

DIN EN IEC 60384-22



ICS 31.060.20

EntwurfEinsprüche bis 2024-03-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN IEC 60384-22:2019-09

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 22: Rahmenspezifikation –
Oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Festkondensatoren,
Klasse 2
(IEC 40/3056/CDV:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 60384-22:2023**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 22: Sectional specification –
Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 2
(IEC 40/3056/CDV:2023);
German and English version prEN IEC 60384-22:2023

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 40/3056/CDV:2023);
Version allemande et anglaise prEN IEC 60384-22:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-01-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument 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, Merianstraße 28, 63069 Offenbach am Main.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 113 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 60384-22:2023-06 „Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 22: Rahmenspezifikation – Oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Festkondensatoren, Klasse 2“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 40/3056/CDV:2023-06 „Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 22: Sectional specification – Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 2“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 60384-22:2023-06 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 IEC/TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur "JA/NEIN"-Entscheidungen möglich, wobei "NEIN"-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 611 „Kondensatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

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

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN IEC 60384-22:2019-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Dokument wurde vollständig neu gegliedert, um der ISO/IEC-Richtlinie, Teil 2, zu entsprechen und es nützlicher zu gestalten; Tabellen, Bilder und Verweisungen wurden entsprechend überarbeitet;

- b) die Anforderungen der Referenztemperatur 25 °C wurden in Tabelle 5, Tabelle 9, Tabelle 10, Tabelle 12, Tabelle 14 und Tabelle 17 hinzugefügt;
- c) die Tabelle der Temperaturcharakteristik der Kapazität für die Referenztemperatur 25 °C wurde in Tabelle C.1, Tabelle C.2 und Tabelle C.3 hinzugefügt;
- d) die Anforderung in 5.5.2 (Sichtprüfung) wurde in 5.9.3, 5.10.6, 5.11.4, 5.12.6, 5.13.8, 5.14.6 und 5.15.6 wiederholt;
- e) die Biegung D für sehr widerstandsfähige Ausführungen wurde zu 5.9.1 hinzugefügt;
- f) Anhang C wurde von informativ zu normative geändert;
- g) D.5 (Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung) wurde hinzugefügt, um den Vordruck für Bauartspezifikation IEC 60384-22-1 zurückzuziehen.

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

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen.....	9
3 Begriffe.....	9
4 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften.....	10
4.1 Bevorzugte Eigenschaften.....	10
4.2 Bevorzugte Bemessungswerte.....	11
4.2.1 Bemessungstemperatur (T_R).....	11
4.2.2 Bemessungsspannung (U_R).....	11
4.2.3 Categoriespannung (U_C).....	11
4.2.4 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität und zugehörige Grenzabweichungen.....	12
4.2.5 Temperaturcharakteristik der Kapazität.....	12
4.2.6 Maße.....	13
5 Prüf- und Messverfahren.....	13
5.1 Allgemeines.....	13
5.2 Besondere Vorbehandlung.....	13
5.3 Messbedingungen.....	13
5.4 Montage.....	13
5.5 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße.....	14
5.5.1 Allgemeines.....	14
5.5.2 Sichtprüfung.....	14
5.5.3 Anforderungen.....	14
5.6 Elektrische Prüfungen.....	16
5.6.1 Kapazität.....	16
5.6.2 Verlustfaktor ($\tan \delta$).....	16
5.6.3 Isolationswiderstand.....	17
5.6.4 Spannungsfestigkeit.....	18
5.6.5 Impedanz (falls in der Bauartspezifikation verlangt).....	19
5.6.6 Ersatzserienwiderstand [ESR] (falls in der Bauartspezifikation verlangt).....	19
5.7 Temperaturcharakteristik der Kapazität (Referenztemperatur von 20 °C).....	19
5.7.1 Besondere Vorbehandlung.....	19
5.7.2 Messbedingungen.....	19
5.7.3 Anforderungen.....	20
5.8 Scherprüfung.....	20
5.9 Trägerbiegeprüfung.....	20
5.9.1 Allgemeines.....	20

5.9.2	Anfangsmessung.....	21
5.9.3	Endprüfung.....	21
5.10	Lötwärmebeständigkeit.....	21
5.10.1	Allgemeines.....	21
5.10.2	Besondere Vorbehandlung.....	21
5.10.3	Anfangsmessung.....	21
5.10.4	Prüfbedingungen.....	21
5.10.5	Nachbehandlung.....	22
5.10.6	Endprüfung, Messungen und Anforderungen.....	22
5.11	Lötbarkeit.....	23
5.11.1	Allgemeines.....	23
5.11.2	Prüfbedingungen.....	23
5.11.3	Nachbehandlung.....	24
5.11.4	Endprüfung, Messungen und Anforderungen.....	24
5.12	Rascher Temperaturwechsel.....	24
5.12.1	Allgemeines.....	24
5.12.2	Besondere Vorbehandlung.....	25
5.12.3	Anfangsmessung.....	25
5.12.4	Anzahl der Zyklen.....	25
5.12.5	Nachbehandlung.....	25
5.12.6	Endprüfung, Messungen und Anforderungen.....	25
5.13	Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge).....	25
5.13.1	Allgemeines.....	25
5.13.2	Besondere Vorbehandlung.....	26
5.13.3	Anfangsmessung.....	26
5.13.4	Trockene Wärme.....	26
5.13.5	Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus.....	26
5.13.6	Kälte.....	26
5.13.7	Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen.....	26
5.13.8	Endprüfung, Messungen und Anforderungen.....	26
5.14	Feuchte Wärme, konstant.....	27
5.14.1	Allgemeines.....	27
5.14.2	Besondere Vorbehandlung.....	27
5.14.3	Anfangsmessung.....	27
5.14.4	Prüfbedingungen.....	28
5.14.5	Nachbehandlung.....	28
5.14.6	Endprüfung, Messungen und Anforderungen.....	28
5.15	Dauerprüfung.....	29
5.15.1	Allgemeines.....	29
5.15.2	Besondere Vorbehandlung.....	29

5.15.3	Anfangsmessung.....	29
5.15.4	Prüfbedingungen.....	29
5.15.5	Nachbehandlung.....	30
5.15.6	Endprüfung, Messungen und Anforderungen.....	30
5.16	Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse (nur für Kondensatoren mit Flachdrahtanschlüssen).....	31
5.16.1	Allgemeines.....	31
5.16.2	Prüfbedingungen.....	31
5.16.3	Endprüfung und Anforderungen.....	31
5.17	Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls verlangt).....	31
5.18	Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls verlangt).....	31
5.19	Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (falls verlangt).....	31
5.19.1	Allgemeines.....	31
5.19.2	Anfangsmessung.....	31
5.19.3	Beanspruchung.....	32
5.19.4	Nachbehandlung.....	32
5.19.5	Endmessungen.....	32
6	Aufschriften.....	32
6.1	Allgemeines.....	32
6.2	Angaben zur Kennzeichnung.....	33
6.3	Kennzeichnung auf dem Kondensatorkörper.....	33
6.4	Anforderungen an die Kennzeichnung.....	33
6.5	Kennzeichnung der Verpackung.....	33
6.6	Zusätzliche Kennzeichnung.....	33
7	Angaben in der Bauartspezifikation.....	33
7.1	Allgemeines.....	33
7.2	Umrisszeichnungen und Maße.....	34
7.3	Montage.....	34
7.4	Bemessungswerte und Eigenschaften.....	34
7.4.1	Allgemeines.....	34
7.4.2	Nennkapazitätsbereich.....	34
7.4.3	Besondere Eigenschaften.....	34
7.4.4	Löten.....	34
7.5	Aufschriften.....	34
8	Qualitätsbewertungsverfahren.....	35
8.1	Primäre Fabrikationsstufe.....	35
8.2	Baulich ähnliche Bauelemente.....	35
8.3	Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen.....	35
8.4	Bauartanerkennung.....	35
8.4.1	Allgemeines.....	35
8.4.2	Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße.....	35

8.4.3	Prüfungen.....	36
Anhang A (normativ) Regeln für die Festlegung und Kodierung der Maße von oberflächenmontierbaren Vielschichtkeramik-Festkondensatoren, Klasse 2.....		
		43
Anhang B (normativ) Alterung der Kapazität bei Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum der Klasse 2.....		
		45
B.1	Allgemeines.....	45
B.2	Gesetzmäßigkeit des Alterns der Kapazität.....	45
B.3	Messung des Kapazitätswertes und Grenzabweichung der Kapazität.....	46
B.4	Besondere Vorbehandlung (siehe 5.2).....	46
Anhang C (normativ) Temperaturcharakteristik der Kapazität von 25 °C.....		
		47
Anhang D (normativ) Qualitäts-Konformitätsprüfung.....		
		49
D.1	Bildung von Prüflosen.....	49
D.1.1	Prüfungen der Gruppen A und B.....	49
D.1.2	Prüfungen der Gruppe C.....	49
D.2	Prüfplan.....	49
D.3	Verzögerte Auslieferung.....	49
D.4	Bewertungsstufen.....	49
D.5	Prüfplan für die Qualitätskonformitätsprüfung.....	51
Anhang X (informativ) Querverweisung für Verweisung auf IEC 60384-22:2019.....		
		57
Literaturhinweise.....		
		59
Bilder		
Bild 1 – Fehler: Riss oder Spalte.....		14
Bild 2 – Fehler: Riss oder Spalte.....		14
Bild 3 – Trennung oder Delaminierung.....		15
Bild 4 – Freiliegende Elektroden.....		15
Bild 5 – Hauptflächen.....		15
Bild 6 – Temperaturprofil für das Aufschmelzlöten.....		22
Bild A.1 – Maße.....		43
Tabellen		
Tabelle 1 – Vorzugswerte von Categoriespannungen.....		11
Tabelle 2 – Bevorzugte Grenzabweichungen.....		12
Tabelle 3 – Temperaturcharakteristik der Kapazität.....		12
Tabelle 4 – Messbedingungen.....		16
Tabelle 5 – Grenzwerte für den Verlustfaktor.....		17
Tabelle 6 – Prüfspannungen.....		18
Tabelle 7 – Einzelheiten der Messbedingungen.....		19
Tabelle 8 – Aufschmelztemperaturprofile für Sn-Ag-Cu-Legierungen.....		22
Tabelle 9 – Größtwerte der Kapazitätsänderung.....		23
Tabelle 10 – Größtwerte der Kapazitätsänderung die Referenztemperatur von 20 °C.....		25
Tabelle 11 – Anzahl der Zyklen „Feuchte Wärme“.....		26

Tabelle 12 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen.....	27
Tabelle 13 – Prüfbedingungen für die Prüfung Feuchte Wärme, konstant.....	28
Tabelle 14 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen.....	28
Tabelle 15 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung ($U_C = U_R$).....	29
Tabelle 16 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung ($U_C \neq U_R$).....	30
Tabelle 17 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen der Dauerspannungsprüfung.....	30
Tabelle 18 – Anfangsanforderungen.....	32
Tabelle 19 – Beanspruchung.....	32
Tabelle 20 – Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung, Bewertungsstufe EZ.....	36
Tabelle 21 – Prüfplan für die Bauartanerkennung.....	38
Tabelle A.1 – Maße.....	43
Tabelle C.1 – Temperaturcharakteristik der Kapazität.....	47
Tabelle C.2 – Vorzugswerte der Temperaturcharakteristik der Kapazität mit und ohne anliegende Gleichspannung.....	48
Tabelle C.3 – Messbedingungen für die Temperaturcharakteristik der Kapazität bei einer Bezugstemperatur von 25 °C.....	48
Tabelle D.1 – Losweise Prüfung.....	50
Tabelle D.2 – Periodische Prüfung.....	50
Tabelle D.3 – Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung (losweise Prüfung).....	51
Tabelle D.4 – Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung (periodische Prüfung).....	52
Tabelle X.1 – Verweisung auf IEC 60384-22 für Abschnitte.....	57
Tabelle X.2 – Verweisung auf IEC 60384-22 für Bild/Tabelle.....	57

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.

Dieses Dokument legt für die beschriebene Art von Kondensatoren die bevorzugten Bemessungswerte und Eigenschaften fest, wählt aus IEC 60384-1:2021 die geeigneten Qualitätsbewertungsverfahren, Prüfungen und Messverfahren aus und nennt allgemeine Anforderungen an das Betriebsverhalten. Prüfschärfegrade und Anforderungen in Bauartspezifikationen liefern spezifische Prüfschärfegrade und Anforderungen, die gleich- oder höherrangig als die Anforderungsstufe dieser Rahmenspezifikation sind. Weitere Informationen zur Erstellung von Fachgrundspezifikationen, Rahmenspezifikationen und Bauartspezifikationen sind in IEC 60384-1:2021, EINLEITUNG enthalten.

2 Normative Verweisungen

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

IEC 60063, *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 60068-2-58:2015/AMD1:2017

IEC 60384-1:2021, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

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*

3 Begriffe

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

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

oberflächenmontierbarer Vielschicht-Kondensator

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

3.2

Kondensator 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).

3.3

Unterklasse

größte prozentuale Änderung des Kapazitätswertes innerhalb des Kategorietemperaturbereichs, bezogen auf den Kapazitätswert bei der Referenztemperatur 20 °C oder 25 °C

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

3.4

Kategorietemperaturbereich

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Kategorietemperaturbereich ist durch die untere und obere Kategorietemperatur definiert (siehe Tabelle 3 und Anhang C).

3.5

Bemessungstemperatur

T_R

höchste Umgebungstemperatur, bei der die Bemessungsspannung dauernd anliegen kann

3.6

Bemessungsspannung

U_R

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

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

3.7

Kategoriespannung

U_C

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

4 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften

4.1 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.

Für die Bezugstemperatur von 20 °C müssen die untere und die obere Kategorietemperatur und die Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant, 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.

Für die Referenztemperatur von 25 °C müssen die untere und die obere Kategorietemperatur aus Tabelle C.1 in Anhang C ausgewählt werden.

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 für die oberflächenmontierten Kondensatoren auf den unmontierten Zustand. Die klimatischen Eigenschaften der Kondensatoren nach der Befestigung hängen in hohem Maße von dem Trägermaterial, der Befestigungsart (siehe 5.4) und einer Endumhüllung ab.

4.2 Bevorzugte Bemessungswerte

4.2.1 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

4.2.2 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 Scheitelwertes der Wechselspannung oder der Spitze-Spitze-Wert der Wechselspannung (der größere Wert gilt) am Kondensator darf die Bemessungsspannung nicht überschreiten.

4.2.3 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 numerischen Werte von U_C sind wie folgt berechnet: $U_C = 0,63 \times U_R$.					

4.2.4 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität und zugehörige Grenzabweichungen

4.2.4.1 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität

Die Nennwerte der Kapazität sollten den Reihen E3, E6 und E12 nach IEC 60063 entsprechen.

4.2.4.2 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

4.2.5 Temperaturcharakteristik der Kapazität

Tabelle 3 enthält die Temperaturcharakteristik mit und ohne angelegte Gleichspannung für die Bezugstemperatur 20 °C. 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. Die Temperaturcharakteristik, Kategorietemperaturen und entsprechenden Kennbuchstaben für die Referenztemperatur von 25 °C sind in Anhang C angegeben. Der Temperaturbereich für eine bestimmte Temperaturcharakteristik des Dielektrikums ist gleich dem Kategorietemperaturbereich.

Tabelle 3 – Temperaturcharakteristik der Kapazität

Kennbuchstabe der 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 °C	-55/+125 °C	-55/+85 °C	-40/+85 °C	-25/+85 °C	+10/+85 °C
	ohne angelegte Gleichspannung	mit angelegter Gleichspannung (ANMERKUNG 1)	0	1	2	3	4	6
2B	±10	Die Anforderungen sind in der Bauartspezifikation festgelegt.						
2C	±20							
2D	+20/-30							
2E	+22/-56							
2F	+30/-80							
2R	±15							

Kennbuchstabe der 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 °C	-55/+125 °C	-55/+85 °C	-40/+85 °C	-25/+85 °C	+10/+85 °C
	ohne angelegte Gleichspannung	mit angelegter Gleichspannung (ANMERKUNG 1)	0	1	2	3	4	6
ANMERKUNG 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 Siehe Anhang C für Vorzugswerte der Temperaturcharakteristik für die Referenztemperatur von 25 °C.

4.2.6 Maße

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

Einzelmaße müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden.

5 Prüf- und Messverfahren

5.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt ergänzt die Angaben in IEC 60384-1:2021, Abschnitt 5 bis Abschnitt 10.

5.2 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).

5.3 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2021, 5.2.1.

5.4 Montage

Siehe IEC 60384-1:2021, 5.5.

5.5 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

5.5.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 7.1, mit Einzelheiten in 5.5.2 und 5.5.3.

5.5.2 Sichtprüfung

Die Sichtprüfung muss mit einer geeigneten Einrichtung und etwa 10-facher Vergrößerung durchgeführt werden, wobei eine Beleuchtung verwendet werden muss, die für Prüfling und Prüfschärfe geeignet ist. Falls es sich bei den Prüflingen um sehr kleine Bauteile handelt, darf die Sichtprüfung mit höherer Vergrößerung durchgeführt werden.

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

5.5.3 Anforderungen

5.5.3.1 Allgemeines

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

5.5.3.2 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).

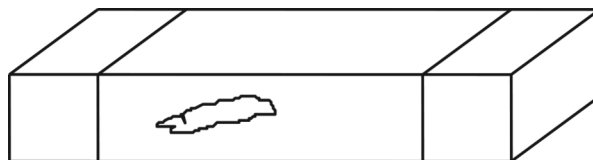


Bild 1 – Fehler: Riss oder Spalte

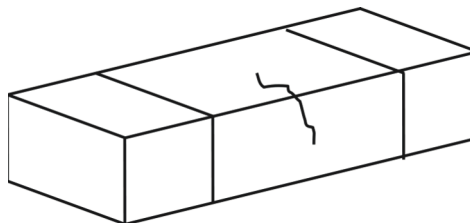


Bild 2 – Fehler: Riss oder Spalte

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

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

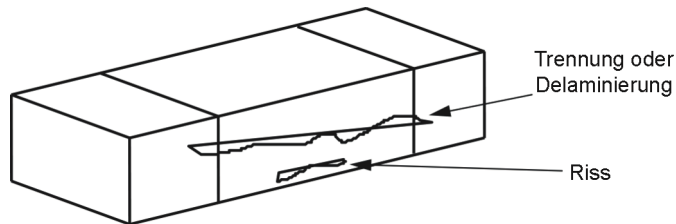


Bild 3 – Trennung oder Delaminierung

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

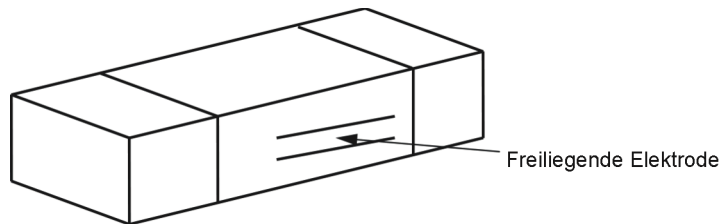


Bild 4 – Freiliegende Elektroden

- 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 L_4).

5.5.3.3 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.

Die größte Fläche von Fehlstellen in der Metallisierung an jeder Hauptfläche darf nicht größer als 15 % der Fläche dieser Seite sein; diese Fehlstellen dürfen jedoch nicht in derselben Fläche 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.

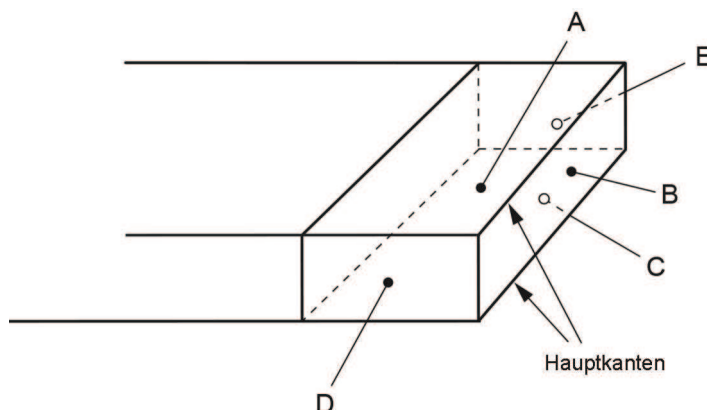


Bild 5 – Hauptflächen

5.6 Elektrische Prüfungen

5.6.1 Kapazität

5.6.1.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.3, mit Einzelheiten zu 5.6.1.2 und 5.6.1.3.

5.6.1.2 Messbedingungen

Siehe Tabelle 4, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Tabelle 4 – Messbedingungen

Nennkapazität	Bemessungs- spannung U_R	Frequenz	Messspannung V (eff.)	Prüfspannung V (eff.)
$C_N < 100 \text{ pF}$	^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).				

5.6.1.3 Anforderungen

Der an nicht montierten Kondensatoren gemessene Kapazitätswert muss innerhalb der festgelegten Grenزابweichungen 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.

5.6.2 Verlustfaktor ($\tan \delta$)

5.6.2.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.4, mit Einzelheiten zu 5.6.2.2 und 5.6.2.3.

5.6.2.2 Messbedingungen

Die Messbedingungen sind die gleichen wie in 5.6.1. Die Messunsicherheit des Messgeräts darf 1×10^{-3} nicht überschreiten.

5.6.2.3 Anforderungen

Der an nicht montierten Kondensatoren gemessene Verlustfaktor darf die Werte in Tabelle 5 nicht überschreiten.

Tabelle 5 – Grenzwerte für den Verlustfaktor

Bezugstemperatur	Bemes- sungs- spannung U_R	Unterklasse	Verlustfaktor
20 °C	$U_R \geq 10 \text{ V}$	Alle Kennbuch- staben der 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
25 °C	$U_R \geq 10 \text{ V}$	Alle Kennbuch- staben der Unterklassen	Nicht größer als 0,035 oder der in der Bauartspezifikation angegebene Wert
	$U_R < 10 \text{ V}$	R	0,1
		S	0,1
		T	0,15
		U	0,15
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 4.2.5 und Anhang C.			

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

5.6.3 Isolationswiderstand

5.6.3.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.1, mit Einzelheiten zu 5.6.3.2 bis 5.6.3.4.

5.6.3.2 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.

5.6.3.3 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.1.2, 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 gleicher 1 kV. Für $U_R > 1 \text{ kV}$ muss die Schiedsspannung 1 kV sein.

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.

5.6.3.4 Anforderungen

Der Isolationswiderstand muss den folgenden Anforderungen entsprechen.

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

5.6.4 Spannungsfestigkeit

5.6.4.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.2, mit Einzelheiten zu 5.6.4.2 bis 5.6.4.4.

5.6.4.2 Prüfbedingungen

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

ANMERKUNG R_1 ist ein Ladewiderstand, die dem der Innenwiderstand der Spannungsquelle einbezogen ist. Siehe IEC 60384-1:2021, 6.2.2.

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. Um die Kondensatoren vor Oberflächenüberschlägen zu schützen, darf die Prüfung in einem geeigneten Medium durchgeführt werden.

5.6.4.3 Prüfspannungen

Zwischen den in IEC 60384-1:2021, 6.6.3 und Tabelle 3, angegebenen Messpunkten müssen die Spannungen nach Tabelle 6 für 1 min bei der Bauartanerkennungsprüfung und für 1 s bei den losweisen Prüfungen im Rahmen der Qualitäts-Konformitätsprüfung angelegt werden.

Tabelle 6 – Prüfspannungen

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

5.6.4.4 Anforderungen

Während der Prüfung darf kein Durch- oder Überschlag auftreten.

5.6.5 Impedanz (falls in der Bauartspezifikation verlangt)

5.6.5.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.6, mit Einzelheiten zu 5.6.5.2 und 5.6.5.3.

5.6.5.2 Messbedingungen

Messfrequenz: 100 kHz mit einer relativen Grenzabweichung von ± 10 %.

5.6.5.3 Anforderungen

Die Impedanz muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

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

5.6.6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.4.2, mit Einzelheiten zu 5.6.6.2 und 5.6.6.3.

5.6.6.2 Messbedingungen

Messfrequenz: 100 kHz mit einer relativen Grenzabweichung von ± 10 %.

5.6.6.3 Anforderungen

Der Ersatzserienwiderstand muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

5.7 Temperaturcharakteristik der Kapazität (Referenztemperatur von 20 °C)

5.7.1 Besondere Vorbehandlung

Siehe 6.2.

5.7.2 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.8.1, mit folgenden Einzelheiten.

Die Kondensatoren müssen im unmontierten Zustand entsprechend den in Tabelle 7 angegebenen Schritten und Bedingungen gemessen werden.

Die Messstufen und -bedingungen für eine Referenztemperatur von 25 °C sind in Anhang C angegeben.

Tabelle 7 – Einzelheiten der Messbedingungen

Messstufe	Temperatur °C	Gleichspannung angelegt
1	20 ± 2	–
2	$T_A^a \pm 3$	–
3	20 ± 2	–
4	$T_B^b \pm 2$	–
5	$T_B \pm 2$	×

Messstufe	Temperatur °C	Gleichspannung angelegt
6	20 ± 2	×
7	$T_A \pm 3$	×
8	20 ± 2	–
ANMERKUNG Zusätzlich können bei geeigneten Zwischentemperaturen Messungen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Anforderungen nach 4.2.5 erfüllt werden.		
ANMERKUNG 1 „–“ gibt an: keine Gleichspannung angelegt. „×“ gibt an: Gleichspannung angelegt (falls in der Bauartspezifikation festgelegt).		
ANMERKUNG 2 Der Bezugswert der Kapazität ist der bei der Messstufe 3 ermittelte Wert.		
ANMERKUNG 3 Das in der Anmerkung zu 5.2 beschriebene Änderungsverhalten hat zur Folge, dass sich die bei den Temperaturen der Messstufen 5 bis 7 mit angelegter Gleichspannung gemessenen Kapazitätswerte mit der Zeit ändern. Diese Zeitabhängigkeit ist bei den angegebenen Grenzwerten der Kapazitätsänderung berücksichtigt worden. Die Kapazitätsänderung zwischen der ersten und letzten Messung bei der Temperatur der Messstufen 1 und 8 gibt Hinweis auf die Größe der Alterung. Wenn die Ergebnisse der Messungen bei angelegter Gleichspannung umstritten sind, ist es ratsam, einen bestimmten Zeitabstand zwischen den Messungen bei den Temperaturen der Messstufen 5 und 7 mit angelegter Gleichspannung zu vereinbaren (siehe IEC 60384-1:2021, 6.8.1.3).		
^a T_A ist die untere Kategorietemperatur.		
^b T_B ist die obere Kategorietemperatur.		

5.7.3 Anforderungen

Die Temperaturcharakteristiken mit und ohne anliegende Gleichspannung dürfen nicht die in Tabelle 3 angegebenen Werte überschreiten. Die Kapazitätsänderung muss nach IEC 60384-1:2021, 6.8.3.1, berechnet werden.

5.8 Scherprüfung

Siehe IEC 60384-1:2021, 7.7.

Eine Kraft muss aus 1 N, 2 N, 5 N und 10 N ausgewählt und in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

5.9 Trägerbiegeprüfung

5.9.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 7.8.

Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, muss:

- muss die Biegung D aus 1 mm, 2 mm oder 3 mm ausgewählt werden. In der Bauartspezifikation dürfen für sehr widerstandsfähige Ausführungen höhere Biegewerte angegeben werden.
- eine Biegung durchgeführt werden;

- der Radius des Biegewerkzeugs 5 mm betragen.
Bei einer Biegetiefe D von 2 mm oder weniger darf der Radius 230 mm betragen.
- die Dauer für die Aufrechterhaltung des gebogenen Zustands 5 s betragen.

Für 1005M oder kleinere Baugrößen sollte die Trägerdicke 0,8 mm betragen.

5.9.2 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 und nach der Bauartspezifikation gemessen werden.

5.9.3 Endprüfung

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden, und es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Siehe 5.5.2.

Die Kapazitätsänderung bei durchgebogener Leiterplatte darf 10 % nicht übersteigen.

5.10 Lötwärmebeständigkeit

5.10.1 Allgemeines

Siehe IEC 60068-2-58:2015, mit folgenden Einzelheiten aus 5.10.2 bis 5.10.6.

5.10.2 Besondere Vorbehandlung

Siehe 5.2.

5.10.3 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.10.4 Prüfbedingungen

5.10.4.1 Lötbadverfahren (anzuwenden für 1608M, 2012M und 3216M)

ANMERKUNG Siehe Tabelle A.1 zur Erklärung der Baugrößenkodierung.

Siehe IEC 60068-2-58:2015, Prüfung Td_2 , Verfahren 1, mit folgenden Einzelheiten, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Die Prüflinge müssen bei einer Temperatur von 110 °C bis 140 °C für 30 s bis 60 s vorgewärmt werden.

Lotlegierung:	Sn-Pb oder Sn-Ag-Cu
Temperatur:	260 °C ± 5 °C
Eintauchdauer:	10 s ± 1 s
Eintauchtiefe:	10 mm
Anzahl der Tauchvorgänge:	1

5.10.4.2 Lötssystem mit Infrarot und Zwangskonvektion

Siehe IEC 60068-2-58:2015, Prüfung Td_2 , Verfahren 2, mit folgenden Einzelheiten:

- a) die Lotpaste muss auf das Prüfsubstrat aufgebracht werden;
- b) die Bauartspezifikation muss die Dicke des Pastenauftrages vorgeben;
- c) der Prüfling muss mit seinen Anschlüssen auf die Lotpaste aufgesetzt werden;
- d) Lotlegierung: Sn-Pb;

falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, müssen das Prüfsubstrat und die Prüflinge in Infrarot- und Zwangskonvektionslötssystemen auf eine Temperatur von $(150 \pm 10)^\circ\text{C}$ aufgeheizt und muss die Temperatur für eine Dauer von 60 s bis 120 s aufrechterhalten werden;

die Temperatur des Aufschmelzlötsystems muss rasch erhöht werden, bis die Prüflinge eine Temperatur von $(235 \pm 5)^\circ\text{C}$ erreicht haben; die Temperatur muss für eine Dauer von (10 ± 1) s aufrechterhalten werden;

- e) Lotlegierung: Sn-Ag-Cu;

falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, muss das Aufschmelztemperaturprofil aus Tabelle 8 und Bild 6 ausgewählt werden.

Tabelle 8 – Aufschmelztemperaturprofile für Sn-Ag-Cu-Legierungen

Zusammensetzung der Legierung		T_1 °C	T_2 °C	t_1 s	T_3 °C	t_2 s	T_4 °C	t_3 s
Bleifreies Lot (Sn-Ag-Cu)	Prüfung	150 ± 5	180 ± 5	120 ± 5	220	60 bis 90	250	20 bis 40 bei $T_4 - 5^\circ\text{C}$

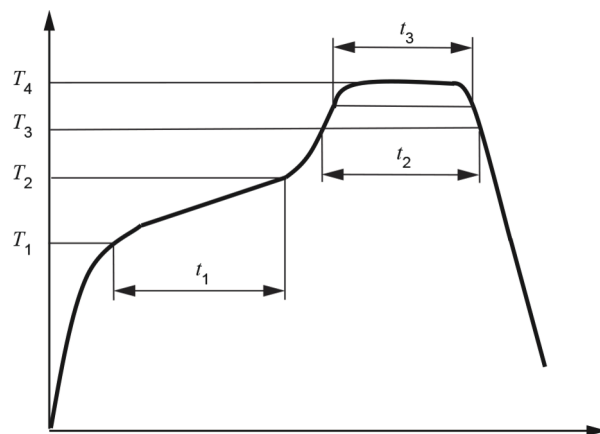


Bild 6 – Temperaturprofil für das Aufschmelzlöten

- f) Anzahl der Prüfvorgänge: jeweils 1, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;
- g) das Temperaturprofil für d) oder e) muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

5.10.5 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

Flussmittelrückstände müssen mit einem geeigneten Lösemittel entfernt werden.

5.10.6 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Nach der Nachbehandlung müssen die Kondensatoren einer Sichtprüfung und Messung unterzogen werden und die folgenden Anforderungen erfüllen.

Bei üblicher Beleuchtung und etwa 10-facher Vergrößerung dürfen keine Anzeichen von Schäden, wie Risse, zu erkennen sein.

Siehe 5.5.2.

Die Kontaktflächen dürfen nicht über eine Länge von mehr als 25 % der jeweiligen Kante aufgelöst (abgelegt) sein. Weitere Einzelheiten können in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden; die Änderung darf die Werte in Tabelle 9 nicht übersteigen.

Tabelle 9 – Größtwerte der Kapazitätsänderung

Referenztemperatur 20 °C	
Unterklasse	Anforderungen
2B und 2C	±10 %
2D und 2R	±15 %
2E und 2F	±20 %
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 4.2.5.	
Referenztemperatur 25 °C	
Unterklasse	Anforderungen
R	±10 %
S	±10 %
T	±15 %
U	±20 %
ANMERKUNG Siehe Tabelle C.2 zur Erklärung der Kennbuchstaben der Unterklassen.	

5.11 Lötbarkeit

5.11.1 Allgemeines

Siehe IEC 60068-2-58:2015, mit folgenden Einzelheiten aus 5.11.2 bis 5.11.4.

5.11.2 Prüfbedingungen

5.11.2.1 Lötbadverfahren (anzuwenden für 1608M, 2012M und 3216M)

ANMERKUNG Siehe Tabelle A.1 zur Erklärung der Baugrößenkodierung.

Siehe IEC 60068-2-58:2015, Prüfung Td₁, Verfahren 1, mit folgenden Einzelheiten, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Die Prüflinge müssen bei einer Temperatur von 80 °C bis 140 °C für 30 s bis 60 s vorgewärmt werden.

Lotlegierung:	Sn-Pb	Sn-Ag-Cu
Temperatur:	(235 ± 5) °C	(245 ± 5) °C
Eintauchdauer:	(2 ± 0,2) s	(3 ± 0,3) s

Eintauchtiefe:	10 mm	10 mm
Anzahl der Tauchvorgänge:	1	1

5.11.2.2 Lötssystem mit Infrarot und Zwangskonvektion

Siehe IEC 60068-2-58:2015, Prüfung Td₁, Verfahren 2, mit folgenden Einzelheiten:

- a) die Lotpaste muss auf das Prüfsubstrat aufgebracht werden;
- b) die Bauartspezifikation muss die Dicke des Pastenauftrages vorgeben;
- c) der Prüfling muss mit seinen Anschlüssen auf die Lotpaste aufgesetzt werden;
- d) Lotlegierung: Sn-Pb;

falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, müssen das Prüfsubstrat und die Prüflinge in Infrarot- und Zwangskonvektionslötssystemen auf eine Temperatur von $(150 \pm 10) ^\circ\text{C}$ aufgeheizt und muss die Temperatur für eine Dauer von 60 s bis 120 s aufrechterhalten werden;

die Temperatur des Aufschmelzlötsystems muss rasch erhöht werden, bis die Prüflinge eine Temperatur von $(215 \pm 3) ^\circ\text{C}$ erreicht haben; die Temperatur muss für eine Dauer von $(10 \pm 1) \text{ s}$ aufrechterhalten werden;

- e) Lotlegierung: Sn-Ag-Cu;

falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, müssen das Prüfsubstrat und die Prüflinge in Infrarot- und Zwangskonvektionslötssystemen auf eine Temperatur von $(150 \pm 5) ^\circ\text{C}$ bis $(180 \pm 5) ^\circ\text{C}$ aufgeheizt und muss die Temperatur für eine Dauer von 60 s bis 120 s aufrechterhalten werden;

die Temperatur des Aufschmelzlötsystems muss rasch erhöht werden, bis die Prüflinge eine Temperatur von $(235 \pm 3) ^\circ\text{C}$ erreicht haben. Die Zeitdauer der Temperatur über $225 ^\circ\text{C}$ muss $(20 \pm 5) \text{ s}$ betragen;

- f) das Temperaturprofil für d) oder e) muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

5.11.3 Nachbehandlung

Die Flussmittlrückstände müssen mit einem geeigneten Lösemittel entfernt werden.

5.11.4 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen bei üblicher Beleuchtung und etwa 10-facher Vergrößerung einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Anzeichen von Schäden zu erkennen sein.

Siehe 5.5.2.

Die Kontaktflächen müssen mit einer glatten, glänzenden Lotschicht bedeckt sein, auf der nur vereinzelte Störstellen, wie Poren und unbenetzte oder entnetzte Flächen, erkennbar sein dürfen. Diese Störstellen dürfen nicht in einem Bereich konzentriert sein.

Weitere Anforderungen dürfen in der Bauartspezifikation vorgeschrieben sein.

5.12 Rascher Temperaturwechsel

5.12.1 Allgemeines

Die Prüfung darf nur bei Kondensatoren mit einer Kategorietemperatur über $110 ^\circ\text{C}$ angewendet werden.

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.1, mit folgenden Einzelheiten aus 5.12.2 bis 5.12.6.

Die Kondensatoren müssen nach 5.4 montiert werden.

5.12.2 Besondere Vorbehandlung

Siehe 5.2.

5.12.3 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.12.4 Anzahl der Zyklen

Anzahl der Zyklen: 5

Verweildauer bei den Temperaturgrenzwerten: 30 min.

5.12.5 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für 24 h $\pm$ 2 h.

5.12.6 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Siehe 5.5.2.

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden; die Änderung darf den Wert in Tabelle 10 nicht übersteigen.

Tabelle 10 – Größtwerte der Kapazitätsänderung die Referenztemperatur von 20 °C

Unterklasse	Anforderungen
2B und 2C	$\pm 10 \%$
2D und 2R	$\pm 15 \%$
2E und 2F	$\pm 20 \%$
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 4.2.5.	
Referenztemperatur 25 °C	
Unterklasse	Anforderungen
R	$\pm 10 \%$
S	$\pm 10 \%$
T	$\pm 15 \%$
U	$\pm 20 \%$
ANMERKUNG Siehe Tabelle C.2 zur Erklärung der Kennbuchstaben der Unterklassen.	

5.13 Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge)

5.13.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.2, mit folgenden Einzelheiten aus 5.13.2 bis 5.13.8.

5.13.2 Besondere Vorbehandlung

Siehe 5.2.

5.13.3 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.13.4 Trockene Wärme

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.3.

5.13.5 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.2.4.

5.13.6 Kälte

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.2.5, mit folgenden Einzelheiten.

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

5.13.7 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen

5.13.7.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.2.7, mit Einzelheiten zu 5.13.7.2 und 5.13.7.3.

5.13.7.2 Prüfbedingungen

Keine Spannung angelegt.

Die Prüfung der restlichen Zyklen muss nach Tabelle 11 erfolgen.

Tabelle 11 – Anzahl der Zyklen „Feuchte Wärme“

Kategorie	Anzahl der 24-h-Zyklen
- / – /56	5
- / – /21	1
- / – /10	1
- / – /04	0

5.13.7.3 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

5.13.8 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Siehe 5.5.2.

Die Kondensatoren müssen gemessen werden und die Anforderungen in Tabelle 12 erfüllen.

Ist der Kapazitätswert kleiner als der zulässige Kleinstwert, muss der Kondensator, nachdem die restlichen Messungen durchgeführt wurden, nach 5.2 besonders behandelt und anschließend die Anforderungen in Tabelle 12 erfüllt werden.

Tabelle 12 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Messung	Mess- bedin- gungen	Anforderungen (Referenztemperatur von 20 °C)			
		Unter- klassen	Unter- klassen	Unter- klassen	Unter- klassen
		2B und 2C	2D und 2R	2E	2F
Kapazität	5.6.1	$\Delta C/C \leq \pm 10 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 15 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 20 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 30 \%$
Verlust- faktor	5.6.2	$\leq 2 \times$ Wert von 5.6.2			
Isolations- widerstand	5.6.3	$R_i \geq 1\,000\,\text{M}\Omega$ oder $R_i \times C_N \geq 25\,\text{s}$ (je nachdem, welcher der kleinere der beiden Werte ist)			
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 4.2.5.					
Messung	Mess- bedin- gungen	Anforderungen (Referenztemperatur von 25 °C)			
		Unter- klassen	Unter- klassen	Unter- klassen	Unter- klassen
		R	S	T	U
Kapazität	5.6.1	$\Delta C/C \leq \pm 10 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 10 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 15 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 20 \%$
Verlust- faktor	5.6.2	$\leq 2 \times$ Wert von 5.6.2			
Isolations- widerstand	5.6.3	$R_i \geq 1\,000\,\text{M}\Omega$ oder $R_i \times C_N \geq 25\,\text{s}$ (je nachdem, welcher der kleinere der beiden Werte ist)			
ANMERKUNG Siehe Tabelle C.2 zur Erklärung der Kennbuchstaben der Unterklassen.					

5.14 Feuchte Wärme, konstant

5.14.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.3, mit folgenden Einzelheiten aus 5.14.2 bis 5.14.6.

Die Kondensatoren müssen nach 5.4 montiert werden.

5.14.2 Besondere Vorbehandlung

Siehe 5.2.

5.14.3 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.14.4 Prüfbedingungen

Keine anliegende Spannung, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Die Prüfschärfe sollte aus den in Tabelle 13 angegebenen Prüfbedingungen ausgewählt und in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Die Beanspruchungsdauer sollte nach 4.1 gewählt werden und muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Tabelle 13 – Prüfbedingungen für die Prüfung Feuchte Wärme, konstant

Prüfschärfe	Temperatur °C	Relative Luftfeuchte %
1	+85 ± 2	85 ± 3
2	+60 ± 2	93 ± 3
3	+40 ± 2	93 ± 3

Wenn das Anlegen einer Spannung vorgeschrieben ist, muss an die Hälfte des Prüfloses U_R angelegt werden, die andere Hälfte muss ohne Spannung geprüft werden.

Innerhalb von 15 min nach Entnahme aus der Prüfkammer müssen die Kondensatoren der Spannungsprüfung nach 5.6.4, jedoch mit angelegter Bemessungsspannung, unterzogen werden.

Aus Sicherheitsgründen darf die Bauartspezifikation für Kondensatoren mit einer Bemessungsspannung von 1 kV oder größer andere Bedingungen vorschreiben.

5.14.5 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für 24 h ± 2 h.

5.14.6 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Siehe 5.5.2.

Die Kondensatoren müssen gemessen werden und die Anforderungen in Tabelle 14 erfüllen.

Ist der Kapazitätswert kleiner als der zulässige Kleinstwert, müssen die Kondensatoren, nachdem die restlichen Messungen durchgeführt wurden, nach 5.2 besonders behandelt und anschließend die Anforderungen in Tabelle 14 erfüllt werden.

Tabelle 14 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen

	Mess- bedin- gungen	Anforderungen (Referenztemperatur von 20 °C)			
		Unter- klassen 2B und 2C	Unter- klassen 2D und 2R	Unter- klassen 2E	Unter- klassen 2F
Kapazität	5.6.1	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 10 \%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 15 \%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20 \%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 30 \%$

Verlustfaktor	5.6.2	≤ 2 × Wert von 5.6.2			
Isolationswiderstand	5.6.3	$R_i \geq 1\,000\text{ M}\Omega$ oder $R_i \times C_N \geq 25\text{ s}$ (je nachdem, welcher der kleinere der beiden Werte ist)			
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 4.2.5.					
Messung	Mess- bedin- gungen	Anforderungen (Referenztemperatur von 25 °C)			
		Unter- klassen R	Unter- klassen S	Unter- klassen T	Unter- klassen U
Kapazität	5.6.1	$\frac{\Delta C}{C}$ ≤ ± 10 %	$\frac{\Delta C}{C}$ ≤ ± 10 %	$\frac{\Delta C}{C}$ C ≤ ± 15 %	$\frac{\Delta C}{C}$ ≤ ± 20 %
Verlustfaktor	5.6.2	≤ 2 × Wert von 5.6.2			
Isolationswiderstand	5.6.3	$R_i \geq 1\,000\text{ M}\Omega$ oder $R_i \times C_N \geq 25\text{ s}$ (je nachdem, welcher der kleinere der beiden Werte ist)			
ANMERKUNG Siehe Tabelle C.2 zur Erklärung der Kennbuchstaben der Unterklassen.					

5.15 Dauerprüfung

5.15.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.5, mit folgenden Einzelheiten aus 5.15.2 bis 5.15.6.

Die Kondensatoren müssen nach 5.4 montiert werden.

5.15.2 Besondere Vorbehandlung

Siehe 5.2.

5.15.3 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.15.4 Prüfbedingungen

Ist die Kategoriespannung gleich der Bemessungsspannung, müssen die Kondensatoren nach Tabelle 15 geprüft werden.

Tabelle 15 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung ($U_C = U_R$)

U_R	$U_R \leq 200$	$200 < U_R \leq 500$	$U_R > 500$
Temperatur	Obere Kategorietemperatur		
Span- nung (DC)	$1,5 U_R$	$1,3 U_R$	$1,2 U_R$
Dauer	1 000 h	1 500 h	2 000 h

Ist die Kategoriespannung ungleich der Bemessungsspannung, müssen die Kondensatoren nach Tabelle 16 geprüft werden.

Tabelle 16 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung ($U_C \neq U_R$)

U_R	$U_R \leq 200$		$200 < U_R \leq 500$		$U_R > 500$	
Temperatur	T_R	T_B	T_R	T_B	T_R	T_B
Gleichspannung (DC)	$1,5 U_R$	$1,5 U_C$	$1,3 U_R$	$1,3 U_C$	$1,2 U_R$	$1,2 U_C$
Dauer	1 000 h		1 500 h		2 000 h	
Stichprobe	In zwei Hälften aufgeteilt		In zwei Hälften aufgeteilt		In zwei Hälften aufgeteilt	

T_R = Bemessungstemperatur.

T_B = Obere Kategorietemperaturen > 85 °C, wie z. B. 100 °C.

5.15.5 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

5.15.6 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Siehe 5.5.2.

Die Kondensatoren müssen gemessen werden und die Anforderungen in Tabelle 17 erfüllen.

Ist der Kapazitätswert kleiner als der zulässige Kleinstwert, muss der Kondensator, nachdem die restlichen Messungen durchgeführt wurden, nach 8.2 besonders behandelt und anschließend die Anforderungen in Tabelle 17 erfüllt werden.

Tabelle 17 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen der Dauerspannungsprüfung

Messung	Mess- bedin- gungen	Anforderungen (Referenztemperatur von 20 °C)			
		Unter- klassen	Unter- klassen	Unter- klassen	Unter- klassen
		2B und 2C	2D und 2R	2E	2F
Kapazität	5.6.1	$\Delta C/C \leq \pm 10 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 15 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 20 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 30 \%$
Verlustfaktor	5.6.2	$\leq 2 \times$ Wert von 5.6.2			
Isolationswiderstand	5.6.3	$R_i \geq 2\,000\text{ M}\Omega$ oder $R_i \times C_N \geq 50\text{ s}$ (je nachdem, welcher der kleinere der beiden Werte ist)			
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 4.2.5.					
Messung	Mess- bedin- gungen	Anforderungen (Referenztemperatur von 25 °C)			
		Unter- klassen	Unter- klassen	Unter- klassen	Unter- klassen
		R	S	T	U

Kapazität	5.6.1	$\Delta C/C \leq \pm 10 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 10 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 15 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 20 \%$
Verlustfaktor	5.6.2	$\leq 2 \times$ Wert von 5.6.2			
Isolationswiderstand	5.6.3	$R_i \geq 2\,000\,\text{M}\Omega$ oder $R_i \times C_N \geq 50\,\text{s}$ (je nachdem, welcher der kleinere der beiden Werte ist)			
ANMERKUNG Siehe Tabelle C.2 zur Erklärung der Kennbuchstaben der Unterklassen.					

5.16 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse (nur für Kondensatoren mit Flachdrahtanschlüssen)

5.16.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 7.3, mit Einzelheiten in 5.16.2 und 5.16.3.

5.16.2 Prüfbedingungen

Falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, gelten die folgenden Prüfbedingungen:

- Prüfung U_{a1} : Kraft: 2,5 N;
- Prüfung U_b , Verfahren 1: Kraft: 2,5 N;
- Anzahl der Biegungen: 1

5.16.3 Endprüfung und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

5.17 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls verlangt)

Siehe IEC 60384-1:2021, 9.4.

5.18 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls verlangt)

Siehe IEC 60384-1:2021, 9.5.

5.19 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (falls verlangt)

5.19.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.9, mit folgenden Einzelheiten aus 5.19.2 bis 5.19.5.

Die Kondensatoren müssen nach 8.4 und IEC 60384-1:2021, 8.9.1, montiert werden.

Eine Hälfte der Kondensatoren muss in Reihe mit Widerständen von 100 k Ω mit einer relativen Grenzabweichung von $\pm 10 \%$ und die andere Hälfte in Reihe mit Widerständen von 6,8 k Ω mit einer relativen Grenzabweichung von $\pm 10 \%$ geschaltet werden.

5.19.2 Anfangsmessung

Der Isolationswiderstand der Kondensatoren muss bei einer Spannung von 1,5 V $\pm$ 0,1 V gemessen werden, die über der Reihenschaltung aus Kondensator und Widerstand anliegt.

Der Isolationswiderstand, einschließlich des Serienwiderstands, muss die in Tabelle 18 angegebenen Anforderungen erfüllen.

Tabelle 18 – Anfangsanforderungen

Messung	Messbedingungen	Anforderungen	
Prüfung des Isolationswiderstands	(1,5 ± 0,1) V	über 100-kΩ-Widerstände angeschlossen	$C_N \leq 25 \text{ nF}: R_i \geq 4\,000 \text{ M}\Omega$ $C_N > 25 \text{ nF}: (R_i - 100 \text{ k}\Omega) \times C_N \geq 100 \text{ s}$
		über 6,8-kΩ-Widerstände angeschlossen	$C_N \leq 25 \text{ nF}: R_i \geq 4\,000 \text{ M}\Omega$ $C_N > 25 \text{ nF}: (R_i - 6,8 \text{ k}\Omega) \times C_N \geq 100 \text{ s}$

5.19.3 Beanspruchung

Die Kondensatoren mit den zugehörigen Widerständen müssen einer Beanspruchung bei (85 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von (85 ± 3) % für die in Tabelle 19 angegebenen Prüfzeiten unterzogen werden. Die Spannung nach Tabelle 19 muss an die Kondensatoren, die mit den 100-Ω-Widerständen in Reihe geschaltet sind, und an die mit den 6,8-kΩ-Widerständen in Reihe liegenden Kondensatoren angelegt werden. In beiden Fällen muss die Spannung an die Kondensator-Widerstand-Kombination angelegt werden.

Es muss dafür gesorgt werden, dass Kondensatoren und Träger nicht betauen. Betauung kann auftreten, wenn während der Prüfung ohne vorherige Absenkung der Feuchte die Tür (der Prüfkammer) geöffnet wird.

Tabelle 19 – Beanspruchung

Vorschaltwiderstände kΩ	Anliegende Spannung	Dauer
100	(1,5 ± 0,1) V oder die in der Bauartspezifikation festgelegte Spannung	168 h, 500 h oder 1 000 h; wie in der Bauartspezifikation festgelegt
6,8	(50 ± 0,1) V oder U_R , der kleinere Wert gilt, oder die in der Bauartspezifikation festgelegte Spannung	

5.19.4 Nachbehandlung

Die an den Kondensatoren anliegende Spannung muss abgeschaltet werden. Die Kondensatoren und Widerstände müssen aus der Prüfkammer entnommen und zur Nachbehandlung 24 h ± 2 h bei Normalklima für Prüfungen gelagert werden.

5.19.5 Endmessungen

Der Isolationswiderstand der Kondensatoren muss nach 5.19.2 gemessen werden.

Der Isolationswiderstand, einschließlich des Serienwiderstands, muss höher sein als 0,1-mal der Wert aus 8.19.2.

6 Aufschriften

6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 4.3, mit Einzelheiten zu 6.2 bis 6.6.

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(2002-10)] oder --- angegeben werden);
- Grenزابweichung der Nennkapazität;
- dielektrische Unterklasse, wie zutreffend (nach 4.2.5 oder Anhang C);
- Jahr und Monat (oder Woche) der Herstellung;
- Name des Herstellers oder Firmenzeichen;
- Klimakategorie;
- Bauartbezeichnung des Herstellers;
- Verweisung auf die Bauartspezifikation.

6.3 Kennzeichnung auf dem Kondensatorkörper

Oberflächenmontierbare Kondensatoren werden üblicherweise nicht auf dem Körper gekennzeichnet. Wenn eine Kennzeichnung angebracht werden kann, müssen die Kondensatoren, soweit zweckmäßig, mit so vielen der Angaben nach 6.2 wie möglich gekennzeichnet werden. Doppelangaben auf den Kondensatoren sollten vermieden werden.

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.

6.5 Kennzeichnung der Verpackung

Die Verpackung der Kondensatoren muss mit allen in 6.2 genannten Angaben deutlich gekennzeichnet werden.

6.6 Zusätzliche Kennzeichnung

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

7 Angaben in der Bauartspezifikation

7.1 Allgemeines

Bauartspezifikationen müssen nach dem entsprechenden Vordruck für Bauartspezifikationen 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 den Prüfplänen beispielsweise mit einem Stern gekennzeichnet werden.

Angaben nach 7.2 dürfen auch tabellarisch dargestellt werden, falls dies praktischer ist.

Jede Bauartspezifikation muss die Angaben in 7.2 bis 7.5 enthalten, wobei die Werte vorzugsweise dem entsprechenden Abschnitt dieser Rahmenspezifikation entnommen werden sollen.

7.2 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.

7.3 Montage

Die Bauartspezifikation muss die Montageart für übliche Anwendungen festlegen. Die Montageart für Prüfungen und Messungen (wenn verlangt) muss 5.4 dieser Rahmenspezifikation entsprechen.

7.4 Bemessungswerte und Eigenschaften

7.4.1 Allgemeines

Die Bemessungswerte und Eigenschaften müssen in Übereinstimmung mit den entsprechenden Abschnitten dieser Rahmenspezifikation, einschließlich 7.4.2, 7.4.3 und 7.4.4, angegeben werden.

7.4.2 Nennkapazitätsbereich

Siehe 4.2.4.1.

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 Onlinedienstes für das IECQ-Zertifikatsystem www.iecq.org zur Verfügung steht, angegeben“.

7.4.3 Besondere Eigenschaften

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

7.4.4 Löten

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

7.5 Aufschriften

Die Bauartspezifikation muss den Umfang der Kennzeichnung auf dem Kondensator und auf der Verpackung festlegen. Abweichungen von Abschnitt 6 dieser Rahmenspezifikation müssen ausdrücklich angegeben werden.