

	DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1)	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 31.060.10 Ersatz für DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2002-02 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 1: Fachgrundspezifikation (IEC 60384-1:2008 + Corrigendum 2008); Deutsche Fassung EN 60384-1:2009 Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification (IEC 60384-1:2008 + corrigendum 2008); German version EN 60384-1:2009 Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique (CEI 60384-1:2008 + corrigendum 2008); Version allemande EN 60384-1:2009 Gesamtumfang 83 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2009-10-01 angenommene EN 60384-1 gilt als DIN-Norm ab 2010-05-01.

Daneben darf **DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2002-02** noch bis 2012-10-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2007-03.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 611 „Kondensatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result 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.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2002-02** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) wesentliche Bestandteile der EN 130 000 übernommen;
- b) Inhalt des Abschnitts 3 „Qualitätsbewertungsverfahren“ in Anhang Q verschoben und wie in allen Fachgrundnormen des IEC/TC 40 neu formuliert;
- c) kleinere Änderungen an Tabellen, Bildern und Verweisungen.

Frühere Ausgaben

DIN 45910: 1974-12, 1976-07, 1979-11, 1985-09

DIN IEC 60384-1: 1987-12, 1991-11

DIN EN 130000: 1994-04

DIN EN 130000/A8: 1996-05

DIN EN 130000/A9: 1996-05

DIN EN 130000/A10: 1997-08

DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1): 2002-02

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 in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60027-1	IEC 60027-1	–	–
–	Normen der Reihe IEC 60050	IEV ^{a)}	–
EN 60062	IEC 60062	DIN EN 60062	–
	IEC 60063	DIN IEC 60063	–
EN 60068-1:1994	IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992	DIN EN 60068-1:1995-03	–
EN 60068-2-1:2007	IEC 60068-2-1:2007	DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1):2008-01	VDE 0468-2-1
EN 60068-2-2:2007	IEC 60068-2-2:2007	DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05	VDE 0468-2-2
EN 60068-2-6:2008	IEC 60068-2-6:2007	DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10	VDE 0468-2-6
EN 60068-2-13:1999	IEC 60068-2-13:1983	DIN EN 60068-2-13:2000-02	–
EN 60068-2-14:1999	IEC 60068-2-14:1984 + A1:1986	DIN EN 60068-2-14:2000-08	–
EN 60068-2-17:1994	IEC 60068-2-17:1994	DIN EN 60068-2-17:1995-05	–
HD 323.2.20 S3:1988 <i>ersetzt durch</i> EN 60068-2-20:2008	IEC 60068-2-20:1979 <i>ersetzt durch</i> IEC 60068-2-20:2008	DIN IEC 60068-2-20:1991-04 <i>ersetzt durch</i> DIN EN 60068-2-20:2009-02	–
EN 60068-2-21:2006	IEC 60068-2-21:2006	DIN EN 60068-2-21:2007-01	
EN 60068-2-27:1993 <i>ersetzt durch</i> EN 60068-2-27:2009	IEC 60068-2-27:1987 <i>ersetzt durch</i> IEC 60068-2-27:2008	DIN EN 60068-2-27:1995 <i>ersetzt durch</i> DIN EN 60068-2-27:2010-01	–
EN 60068-2-29:1993	IEC 60068-2-29:1987	DIN EN 60068-2-29:1995-03	–
EN 60068-2-30:2005	IEC 60068-2-30:2005	DIN EN 60068-2-30:2006-06	–

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-2-45:1992 + A1:1993	IEC 60068-2-45:1980 + A1:1993	DIN EN 60068-2-45:1994-02	–
EN 60068-2-54:2006	IEC 60068-2-54:2006	DIN EN 60068-2-54:2007-01	–
EN 60068-2-58:2004 + Corrigendum 2004	IEC 60068-2-58:2004	DIN EN 60068-2-58:2005-03	–
EN 60068-2-69:2007	IEC 60068-2-69:2007	DIN EN 60068-2-69:2007-11	–
EN 60068-2-78:2001	IEC 60068-2-78:2001	DIN EN 60068-2-78:2002-09	–
–	IEC 60294	DIN IEC 60294	–
–	IEC 60410:1973	DIN 45902-2:1975-05 <i>zurückgezogen</i>	–
Normen der Reihe EN 60617	Normen der Reihe IEC 60617	Normen der Reihe DIN EN 60617	–
EN 60695-11-5:2005	IEC 60695-11-5:2004	DIN EN 60695-11-5 (VDE 0471-11-5):2005-11	VDE 0471-11-5
–	IEC 60717	DIN IEC 60717	–
EN 61193-2:2007	IEC 61193-2:2007	DIN EN 61193-2:2008-08	–
EN 61249-2-7:2002	IEC 61249-2-7:2002	DIN EN 61249-2-7:2002-12	–
–	IEC QC 001002-3	–	–
–	ISO 3	–	–
	ISO 1000	DIN 1301-1 DIN 1301-2	–
EN ISO 9000	ISO 9000	DIN EN ISO 9000	–
a) „Internationales Elektronisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, im Rahmen der Datenbankanwendung DIN-TERM zu beziehen über Beuth Verlag.			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN 1301-1, *Einheiten – Teil 1: Einheitenennamen, Einheitenzeichen*

DIN 1301-2, *Einheiten; Allgemein angewendete Teile und Vielfache*

DIN EN 60062, *Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren*

DIN EN 60068-1:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden (IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992); Deutsche Fassung EN 60068-1:1994*

DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1):2008-01, *Umweltprüfungen – Teil 2-1: Prüfverfahren – Prüfung A: Kälte (IEC 60068-2-1:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-1:2007*

DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05, *Umweltprüfungen – Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:2007); Deutsche Fassung EN 2007*

DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10, *Umweltprüfungen – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen, (sinusförmig) (IEC 60068-2-6:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-6:2008*

DIN EN 60068-2-13:2000-02, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfgruppe M: Niedriger Luftdruck (IEC 60068-2-13:1983); Deutsche Fassung EN 60068-2-13:1999*

DIN EN 60068-2-14:2000-08, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung N: Temperaturwechsel (IEC 60068-2-14:1984 + A1:1986); Deutsche Fassung EN 60068-2-14:1999*

DIN EN 60068-2-17:1995-05, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Q: Dichtheit (IEC 60068-2-17:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-17:1994*

DIN EN 60068-2-20:2009-02, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-20: Prüfungen – Prüfung T: Prüfverfahren für die Lötbarkeit und Lötwärmebeständigkeit von Bauelementen mit herausgeführten Anschlüssen (IEC 60068-2-20:2008); Deutsche Fassung EN 60068-2-20:2008*

DIN EN 60068-2-21:2007-01, *Umweltprüfungen – Teil 2-21: Prüfungen – Prüfung U: Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse und integrierter Befestigungsmittel (IEC 0068-2-21:2006); Deutsche Fassung EN 0068-2-21:2006*

DIN EN 60068-2-27:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2-27: Prüfungen – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken (IEC 60068-2-27:2008); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:2009*

DIN EN 60068-2-29:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Eb und Leitfaden: Dauerschocken (IEC 60068-2-29:1987); Deutsche Fassung EN 60068-2-29:1993*

DIN EN 60068-2-30:2006-06, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-30: Prüfverfahren – Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden) (IEC 60068-2-30:2005); Deutsche Fassung EN 60068-2-30:2005*

DIN EN 60068-2-45:1994-02, *Umweltprüfungen; Teil 2: Prüfungen – Prüfung XA und Leitfaden: Tauchen in flüssige Reinigungsmittel (IEC 60068-2-45:1980 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60068-2-45:1992 + A1:1993*

DIN EN 60068-2-54:2007-01, *Umweltprüfungen – Teil 2-54: Prüfungen – Prüfung Ta: Prüfung der Lötbarkeit elektronischer Bauelemente mit der Benetzungswaage (IEC 60068-2-54:2006); Deutsche Fassung EN 60068-2-54:2006*

DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2010-05

DIN EN 60068-2-58:2005-03, *Umweltprüfungen – Teil 2-58: Prüfungen – Prüfung Td: Prüfverfahren für Lötbarkeit, Widerstandsfähigkeit gegenüber Auflösen der Metallisierung und Lötwärmebeständigkeit bei oberflächenmontierbaren Bauelementen (SMD) (IEC 60068-2-58:2004); Deutsche Fassung EN 60068-2-58:2004 + Corrigendum 2004*

DIN EN 60068-2-69:2007-11, *Umweltprüfungen – Teil 2-69: Prüfungen – Prüfung Te: Prüfung der Lötbarkeit von Bauelementen der Elektronik für Oberflächenmontage (SMD) mit der Benetzungswaage (IEC 60068-2-69:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-69:2007*

DIN EN 60068-2-78:2002-09, *Umweltprüfungen – Teil 2-78: Prüfungen – Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant (IEC 60068-2-78:2001); Deutsche Fassung EN 60068-2-78:2001*

Normen der Reihe

DIN EN 60617, *Graphische Symbole für Schaltpläne*

DIN EN 60695-11-5 (VDE 0471-11-5):2005-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-5: Prüfflammen – Prüfverfahren mit der Nadelflamme – Versuchsaufbau, Vorkehrungen zur Bestätigungsprüfung und Leitfaden (IEC 60695-11-5:2004); Deutsche Fassung EN 60695-11-5:2005*

DIN EN 61193-2:2008-08, *Qualitätsbewertungssysteme – Teil 2: Auswahl und Anwendung von Stichprobenanweisungen für die Prüfung elektronischer Bauelemente und Gehäuse (IEC 61193-2:2007); Deutsche Fassung EN 61193-2:2007*

DIN EN 61249-2-7:2002-12, *Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-7: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit Glasgewebe verstärkte Epoxidharz-Laminatplatten mit definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Prüflingslage) (IEC 61249-2-7:2002); Deutsche Fassung EN 61249-2-7:2002*

DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*

DIN IEC 60063, *Vorzugsreihen für die Nennwerte von Widerständen und Kondensatoren*

DIN IEC 60294, *Bestimmung der Maße eines zylindrischen Bauelementes mit zwei axialen Anschlüssen*

DIN IEC 60717, *Verfahren zum Bestimmen des Raumbedarfs bei Kondensatoren und Widerständen mit einseitigen Anschlüssen*

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 1: Fachgrundspezifikation
(IEC 60384-1:2008 + Corrigendum 2008)**

Fixed capacitors for use in electronic
equipment –
Part 1: Generic specification
(IEC 60384-1:2008 + corrigendum 2008)

Condensateurs fixes utilisés dans les
équipements électroniques –
Partie 1: Spécification générique
(CEI 60384-1:2008 + corrigendum 2008)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2009-10-01 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, 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

© 2009 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60384-1:2009 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 40/1915/FDIS, zukünftige 4. Ausgabe von IEC 60384-1, ausgearbeitet von dem IEC TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009-10-01 als EN 60384-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60384-1:2001.

EN 60384-1:2009 ist eine technische Überarbeitung, einschließlich geringfügiger Änderungen bezüglich der Tabellen, Zeichnungen und Hinweise.

Sie enthält folgende maßgebliche technische Änderung in Bezug auf die EN 60384-1:2001:

- die Einführung von Anhang Q als Ersatz für Abschnitt 3.

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): 2010-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-10-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60384-1:2008 + Corrigendum November 2008 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Allgemeines	6
1.1 Anwendungsbereich	6
1.2 Normative Verweisungen	6
2 Technische Daten.....	7
2.1 Einheiten und Symbole.....	7
2.2 Begriffe	7
2.3 Vorzugswerte	13
2.4 Kennzeichnung	13
3 Qualitätsbewertungsverfahren.....	14
4 Prüfungen und Messverfahren	14
4.1 Allgemeines	15
4.2 Normalklima.....	15
4.3 Trocknung.....	16
4.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße.....	17
4.5 Isolationswiderstand	17
4.6 Spannungsfestigkeit	20
4.7 Kapazität.....	23
4.8 Verlustfaktor und Ersatzserienwiderstand (ESR).....	23
4.9 Reststrom	24
4.10 Scheinwiderstand	25
4.11 Induktivität und Eigenresonanzfrequenz	25
4.12 Außenbelagsanschluss	28
4.13 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	29
4.14 Lötwärmebeständigkeit.....	30
4.15 Lötbarkeit.....	31
4.16 Rascher Temperaturwechsel.....	32
4.17 Schwingen	32
4.18 Dauerschocken.....	33
4.19 Schocken	33
4.20 Dichtheit.....	33
4.21 Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge)	33
4.22 Feuchte Wärme, konstant	35
4.23 Dauerprüfung.....	35
4.24 Temperaturabhängigkeit der Kapazität	37
4.25 Lagerung.....	39

	Seite
4.26 Spitzenspannung	40
4.27 Lade- und Entladeprüfung und Einschaltstrom	42
4.28 Überdrucksicherung (bei Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren)	44
4.29 Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur	44
4.30 Temperaturangleich-Prüfung	45
4.31 Lösemittelbeständigkeit des Bauelementes	45
4.32 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	45
4.33 Befestigung (nur für oberflächenmontierbare Kondensatoren)	46
4.34 Scherprüfung	48
4.35 Trägerbiegeprüfung	48
4.36 Dielektrische Absorption	49
4.37 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (nur für Vielschicht-Keramik-Kondensatoren)	50
4.38 Passive Entflammbarkeit	50
4.39 Stoßstromprüfung	51
4.40 Transienten-Überlastprüfung (für Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten)	52
Anhang A (normativ) Auslegung der Stichprobenpläne und Verfahren nach IEC 60410 für die Verwendung im IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ)	55
Anhang B (normativ) Regeln für die Erstellung von Bauartspezifikationen für Kondensatoren und Widerstände für Geräte der Elektronik zur Verwendung im IECQ-System	56
Anhang C (normativ) Gestaltung der ersten Seite einer PCP/CQC-Spezifikation	57
Anhang D (normativ) Anforderungen an den Prüfbericht zur Befähigungsanerkennung	58
Anhang E (informativ) Leitfaden für die Impulsprüfung von Kondensatoren	59
Anhang F (informativ) Leitfaden für verlängerte Dauerspannungsprüfungen an Festkondensatoren	61
Anhang G (normativ) Feuchte Wärme, konstant, mit anliegender Spannung	62
Anhang Q (normativ) Qualitätsbewertungsverfahren	63
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	75
 Bild 1 – Blindleistung zu Frequenz	 9
Bild 2 – Beziehung zwischen Kategorietemperaturbereich und anliegender Spannung	12
Bild 3 – Prüfschaltung für die Spannungsfestigkeit	20
Bild 4 – Schaltplan der Schaltung zur Messung des Scheinwiderstandes	25
Bild 5 – Montageanordnung der Kondensatoren	26
Bild 7 – Typische Schaltung eines Absorptionsfrequenzmessers	27
Bild 8 – Schaltplan der Messschaltung	28
Bild 9 – Prüfschaltung	29
Bild 10 – Prüfschaltung für Elektrolyt-Kondensatoren	37
Bild 11 – Schaltung mit Motorschalter	41
Bild 12 – Schaltung mit Thyristor-Steuerung	41

	Seite
Bild 13 – Verlauf der Spannung am Kondensator	41
Bild 14 – Verlauf von Strom und Spannung	43
Bild 15 – Geeigneter Träger für mechanische Prüfungen (nicht in jedem Fall für Messungen des Scheinwiderstandes geeignet)	47
Bild 16 – Geeigneter Träger für elektrische Prüfungen	47
Bild 17 – Schaltung zur Stromstoßprüfung	52
Bild 18 – Prüfschaltung zur Transienten-Überlastprüfung	53
Bild 19 – Spannungskurve	53
Bild Q.1 – Allgemeiner Ablaufplan für die Befähigungsanerkennung	66
 Tabelle 1 – Schiedsmessungen	 16
Tabelle 2 – Messung des Isolationswiderstandes	17
Tabelle 3 – Messpunkte	19
Tabelle 4 – Zugkraft	29
Tabelle 5 – Drehmoment	30
Tabelle 6 – Anzahl der Zyklen	35
Tabelle 7 – Schärfegrade und Anforderungen	51

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60384 ist eine Fachgrundspezifikation und gilt für Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik.

Er führt Normbegriffe, Kontroll- und Prüfverfahren für den Gebrauch in Rahmen- und Bauartspezifikationen für Bauelemente der Elektronik zur Qualitätsbewertung oder für andere Zwecke ein.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden 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 60027, *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60063, *Preferred number series for resistors and capacitors*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Part 2-13: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17:1994, *Environmental testing – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Soldering*

IEC 60068-2-21:2006, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29:1987, *Environmental testing – Part 2-29: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-45:1980, *Environmental testing – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*

IEC 60068-2-54:2006, *Environmental testing – Part 2-54: Tests – Test Ta: Solderability testing of electronic components by the wetting balance method*

IEC 60068-2-58:2004, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60068-2-69:2007, *Environmental testing – Part 2-69: Tests – Test Te: Solderability testing of electronic components for surface mounting devices (SMD) by the wetting balance method*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60294, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component having two axial terminations*

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60695-11-5:2004, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 60717, *Method for the determination of the space required by capacitors and resistors with unidirectional terminations*

IEC 61193-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packaging*

IEC 61249-2-7:2002, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IEC QC 001002-3, *Rules of Procedure – Part 3: Approval procedures*

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

ISO 1000, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

2 Technische Daten

2.1 Einheiten und Symbole

Einheiten, Schaltzeichen und Formelzeichen sollten, so weit wie möglich, den folgenden Veröffentlichungen entnommen werden:

- IEC 60027;
- IEC 60050 (Reihe);
- IEC 60617;
- ISO 1000.

Wenn weitere Einheiten und Symbole benötigt werden, dann sollten sie nach den Prinzipien abgeleitet werden, die in den vorstehend genannten Veröffentlichungen angegeben sind.

2.2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.2.1

Wechselspannungskondensator

Kondensator, der im Wesentlichen für die Verwendung bei Wechselspannung vorgesehen ist

2.2.2

ungepolter Kondensator (für Elektrolytkondensatoren)

Elektrolytkondensator, der einer Wechselspannung und/oder einer Polungsumkehr der anliegenden Gleichspannung standhält

2.2.3

Kategorie der passiven Entflammbarkeit

höchste Brenndauer, nach einer definierten Einwirkdauer durch eine Flamme

2.2.4

Kategorietemperaturbereich

Bereich, der Umgebungstemperaturen in dem der Kondensator aufgrund seiner Auslegung dauernd betrieben werden darf, gegeben durch die Temperaturgrenzen der entsprechenden Kategorie

2.2.5

Kategoriespannung

U_C

höchste Spannung, die am Kondensator dauernd bei seiner oberen Kategorietemperatur anliegen darf

2.2.6

Gleichspannungskondensator

Kondensator, der im Wesentlichen für die Verwendung bei Gleichspannung vorgesehen ist

ANMERKUNG Ein Gleichspannungskondensator muss nicht für den Betrieb an Wechselstromquellen geeignet sein.

2.2.7

Familie (elektronischer Bauelemente)

Gruppe elektronischer Bauelemente, die insbesondere ein bestimmtes physikalisches Merkmal aufweist und/oder eine bestimmte Funktion erfüllt

2.2.8

Anforderungsstufe

Begriff, der weitere allgemeine Eigenschaften bezogen auf die vorgesehene Anwendung bezeichnet

2.2.9

isolierter Kondensator

Kondensator, bei dem alle Anschlüsse einer Einzelkapazität auf ein Potential gebracht werden dürfen, das verschieden ist vom Potential einer beliebigen leitenden Oberfläche, mit der das Gehäuse bei üblicher Anwendung in Berührung kommen kann, wobei der Wert des Potentials aber mindestens gleich der Bemessungsspannung ist

2.2.10

untere Kategorietemperatur

niedrigste Umgebungstemperatur, bei der der Kondensator aufgrund seiner Auslegung dauernd betrieben werden darf

2.2.11

höchste Lagertemperatur

höchste Umgebungstemperatur, die der Kondensator in nicht betriebelem Zustand ohne Beschädigung aushält

2.2.12

höchste Temperatur des Kondensators

Temperatur am wärmsten Punkt seiner äußeren Oberfläche

ANMERKUNG Die Anschlüsse gelten als Teil der äußeren Oberfläche.

2.2.13

niedrigste Lagertemperatur

niedrigste Umgebungstemperatur, die der Kondensator in nicht betriebelem Zustand ohne Beschädigung aushält

2.2.14

niedrigste Temperatur des Kondensators

Temperatur am kältesten Punkt der äußeren Oberfläche

ANMERKUNG Die Anschlüsse gelten als Teil der äußeren Oberfläche.

2.2.15

Nennkapazität

C_N

Kapazitätswert, für den der Kondensator ausgelegt ist und der üblicherweise auf ihm angegeben ist

2.2.16

passive Entflammbarkeit

Fähigkeit des Kondensators, nach Einwirkung einer äußeren Hitzequelle flammartig zu brennen

2.2.17

gepolter Kondensator (für Elektrolytkondensatoren)

Kondensator für den Betrieb mit Spannung ohne Polungsumkehr, der entsprechend der Polkennzeichnung angeschlossen wird

2.2.18

Impulskondensator

Kondensator für Anwendungen mit Strom- oder Spannungsimpulsen

ANMERKUNG Es gelten die Begriffsbestimmungen nach IEC 60469-1 und IEC 60469-2.

2.2.19

Impuls-Ersatzschaltung eines Kondensators

Ersatzschaltung aus einem idealen Kondensator in Reihe mit dessen Restinduktivität und dem Ersatzreihenwiderstand (ESR) besteht

ANMERKUNG Bei Impulsbetrieb hat der Ersatzreihenwiderstand ähnliche, jedoch nicht gleiche Werte wie der bei sinusförmiger Spannung gemessene ESR. Der Impuls-ESR wird durch die im Impuls auftretenden Harmonischen und die Frequenzabhängigkeit der Verluste bestimmt.

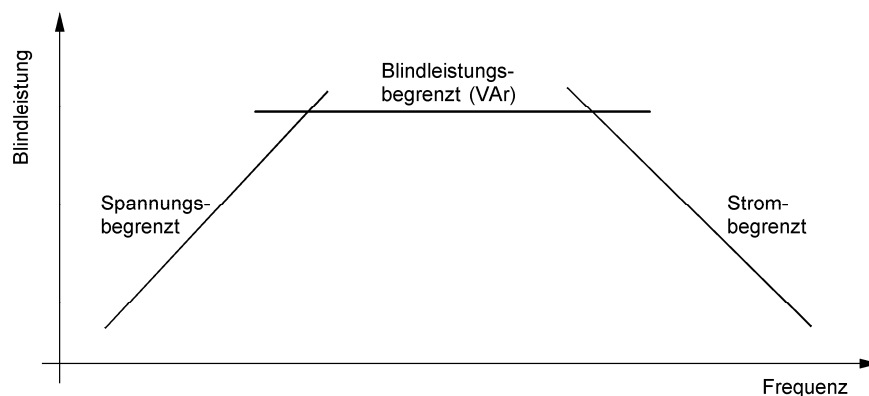
2.2.20

Bemessungswert der Wechselstromlast

größte Belastung mit sinusförmigem Wechselstrom, die im Bereich zwischen unterer Kategorietemperatur und Bemessungstemperatur (siehe 2.2.24) dauernd an die Anschlüsse des Kondensators gelegt werden darf; sie kann wie folgt angegeben werden:

- bei niedrigen Frequenzen als Bemessungswert der Wechselspannung;
- bei hohen Frequenzen als Bemessungswert des Wechselstromes;
- bei den zwischenliegenden Frequenzen als Bemessungswert der Blindleistung (VAr).

Bild 1 zeigt diesen Zusammenhang.



ANMERKUNG 1 Je nach Art des Kondensators kann es notwendig sein, eine oder mehrere der oben genannten Begrenzungen festzulegen.

ANMERKUNG 2 Kondensatoren im Anwendungsbereich dieser Norm sind üblicherweise für weniger als 500 VAr bei 50 Hz bis 60 Hz ausgelegt. Als niedrige Frequenzen gelten 50 Hz bis 60 Hz, 100 Hz bis 120 Hz oder 400 Hz. Der Effektivwert der Wechselspannung kann bei 50 Hz bis 60 Hz bis zu 600 V betragen. Bei Kondensatoren für Filter, Sender oder Stromwandler können die Betriebsbelastungen jedoch in einem weiten Frequenzbereich liegen; bei höheren Frequenzen können sie bis zu 10 kVAr mit Spannungen bis zu 1 000 V_{eff} betragen.

Bild 1 – Blindleistung zu Frequenz

2.2.21

Bemessungs-Impulsbelastbarkeit

höchste Impulsbelastung, die an den Anschlüssen eines Kondensators bei einer gegebenen Wiederholfrequenz im Bereich zwischen unterer Kategorietemperatur und Bemessungstemperatur (siehe 2.2.24) anliegen darf; sie lässt sich durch die Größen nach a) und b) sowie eine oder mehrere der folgenden Größen angeben:

- a) Spitzenstrom je μF oder du/dt in $\text{V}/\mu\text{s}$;
- b) relative Dauer der Lade- und der Entladezyklen;
- c) Effektivwert des Stromes;
- d) Spitzenspannung;
- e) Spitzen-Umpolspannung;
- f) Impuls-Wiederholfrequenz (siehe Anmerkung 1);
- g) Höchstwert der Wirkleistung.

Diese Größen gelten für periodische Impulse.

ANMERKUNG 1 Bei periodischen Impulsen sollte das Tastverhältnis festgelegt werden. Bei regellos auftretenden Impulsen sollte die in einem gegebenen Zeitabschnitt erwartete Gesamtzahl angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Der Effektivwert des Impulsstroms sollte nach IEC 60469-1, 2.5.2.4, berechnet werden. Bei periodischen oder regellos auftretenden Impulsen sollte die Zeitspanne entsprechend dem Höchstwert der Temperaturerhöhung gewählt werden.

2.2.22

Bemessungswert des überlagerten Wechselstromes

der höchste zulässige Effektivwert des Wechselstromes mit festgelegter Frequenz, bei dem der Kondensator bei einer festgelegten Temperatur dauernd betrieben werden darf

ANMERKUNG Der überlagerte Wechselstrom erzeugt am Kondensator eine überlagerte Wechselspannung. Die Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechselspannung am Kondensator sollte die Bemessungsspannung oder, wo zutreffend, die temperaturabhängig geminderte Spannung nicht überschreiten.

2.2.23

Bemessungswert der überlagerten Wechselspannung

der höchste zulässige Effektivwert einer der Gleichspannung überlagerten Wechselspannung mit einer festgelegten Frequenz, bei dem der Kondensator bei einer festgelegten Temperatur dauernd betrieben werden darf

ANMERKUNG Die Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechselspannung am Kondensator sollte die Bemessungsspannung oder, wo zutreffend, die temperaturabhängig geminderte Spannung nicht überschreiten.

2.2.24

Bemessungstemperatur

höchste Umgebungstemperatur, bei der die Bemessungsspannung dauernd anliegen darf

2.2.25

Bemessungsspannung

U_R

2.2.25.1

Bemessungsgleichspannung

höchste Gleichspannung, die am Kondensator bei der Bemessungstemperatur dauernd anliegen darf

ANMERKUNG Die höchste Gleichspannung entspricht der Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechselspannung oder des Spitzenwertes der Impulsspannung am Kondensator.

2.2.25.2

Bemessungswechselspannung

höchster Effektivwert der Wechselspannung, der am Kondensator bei der Bemessungstemperatur und einer festgelegten Frequenz dauernd anliegen darf

2.2.25.3

Bemessungsimpulsspannung

Spitzenwert der Impulsspannung innerhalb einer festgelegten Impulsform, der am Kondensator bei der Bemessungstemperatur dauernd anliegen darf

2.2.26

Umpolspannung (nur für gepolte Kondensatoren)

an die Kondensatoranschlüsse mit umgekehrter Polung angelegte Spannung

2.2.27

Selbstheilung

der Vorgang, bei dem sich die elektrischen Eigenschaften des Kondensators nach einem örtlichen Durchschlag des Dielektrikums rasch und wesentlich zu den vor dem Durchschlag herrschenden Werten zurückbilden

2.2.28

Bauform

Untergruppe einer Bauart, Unterscheidungsmerkmal sind im Allgemeinen die Abmessungen; sie kann mehrere Ausführungsformen umfassen, die sich im Allgemeinen durch mechanische Einzelheiten unterscheiden

2.2.29

Unterfamilie (elektronischer Bauelemente)

Gruppe von Bauelementen innerhalb einer Familie, die mit gleichartigen technischen Verfahren hergestellt werden

2.2.30

oberflächenmontierbarer Kondensator

ein Festkondensator, dessen kleine Abmessungen und dessen Art und Gestalt der Anschlüsse ihn für die Oberflächenmontage in Hybridschaltungen und auf Leiterplatten einsetzbar machen

2.2.31

Spitzenspannungsverhältnis

das Verhältnis der höchsten Momentanspannung, die an den Anschlüssen des Kondensators während einer vorgeschriebenen Zeit im Kategorietemperaturbereich anliegen darf, zur Bemessungsspannung oder, wo zutreffend, zur temperaturabhängig geminderten Spannung

ANMERKUNG Die Zahl der zulässigen Wiederholungen je Stunde für das Anlegen dieser Spannung sollte festgelegt werden.

2.2.32

Verlustfaktor

$\tan \delta$

Verhältnis der Verlustleistung zur Blindleistung des Kondensators bei sinusförmiger Spannung einer festgelegten Frequenz

2.2.33

Temperaturcharakteristik der Kapazität

die größte Kapazitätsänderung, die sich über einen bestimmten Temperaturbereich innerhalb des Kategorietemperaturbereiches einstellt; sie wird üblicherweise als Prozentsatz der Kapazität bei einer Bezugstemperatur von 20 °C angegeben

ANMERKUNG Dieser Begriff wird hauptsächlich für Kondensatoren angewendet, deren Kapazitätsänderung einer linearen oder nichtlinearen Funktion der Temperatur folgt und nicht ausreichend genau angegeben werden kann.

2.2.34

Temperaturkoeffizient der Kapazität

α

die über einen festgelegten Temperaturbereich gemessene Steilheit der Kapazitätsänderung; sie wird üblicherweise in Teile je Million je Grad Kelvin ($10^{-6}/\text{K}$) angegeben

ANMERKUNG Dieser Begriff wird für Kondensatoren angewendet, deren Kapazitätsänderung einer linearen oder annähernd linearen Funktion der Temperatur folgt und ausreichend genau angegeben werden kann.

2.2.35

Kapazitätsdrift bei zyklischem Temperaturwechsel

die größte irreversible Kapazitätsänderung, die bei Raumtemperatur während oder nach einer Anzahl festgelegter Temperaturzyklen ermittelt wird; sie wird üblicherweise in Prozent des Kapazitätswertes bei der Bezugstemperatur (üblicherweise $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) angegeben

ANMERKUNG 1 Dieser Begriff wird für Kondensatoren angewendet, deren Kapazitätsänderung einer linearen oder annähernd linearen Funktion der Temperatur folgt und ausreichend genau angegeben werden kann.

ANMERKUNG 2 Die Bedingungen bei der Messung während oder nach der Temperaturwechselbeanspruchung, eine Beschreibung des Temperaturzyklus und die Anzahl der Zyklen sollten angegeben werden.

2.2.36

temperaturabhängig geminderte Spannung

die höchste Spannung, die bei Temperaturen zwischen der Bemessungstemperatur und der oberen Kategorietemperatur am Kondensator dauernd anliegen darf (siehe Bild 2)

ANMERKUNG Angaben über die Temperaturabhängigkeit der Spannung im Bereich zwischen der Bemessungstemperatur und der oberen Kategorietemperatur sollten, falls zutreffend, in der entsprechenden Spezifikation enthalten sein.

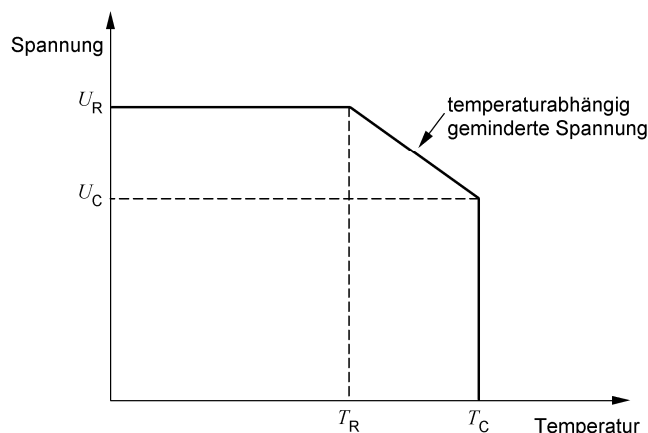


Bild 2 – Beziehung zwischen Kategorietemperaturbereich und anliegender Spannung

2.2.37

Temperaturanstieg

der Temperaturanstieg des Kondensators ist der Anstieg über die Umgebungstemperatur, der durch die Kondensatorverluste bei Wechselstrom- oder Impulsbetrieb verursacht wird

2.2.38

Zeitkonstante

Produkt aus Isolationswiderstand und Kapazität, das üblicherweise in Sekunden angegeben wird

2.2.39

Bauart

eine Gruppe von Bauelementen mit gleichen Konstruktionsmerkmalen und gleichem Aufbau, die aufgrund ähnlicher Herstellungstechniken für die Bauartanerkennungsprüfung und die Qualitätsbewertungskontrolle

zusammengefasst werden können; sie werden im Allgemeinen von einer gemeinsamen Bauartspezifikation erfasst

ANMERKUNG Bauelemente verschiedener Bauartspezifikationen können manchmal als zur gleichen Bauart gehörend betrachtet werden.

2.2.40

nichtisolierter Kondensator

ein Kondensator, bei dem kein Anschluss einer Einzelkapazität auf ein Potential gebracht werden darf, das verschieden ist von dem einer beliebigen leitenden Oberfläche, mit der das Gehäuse bei üblicher Anwendung in Berührung kommen kann, wobei der Wert des Potentials aber mindestens gleich der Bemessungsspannung ist

2.2.41

obere Kategorietemperatur

höchste Umgebungstemperatur, bei der ein Kondensator für Dauerbetrieb vorgesehen ist

2.2.42

Temperaturabhängigkeit der Kapazität

die Temperaturabhängigkeit der Kapazität kann als Temperaturcharakteristik der Kapazität oder Temperaturkoeffizient der Kapazität angegeben werden

2.2.43

sichtbare Schäden

sichtbare Schäden, die die Verwendbarkeit des Kondensators für den vorgesehenen Zweck beeinträchtigen

2.3 Vorzugswerte

2.3.1 Allgemeines

Jede Rahmenspezifikation muss die für die Unterfamilie geeigneten Vorzugswerte festlegen; zum Nennwert der Kapazität siehe auch 2.3.2.

2.3.2 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität

Die bevorzugten Nennwerte der Kapazität sind den Reihen nach IEC 60063 zu entnehmen.

2.3.3 Bevorzugte Bemessungswerte der Spannung

Die bevorzugten Bemessungswerte der Spannung entsprechen den Werten der Reihe R10 von ISO 3:

1,0 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 – 6,3 – 8,0 und ihren dezimalen Vielfachen ($\times 10^n$, n : integer).

2.4 Kennzeichnung

2.4.1 Allgemeines

Die Art der Kennzeichnung und andere auf dem Kondensator und/oder seiner Verpackung anzubringende Angaben müssen in der Rahmenspezifikation enthalten sein.

Die Reihenfolge der Kennzeichnung auf kleinen Kondensatoren ist festzulegen.

2.4.2 Kodierung

Wird für den Kapazitätswert, die Grenzabweichung oder das Herstellungsdatum eine Kurzform verwendet, so ist ein Verfahren nach IEC 60062 zu wählen.

3 Qualitätsbewertungsverfahren

Wenn diese Norm und zugehörige Normen im Rahmen eines vollständigen Qualitätsbewertungssystems wie dem IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ) verwendet werden, gelten die entsprechenden Abschnitte von [Anhang Q](#).

ANMERKUNG Abschnitt 3 wurde in [Anhang Q](#) verschoben. Zur Beibehaltung der Bezugnahme auf frühere Ausgaben dieser Norm wurden die Abschnittsnummern aus Abschnitt 3 nach dem folgenden Beispiel in Abschnittsnummern für [Anhang Q](#) umgestellt:

Abschnitt 3.1 → [Abschnitt Q.1](#);
Abschnitt 3.1.2 → [Abschnitt Q.1.2](#).

4 Prüfungen und Messverfahren

Allgemeine Angaben zu Prüf- und Messverfahren	Abschnitt
Allgemeines	4.1
Normalklima	4.2
Trocknung	4.3
Lagerung	4.25
Befestigung (nur für oberflächenmontierbare Kondensatoren)	4.33
Elektrische Prüfungen und Messungen	
Isolationswiderstand	4.5
Spannungsfestigkeit	4.6
Kapazität	4.7
Verlustfaktor und Ersatzserienwiderstand (ESR)	4.8
Reststrom	4.9
Scheinwiderstand	4.10
Induktivität und Eigenresonanzfrequenz	4.11
Temperaturabhängigkeit der Kapazität	4.24
Spitzenspannung	4.26
Stoßstromprüfung	4.39
Lade- und Entladeprüfung und Einschaltstrom	4.27
Dielektrische Absorption	4.36
Transienten-Überlastprüfung (für Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten)	4.40
Mechanische Prüfungen und Messungen	
Sichtprüfung und Kontrolle der Maße	4.4
Außenbelagsanschluss	4.12
Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	4.13
Schwingen	4.17
Dauerschocken	4.18
Schocken	4.19
Dichtheit	4.20
Scherprüfung	4.34
Trägerbiegeprüfung	4.35

Umwelt- und Klimaprüfungen

Rascher Temperaturwechsel	4.16
Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge)	4.21
Feuchte Wärme, konstant	4.22
Dauerprüfung	4.23
Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur	4.29
Temperaturangleich-Prüfung	4.30
Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (nur für Vielschicht-Keramik-Kondensatoren)	4.37

Prüfungen bezüglich der Bauelementemontage

Lötwärmebeständigkeit	4.14
Lötbarkeit	4.15
Lösemittelbeständigkeit des Bauelementes	4.31
Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	4.32

Sicherheitsbezogene Prüfungen

Überdrucksicherung (bei Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren)	4.28
Passive Entflammbarkeit	4.38

4.1 Allgemeines

Die Rahmenspezifikation und/oder der Vordruck für Bauartspezifikation müssen Angaben darüber enthalten, welche Prüfungen durchzuführen sind, welche Messungen vor und nach jeder Prüfung oder Untergruppe von Prüfungen vorzunehmen sind und in welcher Reihenfolge sie auszuführen sind. Die Schritte jeder einzelnen Prüfung sind in der angegebenen Reihenfolge auszuführen. Die Messbedingungen für Anfangs- und Endmessungen müssen gleich sein.

Falls nationale Spezifikationen innerhalb eines Qualitätsbewertungssystems andere als die in den oben genannten Spezifikationen festgelegten Verfahren verwenden, sind diese vollständig zu beschreiben.

Grenzwerte in sämtlichen Spezifikationen sind absolute Grenzwerte. Messunsicherheiten müssen grundsätzlich berücksichtigt werden (siehe IEC QC 001002-3, Anhang C zu Abschnitt 2).

4.2 Normalklima

4.2.1 Normalklima für Prüfungen

Wenn nicht anders festgelegt, sind alle Prüfungen und Messungen bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60068-1, 5.3, durchzuführen:

- Temperatur: 15 °C bis 35 °C;
- relative Luftfeuchte: 25 % bis 75 %;
- Luftdruck: 86 kPa bis 106 kPa.

Bevor die Messungen durchgeführt werden, ist der Kondensator so lange der Messtemperatur auszusetzen, bis der gesamte Kondensator diese Temperatur erreicht hat. Für diesen Zweck ist die Dauer, wie sie für die Nachbehandlung des Prüflings am Ende einer Prüfung vorgeschrieben ist, üblicherweise ausreichend.

Wenn Messungen bei einer anderen als der festgelegten Temperatur durchgeführt werden, sind die Ergebnisse gegebenenfalls auf die festgelegte Temperatur zu korrigieren. Die während der Messungen herrschende Umgebungstemperatur ist im Prüfbericht anzugeben. Bei Unstimmigkeiten sind diese Messungen bei einer der Temperaturen für Schiedsmessungen (nach 4.2.3) und unter den gegebenenfalls in dieser Spezifikation genannten weiteren Bedingungen zu wiederholen.

Wenn Prüfungen in einer vorgegebenen Reihenfolge durchgeführt werden, dürfen die Endmessungen einer Prüfung als Anfangsmessungen für die nachfolgende Prüfung verwendet werden.

Während der Messungen ist der Kondensator vor Luftzug, direkter Sonneneinstrahlung oder anderen Einflüssen, die Fehler verursachen könnten, zu schützen.

4.2.2 Bedingungen für die Nachbehandlung

Falls nicht anders festgelegt, muss die Nachbehandlung bei Normalklima für Prüfungen (4.2.1) erfolgen.

Falls die Nachbehandlung unter streng kontrollierten Bedingungen erforderlich ist, sind die Bedingungen nach IEC 60068-1, 5.4.1, anzuwenden.

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, muss die Nachbehandlung 1 h bis 2 h dauern.

Die Definition der Nachbehandlung ist aus IEC 60068-1, 4.1.3, übernommen und für Kondensatoren wie folgt weiter eingeschränkt:

Wenn eine Nachbehandlungsdauer von z. B. 1 h bis 2 h vorgeschrieben ist, heißt das, dass Messungen (oder andere Behandlungen) eines Loses von Kondensatoren nach 1 h beginnen können und spätestens 2 h nach Beginn der Nachbehandlungsdauer beendet sein müssen.

Die bevorzugte Art der Angabe einer Nachbehandlungsdauer ist „x h bis y h“.

4.2.3 Schiedsbedingungen

Für Schiedszwecke ist einer der in Tabelle 1 angegebenen Sätze von Normalklimabedingungen für Schiedsmessungen nach IEC 60068-1, 5.2, auszuwählen.

Tabelle 1 – Schiedsmessungen

Temperatur °C	Relative Luftfeuchte %	Luftdruck kPa
20 ± 1	63 bis 67	86 bis 106
23 ± 1	48 bis 52	86 bis 106
25 ± 1	48 bis 52	86 bis 106
27 ± 1	63 bis 67	86 bis 106

4.2.4 Bezugsklima

Als Bezugsklima gilt das Bezugs-Normalklima nach IEC 60068-1, 5.1:

- Temperatur: 20 °C;
- Luftdruck: 101,3 kPa.

4.3 Trocknung

Wenn in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, ist der Kondensator 96 h ± 4 h in einem Umluftofen bei einer Temperatur von 55 °C ± 2 °C und einer relativen Luftfeuchte von höchstens 20 % vorzubehandeln.

Der Kondensator ist dann in einem Trockner unter Verwendung eines geeigneten Trockenmittels, z. B. aktivierter Tonerde (Aluminiumoxid) oder Silikagel, abkühlen zu lassen und muss darin von der Entnahme aus dem Umluftofen bis zum Beginn der vorgeschriebenen Prüfungen verbleiben.

4.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

4.4.1 Sichtprüfung

Beschaffenheit, Ausführung und Aussehen müssen bei der Sichtkontrolle zufriedenstellend sein (siehe 2.2.43).

Die Kennzeichnung muss bei der Sichtprüfung lesbar sein und den Anforderungen in der Bauartspezifikation entsprechen.

4.4.2 Maße (Lehrenmaße)

Die Maße, die in der Bauartspezifikation als mit Lehren prüfbar bezeichnet werden, sind zu prüfen und müssen den in der Bauartspezifikation festgelegten Werten entsprechen.

Soweit zutreffend, sind die Messungen nach IEC 60294 oder IEC 60717 durchzuführen.

4.4.3 Maße (Einzelmaße)

Alle in der Bauartspezifikation festgelegten Maße sind zu prüfen und müssen den festgelegten Werten entsprechen.

4.5 Isolationswiderstand

4.5.1 Vorbehandlung

Vor dieser Messung sind die Kondensatoren vollständig zu entladen.

4.5.2 Messbedingungen

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, ist der Isolationswiderstand mit der in Tabelle 2 angegebenen Spannung zu messen.

Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, ist der Isolationswiderstand $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$ nach Anlegen der Spannung zu messen.

Tabelle 2 – Messung des Isolationswiderstandes

Bemessungsspannung des Kondensators V	Messspannung V
U_R oder $U_C < 10$	U_R oder $U_C \pm 10 \%$
$10 \leq U_R$ oder $U_C < 100$	$10 \pm 1^*)$
$100 \leq U_R$ oder $U_C < 500$	100 ± 15
$500 \leq U_R$ oder U_C	500 ± 50
^{*)} Wenn die Spannung nachweislich keinen Einfluss auf das Messergebnis hat oder wenn die Abhängigkeit bekannt ist, darf bei beliebigen Spannungen bis zur Höhe der Bemessungs- oder Kategoriespannung gemessen werden. Im Schiedsfall sind 10 V zu verwenden, falls die Rahmenspezifikation keinen anderen Wert vorschreibt.	

U_R ist die Bemessungsspannung. Sie bestimmt die Messspannung bei Prüfungen im Normalklima für Prüfungen.

U_C ist die Categoriespannung. Sie bestimmt die Messspannung bei Prüfungen bei der oberen Kategorie-temperatur.

4.5.3 Prüfpunkte

Der Isolationswiderstand ist zwischen den Messpunkten nach [Tabelle 3](#), wie in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, zu messen.

Prüfung A, zwischen den Anschlüssen, gilt für alle Kondensatoren (isoliert oder nicht isoliert).

Prüfung B, innere Isolierung, gilt für isolierte Kondensatoren in nicht isolierten Metallgehäusen und für isolierte und nicht isolierte Kondensatoren mit Mehrfachkapazitäten.

Prüfung C, äußere Isolierung, gilt für isolierte Kondensatoren in nicht metallenen Gehäusen oder in isolierten Metallgehäusen. Bei dieser Prüfung ist die Messspannung entsprechend der zutreffenden Spezifikation nach einem der nachstehend beschriebenen Verfahren anzulegen.

4.5.4 Prüfverfahren

4.5.4.1 Metallfolien-Verfahren

Eine Metallfolie ist eng um den Kondensatorkörper zu wickeln.

Bei Kondensatoren mit axialen Anschlüssen muss die Folie über beide Enden um mindestens 5 mm hinausragen, wobei ein Mindestabstand von 1 mm zwischen der Folie und den Anschlüssen einzuhalten ist. Wenn das nicht möglich ist, muss die überstehende Folie so weit gekürzt werden, dass der Abstand von 1 mm eingehalten wird.

Bei Kondensatoren mit einseitig herausgeführten Anschlüssen ist ein Mindestabstand von 1 mm zwischen der Folienkante und jedem Anschluss einzuhalten.

4.5.4.2 Verfahren für Kondensatoren mit Befestigungselementen

Der Kondensator ist in der für ihn üblichen Weise auf einer Metallplatte zu befestigen, die in allen Richtungen um mindestens 12,7 mm über die Montagefläche des Kondensators hinausragt.

4.5.4.3 V-Block-Verfahren

Der Kondensator muss in die Vertiefung eines metallenen 90°-V-Blocks gedrückt werden, der so lang ist, dass der Körper des Kondensators nicht über seine Enden hinausragt.

Der Klemmdruck muss so groß sein, dass ein angemessener Kontakt zwischen dem Kondensator und dem V-Block aufrechterhalten bleibt.

Der Kondensator ist wie folgt im V-Block anzuordnen:

- a) Bei zylindrischen Kondensatoren: Der Kondensator muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der am weitesten von der Achse des Kondensators entfernt ist, einer der Flächen des Blocks am nächsten liegt.
- b) Bei rechteckigen Kondensatoren: Der Kondensator muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der einer Kante des Kondensators am nächsten liegt, auch einer der Flächen des Blockes am nächsten liegt.

Bei zylindrischen und rechteckigen Kondensatoren mit axialen Anschlüssen ist eine außermittige Lage der Anschlüsse aus dem Körper des Kondensators nicht zu berücksichtigen.

4.5.5 Temperaturkompensation

Wenn in der Bauartspezifikation vorgeschrieben, ist die Temperatur, bei der die Messung erfolgt, zu vermerken. Wenn sie von 20 °C abweicht, ist der Messwert mit dem entsprechenden in der Rahmenspezifikation festgelegten Korrekturfaktor zu multiplizieren.

4.5.6 Angaben, die die entsprechende Spezifikation enthalten muss

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- Messpunkte mit zugehörigen Messspannungen;
- Verfahren für das Anlegen der Spannung (eines der Verfahren nach 4.5.4);
- Anschlussdauer der Spannung, falls von 1 min abweichend;
- besondere Vorsichtsmaßnahmen, die während der Messung zu beachten sind;
- gegebenenfalls Korrekturfaktoren für Messungen innerhalb des gesamten Temperaturbereiches des Normalklimas für Prüfungen;
- Messtemperatur, falls vom Normalklima für Prüfungen abweichend;
- Mindestwert des Isolationswiderstandes für die verschiedenen Messpunkte (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3 – Messpunkte

Prüfung	Anwendbar auf	1: Einfachkapazitäten	2: Mehrfachkapazitäten mit gemeinsamem Anschluss für alle Kondensatoren	3: Mehrfachkapazitäten ohne gemeinsamen Anschluss
A. Zwischen den Anschlüssen (siehe Anmerkung)	Alle Kondensatoren	1a: Zwischen den Anschlüssen	2a: Zwischen jedem Anschluss und dem gemeinsamen Anschluss	3a: Zwischen Anschlüssen jedes Kondensators
B. Interne Isolierung	Isolierte Einfach- und Mehrfachkapazitäten in nicht isolierten Metallgehäusen (1b, 2b, 3b)	1b: Zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen und dem Gehäuse	2b: Zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen und dem Gehäuse	3b: Zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen und dem Gehäuse
	Isolierte und nicht isolierte Mehrfachkapazitäten (2c und 3c)		2c: Zwischen dem nicht gemeinsamen Anschluss eines Kondensators und allen anderen miteinander verbundenen Anschlüssen	3c: Zwischen den Anschlüssen verschiedener Kondensatoren, wobei die Anschlüsse eines Kondensators miteinander verbunden sind
C. Externe Isolierung	Isolierte Kondensatoren in nicht metallenen Gehäusen oder in isolierten Metallgehäusen	1c: Zwischen den beiden miteinander verbundenen Anschlüssen und, wie zutreffend, der Metallfolie, der Metallplatte oder dem V-förmigen Metallblock	2d: Zwischen allen miteinander verbundenen Anschlüssen und, wie zutreffend, der Metallfolie, der Metallplatte oder dem V-förmigen Metallblock	3d:
ANMERKUNG Wenn ein Kondensator mehr als zwei Anschlüsse besitzt, liegen die Messpunkte an den beiden Anschlüssen, die durch das Dielektrikum voneinander isoliert sind. Bei einem coaxialen Durchführungskondensator zum Beispiel sollten die Messpunkte an einem der mit dem mittigen Leiter verbundenen Anschlüsse und an dem coaxialen Metallgehäuse oder der Montagefläche liegen.				