

	Spannungsmessungen mit Standard-Luftfunkenstrecken (IEC 60052:2002) Deutsche Fassung EN 60052:2002	DIN EN 60052
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0432 Teil 9
ICS 17.220.20 Voltage measurements by means of standard air gaps; (IEC 60052:2002); German version EN 60052:2002 Mesure de tension au moyen des éclateurs à sphères normalisés; (CEI 60052:2002); Version allemande EN 60052:2002 Die Europäische Norm EN 60052:2002 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 60052 wurde am 2002-11-01 angenommen. Daneben darf DIN VDE 0433-2 (VDE 0433 Teil 2):1961-08 noch bis 2005-10-01 angewendet werden. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 124 „Hochspannungs-Prüftechnik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als DIN IEC 42/152/CD (VDE 0432 Teil 9):2000-10. Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 42 „High-voltage testing techniques“ erarbeitet. Fortsetzung Seite 2 und 3 und 27 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE Ersatz für DIN VDE 0433-2 (VDE 0433 Teil 2):1961-08 Siehe Beginn der Gültigkeit		

DIN EN 60052 (VDE 0432 Teil 9):2003-06

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2012 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 IEC 42/152/CD (VDE 0432 Teil 9):2000-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt vollständig überarbeitet;
- b) Anforderungen bezüglich Standardabweichung des Durchschlagverhaltens der Standard-Luftfunkenstrecken aufgenommen;
- c) Luftfeuchte-Korrekturfaktor für die Durchschlagsspannung von Kugelfunkenstrecken eingeführt;
- d) Stab-Stab-Funkenstrecke zur Messung von Gleichspannung eingeführt;
- e) Einsatz der Standard-Luftfunkenstrecke für Kontrollmessungen eingeführt;
- f) Verzeichnis der experimentellen Untersuchungen (Anhang A) aufgenommen;
- g) Hinweise auf Quellen zur Bestrahlung der Standard-Luftfunkenstrecken (Anhang C) aufgenommen;
- h) Hinweise auf die Messunsicherheit und die Kalibrierung von Kugelfunkenstrecken aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0433-2 (VDE 0433 Teil 2):1961-08.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432 Teil 1):1994-06	VDE 0432 Teil 2
EN 60060-2:1994	IEC 60060-2:1994	DIN EN 60060-2 (VDE 0432 Teil 2):1996-03	VDE 0432 Teil 2
EN 60060-2/A11:1998	–	DIN EN 60060-2/A11; (VDE 0432 Teil 2/A11) :1998-09	VDE 0432 Teil 2/A11

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432 Teil 1), Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen (IEC 60060-1:1989 + Corrigendum März 1990); Deutsche Fassung HD 588.1 S1:1991.

DIN EN 60060-2 (VDE 0432 Teil 2), Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 2: Messsysteme (IEC 60060-2:1994); Deutsche Fassung EN 60060-2:1994.

DIN EN 60060-2/A11 (VDE 0432 Teil 2/A11), Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 2: Messsysteme; Änderung A11; Deutsche Fassung EN 60060-2/A11:1998.

– Leerseite –

Spannungsmessungen mit Standard-Luftfunkenstrecken
(IEC 60052:2002)

Voltage measurements by means of standard
air gaps
(IEC 60052:2002)

Mesure de tension au moyen des éclateurs à
sphères normalisés
(CEI 60052:2002)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2002-11-01 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.

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 42/173/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe von IEC 60052, ausgearbeitet von dem IEC TC 42 „High-voltage testing techniques“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2002-11-01 als EN 60052 angenommen.

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): 2003-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2005-10-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.
Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.
In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und die Anhänge A bis D informativ.
Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60052:2002 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe.....	5
4 Standard-Kugelfunkenstrecke.....	5
4.1 Anforderungen an Form und Oberflächenbeschaffenheit	5
4.2 Allgemeine Anordnung der Kugelfunkenstrecke für Messungen.....	6
4.3 Verbindungen.....	7
5 Einsatz der Kugelfunkenstrecke	8
5.1 Bedingungen für die Kugeloberfläche.....	8
5.2 Bestrahlung.....	8
5.3 Spannungsmessungen	9
6 Bezugswerte in den Tabellen 2 und 3	10
6.1 Genauigkeit der Tabellen 2 und 3.....	10
6.2 Luftdichte-Korrekturfaktor	11
6.3 Luftfeuchte-Korrekturfaktor	11
7 Standard-Stab-Stab-Funkenstrecke für Gleichspannungsmessungen	11
7.1 Allgemeine Anordnung der Stab-Stab-Funkenstrecke	11
7.2 Bezugswerte	11
7.3 Messverfahren	12
8 Einsatz der Standard-Luftfunkenstrecken für Kontrollmessungen von anerkannten Messsystemen	13
Anhang A (informativ) Bereich der experimentellen Kalibrierung von Kugelfunkenstrecken	21
Anhang B (informativ) Verfahren mit dem die Werte in Tabellen 2 und 3 von nationalen Normen und anderen Quellen abgeleitet wurden.....	22
Anhang C (informativ) Bestrahlungsquellen	23
Anhang D (informativ) Messunsicherheit und Kalibrierung von Kugelfunkenstrecken	24
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	27
 Bild 1 – Vertikale Funkenstrecke.....	 18
Bild 2 – Horizontale Funkenstrecke	19
Bild 3 – Anordnung der Stab-Stab-Funkenstrecke	20
Tabelle 1 – Grenzwerte für die freien Abstände	7
Tabelle 2 – Scheitelwerte der Durchschlagspannung (U_{50} -Werte bei Stoßspannungsprüfungen) in kV für betriebsfrequente Wechselspannungen, volle Blitzstoßspannungen und Schaltstoßspannungen mit negativer Polarität und Gleichspannungen beider Polaritäten	14
Tabelle 3 – Scheitelwerte der Durchschlagspannung (U_{50} Werte bei Stoßspannungsprüfungen) in kV für volle Blitzstoßspannungen und Schaltstoßspannungen mit positiver Polarität.....	16
Tabelle A.1 – Experimentelle Kalibrierungen der Kugelfunkenstrecke.....	21
Tabelle B.1 – Rundungsverfahren für die Werte in Tabelle 2 und 3.....	22

Einleitung

Kugelfunkenstrecken werden seit 75 Jahren in vielen industriellen Prüffeldern als einfaches und zuverlässiges Verfahren zur Messung des Scheitelwertes der Spannung eingesetzt und die Werte in den Tabellen I und II der 2. Ausgabe der IEC 60052 wurden als international festgelegte Norm für Messungen akzeptiert. Diese Tabellen erscheinen in dieser Norm als [Tabellen 2](#) und [3](#).

Es gibt in den Referenzen (z. B. [Anhang A](#)) keine Information bezüglich der Rückführung auf nationale Messnormale. Jedoch überschreitet die Streuung der gemessenen Werte der Durchschlagsspannung, auf denen die [Tabellen 2](#) und [3](#) basieren, nicht den Wert von 3 % bei einem Vertrauensbereich von 95 %.

Im Hinblick auf die lange Geschichte der IEC 60052 als international festgelegte Norm für Messungen wurden die Werte der Durchschlagsspannungen in den Tabellen I und II der 2. Ausgabe der IEC 60052 in dieser Norm als [Tabellen 2](#) und [3](#) übernommen. Sie sind als Mittelwerte mit einer Unsicherheit von 3 % bei einem Vertrauensbereich von 95 % zu verwenden.

Die Unterlagen über Stab-Stab-Funkenstrecken für eine zuverlässige Messung von Gleichspannungen wurden hier eingefügt, um eine in sich geschlossene Norm für die Hochspannungsmessung mit Standard-Luftfunkenstrecken zu erhalten.

Vier informative Anhänge sind eingeschlossen:

[Anhang A](#) gibt die Grenzen der Spannung und der Frequenz an, innerhalb derer die Werte in den [Tabellen 2](#) und [3](#) aus den Experimenten abgeleitet wurden und als korrekt innerhalb der in [4.1](#) angegebenen Grenzen angenommen werden können.

[Anhang B](#) gibt das Verfahren an, mit dem die Werte in [Tabellen 2](#) und [3](#) von früheren Nationalen Normen oder anderen Quellen abgeleitet wurden.

[Anhang C](#) gibt Informationen über zusätzliche Bestrahlung, die in bestimmten Fällen notwendig sein kann.

[Anhang D](#) gibt Informationen über Messunsicherheit und Kalibrierung von Kugelfunkenstrecken.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm dient der Konstruktion und dem Einsatz von Standard-Luftfunkenstrecken für die Messung des Scheitelwertes der folgenden 4 Spannungsarten:

- a) betriebsfrequente Wechselspannungen,
- b) volle Blitzstoßspannung,
- c) Schaltstoßspannung,
- d) Gleichspannung.

Luftfunkenstrecken, die nach dieser Norm gebaut und eingesetzt werden, sind IEC-Standard-Messgeräte nach **IEC 60060-2** und hauptsächlich gedacht für Kontrollmessungen an Hochspannungsmesssystemen.

2 Normative Verweisungen

Die nachfolgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 60060-1:1989, *Hochspannungsprüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen.*

IEC 60060-2:1994, *Hochspannungsprüftechnik – Teil 2: Messsysteme.*

3 Begriffe

frei

4 Standard-Kugelfunkenstrecke

Die Standard-Kugelfunkenstrecke ist eine Scheitelspannungsmesseinrichtung, die in Übereinstimmung mit dieser Norm konstruiert und eingesetzt wird. Die Stellen der beiden Kugeln, die sich am engsten zueinander befinden, werden Überschlagstellen genannt. Die **Bilder 1** und **2** zeigen zwei Anordnungen, eine typisch für eine vertikale Anordnung und eine typisch für eine horizontale Anordnung der Kugelfunkenstrecke.

4.1 Anforderungen an Form und Oberflächenbeschaffenheit

Die Standard-Kugelfunkenstrecke besteht aus zwei Metallkugeln mit gleichem Durchmesser D , ihren Trägern, Getriebe, isolierenden Stützern, Stützrahmen und Verbindungen zu dem Punkt, an dem die Spannung gemessen wird. Festgelegte Werte für den Durchmesser D sind 2 – 5 – 6,25 – 10 – 12,5 – 15 – 25 – 50 – 75 – 100 – 150 und 200 cm. Der Abstand zwischen den Kugeln wird mit S festgelegt.

Die Kugeln müssen mit einer glatten Oberfläche und einem möglichst konstanten Krümmungsradius hergestellt sein.

Die Toleranzen hinsichtlich Größe und Form werden in der Regel geprüft, wenn die Kugeln zum ersten Mal eingesetzt werden, wobei zur Prüfung ein geeignetes Gerät (z. B. Sphärometer) benutzt werden darf.

Der Durchmesser jeder Kugel darf um nicht mehr als 2 % vom Nennwert abweichen. Die Kugeln müssen hinreichend frei von Oberflächenunregelmäßigkeiten im Bereich des Durchschlagpunktes sein. Ein mittlerer Grad der mechanischen Oberflächenbearbeitung (Oberflächenrauheit $R_{\max} < 10 \mu\text{m}$) wird als hinreichend betrachtet. Der Bereich des Durchschlagpunktes wird durch einen Kreis definiert, der mit einem Zirkel um den Durchschlagpunkt als Mittelpunkt und einem Durchmesser von $0,3 D$ auf der Kugel geschlagen wird.

Beim Einsatz der Kugelfunkenstrecke ist es in der Regel ausreichend, die Oberfläche durch Befühlen und eine visuelle Kontrolle zu prüfen.

ANMERKUNG Kleinere Beschädigungen an den sich nicht unmittelbar gegenüberstehenden Kugeloberflächen verändern nicht die Eigenschaften der Kugelfunkenstrecke.

4.2 Allgemeine Anordnung der Kugelfunkenstrecke für Messungen

4.2.1 Vertikale Funkenstrecke

Bei vertikaler Anordnung der Kugeln darf der Schaft der hochspannungsseitigen Kugel keine scharfen Ecken oder Kanten aufweisen und der Durchmesser darf nicht mehr als $0,2 D$ über eine Länge von D sein. Diese Anforderung dient zur Reduktion des Einflusses des hochspannungsseitigen Schafts auf die Durchschlagspannung. Beim Einsatz einer Feldsteuerung (Abschirmring) am Ende des Schafts darf seine größte Ausdehnung, rechtwinklig zur Achse der Kugeln, $0,5 D$ nicht überschreiten und er muss mindestens $2 D$ vom Durchschlagpunkt der hochspannungsseitigen Kugel entfernt sein.

Der erdseitige Schaft und das Antriebssystem haben einen geringeren Einfluss und ihre Abmessungen sind deshalb weniger bedeutend.

Bild 1 zeigt die Grenzen der Abmessungen einer typischen vertikalen Kugelfunkenstrecke.

Die Schäfte der Kugeln sollten nach Augenmaß in einer Flucht liegen.

4.2.2 Horizontale Funkenstrecke

Für eine horizontale Anordnung der Kugeln sind die Grenzen der Abmessungen für eine typische horizontale Kugelfunkenstrecke in Bild 2 dargestellt. Die Angaben gelten für beide Seiten der Funkenstrecke.

Die Schäfte der Kugeln sollten nach Augenmaß in einer Flucht liegen.

4.2.3 Höhe der Kugeln über der horizontalen geerdeten Ebene

Die Höhe A des Durchschlagpunktes der hochspannungsseitigen Kugel über der geerdeten Ebene des Laborfußbodens muss innerhalb der in Tabelle 1 angegebenen Grenzen liegen.

Wenn bei einer Kugelfunkenstrecke die geerdete Kugel an der Decke befestigt ist und wenn andere Flächen wie Wände und der Fußboden sich in einer deutlich größeren Entfernung befinden, dann wird die Decke als horizontale Fläche betrachtet, von der die Distanz A abwärts gemessen werden muss.

4.2.4 Freie Abstände um die Kugeln

Der Abstand vom Durchschlagpunkt der hochspannungsseitigen Kugel zu irgendeinem Gegenstand (wie Decke, Wände und andere auf Potential befindliche oder geerdete Einrichtungen) und zu den Stützeinrichtungen der Kugeln, sofern sie aus leitendem Material bestehen, darf nicht weniger als der Wert B nach Tabelle 1 betragen. Unter Beachtung der unten aufgeführten Ausnahme sollte B , unabhängig vom Wert S , nicht weniger als $2 D$ betragen.

Die Anforderungen gelten nicht für Stützeinrichtungen der Kugeln aus Isolierstoff, wenn sie trocken und sauber sind und die Kugeln nur für die Messung von Wechselspannungen und Stoßspannungen eingesetzt werden. Der Abstand B zwischen dem Durchschlagpunkt der hochspannungsseitigen Kugel und den Stützeinrichtungen darf dann geringer sein als nach Tabelle 1 vorgegeben, er darf jedoch nicht kleiner als $1,6 D$ sein.

Die Scheitelwerte der Durchschlagspannungen in den Tabellen 2 und 3 sind gültig für die freien Abstände um die Kugeln mit den in Tabelle 1 aufgeführten Grenzwerten.