

Fachbericht DIN SPEC 45674 über Kenntnisse zur Durchführung und Bewertung von Humanschwingungsmessungen

Technical report DIN SPEC 45674 about knowledge for performing and evaluation of measurements on human exposure to mechanical vibration

Dipl.-Ing. **Ulrich Schober**, DIN/VDI-Normenausschuss
Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) –
DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin;

Dipl.-Ing. **Uwe Kaulbars**, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung – (IFA), Sankt Augustin

Kurzfassung

Es wird über die Stellung und die Organisation von DIN, der nationalen deutschen Normungsorganisation informiert. Die verschiedenen Publikationsformen von DIN werden beschrieben sowie die Bedeutung von DIN-Normen innerhalb des Rechtssystems. Die Arbeit des DIN/VDI-Normenausschusses Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) wird beleuchtet. Der vor kurzem neu veröffentlichte Fachbericht DIN SPEC 45674 und die Hintergründe seiner Entstehung werden vorgestellt. Dieser Fachbericht gibt Leitlinien für die erforderliche Kompetenz derjenigen, die Schwingungsmessungen bei Schwingungseinwirkung auf den Menschen durchführen.

Abstract

Information on status and structure of the German national standards institution DIN is given. The various DIN deliverables are described, as well as the function of DIN standards in the regulatory system. The work of DIN/VDI Standards Committee Acoustics, Noise Control and Vibration Engineering (NALS) is highlighted. The recently published DIN technical report DIN SPEC 45674 is introduced, including its background. This technical report provides guiding principles for the necessary competence of those performing vibration measurements in the presence of human exposure to mechanical vibration.

1. Überblick über die Normungs- und Standardisierungsarbeit bei DIN

1.1 Vorstellung von DIN

DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist ein gemeinnütziger eingetragener technisch-wissenschaftlicher Verein mit Sitz in Berlin und wird privatwirtschaftlich getragen.

1917 erfolgte die Gründung als Normenausschuss der deutschen Industrie (NADI).

1918 erschien die erste Deutsche Industrie-Norm DIN 1 „Kegelstifte“.

1926 wurde DIN in Deutscher Normenausschuss (DNA) umbenannt.

1975 erfolgte die Namensänderung in DIN Deutsches Institut für Normung e. V. und die Arbeitsergebnisse heißen nun „Deutsche Normen“ oder „DIN-Normen“.

Ebenfalls 1975 unterzeichneten DIN und die Bundesrepublik Deutschland den „Normenvertrag“ mit dem DIN als die zuständige deutsche Normungsorganisation für die europäischen und internationalen Normungsaktivitäten anerkannt wird. Damit ist DIN die deutsche Normungsorganisation in der Internationalen Organisation für Normung (ISO) und im Europäischen Komitee für Normung (CEN). DIN verpflichtet sich, bei seinen Normungsarbeiten das öffentliche Interesse zu berücksichtigen.

Heute behandelt DIN als Dienstleister für Normung und Standardisierung in 69 Normenausschüssen verschiedenste Themen aus den Bereichen Technik und Dienstleistung. DIN hat 430 Mitarbeiter, 2.100 Vereinsmitglieder und 32.000 Experten, die die Facharbeit in den Normungsgremien leisten.

DIN finanziert seine satzungsgemäß gemeinnützige Arbeit zu einem maßgeblichen Teil (ca. 60 %) aus dem Verkauf seiner Produkte, Normen und anderer Publikationen, die vom Beuth Verlag GmbH vertrieben werden. Des Weiteren aus Projektmitteln der Wirtschaft (ca. 20 %) und der öffentlichen Hand (ca. 12 %) sowie aus Mitgliedsbeiträgen an den DIN e. V.

Die öffentliche Hand fördert Normprojekte, die in öffentlichem Interesse liegen, wie solche zu Umweltschutz, Arbeitsschutz und Verbraucherschutz.

1.2 Publikationsformen bei DIN

Neben den konsensbasierten (in ausgewogen zusammengesetzten Arbeitsausschüssen erstellten), als Gemeinschaftswerk erarbeiteten DIN-Normen, die Festlegungen für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung auf den gesicherten Ergebnissen von Wissenschaft und Technik treffen, gibt es als weitere Publikationsformen die folgenden Spezifikationen (DIN SPEC), d. h. vom DIN als Ergebnis einer Standardisierung herausgegebene Dokumente:

a) DIN SPEC (Vornorm): Das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt, wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Erarbeitungsverfahrens oder mit Rücksicht auf die europäischen Rahmenbedingungen von DIN nicht als Norm herausgegeben wird.

b) DIN SPEC (Fachbericht): Das Ergebnis eines DIN-Arbeitsgremiums oder die Übernahme eines europäischen oder internationalen Arbeitsergebnisses, wie z. B. eines europäischen oder internationalen Technischen Berichtes.

c) DIN SPEC (PAS): Ein Dokument („Publicly Available Specification“), das, nach einem eigenständigen Verfahren, in temporär zusammengestellten Gremien (außerhalb der bestehenden Arbeitsausschüsse) unter Beratung von DIN entwickelt wurde. Die fehlende Konsenspflicht und kleinere agile Arbeitsgruppen ermöglichen es, eine DIN SPEC (PAS) innerhalb weniger Monate zu erarbeiten, um damit eine Idee schnell im Markt verbreiten zu können. Damit werden Innovationen gefördert und oft eine Basis für spätere Normungsarbeiten gelegt. DIN SPEC (PAS) ergänzen dabei ideal die Normung. Diese neueste Publikationsform wurde als Angebot für die schnelle Standardisierung aktueller Themen gut angenommen. Um die Verbreitung und damit Entfaltung innovativen Wissens noch weiter zu beschleunigen, sind alle DIN SPEC (PAS) neuerdings kostenfrei erhältlich.

1.3 Normen in der Rechtsordnung – Regelungshierarchie

Die Anwendung von Normen ist freiwillig. Bindend werden Normen nur dann, wenn sie Gegenstand von Verträgen zwischen Parteien sind oder wenn der Gesetzgeber ihre Einhaltung vorschreibt.

Normen sind eindeutige (anerkannte) Regeln, daher bietet der Bezug auf Normen in Verträgen Rechtssicherheit. Im Rechtsstreit billigt ein Richter der DIN-Norm den "Beweis des ersten Anscheins" zu. Eine anerkannte Regel der Technik ist eine technische Festlegung, die von einer Mehrheit repräsentative Fachleute als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird.

Normen wirken deregulierend, d. h. DIN-Normen entlasten den Staat in seiner Gesetzgebungstätigkeit. Der Staat verweist zur Erfüllung grundlegender Anforderungen in Gesetzestexten auf überbetriebliche Normen, d. h. Gesetze schaffen den rechtlichen Rahmen und geben Schutzziele vor und Normen konkretisieren den Stand der Technik und schreiben ihn flexibel fort, z. B. im Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz, Umweltschutz und Bauwesen.

2. DIN-Normen und VDI-Richtlinien im NALS Fachbereich Schwingungstechnik

Die Arbeit im DIN-VDI Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik, (NALS) findet in zahlreichen Arbeitsausschüssen statt, die in die drei Fachbereiche 1 - Akustik, 2 - Lärminderung und 3 - Schwingungstechnik gruppiert sind.

Der Fachbereich Schwingungstechnik besteht aus acht Arbeitsausschüssen zu Themen wie Schwingungsmesstechnik, Maschinenschwingungen, Auswuchten, Schwingungsimmissionen und Schwingungseinwirkung auf den Menschen.

In seinen Fachbereichen 1 und 2 erstellt der NALS neben DIN-Normen und -Spezifikationen auch VDI-Richtlinien.

Im Fachbereich 3 Schwingungstechnik besteht eine enge Zusammenarbeit mit der VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP) – Fachbereich Schwingungstechnik, die VDI-Richtlinien auf dem Gebiet der Schwingungstechnik erstellt.

3. Standardisierung auf dem Gebiet der Personalqualifizierung für Schwingungsmessungen

3.1 Entstehung des Fachberichts DIN SPEC 45674 und seine Einordnung bezüglich anderer technischer Regeln

Für erfolgreiche, d. h. fehlerfreie Messungen nach dem Stand der Technik, mit geringer Messunsicherheit und hoher Reproduzierbarkeit bedarf es neben geeigneter Messgeräte und einheitlicher Messverfahren, eines ausreichend kompetenten Messpersonals. Wenn diejenigen, die eine Messung ausführen, nicht über genügend Erfahrung und Wissen verfügen, sind Fehler und Messungenauigkeiten zu erwarten. Im Bereich der Messung von Schwingungseinwirkungen auf den Menschen gab es zwar genormte Anforderungen an Schwingungsmesseinrichtungen und an die Durchführung von Schwingungsmessungen, aber bislang keine genormten Anforderungen an das Messpersonal.

In anderen Fachgebieten waren dagegen Anforderungen an die Personalqualifizierung schon länger Gegenstand der Normung. Im Folgenden seien drei aktuelle Beispiele genannt:

- 1) DIN 35226:2016-09, Kunststoffschweißaufsicht – Aufgaben, Verantwortungen, Wissen, Fähigkeiten und Kompetenz; Deutsche Fassung CEN/TR 16862:2015
- 2) DIN EN 16775:2016-02, Sachverständigentätigkeiten – Allgemeine Anforderungen an Sachverständigenleistungen; Deutsche Fassung EN 16775:2015
- 3) Fachbericht DIN SPEC 31060:2012-12, Seilgärten – Qualifizierung von Personal mit sicherheitsrelevanten Tätigkeiten in Hochseilgärten

Die Bedeutung des Themas Personalqualifizierung wurde auch im Bereich der Schwingungsmessung an Maschinen früh erkannt. Bereits 1997 wurde im ISO/TC 108 "Mechanical vibration, shock and condition monitoring" über ein Norm-Projekt *Training and certification in the field of monitoring and diagnostics of machines* diskutiert. Die Arbeiten an diesem ISO-Norm-Projekt begannen im Jahr 2000 und führten 2004 zur Herausgabe der Internationalen Norm ISO 18436-1, Condition monitoring and diagnostics of machines – Requirements for training and certification of personnel – Part 1: Requirements for certifying bodies and the certification process" (die inzwischen überarbeitet wurde).

Aktuell existiert hierzu die dreiteilige Deutsche Normen-Reihe

DIN ISO 18436 Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen – Anforderungen an die Qualifizierung und Bewertung von Personal –

Teil 1: Anforderungen an Bewertungsstellen und den Bewertungsvorgang,

Teil 2: Schwingungszustandsüberwachung und -diagnostik,

Teil 3: Anforderungen an Schulungsstellen und den Schulungsvorgang.

Im Zusammenhang mit der Normen-Reihe ISO 18436 wurde das Thema Qualifizierung und Bewertung von Messpersonal im NALS-Fachbeirat 3 "Schwingungstechnik" schließlich ab 2007 auch mit Blick auf den Bereich der Messungen von Humanschwingungen erörtert.

Mit diesem neuen Norm-Projekt sollte die Lücke geschlossen werden, die im Normenwerk auf dem Gebiet der Messung von Schwingungseinwirkungen auf den Menschen noch bestand, nachdem die anderen Themen ausreichend durch Normen abgedeckt waren, wie die folgende Auflistung zeigt.

Basis-Normen:

a) Reihe DIN 1311, Schwingungen und schwingungsfähige Systeme

b) ISO 5805, Mechanische Schwingungen und Stöße – Schwingungseinwirkung auf den Menschen – Begriffe

c) ISO 8727, Mechanische Schwingungen und Stöße – Einwirkung auf den Menschen – Biodynamische Koordinatensysteme

Normen mit Anforderungen an die Messeinrichtung:

- a) DIN 45662, Schwingungsmesseinrichtungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfung
- b) DIN EN ISO 8041-1, Schwingungseinwirkung auf den Menschen – Messeinrichtung – Teil 1: Schwingungsmesser für allgemeine Anwendungen
- c) DIN ISO 5348, Mechanische Schwingungen und Stöße – Mechanische Ankopplung von Beschleunigungsaufnehmern

Normen mit grundlegenden Anforderungen an die Durchführung der Schwingungsmessung:

- a) DIN EN 1032, Mechanische Schwingungen – Prüfverfahren für bewegliche Maschinen zum Zwecke der Bestimmung des Schwingungsemissionswertes
- b) DIN EN 12096, Mechanische Schwingungen – Angabe und Nachprüfung von Schwingungskennwerten
- c) DIN EN 14253, Mechanische Schwingungen – Messung und rechnerische Ermittlung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen am Arbeitsplatz im Hinblick auf seine Gesundheit – Praxisgerechte Anleitung
- d) DIN EN ISO 10326-1, Mechanische Schwingungen – Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen von Fahrzeugsitzen – Teil 1: Grundlegende Anforderungen
- e) Reihe DIN EN ISO 5349, Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen
- f) DIN EN ISO 20643, Mechanische Schwingungen – Handgehaltene und handgeführte Maschinen – Grundsätzliches Vorgehen bei der Ermittlung der Schwingungsemission
- g) Reihe VDI 2057, Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen

Spezifikationen zur Schwingungsminderung:

a) DIN V 45696-1, Ganzkörper-Schwingungen – Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen

b) DIN CEN/TR 1032-2 (DIN SPEC 45695-2), Hand-Arm-Schwingungen – Leitfaden zur Verringerung der Gefährdung durch Schwingungen – Teil 2: Maßnahmen am Arbeitsplatz

Ende 2011 wurde das neue Thema vom Fachbeirat Schwingungstechnik genehmigt und nach einiger Vorbereitung fand im September 2012 die Gründungssitzung des NALS-Unterausschusses NA 001-03-07-04 UA "Qualifizierung und Bewertung von Messpersonal" statt, der dem Arbeitsausschuss NA 001-03-07 AA "Schwingungseinwirkung auf den Menschen" zugeordnet ist.

Im neuen Unterausschuss arbeiten Experten von Berufsgenossenschaften, Landesbehörden, Forschungseinrichtungen, Energiewirtschaftsunternehmen, Ingenieurbüros und Prüfinstitutionen sowie Vertreter der KAN Kommission Arbeitsschutz und Normung mit.

Eine erste Diskussionsgrundlage bildete ein Textvorschlag auf Basis der oben näher beschriebenen Normen-Reihe DIN ISO 18436. Nach einem Stadium vorläufiger Arbeiten wurde das Norm-Projekt im Januar 2015 gestartet. In insgesamt acht Sitzungen wurden verschiedene Norm-Vorlagen erstellt, bis im Mai 2016 der Norm-Entwurf E DIN 45674 "Einwirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Anforderungen an die Qualifizierung von Personen – Fachkunde zur Durchführung und Beurteilung von Messungen am Arbeitsplatz" erschien.

In diesem mittlerweile zurückgezogenen Entwurf wurde noch auf die Lärm-Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [1] und die TRLV [2][3][4][5] Bezug genommen.

Im Rahmen des Einspruchsverfahrens wurden verschiedene Einsprüche und Stellungnahmen eingereicht, die auch von den an der Erarbeitung beteiligten interessierten Kreisen stammten.

Es wurde z. B. geltend gemacht, dass die Festlegung dessen, was Fachkunde ausmacht, den Regelungen von Staat und gesetzlicher Unfallversicherung vorbehalten sei, wie einem neuen DGUV-Grundsatz [6]. (Siehe dazu auch [7]).

In der Einspruchssitzung zum Entwurf, zu der die Einsprecher geladen waren, wurde darüber Konsens erzielt, das Thema nicht mehr als Norm, sondern als Fachbericht (DIN SPEC) zu veröffentlichen, in dem außerdem die folgenden Inhalte nicht mehr behandelt werden: Festlegungen zu den Themen Zulassung, Prüfungsinhalte und Kriterien für das Bestehen (einschl. Abschlusszeugnisse), Schulung, Schulungsträger (samt Anforderungen an die technischen Voraussetzungen und die Qualifikation des Lehrpersonals sowie Mindest-Schulungs-Zeitaufwänden).

3.2 Inhalte von DIN SPEC 45674

Nach Umsetzung der in der Einspruchssitzung beschlossenen Änderungen erschien im Mai 2017 der DIN-Fachberichts-Entwurf, zu dem keine fachlichen Stellungnahmen mehr eingingen, und schließlich im **März 2018** der DIN-Fachbericht **DIN SPEC 45674, *Einwirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Kenntnisse zur Durchführung und Bewertung von Messungen*** [8].

DIN SPEC 45674 gibt nunmehr Leitlinien für die erforderliche Kompetenz derjenigen, die Schwingungsmessungen bei Schwingungseinwirkung auf den Menschen an Einwirkungsorten (d. h. nicht mehr, wie beim ersten Norm-Entwurf vom Mai 2016, nur an Arbeitsplätzen) durchführen. Dabei ist „Kompetenz“ nach DIN SPEC 45674, für das Fachgebiet der Schwingungseinwirkung auf den Menschen, die „Fähigkeit, Kenntnisse und Fertigkeiten anzuwenden, um angestrebte Ergebnisse zu erreichen, die zur Durchführung und Bewertung von Messungen nötig sind“. Die Kompetenz betrifft danach z. B. Humanschwingungen, Messtechnik, Messverfahren, Dokumentation und Nachweisführung.

DIN SPEC 45674 enthält keine Angaben zu Erlangung, Nachweis und Bestätigung dieser Befähigung.

Die Kompetenz für die einzelnen Themenbereiche ist nach dem in Bild 1 dargestellten Schema gegliedert.

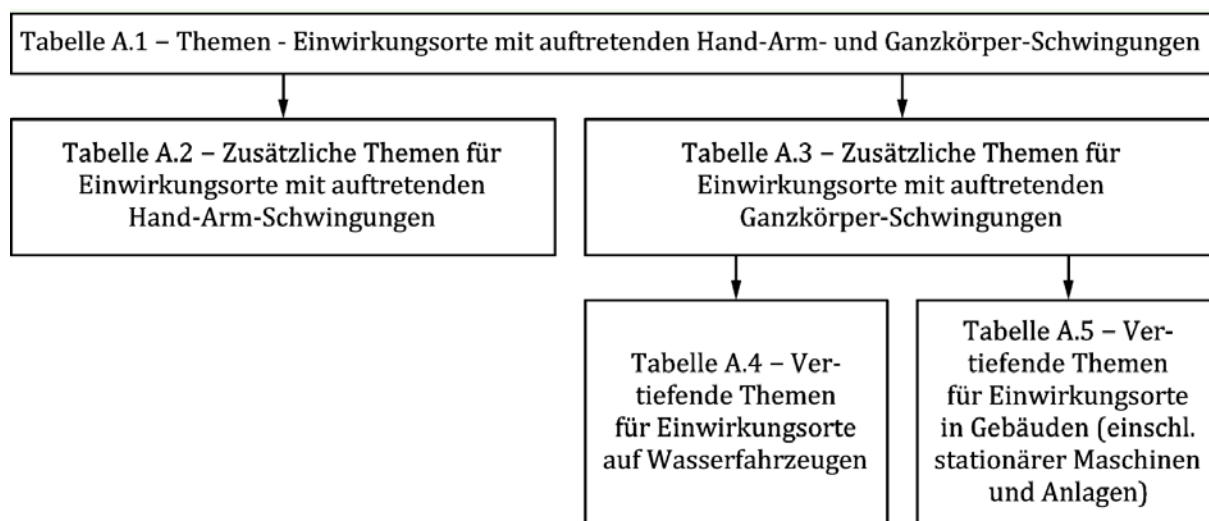


Bild 1: Gliederung der Kompetenz

Die Kenntnisse über Schwingungsmessungen sind in DIN SPEC 45674 in drei Stufen eingeordnet. Damit können Schwingungsmessungen mit normgerechten Schwingungsmess-einrichtungen und Analysen zur Beurteilung für die Bereiche Ganzkörper-Schwingungen und Hand-Arm-Schwingungen durchgeführt und gemäß der Zielsetzung der Messaufgabe bewertet werden.

In Anhängen werden die Themen der jeweiligen Stufen und die zugehörigen Normen und Richtlinien inhaltlich beschrieben. Die Themen sind in den höheren Stufen komplexer. Außerdem wird dort die Gewichtung der wichtigsten Kenntnisse und Fertigkeiten für die jeweilige Stufe aufgeführt und es werden weiterführende Literaturangaben gemacht. Siehe dazu Tabelle 1, die einen kurzen Auszug einer in DIN SPEC 45674 im Anhang enthaltenen Tabelle wiedergibt.

Tabelle 1: Themen für Einwirkungsorte mit auftretenden Hand-Arm- und Ganzkörper-Schwingungen (Auszug einer Tabelle aus DIN SPEC 45674)

Thema	Stufe			Erläuterungen und empfohlene Teilaspekte	Zusätzliche Teilaspekte für Hand-Arm-Schwingungen und Ganzkörper-Schwingungen
	I	II	III		
1. Grundlagen der Hand-Arm- und Ganzkörper-Schwingungen					
Physikalische Grundlagen	X	X	X	Physikalische Grundlagen, wie Schwingweg, -geschwindigkeit, -beschleunigung, Zeit, Resonanzfrequenz, Dämpfung	(keine)
Frequenzbewertung	X	X	X	Grundlagen der Bewertung, physikalische Zusammenhänge	(keine)
Schwingungsquellen/Messobjekte	X	X	X	Einteilung und Unterschiede der Messobjekte	(keine)
Einleitung der Schwingungen	X	X	X	Einleitungsorte und Übertragung	(keine)
Grundlagen von Immissionsmessung	X	X	X	Unterschied Emission/Immission,	(keine)
Auswirkungen von Schwingungen auf die Gesundheit	X	X	X	Gefährdungspotential, Unterschiede der Anregung, mittelbare Gefährdung, BK-Einteilung	Kinetose, insbesondere auf/in Fahrzeugen
Anregungsarten (periodisch, harmonisch, stochastisch, Stoß)	—	X	X	Grundlagen von Schwingungsarten, Relevanz für Messung	(keine)
2. Schwingungsmesseinrichtung (Signalverarbeitung und Wahl geeigneter Aufnehmer)					
Anforderungen an die Messeinrichtung	—	X	X	Abhängig von der Messaufgabe	(keine)
Messgrößen	X	X	X	Abhängig von der Messaufgabe	(keine)
Relevanter Frequenzbereich	X	X	X	Bandbegrenzung und Aussagegrenzen (z. B. Stoß)	(keine)
Relevanter Messbereich	X	X	X	Dynamikbereich der Aufnehmer und Messkette, Übersteuerung, DC-Shift	(keine)

Zusammenfassung

DIN-Normen sind in der Anwendung grundsätzlich freiwillig, können aber bindend werden, wenn sie Gegenstand von Verträgen sind oder der Gesetzgeber ihre Einhaltung vorschreibt. Der DIN-VDI Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) arbeitet auf dem Gebiet der Schwingungstechnik eng mit der VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP) zusammen.

Der im NALS neu erstellte Fachbericht DIN SPEC 45674 beschreibt die notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten von Personen, die Schwingungsmessungen zur Bewertung der Schwingungseinwirkungen auf den Menschen durchführen. Dies umfasst die Vorbereitung der Messung, die Auswahl der Messtechnik, die Durchführung der Messung und die Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse, einschließlich der Anwendung der entsprechenden Regeln der Technik, wie ISO- und DIN-Normen.

Damit dient DIN SPEC 45674 dazu, die erforderliche Qualität von Messungen sicherzustellen, indem Fehler bei den in ihrer Planung, Ausführung und Bewertung oftmals sehr komplexen Schwingungsmessungen vermieden und die Unsicherheit der Messergebnisse minimiert werden.

Dieser DIN-Fachbericht trägt somit, neben den Normen für Schwingungsmessgeräte und denen zur Messdurchführung, maßgeblich dazu bei, die Auswirkungen zu beurteilen, die von auf den menschlichen Körper übertragene mechanischen Schwingungen verursacht werden können, wie Beeinträchtigungen des Wohlbefindens und der Leistung, bis hin zu möglichen gesundheitlichen Schäden.

Literaturhinweise

- [1] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung vom 6. März 2007, BGBl. I S. 261
- [2] TRLV Vibration Allgemeines, 2015-03, Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Vibrationen - Teil : Allgemeines, GMBI, 2015, Nr. 26/26, S. 482-485
- [3] TRLV Vibration Teil 1, 2015-03, Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Vibrationen - Teil 1 : Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen, GMBI, 2015, Nr. 25/26, S. 485-521
- [4] TRLV Vibration Teil 2, 2015-03, Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Vibrationen - Teil 2: Messung von Vibrationen, GMBI, 2015, Nr. 25/26, S. 522-524
- [5] TRLV Vibration Teil 3, 2015-03, Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Vibrationen - Teil 3: Vibrationsschutzmaßnahmen, GMBI, 2015, Nr. 25/26, S. 524-535
- [6] DGUV Grundsatz 309-013, Oktober 2017, Anforderungen an Fachkundige für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und für die Messung bei Vibrationsexposition nach § 5 der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung
- [7] KAN-Brief 4/16, Kommission Arbeitsschutz und Normung, Hrsg. Verein zur Förderung der Arbeitssicherheit in Europa e.V. (VFA), Sankt Augustin
- [8] DIN SPEC 45674:2018-03, Einwirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Kenntnisse zur Durchführung und Bewertung von Messungen