

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE  VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK  DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄT  DEUTSCHER KALIBRIERDIENST	<b>Kalibrieren von Messmitteln für elektrische Größen Funktionsgeneratoren</b>	<b>VDI/VDE/DGQ/ DKD 2622</b>  Blatt 5  <i>Entwurf</i>
--	--	---

Calibration of measuring equipment for electrical quantities – Function generators

*Einsprüche bis 2013-07-31*

- *vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal  
<http://www.vdi.de/einspruchportal>*
- *in Papierform an  
VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik  
Fachbereich Fertigungsmesstechnik  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	2
<b>2 Normative Verweise</b> .....	2
<b>3 Vorbereitung der Kalibrierung</b> .....	2
3.1 Beschaffenheits-, Sicherheits- und Funktionsprüfung .....	2
3.2 Einstellung der Referenz- bzw. Einsatzbedingungen .....	2
<b>4 Durchführung der Kalibrierung</b> .....	2
4.1 Beschreibung des Kalibriergegenstands .....	3
4.2 Beschreibung der Kalibrierverfahren .....	3
4.3 Messunsicherheitsbetrachtungen .....	4
<b>5 Auswertung und Dokumentation</b> .....	5
5.1 Kalibrierschein .....	5
5.2 Konformitätsaussagen .....	5
<b>Anhang A</b> Beispiele für die Berechnung der Messunsicherheit .....	6
A1 Kalibrierung der Frequenz .....	6
A2 Kalibrierung der Ausgangsspannung mit einem Digitalmultimeter .....	7
A3 Kalibrierung des HF-Spannungsfrequenzgangs mit einem HF-Leistungsmessgerät .....	8
A4 Kalibrierung der Anstiegszeit .....	10
<b>Anhang B</b> Vorschlag für den Kalibrierumfang von Funktionsgeneratoren .....	13
Schrifttum .....	14

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)  
Fachbereich Fertigungsmesstechnik

**VDI/VDE-Handbuch Fertigungsmesstechnik  
VDI/VDE-Handbuch Prozessmesstechnik und Strukturanalyse**

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

## Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 umfasst neben Blatt 1 „Grundlagen“ und Blatt 2 „Messunsicherheit“ sowie Blatt 3 und den folgenden Blättern Anweisungen zur Kalibrierung von häufig eingesetzten Messmitteln für elektrische Größen.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2622](http://www.vdi.de/2622).

## 1 Anwendungsbereich

Zweck der VDI-Richtlinienreihe VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 ist, für die Kalibrierung von Messgeräten für elektrische Größen allgemein gültige Kalibrierverfahren im technisch ausgewogenen Umfang festzulegen und damit für die Prüfmittelüberwachung eine einheitliche und überbetriebliche Basis zu schaffen.

Die vorliegende Richtlinie gilt für analoge und digitale Arbiträr Funktionsgeneratoren (im Folgenden Funktionsgeneratoren genannt) bis ca. 100 MHz. Die beschriebenen Abläufe erheben nicht den Anspruch, alle – auch für die Kalibrierung von Funktionsgeneratoren wichtigen – messtechnischen Eigenschaften zu beschreiben. Je nach Einsatzbedingungen kann der Umfang der Kalibrierung in Absprache mit dem Auftraggeber reduziert oder erweitert werden.

Die in dieser Richtlinie berücksichtigten Normen und Richtlinien sind im Schrifttum aufgeführt. Zusätzlich sind bei der Kalibrierung die jeweiligen Herstellerangaben zu berücksichtigen.

## 2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 Blatt 1:2001-01 Kalibrieren von Messmitteln für elektrische Größen; Grundlagen

VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 Blatt 2:2003-05 Kalibrieren von Messmitteln für elektrische Größen; Methoden zur Ermittlung der Messunsicherheit

## 3 Vorbereitung der Kalibrierung

### 3.1 Beschaffenheits-, Sicherheits- und Funktionsprüfung

Vor der Kalibrierung

- ist durch eine Sichtprüfung der allgemeine Zustand des Funktionsgenerators zu begutachten,
- sind alle relevanten Funktionen zu überprüfen, die zur Kalibrierung benötigt werden,
- ist eine grobe Überprüfung des Ausgangssignals im gesamten Frequenzbereich und bei allen Kurvenformen mit einem Oszilloskop durchzuführen, und
- die Triggenergänge sind auf Synchronität zu kontrollieren.

Bei festgestellten Mängeln, die die Sicherheit des Kalibrierpersonals oder die Funktion des Funktionsgenerators in unzulässiger Weise beeinträchtigen können, erfolgt die Kalibrierung erst nach deren Beseitigung.

### 3.2 Einstellung der Referenz- bzw. Einsatzbedingungen

Die Kalibrierung ist bei den für den Funktionsgenerator vorgeschriebenen Referenz- oder Einsatzbedingungen (z. B. Umgebungstemperatur, Luftfeuchte, Spannungsversorgung) durchzuführen. Weichen die Einsatzbedingungen von den Referenzbedingungen ab, so sind daraus resultierende Messunsicherheitsanteile zu berücksichtigen. Es ist stets die Anwärmzeit aller Messmittel des Messaufbaus abzuwarten; die längste Zeit, z. B. laut Herstellerangabe, ist bestimmend. Während der Kalibrierung muss sich der Messaufbau im thermischen Gleichgewicht befinden.

## 4 Durchführung der Kalibrierung

Zum Kalibrierumfang gehören:

- Frequenzkalibrierung
- Kalibrierung der internen Zeitbasis
- Amplitudenkalibrierung
- Frequenzgangbestimmung
- Bestimmung des DC-Offsets
- Ermittlung des Klirrfaktors
- Bestimmung der Anstiegs- und Abfallzeit von Rechtecksignalen

Zur Untersuchung von Modulationen ist die Richtlinie VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 Blatt 14.1 anzuwenden.

#### 4.1 Beschreibung des Kalibriergegenstands

Funktionsgeneratoren erzeugen elektrische Signale unterschiedlicher Höhe und Signalform. Typische Signalformen sind sinus-, dreieck- und rechteckförmig. Funktionsgeneratoren erzeugen gegebenenfalls auch positive und negative Impulse.

#### 4.2 Beschreibung der Kalibrierverfahren

##### 4.2.1 Kalibrierung der internen Zeitbasis

Sofern die interne Referenzoszillatorfrequenz (meist 10 MHz) über einen eigenen Ausgang (z. B. BNC-Buchse) zur Verfügung gestellt wird, wird deren Abweichung wie in Bild 1 dargestellt mit einem Frequenzzähler als Normal in Direktmessung bestimmt.

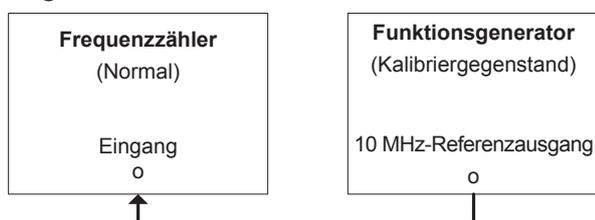


Bild 1. Messaufbau für die Bestimmung der internen Zeitbasis

##### 4.2.2 Frequenz

Die Frequenzeinstellung des Ausgangssignals ist wie in Bild 2 beschrieben zu kalibrieren. Die Kalibrierung sollte mindestens bei 10 %, 50 % und 100 % der in den Herstellerspezifikationen angegebenen Frequenzgrenzen erfolgen. Empfohlen werden jedoch pro Dekade ein bis zwei Messpunkte wie 50 Hz, 100 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 50 kHz, 100 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 5 MHz, ..., Maximalfrequenz  $f_{max}$ .

Bei mehreren Frequenzbereichen ist die Kalibrierung in jedem der Bereiche durchzuführen.

Um Triggerfehler des Frequenzzählers (Normal) zu vermeiden, ist die Messung mit rechteckförmigem Ausgangssignal durchzuführen.

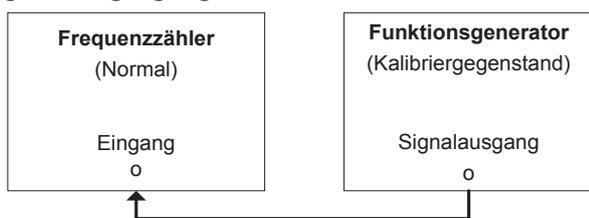


Bild 2. Messaufbau für die Frequenzbestimmung

##### 4.2.3 Amplitude

Die Messung ist mit sinusförmigem Ausgangssignal von 1 kHz durchzuführen. Ermittelt werden soll der Effektivwert des Ausgangssignals nach Bild 3. Die Eingangsimpedanz des Digitalvoltmeters muss mit dem Nennwert der Ausgangsimpedanz des Funktionsgenerators (typischerweise 50 Ω) abgeschlossen werden.

Es ist ein Messpunkt bei 50 % bis 100 % in jedem spezifizierten Bereichsendwert, mindestens jedoch ein Messpunkt je Dekade zu erfassen beginnend z. B. bei 10 mV, 50 mV, 100 mV, 500 mV, 1 V, 5 V, 10 V. Ohne absolute Einstellmöglichkeit (kein Display oder variables Potenziometer) werden 100 % des Bereichsendwerts (z. B. rechter Anschlag) aller Bereiche kalibriert.

Zur Leerlaufmessung wird ein Messpunkt bei 100 % des größten Bereichs kalibriert.

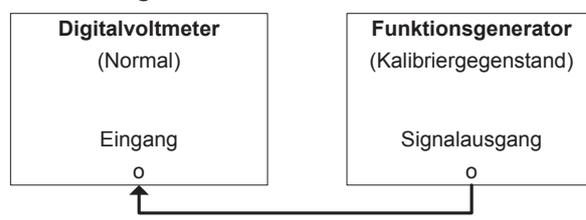


Bild 3. Messaufbau für die Amplitudenkalibrierung und die DC-Offsetbestimmung ohne Tiefpassfilter

##### 4.2.4 Frequenzgang

Die Amplitude des Sinussignals ist über der Frequenz zu bestimmen. Bei Frequenzen bis 100 kHz kann die Kalibrierung unter Anwendung eines Digitalmultimeters (DMM) erfolgen. Bei Frequenzen größer als 100 kHz kann ein Thermokonverter oder ein HF-Leistungsmessgerät zum Einsatz kommen. Eine geeignete Adaption des Ausgangs des Funktionsgenerators ist erforderlich und bei der Angabe der Messunsicherheit zu berücksichtigen (Bild 4).

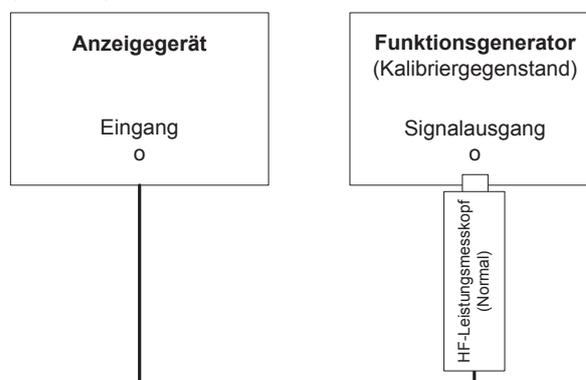


Bild 4. Messaufbau für die Frequenzgangermittlung für Frequenzen größer als 100 kHz mit HF-Leistungsmesskopf als Normal