

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

VERBAND DER  
ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK  
INFORMATIONSTECHNIK

DEUTSCHE  
GESELLSCHAFT FÜR  
QUALITÄT

DEUTSCHER  
KALIBRIERDIENST

Kalibrieren von Messmitteln für elektrische Größen  
Charakterisieren von HF-Messkabeln

Calibration of measuring equipment for  
electrical quantities  
Characterisation of HF measuring cables

VDI/VDE/DGQ/  
DKD 2622

Blatt 19 / Part 19

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note .....	2
Einleitung .....	2	Introduction .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>2</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Normative Verweise</b> .....	<b>3</b>	<b>2 Normative references</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Abkürzungen</b> .....	<b>3</b>	<b>3 Abbreviations</b> .....	<b>3</b>
<b>4 Vorbereitung der Charakterisierung</b> .....	<b>4</b>	<b>4 Preparations for characterization</b> .....	<b>4</b>
4.1 Beschaffenheits- und Funktionsprüfung ....	4	4.1 Features and functions check .....	4
4.2 Einstellung der Referenz- bzw. Einsatzbedingungen .....	4	4.2 Setting the reference or service conditions .....	4
<b>5 Durchführung der Charakterisierung</b> .....	<b>5</b>	<b>5 Carrying out characterization</b> .....	<b>5</b>
5.1 Beschreibung des Gegenstands .....	5	5.1 Description of the test object .....	5
5.2 Beschreibung des Messverfahrens .....	5	5.2 Description of the measuring procedure ....	5
5.3 Auswahl der Normale .....	6	5.3 Selection of standards .....	6
5.4 Auswahl des Messverfahrens .....	6	5.4 Selection of the measuring procedure .....	6
5.5 Prinzipielle Messanordnung .....	7	5.5 Basic measuring set-up .....	7
5.6 Berechnungen .....	15	5.6 Calculations .....	15
<b>6 Auswertung und Dokumentation</b> .....	<b>20</b>	<b>6 Evaluation and documentation</b> .....	<b>20</b>
6.1 Kalibrierschein .....	20	6.1 Calibration certificate .....	20
6.2 Konformitätsaussage .....	20	6.2 Statement of conformity .....	20
Schrifttum .....	20	Bibliography .....	20

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.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

## Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 umfasst neben Blatt 1 und Blatt 2 in den weiteren 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

Die Richtlinienreihe VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 legt, für die Kalibrierung von Messgeräten für elektrische Größen allgemein gültige Kalibrierverfahren im technisch ausgewogenen Umfang fest und schafft damit für die Prüfmittelüberwachung eine einheitliche und überbetriebliche Basis.

In DIN EN 60966-1 sind sowohl die Anforderungen an die Konstruktion und Fertigung von konfektionierten Koaxial- und Hochfrequenzkabeln als auch Prüfverfahren beschrieben. Die beschriebenen Prüfverfahren sind von der hochfrequenztechnischen Ausstattung her nicht auf dem Stand der Technik. Auf die speziellen Belange der HF-Messkabel sowie auf das Thema „Kalibrierung“ wird nicht eingegangen.

Diese Richtlinie behandelt die Charakterisierung speziell von kurzen HF-Messkabeln, wie sie bei Vektor-Netzwerkanalysatoren (VNA) häufig zur Adaptierung von Messobjekten eingesetzt werden. Die besonderen Anforderungen an lange HF-Messkabel (> ca. 1 m) wurden nicht untersucht und sind nicht berücksichtigt. Inwieweit die beschriebenen Verfahren auch für lange HF-Messkabel anwendbar und zweckmäßig sind, muss im Einzelfall geprüft werden.

Bevor mit einem VNA und der daran angeschlossenen HF-Messkabel korrekt gemessen werden

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

## Introduction

In addition to Part 1 and Part 2 the other parts of the series of standards VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 contain instructions for the calibration of frequently used measuring equipment for electrical quantities.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2622](http://www.vdi.de/2622).

### 1 Scope

The series of standards VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 lays down a technically well-balanced range of generally applicable calibration procedures for the calibration of instruments for measuring electrical quantities and thus creates a uniform, cross-company basis for test equipment monitoring.

DIN EN 60966-1 describes not only the requirements applicable to the design and manufacture of assembled coaxial and radio frequency cables but also test methods. As regards the RF equipment used, the test procedures described here are not state of the art. It will not be dealing with the specific requirements of RF measuring cables nor with the subject of “Calibration”.

This standard deals rather with the characterization of short RF measuring cables in particular, such as are often used in vector network analyzers (VNA) for the adaptation of test objects. The special requirements applicable to long RF measuring cables (> approximately 1 m) have not been investigated and are not taken into consideration. To what extent the methods described can also be applied to long RF measuring cables must be checked in the individual case.

Before correct measurement is possible with a VNA and the RF measuring cable connected to it,

kann, muss eine Kalibrierung (am VNA meist „Cal“ oder „Calibration“ genannt) durchgeführt werden. Mithilfe eines Kalibrier-Kits werden Messungen durchgeführt und viele systematische Effekte des VNAs und der HF-Messkabel (Dämpfung und Reflexion, jeweils als Betrag und Phase) bestimmt und mittels einer umfangreichen softwarebasierten Mathematik im VNA zum großen Teil für die weiteren Messungen kompensiert. In der Fachliteratur spricht man von der „Systemfehlerkorrektur“. Die absolute Dämpfung und Reflexion der HF-Messkabel spielt daher bei der Charakterisierung von HF-Messkabeln als Messgröße eine untergeordnete Rolle. Viel wichtiger ist aber die Stabilität der Dämpfungs- und Reflexionseigenschaften der HF-Messkabel bei Bewegungen, z.B. Biegung und Torsion. Die Instabilitäten der HF-Messkabel gehen eher zufällig bzw. schwer vorhersagbar in Messergebnisse ein. In der Regel können sie nur der Messunsicherheit als ungefähre Abschätzung zugeordnet werden.

HF-Messkabel beschränken sich aber nicht nur auf die Anwendung beim VNA, sondern sie werden auch anderweitig eingesetzt. Dementsprechend können die in dieser Richtlinie beschriebenen Verfahren gegebenenfalls auch dort eingesetzt werden. Die Gewichtung der einzelnen Messgrößen kann sich gegebenenfalls ändern.

## 2 Normative Verweise

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

DIN EN 60966-1:1999-11 Konfektionierte Koaxial- und Hochfrequenz-Kabel; Teil 1: Fachgrundspezifikation; Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren (IEC 60966-1:1999); Deutsche Fassung EN 60966-1:1999

VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 Blatt 1:2014-06 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

a calibration (in most cases called “Cal” or “Calibration” on the VNA) must be performed. Measurements are carried out with the aid of a calibration kit and many systematic effects of the VNA and the RF measuring cable (attenuation and reflection, in each case as magnitude and phase) are determined and for further measurements mostly compensated by a comprehensive software based mathematics capability in the VNA. In literature the term “systematic error correction” is used. For this reason the absolute attenuation and reflection of RF measuring cables play as measured variables a secondary role in the characterization of RF measuring cables. Much more important however is the stability of the attenuation and reflection properties of the RF measuring cables when there is movement, such as flexure or torsion. The instabilities of the RF measuring cables tend to enter into the measurement results randomly or in a way difficult to predict. As a rule, they can only be assigned to uncertainty of measurement as rough estimates.

RF measuring cables are not however limited to use with the VNA but are also used for other purposes. The procedures described in this standard may therefore, where applicable, be used there too. The weighting of the individual measured variables can be changed if necessary.

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

DIN EN 60966-1:1999-11 Radio frequency and coaxial cable assemblies; Part 1: Generic specification; general requirements and test methods (IEC 60966-1:1999); German version EN 60966-1:1999

VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 Part 1:2014-06 Calibration of measuring equipment for electrical quantities; Fundamentals

VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 Part 2:2003-05 Calibration of measuring means for electrical quantities; Methods for the determination of the measurement uncertainty