

## Vibration

# Kalibrierung von Vibrationsensoren für Erschütterungsmessungen

*Die Sicherheit und das Wohlbefinden des Menschen können auf vielfältige Weise durch Erschütterungen beeinträchtigt werden. Auch empfindliche technische Einrichtungen sind vor zu hohen Erschütterungspegeln zu schützen. Um Massnahmen gegen Erschütterungen angemessen planen und ihre Wirksamkeit richtig beurteilen zu können, sind zuverlässige Messungen unabdingbar. Voraussetzung dafür ist, dass die Eigenschaften der für Messungen eingesetzten Sensoren genau bekannt sind. Diese Kenntnis liefern Kalibrierungen durch das Labor Vibration des METAS.*

Das Labor Vibration verfügt über Einrichtungen, mit denen verschiedene Arten von Vibrationsensoren kalibriert werden. Eine modulare Systemarchitektur ermöglicht es, auf unterschiedliche Anforderungen der Kunden einzugehen. Bei ihrer Kalibrierung werden Sensoren entsprechend ihrem vorgesehenen Einsatz im Schwerfeld der Erde horizontal oder vertikal angeregt. Dazu stehen verschiedene Schwing-Erreger (Shaker) zur Verfügung, die für die interessierenden Frequenzbereiche beziehungsweise mechanischen Belastungen optimiert sind.

### Messprinzip

Eine zentrale Steuereinheit erzeugt ein analoges Signal, das über einen Leistungsverstärker dem elektrodynamischen Shaker zugeführt wird. Dieser versetzt den zu kalibrierenden Prüfling in eine harmonische, sinusförmige

Translationsbewegung, die mit einer Referenz-Messeinrichtung gemessen wird. Über eine Rückkopplung kann nun das Steuersignal so optimiert werden, dass die gewünschte Amplitude – trotz allfälliger Nichtlinearitäten der Übertragungsfunktion des Shakers – verzerrungsfrei bereitgestellt werden kann.

Bei der nunmehr bekannten mechanischen Erregung wird das elektrische Ausgangssignal des Prüflings mit dem Signal der Referenz verglichen und die komplexe Sensorempfindlichkeit (Amplitude und Phase) kalibriert.

### Referenz

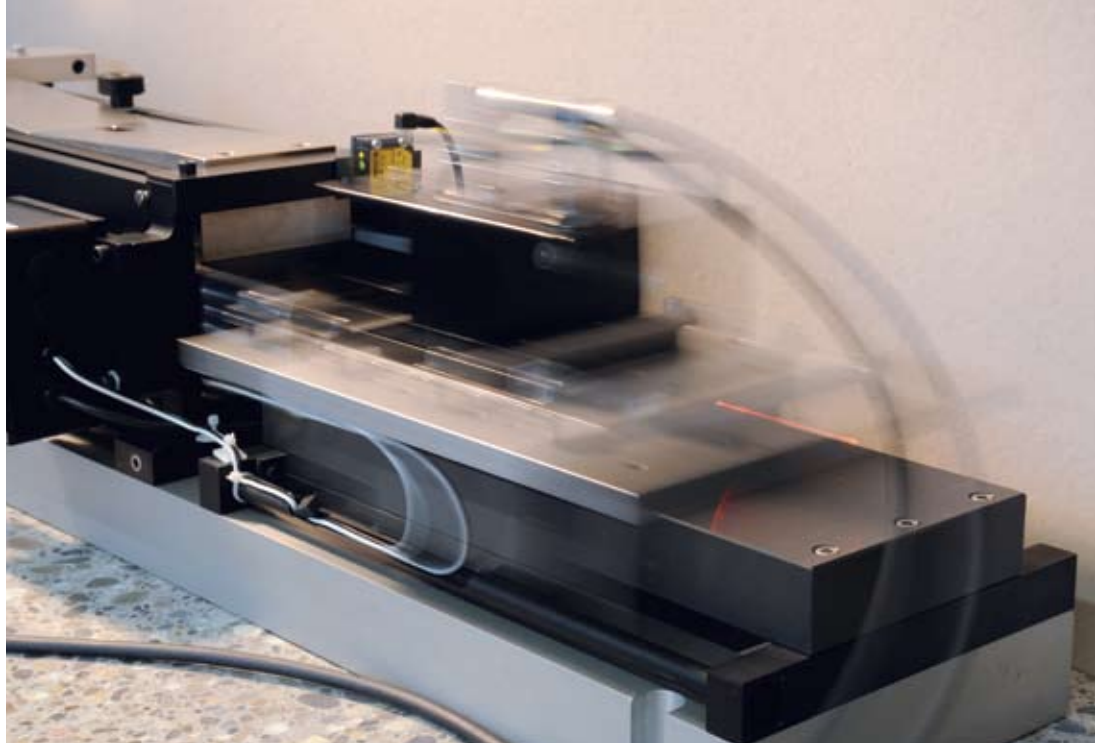
Als Referenz kann ein Bezugsnormale verwendet werden, das vorgängig mit der Primärmethode kalibriert wurde. Dies ist insbesondere bei der Kalibrierung in vertikaler Richtung von Vorteil, weil in diesem Fall die Referenz direkt unterhalb des Prüflings an dessen Auflagefläche angebracht werden kann. Die Kalibrierung erfolgt dabei entsprechend der Vergleichsmethode nach ISO 16023-21.

Alternativ dazu kann im METAS als Referenz auch direkt das digital demodulierte Ausgangssignal eines Laser-Doppler-Vibrometers verwendet werden. Bei horizontaler mechanischer Anregung wird damit die Messunsicherheit verbessert. Dieses Verfahren entspricht der Primärmethode nach ISO 16063-11.

### Messmöglichkeiten im Niederfrequenzbereich

Orientierung im Schwerfeld	Nutzbare Frequenzbereich /Hz	Maximale Masse des Prüflings /kg	Maximale Weg-amplitude /mm	Maximal erzeugbare Beschleunigung /( $\text{ms}^{-2}$ )	Messunsicherheit /%
horizontal	0.4 ... 63	23	80	13*	1
horizontal	> 63 ... 350	23	limitiert durch Beschleunigung	13*	1 ... 3
vertikal	0.4 ... 63	11	80	44*	1 ... 3
vertikal	> 63 ... 350	11	limitiert durch Beschleunigung	44*	1 ... 3

\* bei einer Masse des Prüflings von 1,5 kg.



Ein 1,5 kg schwerer Beschleunigungssensor wird bei hoher Auslenkungsamplitude auf einem luftgelagerten Shaker in horizontaler Richtung mechanisch angeregt. Für die Kalibrierung wird mit Hilfe eines Laser-Doppler-Vibrometers die Bewegung der Shakerarmatur optisch gemessen.

Die Fachleute des METAS kalibrieren Erschütterungssensoren unterschiedlicher Bauart. Sowohl Geschwindigkeits- wie auch Beschleunigungsaufnehmer werden nach Möglichkeit bei realitätsnahen Erschütterungspegeln kalibriert. In Bezug auf das elektrische Ausgangssignal des Prüflings gibt es kaum Einschränkungen. Es können Signale von Sensoren mit Spannungs-, Ladungs- und IEPE-Anschluss verarbeitet werden (IEPE steht für Integrated Electronic Piezo Electric und bezeichnet Piezosensoren mit eingebauter Ladungskonversion wie ICP).

Zusätzlich können im Labor *Vibration* auch Geräte zur Signalaufbereitung wie Ladungs-Spannungs-Konverter kalibriert werden. Dabei wird jeweils der elektrische Übertragungsfaktor bestimmt.

Auf Wunsch kalibriert METAS auch komplette Messketten, bestehend aus Sensor, Signalaufbereitungsmodul und Anzeige-Einheit. Dabei werden bei den mit dem Kunden vereinbarten Messparametern die vom System angezeigten oder aufgezeichneten Messwerte mit der erzeugten mechanischen Anregung des Sensorelementes verglichen und allfällige Abweichungen protokolliert.



#### **Kontakt**

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

#### **Dienstleistungen**

[www.metas.ch/services](http://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, Signalaufbereitungsmodule 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](http://www.metas.ch)