

DIN EN 60384-17



ICS 31.060.30

EntwurfEinsprüche bis 2017-01-25
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60384-17:2006-07

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 17: Rahmenspezifikation –
Festkondensatoren mit metallisierter Polypropylen-Folie als
Dielektrikum für Wechselspannungs- und Impulsbetrieb
(IEC 40/2475/CD:2016)**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –

Part 17: Sectional specification –

Fixed metallized polypropylene film dielectric a.c. and pulse capacitors
(IEC 40/2475/CD:2016)

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –

Partie 17: Spécification intermédiaire –

Condensateurs fixes pour tension alternative et pour impulsions à diélectrique en film de
polypropylène métallisé
(IEC 40/2475/CD:2016)**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-11-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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

Gesamtumfang 79 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	4
1 Allgemeines	5
1.1 Anwendungsbereich	5
1.2 Zweck	5
1.3 Normative Verweisungen	5
1.4 Angaben in der Bauartspezifikation.....	6
1.5 Begriffe	7
1.6 Kennzeichnung.....	8
2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften.....	9
2.1 Bevorzugte Eigenschaften	9
2.2 Bevorzugte Bemessungswerte.....	10
3 Qualitätsbewertungsverfahren	11
3.1 Primäre Fabrikationsstufe.....	11
3.2 Baulich ähnliche Bauelemente	11
3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen	11
3.4 Bauartanerkennungsverfahren	11
3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung.....	20
4 Prüf- und Messverfahren	22
4.1 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße.....	22
4.2 Elektrische Prüfungen	22
4.3 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	27
4.4 Lötwärmebeständigkeit.....	28
4.5 Lötbarkeit.....	28
4.6 Rascher Temperaturwechsel	28
4.7 Schwingen	29
4.8 Dauerschocken (wiederholte Schocks).....	29
4.9 Schocken	30
4.10 Reihenfolge klimatischer Prüfungen.....	31
4.11 Feuchte Wärme, konstant	32
4.12 Dauerprüfung.....	33
4.13 Laden und Entladen	35
4.14 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls verlangt)	36
4.15 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls verlangt).....	36
Anhang A (informativ) Feuchtigkeitsbeständigkeitsklassen für Anwendungen mit hohen Stabilitätsanforderungen bei Betrieb unter erhöhten Feuchtebedingungen.....	37
A.1 Anwendungsbereich	37
A.2 Feuchtigkeitsbeständigkeitsklassen	37
A.3 Angabe von Feuchtigkeitsbeständigkeitsklassen.....	38
Literaturhinweise.....	39

Tabellen

Tabelle 1 – Vorzugswerte für Kombinationen von Anforderungsstufe und Stabilitätsklasse	8
Tabelle 2 – Bevorzugte Kombinationen von Kapazitätsreihen und Grenzabweichungen	10
Tabelle 3 – Prüf- und Stichprobenplan für die Bauartanerkennung, Bewertungsstufe EZ	13
Tabelle 4 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (1 von 7)	14
Tabelle 5 – Losweise Prüfungen	21
Tabelle 6 – Periodische Prüfungen	22
Tabelle 7 – Prüfgleichspannungen	23
Tabelle 8 – Prüfwechselspannungen	23
Tabelle 9 – Grenzwerte für den Verlustfaktor, 1 000 Hz	24
Tabelle 10 – Grenzwerte für den Verlustfaktor, 10 kHz	25
Tabelle 11 – Anforderungen an den Isolationswiderstand	26
Tabelle 12 – Korrekturfaktor für den Isolationswiderstand in Abhängigkeit von der Prüftemperatur	26
Tabelle 13 – Eigenschaften bei unterer Kategorietemperatur	27
Tabelle 14 – Eigenschaften bei oberer Kategorietemperatur	27
Tabelle 15 – Bevorzugte Schärfegrade für die Schockprüfung	30
Tabelle A.1 – Anforderungen	38

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 40/2475/CD:2016 „Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 17: Sectional specification – Fixed metallized polypropylene film dielectric a.c. and pulse 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 TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

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

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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

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

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

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

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60384-17:2006-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet.
- Die Tabellen und der Abschnitt 4 wurden überarbeitet um Dopplungen und Widersprüche vorzubeugen.
- In Anlehnung an IEC 60384-1 wurde im Abschnitt 4 die Prüfung mit Nennspannung als Option b) hinzugefügt.
- In Abschnitt 4 und im Anhang A wurden alternative Prüfverfahren entsprechend IEC 60384-14 hinzugefügt.

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 17: Rahmenspezifikation –
Festkondensatoren mit metallisierter Polypropylen-Folie als Dielektrikum für
Wechselspannungs- und Impulsbetrieb**

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60384 gilt für Festkondensatoren mit metallisierten Elektroden und Polypropylen-Folien als Dielektrikum zur Verwendung in Geräten der Elektronik.

ANMERKUNG Kondensatoren mit einem Mischaufbau aus Folien- und metallisierten Elektroden gehören zum Anwendungsbereich dieser Norm.

Diese Kondensatoren können je nach Anwendungsbedingungen „selbstheilende“ Eigenschaften haben.

Kondensatoren nach dieser Norm sind für Wechselspannungs- und/oder Impulsanwendungen vorgesehen. Die maximal zulässige Blindleistung beträgt 10 000 var und die maximale Scheitelspannung 3 000 V.

Kondensatoren für Blindleistungen über 500 var, an die die maximale Scheitelspannung von 2 500 V bei 50 Hz angelegt werden kann, werden in dieser Norm nicht behandelt, außer sie stellen den höchsten Anteil in einem Bereich der Blindleistung dar, der hauptsächlich unterhalb von 500 var bei 50 Hz liegt.

Diese Norm gilt nicht für Kapazitätswerte über 20 µF.

Es sind zwei Anforderungsstufen der Kondensatoren vorgesehen, Anforderungsstufe 1 für Anwendungen mit langer Lebensdauer und Anforderungsstufe 2 für allgemeine Anwendungen.

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

Berührungsschutzkondensatoren (in IEC 60065 behandelt) und Leuchtstofflampen- und Motorkondensatoren (werden von IEC/TC 33 und IEC/TC 34 behandelt) sind auch ausgeschlossen.

1.2 Zweck

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

1.3 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

IEC 60417:2002, *DB Standard | Graphical symbols for use on 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*

1.4 Angaben in der Bauartspezifikation

1.4.1 Allgemeines

Bauartspezifikationen müssen nach dem entsprechenden Vordruck für Bauartspezifikation erstellt werden.

Die Anforderungen in der Bauartspezifikation dürfen nicht schwächer sein als die der Fachgrund- oder Rahmenspezifikation oder des Vordrucks für Bauartspezifikation. Wenn die Bauartspezifikation schärfere Anforderungen enthält, sind diese in 1.9 der Bauartspezifikation aufzulisten und in den Prüfplänen beispielsweise mit einem Stern zu kennzeichnen.

Die Angaben nach 1.4.2 dürfen auch tabellarisch dargestellt werden.

Jede Bauartspezifikation muss die nachstehenden Angaben enthalten, wobei die Werte vorzugsweise dem entsprechenden Abschnitt dieser Rahmenspezifikation zu entnehmen sind.

1.4.2 Umrisszeichnungen und Maße

Zur leichteren Erkennung der Kondensatoren und zum Vergleich mit anderen Kondensatoren muss eine bildliche Darstellung angegeben werden. Maße und deren Grenzabweichungen, die auf die Austauschbarkeit und Montage einen Einfluss haben, sind in der Bauartspezifikation anzugeben. Alle Maße sind vorzugsweise in Millimeter anzugeben; liegen die Originalmaße aber in Zoll vor, sind die entsprechenden metrischen Maße in Millimeter hinzuzufügen.

Die Zahlenwerte für folgende Maße des Kondensatorkörpers sind anzugeben:

- Breite, Länge und Höhe oder, bei zylindrischen Bauarten, Durchmesser und Länge.

Die Zahlenwerte für folgende Maße der Anschlüsse sind anzugeben:

- Breite oder Durchmesser, Länge und Abstand.

Sofern erforderlich, wenn zum Beispiel mehrere Größen (Gehäusegrößen und Kapazitätswerte/Spannungsbereiche) in einer Bauartspezifikation enthalten sind, sind die Maße und deren Grenzabweichungen in einer Tabelle unterhalb der Zeichnung aufzuführen.

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 gedruckte Schaltungen vorgesehen ist, muss dies in der Bauartspezifikation eindeutig angegeben werden.

1.4.3 Montage

Die Bauartspezifikation muss die Montageart für übliche Anwendungen sowie für die Prüfungen Schwingen und Dauerschocken oder Schocken festlegen. Die Kondensatoren sind mit den dafür vorgesehenen Mitteln zu montieren. Die Konstruktion eines Kondensators kann bei seiner Verwendung besondere Befestigungsmittel erfordern. In derartigen Fällen muss die Bauartspezifikation die Befestigungsmittel beschreiben, die bei den Prüfungen Schwingen und Dauerschocken oder Schocken zu verwenden sind.

1.4.4 Bemessungswerte und Eigenschaften

1.4.4.1 Allgemeines

Die Bemessungswerte und Eigenschaften müssen in Übereinstimmung mit den entsprechenden Abschnitten dieser Spezifikation angegeben werden, wobei Folgendes zu beachten ist.

1.4.4.2 Nennkapazitätsbereich

Siehe 2.2.1.

Wenn nach der Bauartspezifikation zugelassene Erzeugnisse unterschiedliche Nennkapazitätsbereiche haben, sollte folgende Aussage hinzugefügt werden: „Der in den einzelnen Spannungsbereichen verfügbare Nennkapazitätsbereich ist auf der Website des IEC-Onlinedienstes www.iecq.org/certificates angegeben.“

1.4.4.3 Sinusförmiger Strom (falls zutreffend)

Die Bauartspezifikation muss die Leistungsverminderungskurve des sinusförmigen Stromes in Abhängigkeit von der Temperatur bezogen auf 70 °C und die Leistungsverminderungskurve des sinusförmigen Stromes in Abhängigkeit von der Frequenz und von der Kapazität enthalten.

1.4.4.4 Besondere Eigenschaften

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

1.4.4.5 Löten

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

1.4.5 Kennzeichnung

Die Bauartspezifikation muss den Umfang der Kennzeichnung auf dem Kondensator und seiner Verpackung festlegen. Abweichungen von 1.6 sind ausdrücklich anzugeben.

1.5 Begriffe

1.5.1 Allgemeines

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

1.5.2

Kondensatoren der Anforderungsstufe 1

Kondensatoren für Anwendungen mit langer Lebensdauer und erhöhten Anforderungen an die elektrischen Parameter

1.5.3

Kondensatoren der Anforderungsstufe 2

Kondensatoren für allgemeine Anwendungen, bei denen die erhöhten Anforderungen wie bei der Anforderungsstufe 1 nicht erforderlich sind

1.5.4

Stabilitätsklasse

Kapazitätsänderung nach den klimatischen und mechanischen Prüfungen sowie nach den Dauerprüfungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Anforderungsstufe und Stabilitätsklasse sind in der Bauartspezifikation anzugeben.

1.5.5

Kombinationen von Anforderungsstufe und Stabilitätsklasse (wenn die Stabilitätsklasse für Wechsellspannungs- und Impulskondensatoren verlangt ist)
die nachfolgende Tabelle gibt die Vorzugswerte an

Tabelle 1 – Vorzugswerte für Kombinationen von Anforderungsstufe und Stabilitätsklasse

Anforderungsstufen	Stabilitätsklassen	Bezeichnung der Kombinationen
1	1	1.1
	2	1.2
2	–	2

Die drei Kombinationen von Anforderungsstufe und Stabilitätsklasse beziehen sich auf die Kapazitätskonstanz und den Verlustfaktor. Der Unterschied in den Anforderungen für die drei Kombinationen ist in Tabelle 4 aufgeführt.

1.5.6 Bemessungsspannungen**1.5.6.1 Allgemeines**

Die Summe aus Gleichspannung und dem Scheitelwert der Wechsellspannung oder Impulsspannung, die am Kondensator anliegt, darf die Bemessungsspannung nicht überschreiten. Der bei verschiedenen Frequenzen zulässige Scheitelwert der Wechsellspannung ist in Beratung.

1.5.6.2**Bemessungsgleichspannung**

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

1.5.6.3**Bemessungswechsellspannung**

höchster Effektivwert der Wechsellspannung, der dauernd am Kondensator bei der Bemessungstemperatur und einer vorgegebenen Frequenz anliegen darf

1.5.6.4**Bemessungsimpulsspannung**

Scheitelwert der Impulsspannung, der dauernd am Kondensator bei der Bemessungstemperatur und einer vorgegebenen Frequenz anliegen darf

1.5.7

Steilheit der Bemessungsimpulsspannung $\frac{(dU)}{(dt)_R}$ (falls zutreffend)

maximal zulässiger Wert der Spannungssteilheit $\frac{dU}{dt}$ eines Impulses bei der Bemessungstemperatur und einer Folgefrequenz, ohne dass eine nennenswerte Erwärmung eintritt

1.6 Kennzeichnung**1.6.1 Allgemeines**

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

1.6.2 Angaben zur Kennzeichnung

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

- a) Nennkapazität (in Klarschrift oder als Kurzzeichen nach IEC 60062);
- b) Bemessungswechselspannung und/oder Bemessungsimpulsspannung (Wechselspannung kann durch das Symbol $\sim$ (IEC 60417-5032) angegeben werden) und die zugehörige Frequenz, falls von 50 Hz abweichend;
- c) Bemessungsgleichspannung (Gleichspannung kann durch die Symbole $\equiv$ (IEC 60417-5031) oder — angegeben werden) (falls zutreffend);
- d) Grenزابweichung der Nennkapazität;
- e) Bemessungswert der Spannungssteilheit (falls zutreffend);
- f) Bemessungsstrom und zugehörige Frequenz (falls zutreffend);
- g) Jahr und Monat (oder Woche) der Herstellung;
- h) Name des Herstellers oder Firmenzeichen;
- i) Klimakategorie;
- j) Bauartbezeichnung des Herstellers;
- k) Verweis auf die Bauartspezifikation.

1.6.3 Kennzeichnung der Kondensatoren

Der Kondensator ist deutlich mit den Angaben a), b) und d) und so vielen der weiteren Angaben zu kennzeichnen, die 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.

1.6.4 Kennzeichnung der Verpackung

Die Verpackung der Kondensatoren sollte mit allen erforderlichen Angaben nach 1.6.2 deutlich gekennzeichnet werden.

1.6.5 Zusätzliche Kennzeichnung

Jede zusätzliche Kennzeichnung ist so anzubringen, dass keine Unklarheiten entstehen können.

2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften

2.1 Bevorzugte Eigenschaften

Die in der Bauartspezifikation anzugebenden Werte sind vorzugsweise aus den folgenden Angaben auszuwählen.

2.1.1 Bevorzugte Klimakategorien

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, sind aus den folgenden Angaben auszuwählen:

Untere Kategorietemperatur: -55 °C , -40 °C , -25 °C und -10 °C ;

Obere Kategorietemperatur: +70 °C, +85 °C, +100 °C, +105 °C und +125 °C;

Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant: 4, 10, 21 und 56 Tage.

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

2.2 Bevorzugte Bemessungswerte

2.2.1 Nennkapazität (C_N)

Die bevorzugten Werte der Nennkapazität sind den E-Reihen nach IEC 60063 zu entnehmen ($\times 10^n$, wobei n eine ganze Zahl ist).

2.2.2 Grenzabweichung der Nennkapazität

Die Vorzugswerte für die Grenzabweichungen der Nennkapazität sind: $\pm 20\%$; $\pm 10\%$; $\pm 5\%$; $\pm 2\%$; $\pm 1\%$.

2.2.3 Nennkapazität mit zugehörigen Grenzabweichungen

Die bevorzugten Kombinationen von Kapazitätsreihen und Grenzabweichungen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 2 – Bevorzugte Kombinationen von Kapazitätsreihen und Grenzabweichungen

Bevorzugte Kombinationen	
Reihen	Grenzabweichungen
E6	$\pm 20\%$
E12	$\pm 10\%$
E24	$\pm 5\%$
E48	$\pm 2\%$
E96	$\pm 1\%$

2.2.4 Bemessungswechselspannung ($U_{Ra.c.}$ oder $U_{R\sim}$)

Die Frequenz der Bemessungswechselspannung muss 50 Hz/60 Hz betragen, sofern in der Bauartspezifikation keine höhere Frequenz vorgeschrieben ist.

Die Vorzugswerte der Bemessungswechselspannung (Effektivwert) sind der Reihe R10 oder R20 nach ISO 3 zu entnehmen.

Die Bauartspezifikation muss die Leistungsverminderungskurve der zulässigen Spannung (Effektivwert) in Abhängigkeit von der Temperatur (oberhalb der Bemessungstemperatur) und, falls zutreffend, von der Frequenz enthalten.

2.2.5 Kategoriewechselspannung ($U_{Ca.c.}$ oder $U_{C\sim}$)

Die Kategoriewechselspannung ist bei einer oberen Kategorietemperatur bis 85 °C gleich der Bemessungswechselspannung $U_{Ra.c.}$. Bei einer oberen Kategorietemperatur von 100 °C beträgt die Kategoriewechselspannung $0,7 U_{Ra.c.}$. Bei einer oberen Kategorietemperatur von >100 °C wird die Kategoriewechselspannung für jede Temperatur (z. B. 105 °C, 110 °C oder 125 °C) entsprechend der Steilheit zwischen $U_{Ra.c.}$ bei 85 °C und $0,7 U_{Ra.c.}$ bei 100 °C ermittelt.

2.2.6 Bemessungstemperatur

Der Normwert der Bemessungstemperatur ist 85 °C. Ausnahme bildet eine obere Kategorietemperatur von 70 °C, für die die Bemessungstemperatur gleich 70 °C ist.

ANMERKUNG Bei Wechselspannungsbetrieb ist die Bemessungstemperatur 15 °C niedriger als die Bemessungstemperatur bei Gleichspannungsbetrieb.

2.2.7 Bemessungswechselstrom (wenn in der Bauartspezifikation verlangt)

In der Bauartspezifikation muss angegeben sein:

- die Frequenz;
- der Effektivwert des Bemessungswechselstroms bei festgelegter Frequenz (der Wert ist der Reihe R10 oder R20 zu entnehmen);
- die Leistungsverminderungskurve des zulässigen Wechselstroms in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur.

3 Qualitätsbewertungsverfahren

3.1 Primäre Fabrikationsstufe

Die primäre Fabrikationsstufe ist das Wickeln des Kondensators oder der entsprechende Arbeitsgang.

3.2 Baulich ähnliche Bauelemente

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

3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen

Die nach IEC 60384-1, Q.9, geforderten Angaben sind zur Verfügung zu stellen, wenn dies in der Bauartspezifikation vorgeschrieben und vom Kunden verlangt wird. Die nach der Dauerprüfung erforderlichen Parameter sind die Kapazitätsänderung und der Verlustfaktor. Der Isolationswiderstand ist nur bei Attributprüfungen anzugeben.

3.4 Bauartanerkennungsverfahren

3.4.1 Allgemeines

Die Verfahren für die Bauartanerkennungsprüfungen sind in IEC 60384-1, Q.5, angegeben.

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

3.4.2 Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße

3.4.2.1 Probenahme

Das Verfahren mit fester Stichprobengröße ist in IEC 60384-1, Q.5.3, Unterpunkt b), beschrieben. Die Stichprobe muss den Bereich von Kondensatoren repräsentieren, für den die Bauartanerkennung beantragt wird. Die Stichprobe kann dem vollständigen in der Bauartspezifikation angegebenen Bereich oder einem Teilbereich entsprechen.

Die Stichprobe muss aus vier Prüflingen mit der höchsten und der niedrigsten Bemessungsspannung bestehen und für diese Spannungen den größten und den kleinsten Kapazitätswert umfassen. Sind mehr als vier Bemessungsspannungen gegeben, muss auch eine mittlere Spannung geprüft werden. Für die Anerkennung eines Bereiches ist somit die Prüfung von vier bzw. sechs Werten (Kombinationen von Spannung/Kapazitätswert) erforderlich. Wenn der Bereich weniger als vier Werte umfasst, muss die Anzahl der Prüflinge der für vier Werte geforderten Anzahl entsprechen.

Zusätzliche Prüflinge sind wie folgt zulässig:

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

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

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

Tabelle 3 enthält die Prüflingsstückzahlen für jede Gruppe sowie die zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente für die Bauartanerkennungsprüfungen.

3.4.2.2 Prüfungen

Für die Anerkennung der Kondensatoren nach einer Bauartspezifikation werden alle in Tabelle 2 und Tabelle 3 enthaltenen Prüfungen verlangt. Die Prüfungen jeder Gruppe sind in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen.

Die gesamte Stichprobe ist zunächst den Prüfungen der Gruppe 0 zu unterziehen und danach auf die anderen Gruppen aufzuteilen.

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

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

Tabelle 2 und Tabelle 3 bilden zusammen den Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße.

Tabelle 2 enthält für jede Prüfung oder Prüfgruppe die Anzahl der Prüflinge und die zulässige Anzahl der nicht konformen Bauelemente.

Tabelle 3 enthält eine Übersicht der Prüfbedingungen und Anforderungen sowie Angaben zur Auswahl der Prüfbedingungen und Anforderungen, die in der Bauartspezifikation zu treffen ist.

Die Prüfbedingungen und Anforderungen für die Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße sollten die gleichen sein wie die in der Bauartspezifikation für die Qualitäts-Konformitätsprüfung angegebenen Prüfbedingungen und Anforderungen.

Tabelle 3 – Prüf- und Stichprobenplan für die Bauartanerkennung, Bewertungsstufe EZ

Gruppe Nr.	Prüfung	Abschnitt in dieser Spezifi- kation	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)							
			Je Wert ^c		Für vier oder weniger zu prüfende Werte ^c		Für sechs zu prüfende Werte ^c		c	
										n
0	Sichtprüfung	4.1	29		116		174			
	Kennzeichnung	1.6								
	Maße	4.1								
	Kapazität	4.2.2								
	Verlustfaktor	4.2.3								
	Spannungsfestigkeit	4.2.1	(+) ^e		(+) ^e		(+) ^e			
	Isolationswiderstand	4.2.4	(+) ^e		(+) ^e		(+) ^e			
	Induktivität ^e	4.2.5								
	Dichtheit ^e									
	Zusätzliche Prüflinge		2		8		12			
1A	Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	4.3	3	12		18				
	Lötwärmebeständigkeit	4.4								
	Lösemittelbeständigkeit des Bauelements ^e	4.14								
	1B	Lötbarkeit	4.5	6	24		36			
		Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	4.15							
		Rascher Temperaturwechsel	4.6							
		Schwingen	4.7							
		Dauerschocken oder Schocken ^a	4.8 oder 4.9							
	1	Reihenfolge klimatischer Prüfungen	4.10	9		36			54	
	2	Feuchte Wärme, konstant	4.11	5 (+) ^e		20 (+) ^e			30 (+) ^e	
3	Dauerprüfung mit 50 Hz/60 Hz Wechselspannung	4.12.1	10		40		60			
	Dauerprüfung mit sinusförmigem Strom oder sinusförmiger Spannung ^e	4.12.2	5		20		30			
	Dauerprüfung mit Impulsspannung ^e	4.12.3	5		20		30			
4	Temperaturabhängige Eigenschaften ^e	4.2.6	5		20		30			
	Laden und Entladen ^d	4.13								
^a Wie in der Bauartspezifikation verlangt.										
^b Je Wert nicht mehr als ein Ausfall zulässig.										
^c Kombinationen von Kapazitäts- und Spannungswerten nach 3.4.2.										
^d Nicht erforderlich, wenn die Dauerprüfung mit Impulsspannung verlangt ist.										
^e Wenn in der Bauartspezifikation verlangt.										

Tabelle 4 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (1 von 7)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a , Prüfpunkte	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a und Messungen	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen ^a
Gruppe 0 4.1.2 Sichtprüfung 4.1.2 Maße (Einzelmaße) 4.2.2 Kapazität 4.2.3 Verlustfaktor 4.2.1 Spannungsfestigkeit, entweder 4.2.1.2 Gleichspannungsprüfung oder 4.2.1.3 Wechselspannungsprüfung Zur Prüfung siehe Bauartspezifikation 4.2.4 Isolationswiderstand 4.2.5 Induktivität (falls verlangt) Dichtheit (falls verlangt)	ND	Wie in 4.1.2 Wie in 4.2.2.2 Wie in 4.2.3.2 Wie in 4.2.1.2.1 Wie in 4.2.1.3.1 Wie in 4.2.4.2 Wie in 4.2.5 Verfahren: Siehe Bauartspezifikation	Siehe Tabelle 2	Wie in 4.1.3 Siehe Bauartspezifikation Innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen Wie in 4.2.3.3 Wie in 4.2.1.4 Wie in 4.2.1.4 Wie in 4.2.4.3 Induktivität: $\leq \dots$ mH (siehe Bauartspezifikation) Kein Austreten von Imprägniermittel oder keine schädliche Verformung des Gehäuses
Gruppe 1A 4.3.2 Anfangsprüfungen und Messungen 4.3 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse 4.4 Lötwärmebeständigkeit 4.14 Lösemittelbeständigkeit des Bauelementes (falls verlangt) 4.4.4 Endprüfungen und Messungen Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor	D	Kapazität wie in 4.2.2.2 Verlustfaktor: Für $C_N > 1 \mu\text{F}$: bei 1 kHz, 4.2.3.2 Für $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: bei 10 kHz, 4.2.3.4 Sichtprüfung Keine Vortrocknung Verfahren (1A oder 1B): Siehe Bauartspezifikation Wie in IEC 60384-1, 4.31.2 Einzelheiten sind in der Bauartspezifikation festgelegt. Wie in 4.4.4 Wie in 4.2.2 Wie in 4.2.3	Siehe Tabelle 2	Keine sichtbaren Schäden Siehe Bauartspezifikation Wie in 4.4.4 $ \Delta C/C $ für Anforderungsstufe 1.1: $\leq 1 \%$ Anforderungsstufe 1.2: $\leq 2 \%$ Anforderungsstufe 2: $\leq 3 \%$ bezogen auf Messwerte nach 4.3.2 Anstieg $\tan \delta$ für $C \leq 1 \mu\text{F}$ für Anforderungsstufe 1.1: $\leq 0,001$ Anforderungsstufe 1.2: $\leq 0,002$ Anforderungsstufe 2: $\leq 0,004$ für $C > 1 \mu\text{F}$: siehe Bauartspezifikation bezogen auf Messwerte nach 4.3.2

Tabelle 4 (2 von 7)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a , Prüfpunkte	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a und Messungen	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen ^a
Gruppe 1B	D		Siehe Tabelle 2	
4.5 Lötbarkeit		Wie in 4.5.2 Verfahren: Siehe Bauartspezifikation		Wie in 4.5.3
4.15 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls verlangt)		Wie in IEC 60384-1, 4.32.1		Kennzeichnung lesbar
4.6.2 Anfangsprüfungen und Messungen		Kapazität wie in 4.2.2.2 Verlustfaktor: Für $C_N > 1 \mu\text{F}$: bei 1 kHz, 4.2.3.2 Für $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: bei 10 kHz, 4.2.3.4		
4.6 Rascher Temperaturwechsel		Sichtprüfung Wie in 4.6.3 zwischen T_A und T_B T_A = untere Kategorietemperatur T_B = obere Kategorietemperatur		
4.6.4 Endprüfung		Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
4.7 Schwingen		Wie in 4.7.3 Frequenzbereich: Siehe Bauartspezifikation		
4.7.4 Endprüfung		Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
4.8 Dauerschocken (oder Schocken, siehe 4.9)		Wie in 4.8.3 Montageverfahren und Schärfe- grade: Siehe Bauartspezifikation		
4.9 Schocken (oder Dauerschocken, siehe 4.8)		Wie in 4.9.3 Montageverfahren und Schärfe- grade: Siehe Bauartspezifikation		
4.8.4 oder 4.9.4 Endprüfungen und Messungen		Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand		Keine sichtbaren Schäden $ \Delta C/C $ für Anforderungsstufe 1.1: $\leq 1 \%$ Anforderungsstufe 1.2: $\leq 2 \%$ Anforderungsstufe 2: $\leq 3 \%$ bezogen auf Messwerte nach 4.6.2 Anstieg $\tan \delta$ für $C \leq 1 \mu\text{F}$ für Anforderungsstufe 1.1: $\leq 0,001$ Anforderungsstufe 1.2: $\leq 0,002$ Anforderungsstufe 2: $\leq 0,004$ für $C > 1 \mu\text{F}$: siehe Bauart- spezifikation bezogen auf Messwerte nach 4.6.2 $\geq 50 \%$ der Werte nach 4.2.4.3

Tabelle 4 (3 von 7)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a , Prüfpunkte	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a und Messungen	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen ^a
Gruppe 1	D		Siehe Tabelle 2	
4.10 Reihenfolge klimatischer Prüfungen				
4.10.3 Trockene Wärme		Wie in 4.10.3		
4.10.4 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus		Wie in 4.10.4		
4.10.5 Kälte		Wie in 4.10.5		
4.10.6 Niedriger Luftdruck (wenn in der Bauartspezifikation verlangt)		Wie in 4.10.6.2		
4.10.6.3 Endprüfungen und Messungen		Sichtprüfung		Kein bleibender Durchschlag, Übersschlag oder keine schädliche Verformung des Gehäuses
4.10.7 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen		Wie in 4.10.7.2		
4.10.8 Nachbehandlung		Wie in 4.10.8		
4.10.9 Endprüfungen und Messungen		Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar
		Kapazität		$ \Delta C/C $ für Anforderungsstufe 1.1: 1 % Anforderungsstufe 1.2: 3 % Anforderungsstufe 2: 5 % bezogen auf Messwerte nach 4.3.2 oder 4.6.2, wie zutreffend
		Verlustfaktor		Anstieg $\tan \delta$ für $C \leq 1 \mu\text{F}$ für Anforderungsstufe 1.1: $\pm 0,0015$ Anforderungsstufe 1.2: $\pm 0,003$ Anforderungsstufe 2: $\pm 0,005$ für $C > 1 \mu\text{F}$: siehe Bauartspezifikation bezogen auf Messwerte nach 4.3.2 oder 4.6.2, wie zutreffend
		Isolationswiderstand		≥ 50 % der Werte nach 4.2.4.3

Tabelle 4 (4 von 7)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a , Prüfpunkte	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a und Messungen	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen ^a
Gruppe 2 4.11 Feuchte Wärme, konstant 4.11.2 Anfangsprüfungen und Messungen 4.11.3 Prüfbedingungen 4.11.4 Nachbehandlung 4.11.5 Endprüfungen und Messungen	D	Wie in 4.11.2 Wie in 4.11.3 a) ohne Spannung b) Falls in der Bauartspezifikation festgelegt, sind zwei Stichproben gleicher Gehäusegröße vorzubereiten, wobei eine Stichprobe ohne angelegte Spannung und die andere mit angelegter Nennspannung geprüft wird. Wie in 4.11.4 Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 2	Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar a) Prüfung ohne Spannung $ \Delta C/C $ für Anforderungsstufe 1.1: $\leq 1\%$ Anforderungsstufe 1.2: $\leq 3\%$ Anforderungsstufe 2: $\leq 5\%$ bezogen auf Messwerte nach 4.11.2 b) Prüfung mit Nennspannung Siehe Bauartspezifikation Anstieg $\tan \delta$ a) Prüfung ohne Spannung für $C \leq 1 \mu\text{F}$ für Anforderungsstufe 1: $\leq 0,001$ Anforderungsstufe 2: $\leq 0,002$ für $C > 1 \mu\text{F}$: siehe Bauartspezifikation bezogen auf Messwerte nach 4.11.2 b) Prüfung mit Nennspannung Siehe Bauartspezifikation $\geq 50\%$ der Werte nach 4.2.4.3 für a) und b)

Tabelle 4 (5 von 7)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a , Prüfpunkte	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a und Messungen	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen ^a
Gruppe 3A 4.12.2 Dauerprüfung mit 50 Hz/60 Hz Wechselspannung 4.12.2.1 Anfangsprüfungen und Messungen 4.12.2.3 Endprüfungen und Messungen	D	Wie in 4.12.2.1 Verlustfaktor: Für $C_N > 1 \mu\text{F}$: bei 1 kHz Für $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: bei 10 kHz Wie in 4.12.2.3 Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 2	Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $ \Delta C/C $ für Anforderungsstufe 1: $\leq 5 \%$ Anforderungsstufe 2: $\leq 10 \%$ bezogen auf Messwerte nach 4.12.2.1 Anstieg $\tan \delta$ für $C \leq 1 \mu\text{F}$ für Anforderungsstufe 1: $\leq 0,0015$ Anforderungsstufe 2: $\leq 0,003$ für $C > 1 \mu\text{F}$: siehe Bauartspezifikation bezogen auf Messwerte nach 4.12.2.1 $\geq 50 \%$ der Werte nach 4.2.4.2
Gruppe 3B^c 4.12.3 Dauerprüfung mit sinusförmigem Strom oder sinusförmiger Spannung (falls verlangt) 4.12.3.2 Anfangsprüfungen und Messungen 4.12.3.3 Prüfbedingungen 4.12.3.4 Endprüfungen und Messungen	D	Wie in 4.12.3.2 Verlustfaktor: Für $C_N > 1 \mu\text{F}$: bei 1 kHz Für $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: bei 10 kHz Wie in 4.12.3.3 Die Prüffrequenz ist in der Bauartspezifikation anzugeben. Wie in 4.12.3.4 Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 2	Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $ \Delta C/C $ für Anforderungsstufe 1: $\leq 5 \%$ Anforderungsstufe 2: $\leq 10 \%$ bezogen auf Messwerte nach 4.12.3.2 Anstieg $\tan \delta$ für $C \leq 1 \mu\text{F}$ für Anforderungsstufe 1: $\leq 0,0015$ Anforderungsstufe 2: $\leq 0,003$ für $C > 1 \mu\text{F}$: siehe Bauartspezifikation bezogen auf Messwerte nach 4.12.3.2 $\geq 50 \%$ der Werte nach 4.2.4.2

Tabelle 4 (6 von 7)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a , Prüfpunkte	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a und Messungen	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen ^a
Gruppe 3C^c 4.12.4 Dauerprüfung mit Impulsspannung (falls verlangt) 4.12.4.2 Anfangsprüfungen und Messungen 4.12.4.3 Prüfbedingungen 4.12.4.4 Endprüfungen und Messungen	D	Wie in 4.12.4.2 Wie in 4.12.4.3 Die Impulsfolgefrequenz und die angelegte Scheitelspannung sind in der Bauartspezifikation anzugeben. Wie in 4.12.4.4 Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 2	Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $ \Delta C/C $ für Anforderungsstufe 1: $\leq 5\%$ Anforderungsstufe 2: $\leq 10\%$ bezogen auf Messwerte nach 4.12.4.2 Anstieg $\tan \delta$ für $C \leq 1 \mu\text{F}$ für Anforderungsstufe 1: $\leq 0,0015$ Anforderungsstufe 2: $\leq 0,003$ für $C > 1 \mu\text{F}$: siehe Bauartspezifikation bezogen auf Messwerte nach 4.12.4.2 $\geq 50\%$ der Werte nach 4.2.4.2
Gruppe 4 4.2.6 Temperaturabhängige Eigenschaften (falls verlangt) 4.2.6.2 Messbedingungen 4.2.6.3 Anforderungen 4.13 Laden und Entladen (nicht erforderlich, wenn Impulsdauerprüfung verlangt ist)	D	Wie in 4.2.6.2 Die Messtemperaturen sind in der Bauartspezifikation festzulegen.	Siehe Tabelle 2	Wie in 4.2.6.3

Tabelle 4 (7 von 7)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a , Prüfpunkte	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a und Messungen	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen ^a
Gruppe 4 (fortgesetzt) 4.13.2 Nachbehandlung 4.13.3 Endprüfungen und Messungen	D	Wie in 4.13.4 Wie in 4.13.5 Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 2	$ \Delta C/C $ für Anforderungsstufe 1.1: $\leq 1\%$ Anforderungsstufe 1.2: $\leq 3\%$ Anforderungsstufe 2: $\leq 5\%$ bezogen auf Messwerte nach 4.13.2 Anstieg $\tan \delta$ für $C \leq 1 \mu\text{F}$ für Anforderungsstufe 1: $\leq 0,003$ Anforderungsstufe 2: $\leq 0,005$ für $C > 1 \mu\text{F}$: siehe Bauart-spezifikation bezogen auf Messwerte nach 4.13 $\geq 50\%$ der Werte nach 4.2.4.2
^a Die Abschnittsnummern für Prüfungen und Anforderungen beziehen sich auf Abschnitt 4 dieser Spezifikation. ^b In dieser Tabelle bedeuten: D = zerstörend, ND = zerstörungsfrei. ^c Die Bauartspezifikation kann zusätzlich entweder eine oder beide Dauerprüfungen vorschreiben.				

3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung

3.5.1 Bildung von Prüflösen

3.5.1.1 Prüfungen der Gruppen A und B

Diese Prüfungen sind losweise durchzuführen.

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

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

3.5.1.2 Prüfungen der Gruppe C

Diese Prüfungen sind periodisch durchzuführen.

Die Stichproben müssen die laufende Fertigung der festgelegten Perioden repräsentieren und sind in große, mittlere und kleine Bemessungsspannungen aufzuteilen. Um den Bereich der Bauartanerkennungen abzudecken, wird in jeder Periode eine Gehäusegröße aus jeder Spannungsgruppe geprüft. In weiteren Perioden sind andere Gehäusegrößen und/oder Bemessungsspannungen aus laufender Fertigung zu prüfen, sodass schließlich der gesamte Bereich erfasst wird.

3.5.2 Prüfplan

Der Prüfplan für die losweisen und periodischen Prüfungen für die Qualitäts-Konformitätsprüfungen ist im Vordruck für Bauartspezifikation enthalten.

3.5.3 Verzögerte Auslieferung

Wenn nach den Verfahren in IEC 60384-1, Q.10, Prüfungen zu wiederholen sind, muss nach den Festlegungen für die Prüfungen in Gruppe A und Gruppe B die Lötbarkeit geprüft und die Kapazität gemessen werden.

3.5.4 Bewertungsstufen

In Tabelle 2 und Tabelle 3 ist die Bewertungsstufe EZ angegeben.

Tabelle 5 – Losweise Prüfungen

Prüfuntergruppe ^b	EZ		
	IL ^a	<i>n</i> ^a	<i>c</i> ^a
A0	100 % ^c		
A1	S-4	d	0
A2	S-3	d	0
B1	S-3	d	0

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

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

^c Die Prüfung ist nach Entnahme der durch eine 100%-Prüfung während des Fertigungsprozesses ermittelten nicht konformen Bauelemente durchzuführen. Das Stichprobenniveau ist vom Hersteller vorzugsweise nach IEC 61193-2:2007, Anhang A, festzulegen.

Unabhängig davon, ob das Los angenommen wurde, sind alle Stichproben der Stichprobenprüfung zu überprüfen, um den Durchschlupf der nicht konformen Bauelemente je Million ($\times 10^{-6}$) zu überwachen.

Wenn in einer Stichprobe ein oder mehrere nicht konforme Bauelemente auftreten, ist dieses Los zurückzuweisen, alle nicht konformen Bauelemente aber müssen bei der Berechnung der Werte der Qualitätslage gezählt werden.

Die Werte für den Durchschlupf der nicht konformen Bauelemente je Million ($\times 10^{-6}$) sind durch Aufsummieren der Prüfdaten nach der in IEC 61193-2:2007, 6.2, angegebenen Methode zu berechnen.

^d Zu prüfende Anzahl: Die Stichprobengröße ist nach IEC 61193-2:2007, 4.3.2, festzulegen.

Tabelle 6 – Periodische Prüfungen

Prüfuntergruppe ^b	EZ		
	p^a	n^a	c^a
C1A	6	5	0
C1B	6	5	0
C1	6	10	0
C2	6	10	0
C3A	6	5	0
C3B	6	5	0
C3C	6	5	0
C4	6	10	0
C5	6	10	0
^a p = Periodizität in Monaten n = Stichprobengröße c = zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente ^b Die Inhalte der Prüfuntergruppen sind in Abschnitt 2 des Vordrucks für Bauartspezifikation beschrieben.			

4 Prüf- und Messverfahren

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

4.1 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

4.1.1 Allgemeines

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

4.1.2 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

Die Sichtprüfung ist unter Verwendung einer geeigneten Ausrüstung mit etwa 10-facher Vergrößerung und bei einer dem Prüfling und der geforderten Qualitätsstufe angemessenen Beleuchtung durchzuführen.

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

4.1.3 Anforderungen

Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen, um zu bestätigen, dass Werkstoffe, Konstruktion, Aufbau, Maße und Ausführung den betreffenden Anforderungen in der Bauartspezifikation entsprechen.

4.2 Elektrische Prüfungen

4.2.1 Spannungsfestigkeit bei Wechselspannungskondensatoren

4.2.1.1 Allgemeines

In der Bauartspezifikation ist anzugeben, ob bei der Prüfung der Spannungsfestigkeit Gleich- oder Wechselspannung anzulegen ist.

4.2.1.2 Prüfung der Gleichspannungsfestigkeit

Die Prüfschaltung nach IEC 60384-1, 4.6, ist zu verwenden.

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

In den Widerstand R_1 ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle einbezogen.

Der Widerstand R_2 muss den Entladestrom auf einen Wert von ≤ 1 A begrenzen.

4.2.1.2.1 Prüfbedingungen

Die Spannungen nach Tabelle 4 sind bei Bauartanerkennungsprüfungen an den angegebenen Messpunkten (nach IEC 60384-1, Tabelle 3) für die Dauer von 1 min und bei losweisen Qualitäts-Konformitätsprüfungen an Messpunkt 1a) für die Dauer von mindestens 1 s anzulegen.

Tabelle 7 – Prüfgleichspannungen

Messpunkt	Prüfgleichspannung
1a)	$2,5 U_{R\sim}$
1b), 1c), 1d) ^a	$1,4 U_{R\sim} + 2\,000$ V Gleichspannung
^a Nur isolierte Bauformen.	

ANMERKUNG Falls ein Kondensator zusätzlich eine Bemessungsgleichspannung besitzt, ist die Gleichspannungsfestigkeit nach der Norm für Gleichspannungskondensatoren (IEC 60384-16) zu prüfen. Wenn jedoch der in Tabelle 6 angegebene Wert größer ist, ist dieser Wert anzuwenden.

4.2.1.3 Prüfung der Wechselspannungsfestigkeit (50 Hz oder 60 Hz)

Die Prüfschaltung nach IEC 60384-1, 4.6, ist zu verwenden, jedoch ohne den Kondensator C_1 und den Widerstand R_2 .

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

In den Widerstand R_1 ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle einbezogen.

4.2.1.3.1 Prüfbedingungen

Die Spannungen nach Tabelle 7 sind bei Bauartanerkennungsprüfungen an den angegebenen Messpunkten (nach IEC 60384-1, Tabelle 3) für die Dauer von 1 min und bei losweisen Qualitäts-Konformitätsprüfungen an Messpunkt 1a) für die Dauer von mindestens 1 s anzulegen.

Tabelle 8 – Prüfwechselspannungen

Messpunkt	Prüfwechselspannung (Effektivwert)
1a)	$1,5 U_{R\sim}$ für $U_{R\sim} \leq 250$ V $1,4 U_{R\sim}$ für $U_{R\sim} > 250$ V
1b), 1c), 1d) ^a	$1,4 U_{R\sim} + 1\,500$ V Wechselspannung
^a Nur isolierte Bauformen.	

4.2.1.4 Anforderungen

Diese Anforderungen gelten sowohl für Gleich- als auch Wechselspannungsprüfungen.

Während der Prüfung darf kein Durchschlag und kein Überschlag auftreten.

ANMERKUNG Das Auftreten selbstheilender Durchschläge bei anliegender Prüfspannung ist zulässig.

4.2.2 Kapazität

4.2.2.1 Allgemeines

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

4.2.2.2 Messbedingungen

Die Kapazität ist bei 1 000 Hz zu messen oder der Kapazitätswert auf diese Frequenz umzurechnen. Für Werte der Nennkapazität $> 10 \mu\text{F}$ dürfen 50 Hz bis 120 Hz angewendet werden; bei Schiedsprüfungen ist eine Frequenz von 1 kHz anzuwenden.

Der Scheitelwert der Messspannung bei 1 000 Hz darf 3 % der Bemessungsspannung und der Scheitelwert der Messspannung bei 50 Hz bis 120 Hz 20 % der Bemessungsspannung nicht überschreiten; in keinem Fall dürfen 100 V (70 V Effektivwert) überschritten werden.

4.2.2.3 Anforderungen

Der Kapazitätswert muss innerhalb der festgelegten Grenzwerte liegen.

4.2.3 Verlustfaktor ($\tan \delta$)

4.2.3.1 Allgemeines

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

4.2.3.2 Messbedingungen für Messungen bei 1 000 Hz

Es gelten folgende Messbedingungen:

- Frequenz: 1 000 Hz;
- Scheitelwert der Messspannung: $\leq 3 \%$ der Bemessungsspannung;
- Messunsicherheit: $\leq 5 \times 10^{-4}$ (Absolutwert).

4.2.3.3 Anforderungen für Messungen bei 1 000 Hz

Der Verlustfaktor darf die zutreffenden Werte nach Tabelle 8 nicht überschreiten.

Tabelle 9 – Grenzwerte für den Verlustfaktor, 1 000 Hz

Nennkapazität μF	Verlustfaktor (Absolutwert)	
	Kondensatoren der Anforderungsstufe 1	Kondensatoren der Anforderungsstufe 2
≤ 1	$\leq 10 \times 10^{-4}$	$\leq 20 \times 10^{-4}$

ANMERKUNG Für $C_N > 1 \mu\text{F}$ müssen die Werte für $\tan \delta$ in der Bauartspezifikation festgelegt sein.