

DIN EN IEC 60384-13



ICS 31.060.30

EntwurfEinsprüche bis 2020-06-24
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60384-13:2012-09

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 13: Rahmenspezifikation –
Festkondensatoren mit einem Dielektrikum aus Polypropylen und
Belägen aus Metallfolien für Gleichspannung
(IEC 40/2677/CD:2019);
Text Deutsch und Englisch**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 13: Sectional specification –
Fixed polypropylene film dielectric metal foil d.c. capacitors
(IEC 40/2677/CD:2019);
Text in German and English

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 13: Spécification intermédiaire –
Condensateurs fixes pour courant continu à diélectrique en film de polypropylène à
armatures en feuilles métalliques
(IEC 40/2677/CD:2019);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-04-24 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 oder Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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

Gesamtumfang 68 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 40/2677/CD:2019-05 „Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 13: Sectional specification – Fixed polypropylene film dielectric metal foil d.c. capacitors“ (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 IEC/TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

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

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

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 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. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60384-13:2012-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Überarbeitung aller Teile des Dokuments basierend auf den ISO/IEC-Richtlinien, Teil 2:2018 und Harmonisierung mit anderen Dokumenten ähnlicher Art;
- die Dokumentenstruktur wurde so geändert, dass sie mit der neuen in TC 40 entschiedenen Rahmenspezifikation übereinstimmt;
- die Tabellen und Abschnitt 5 wurden überarbeitet, um Wiederholungen und Widersprüche zu vermeiden.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe.....	5
4 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften.....	6
4.1 Bevorzugte Klimakategorien.....	6
4.2 Bevorzugte Bemessungswerte.....	6
5 Prüf- und Messverfahren sowie Leistungsanforderungen.....	8
5.1 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße.....	8
5.2 Elektrische Prüfungen.....	9
5.3 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse.....	12
5.4 Lötwärmebeständigkeit.....	13
5.5 Lötbarkeit.....	13
5.6 Rascher Temperaturwechsel.....	14
5.7 Schwingen.....	15
5.8 Dauerschocken (wiederholte Schocks).....	15
5.9 Schocken.....	16
5.10 Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge).....	17
5.11 Feuchte Wärme, konstant.....	18
5.12 Dauerprüfung.....	19
5.13 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls zutreffend).....	19
5.14 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (sofern zutreffend).....	19
6 Kennzeichnung.....	19
6.1 Allgemeines.....	19
6.2 Angaben zur Kennzeichnung.....	19
6.3 Kennzeichnung der Kondensatoren.....	20
6.4 Kennzeichnung der Verpackung.....	20
6.5 Zusätzliche Kennzeichnung.....	20
7 Erforderliche Angaben in der Bauartspezifikation.....	20
7.1 Allgemeines.....	20
7.2 Umrisszeichnungen und Maße.....	20
7.3 Montage.....	21
7.4 Bemessungswerte und Eigenschaften.....	21
7.5 Kennzeichnung.....	22
8 Qualitätsbewertungsverfahren.....	22
8.1 Primäre Fabrikationsstufe.....	22
8.2 Baulich ähnliche Bauelemente.....	22
8.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen.....	22
8.4 Bauartanerkennung.....	22

	Seite
8.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung.....	30
Anhang X (informativ) Querverweise für Verweisungen auf die vorherige Ausgabe dieses Dokuments.....	33
Literaturhinweise	35

Tabellen

	Seite
Tabelle 1 – Bevorzugte Kombinationen von Kapazitätsreihen und Grenzabweichungen.....	7
Tabelle 2 – Vorzugswerte und Kombinationen.....	8
Tabelle 3 – Prüfspannungen.....	9
Tabelle 4 – Isolationswiderstand.....	11
Tabelle 5 – Von der Temperatur abhängiger Korrekturfaktor.....	12
Tabelle 6 – Beschleunigung und Schockdauer.....	16
Tabelle 7 – Dauerprüfung.....	19
Tabelle 8 – Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung, Bewertungsstufe EZ.....	24
Tabelle 9 – Prüfplan für die Bauartanerkennung.....	25
Tabelle 10 – Losweise Prüfung.....	31
Tabelle 11 – Periodische Prüfungen.....	32
Tabelle X.1 – Querverweise.....	33

Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 13: Rahmenspezifikation – Festkondensatoren mit einem Dielektrikum aus Polypropylen und Belägen aus Metallfolien für Gleichspannung

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60384 gilt für Gleichspannungs-Festkondensatoren mit einem Dielektrikum aus Polypropylenfolien und Belägen aus dünnen Metallfolien. Die Kondensatoren, die in dieser Norm behandelt werden, sind zur Verwendung in Geräten der Elektronik 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 60384-1:2016 die geeigneten Qualitätsbewertungsverfahren, Prüfungen und Messverfahren aus und nennt allgemeine Anforderungen an das Betriebsverhalten. Prüfschärfegrade und Anforderungen in Bauartspezifikationen sind gleich- oder höherrangig als die Anforderungsstufe dieser Rahmenspezifikation. Ein schlechteres Betriebsverhalten ist nicht zulässig.

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 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

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

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

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment (available at <http://www.graphicalsymbols.info/equipment>)*

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

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60384-1:2016, 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 <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Stabilitätsklasse

Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten zusammen mit der zulässigen Kapazitätsänderung nach bestimmten Prüfungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Stabilitätsklasse wird in der Bauartspezifikation angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die bevorzugten Stabilitätsklassen sind in der Tabelle in 4.2.5 angegeben.

3.2

Bemessungsspannung

U_R

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

4 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften

4.1 Bevorzugte Klimakategorien

Die in der Bauartspezifikation angegebenen Werte müssen vorzugsweise aus den folgenden Angaben ausgewählt werden.

Die Kondensatoren nach dieser Spezifikation 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 und -25 °C .
- obere Kategorietemperatur: $+85\text{ °C}$, $+100\text{ °C}$ und $+105\text{ °C}$.
- während der Prüfung Feuchte Wärme, konstant: 21 und 56 Tage.

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

4.1.1 Zusätzliche Trocknung

Die Bedingungen für zusätzliche Trocknung sind:

- die Dauer beträgt zwischen 1 h und 6 h;
- Temperatur: $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- relative Luftfeuchte nicht über 20 %.

4.2 Bevorzugte Bemessungswerte

4.2.1 Nennkapazität (C_N)

Die bevorzugten Nennwerte der Kapazität entsprechen den Werten der Reihe E nach IEC 60063, die in Tabelle 1 angegeben sind, und ihren dezimalen Vielfachen ($\times 10^n$, wobei n eine ganze Zahl ist).

4.2.2 Grenzabweichung der Nennkapazität

Die Vorzugswerte für die Grenzabweichungen der Nennkapazität sind: $\pm 20\text{ %}$, $\pm 10\text{ %}$, $\pm 5\text{ %}$, $\pm 2\text{ %}$ und $\pm 1\text{ %}$.

4.2.3 Nennkapazität mit zugehörigen Grenzabweichungen

Bevorzugte Kombinationen aus Kapazitätsreihen und Grenzabweichungen siehe Tabelle 1:

Tabelle 1 – Bevorzugte Kombinationen von Kapazitätsreihen und Grenzabweichungen

Bevorzugte Kombinationen	
Reihen	Grenzabweichungen
E 6	$\pm 20 \%$
E 12	$\pm 10 \%$
E 24	$\pm 5 \%$
E 48	$\pm 2 \%$
E 96	$\pm 1 \%$

Die kleinste Grenzabweichung beträgt in jedem Fall ± 1 pF. Weitere Kapazitätswerte außerhalb der Reihe E 96 und zusätzliche Grenzabweichungen dürfen festgelegt werden.

4.2.4 Bemessungsspannung (U_R)

Die Vorzugswerte der Bemessungsspannung sind: 40 V – 63 V – 100 V – 160 V – 250 V und ihre dezimalen Vielfachen. Diese Werte entsprechen der Grundreihe der Vorzugswerte R 5 nach ISO 3.

Die Summe aus Gleichspannung und Scheitelwert der Wechselspannung am Kondensator darf die Bemessungsspannung nicht überschreiten. Der Scheitelwert der Wechselspannung darf bei den angegebenen Frequenzen die folgenden Prozentwerte der Bemessungsspannung nicht übersteigen und sollte in jedem Fall bei höchstens 280 V liegen.

50 Hz: 20 %

100 Hz: 15 %

1 000 Hz: 3 %

10 000 Hz: 1 %

wenn in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

4.2.5 Stabilitätsklassen in Bezug auf die Temperaturkoeffizienten und die Kapazitätsänderung

Vorzugswerte der Temperaturkoeffizienten (α) mit den zugehörigen Grenzabweichungen und bevorzugte Werte der zulässigen Kapazitätsänderung sowie bevorzugte Kombinationen dieser Werte, definiert als Stabilitätsklassen, werden in Tabelle 2 angegeben.

Die Tabelle gilt nicht für Kapazitätswerte unterhalb von 50 pF.

Tabelle 2 – Vorzugswerte und Kombinationen

Stabilitätsklasse	Temperaturkoeffizient α und Grenzabweichung in ppm/K					Zulässige Kapazitätsänderung ^{a)}		
	$10^{-6}/K$					Obere Kategorietemperatur		
	- 80	- 100	- 125	- 160	- 250	85 °C	100 °C	105 °C
1	±40	±50	±60	±80	±120	±(0,5 % + 0,5 pF)	±(1 % + 0,5 pF)	±(1 % + 0,5 pF)
2		±100	±125	±160	±250	±(1 % + 1 pF)	±(2 % + 1 pF)	±(2 % + 1 pF)
3				±160	±250	±(2 % + 2 pF)	±(5 % + 2 pF)	±(5 % + 2 pF)
^{a)} Zulässige Kapazitätsänderung nach jeder der folgenden Prüfungen: <ul style="list-style-type: none"> - Lötwärmebeständigkeit; - rascher Temperaturwechsel; - Schwingungen; - Schocken oder Dauerschocken; - feuchte Wärme, zyklisch; - feuchte Wärme, konstant; - Dauerprüfung. 								

4.2.6 Kategoriespannung (U_c)

Bei 85 °C ist die Kategoriespannung gleich der Bemessungsspannung U_R . Bei der oberen Kategorietemperatur von 100 °C ist die Kategoriespannung gleich 0,7 U_R , und für 105 °C gleich 0,6 U_R .

4.2.7 Bemessungstemperatur

Der Normwert der Bemessungstemperatur beträgt 85 °C.

5 Prüf- und Messverfahren sowie Leistungsanforderungen

5.1 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

5.1.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.4, mit Einzelheiten in 5.1.2 und 5.1.3.

5.1.2 Prüfverfahren

Die Sichtprüfung muss mit einer geeigneten Einrichtung mit etwa 10-facher Vergrößerung und einer dem Prüfling und der geforderten Qualitätsstufe angemessenen Beleuchtung durchgeführt werden.

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

Die Kondensatoren müssen hinsichtlich Werkstoffen, Konstruktion, Aufbau und Maßen überprüft werden.

5.1.3 Anforderungen

Siehe Tabelle 9.

Die Verarbeitung muss den zutreffenden Anforderungen der Bauartspezifikation entsprechen.

5.2 Elektrische Prüfungen

5.2.1 Spannungsfestigkeit

5.2.1.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.6, mit folgenden Einzelheiten aus 5.2.1.2 bis 5.2.1.4.

5.2.1.2 Prüfschaltung

Das Produkt aus R_1 und der Nennkapazität des zu prüfenden Kondensators (C_x) muss ≤ 1 s und $> 0,01$ s sein.

R_1 enthält den Innenwiderstand der Spannungsquelle.

R_2 muss den Entladestrom auf kleiner oder gleich 1 A begrenzen.

5.2.1.3 Prüfbedingungen

Die in Tabelle 3 angegebenen Spannungen müssen zwischen den Messpunkten (aus Tabelle 3 in IEC 60384-1:2016, 4.5.3) bei der Bauartanerkennung für 1 min und bei den losweisen Prüfungen im Rahmen der Qualitäts-Konformitätsprüfung für 1 s zwischen Messpunkt 1a) angelegt werden.

Tabelle 3 – Prüfspannungen

Messpunkt	Prüfspannung
1a)	$2U_R$
1b) und 1c)	$2U_R$, mindestens 400 V

5.2.1.4 Anforderung

Während der Prüfung darf kein Durch- oder Überschlag auftreten.

5.2.2 Kapazität

5.2.2.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.7, mit Einzelheiten in 5.2.2.2 und 5.2.2.3.

5.2.2.2 Messbedingungen

Die Kapazität muss betragen:

- a) für Nennkapazität $C_N \leq 1\,000\text{ pF}$:
- für Messzwecke: $1\text{ MHz} \pm 20\%$ oder $100\text{ kHz} \pm 20\%$;
 - für Schiedszwecke: $1\text{ MHz} \pm 20\%$.
- b) für Nennkapazität $C_N > 1\,000\text{ pF}$:
- für Messzwecke: $1\text{ kHz} \pm 20\%$ oder $10\text{ kHz} \pm 20\%$;
 - für Schiedszwecke: $1\text{ kHz} \pm 20\%$.

Der Scheitelwert der Messspannung darf 3 % der Bemessungsspannung oder 5 V nicht überschreiten, der kleinere Wert gilt.

5.2.2.3 Anforderungen

Der Kapazitätswert muss innerhalb der festgelegten Grenzwerte liegen.

Für Kondensatoren mit Kapazitätswerten $< 10\text{ pF}$ oder $> 1\text{ }\mu\text{F}$ müssen das Messverfahren und die Grenzwerte in der Bauartspezifikation angegeben werden.

5.2.3 Verlustfaktor ($\tan \delta$)

5.2.3.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.8, mit Einzelheiten in 5.2.3.2 und 5.2.3.3.

5.2.3.2 Messbedingungen

Der Verlustfaktor muss gemessen und der Wert aufgezeichnet werden (für Schiedszwecke).

Die Messfrequenz muss der Frequenz für die Kapazitätsmessung nach 5.2.2.2 entsprechen.

Die Messgeräte müssen so genau sein, dass eine Messabweichung von 10^{-4} nicht überschritten wird.

5.2.3.3 Anforderungen an die Messungen

Der Verlustfaktor darf die folgenden Grenzwerte nicht überschreiten:

bei 1 MHz oder 100 kHz:	10×10^{-4} für $C_N \leq 1\,000\text{ pF}$
bei 1 kHz oder 10 kHz:	5×10^{-4} für $1\,000\text{ pF} < C_N \leq 0,1\text{ }\mu\text{F}$
bei 1 kHz:	10×10^{-4} für $C_N > 0,1\text{ }\mu\text{F}$

Für Kondensatoren mit Nennkapazitätswerten $\leq 10\text{ pF}$ oder $> 1\text{ }\mu\text{F}$ müssen die Grenzwerte in der Bauartspezifikation angegeben werden.

5.2.4 Isolationswiderstand

5.2.4.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.5, mit folgenden Einzelheiten aus 5.2.4.2 bis 5.2.4.4.

5.2.4.2 Vorbehandlung

Vor der Prüfung muss der Kondensator durch sorgfältiges Reinigen von jeder Verschmutzung befreit werden. In den Prüfkammern und bei den Messungen im Anschluss an die Prüfungen muss gründlich auf Sauberkeit geachtet werden.

Vor der Messung muss der Kondensator vollständig entladen sein. Das Produkt aus dem Widerstand des Entladekreises und der Nennkapazität des zu prüfenden Kondensators muss $\geq 0,01$ s betragen oder einem anderen, in der Bauartspezifikation festgelegten Wert entsprechen.

5.2.4.3 Messbedingungen

Die Messspannung muss IEC 60384-1:2016, 4.5.2, entsprechen.

Die Messpunkte müssen IEC 60384-1:2016, Tabelle 3, entsprechen.

Die Spannung muss unmittelbar mit ihrem genauen Wert über den Innenwiderstand der Spannungsquelle angelegt werden. Das Produkt aus dem Innenwiderstand und der Nennkapazität des Kondensators muss weniger als 1 s betragen oder ein anderer Wert sein, der in der Bauartspezifikation festgelegt ist.

5.2.4.4 Anforderungen

Der Isolationswiderstand muss die Anforderungen in Tabelle 4 erfüllen.

Tabelle 4 – Isolationswiderstand

Messpunkte in Übereinstimmung mit IEC 60384-1:2016, Tabelle 3	Anforderungen		
	Kleinstwert des RC-Produktes (R = Isolationswiderstand zwischen den Anschlüssen- C_N = Nennkapazität) s	Kleinstwert des Isolationswiderstands zwischen Anschlüssen M Ω	Kleinstwert des Isolationswiderstands zwischen Anschlüssen und Gehäuse M Ω
	$C_N > 0,1 \mu\text{F}$	$C_N \leq 0,1 \mu\text{F}$	
1a)	10 000	100 000	–
1b) und 1c)	–	–	100 000
ANMERKUNG Für die Stabilitätsklasse 3 ist ein Kleinstwert des Isolationswiderstands von 30 000 M Ω zulässig.			

5.2.4.5 Korrekturfaktoren

Wenn die Temperatur während der Messung von 20 °C abweicht, muss der Messwert erforderlichenfalls durch Multiplikation des Messergebnisses mit dem entsprechenden Korrekturfaktor auf den Wert bei 20 °C umgerechnet werden. In Zweifelsfällen ist die Messung bei 20 °C verbindlich. Die in Tabelle 5 angegebenen Korrekturfaktoren können als Durchschnittswerte für Kondensatoren mit einem Dielektrikum aus Polypropylen und Belägen aus Metallfolien angesehen werden.

Tabelle 5 – Von der Temperatur abhängiger Korrekturfaktor

Temperatur °C	Korrekturfaktor
15	0,75
20	1,00
25	1,25
30	1,75
35	2,00

5.2.5 Temperaturabhängige Eigenschaften (wenn in der Bauartspezifikation verlangt)

5.2.5.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.24.1, mit Einzelheiten in 5.2.5.2 und 5.2.5.3.

5.2.5.2 Messbedingungen

Die Kondensatoren müssen getrocknet werden (siehe IEC 60384-1:2016, 4.3).

Die Kapazitätsmessungen müssen während eines Temperaturzyklus an Punkt a) (20 °C = Vergleichstemperatur), Punkt b) (untere Kategorietemperatur), Punkt d) (20 °C = Vergleichstemperatur), Punkt f) (obere Kategorietemperatur) und Punkt g) (20 °C Vergleichstemperatur) durchgeführt werden.

5.2.5.3 Anforderungen

Die Kapazitätsänderung während und nach dem Temperaturzyklus (Temperaturkoeffizient der Kapazität und Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel) muss innerhalb der Grenzwerte für die betreffende Stabilitätsklasse und die obere Kategorietemperatur nach 4.2.5, Tabelle 2 liegen.

5.2.6 Induktivität (wenn verlangt)

Nach IEC 60384-1:2016, 4.11, mit folgenden Einzelheiten.

Die Induktivität des Kondensators muss gemessen werden. Der Grenzwert der Induktivität muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

ANMERKUNG Ein angenäherter Wert der Induktivität kann aus der Messung der Resonanzfrequenz erhalten werden, z. B. nach dem Absorptionsverfahren und aus dem Kapazitätswert.

5.2.7 Außenbelagsanschluss (wenn verlangt)

Nach IEC 60384-1:2016, 4.12, mit folgenden Einzelheiten.

Die richtige Kennzeichnung des mit dem Außenbelag verbundenen Anschlusses muss so zu überprüft werden, dass der Kondensator dabei nicht beschädigt wird.

5.3 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse

5.3.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.13, mit Einzelheiten in 5.3.2 und 5.3.3.

5.3.2 Erstprüfungen

Die Kapazität muss nach 5.2.2.2 gemessen werden.

Der Verlustfaktor muss nach 5.2.3.2 gemessen werden.

5.3.3 Endprüfungen und Anforderungen

Keine sichtbaren Schäden. Siehe Tabelle 9.

5.4 Lötwärmebeständigkeit

5.4.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.14, mit folgenden Einzelheiten aus 5.4.2 bis 5.4.4.

5.4.2 Vorbehandlung

Keine Vortrocknung.

5.4.3 Prüfbedingungen

Methode 1 (Lötbad) oder 2 (Lötkolben) nach IEC 60384-1:2016, 4.14, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Wenn Methode 1 angewendet wird,

- Temperatur des Lötbads: $260\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- Eintauchzeit: $5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$ oder $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Wenn Methode 2 angewendet wird,

- Temperatur des Lötkolbens: $350\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;
- Lötkolben der Größe A
- Lötdauer: $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$

5.4.4 Endprüfungen 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.

Kapazität und Verlustfaktor müssen nach 5.3.2 gemessen werden und den Anforderungen in Tabelle 9 entsprechen.

5.5 Lötbarkeit

5.5.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.15, mit folgenden Einzelheiten aus 5.5.2 bis 5.5.4.

5.5.2 Vorbehandlung

Keine Alterung.

5.5.3 Prüfbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.15.3.

Temperatur des Lötbad und Löt-dauer für bevorzugte Lötverfahren:

- Lötverfahren SnPb: $235\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ für $2\text{ s} \pm 0,2\text{ s}$;
- Lötverfahren mit Sn96,5Ag3Cu,5: $245\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ für $(3 \pm 0,3)\text{ s}$;
- Lötverfahren mit Sn99,3Cu,7: $250\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ für $3\text{ s} \pm 0,3\text{ s}$.

Die Anforderungen für das Lotkugelfverfahren müssen in der Bauartspezifikation festgelegt werden. Wenn weder das Lötbad- noch das Lotkugelfverfahren in Frage kommen, muss das LötKolbenverfahren mit dem LötKolben der Größe A angewendet werden.

5.5.4 Endprüfungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen bei üblicher Beleuchtung und etwa 10-facher Vergrößerung einer Sichtprüfung unterzogen werden.

Die zu lö-tenden Bereiche müssen mit einem glatten und blanken Lötüberzug bedeckt sein, der maximal eine geringe Anzahl verstreuter Störstellen wie Nadellöcher oder unbenetzte oder nicht mehr benetzte Bereiche aufweisen darf. Diese Fehlerstellen dürfen nicht an einer Stelle konzentriert sein.

Beim Lotkugelfverfahren muss in der Bauartspezifikation die Fließzeit des Lots in Sekunden festgelegt werden.

5.6 Rascher Temperaturwechsel

5.6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.16, mit folgenden Einzelheiten aus 5.6.2 bis 5.6.4.

5.6.2 Erstprüfungen

Die Anfangsmessungen müssen nach 5.3.2 durchgeführt werden.

5.6.3 Prüfbedingungen

Es gelten die folgenden Prüfbedingungen:

- T_A ist die untere Kategorietemperatur;
- T_B ist die obere Kategorietemperatur;
- die Kondensatoren müssen 5 Prüfzyklen unterzogen werden;
- die Expositionsdauer bei Grenztemperatur muss 30 min betragen, sofern in der Bauartspezifikation für größere Kondensatoren nicht anders festgelegt.

5.6.4 Endprüfungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden und dürfen keine sichtbaren Schäden aufweisen. Siehe Tabelle 10.

Wenn in der Bauartspezifikation festgelegt, sind Kondensatoren nach der Nachbehandlung zu messen; sie müssen die Anforderungen der Bauartspezifikation erfüllen.

5.7 Schwingen

5.7.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.17, mit folgenden Einzelheiten aus 5.7.2 bis 5.7.5.

5.7.2 Erstprüfungen

Nicht erforderlich.

5.7.3 Montage

Die zu verwendende Montageart muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Bei Kondensatoren mit axialen Anschlussdrähten, für die nur die Befestigung an den Anschlüssen vorgesehen ist, muss der Abstand zwischen Kondensatorkörper und Befestigungspunkt $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ betragen.

5.7.4 Prüfbedingungen

Es gilt der folgende Schärfegrad der Prüfung Fc:

- Frequenzbereich: 10 Hz bis 55 Hz, 10 Hz bis 500 Hz oder 10 Hz bis 2 000 Hz, was in der Bauartspezifikation festgelegt werden muss;
- Amplitude oder Beschleunigung: 0,75 mm oder 100 m/s², je nachdem, welche die geringere Beschleunigung ist;
- Gesamtdauer: 6 h (2 h für jede der drei Achsen, X, Y und Z).

5.7.5 Endprüfungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden und dürfen keine sichtbaren Schäden aufweisen. Siehe Tabelle 9.

5.8 Dauerschocken (wiederholte Schocks)

5.8.1 Allgemeines

Die Bauartspezifikation muss angeben, ob die Prüfung Schocken oder Dauerschocken anzuwenden ist.

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.18, mit folgenden Einzelheiten aus 5.8.2 bis 5.8.5.

5.8.2 Montage

Die zu verwendende Montageart muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Bei Kondensatoren mit axialen Anschlussdrähten, für die nur die Befestigung an den Anschlüssen vorgesehen ist, muss der Abstand zwischen Kondensatorkörper und Befestigungspunkt $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ betragen.

5.8.3 Anfangsmessungen

Nicht erforderlich.

5.8.4 Prüfbedingungen

Die Bauartspezifikation muss angeben, welcher der folgenden bevorzugten Schärfegrade gilt:

Gesamtanzahl der Schocks:	1 000 oder 4 000	
Beschleunigung:	400 m/s ²	} oder {
Schockdauer:	6 ms	
		{ 100 m/s ² 16 ms

5.8.5 Endprüfungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen und gemessen werden, und sie müssen die Anforderungen nach Tabelle 9 erfüllen.

5.9 Schocken

5.9.1 Allgemeines

Die Bauartspezifikation muss angeben, ob die Prüfung Schocken oder Dauerschocken anzuwenden ist.

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.19, mit folgenden Einzelheiten aus 5.9.2 bis 5.9.5.

5.9.2 Montage

Die zu verwendende Montageart muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Bei Kondensatoren mit axialen Anschlussdrähten, für die nur die Befestigung an den Anschlüssen vorgesehen ist, muss der Abstand zwischen Kondensatorkörper und Befestigungspunkt 6 mm ± 1 mm betragen.

5.9.3 Anfangsmessungen

Nicht erforderlich.

5.9.4 Prüfbedingungen

Die Bauartspezifikation muss einen der folgenden bevorzugten Schärfegrade nach Tabelle 6 angeben.

Impulsform: Halbsinus

Tabelle 6 – Beschleunigung und Schockdauer

Spitzenbeschleunigung m/s ²	Zugehörige Impulsdauer ms
300	18
500	11
1 000	6

5.9.5 Endprüfungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen und gemessen werden, und sie müssen die Anforderungen nach Tabelle 9 erfüllen.

5.10 Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge)

5.10.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.21, mit folgenden Einzelheiten aus 5.10.2 bis 5.10.9.

5.10.2 Anfangsmessungen

Nicht erforderlich, siehe 5.4.5, 5.8.5 oder 5.9.5, wie zutreffend.

5.10.3 Trockene Wärme

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.21.3.

5.10.4 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.21.4.

5.10.5 Kälte

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.21.5.

5.10.6 Niedriger Luftdruck (falls gefordert)

5.10.6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.21.6, mit Einzelheiten in 5.10.6.2 und 5.10.6.3.

5.10.6.2 Prüfbedingungen

Wenn die Prüfung in der Bauartspezifikation verlangt wird, muss sie bei den folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

- Temperatur: 15 °C bis 35 °C;
- Druck: 8 kPa;
- Dauer: 1 h;
- angelegte Spannung: Bemessungsspannung während der letzten 5 min der Beanspruchung;

Für diese Prüfung muss das Prüflös erforderlichenfalls in zwei oder drei Teile aufgeteilt werden und jedes Teillos muss einer der Prüfungen nach IEC 60384-1:2016, 4.5.3 und Tabelle 3, unterzogen werden. Die Prüfspannung muss nach 5.2.1 an die Anschlüsse, das Gehäuse usw. angelegt werden.

5.10.6.3 Zwischenprüfungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Sie müssen die Anforderungen nach Tabelle 9 erfüllen.

5.10.7 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen

5.10.7.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.21.7, mit Einzelheiten in 5.10.7.2.

5.10.7.2 Prüfbedingungen

Innerhalb von 15 min nach Entnahme der Kondensatoren aus der Prüfkammer muss die Bemessungsspannung für 1 min an Messpunkt A angelegt werden, wobei die in 5.2.1.2 angegebenen Bedingungen für die Prüfschaltung gelten.

5.10.8 Nachbehandlung

Die Nachbehandlungsdauer muss 1 bis 2 h betragen, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

5.10.9 Endprüfungen und Anforderungen

Nach der Nachbehandlung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen und zu messen und müssen die Anforderungen in Tabelle 9 erfüllen.

5.11 Feuchte Wärme, konstant

5.11.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.22, mit folgenden Einzelheiten aus 5.11.2 bis 5.11.5.

5.11.2 Erstprüfungen

Die Kapazität muss nach 5.2.2.2 gemessen werden.

Der Verlustfaktor muss nach 5.2.3.2 gemessen werden.

5.11.3 Prüfbedingungen

Temperatur: $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;

Relative Luftfeuchte-
te: $(93 \pm 3)\%$;

Angelegte Spannung: Es darf keine Spannung angelegt werden;

Dauer: 21 Tage oder 56 Tage.

Innerhalb von 15 min nach Entnahme aus der Prüfkammer müssen die Kondensatoren der Spannungsprüfung nach 5.2.1, jedoch mit angelegter Bemessungsspannung, unterzogen werden.

5.11.4 Nachbehandlung

Die Nachbehandlungsdauer muss 1 h bis 2 h betragen.

Wenn in der Bauartspezifikation festgelegt, müssen die Kondensatoren nach 4.1.1 vorgetrocknet werden. Nach Abschluss der Vortrocknung müssen sie für die Prüfung 1 h bis 2 h im Normalklima gelagert werden.

5.11.5 Endprüfungen und Anforderungen

Nach der Nachbehandlung müssen die Kondensatoren sichtgeprüft und gemessen werden. Sie müssen die Anforderungen nach Tabelle 9 erfüllen.

5.12 Dauerprüfung

5.12.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.23, mit folgenden Einzelheiten aus 5.12.2 bis 5.12.4.

5.12.2 Erstprüfungen

Die Kapazität muss nach 5.2.2.2 gemessen werden.

Der Verlustfaktor muss nach 5.2.3.2 gemessen werden.

5.12.3 Prüfbedingungen

Kondensatoren müssen 1 000 h nach den Angaben in Tabelle 7 geprüft werden:

Tabelle 7 – Dauerprüfung

Kategorie	–/085/–	–/100/–		–/105/–	
Temperatur	85 °C	100 °C	85 °C	105 °C	85 °C
Gleichspannung (DC)	1,5 U_R	1,5 U_C	1,5 U_R	1,5 U_C	1,5 U_R
Prüflos aufteilen in	1 Gruppe	2 Gruppen		2 Gruppen	

An jeden Kondensator muss die Prüfspannung einzeln über einen Widerstand angelegt werden, dessen Wert R 1 Ω je Volt Prüfspannung beträgt, er darf jedoch nicht höher als 1 200 Ω sein.

Nach der vorgeschriebenen Prüfdauer müssen die Kondensatoren auf Raumtemperatur abgekühlt und anschließend über den beschriebenen Widerstand R entladen werden.

5.12.4 Endprüfungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen und gemessen werden, und sie müssen die Anforderungen nach Tabelle 9 erfüllen.

5.13 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls zutreffend)

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.31.

5.14 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (sofern zutreffend)

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.32.

6 Kennzeichnung

6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2016, 2.4, mit folgenden Einzelheiten aus 6.2 bis 6.5.

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:

- a) Nennkapazität (in Klarschrift oder als Kurzzeichen nach IEC 60062);
- b)

Bemessungsspannung (Gleichspannung kann durch das Symbol
(IEC 60417-5031:2002-10) oder  angegeben werden);

- c) Grenزابweichung der Nennkapazität;
- d) Jahr und Monat (oder Woche) der Herstellung;
- e) Name des Herstellers oder Firmenzeichen;
- f) Temperaturkoeffizient und Stabilitätsklasse;
- g) Klimakategorie;
- h) Bauartbezeichnung des Herstellers;
- i) Verweisung auf die Bauartspezifikation.

6.3 Kennzeichnung der Kondensatoren

Der Kondensator muss deutlich mit den Angaben a), b) und c) und so vielen der weiteren Angaben gekennzeichnet werden, wie als notwendig erachtet werden. Doppelangaben auf den Kondensatoren sollten vermieden werden.

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

6.4 Kennzeichnung der Verpackung

Auf der Verpackung der Kondensatoren müssen erforderlichenfalls alle in 6.2 genannten Angaben deutlich angebracht werden.

6.5 Zusätzliche Kennzeichnung

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

7 Erforderliche Angaben in der Bauartspezifikation

7.1 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 der Bauartspezifikation aufgeführt und in den Prüfplänen beispielsweise mit einem Stern gekennzeichnet werden.

Der Einfachheit halber dürfen die Angaben nach 7.2 auch tabellarisch dargestellt werden.

Jede Bauartspezifikation muss die Angaben in den Unterabschnitten 7.2 bis 7.5 enthalten, wobei die Werte vorzugsweise dem entsprechenden Abschnitt dieser Rahmenspezifikation zu entnehmen sind.

7.2 Umrissszeichnungen und Maße

Zur leichteren Erkennung der Kondensatoren und zum Vergleich mit anderen Kondensatoren muss eine bildliche Darstellung vorhanden sein.

Maße und deren Grenzabweichungen, die auf die Austauschbarkeit und Montage einen Einfluss haben, müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden. Alle Maße müssen vorzugsweise in Millimetern angegeben werden. Wenn sie jedoch ursprünglich in Zoll vorliegen, müssen die auf mm umgerechneten Maße hinzugefügt werden.

Im Regelfall müssen die Zahlenwerte für Länge, Breite und Höhe des Kondensatorkörpers sowie für die Abstände der Anschlussdrähte oder bei zylindrischen Ausführungen für den Durchmesser des Körpers sowie die Länge und den Durchmesser der Anschlüsse angegeben werden. Wenn erforderlich, z. B. wenn mehrere Größen (Kapazitätswerte/Spannungsbereiche) in einer Bauartspezifikation enthalten sind, müssen die Maße und deren Grenzabweichungen in einer Tabelle unterhalb der Zeichnung aufgeführt werden.

Die Zahlenwerte für die Maße des Kondensatorkörpers müssen wie folgt angegeben werden:

Breite, Länge und Höhe oder für zylindrische Ausführung Durchmesser und Länge.

Die Zahlenwerte für die Maße der Anschlüsse müssen wie folgt angegeben werden:

Breite oder Durchmesser, Länge und Abstand.

Wenn die Gestalt von den oben beschriebenen Formen abweicht, muss die Bauartspezifikation alle Maße angeben, die zur angemessenen Beschreibung des Kondensators erforderlich sind. Wenn der Kondensator nicht für den Einsatz auf Leiterplatten vorgesehen ist, muss dies in der Bauartspezifikation eindeutig angegeben werden.

7.3 Montage

Die Bauartspezifikation muss die Montageart für übliche Anwendungen sowie für die Prüfungen Schwingen und Schocken oder Dauerschocken festlegen. Die Konstruktion eines Kondensators kann bei seiner Verwendung besondere Befestigungsmittel erfordern. In solchen Fällen muss die Bauartspezifikation die Montagemittel beschreiben, und diese müssen bei den Prüfungen „Schwingen“, „Dauerschocken“ oder „Schocken“ verwendet werden.

7.4 Bemessungswerte und Eigenschaften

7.4.1 Allgemeines

Die Bemessungswerte und Eigenschaften müssen den entsprechenden Abschnitten dieser Spezifikation zusammen mit folgenden Werten entnommen werden:

7.4.2 Nennkapazitätsbereich

Siehe 4.2.1.

Wenn nach der Bauartspezifikation zugelassene Erzeugnisse unterschiedliche Nennkapazitätsbereiche haben, sollte folgende Aussage hinzugefügt werden:

„Der in den einzelnen Spannungsbereichen verfügbare Wertebereich ist in der Liste zugelassener Bauelemente angegeben, die zum Beispiel auf der Website des IECQ-Online-Zertifizierungssystems, www.iecq.org, verfügbar ist.“

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.