# DIN ISO 16063-21:2026-04 (D)

## Verfahren zur Kalibrierung von Schwingungs- und Stoßaufnehmern - Teil 21: Schwingungskalibrierung durch Vergleich mit einem Referenzaufnehmer (ISO 16063-21:2003 + Cor. 1:2009 + Amd.1:2016 + Amd.2:2024)

## Inhalt

Seite


Nationales Vorwort ..... 5

A2 Vorwort der Änderung A2 ..... 6

Einleitung ..... 7

1 Anwendungsbereich ..... 8

2 Normative Verweisungen ..... 8

3 Messunsicherheit ..... 9

4 Anforderungen an die Geräte und die Umgebungsbedingungen ..... 10
4.1 Allgemeines ..... 10
4.2 Umgebungsbedingungen ..... 11
4.3 Referenzaufnehmer ..... 11
4.4 Einrichtung zur Schwingungserregung ..... 15
4.5 Spannungsmesseinrichtung ..... 16
4.6 Klirrfaktor-Messeinrichtung ..... 17
4.7 Oszilloskop ..... 17
4.8 Phasenverschiebungs-Messeinrichtung ..... 18

5 Kalibrierung ..... 18
5.1 Vorzugswerte für die Amplituden und Frequenzen ..... 18
5.2 Anforderungen an die Messung ..... 18
5.3 Vorgehensweise bei der Kalibrierung ..... 19

6 Ermittlung des Ergebnisses ..... 19

7 Ergebnisbericht der Kalibrierung ..... 21

Anhang A (normativ) Ermittlung der Messunsicherheit bei Kalibrierungen ..... 22
A.1 Berechnung der erweiterten Messunsicherheit $U$ ..... 22
A.1.1 Zweck von $U$ ..... 22
A.1.2 Korrektionen ..... 22
A.1.3 Ermittlung der Standardunsicherheit ..... 22
A.1.4 Kombinierte Standardunsicherheit ..... 23
A.1.5 Erweiterte Messunsicherheit ..... 25
A.1.6 Angabe des Messergebnisses ..... 25
A.2 Berechnung der erweiterten Messunsicherheit unter Referenzbedingungen ..... 25
A.2.1 Berechnung der relativen erweiterten Messunsicherheit $U_{rel}(S)$ für den Betrag des Übertragungskoeffizienten ..... 25
A.2.2 Berechnung der erweiterten Messunsicherheit $U(\Delta\varphi)$ für die Phasenverschiebung ..... 27
A.3 Erweiterte Messunsicherheit im gesamten Frequenz- und Amplitudenbereich ..... 29
A.3.1 Berechnung der relativen erweiterten Messunsicherheit $U_{rel}(S_t)$ für den Betrag ..... 29
A.3.2 Berechnung der erweiterten Messunsicherheit $U(\Delta\varphi_t)$ für die Phasenverschiebung ..... 30

Anhang B (normativ) Festlegung der Vorzeichen und der Phasenverschiebung zwischen der Bewegung und der elektrischen Ausgangsgröße des Schwingungsaufnehmers ..... 32
B.1 Bewegung ..... 32
B.2 Koordinatensystem ..... 32
B.3 Aufnehmertypen ..... 32

B.4 Einheiten ... 32
B.5 Definition des Koordinatensystems ... 32
B.6 Definition der positiven Bewegungsrichtung ... 32
B.7 Definition des Übertragungskoeffizienten (Betrag und Phasenverschiebung) für Aufnehmer ... 33

Anhang C (informativ) Nomogramm zur gegenseitigen Umwandlung von Beschleunigung, Schwinggeschwindigkeit und Schwingweg ... 34

Anhang D (informativ) Beispiel für die Berechnung der Messunsicherheit ... 36
D.1 Allgemeines ... 36
D.2 Formelzeichen ... 36
D.3 Funktionale Beziehungen für den Übertragungskoeffizienten ... 37
D.4 Berechnung der Messunsicherheit ... 38

Anhang E (informativ) 〈A1〉 Transfernormal 〈A1〉 ... 42
E.1 〈A1〉 Allgemeines ... 42
E.2 Definition des Transfernormals ... 42

Literaturhinweise ... 43

## Bilder

Bild 1 — Zulässige Kalibrieraufbauten für eine Standardkalibrierung und eine Transferkalibrierung ... 12

Bild 2 — Zulässige Kalibrierkonfigurationen für eine Standardkalibrierung und eine Transferkalibrierung ... 13

Bild 3 — 〈A2〉 Beispiel eines Messsystems zur Schwingungskalibrierung durch Vergleich mit einem Referenzaufnehmer ... 15

Bild C.1 — Nomogramm zur gegenseitigen Umwandlung von Beschleunigung, Schwinggeschwindigkeit und Schwingweg ... 35

Bild D.1 — Darstellung der auszuführenden Messung ... 36

## Tabellen

Tabelle 1 — Erreichbare Messunsicherheit des Betrags und der Phasenverschiebung des komplexen Übertragungskoeffizienten ... 10

Tabelle 2 — Einrichtung zur Schwingungserregung ... 16

Tabelle 3 — Voltmeter als Spannungsmesseinrichtung ... 17

Tabelle 4 — Spannungsmesseinrichtung ... 17

Tabelle 5 — Klirrfaktor-Messeinrichtung ... 17

Tabelle 6 — Phasenverschiebungs-Messeinrichtung ... 18

Tabelle A.1 — Unsicherheitsanteile bei der Ermittlung von $S$ ... 26

Tabelle A.2 — Unsicherheitsanteile bei der Ermittlung von $\Delta\varphi$ ... 28

**Tabelle A.3 — Unsicherheitsanteile bei der Ermittlung von $S_t$ ..... 29**

**Tabelle A.4 — Unsicherheitsanteile bei der Ermittlung von $\Delta\varphi_t$ ..... 31**

**Tabelle D.1 — Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für einen piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmer bei 160 Hz und 100 m/s² ..... 39**