

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 Korrekturen	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) \mathbb{A}_1 TransfERNormal \mathbb{A}_1		42
E.1	\mathbb{A}_1 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	— \mathbb{A}_2 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 $\Delta\varphi$	31
Tabelle D.1 — Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für einen piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmer bei 160 Hz und 100 m/s²	39