Zusammenarbeit mit der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg statt [11].

Funktionsweise des untersuchten Hilfssystems

Der Vibrationsindikator „HAVI“ (Hand Arm Vibration Indicator) ist konzipiert, fortlaufend und personenbezogen die Tagesdosis durch Vibrationen zu bestimmen (**Bild 1**). Bevor er eine Erfassung beginnen kann, muss der Vibrationsgesamtwert des zu verwendenden Arbeitsgerätes per Hand in den Vibrationsindikator eingegeben werden. Der Vibrationsindikator wird über Klettverschluss am Gehäuse einer Maschine befestigt. Zu Beginn eines Arbeitstages muss im Vibrationsindikator manuell eine neue Arbeitsschicht gestartet werden. Sobald das Arbeitsgerät in Betrieb ist, registriert und speichert der angebrachte Vibrationsindikator die Belastungszeit und berechnet kontinuierlich die bisherige Tagesdosis. Für den Anwender gibt es zusätzlich die Möglichkeit, über eine vom Hersteller bereitgestellte Armbanduhr die Tagesdosis abzulesen (**Bild 2**). Werden mehrere Maschinen verwendet, kann an jedem Arbeitsgerät ein Vibrationsindikator fixiert werden und die Tagesdosis wird von allen verwendeten Arbeitsgeräten auf der Armbanduhr summiert. Dies bietet den Vorteil, dass der Vibrationsindikator – sofern es der Arbeitsgang zulässt – permanent an einem Arbeitsgerät befestigt bleiben kann und mehrere Arbeitsgeräte bei der Berechnung der Tagesdosis einschließlich der Belastungszeit berücksichtigt werden.

Versuchskonzept

Um einen möglichst breiten Anwendungsbereich abzudecken, erfolgten exemplarische Vergleichsmessungen an Arbeitsgeräten für unterschiedliche Arbeitsaufgaben sowie verschiede-



Bild 1 Vibrationsindikator. Foto: DGUV



Bild 2 Armbanduhr für Vibrationsindikator. Foto: DGUV



Bild 3 Laboruntersuchung: Versuchsperson mit Bohrhammer. Foto: DGUV

nen Griffformen im Labor unter reproduzierbaren Testbedingungen.

An den Vergleichsmessungen nahmen fünf Benutzer (Versuchspersonen) teil. Als normgerechtes Referenzmesssystem diente der Schwingungsmesser SV 106 der Firma SVANTEK. Zur Ermittlung der systematischen Abweichungen wurden die Messungen im Labor unter standardisierten Wiederholungsbedingungen bei fest vorgegebenen Arbeitszyklen durchgeführt.

Der Vorteil eines Arbeitszyklus ist unter anderem, dass sowohl mehrere typische Arbeiten mit einem Arbeitsgerät innerhalb einer Messung erfasst und arbeitsbedingte Pausen berücksichtigt werden. Dadurch werden im Gegensatz zu Messungen von einzelnen Tätigkeiten mit festgelegter Messzeit die üblicherweise aufgewendete Bearbeitungsdauer und Schwankungen im Schwingungssignal stärker berücksichtigt. Zur Untersuchung der Praxistauglichkeit fanden darüber hinaus Messungen unter Realbedingungen an Arbeitsplätzen in Unternehmen statt.

Die zu vergleichenden Parameter zwischen Vibrationsindikator und Referenzmesssystem waren einerseits die erfasste Belastungszeit und andererseits die ermittelte Tagesdosis durch das jeweilige System. Die Belastungszeit ist die Dauer, in der die Hände in Kontakt mit der vibrierenden Maschine während des Arbeitszyklus waren. Die Bestimmung der Tagesdosis beruhte beim Vibrationsindikator auf der erfassten Belastungszeit und der Eingabe des Vibrationswertes anhand der Herstellerangaben. Beim normgerechten Messsystem ergab sich die Tagesdosis aus der erfassten Belastungszeit und des erfassten Vibrationswertes.

Versuchsdurchführung

Unter Laborbedingungen wurde jeweils ein Arbeitszyklus für einen Schlagschrauber, einen Exzentschleifer und einen Bohrhammer unter Berücksichtigung des Messverfahrens nach DIN EN ISO 5349-2 [8] entwickelt, in dem typische Arbeitsgänge mit den Arbeitsgeräten simuliert werden (**Bild 3**). Die Entwicklung der Arbeitszyklen und deren Messung erfolgten im Labor des IFA [11]. Für die Labormessungen führten fünf Versuchspersonen drei Wiederholungsmessungen eines Arbeitszyklus mit den drei Arbeitsgeräten durch. Die Messdauer wurde an den spezifischen Arbeitsablauf angepasst und betrug einige Minuten.

Die Messungen unter Praxisbedingungen wurden in drei unterschiedlichen Unternehmen und Branchen durchgeführt. Einige der verwendeten Arbeitsgeräte sind in **Bild 4** dargestellt. Die Messung mit einem Oszillationsmesser und einem Winkelschleifer erfolgte in einer Karosseriewerkstatt zur Instandhaltung von Linienbussen. Eine weitere Messung fand bei der Instandhaltung von Schaufelradbaggern mit einem Stabschleifer und einem pneumatischen Winkelschleifer statt. Die Instandhaltung von Rohrleitungssystemen wurde im dritten Unternehmen an einem Winkelschleifer, einem Stabschleifer und einer Säbelsäge gemessen. Für die Praxismessungen in den Unternehmen führte jeweils eine Versuchsperson Wiederholungsmessungen eines Arbeitszyklus mit einem Gerät durch. Auch hier betrug die Messdauer einige Minuten und war an den spezifischen Arbeitsablauf angepasst.

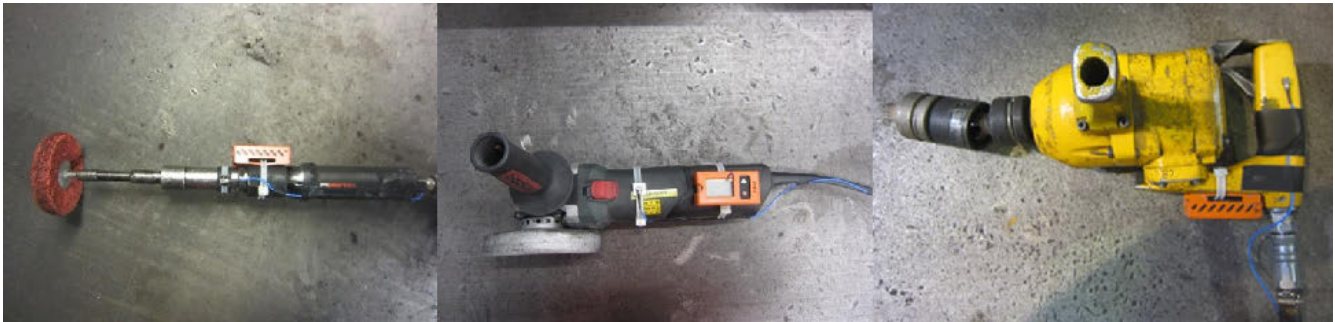


Bild 4 Beispiele der Anbringung der Sensoren des Referenzmesssystems und des Vibrationsindikators an Arbeitsgeräten. Foto: DGUV

Alle Arbeitszyklen enthielten neben der typischen Vibrationsbelastung am Werkstück auch kurze arbeitsbedingte Pausen. Diese können z. B. der Wechsel des Werkstücks oder eine Positionsänderung des Arbeitsgerätes am Werkstück sein.

Die Beschleunigungssensoren des Referenzmesssystems wurden an den Maschinen nach DIN EN ISO 5349-2 [8] und der spezifischen Prüfnorm für das jeweilige Arbeitsgerät angebracht. Abhängig von der Anbringung des Referenzsensors und der Bauform des Arbeitsgerätes wurde ein geeigneter Anbringungsort für den Vibrationsindikator gewählt. Um den Kontakt des Vibrationsindikators mit der schwingenden Oberfläche des Arbeitsgerätes zu erhöhen, wurden anstatt der vom Hersteller bereitgestellten Klettverschlüsse Kabelbinder zur Ankopplung an die Geräte verwendet.

Für den Vibrationsindikator wurden die Vibrationskennwerte aus den Herstellerangaben verwendet. Entsprechend der europäischen Maschinenrichtlinie [12] stehen diese dem Anwender der Arbeitsgeräte über die Bedienungsanleitung zur Verfügung.

Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden getrennt nach Expositionsdauer und Tagesdosis ausgewertet.

Vergleich der Expositionsdauer

In den **Bildern 5** und **6** sind die Abweichungen der mit dem Vibrationsindikator ermittelten Belastungszeit von der mit dem Referenzmesssystem ermittelten Belastungszeit in

Prozent in Bezug zu dem gemessenen Schwingungsgesamtwert eines Arbeitsgerätes abgebildet. Jeder Punkt in den Grafiken bildet die Ergebnisse eines Arbeitszyklus mit einem bestimmten Arbeitsgerät ab.

Bei den meisten Arbeitsgeräten erfasste der Vibrationsindikator eine geringere Belastungszeit als das Referenzmesssystem. Durchschnittlich war die Belastungszeit beim Vibrationsindikator um 9,3 % ($\pm 19\%$) geringer als beim Referenzmesssystem. Unter Praxisbedingungen war eine größere Streuung der Erfassung der Belastungszeit mit 9,9 % ($\pm 22\%$) Abweichung vom Referenzmesssystem als unter Laborbedingungen (8,1 %, $\pm 13\%$) vorhanden.

Betrachtet man alle Arbeitszyklen gemeinsam, ist eine Häufung von zehn der abgebildeten 15 Arbeitszyklen, bei denen der gemessene Vibrationswert zwischen 2 und 8 m/s^2 lag, zu erkennen. Bei diesen Arbeitszyklen war die durch den Vibrationsindikator bestimmte Belastungszeit um durchschnittlich 12 % geringer als die ermittelte Zeit durch das Referenzmesssystem und wies eine Streuung von nur $\pm 3\%$ auf.

Die Messgenauigkeit der Belastungszeit durch den Vibrationsindikator blieb auch über längere Zeiträume konstant. In der weiteren Auswertung konnte kein Zusammenhang zwischen der Abweichung der Belastungszeit und der Vibrationseinwirkung (Schwingungsgesamtwert) festgestellt werden.

Der Einfluss der Versuchsperson auf die Erfassung der Belastungszeit durch den Vibrationsindikator war in den Laborversuchen sehr gering. Exemplarisch sind in **Bild 7** die erfassten Belastungszeiten durch die beiden Systeme bei den Messungen des Schlagschraubers dargestellt. In dieser Untersuchungsreihe war

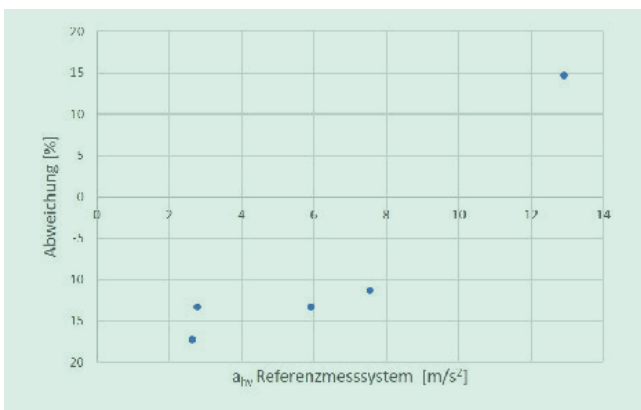


Bild 5 Mittelwerte der Abweichungen der Belastungszeiten zwischen Vibrationsindikator und Referenzmesssystem unter Laborbedingungen. Grafik: DGUV

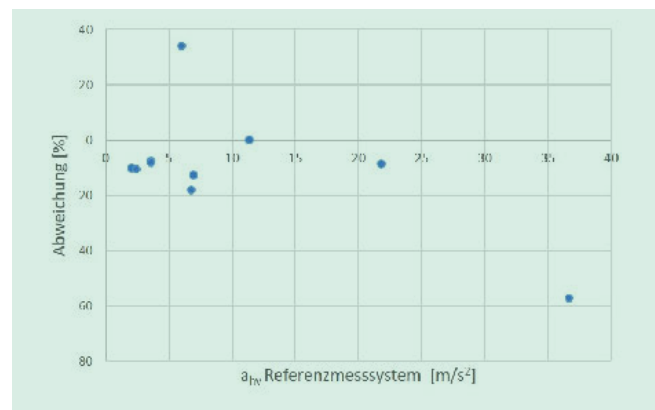


Bild 6 Mittelwerte der Abweichungen der Belastungszeiten zwischen Vibrationsindikator und Referenzmesssystem unter Praxisbedingungen. Grafik: DGUV

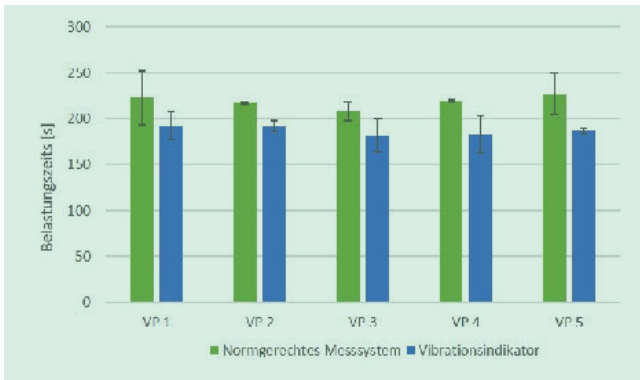


Bild 7 Systemvergleich am Beispiel Schlagschrauber bei verschiedenen Versuchspersonen (VP). Grafik: DGUV

die erfasste Belastungszeit durch den Vibrationsindikator bei allen Versuchspersonen geringer als durch das Referenzmesssystem.

Vergleich der Vibrationsexposition

Bei den Arbeitsgeräten unterschied sich der durch das Referenzmesssystem bestimmte Vibrationswert von dem Vibrationswert des Herstellers. Im Durchschnitt war die Herstellerangabe um 86 % (± 150 %) höher als der gemessene Vibrationswert. Anhand der Streuung ist auch zu erkennen, dass etwa ein Drittel der gemessenen Vibrationswerte oberhalb der Herstellerangaben lagen. Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Abweichung der Vibrationswerte und der Abweichung der Belastungszeit konnte nicht festgestellt werden.

In **Bild 8** ist die jeweils ermittelte Tagesdosis durch beide Systeme für jeden Arbeitszyklus abgebildet. Es ist zu erkennen, dass große Unterschiede zwischen den verschiedenen Arbeitszyklen und Arbeitsgeräten hinsichtlich der Tagesdosis auftreten. Deutlich wird, dass obwohl die ermittelte Belastungszeit eine relativ konstante Abweichung zwischen den Systemen aufwies und die ermittelte Tagesdosis durch den Vibrationsindikator bei einigen Arbeitszyklen stark über- oder unterschätzt wurde. Da für die Ermittlung der Tagesdosis auch der Vibrationswert berücksichtigt wird, steht dieser Wert auch im unmittelbaren Zusammenhang mit der Abweichung der Tagesdosis zwischen den Systemen. Entsprechend war der statistische Zusammenhang zwischen der Abweichung des Vibrationswertes zwischen Herstellerangabe und Messwert des Referenzmesssystems und der Abweichung der Ta-

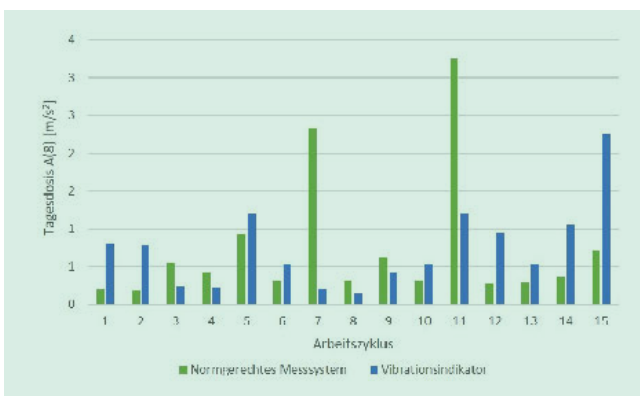


Bild 8 Vergleich der Tagesdosis des Vibrationsindikators und des Referenzmesssystems. Grafik: DGUV

gesdosis bei den Arbeitszyklen signifikant ($r(15)$, $p < 0.001$, $r^2 = 99,3$).

Gesamtauswertung

Die Belastungszeit wird durch den Vibrationsindikator tendenziell in geringem Maße unterschätzt. Bei zwei Dritteln der Arbeitszyklen mit einer durch das Referenzmesssystem gemessenen Vibration zwischen 2 und 8 m/s^2 wurde eine geringe Streuung der Belastungszeit von ± 3 % festgestellt. Unabhängig davon, welcher Vibrationswert beim Vibrationsindikator eingegeben wurde, ergibt sich kein Einfluss auf die Ungenauigkeit der ermittelten Belastungszeit durch den Vibrationsindikator.

Je stärker der reale Vibrationswert von den Herstellerangaben oder eines anderen Schätzwertes abweicht, desto größer ist die Abweichung der durch den Vibrationsindikator ermittelten Tagesdosis. Dies ist bedingt durch die Berechnung der Tagesdosis, die sowohl den Vibrationswert als auch die Belastungszeit berücksichtigt. Da der Vibrationsindikator den Vibrationswert nicht selbst ermitteln kann, ist er bei der Berechnung der Tagesdosis darauf angewiesen, einen möglichst repräsentativen Vibrationswert für den gemessenen Arbeitsgang zu erhalten. Die Abweichungen durch die Verwendung der Herstellerangaben würden auch bei der Gefährdungsbeurteilung auf der Grundlage von üblichen Schätzungen entstehen.

Zusammenfassung und Fazit

Exemplarisch wurde eine personenbezogene, dosimetrische Hilfseinrichtung (Vibrationsindikator) auf Einflussgrößen und Messabweichungen unter typischen Arbeitsbedingungen an verschiedenen Arbeitsgeräten untersucht.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Bestimmung der Tagesdosis durch den Vibrationsindikator wesentlich davon abhängt, welches Ausmaß die Differenz zwischen dem eingegebenen und realen Vibrationswert hat. Ist diese Differenz zu groß, wird der Vibrationsindikator unabhängig von der ermittelten Belastungszeit eine große Abweichung zur realen Tagesdosis aufweisen.

Die Ermittlung der Belastungszeit bleibt für sich betrachtet aber sinnvoll. Die Belastungszeit wird durch den Vibrationsindikator tendenziell unterschätzt, vereinzelt aber auch überschätzt. Soll die exakte Einwirkungsdauer bestimmt werden, muss ein normgerechtes Messsystem verwendet werden. Welcher Vibrationswert in den Vibrationsindikator eingegeben wird und wie sehr sich dieser Wert von dem realen Vibrationswert unterscheidet, hat keinen Einfluss auf die Ermittlungsgenauigkeit der Belastungszeit.

Auch wenn es sich bei dieser Untersuchung um eine Stichprobe von elf Geräten und 15 verschiedenen Arbeitszyklen handelt, weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die Anwendung des Expositionszeitmessers für ein breites Spektrum an handgehaltenen Arbeitsgeräten möglich ist.

Wird der Vibrationsindikator über eine gesamte Arbeitsschicht getragen, kann die ermittelte Belastungszeit einen wesentlichen Beitrag zur individuellen Abschätzung der Gesamtbelastung eines Tages/einer Tagesdosis beitragen. Zu berücksichtigen ist, dass der Vibrationsindikator von einem konstanten Vibrationswert ausgeht und arbeitsbedingte Schwankungen des Schwingungssignals nicht berücksichtigt. Außerdem muss jeder Anwender einen eigenen Vibrationsindikator verwenden, damit eine individuelle

Tagesdosis bestimmt werden kann. Für den Anbringungsort des Vibrationsindikators ist zu berücksichtigen, dass dieser die Handhabbarkeit der Arbeitsgeräte nicht negativ beeinflusst. Insbesondere bei kleinen Arbeitsgeräten kann dies zu Einschränkungen führen, da die Grifffläche durch den Vibrationsindikator reduziert wird.

Die Vibrationseinwirkung kann durch den Vibrationsindikator nicht genau bestimmt werden. Für Einwirkungen, die im Bereich des Expositionsgrenzwertes liegen, sind daher gemäß der Lärm-VibrationsArbSchutzV weiterhin normgerechte Vibrationswertmessungen für die Gefährdungsbeurteilung erforderlich. ■

Literatur

- [1] Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen) (16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG). ABl. EG (2002) Nr. L 177, S. 13-19.
- [2] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrations-ArbSchV): Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen. BGBl. I (2007), S. 261; zul. geänd. BGBl. I (2017), S. 3584.
- [3] Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung: Teil 2: Messung von Vibrationen. GMBI. (2015) Nr. 25/26, S 522.
- [4] DIN EN ISO 8041-1: Schwingungseinwirkung auf den Menschen – Messeinrichtung – Teil 1: Schwingungsmesser für die allgemeine Anwendung. Berlin: Beuth 2017.
- [5] DIN EN ISO 8041-2: Schwingungseinwirkung auf den Menschen – Messeinrichtung – Teil 2: Messgeräte für die personenbezogene Schwingungseinwirkung. Berlin: Beuth 2020.
- [6] DIN CEN ISO/TR 19664; DIN SPEC 35844: Schwingungseinwirkung auf den Menschen Anleitung und Fachausdrücke für Messgeräte und Hilfseinrichtungen zur Beurteilung der Tages-Schwingungsbelastung am Arbeitsplatz entsprechend den Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen. Berlin: Beuth 2019.
- [7] DIN EN ISO 5349-1: Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen. Allgemeine Anforderungen. Berlin: Beuth 2001.
- [8] DIN EN ISO 5349-2: Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen – Teil 2: Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz. Berlin: Beuth 2015.
- [9] DIN SPEC 45674: Einwirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Kenntnisse zur Durchführung und Bewertung von Messungen. Berlin: Beuth 2018.
- [10] DGUV Grundsatz 309-013: Anforderungen an Fachkundige für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und für die Messung bei Vibrationsexposition nach § 5 der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV). Berlin: Beuth 2017.
- [11] Schwingen, E.: Praxistauglichkeit von Hilfssystemen im Vergleich zu normgerechten Messsystemen zur Bestimmung der Tagesdosis der Hand-Arm-Vibrationsbelastung, Fachbereich Elektrotechnik, Maschinenbau und Technikjournalismus (EMT), Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, 2020.
- [12] Richtlinie 98/37/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen (konsolidierte Fassung der Richtlinie 89/392/EWG und der zugehörigen Änderungsrichtlinien). ABl. EG (1988) Nr. L 207, S. 1-46, in Deutschland umgesetzt als: 9. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. GPSGV) vom 12. Mai 1993, BGBl. I, S. 704 i. d. F. vom 28. September 1995, BGBl. I, S. 1213; 12. Art. 2 G vom 7. März 2011 (BGBl. I S. 338).



Benjamin Ernst, M. Sc.
Sachgebietsleiter Hand-Arm-Vibration,
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin.
Foto: Autor



Dipl.-Ing. Uwe Kaulbars
Ingenieurbüro für Vibrationen am Arbeitsplatz, Bonn,
(vormals IFA).
Foto: Autor

Elektrische DAkKS-Akkreditierung für SPEKTRA Kalibrierlabor

Im Mai 2021 bestätigte die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS) die erweiterte Kompetenz des SPEKTRA Labors, Kalibrierungen nun auch für elektrische Messgrößen nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 durchführen zu können. Neben den bereits akkreditierten akustischen und mechanischen Messgrößen wie Beschleunigung kommen nun Wechselspannung, Gleichspannung, Gleichstrom und Kapazität hinzu. Diese Akkreditierung ist nicht nur eine Erweiterung der möglichen Messgrößen, sondern ein Meilenstein für das SPEKTRA Kalibrierlabor. Insbesondere können ab sofort Kalibriersysteme für die Messgrö-

ße Schwingung und Akustik einer akkreditierten elektrischen Kalibrierung unterzogen werden. Dies gilt bei Neuauslieferung sowie bei der Rekalibrierung von Kalibriersystemen. Eine Besonderheit ist die Kalibriermöglichkeit von elektrischer Wechselladung sowie Spannungen und Ladungen im Frequenzbereich 0,1 Hz bis 10 Hz. Durch die erweiterte DAkKS-Akkreditierung können nun viele weitere Prüflinge rückführbar kalibriert werden. Der Fokus liegt dabei auf der Kalibrierung von Schwingungsmesstechnik, wie z. B. Schwingregelsystemen, Signalkonditionierern, Sensorfrontends, Schwingungsmessern und



Elektrischer Schwingregler. Foto: SPEKTRA

mehrstufigen Schwingungsmessketten. Ebenso können die Sensorabgleichssysteme SPEKTRA S-TEST zukünftig mit DAkKS-Zertifikat ausgeliefert werden.
www.spektra-dresden.com