

DIN EN 60384-22



ICS 31.060.20

EntwurfEinsprüche bis 2017-12-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60384-22:2012-09

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 22: Rahmenspezifikation –
Oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Festkondensatoren,
Klasse 2
(IEC 40/2543/CD:2017)**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 22: Sectional specification –
Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 2
(IEC 40/2543/CD:2017)

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 22: Spécification intermédiaire –
Condensateurs multicouches fixes à diélectriques en céramique pour montage en surface,
de Classe 2
(IEC 40/2543/CD:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-10-27 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 91 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	7
1 Allgemeines	8
1.1 Anwendungsbereich	8
1.2 Zweck	8
1.3 Normative Verweisungen	8
1.4 Angaben in der Bauartspezifikation.....	8
1.4.1 Allgemeines	8
1.4.2 Umrisszeichnungen und Maße.....	9
1.4.3 Montage.....	9
1.4.4 Bemessungswerte und Eigenschaften	9
1.4.5 Kennzeichnung.....	10
1.5 Begriffe	10
1.6 Kennzeichnung.....	11
1.6.1 Allgemeines	11
1.6.2 Angaben zur Kennzeichnung	11
1.6.3 Kennzeichnung auf dem Kondensatorkörper	11
1.6.4 Anforderungen an die Kennzeichnung	11
1.6.5 Kennzeichnung der Verpackung	11
1.6.6 Zusätzliche Kennzeichnung	11
2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften.....	11
2.1 Bevorzugte Eigenschaften	11
2.2 Bevorzugte Bemessungswerte.....	12
2.2.1 Bemessungstemperatur (T_R).....	12
2.2.2 Bemessungsspannung (U_R).....	12
2.2.3 Kategoriespannung (U_C)	12
2.2.4 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität und zugehörige Grenzabweichungen	13
2.2.5 Temperaturcharakteristik der Kapazität	13
2.2.6 Maße	14
3 Qualitätsbewertungsverfahren	14
3.1 Primäre Fabrikationsstufe.....	14
3.2 Baulich ähnliche Bauelemente	14
3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen	14
3.4 Bauartanerkennung	14
3.4.1 Allgemeines	14
3.4.2 Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße	14
3.4.3 Prüfungen	15
3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung.....	20
3.5.1 Bildung von Prüflösen	20

	Seite
3.5.2 Prüfplan	21
3.5.3 Verzögerte Auslieferung	21
3.5.4 Bewertungsstufen	21
4 Prüf- und Messverfahren	22
4.1 Allgemeines	22
4.2 Besondere Vorbehandlung	22
4.3 Messbedingungen	22
4.4 Montage	22
4.5 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße	23
4.5.1 Allgemeines	23
4.5.2 Sichtprüfung	23
4.5.3 Anforderungen	23
4.6 Elektrische Prüfungen	25
4.6.1 Kapazität	25
4.6.2 Verlustfaktor ($\tan \delta$)	26
4.6.3 Isolationswiderstand	26
4.6.4 Spannungsfestigkeit	27
4.6.5 Impedanz (falls in der Bauartspezifikation verlangt)	28
4.6.6 Ersatzserienwiderstand [ESR] (falls in der Bauartspezifikation verlangt)	28
4.7 Temperaturcharakteristik der Kapazität	28
4.7.1 Besondere Vorbehandlung	28
4.7.2 Messbedingungen	28
4.7.3 Anforderungen	29
4.8 Scherprüfung	29
4.9 Trägerbiegeprüfung	29
4.9.1 Allgemeines	29
4.9.2 Anfangsmessung	30
4.9.3 Endprüfung	30
4.10 Lötwärmebeständigkeit	30
4.10.1 Allgemeines	30
4.10.2 Besondere Vorbehandlung	30
4.10.3 Anfangsmessung	30
4.10.4 Prüfbedingungen	30
4.10.5 Nachbehandlung	31
4.10.6 Endprüfung, Messungen und Anforderungen	31
4.11 Lötbarkeit	32
4.11.1 Allgemeines	32
4.11.2 Prüfbedingungen	32
4.11.3 Nachbehandlung	33

	Seite
4.11.4 Endprüfung, Messungen und Anforderungen	33
4.12 Rascher Temperaturwechsel	33
4.12.1 Allgemeines	33
4.12.2 Besondere Vorbehandlung	33
4.12.3 Anfangsmessung	33
4.12.4 Anzahl der Zyklen	33
4.12.5 Nachbehandlung	33
4.12.6 Endprüfung, Messungen und Anforderungen	33
4.13 Reihenfolge klimatischer Prüfungen	34
4.13.1 Allgemeines	34
4.13.2 Besondere Vorbehandlung	34
4.13.3 Anfangsmessung	34
4.13.4 Trockene Wärme	34
4.13.5 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus	34
4.13.6 Kälte	34
4.13.7 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen	34
4.13.8 Endprüfung, Messungen und Anforderungen	35
4.14 Feuchte Wärme, konstant	35
4.14.1 Allgemeines	35
4.14.2 Besondere Vorbehandlung	35
4.14.3 Anfangsmessung	35
4.14.4 Prüfbedingungen	35
4.14.5 Nachbehandlung	36
4.14.6 Endprüfung, Messungen und Anforderungen	36
4.15 Dauerprüfung	36
4.15.1 Allgemeines	36
4.15.2 Besondere Vorbehandlung	36
4.15.3 Anfangsmessung	37
4.15.4 Prüfbedingungen	37
4.15.5 Nachbehandlung	37
4.15.6 Endprüfung, Messungen und Anforderungen	37
4.16 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse (nur für Kondensatoren mit Flachdrahtanschlüssen)	38
4.16.1 Allgemeines	38
4.16.2 Prüfbedingungen	38
4.16.3 Endprüfung und Anforderungen	38
4.17 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls verlangt)	38
4.18 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls verlangt)	38
4.19 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (falls verlangt)	38
4.19.1 Allgemeines	38

	Seite
4.19.2 Anfangsmessung	38
4.19.3 Beanspruchung	39
4.19.4 Nachbehandlung	39
4.19.5 Endmessungen	39
Anhang A (normativ) Regeln für die Festlegung und Kodierung der Maße von oberflächenmontierbaren Vielschichtkeramik-Festkondensatoren, Klasse 2	40
Anhang B (informativ) Alterung der Kapazität bei Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum der Klasse 2	41
B.1 Allgemeines	41
B.2 Gesetzmäßigkeit des Alterns der Kapazität	41
B.3 Messung des Kapazitätswertes und Grenzabweichung der Kapazität	42
B.4 Besondere Vorbehandlung (siehe 4.2)	42
Anhang C (informativ) Temperaturcharakteristik der Kapazität bei einer Bezugstemperatur von 25 °C	43
Anhang X (informativ) Verweisung auf IEC 60384-22:2011	44
Literaturhinweise	46

Bilder

Bild 1 – Fehler: Riss oder Spalte	23
Bild 2 – Fehler: Riss oder Spalte	23
Bild 3 – Aufspaltung oder Trennung	24
Bild 4 – Freiliegende Beläge	24
Bild 5 – Hauptflächen	25
Bild 6 – Aufschmelztemperaturprofil	31
Bild A.1 – Maße	40

Tabellen

Tabelle 1 – Vorzugswerte von Categoriespannungen	12
Tabelle 2 – Bevorzugte Grenzabweichungen	13
Tabelle 3 – Temperaturcharakteristik der Kapazität	13
Tabelle 4 – Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung – Bewertungsstufe EZ	16
Tabelle 5 – Prüfplan für die Bauartanerkennung	17
Tabelle 6 – Losweise Prüfungen	21
Tabelle 7 – Periodische Prüfungen	22
Tabelle 8 – Messbedingungen	25
Tabelle 9 – Grenzwerte für den Verlustfaktor	26
Tabelle 10 – Prüfspannungen	27
Tabelle 11 – Messbedingungen	29
Tabelle 12 – Aufschmelztemperaturprofile für Sn-Ag-Cu-Legierungen	31
Tabelle 13 – Größtwerte der Kapazitätsänderung	32

	Seite
Tabelle 14 – Größtwerte der Kapazitätsänderung.....	34
Tabelle 15 – Anzahl der Zyklen feuchte Wärme.....	34
Tabelle 16 – Endprüfung, Messungen und AnforderungenMessung.....	35
Tabelle 17 – Prüfbedingungen für die Prüfung Feuchte Wärme, konstant	36
Tabelle 18 – Endprüfung, Messungen und AnforderungenMessung.....	36
Tabelle 19 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung ($U_C = U_R$)	37
Tabelle 20 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung ($U_C \neq U_R$)	37
Tabelle 21 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen.....	38
Tabelle 22 – Anfangsbedingungen.....	39
Tabelle 23 – Beanspruchung.....	39
Tabelle A.1 – Maße.....	40
Tabelle C.1 – Temperaturcharakteristik der Kapazität bei einer Bezugstemperatur von 25 °C.....	43
Tabelle C.2 – Messbedingungen für die Temperaturcharakteristik der Kapazität bei einer Bezugstemperatur von 25 °C	43
Tabelle X.1 – Verweisung auf IEC 60384-22 für Abschnitte	44
Tabelle X.2 – Verweisung auf IEC 60384-22 für Bild/Tabelle	45

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 40/2543/CD:2017 „Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 22: Sectional specification – Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 2“ (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 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die 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 prEN nur 2 Monate 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 K 611 „Kondensatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60384-22:2012-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung der Dokumentstruktur nach den ISO/IEC-Richtlinien, Teil 2:2016 (siebte Ausgabe) in einem durchführbaren Umfang und Harmonisierung mit IEC 60384-21.
- b) Streichung der Beschreibung der zugelassenen Blindleistung in 2.2.2, da diese für den Zweck dieses Dokuments nicht geeignet ist.
- c) Die Maße von 0201M in Anhang A wurden hinzugefügt.

Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 22: Rahmenspezifikation – Oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Festkondensatoren, Klasse 2

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60384 gilt für unumhüllte, oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum der Klasse 2 zur Verwendung in Geräten der Elektronik. Diese Kondensatoren haben aufmetallisierte Anschlussflächen oder lötbare Anschlussstreifen und sind für die unmittelbare Montage auf Substraten für Hybridschaltungen oder auf Leiterplatten vorgesehen.

Kondensatoren für die Funkentstörung sind nicht eingeschlossen, werden jedoch in IEC 60384-14 behandelt.

1.2 Zweck

Dieses Dokument legt für die beschriebene Art von Kondensatoren die bevorzugten Bemessungswerte und Eigenschaften fest, wählt aus IEC 60384-1 die geeigneten Qualitätsbewertungsverfahren, Prüfungen und Messverfahren aus und nennt allgemeine Anforderungen an das Betriebsverhalten. In Bauartspezifikationen, die auf diese Rahmenspezifikation Bezug nehmen, müssen die Schärfegrade der Prüfungen und die Anforderungen mindestens denen in dieser Rahmenspezifikation festgelegten entsprechen; schwächere sind nicht zulässig.

1.3 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 60063:2015, *Preferred number series for resistors and capacitors*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-58:2015, *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 60384-1:2016, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment system – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

1.4 Angaben in der Bauartspezifikation

1.4.1 Allgemeines

Bauartspezifikationen müssen nach dem entsprechenden Vordruck für Bauartspezifikation erstellt werden.

Die Anforderungen in der Bauartspezifikation dürfen nicht schwächer sein als die der Fachgrund- oder Rahmenspezifikation oder des Vordrucks für Bauartspezifikation. Wenn die Bauartspezifikation schärfere

Anforderungen enthält, müssen diese in 1.9 aufgeführt und in den Tabellen der Prüfpläne gekennzeichnet werden, z. B. durch einen Stern.

Angaben nach 1.4.2 dürfen auch tabellarisch dargestellt werden.

Jede Bauartspezifikation muss die Angaben in 1.4.2 bis 1.4.5 enthalten, wobei die Werte vorzugsweise dem entsprechenden Abschnitt dieser Rahmenspezifikation entnommen werden sollten.

1.4.2 Umrisszeichnungen und Maße

Zur leichteren Erkennung der Kondensatoren und zum Vergleich mit anderen Kondensatoren muss eine bildliche Darstellung angegeben werden.

Maße und deren Grenzabweichungen, die auf die Austauschbarkeit und Montage einen Einfluss haben, müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden. Alle Maße müssen in Millimeter angegeben werden; liegen die Originalmaße aber in Zoll vor, müssen die entsprechenden metrischen Maße in Millimeter hinzugefügt werden.

Im Regelfall müssen die Zahlenwerte für Länge, Breite und Höhe des Kondensatorkörpers angegeben werden. Wenn erforderlich, z. B. wenn mehrere Größen (Baugrößen und Kapazitäts-/Spannungsbereiche) in einer Bauartspezifikation enthalten sind, müssen die Maße und deren Grenzabweichungen in einer Tabelle unterhalb der Zeichnung angeführt werden.

Wenn die Gestalt von den oben beschriebenen Formen abweicht, muss die Bauartspezifikation alle Maße angeben, die zur angemessenen Beschreibung des Kondensators erforderlich sind.

1.4.3 Montage

Die Bauartspezifikation muss die Montageart für übliche Anwendungen festlegen. Die Montageart für Prüfungen und Messungen (wenn verlangt) muss 4.4 dieser Rahmenspezifikation entsprechen.

1.4.4 Bemessungswerte und Eigenschaften

1.4.4.1 Allgemeines

Die Bemessungswerte und Eigenschaften müssen in Übereinstimmung mit den entsprechenden Abschnitten dieser Rahmenspezifikation einschließlich der folgenden Punkte angegeben werden.

1.4.4.2 Nennkapazitätsbereich

Siehe 2.2.4.1.

Wenn nach der Bauartspezifikation zugelassene Erzeugnisse unterschiedliche Nennkapazitätsbereiche haben, sollte folgende Aussage hinzugefügt werden: „Der in den einzelnen Bemessungsspannungsbereichen verfügbare Kapazitätsbereich ist im Verzeichnis der Anerkennungen, das z. B. auf der Webseite des Onlinediensts für das IECQ-Zertifikatsystem www.iecq.org zur Verfügung steht, angegeben.“

1.4.4.3 Besondere Eigenschaften

Zusätzliche Eigenschaften dürfen aufgeführt werden, wenn sie zur Beschreibung des Bauelements für bestimmte Ausführungen oder Anwendungen als notwendig erachtet werden.

1.4.4.4 Löten

Die Bauartspezifikation muss die Prüfverfahren, Schärfegrade und Anforderungen für die Prüfungen Lötbarkeit und Lötwärmebeständigkeit festlegen.

1.4.5 Kennzeichnung

Die Bauartspezifikation muss den Umfang der Kennzeichnung auf dem Kondensator und seiner Verpackung festlegen. Abweichungen von 1.6 dieser Rahmenspezifikation müssen ausdrücklich angegeben werden.

1.5 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60384-1 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC pflegen im Rahmen der Normungsarbeit Terminologiedatenbanken, die unter folgenden Adressen verfügbar sind:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online-Suche: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

1.5.1

oberflächenmontierbarer Kondensator

Kondensator, der wegen seiner kleinen Maße und der Art seiner Anschlüsse für die Montage auf Hybridschaltungen und Leiterplatten geeignet ist

1.5.2

Festkondensator mit keramischem Dielektrikum der Klasse 2

Kondensator mit einem Dielektrikum hoher Permittivität, der für Siebung und Kopplung geeignet ist oder in frequenzselektiven Schaltungen, in denen niedrige Verluste und eine hohe Stabilität des Kapazitätswertes von untergeordneter Bedeutung sind, eingesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das keramische Dielektrikum ist gekennzeichnet durch eine nichtlineare Änderung des Kapazitätswertes im Kategorietemperaturbereich (siehe Tabelle 3).

1.5.3

Unterklasse

größte prozentuale Änderung des Kapazitätswertes innerhalb des Kategorietemperaturbereichs, bezogen auf den Kapazitätswert bei 20 °C

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Unterklasse darf mit ihrem Kennbuchstaben angegeben werden (siehe Tabelle 3).

1.5.4

Kategorietemperaturbereich

Umgebungstemperaturbereich, in dem der Kondensator aufgrund seiner Auslegung dauernd betrieben werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Er ist definiert durch die untere und die obere Kategorietemperatur.

1.5.5

Bemessungstemperatur

T_R

höchste Umgebungstemperatur, bei der die Bemessungsspannung dauernd am Kondensator anliegen darf

1.5.6

Bemessungsspannung

U_R

höchste Gleichspannung, die im Dauerbetrieb bei Temperaturen zwischen der unteren Kategorietemperatur und der Bemessungstemperatur am Kondensator anliegen darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Die höchste Gleichspannung entspricht der Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechsellspannung oder des Spitzenwertes der Impulsspannung am Kondensator.

1.5.7

Kategoriespannung

U_C

höchste Spannung, die am Kondensator dauernd bei der oberen Kategorietemperatur anliegen kann

1.6 Kennzeichnung

1.6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 2.4, mit folgenden Einzelheiten.

1.6.2 Angaben zur Kennzeichnung

Die in die Kennzeichnung aufzunehmenden Angaben werden üblicherweise aus der nachstehenden Liste ausgewählt; ihre relative Wichtigkeit entspricht der Stellung in der Liste:

- Nennkapazität;
- Bemessungsspannung (Gleichspannung kann durch das Symbol: $\overline{\text{---}}$ (IEC 60417-5031:2002) oder — angegeben werden);
- Grenزابweichung der Nennkapazität;
- dielektrische Unterklasse, wie zutreffend (nach 2.2.5);
- Jahr und Monat (oder Woche) der Herstellung;
- Name des Herstellers oder Firmenzeichen;
- Klimakategorie;
- Bauartbezeichnung des Herstellers;
- Verweisung auf die Bauartspezifikation.

1.6.3 Kennzeichnung auf dem Kondensatorkörper

Oberflächenmontierbare Kondensatoren werden üblicherweise nicht auf dem Körper gekennzeichnet. Wenn eine Kennzeichnung angebracht werden soll, müssen die Kondensatoren, soweit zweckmäßig, mit so vielen der Angaben in 1.6.2 wie möglich gekennzeichnet werden. Doppelangaben auf den Kondensatoren sollten vermieden werden.

1.6.4 Anforderungen an die Kennzeichnung

Die Kennzeichnung muss lesbar sein und darf durch Reiben mit dem Finger nicht leicht verschmiert oder entfernt werden können.

1.6.5 Kennzeichnung der Verpackung

Die Verpackung der Kondensatoren muss mit allen in 1.6.2 genannten Angaben deutlich gekennzeichnet werden.

1.6.6 Zusätzliche Kennzeichnung

Jede zusätzliche Kennzeichnung muss so angebracht werden, dass keine Unklarheiten entstehen können.

2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften

2.1 Bevorzugte Eigenschaften

Unter den bevorzugten Eigenschaften müssen nur die bevorzugten Klimakategorien angegeben werden.

Die Kondensatoren nach diesem Dokument werden nach den allgemeinen Regeln in IEC 60068-1:2013, Anhang A, in Klimakategorien eingeteilt.

Die untere und die obere Kategorietemperatur und die Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant, müssen aus den folgenden Angaben ausgewählt werden.

- untere Kategorietemperatur: -55 °C, -40 °C, -25 °C, -10 °C und +10 °C;
- obere Kategorietemperatur: +70 °C, +85 °C, +100 °C, +125 °C und +150 °C;
- Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant (40 °C, 93 % rel. LF): 4, 10, 21 und 56 Tage.

Die Schärfegrade für die Prüfungen Kälte und Trockene Wärme sind die untere bzw. obere Kategorietemperatur.

ANMERKUNG Der Widerstand gegen Feuchtigkeit, der sich aus der obigen Klimakategorie ergibt, bezieht sich für die oberflächenmontierbaren Kondensatoren auf den unmontierten Zustand. Die klimatischen Eigenschaften der Kondensatoren nach der Befestigung hängen in hohem Maße von dem Trägermaterial, der Befestigungsart (siehe 4.4) und einer Endumhüllung ab.

2.2 Bevorzugte Bemessungswerte

2.2.1 Bemessungstemperatur (T_R)

Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben, ist die Bemessungstemperatur gleich der oberen Kategorietemperatur für Kondensatoren, deren obere Kategorietemperatur 125 °C nicht überschreitet.

2.2.2 Bemessungsspannung (U_R)

Die Vorzugswerte der Bemessungsspannung entsprechen den Normwerten der Reihe R5 nach ISO 3. Werden weitere Werte benötigt, müssen sie der Reihe R10 entnommen werden.

Die Summe der Gleichspannung und des Scheitelwerts der Wechselspannung oder der Spitze-Spitze-Wert der Wechselspannung (der größere Wert gilt) am Kondensator darf die Bemessungsspannung nicht überschreiten.

2.2.3 Kategoriespannung (U_C)

Für Kondensatoren, deren obere Kategorietemperatur 125 °C nicht überschreitet, ist die Kategoriespannung gleich der Bemessungsspannung. Für Kondensatoren mit einer oberen Kategorietemperatur von mehr als 125 °C oder für Hochspannungskondensatoren mit Bemessungsspannungen über 500 V müssen von der Bemessungsspannung abweichende Kategoriespannungen in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Tabelle 1 enthält Vorzugswerte der Kategoriespannung bei einer oberen Kategorietemperatur von 125 °C für Kondensatoren hoher Volumenkapazität mit einer Bemessungsspannung bis einschließlich 16 V und einer Bemessungstemperatur von 85 °C.

Tabelle 1 – Vorzugswerte von Kategoriespannungen

U_R	V	2,5	4	6,3	10	16
U_C	V	1,6	2,5	4	6,3	10
ANMERKUNG Die Werte von U_C sind wie folgt berechnet: $U_C = 0,63 \times U_R$						

2.2.4 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität und zugehörige Grenzabweichungen

2.2.4.1 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität

Die Nennwerte der Kapazität müssen den Reihen nach IEC 60063 entnommen werden; bevorzugt werden die Reihen E3, E6 und E12.

2.2.4.2 Bevorzugte Grenzabweichungen der Nennkapazität

Siehe Tabelle 2.

Tabelle 2 – Bevorzugte Grenzabweichungen

Bevorzugte Reihen	Grenzabweichung %	Kennbuchstabe
E3 und E6	-20/+80	Z
	-20/+50	S
E6	±20	M
E6 und E12	±10	K

2.2.5 Temperaturcharakteristik der Kapazität

In Tabelle 3 sind Vorzugswerte der Temperaturcharakteristik von Kondensatoren mit und ohne anliegende Gleichspannung mit einem Kreuz gekennzeichnet (X). Sie enthält ferner Kennbuchstaben für die Unterklasse; so wird zum Beispiel ein Dielektrikum mit einer Änderung von ±20 % ohne angelegte Gleichspannung über einen Temperaturbereich von -55 °C bis +125 °C als Dielektrikum der Klasse 2C1 bezeichnet.

Der Temperaturbereich für eine bestimmte Temperaturcharakteristik des Dielektrikums ist gleich dem Kategorietemperaturbereich.

Tabelle 3 – Temperaturcharakteristik der Kapazität

Kennbuchstabe für Unterklasse	Größte Änderung des Kapazitätswertes im Kategorietemperaturbereich, bezogen auf den Kapazitätswert bei 20 °C mit und ohne angelegte Gleichspannung %		Kategorietemperaturbereich und zugehörige Kennziffer					
			-55/+150	-55/+125	-55/+85	-40/+85	-25/+85	+10/+85
	ohne angelegte Gleichspannung	mit angelegter Gleichspannung (ANMERKUNG 1)	C	C	C	C	C	C
			0	1	2	3	4	6
2B	±10	Die Anforderungen sind in der Bauartspezifikation festgelegt.			x	x	x	
2C	±20			x	x	x		
2D	+20/-30			x			x	
2E	+22/-56				x	x	x	x
2F	+30/-80				x	x	x	x
2R	±15		x	x	x		x	
Bei einer Kategorietemperatur über 125 C sollten die Grenzwerte der Kapazitätsänderung mit und ohne anliegende Gleichspannung in der Bauartspezifikation festgelegt werden.								
ANMERKUNG 1 Die anliegende Gleichspannung ist entweder die Bemessungsspannung oder die in der Bauartspezifikation festgelegte Spannung.								
ANMERKUNG 2 „x“ bedeutet bevorzugt.								

ANMERKUNG Zur Bezugstemperatur von 25 °C siehe die zur Information dienenden Angaben in Anhang C.

2.2.6 Maße

In Anhang A werden Regeln für die Festlegung und Kodierung von Maßen vorgeschlagen.

Einzelmaße müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden.

3 Qualitätsbewertungsverfahren

3.1 Primäre Fabrikationsstufe

Die primäre Fabrikationsstufe ist der erste gemeinsame Brand von Elektroden und Keramikkörpern.

3.2 Baulich ähnliche Bauelemente

Kondensatoren werden als baulich ähnlich angesehen, wenn sie nach gleichartigen Herstellungsverfahren und aus gleichartigen Werkstoffen gefertigt sind, auch wenn ihre Gehäusegrößen und Werte verschieden sind.

3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen

Die nach IEC 60384-1:2016, Abschnitt Q.1.5 geforderten Angaben müssen zur Verfügung gestellt werden, wenn dies in der Bauartspezifikation vorgeschrieben und vom Kunden verlangt wird. Von den nach der Dauerprüfung ermittelten Werten müssen auf Verlangen angegeben werden: Kapazitätsänderung, Verlustfaktor δ und der Isolationswiderstand.

3.4 Bauartanerkennung

3.4.1 Allgemeines

Die Verfahren für die Bauartanerkennungsprüfungen sind in IEC 60384-1:2016, Abschnitt Q.2 angegeben.

Der nach dem Verfahren der losweisen und periodischen Prüfungen anzuwendende Prüfplan für die Bauartanerkennung ist in 3.5 angegeben. Das Verfahren mit fester Stichprobengröße ist nachstehend in 3.4.2 und 3.4.3 beschrieben.

3.4.2 Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße

Das Verfahren mit fester Stichprobengröße ist in IEC 60384-1:2016, Q.2.4 beschrieben. Die Stichprobe muss den Bereich der Kondensatoren repräsentieren, für den die Bauartanerkennung beantragt wird. Es muss jedoch nicht notwendigerweise der vollständige Bereich sein, der von der Bauartspezifikation abgedeckt ist.

Für jede Temperaturcharakteristik muss die Stichprobe aus Kondensatoren der größten und kleinsten Baugröße bestehen und für jede dieser Baugrößen den jeweils größten Kapazitätswert für die höchste und niedrigste Bemessungsspannung aus der Reihe der Bemessungsspannungen enthalten, für die die Bauartanerkennung beantragt wird. Sind mehr als vier Bemessungsspannungen gegeben, muss auch eine mittlere Bemessungsspannung geprüft werden. Für die Bauartanerkennung eines Bereiches ist somit die Prüfung von vier bzw. sechs Werten (Kombinationen aus Kapazitätswerten/Bemessungsspannungen) je Temperaturcharakteristik erforderlich. Wenn der Gesamtbereich weniger als vier Werte umfasst, muss die Anzahl der Prüflinge der für vier Werte geforderten Anzahl entsprechen.

Bei Anwendung der Bewertungsstufe EZ sind zusätzliche Prüflinge für folgende Zwecke zulässig:

Zwei (bei sechs Werten) oder drei (bei vier Werten) je Wert dürfen als Ersatz für nicht konforme Prüflinge, die dem Hersteller nicht zur Last zu legen sind, verwendet werden.

Die in Gruppe 0 angegebenen Prüflingsstückzahlen gelten für den Fall, dass alle Gruppen zu prüfen sind. Ist das nicht der Fall, dürfen die Stückzahlen entsprechend vermindert werden.

Wenn der Prüfplan für die Bauartanerkennung zusätzliche Gruppen enthält, müssen die für Gruppe 0 geforderten Prüflingsstückzahlen um die für die zusätzlichen Gruppen benötigten Prüflinge ergänzt werden.

Tabelle 4 enthält die Prüflingsstückzahlen für jede Gruppe oder Untergruppe sowie die zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente für die Bauartanerkennungsprüfung.

3.4.3 Prüfungen

Für die Anerkennung der Kondensatoren nach einer Bauartspezifikation werden alle in den Tabelle 4 und Tabelle 5 enthaltenen Prüfungen verlangt. Die Prüfungen jeder Gruppe müssen in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden.

Die gesamte Stichprobe muss zunächst den Prüfungen der Gruppe 0 unterzogen und danach auf die anderen Gruppen aufgeteilt werden.

Die bei den Prüfungen der Gruppe 0 ermittelten nicht konformen Prüflinge dürfen nicht für die anderen Gruppen verwendet werden.

Als „ein nicht konformes Bauelement“ wird gewertet, wenn ein Prüfling entweder alle oder einen Teil der Prüfungen einer Gruppe nicht bestanden hat.

Die Anerkennung wird erteilt, wenn die Anzahl der nicht konformen Bauelemente null beträgt.

Die Tabellen 4 und 5 bilden zusammen den Prüfplan mit fester Stichprobengröße. Tabelle 4 enthält für die verschiedenen Prüfungen oder Prüfgruppen die Einzelheiten für die Bildung der Stichproben und die zulässigen nicht konformen Bauelemente. Tabelle 5, zusammen mit den Einzelheiten zu den Prüfungen in Abschnitt 4, enthält sämtliche Prüfbedingungen und Anforderungen und gibt an, wo die Bauartspezifikation zusätzliche Angaben, z. B. zur Auswahl der Prüfverfahren oder -bedingungen, machen muss.

Im Prüfplan mit fester Stichprobengröße müssen die Prüfbedingungen und die Anforderungen die gleichen sein wie in der Bauartspezifikation für die Qualitäts-Konformitätsprüfung.

Tabelle 4 – Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung – Bewertungsstufe EZ

Gruppe Nr.	Prüfung	Abschnitt in dieser Spezifikation	Anzahl der Prüflinge n^e	Zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente c
0	Sichtprüfung Maße Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand Spannungsfestigkeit Zusätzliche Prüflinge	4.5 4.5 4.6.1 4.6.2 4.6.3 4.6.4 12	132+24 ^f 12	0
1A	Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse ^g Lötwärmebeständigkeit Lösemittelbeständigkeit des Bauelements ^b	4.16 4.10 4.17	12	0
1B	Impedanz ^b Ersatzserienwiderstand [ESR] ^b Lötbarkeit Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung ^b	4.6.5 4.6.6 4.11 4.18	12	0
2	Trägerbiegeprüfung ^d	4.9	12	0
3 ^a	Montage Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand Spannungsfestigkeit	4.4 4.5 4.6.1 4.6.2 4.6.3 4.6.4	84+24 ^f	0 ^c
3.1	Scherprüfung ^h Rascher Temperaturwechsel Reihenfolge klimatischer Prüfungen	4.8 4.12 4.13	24	0
3.2	Feuchte Wärme, konstant	4.14	24	0
3.3	Dauerprüfung	4.15	36	0
3.4	Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung ^b	4.19	24 ^f	0
4	Temperaturcharakteristik der Kapazität	4.7	12	0
^a Die Werte dieser Messungen dienen als Anfangswerte für die Prüfungen der Gruppe 3. ^b Falls in der Bauartspezifikation verlangt. ^c Die Prüflinge, an denen nach der Befestigung Ausfälle aufgetreten sind, dürfen nicht für die Berechnung der bei den nachfolgenden Prüfungen zulässigen nicht konformen Bauelemente verwendet werden. Sie müssen durch Ersatzprüflinge ersetzt werden. ^d Nicht zutreffend für Kondensatoren, die nach den Angaben in der Bauartspezifikation nur auf Aluminiumoxidsubstrat montiert werden dürfen. ^e Kombinationen aus Kapazität und Spannungswerten, siehe 3.4.2. ^f Zusätzliche Kondensatoren, wenn Gruppe 3.4 geprüft wird. ^g Zutreffend für Kondensatoren mit Flachdrahtanschlüssen. ^h Nicht zutreffend für Kondensatoren mit Flachdrahtanschlüssen.				

Tabelle 5 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (1 von 4)

Abschnittsnummer und Prüfung (siehe ANMERKUNG 1)	D oder ND	Prüfbedingungen (siehe ANMERKUNG 1)	Anzahl der Prüflinge (n) und Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen (siehe ANMERKUNG 1)
GRUPPE 0	ND		Siehe Tabelle 4	
4.5 Sichtprüfung				Wie in 4.5.3 Kennzeichnung lesbar und wie in der Bauartspezifikation festgelegt Siehe Bauartspezifikation
4.5 Maße (Einzelmaße)				
4.6.1 Kapazität		Frequenz: Hz Messspannung: V (Effektivwert)		Innerhalb der festgelegten Grenzabweichung
4.6.2 Verlustfaktor ($\tan \delta$)		Frequenz- und Messspannung wie in 4.6.1		Wie in 4.6.2.3
4.6.3 Isolationswiderstand		siehe Bauartspezifikation		Wie in 4.6.3.4
4.6.4 Spannungsfestigkeit		siehe Bauartspezifikation		Kein Durchschlag oder Überslag
GRUPPE 1A	D		Siehe Tabelle 4	
4.16 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse (falls zutreffend)		Prüfung U_{a1} , Kraft: 2,5 N Prüfung U_b , Verfahren 1, Kraft: 2,5 N Anzahl der Biegungen: 1 Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
4.10.3 Anfangsmessung		Kapazität		
4.10 Lötlösbarkeit		Besondere Vorbehandlung wie in 4.2 siehe Bauartspezifikation Nachbehandlung: (24 ± 2) h		
4.10.6 Endmessung		Sichtprüfung Kapazität		Wie in 4.10.6 Wie in 4.10.6
4.17 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls verlangt)		Lösemittel: Lösemitteltemperatur: Verfahren 2 Nachbehandlung: ...		Siehe Bauartspezifikation
GRUPPE 1B	D		Siehe Tabelle 4	
4.6.5 Impedanz (falls verlangt)		Frequenz: 100 kHz		Siehe Bauartspezifikation
4.6.6 ESR (falls verlangt)		Frequenz: 100 kHz		Siehe Bauartspezifikation
4.11 Lötbarkeit		siehe Bauartspezifikation		
4.11.4 Endmessungen		Sichtprüfung		Wie in 4.11.4

Tabelle 5 (2 von 4)

Abschnittsnummer und Prüfung (siehe ANMERKUNG 1)	D oder ND	Prüfbedingungen (siehe ANMERKUNG 1)	Anzahl der Prüflinge (n) und Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen (siehe ANMERKUNG 1)
4.18 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung ^a (falls verlangt)		Lösemittel: ... Lösemitteltemperatur: Verfahren 1 Reibwerkstoff: Watte Nachbehandlung: ...		Kennzeichnung lesbar
GRUPPE 2	D		Siehe Tabelle 4	
4.9 Trägerbiegeprüfung		Biegetiefe: ... Anzahl der Biegungen: ...		Siehe Bauartspezifikation
4.9.2 Anfangsmessung		Kapazität		$ \Delta C / C \leq 10\%$
4.9.3 Endprüfung		Kapazität (bei Durchbiegung der Leiterplatte) Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
GRUPPE 3	D		Siehe Tabelle 4	
4.4 Montage		Substratmaterial: ... ^b Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand Spannungsfestigkeit		Wie in 4.5.3 Innerhalb der festgelegten Grenzwerte Wie in 4.6.2.3 Wie in 4.6.3.4 Kein Durchschlag oder Überslag
GRUPPE 3.1	D		Siehe Tabelle 4	
4.8 Scherprüfung		Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
4.12.3 Anfangsmessung		Kapazität		
4.12 Rascher Temperaturwechsel		Besondere Vorbehandlung wie in 4.2 T_A = Untere Kategorie-temperatur T_B = Obere Kategorie-temperatur Fünf Zyklen Dauer t_1 = 30 min Nachbehandlung: (24 ± 2) h		
4.12.6 Endmessungen		Sichtprüfung Kapazität		Keine sichtbaren Schäden $\Delta C / C$: wie in 4.12.6
4.13 Reihenfolge klimatischer Prüfungen		Besondere Vorbehandlung wie in 4.2		
4.13.3 Anfangsmessung		Kapazität		

Tabelle 5 (3 von 4)

Abschnittsnummer und Prüfung (siehe ANMERKUNG 1)	D oder ND	Prüfbedingungen (siehe ANMERKUNG 1)	Anzahl der Prüflinge (n) und Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen (siehe ANMERKUNG 1)
4.13.4 Trockene Wärme 4.13.5 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus 4.13.6 Kälte 4.13.7 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, verbleibende Zyklen		Temperatur: Obere Kategorietemperatur. Dauer: 16 h Temperatur: untere Kategorietemperatur; Dauer: 2 h Sichtprüfung Nachbehandlung: (24 ± 2) h		Keine sichtbaren Schäden
4.13.8 Endmessungen		Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand		Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $\Delta C/C$: wie in 4.13.8 Wie in 4.13.8 Wie in 4.13.8
GRUPPE 3.2 4.14 Feuchte Wärme, konstant 4.14.3 Anfangsmessung 4.14.6 Endmessungen	D	Besondere Vorbehandlung wie in 4.2 Kapazität Nachbehandlung: (24 ± 2) h Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 4	Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $\Delta C/C$: wie in 4.14.6 Wie in 4.14.6 Wie in 4.14.6
GRUPPE 3.3 4.15 Dauerprüfung 4.15.3 Anfangsmessung	D	Besondere Vorbehandlung wie in 4.2 Dauer: h Temperatur: C Spannung: V Kapazität Nachbehandlung: (24 ± 2) h	Siehe Tabelle 4	

Tabelle 5 (4 von 4)

Abschnittsnummer und Prüfung (siehe ANMERKUNG 1)	D oder ND	Prüfbedingungen (siehe ANMERKUNG 1)	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen (siehe ANMERKUNG 1)
4.15.6 Endmessungen		Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand		Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $\Delta C/C$: wie in 4.15.6 Wie in 4.15.6 Wie in 4.15.6
GRUPPE 3.4 4.19 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (falls verlangt) 4.19.2 Anfangsmessung 4.19.5 Endmessung	D	Dauer: h Temperatur: (85 ± 2) °C Luftfeuchte: (85 ± 3) % RH Isolationswiderstand Nachbehandlung: (24 ± 2) h Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 4	Wie in 4.19.2 Wie in 4.19.5
GRUPPE 4 4.7 Temperatur- charakteristik der Kapazität	ND	Besondere Vorbehandlung wie in 4.2	Siehe Tabelle 4	$\Delta C/C$ wie in 4.7.3
ANMERKUNG 1 Die Abschnittsnummern für Prüfungen und Anforderungen beziehen sich auf Abschnitt 4.				
ANMERKUNG 2 In dieser Tabelle bedeuten: D = zerstörend, ND = zerstörungsfrei.				
^a Diese Prüfung kann an oberflächenmontierbaren Kondensatoren auf Substraten durchgeführt werden. ^b Wenn in den einzelnen Untergruppen verschiedene Substrate verwendet werden, muss die Bauartspezifikation angeben, welches Substrat in welcher Untergruppe zu verwenden ist.				

3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung

3.5.1 Bildung von Prüflösen

3.5.1.1 Prüfungen der Gruppen A und B

Diese Prüfungen müssen losweise durchgeführt werden.

Der Hersteller darf aus der laufenden Fertigung Prüflöse zusammenstellen, wobei die folgenden Vorkehrungen zu beachten sind:

- 1) Das Prüflös muss aus baulich ähnlichen Kondensatoren bestehen (siehe 3.2).
- 2a) Die zu prüfende Stichprobe muss die im Prüflös vorkommenden Werte und Maße repräsentieren:
 - entsprechend ihrer Anzahl;
 - mit mindestens 5 Prüflingen je Wert.
- 2b) Wenn in der Stichprobe weniger als 5 Stück von jedem Wert enthalten sind, muss die Stichprobenentnahme zwischen dem Hersteller und der Zertifizierungsstelle (CB) vereinbart werden.

3.5.1.2 Prüfungen der Gruppe C

Diese Prüfungen müssen periodisch durchgeführt werden.

Die Stichproben müssen die laufende Fertigung der festgelegten Perioden repräsentieren und in kleine, mittlere und große Baugrößen aufgeteilt werden. Um den Bereich der Bauartanerkennungen abzudecken, muss in jeder Periode eine Spannung aus jeder Gruppe von Baugrößen geprüft werden. In weiteren Perioden müssen andere Baugrößen und/oder Bemessungsspannungen aus laufender Fertigung geprüft werden, so dass schließlich der gesamte Bereich erfasst wird.

3.5.2 Prüfplan

Der Prüfplan für die losweisen und periodischen Prüfungen für die Qualitäts-Konformitätsprüfungen ist in Abschnitt 2, des Vordrucks für Bauartspezifikation enthalten.

3.5.3 Verzögerte Auslieferung

Wenn nach den Verfahren in IEC 60384-1:2016, Abschnitt Q.1.7 Prüfungen wiederholt werden müssen, muss nach den Festlegungen für die Prüfungen in Gruppe A und Gruppe B die Lötbarkeit geprüft und die Kapazität gemessen werden.

3.5.4 Bewertungsstufen

Die im Vordruck für Bauartspezifikation anzugebende(n) Bewertungsstufe(n) sollte (sollten) vorzugsweise aus den folgenden Tabelle 6 und Tabelle 7 ausgewählt werden.

Tabelle 6 – Losweise Prüfungen

Prüfgruppe ^d	EZ		
	IL	n ^a	c ^a
A0	100 %^b		
A1	S-4	c	0
A2	S-3	c	0
B1	S-3	c	0
B2	S-2	c	0

^a IL = Prüfniveau
n = Stichprobengröße
c = zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente

^b Die Prüfung muss nach der Entnahme der nichtkonformen Bauelemente durch 100%-Prüfung während des Fertigungsprozesses durchgeführt werden. Unabhängig davon, ob das Los angenommen wurde oder nicht, müssen alle für die Probenprüfung vorgesehenen Proben geprüft werden, um den Durchschlupf der nicht konformen Bauelemente je Million ($\times 10^{-6}$) zu überwachen.
Das Stichprobenniveau muss vom Hersteller vorzugsweise nach IEC 61193-2:2007, Anhang A festgelegt werden.
Wenn in einer Stichprobe ein oder mehrere nicht konforme Bauelemente auftreten, muss dieses Los zurückgewiesen werden, aber alle nicht konformen Bauelemente müssen bei der Berechnung der Werte für die Qualitätslage gezählt werden. Die Werte für den Durchschlupf der nicht konformen Bauelemente je Million ($\times 10^{-6}$) müssen durch Aufsummieren der Prüfdaten nach der in IEC 61193-2:2007, 6.2, angegebenen Methode berechnet werden.

^c Zu prüfende Anzahl: Die Stichprobengröße muss nach IEC 61193-2:2007, 4.3.2, festgelegt werden.

^d Die Inhalte der Prüfuntergruppen sind in Abschnitt 2 des entsprechenden Vordrucks für Bauartspezifikation beschrieben.

Tabelle 7 – Periodische Prüfungen

Prüfuntergruppe ^b	EZ		
	p^a	n^a	c^a
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3.1	6	27	0
C3.2	6	15	0
C3.3	3	15	0
C3.4 ^c	6	15	0
C4	6	9	0
^a p = Periodizität in Monaten n = Stichprobengröße c = zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente ^b Die Inhalte der Prüfuntergruppen sind in Abschnitt 2 des entsprechenden Vordrucks für Bauartspezifikation beschrieben. ^c Falls verlangt.			

4 Prüf- und Messverfahren

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt ergänzt die Angaben in IEC 60384-1:2016, Abschnitt 4.

4.2 Besondere Vorbehandlung

Wenn in dieser Rahmenspezifikation die besondere Vorbehandlung vor einer Prüfung oder Prüffolge verlangt wird, muss sie, soweit in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, unter folgenden Bedingungen durchgeführt werden.

Der Kondensator wird 1 h bei der oberen Kategorietemperatur oder einer höheren Temperatur nach Festlegung der Bauartspezifikation gelagert; darauf folgen (24 ± 1) h Nachbehandlung im Normalklima für Prüfungen.

ANMERKUNG Kondensatoren verringern ihre Kapazität mit der Zeit kontinuierlich nach einem logarithmischen Gesetz (Dieses Verhalten wird Altern genannt.). Wenn der Kondensator jedoch auf eine Temperatur oberhalb des Curiepunktes seines Dielektrikums erwärmt wird, findet eine „Entalterung“ statt. Das heißt, der Kapazitätsverlust durch „Altern“ wird rückgängig gemacht und das „Altern“ beginnt jetzt von Neuem mit der Abkühlung des Kondensators. Zweck dieser Vorbehandlung ist es, den Kondensator unabhängig von seiner Vorgeschichte in einen definierten Zustand zu bringen. (Siehe Abschnitt B.4 zu weiteren Informationen).

4.3 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.2.1.

4.4 Montage

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.33.

4.5 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

4.5.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.4, mit folgenden Einzelheiten.

4.5.2 Sichtprüfung

Die Sichtprüfung muss mit einer geeigneten Einrichtung und etwa 10-facher Vergrößerung durchgeführt werden, wobei eine Beleuchtung zu verwenden ist, die für Prüfling und Prüfschärfe geeignet ist.

Dem Prüfer sollten Beleuchtungseinrichtungen für Auflicht oder Durchlicht sowie geeignete Messeinrichtungen zur Verfügung stehen.

4.5.3 Anforderungen

4.5.3.1 Allgemeines

Die Bauart- oder Herstellerspezifikation kann für die nachfolgenden Anforderungen Zahlenwerte vorschreiben.

4.5.3.2 Anforderungen an die Keramik

Die Anforderungen an die Keramik sind wie folgt:

- a) Der Kondensator darf keine Risse oder Spalten aufweisen. Ausgenommen sind kleine Beschädigungen an der Oberfläche, welche das Betriebsverhalten des Kondensators nicht beeinträchtigen. (Beispiele: siehe Bild 1 und Bild 2.)



Bild 1 – Fehler: Riss oder Spalte

ANMERKUNG Risse oder Spalten auf einer Fläche oder über eine Kante verlaufend.

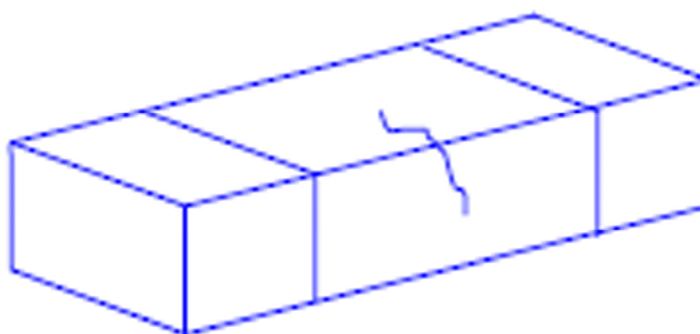
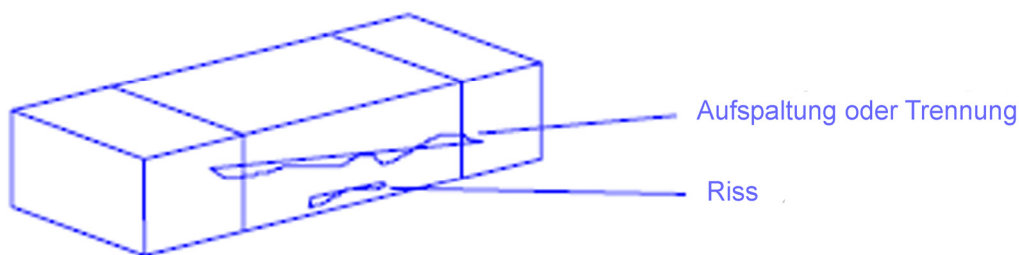
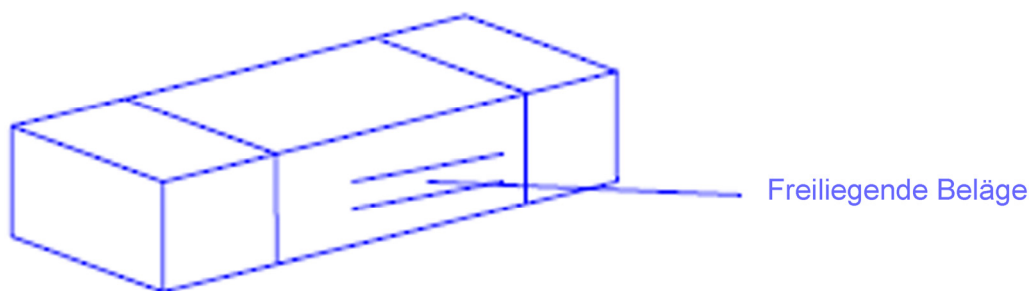


Bild 2 – Fehler: Riss oder Spalte

- b) Der Kondensator darf keine Aufspaltung oder Trennung zwischen den Lagen aufweisen (siehe Bild 3).

**Bild 3 – Aufspaltung oder Trennung**

- c) Der Kondensator darf keine freiliegenden metallenen Beläge zwischen den Anschlüssen aufweisen (siehe Bild 4).

**Bild 4 – Freiliegende Beläge**

- d) Der keramische Körper muss innerhalb einer zentralen Fläche zwischen zwei gegenüberliegenden Anschlüssen auf einer Länge, welche dem Mindestabstand dieser Anschlüsse entspricht, frei von leitfähigen Verunreinigungen sein (Metallisierung, Verzinnung) (Anhang A, Maß L4).

4.5.3.3 Anforderungen an die Metallisierung

Die Anforderungen an die Keramik sind wie folgt:

- Der Kondensator darf keine Ablösung der aufmetallisierten Anschlüsse erkennen lassen, Elektroden dürfen nicht freiliegen (Bild 4).
- Die Hauptflächen (siehe Bild 5) sind mit A, B und C gekennzeichnet.

Bei Kondensatoren mit quadratischem Querschnitt gelten D und E ebenfalls als Hauptflächen.

Löcher in der Metallisierung auf einer Hauptfläche dürfen höchstens 15 % der Hauptfläche einnehmen; diese Löcher dürfen nicht auf einer Stelle konzentriert sein. Die Löcher in der Metallisierung dürfen nicht die zwei Hauptkanten an jedem Ende des Körpers berühren (oder die vier Kanten bei Körpern mit quadratischem Querschnitt). Die Kontaktflächen dürfen nicht über eine Länge von mehr als 25 % der jeweiligen Kante aufgelöst (abgelegt) sein.

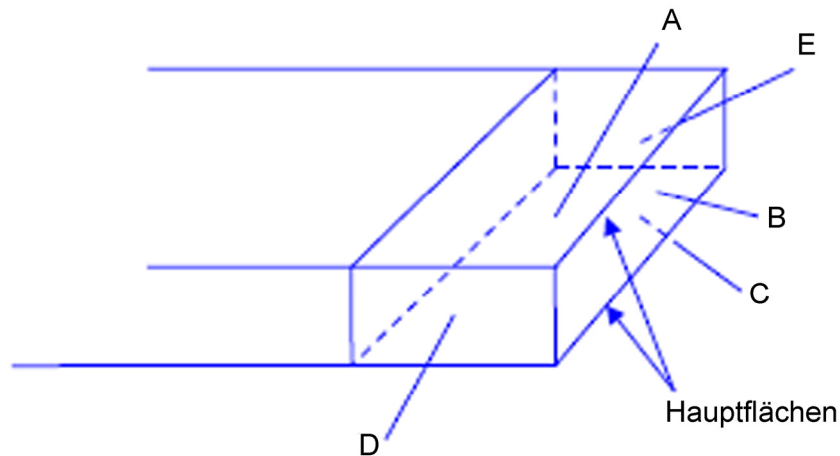


Bild 5 – Hauptflächen

4.6 Elektrische Prüfungen

4.6.1 Kapazität

4.6.1.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.7, mit folgenden Einzelheiten.

4.6.1.2 Messbedingungen

Siehe Tabelle 8, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Tabelle 8 – Messbedingungen

Nennkapazität	Bemessungs- spannung U_R	Frequenz	Messspannung V (Effektivwert).	Schiedsspannung V (Effektivwert)
$C_N < 100 \text{ pF}$	a	1 MHz	$1,0 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,02$
$100 \text{ pF} \leq C_N \leq 10 \text{ }\mu\text{F}$	$U_R > 6,3 \text{ V}$	1 kHz	$1,0 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,02$
	$U_R \leq 6,3 \text{ V}$	1 kHz	$0,5 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,02$
$C_N > 10 \text{ }\mu\text{F}$	a	100 Hz oder 120 Hz	$0,5 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,02$
^a Alle Bemessungsspannungen (U_R).				

4.6.1.3 Anforderungen

Der an nicht montierten Kondensatoren gemessene Kapazitätswert muss innerhalb der festgelegten Grenzwerte des Bemessungswertes liegen.

Der an montierten Kondensatoren gemessene Kapazitätswert in Gruppe 3 wird nur als Bezugswert für nachfolgende Prüfungen verwendet.

Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, muss die Kapazität für Schiedsmessungen dem auf eine Alterung von 1 000 h extrapolierten Wert entsprechen (zur Erläuterung siehe Anhang B). Soll eine von 1 000 h abweichende Alterung angewendet werden, kann dies in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

4.6.2 Verlustfaktor ($\tan \delta$)

4.6.2.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.8, mit folgenden Einzelheiten.

4.6.2.2 Messbedingungen

Die Messbedingungen sind die gleichen wie in 4.6.1. Die Messunsicherheit des Messgeräts darf 1×10^{-3} nicht überschreiten.

4.6.2.3 Anforderungen

Der an nicht montierten Kondensatoren gemessene Verlustfaktor darf die Werte in Tabelle 9 nicht überschreiten.

Tabelle 9 – Grenzwerte für den Verlustfaktor

Bemessungs- spannung U_R	Unterklasse	Verlustfaktor %
$U_R \geq 10 \text{ V}$	Alle Unterklassen	Nicht größer als 0,035 oder der in der Bauartspezifikation angegebene Wert
$U_R < 10 \text{ V}$	2B, 2C, 2R	0,1
	2D, 2E	0,15
	2F	0,2
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 2.2.5.		

Der an montierten Kondensatoren gemessene Verlustfaktor in Gruppe 3 wird nur als Bezugswert für nachfolgende Prüfungen verwendet.

4.6.3 Isolationswiderstand

4.6.3.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.5, mit folgenden Einzelheiten.

4.6.3.2 Vorbereitung für die Prüfung

Vor der Prüfung muss der Kondensator durch sorgfältiges Reinigen von jeder Verschmutzung befreit werden.

In der Prüfkammer und bei den anschließenden Messungen muss auf Sauberkeit geachtet werden. Vor den Messungen muss der Kondensator vollständig entladen werden. Der Isolationswiderstand zwischen den Anschlüssen muss gemessen werden.

4.6.3.3 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.5.2, mit folgenden Einzelheiten.

Die Messspannung darf einen beliebigen Wert von höchstens U_R haben. Die Schiedsspannung ist U_R für einen Kondensator mit einer Bemessungsspannung kleiner oder gleich 1 kV. Für $U_R > 1 \text{ kV}$ ist die Schiedsspannung 1 kV.

Der Isolationswiderstand (R_i) muss gemessen werden, nachdem die Spannung für $(60 \pm 5) \text{ s}$ angelegen hat.

Bei losweisen Prüfungen (Gruppe A) darf die Prüfung nach kürzerer Zeit abgebrochen werden, wenn der verlangte Wert des Isolationswiderstandes erreicht ist.

Das Produkt aus Innenwiderstand der Spannungsquelle und Nennkapazität des Kondensators darf nicht größer sein als 1 s, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Der Ladestrom darf 0,05 A nicht überschreiten. Bei Kondensatoren mit einer Bemessungsspannung von 1 kV oder größer darf die Bauartspezifikation einen niedrigeren Grenzwert vorschreiben.

4.6.3.4 Anforderungen

Der Isolationswiderstand muss den folgenden Anforderungen entsprechen.

$C_N \leq 25 \text{ nF}$	$R_i \geq 4\,000 \text{ M}\Omega$
$C_N > 25 \text{ nF}$	$R_i \times C_N \geq 100 \text{ s}$

4.6.4 Spannungsfestigkeit

4.6.4.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.6, mit folgenden Einzelheiten.

4.6.4.2 Prüfbedingungen

Das Produkt aus R_1 und der Nennkapazität des zu prüfenden Kondensators C_X muss kleiner oder gleich 1 s sein.

ANMERKUNG R_1 ist ein Ladewiderstand, bei dem der Innenwiderstand der Spannungsquelle einbezogen ist. Siehe IEC 60384-1:2016, 4.6.2.

Der Ladestrom darf 0,05 A nicht übersteigen.

Bei Kondensatoren mit einer Bemessungsspannung von 1 kV oder größer darf die Bauartspezifikation einen niedrigeren Grenzwert vorschreiben. Um die Kondensatoren vor Oberflächenüberschlägen zu schützen, darf die Prüfung in einem geeigneten Medium durchgeführt werden.

4.6.4.3 Prüfspannungen

Zwischen den in IEC 60384-1:2016, 4.6.3 und Tabelle 3, angegebenen Messpunkten müssen die Spannungen nach Tabelle 10 für 1 min bei der Bauartanerkennungsprüfung und für 1 s bei den losweisen Prüfungen im Rahmen der Qualitäts-Konformitätsprüfung angelegt werden.

Tabelle 10 – Prüfspannungen

Bemessungsspannung V	Prüfspannung V
$U_R \leq 100$	$2,5 U_R$
$100 < U_R \leq 200$	$1,5 U_R + 100$
$200 < U_R \leq 500$	$1,3 U_R + 100$
$500 < U_R < 1\,000$	$1,3 U_R$
$U_R \geq 1\,000$	$1,2 U_R$

4.6.4.4 Anforderungen

Während der Prüfung darf kein Durch- oder Überschlag auftreten.

4.6.5 Impedanz (falls in der Bauartspezifikation verlangt)

4.6.5.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.10, mit folgenden Einzelheiten.

4.6.5.2 Messbedingungen

Messfrequenz: 100 kHz $\pm$ 10 %.

4.6.5.3 Anforderungen

Die Impedanz muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

4.6.6 Ersatzserienwiderstand [ESR] (falls in der Bauartspezifikation verlangt)

4.6.6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.8.2, mit folgenden Einzelheiten.

4.6.6.2 Messbedingungen

Messfrequenz: 100 kHz $\pm$ 10 %.

4.6.6.3 Anforderungen

Der Ersatzserienwiderstand muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

4.7 Temperaturcharakteristik der Kapazität

4.7.1 Besondere Vorbehandlung

Siehe 4.2.

4.7.2 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.24.1, mit folgenden Einzelheiten.

Die Kondensatoren müssen im unmontierten Zustand sowie nach den in Tabelle 11 angegebenen Bedingungen gemessen werden.