

DIN SPEC 45660-2/A1



ICS 17.140.01

Einsprüche bis 2017-08-14
Vorgesehen als Änderung von
DIN SPEC 45660-2:2015-08

**Leitfaden zum Umgang mit der Unsicherheit in der Akustik und
Schwingungstechnik –
Teil 2: Unsicherheit schwingungstechnischer Größen; Änderung A1**

Guide for dealing with uncertainty in acoustics and vibration –
Part 2: Uncertainty of vibration quantities; Amendment A1

Guide pour traiter l'incertitude en acoustique et vibrations –
Partie 2: L'incertitude des quantités de vibrations; Amendement A1

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-04-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Spezifikation von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nals@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 20 Seiten

DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)

Nationales Vorwort

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Diese Änderung von DIN SPEC 45660-2 ist vom Beiratssonderausschuss NA 001 BR-04 SO „Unsicherheit schwingungstechnischer Größen“ des DIN/VDI-Normenausschusses Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) erarbeitet worden.

Die vorliegende Änderung enthält weitere Anhänge mit Beispielen zum praktischen Umgang mit der Messunsicherheit auf dem Gebiet der Schwingungstechnik.

DIN SPEC 45660-2:2015-08 ist wie folgt zu ändern.

Ergänze in Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ am Ende von Fußnote 2 Folgendes:

Zwar zurückgezogen, aber als deutsche Ausgabe sehr hilfreich und über den Beuth-Verlag weiterhin erhältlich.

Nach Anhang C sind die folgenden Anhänge D und E einzufügen:

Anhang D (informativ)

Beispiel für die Ermittlung der Unsicherheit im Bereich Maschinenschwingungen

D.1 Einleitung

Zur Bewertung von Maschinenschwingungen werden die Ergebnisse von Messungen an rotierenden und/oder nicht-rotierenden Maschinenbauteilen verwendet. Für die Messung und Bewertung von Maschinenschwingungen liegen u. a. die Normen der Reihen DIN ISO 7919, DIN ISO 10816 und DIN ISO 20816 vor.

Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise kann bei der Ermittlung der Unsicherheit bei Messungen von Maschinenschwingungen angewendet werden, wobei im Weiteren Bezug auf die Normenreihe DIN ISO 10816 genommen wird.

Im Allgemeinen erfolgen die Schwingungsmessungen entsprechend DIN ISO 10816 breitbandig im Frequenzbereich von 2 Hz bzw. 10 Hz bis 1 000 Hz. Die Größen zur Bewertung der Maschinenschwingungen sind als Effektivwert des Schwingweges s_{eff} in μm und der Schwinggeschwindigkeit v_{eff} in mm/s angegeben. Weiterhin werden Vorgaben an die Auswahl der Messorte gemacht. Bezüglich der Anforderungen an das zu verwendende Messgerät oder Messsystem wird auf DIN ISO 2954 verwiesen. Für die Ankopplung der Messaufnehmer an den Messorten der Maschine wird auf DIN ISO 5348 Bezug genommen.

Bei einer Schwingungsmessung an Einzelmaschinen wird üblicherweise keine Unsicherheitsbetrachtung bei einem Vergleich mit den Werten nach DIN ISO 10816 durchgeführt. In diesem Anhang wird beispielhaft eine Unsicherheitsbetrachtung dargestellt, die jedoch auch bei Messungen an Einzelmaschinen zur Anwendung kommen kann.

Bei der Messung von Maschinenschwingungen wird meist eine vollständige Messkette mit mehreren Messaufnahmen verwendet. In der vorliegenden Unsicherheitsbetrachtung wird repräsentativ für eine vollständige Messkette nur ein einziger Messaufnehmer mit der Messgröße v_{eff} (in mm/s) betrachtet.

Zur Ermittlung der Unsicherheit wird auf dasselbe mathematische Modell wie in Anhang C zurückgegriffen. In den folgenden Abschnitten erfolgt ergänzend die Zusammenstellung möglicher Einflüsse auf die Messgröße sowie die Bildung der Unsicherheitsbilanz. Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Unsicherheitsbetrachtung primär zufällige Einflussgrößen behandelt werden. Obwohl in die Unsicherheitsbetrachtung prinzipiell auch systematische Einflüsse (z. B. ungeeigneter Messaufnehmer) integriert werden können, gilt das Hauptaugenmerk der Erfassung zufälliger Einflussgrößen.

D.2 Gesamtmodell

D.2.1 Allgemeines

Eingangsgrößen bei der „Einkopplung“ der Messgröße Y

$$X = Y + \Sigma X_{\text{Verfahren}} \quad (\text{D.1})$$

Eingangsgrößen in der Messkette

$$X_{\text{Anzeige}} = X + \Sigma X_{\text{Messkette}} \quad (\text{D.2})$$

Gesamtmodell

$$Y = X_{\text{Anzeige}} - \Sigma X_{\text{Verfahren}} - \Sigma X_{\text{Messkette}} \quad (\text{D.3})$$

Dabei ist

- | | |
|-------------------------------|--|
| Y | der Wert der Messgröße, hier Schwinggeschwindigkeit v_{eff} ; |
| X_{Anzeige} | der am Messgerät angezeigte Messwert; |
| $\Sigma X_{\text{Verfahren}}$ | die Summe aller Eingangsgrößen, die Einfluss auf die Messgröße in Bezug auf die Umgebungsbedingungen und Einkopplung der Messgröße in das Messsystem haben, z. B. Einflüsse der Aufnehmerankopplung, Aufnehmerlage, Winkelfehler, Witterungsbedingungen; |
| $\Sigma X_{\text{Messkette}}$ | die Summe aller Eingangsgrößen, die Einfluss auf die Messgröße bezüglich der Messkette haben (Messaufnehmer, Anbindung an das Messgerät, Messgerät usw.). |

D.2.2 Abweichungen bei der Einkopplung $\Sigma X_{\text{Verfahren}}$

Mögliche Abweichungskomponenten bei der Einkopplung der Messgröße $\Sigma X_{\text{Verfahren}}$ sind u. a.:

- X_{Winkel} : Einfluss auf die Messgröße durch Winkelabweichung zwischen Schwingrichtung und Messrichtung des Aufnehmers. Bei der Aufnehmermontage wird hier eine maximale zufällige Winkelabweichung von 5° angenommen. Die Spannweite möglicher Abweichungen liegt damit zwischen 0 und $-0,4\%$. Unter Zugrundelegung einer Rechteckverteilung ergeben sich eine relative Standardabweichung von $0,12\%$ sowie ein Erwartungswert von $-0,2\%$ jeweils vom Anzeigewert.
- X_{Umgebung} : Einfluss auf die Messgröße durch Störgrößen aus der Umgebung, wie z. B. Lärm, magnetische Felder. Entsprechend DIN ISO 2954 darf der Anzeigewert um höchstens 5% beeinflusst werden. Unter Annahme einer Normalverteilung wird eine Unsicherheit von 5% als relative Standardabweichung vom Anzeigewert und ein Erwartungswert von 0 angesetzt.
- $X_{\text{Queranregung}}$: ...
- X_{Messort} : ...
- $X_{\text{Ankopplung}}$: ...

D.2.3 Einflussgrößen in der Messkette $\Sigma X_{\text{Messkette}}$

Mögliche Eingangsgrößen $\Sigma X_{\text{Messkette}}$ in der Messkette sind u. a.:

- $X_{\text{Aufnehmer}}$: Einfluss auf die Messgröße durch Abweichung im Ausgangssignal des Messaufnehmers; Angaben im Kalibrierschein beachten. Im Kalibrierschein wird üblicherweise für die Aufnehmerabweichung eine erweiterte Unsicherheit mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ angegeben. Beispielhaft wird hier bei einer Normalverteilung eine Unsicherheit von 1 % als relative Standardabweichung vom Anzeigewert und ein Erwartungswert von 0 verwendet.
- $X_{\text{Messgerät}}$: Einfluss auf die Messgröße durch Abweichungen im Messgerät. Angaben für zulässige Abweichungen werden in DIN ISO 2954 für das gesamte Schwingungsmessgerät mit höchstens ± 10 % vom Anzeigewert gefordert. In diesen Abweichungen sind der Arbeitstemperaturbereich des Aufnehmers, die Anzeigeeinheit, alle Ankopplungsarten des Aufnehmers und alle Längen von Verbindungsleitungen zwischen dem Aufnehmer und der Anzeigeeinheit sowie eine Schwankung der Versorgungsspannung von 10 % eingeschlossen. Diese Abweichung von ± 10 % vom Anzeigewert wird als erweiterte Unsicherheit mit einem Erweiterungsfaktor $k = 2$ interpretiert. Bei einer angenommenen Normalverteilung wird eine Unsicherheit von 5 % als relative Standardabweichung vom Anzeigewert und ein Erwartungswert von 0 verwendet.
- $X_{\text{Kanaltrennung/Übersprechen}}$: ...

D.3 Unsicherheitsbilanz

In Tabelle D.1 ist exemplarisch die Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit bei einer Schwingungsmessung an einer Maschine aufgeführt. Als Messgröße wird der Effektivwert der breitbandig gemessenen Schwinggeschwindigkeit v_{eff} in mm/s betrachtet. Die Zusammenstellung der Unsicherheitsbilanz ist beispielhaft und sollte nach Erfordernis und Kenntnisstand vom Anwender erweitert werden.

Tabelle D.1 — Beispiel für die Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit bei einer Schwingungsmessung auf Grundlage der Messgröße v_{eff} in mm/s

Größe X_i	Schätzwert (Erwartungswert) x_i	Standard- unsicherheit $u(x_i)$	Verteilung	Sensitivitäts- koeffizient c_i	Unsicherheits- beitrag $c_i u(x_i)$
X_{Anzeige}	v_{eff}	—	Normal	-1	—
X_{Winkel}	$-0,002 v_{\text{eff}}$	$0,001 2 v_{\text{eff}}$	Rechteck	-1	$-0,001 v_{\text{eff}}$
X_{Umgebung}	0	$0,05 v_{\text{eff}}$	Normal	-1	$-0,050 v_{\text{eff}}$
$X_{\text{Aufnehmer}}$	0	$0,01 v_{\text{eff}}$	Normal	-1	$-0,010 v_{\text{eff}}$
$X_{\text{Messgerät}}$	0	$0,05 v_{\text{eff}}$	Normal	-1	$-0,050 v_{\text{eff}}$
... ^a					
kombinierte Standardunsicherheit $u_c(y) = 0,071 v_{\text{eff}}$					
erweiterte Unsicherheit $U = 0,14 v_{\text{eff}} (k = 2)$					
^a Sind weitere Unsicherheitsanteile bekannt, sollten sie ergänzt werden.					

Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit kann der Wert der Messgröße X_0 folgendermaßen angegeben werden:

$$X_0 = X_{\text{Anzeige}} - \Sigma X \pm U \quad (\text{D.4})$$

Mit den Werten aus Tabelle D.1 ergibt sich mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 %, d. h. mit einem Erweiterungsfaktor $k = 2$, wobei ΣX durch Σx abgeschätzt wird:

$$v_{0,\text{eff}} = v_{\text{eff}} + 0,002 v_{\text{eff}} \pm 0,14 v_{\text{eff}} \quad \text{mit } k = 2 \quad (\text{D.5})$$

Der Erweiterungsfaktor ist mit dem Ergebnis zu nennen.