

## DIN EN 62562



ICS 17.220.20

**Hohlraumresonanzverfahren zum Messen der komplexen Permittivität  
von verlustarmen dielektrischen Platten****(IEC 62562:2010);****Deutsche Fassung EN 62562:2011**

Cavity resonator method to measure the complex permittivity of low-loss dielectric plates  
(IEC 62562:2010);

German version EN 62562:2011

Méthode de la cavité résonante pour mesurer la permittivité complexe des plaques  
diélectriques à faibles pertes

(CEI 62562:2010);

Version allemande EN 62562:2011

Gesamtumfang 20 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

## **Anwendungsbeginn**

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2011-01-02 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2011-10-01.

## **Nationales Vorwort**

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62562:2009-08.*

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.4 „Passive HF- und Mikrowellenbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 46F „RF and microwave passive components“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Hohlraumresonanzverfahren zum Messen der komplexen Permittivität von  
verlustarmen dielektrischen Platten  
(IEC 62562:2010)

Cavity resonator method to measure the  
complex permittivity of low-loss dielectric plates  
(IEC 62562:2010)

Méthode de la cavité résonante pour mesurer la  
permittivité complexe des plaques diélectriques  
à faibles pertes  
(CEI 62562:2010)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2011-01-02 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

## CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

**Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

© 2011 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62562:2011 D

## Vorwort

Der Text des Schriftstücks 46F/118/CDV, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 62562, ausgearbeitet von dem SC 46F „R.F. and microwave passive components“ des IEC/TC 46 „Cables, wires, waveguides, R.F. connectors, R.F. and microwave passive components and accessories“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2011-01-02 als EN 62562 angenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN und CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2011-10-02
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2014-01-02

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62562:2010 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

# Inhalt

|                                                                                                                                              | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort .....                                                                                                                                | 2     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                    | 4     |
| 2 Messparameter .....                                                                                                                        | 4     |
| 3 Theorie und Berechnungsgrundlagen .....                                                                                                    | 5     |
| 3.1 Permittivitätszahl und Tangens des Verlustwinkels .....                                                                                  | 5     |
| 3.2 Temperaturabhängigkeit von $\varepsilon'$ und $\tan \delta$ .....                                                                        | 8     |
| 3.3 Parameter des Hohlraumes .....                                                                                                           | 9     |
| 4 Messgeräte und -einrichtungen .....                                                                                                        | 10    |
| 4.1 Messgeräte .....                                                                                                                         | 10    |
| 4.2 Messeinrichtung für die komplexe Permittivität .....                                                                                     | 10    |
| 5 Durchführung der Messung .....                                                                                                             | 11    |
| 5.1 Vorbereitung der Messeinrichtung .....                                                                                                   | 11    |
| 5.2 Messung des Bezugspegels .....                                                                                                           | 11    |
| 5.3 Messung der Hohlraumparameter $D$ , $H$ , $\sigma$ , $\alpha_c$ , $TC\rho$ .....                                                         | 12    |
| 5.4 Messung der komplexen Permittivität des Prüflings: $\varepsilon'$ und $\tan \delta$ .....                                                | 13    |
| 5.5 Temperaturabhängigkeit von $\varepsilon'$ und $\tan \delta$ .....                                                                        | 14    |
| Anhang A (informativ) Beispiel für ein Messergebnis und dessen Genauigkeit .....                                                             | 15    |
| Literaturhinweise .....                                                                                                                      | 18    |
| Bild 1 – Zwei Typen des Resonatoraufbaus .....                                                                                               | 5     |
| Bild 2 – Korrekturterm $\Delta\varepsilon'/\varepsilon'_a$ .....                                                                             | 8     |
| Bild 3 – Korrekturterme $\Delta A/A$ und $\Delta B/B$ .....                                                                                  | 8     |
| Bild 4 – Schematische Darstellung der Messgeräte .....                                                                                       | 10    |
| Bild 5 – Bei der Messung eingesetzter Hohlraumresonator .....                                                                                | 11    |
| Bild 6 – Fotografie des Hohlraumresonators für die Messung bei etwa 10 GHz .....                                                             | 11    |
| Bild 7 – Modendiagramm des Hohlraumresonators .....                                                                                          | 12    |
| Bild 8 – Resonanzspitzen des Hohlraumresonators .....                                                                                        | 12    |
| Bild 9 – Resonanzfrequenz $f_0$ , Einfügungsdämpfung $IA_0$ und Halbwertsbandbreite $f_{BW}$ .....                                           | 13    |
| Bild 10 – Resonanzfrequenz $f_0$ des $TE_{011}$ -Modes des Hohlraumresonators mit dielektrischer Platte<br>( $D = 35$ mm, $H = 25$ mm) ..... | 13    |
| Bild A.1 – Gemessene Temperaturabhängigkeit von $f_1$ und $Q_{uc}$ .....                                                                     | 15    |
| Bild A.2 – Resonanzspitzen des Hohlraumresonators mit eingeklemmter Saphirplatte .....                                                       | 16    |
| Bild A.3 – Messergebnisse der Temperaturabhängigkeiten von $f_0$ , $Q_u$ , $\varepsilon'$ und $\tan \delta$ für eine<br>Saphirplatte .....   | 17    |
| Tabelle A.1 – Messwerte der Hohlraumparameter .....                                                                                          | 15    |
| Tabelle A.2 – Messwerte von $\varepsilon'$ und $\tan \delta$ für eine Saphirplatte .....                                                     | 16    |

## 1 Anwendungsbereich

Der Zweck dieser Internationalen Norm ist die Beschreibung eines Messverfahrens der dielektrischen Eigenschaften in Ebenenrichtung einer dielektrischen Platte bei Mikrowellenfrequenzen. Dieses Verfahren wird als Hohlraumresonanzverfahren bezeichnet. Es wurde für die Entwicklung neuer Werkstoffe und für die Konstruktion von aktiven und passiven Mikrowellenbauteilen erstellt, bei denen die Normung von Messverfahren für die Werkstoffeigenschaften zunehmend wichtiger wird.

Dieses Verfahren besitzt die folgenden Merkmale:

- Die Permittivitätszahl  $\varepsilon'$  und der Tangens des Verlustwinkels  $\tan \delta$  einer dielektrischen Platte können genau und zerstörungsfrei gemessen werden;
- die Temperaturabhängigkeit der komplexen Permittivitätszahl kann gemessen werden;
- die Messgenauigkeit liegt innerhalb von 0,3 % für  $\varepsilon'$  und innerhalb von  $5 \times 10^{-6}$  für  $\tan \delta$ ,
- der Randeffect wird unter Verwendung von Korrekturdiagrammen korrigiert, die auf der Grundlage exakter Untersuchungen berechnet wurden.

Das Verfahren ist für Messungen unter den folgenden Bedingungen anwendbar:

- Frequenz:  $2 \text{ GHz} < f < 40 \text{ GHz}$ ;
- Permittivitätszahl:  $2 < \varepsilon' < 100$ ;
- Tangens des Verlustwinkels:  $10^{-6} < \tan \delta < 10^{-2}$

## 2 Messparameter

Im Folgenden werden die Messparameter definiert:

$$\varepsilon_r = \varepsilon' - j\varepsilon'' = D/(\varepsilon_0 E) \quad (1)$$

$$\tan \delta = \varepsilon'' / \varepsilon' \quad (2)$$

$$TC\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon_{\text{ref}}} \frac{\varepsilon_T - \varepsilon_{\text{ref}}}{T - T_{\text{ref}}} \times 10^6 \quad (1 \times 10^{-6}/\text{K}) \quad (3)$$

Dabei ist:

$D$  die elektrische Flussdichte;

$E$  die elektrische Feldstärke;

$\varepsilon_0$  die Permittivität im Vakuum;

$\varepsilon'$  und  $\varepsilon''$  der Real- bzw. Imaginärteil der komplexen Permittivitätszahl  $\varepsilon_r$ ;

$TC\varepsilon$  der Temperaturkoeffizient der Permittivitätszahl;

$\varepsilon_T$  und  $\varepsilon_{\text{ref}}$  sind die Realteile der komplexen Permittivitätszahl bei der Temperatur  $T$  bzw. der Bezugstemperatur  $T_{\text{ref}}$  ( $= 20 \text{ °C}$  bis  $25 \text{ °C}$ ).