

Prüfung von IsolierstoffenDielektrische Eigenschaften fester Isolierstoffe
im Frequenzbereich von 8,2 bis 12,5 GHz**DIN****VDE 0303**

Teil 13

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Testing of insulating materials;
Dielectric properties of solid insulating materials
within a frequency range from 8.2 GHz to 12.5 GHz

Essai des matières isolantes;
Propriétés diélectriques des matières isolantes solides dans la gamme
de fréquences comprise entre 8,2 GHz et 12,5 GHz

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen (siehe Erläuterungen).

Maße in mm

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Oktober 1986.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Grundlagen des Verfahrens	2
3 Prüfgeräte	3
4 Proben	3
5 Messung	4
6 Auswertung	5
7 Prüfbericht	5
8 Bedeutung der Formelzeichen	5
Anhang A	6
Anhang B	7

Fortsetzung Seite 2 bis 8

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

1 Anwendungsbereich

Die Messung nach dieser Norm dient dazu, die dielektrischen Eigenschaften fester Isolierstoffe im Frequenzbereich von 8,2 bis 12,5 GHz zu ermitteln. In Verbindung mit dieser Norm ist auch **DIN VDE 0303 Teil 4** zu beachten.

2 Grundlagen des Verfahrens

Auf die Ableitung und die theoretische Behandlung der angegebenen Gleichungen bzw. Berechnungen wurde im Hinblick auf die Übersichtlichkeit verzichtet [1], [2].

2.1 In einem homogenen, gasgefüllten und an einem Ende kurzgeschlossenen Hohlleiter entstehen bei Anregung stehende Wellen in axialer Richtung. Die Wellenlänge des freien Raumes λ_0 ist kürzer als die im Hohlleiter stehende Wellenlänge λ_g (Hohlleiterwellenlänge). Es ist

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - (\lambda_0/\lambda_k)^2}}$$

In dem zu den Messungen zu verwendenden gasgefüllten Rechteck-Hohlleiter bildet sich eine H_{10} -Welle aus.

Die kritische Wellenlänge ist

$$\lambda_k = 2 a,$$

wobei a die geometrische Breite (Innenmaß) des Hohlleiters ist. Für R 100¹⁾ ist $a = 2,2860$ cm und damit $\lambda_k = 4,572$ cm.

2.2 Am kurzgeschlossenen Ende K eines Hohlleiters entsteht immer ein Wellenknoten der elektrischen Feldstärke E (siehe Bild 1). Der Abstand zweier Knoten voneinander in Luft ist die halbe Hohlleiterwellenlänge $\lambda_g/2 = (D'_0 = D_0)$.

Füllt vor dem Kurzschluß K ein Dielektrikum den Hohlleiter, wobei auch in diesem Fall ein Knoten am Kurzschluß entsteht, dann erfolgt durch die Dielektrizitätszahl ε_r der Probe eine Verkürzung von λ_0 im Dielektrikum. Der Knoten im Hohlleiter in Luft (siehe Bild 1 b) verschiebt sich um $D = D_s - D_0$.

2.3 Die Höhe der Amplitude der Welle in Luft wird durch die Eigendämpfung des Hohlleiters beeinflusst. Beiderseits des Knotens steigt die elektrische Feldstärke an. Wird ein Dielektrikum vor dem Kurzschluß in die Leitung eingebracht (siehe Bild 1 b), ist eine zusätzliche Dämpfung gegeben. Diese hat Einfluß auf die Steilheit der Wellenflanken: Je größer die Dämpfung, desto kleiner die Wellenamplitude. Wird die Verstimmung Δl_0 um den Knotenpunkt bei 3dB Amplitudenanstieg am leeren Hohlleiter bei D_0 (siehe Bild 1 a) und Δl_s am mit dem Dielektrikum gefüllten

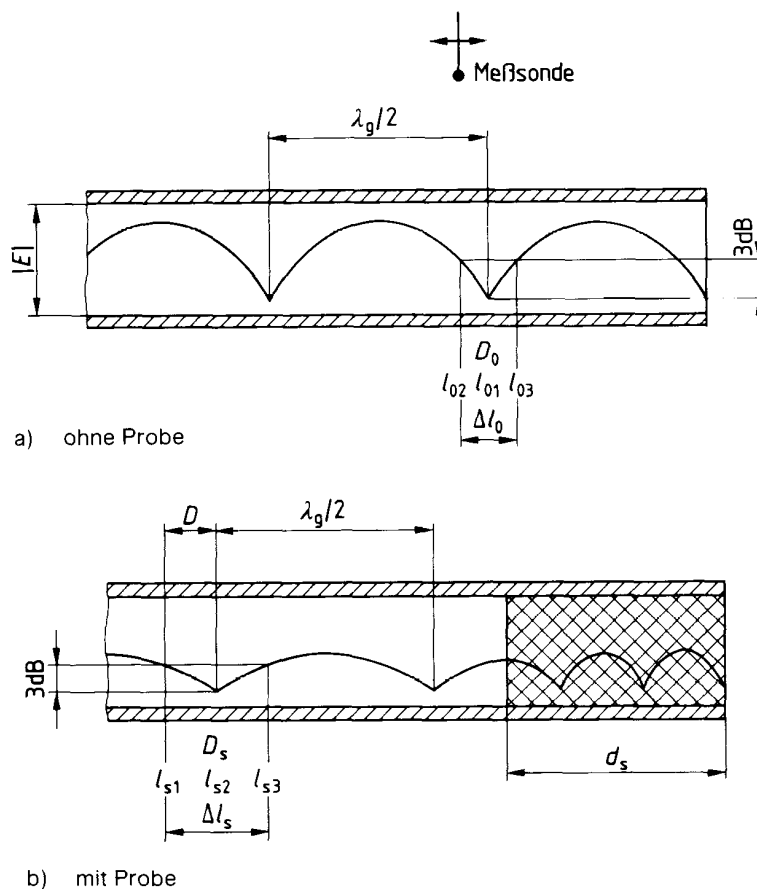


Bild 1. Kurzgeschlossener Hohlleiter

¹⁾ Kurzzeichen R 100 ist die Bezeichnung eines Hochfrequenz-Hohlleiters nach DIN 47302 Teil 1 für den Frequenzbereich der H_{10} -Welle 8,2 bis 12,5 GHz.

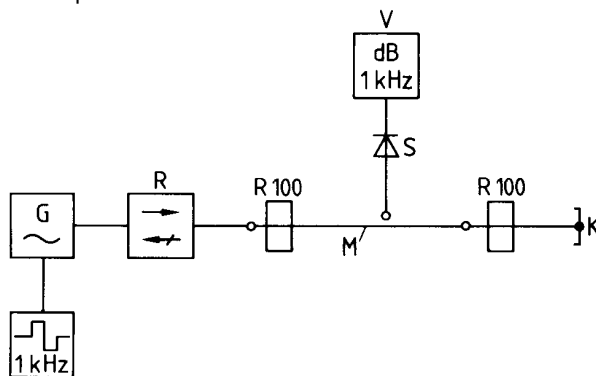
Hohlleiter bei D_s (siehe Bild 1 b) gemessen, erhält man den für die Errechnung der dielektrischen Verluste erforderlichen Wert der Dämpfungsänderung $\Delta I = \Delta I_s - \Delta I_0$.

2.4 Aus den gemessenen Werten (in cm) für D_0 , D'_0 , ΔI_0 am kurzgeschlossenen Hohlleiter ohne Probe und D_s , ΔI_s und d_s am kurzgeschlossenen Hohlleiter mit Probe können ϵ_r und $\tan \delta$ errechnet werden (siehe Anhang A und Anhang B).

3 Prüfgeräte

Alle Geräte müssen für das Frequenzband 8,2 bis 12,5 GHz ausgelegt sein.

Schaltplan siehe Bild 2.



- G Generator mit Modulator (1 kHz)
- R Richtungsleiter (Einwegleitung)
- M Meßleitung mit
- K Probenaufnahme mit Kurzschlußplatte (siehe Bild 3)
- V Selektiver Anzeigenverstärker 1 kHz
- S Sonde mit Demodulator

Bild 2. Schaltplan der Prüfeinrichtung

3.1 Mikrowellen-Generator mit 1-kHz-Rechteckmodulation, Leistung ≥ 10 mW.

3.2 Richtungsleiter (Einwegleitung).

3.3 Präzisions-Rechteck-Hohlleiter-Meßleitung als Schlitzleitung mit Feintrieb, cm-Skaleneinteilung mit Nonius und zusätzlicher Meßuhr, die eine Auflösung von 0,001 cm ($\Delta 0,01$ mm) zuläßt und eine Fühlhebellänge von min. 50 mm hat.

3.4 Sonde mit Demodulator (quadratische Gleichrichtung).

3.5 Selektiver 1-kHz-Anzeigeverstärker mit dB-Anzeige.

3.6 Probenaufnahme mit Kurzschlußplatte (siehe Bild 3).

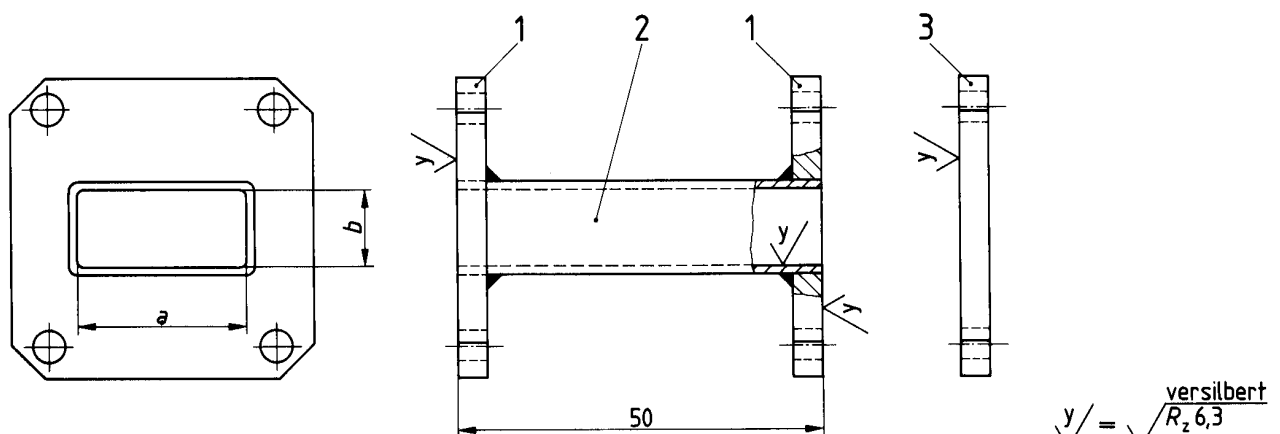
Anmerkung: Der Reflexionsfaktor der in den Abschnitten 3.2, 3.3 und 3.6 angegebenen Geräte sollte unter 0,01 liegen.

3.7 Längenmeßgerät zur Messung der Probenlänge d_s mit den Fehlergrenzen $\pm 0,001$ cm.

4 Proben

4.1 Die Proben müssen einen Querschnitt entsprechend R 100 nach DIN 47302 Teil 1 (siehe Bild 3) haben. Die Kanten in axialer Richtung dürfen leicht gebrochen, die Stirnflächen müssen parallel sein.

4.2 Die Länge d_s der Proben soll nicht mehr als 1 % von $\lambda_g/2$ abweichen. Der Zusammenhang $\lambda_g/2$ mit f_0 bzw. λ_0 ist in Bild 4 aufgezeichnet.



- 1 Flansche (Rechteckflansche nach IEC 154: UBR 100)
- 2 Hochfrequenz (HF)-Hohlleiter (Rechteckrohr R 100 ²⁾ nach DIN 47 302 Teil 1)
- 3 Kurzschlußplatte (Bohrungen entsprechend 1)

Bild 3. Probenaufnahme (Ausführungsbeispiel)

²⁾ Innenmaße R 100 nach DIN 47 302 Teil 1/03.80
 $a = (22,860 \pm 0,046)$ mm $b = (10,160 \pm 0,046)$ mm