

DIN EN 61006

ICS 29.035.01

Ersatz für
DIN EN 61006:1994-07
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Elektroisolierstoffe –
Prüfverfahren zur Bestimmung der Glasübergangstemperatur
(IEC 61006:2004);
Deutsche Fassung EN 61006:2004**

Electrical insulating materials –
Methods of test for the determination of the glass transition temperature
(IEC 61006:2004);
German version EN 61006:2004

Matériaux isolants électriques –
Méthodes d'essai pour la détermination de la température de transition vitreuse
(CEI 61006:2004);
Version allemande EN 61006:2004

Gesamtumfang 23 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2004-03-01 angenommene EN 61006 gilt als DIN-Norm ab 2004-11-01.

Daneben darf DIN EN 61006:1994-07 noch bis 2007-03-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61006:2003-02.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 181.1 „Prüfverfahren für feste Isolierstoffe“ (AK 181.1.1 „Thermische Prüfungen“) der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 15E „Methods of test“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2010 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61006:1994-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe von 1999 und stellt eine editorielle Revision dar.

Die folgenden Änderungen wurden gegenüber der ersten Ausgabe vorgenommen:

- a) die Norm wurde in editorieller Hinsicht vollständig überarbeitet und an den Stand der Technik angeglichen;
- b) eine Zeichnung zur Verdeutlichung der Dynamisch-mechanischen Analyse (DMA) wurde eingefügt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61006:1994-07

Deutsche Fassung

Elektroisolierstoffe
Prüfverfahren zur Bestimmung der Glasübergangstemperatur
(IEC 61006:2004)

Electrical insulating materials
Methods of test for the determination of the
glass transition temperature
(IEC 61006:2004)

Matériaux isolants électriques
Méthodes d'essai pour la détermination de la
température de transition vitreuse
(CEI 61006:2004)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2004-03-01 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, 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: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 15E/222/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61006, ausgearbeitet von dem SC 15E „Methods of test“ des IEC TC 15 „Insulating materials“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2004-03-01 als EN 61006 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61006:1993.

Die folgenden Änderungen wurden gegenüber EN 61006:1993 vorgenommen:

- die Norm wurde in editorieller Hinsicht vollständig überarbeitet und an den Stand der Technik angeglichen;
- eine Zeichnung zur Verdeutlichung der Dynamisch-mechanischen Analyse (DMA) wurde eingefügt.

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): 2004-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2007-03-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61006:2004 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Begriffe und Definitionen	4
3 Aussagekraft eines Verfahrens	6
4 Prüfverfahren	6
5 Verfahren A: Mit Dynamischer Differenzkalorimetrie (DSC) oder Differenzthermoanalyse (DTA)	7
6 Verfahren B: Mit Thermomechanischer Analyse (TMA).....	9
7 Verfahren C: Dynamisch-mechanische Analyse (DMA).....	12
Anhang A (informativ) Grafische Auswertung	20
Literaturhinweise.....	21
Bild 1 – Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC): Charakteristische Umwandlungspunkte im Zusammenhang mit der Glasumwandlung.....	17
Bild 2 – Thermomechanische Analyse (TMA) (Ausdehnungsprinzip): Bestimmung der Glasübergangstemperatur T_g	17
Bild 3 – Thermomechanische Analyse (TMA) (Eindringprinzip): Bestimmung der Glasübergangstemperatur T_g	18
Bild 4 – Thermomechanische Analyse (TMA) (Ausdehnungsprinzip): Bestimmung der Glasübergangstemperatur (zweiter Durchlauf)	18
Bild 5 – Typisches Profil des mechanischen Verlustfaktors	19
Bild 6 – Dynamisch-mechanische Analyse (DMA): Bestimmung der Glasübergangstemperatur T_g	19

1 Anwendungsbereich

Diese internationale Norm beschreibt Prüfverfahren zur Bestimmung der Glasübergangstemperatur von festen Elektroisierstoffen. Diese Prüfverfahren sind auf amorphe Werkstoffe oder auf teilkristalline Werkstoffe mit amorphen Bereichen anwendbar, die stabil sind und im Glasübergangsbereich weder Zersetzung noch Sublimation zeigen.

2 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe und Definitionen.

2.1

Glasübergang

die physikalische Veränderung in einem amorphen Werkstoff oder in amorphen Bereichen eines teilkristallinen Werkstoffes von (oder zu) einem viskosen oder gummiartigen Zustand zu (oder von) einem festen Zustand

ANMERKUNG Der Glasübergang erfolgt im Allgemeinen innerhalb eines relativ engen Temperaturbereiches und ist vergleichbar mit dem Übergang einer Flüssigkeit vom flüssigen in einen glasartigen Zustand; es ist keine Umwandlung erster Ordnung. Nicht nur Härte und Sprödigkeit unterliegen schnellen Änderungen in diesem Temperaturbereich, sondern auch andere Eigenschaften wie thermische Ausdehnung und Wärmekapazität verändern sich sehr schnell. Dieses Phänomen wird auch als Umwandlung zweiter Ordnung, Gummiübergang oder gummiartiger Übergang bezeichnet. Tritt mehr als ein amorpher Übergang in einem Werkstoff auf, wird üblicherweise derjenige als Glasübergang bezeichnet, der mit Segmentbewegungen der Molekülhauptkette verknüpft ist oder der von den stärksten Eigenschaftsänderungen begleitet ist. Mischungen amorpher Werkstoffe können mehr als einen Glasübergang haben, wobei jeder Glasübergang einer separaten Komponente der Mischung zuzuordnen ist.

2.2

Glasübergangstemperatur

(T_g)

eine Mittelpunktstemperatur, die für den Temperaturbereich steht, in dem der Glasübergang stattfindet

ANMERKUNG 1 Die Glasübergangstemperatur kann nur dadurch einfach bestimmt werden, dass der Temperaturbereich beobachtet wird, in dem eine signifikante Veränderung in einigen spezifischen elektrischen, mechanischen, thermischen oder anderen physikalischen Eigenschaften auftritt. Außerdem kann die beobachtete Temperatur in Abhängigkeit von der für die Beobachtung gewählten Eigenschaft und den genauen Versuchsbedingungen (z. B. Aufheizrate, Prüffrequenz) stark variieren. Die beobachtete Glasübergangstemperatur T_g sollte deshalb nur als ein Näherungswert angesehen werden, gültig nur für das jeweilige Verfahren und die Prüfbedingungen.

ANMERKUNG 2 Für die Anwendung von Prüfverfahren C (siehe Abschnitt 7) wird die Temperatur am Höchstwert der Kurve des mechanischen Verlustfaktors beim Glasübergang als Glasübergangstemperatur genommen.

2.3

Dynamische Differenzkalorimetrie

(DSC) (engl.: differential scanning calorimetry)

Prüfverfahren, bei dem die Differenz der in die Substanz eindringenden Wärmeströme zwischen Probe- und Referenzmaterial als Funktion der Temperatur gemessen wird, wobei Probe- und Referenzmaterial einem vorgegebenen Temperaturprogramm unterworfen werden

ANMERKUNG Die Aufzeichnung wird als dynamische Differenzkalorimetrie- oder DSC-Kurve bezeichnet.

2.4

Differenzthermoanalyse

(DTA) (engl.: differential thermal aalysis)

Prüfverfahren, bei dem die Temperaturdifferenz zwischen Probe- und Referenzmaterial als Funktion der Temperatur gemessen wird, wobei die gemeinsame Umgebung des Probe- und des Referenzmaterials einem vorgegebenen Temperaturprogramm unterworfen wird

ANMERKUNG 1 Die Aufzeichnung wird als Differenzthermoanalyse- oder DTA-Kurve bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Es gibt vier charakteristische Umwandlungspunkte, die mit einem Glasübergang verknüpft sind (siehe Bild 1):

- Extrapolierte Anfangstemperatur (T_f) in °C – Der Schnittpunkt, der am Punkt der größten Steigung der Umwandlungskurve angelegten Tangente mit der extrapolierten Basislinie vor der Umwandlung.
- Extrapolierte Endtemperatur (T_e) in °C – Der Schnittpunkt der am Punkt der größten Steigung an der Umwandlungskurve angelegten Tangente mit der extrapolierten Basislinie nach der Umwandlung.
- Mittelpunkttemperatur (T_m) in °C – Der Punkt auf der thermischen Kurve, der der halben Wärmeflussdifferenz zwischen den extrapolierten Anfangs- und Endtemperaturen entspricht.
- Die Umkehrtemperatur (T_i) in °C – Der Punkt auf der thermischen Kurve, der mit dem Maximum der ersten Ableitung (auf die Zeit bezogen) der Ausgangskurve übereinstimmt. Dieser Punkt entspricht dem Wendepunkt der Stamm-Thermokurve.

Mitunter werden zwei zusätzliche Umwandlungspunkte festgestellt und diese sind definiert als:

- Temperatur der ersten Abweichung (T_o) in °C – Der Punkt der ersten erkennbaren Abweichung von der extrapolierten Basislinie vor der Umwandlung.
- Temperatur der Rückkehr zur Basislinie (T_r) in °C – Der Punkt der letzten Abweichung von der extrapolierten Basislinie nach der Umwandlung.

Für die Anwendung dieser Norm wird T_m als die Glasübergangstemperatur T_g angenommen, da diese Temperatur am ehesten mit den Umwandlungen übereinstimmt, die mittels Dilatometrie und anderen Verfahren bestimmt wurden.

ANMERKUNG 3 Andere als die vorher definierten Temperaturen können für Festlegungszwecke verwendet werden, sofern dies in individuellen Absprachen festgelegt ist.

2.5

Thermodilatometrie

ein Verfahren, bei dem eine Abmessung eines Probekörpers unter vernachlässigbarer Belastung als Funktion der Temperatur gemessen wird, während die Probe einem definierten Temperaturprogramm unterworfen wird

2.6

Thermomechanische Analyse

(TMA) (engl.: thermo mechanical analysis)

ein Verfahren, bei dem eine Verformung eines Probekörpers unter nicht-oszillierender Belastung als Funktion der Temperatur gemessen wird, während die Probe einem definierten Temperaturprogramm unterworfen wird

2.7

Dynamisch-mechanische Analyse

(DMA) (engl.: dynamic mechanical analysis)

ein Verfahren, bei dem entweder der elastische Speichermodul oder der Verlustmodul eines Stoffes oder beide unter schwingender Belastung oder Verformung als Funktion der Temperatur, der Frequenz oder der Zeit oder einer Kombination hieraus gemessen werden

2.8

komplexer Speichermodul

eine komplexe Größe, die gleich dem Verhältnis von mechanischer Spannung zu mechanischer Verformung unter sinusförmiger Belastung ist

2.9

elastischer Speichermodul

der mathematische Realteil des komplexen Speichermoduls. Eine quantitative Messung der elastischen Eigenschaften, beschrieben durch das Verhältnis der Spannung in Phase mit der oszillierenden Dehnung zum Dehnungsmaximum

2.10

Verlustmodul

der mathematische Imaginärteil des komplexen Speichermoduls. Eine quantitative Messung des Energieverlustes, beschrieben durch das Verhältnis der Spannung bei einer Phasenverschiebung von 90° zur oszillierenden Dehnung zum Dehnungsmaximum