

	DIN EN IEC 60455-2 (VDE 0355-2)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 29.035.20

Einsprüche bis 2021-06-16

Entwurf

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60455-2
(VDE 0355-2):2016-06

**Reaktionsharzmassen für die Elektroisolierung –
 Teil 2: Prüfverfahren
 (IEC 15/910/CD:2019);
 Text Deutsch und Englisch**

Resin based reactive compounds used for electrical insulation –
 Part 2: Methods of test
 (IEC 15/910/CD:2019);
 Text in German and English

Composés réactifs à base de résines utilisés comme isolants électriques –
 Partie 2: Méthodes d'essai
 (IEC 15/910/CD:2019);
 Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-04-16 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 68 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 15/910/CD:2019-12 „Resin based reactive compounds used for electrical insulation – Part 2: Methods of test“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/TC 15 „Solid electrical insulating materials“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 181 „Feste elektrische Isolierstoffe“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

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

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60455-2 (VDE 0355-2):2016-06** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einführung von Prüfverfahren in Verbindung mit **IEC 60455-3-8**;
- b) Zusätzliche und aktualisierte Prüfverfahren für Harze.

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe.....	10
4 Allgemeine Hinweise zu den Prüfverfahren.....	11
4.1 Vorbereitung und Konditionierung.....	11
4.2 Reihenfolge der Prüfungen.....	11
4.3 Prüfbericht.....	11
5 Prüfverfahren für Reaktionsharzmassen und ihre Bestandteile.....	12
5.1 Flammpunkt.....	12
5.2 Dichte.....	12
5.3 Viskosität.....	12
5.4 Viskosität nach Lagerung bei erhöhter Temperatur.....	12
5.5 Gehalt an flüchtigen organischen Komponenten.....	12
5.6 Isothermer Viskositätsanstieg (Verarbeitungszeit).....	13
5.7 Mindesthaltbarkeit.....	13
5.8 Farbe.....	13
5.9 Erweichungstemperatur.....	13
5.10 Aschegehalt.....	13
5.11 Füllstoffgehalt.....	13
5.12 Chlorgehalt.....	13
5.12.1 Gesamter Chlorgehalt von ungesättigten Polyestern und Epoxidharzen.....	13
5.12.2 Anorganischer Chlorgehalt von Epoxidharzen und Glycidylestern.....	13
5.12.3 Verseifbarer Chlorgehalt von Epoxidharzen und verwandten Werkstoffen.....	14
5.13 Tendenz zur Kristallisation.....	14
5.14 Epoxidäquivalent von Epoxidharzen.....	14
5.15 Isocyanatgehalt.....	14
5.16 Wassergehalt (Karl-Fischer-Verfahren).....	14
5.17 Hydroxylzahl.....	14
5.17.1 Polyesterharze.....	14
5.17.2 Andere als Polyesterharze.....	14
5.18 Säurezahl von Polyesterharzen.....	14
5.19 Doppelbindungsgehalt von ungesättigten Polyestern und Acrylharzen.....	14
5.20 Säure- und Säureanhydridgehalt von Säureanhydridhärtner.....	14
5.21 Aminzahl.....	15
5.22 Verarbeitungszeit.....	15
5.22.1 Allgemeines.....	15
5.22.2 Reaktionsharzmassen für Kabelgarnituren.....	15

5.23	Gelzeit.....	16
5.23.1	Reaktionsharzmassen auf Basis ungesättigter Polyester.....	16
5.23.2	Reaktionsharzmassen auf Basis von Phenolharzen.....	16
5.23.3	Andere Reaktionsharzmassen.....	16
5.24	Exothermer Temperaturanstieg.....	16
5.24.1	Reaktionsharzmassen auf Basis ungesättigter Polyester.....	16
5.24.2	Reaktionsharzmassen für Kabelgarnituren.....	16
5.24.3	Andere Reaktionsharzmassen.....	17
5.25	Gesamtvolumenschwindung von Reaktionsharzmassen auf Basis von Epoxid- und ungesättigten Polyesterharzen.....	17
5.26	Härtung unter Wasser.....	17
5.26.1	Allgemeines.....	17
5.26.2	Geräte und Materialien.....	17
5.26.3	Gießvorrichtung.....	17
5.26.4	Verfahren.....	17
5.26.5	Prüfbericht.....	18
5.27	Bestimmung des Aushärtegrades.....	19
5.28	Härten in dicker Schicht und Emissionen beim Härten.....	19
5.28.1	Allgemeines.....	19
5.28.2	Prüfeinrichtung.....	19
5.28.3	Probekörper.....	19
5.28.4	Verfahren.....	20
6	Prüfverfahren für Reaktionsharzmasse.....	21
6.1	Allgemeines.....	21
6.2	Probekörper.....	21
6.2.1	Allgemeines.....	21
6.2.2	Herstellung der Reaktionsharzmasse.....	21
6.2.3	Herstellung der Probekörper.....	21
6.2.4	Typ und Anzahl der Probekörper.....	21
6.3	Dichte.....	22
6.4	Mechanische Eigenschaften.....	22
6.4.1	Zugprüfung.....	22
6.4.2	Druckprüfung.....	22
6.4.3	Biegeprüfung.....	22
6.4.4	Schlagprüfung.....	22
6.4.5	Härte.....	23
6.5	Thermische Eigenschaften.....	23
6.5.1	Verbackungsfestigkeit bei erhöhter Temperatur.....	23
6.5.2	Lineare Wärmeausdehnung.....	23
6.5.3	Wärmeleitfähigkeit.....	23

6.5.4	Glasübergang.....	23
6.5.5	Brennbarkeit.....	24
6.5.6	Wärmeschock.....	24
6.5.7	Beständigkeit gegen trockene Wärme für Reaktionsharzmassen für Kabelgarnituren.....	24
6.5.8	Beständigkeit gegen feuchte Wärme für Reaktionsharzmassen für Kabelgarnituren.....	25
6.5.9	Masseverlust.....	27
6.5.10	Temperaturindex.....	28
6.6	Chemische Eigenschaften.....	28
6.6.1	Wasseraufnahme.....	28
6.6.2	Verhalten gegen flüssige Chemikalien.....	28
6.6.3	Beständigkeit gegen Schimmelwachstum.....	29
6.6.4	Wasserdampfdurchlässigkeit.....	29
6.7	Elektrische Eigenschaften.....	29
6.7.1	Spezifischer Durchgangswiderstand nach Wasserlagerung.....	29
6.7.2	Dielektrischer Verlustfaktor ($\tan \delta$) und relative Permittivität (ϵ_r).....	29
6.7.3	Durchschlagspannung und Durchschlagfestigkeit.....	29
6.7.4	Prüfzahl der Kriechwegbildung (PTI).....	31
6.7.5	Elektrolytische Korrosion.....	31
Anhang A (informativ) Gesundheit und Sicherheit.....		34
Literaturhinweise		35
Bilder		
Untersuchungsgitter.....		18
Das Untersuchungsgitter wird auf dem Probekörper platziert.....		18
Bild 1 – Beispiel für eine Elektrodenanordnung für weiche Werkstoffe.....		32
Bild 2 – Beispiel für eine Elektrodenanordnung für starre harte Werkstoffe.....		33
Tabellen		
Tabelle 1 – Beschaffenheit der Oberseite.....		20
Tabelle 2 – Beschaffenheit der Unterseite.....		20
Tabelle 3 – Beschaffenheit des Inneren.....		20

Einleitung

Dieser Teil von IEC 60455 gehört zu einer Normenreihe, die die Anforderungen für lösemittelfreie Reaktionsharzmassen und ihre Bestandteile für elektrische Isolierungen behandelt.

Die Reihe besteht aus drei Teilen:

- Teil 1: Begriffe und allgemeine Anforderungen (IEC 60455-1);
- Teil 2: Prüfverfahren (IEC 60455-2);
- Teil 3: Anforderungen für einzelne Werkstoffe (IEC 60455-3).

Reaktionsharzmassen für die Elektroisolierung – Teil 2: Prüfverfahren

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60455 legt Prüfverfahren fest, die für Reaktionsharzmassen und deren Bestandteile und für Reaktionsharzformstoffe zur Verwendung als elektrische Isolierung anzuwenden sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60068-2-10:2005, *Environmental testing – Part 2-10: Tests – Test J and guidance: Mould growth*

IEC 60093:1980, *Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials*

IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60216 (all parts), *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties*

IEC 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60250:1969, *Recommended methods for the determination of the permittivity and dielectric dissipation factor of electrical insulating materials at power, audio and radio frequencies including metre wavelengths*

IEC 60296:2012, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60426:2007, *Electrical insulating materials – Determination of electrolytic corrosion caused by insulating materials – Test methods*

IEC 60455-1:1998, *Resin based reactive compounds used for electrical insulation – Part 1: Definitions and general requirements*

IEC 60455-3 (all parts), *Resin based reactive compounds used for electrical insulation – Part 3: Specifications for individual materials*

IEC 60455-3-8:2013, *Resin based reactive compounds used for electrical insulation – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 8: Resins for cable accessories*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60814:1997, *Insulating liquids – Oil-impregnated paper and pressboard – Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration*

IEC 61033:1991, *Test methods for the determination of bond strength of impregnating agents to an enamelled wire substrate*

IEC 61099:2010, *Insulating liquids – Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes*

- ISO 37:2011, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of tensile stress-strain properties*
- ISO 62:2008, *Plastics – Determination of water absorption*
- ISO 75 (all parts), *Plastics and ebonite – Determination of temperature of deflection under load*
- ISO 175:2010, *Plastics – Determination of the effects of liquid chemicals, including water*
- ISO 178:2010, *Plastics – Determination of flexural properties*
- ISO 179-1:2010, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 1: Non-instrumented impact test*
- ISO 179-2:1997, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 2: Instrumented impact test*
- ISO 291, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing*
- ISO 306:2004, *Plastics – Thermoplastic materials – Determination of Vicat softening temperature (VST)*
- ISO 527 (all parts), *Plastics – Determination of tensile properties*
- ISO 584:1982, *Plastics – Unsaturated polyester resins – Determination of reactivity at 80 degrees C (conventional method)*
- ISO 604:2002, *Plastics – Determination of compressive properties*
- ISO 868:2003, *Plastics and ebonite – Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)*
- ISO 1183-1:2012, *Plastics – Methods for determining the density of non-cellular plastics – Part 1: Immersion method, liquid pycnometer method and titration method*
- ISO 1513:2010, *Paints and varnishes – Examination and preparation of samples for testing*
- ISO 1523:2002, *Paints, varnishes, petroleum and related products – Determination of flashpoint – Closed cup equilibrium method*
- ISO 1675:1985, *Plastics – Liquid resins – Determination of density by the pycnometer method*
- ISO 2039-1:1993, *Plastics – Determination of hardness – Part 1: Ball indentation method*
- ISO 2114:1996, *Plastics – Unsaturated polyester resins – Determination of partial acid value and total acid value*
- ISO 2431:1993, *Paints and varnishes – Determination of flow time by use of flow cups*
- ISO 2535:1997, *Plastics – Unsaturated polyester resins – Measurement of gel time at 25 degrees C*
- ISO 2554:1997, *Plastics – Unsaturated polyester resins – Determination of hydroxyl value*
- ISO 2555:1989, *Plastics – Resins in the liquid state or as emulsions or dispersions – Determination of apparent viscosity by the Brookfield test method*
- ISO 2592:1973, *Petroleum products – Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*
- ISO 3001:1997, *Plastics – Epoxide compounds – Determination of epoxide equivalent*
- ISO 3219:1993, *Plastics – Polymers/resins in the liquid state or as emulsions or dispersions – Determination of viscosity using a rotational viscometer with defined shear rate*
- ISO 3451-1:1997, *Plastics – Determination of ash – Part 1: General methods*

ISO 3521:1997, *Plastics – Unsaturated polyester and epoxy resins – Determination of overall volume shrinkage*

ISO 3679:1983, *Paints, varnishes, petroleum and related products – Determination of flashpoint – Rapid equilibrium method*

ISO 4573:1978, *Plastics – Epoxide resins and glycidyl esters – Determination of inorganic chlorine*

ISO 4583:1998, *Plastics – Epoxide resins and related materials – Determination of easily saponifiable chlorine*

ISO 4615:1979, *Plastics – Unsaturated polyesters and epoxide resins – Determination of total chlorine content*

ISO 4625:1980, *Binders for paints and varnishes – Determination of softening point – Ringand-ball method*

ISO 4895, *Plastics – Liquid epoxy resins – Determination of tendency to crystallize*

ISO 7056, *Plastics laboratory ware – Beakers*

ISO 9396:1997, *Plastics – Phenolic resins – Determination of the gel time at a given temperature using automatic apparatus*

ISO 11357-2:1999, *Plastics – Differential scanning calorimetry (DSC) – Part 2: Determination of glass transition temperature*

ISO 11359-2:1999, *Plastics – Thermomechanical analysis (TMA) – Part 2: Determination of coefficient of linear thermal expansion and glass transition temperature*

ISO 11359-3:2002, *Plastics – Thermomechanical analysis (TMA) – Part 3: Determination of penetration temperature*

ISO 14896:2009, *Plastics – Polyurethane raw materials – Determination of isocyanate content*

ISO 15528:2000, *Paints, varnishes and raw materials for paints and varnishes – Sampling*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60455-1, IEC 60050 und die folgenden Begriffe.

3.1

Durchgangswiderstand

der Teil des Isolationswiderstands, der durch Leitung durch das Volumen unter Ausschluss von Oberflächenströmen verursacht wird

3.2

spezifischer Durchgangswiderstand

Durchgangswiderstand bezogen auf eine kubische Volumeneinheit

3.3

dielektrischer Verlustfaktor

$\tan \delta$

Zahlenwert des Verhältnisses vom Imaginärteil zum Realteil der komplexwertigen Permittivität

3.4

Relative Permittivität

ϵ_r

Verhältnis der absoluten Permittivität zur elektrischen Feldkonstante

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Ingenieurpraxis ist es üblich, den Begriff der Permittivität zu verwenden, wenn die relative Permittivität gemeint ist.

4 Allgemeine Hinweise zu den Prüfverfahren

4.1 Vorbereitung und Konditionierung

Falls in der entsprechenden Anforderungsnorm oder dem Prüfverfahren nichts anderes festgelegt ist, müssen alle Prüfungen unter klimatischen Bedingungen in einem Temperaturbereich von 21 °C bis 29 °C und bei einer relativen Luftfeuchte von 45 % bis 70 % durchgeführt werden. Vor Durchführung der Prüfungen müssen alle Proben oder Probekörper so lange bei diesen klimatischen Bedingungen gelagert werden, bis sie im Gleichgewicht mit der Umgebung sind. Für die Entnahme von Proben im flüssigen oder pastenförmigen Zustand muss ISO 15528 angewendet werden. Für die Vorbereitung solcher Proben für die Prüfung muss ISO 1513 angewendet werden.

ANMERKUNG Bezüglich der Definitionen von Begriffen für Normalklimate siehe ISO 558. Das Prüfklima, wie oben festgelegt, stimmt mit keinem der beiden Normalklimate nach ISO 291 überein, umfasst aber beide Bereiche einschließlich ihrer Toleranzen.

Gewöhnlich sind alle verbindlichen Anforderungen an ein Prüfverfahren in der Beschreibung festgelegt, und Bilder bezwecken lediglich die Darstellung einer möglichen Anordnung zur Durchführung der Prüfung. Treten Abweichungen zwischen dieser Norm und den Anforderungsblättern der Reihe IEC 60455-3 auf, so gelten letztere. Wenn für ein Prüfverfahren eine andere Norm herangezogen wird, muss im Prüfbericht auf diese Norm verwiesen werden.

4.2 Reihenfolge der Prüfungen

Um unnötigen Aufwand zu vermeiden, müssen die Prüfungen an den Probekörpern in der folgenden Reihenfolge durchgeführt werden:

- 1) Prüfungen an den einzelnen Komponenten vor dem Mischen;
- 2) Prüfungen an der Reaktionsharzmasse unmittelbar nach dem Mischen (gebrauchsfertig);
- 3) Prüfungen an gehärteter Reaktionsharzmasse;
- 4) Prüfungen an gehärteter Reaktionsharzmasse nach Vorbehandlung (thermisch, Luftfeuchte, Wasser usw.).

Falls Probekörper eine Prüfung nicht bestehen, können folgende Prüfungen überflüssig sein.

4.3 Prüfbericht

Falls nicht anders vorgeschrieben, muss der Prüfbericht folgende Daten enthalten:

- 1) Harzbezeichnung und Identifikation;
- 2) Chargennummer oder andere Identifikation;
- 3) Bestätigung der Kennzeichnung und Beschriftung nach Material Sicherheitsdatenblatt (MSDB);
- 4) Prüfergebnisse;
- 5) wichtige Prüfparameter, einschließlich Konditionierung und Kalibrierung, sofern zutreffend;
- 6) angewendete Verarbeitungsbedingungen der Reaktionsharzmasse;
- 7) Kopie des technischen Datenblattes (TDB) und des MSDB.