

## Vibration

# Kalibrierung von Vibrationssensoren

Vibrationssensoren werden in der Entwicklung, Fertigung, Überwachung und Wartung vielseitig eingesetzt. Messungen mit diesen Sensoren können nur dann korrekt interpretiert werden, wenn deren Empfindlichkeit über den interessierenden Frequenzbereich bekannt ist. METAS kalibriert Vibrationssensoren in der benötigten Genauigkeit. Unternehmen bzw. akkreditierten Laboratorien mit eigenen Kalibriereinrichtungen bietet METAS die Kalibrierung ihrer Bezugs- und Gebrauchsnormale und deren Rückverfolgbarkeit auf die nationale Referenz an.

### Primärmethode nach ISO 16063-11

Um Bezugs- und Gebrauchsnormale für höchste Genauigkeitsanforderungen zu kalibrieren, wendet das Labor *Vibration* des METAS die Primärmethode nach ISO 16063-11 an (siehe Illustration auf der Rückseite). Dabei wird der zu kalibrierende Prüfling mit Hilfe eines hochwertigen elektrodynamischen Schwing-Erregers (Shaker) in eine harmonische, sinusförmige Translationsbewegung versetzt. Ein Laser-Doppler-Vibrometer mit digitaler Demodulation misst dabei die Bewegung im optisch untersuchten Messpunkt.

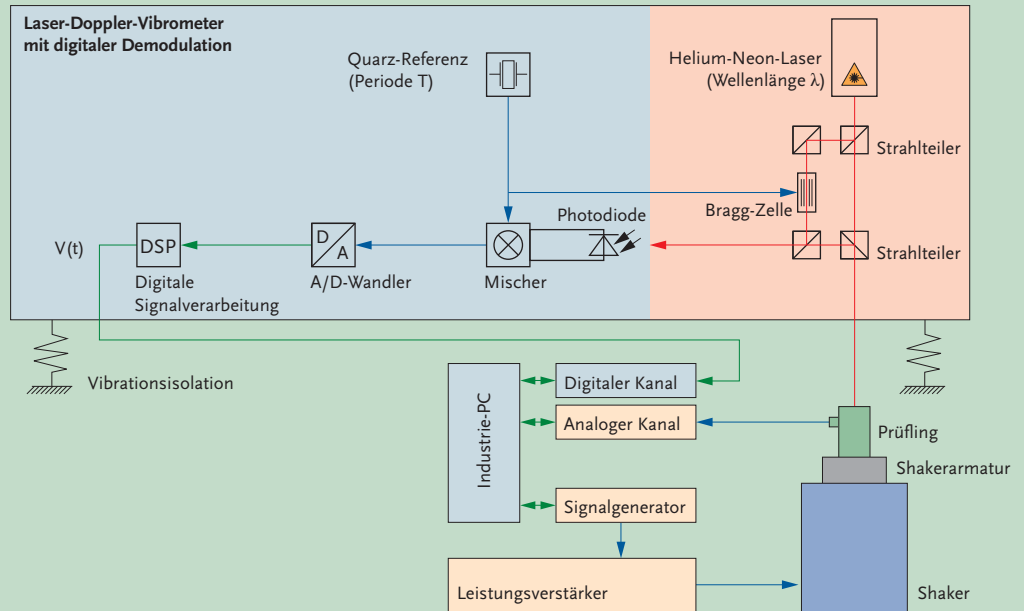
Das analoge elektrische Ausgangssignal des Prüflings wird synchron mit den vom Vibrometer gelieferten Geschwindigkeits-Zeit-Daten digitalisiert. Die komplexe Sensorempfindlichkeit (Betrag und Phase) wird dann über eine Sinus-Approximation rechnerisch aus den gemessenen Daten bei der jeweils angelegten Prüffrequenz bestimmt.

Der bei der Primärmethode eingesetzte, luftgelagerte Shaker hat ein äusserst geringes Führungsspiel. Trotzdem ist die Entstehung von Kipp- bzw. Taumelbewegungen nicht immer zu vermeiden. Diese treten vor allem bei höheren Frequenzen oder asymmetrischen Lasten auf, die beispielsweise durch elektrische Anschlüsse des Prüflings gebildet werden.

Der Einfluss dieser Störbewegungen auf das Kalibrierresultat lässt sich durch geeignete Massnahmen reduzieren. Im Labor *Vibration* des METAS wird dazu die Messung auf der Sensor-Referenzebene über mehrere, symmetrisch um die Empfindlichkeitsachse angeordnete Messpunkte wiederholt. Der Effekt reproduzierbarer Störbewegungen kann dann durch Mittelung eliminiert werden.

### Messmöglichkeiten im Hochfrequenzbereich

Frequenzbereich	Primärmethode nach ISO 16063-11		Sekundärmethode nach ISO 16063-21	
	Messunsicherheit Betrag /%	Messunsicherheit Phase /°	Messunsicherheit Betrag /%	Messunsicherheit Phase /°
5 Hz ... < 2 kHz	0.4	0.5	1.0	1.0
2 kHz ... 5 kHz	0.4	1.0	1.5	2.0
> 5 kHz ... 10 kHz	0.8	1.0	2.0	2.0
> 10 kHz ... 20 kHz	1.0 ... 2.5	–	–	–

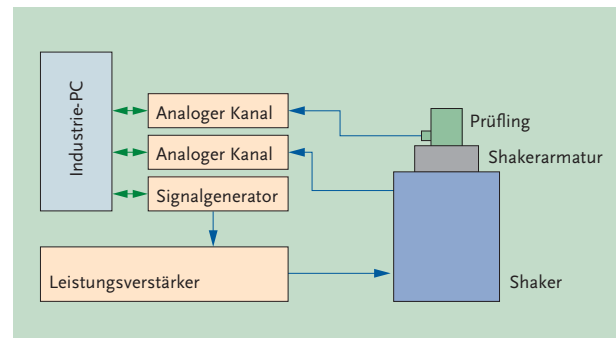


Schematische Darstellung des Signalflusses bei einer Primärkalibrierung nach ISO 16063-11. Über den Dopp-  
lereffekt wird die Momentangeschwindigkeit des optisch untersuchten Prüflings von einer bekannten Wellen-  
länge (Helium-Neon-Laser) und einer stabilen Zeitbasis (Quarz) abgeleitet. Das elektrische Ausgangssignal des  
Prüflings wird synchron zu den Geschwindigkeits-Zeit-Daten digitalisiert.

#### Vergleichsmethode nach ISO 16063-21

Sensoren, die direkt für Vibrationsmessungen verwendet werden, können auch mit der preisgünstigeren Vergleichsmethode nach ISO 16063-21 kalibriert werden. Bei dieser Methode wird das elektrische Ausgangssignal des Prüflings mit dem Signal eines fest in der beweglichen Armatur des Shakers eingebauten Referenzaufnehmers verglichen. Die Empfindlichkeit dieser internen Referenz wird mit der Primärmethode bestimmt.

Als Bezugsfläche dient dabei die Montagefläche der Shakerarmatur. Der Einfluss von Kipp- und Taumelbewegungen wird dadurch minimiert, dass sowohl Prüfling als auch Referenz trotz überlagerter Störbewegungen identische Beschleunigungen erfahren. Das wird durch die starre mechanische Kopplung zwischen Prüfling und Referenz und zusammenfallende Empfindlichkeitsachsen erreicht.



Bei der Vergleichsmethode werden die analogen Ausgangssignale des Prüflings und der im Shaker eingebauten Referenz synchron digitalisiert und verglichen.



#### Kontakt

Telefon +41 31 32 33 111  
vibration@metas.ch

#### Dienstleistungen

www.metas.ch/services

METAS ist das nationale Metrologieinstitut der Schweiz. Es realisiert und vermittelt international abgestimmte und anerkannte Referenzmasse mit der erforderlichen Genauigkeit.

Die Fachleute des Labors *Vibration* kalibrieren Sensoren, Signalaufbereitungsmodulare wie Ladungs-Spannungs-Wandler und Anzeige-Einheiten sowie komplette Messketten.

Mai 2009. Änderungen vorbehalten.

**Bundesamt für Metrologie METAS**

Lindenweg 50, CH-3003 Bern-Wabern, Telefon +41 31 32 33 111, www.metas.ch