

DIN EN 60384-8

ICS 31.060.20

Einsprüche bis 2013-09-08
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60384-8:2006-01

Entwurf

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 8: Rahmenspezifikation –
Keramik-Festkondensatoren, Klasse 1
(IEC 40/2205/CD:2013)**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 8: Sectional specification –
Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 1
(IEC 40/2205/CD:2013)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-07-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme 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 im DIN und VDE (Hausanschrift: 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 75 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
1 Allgemeines	4
1.1 Anwendungsbereich	4
1.2 Zweck	4
1.3 Normative Verweisungen	4
1.4 Angaben, die eine Bauartspezifikation enthalten muss	4
1.5 Begriffe	6
1.6 Kennzeichnung	6
2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften	7
2.1 Bevorzugte Eigenschaften	7
2.2 Bevorzugte Bemessungswerte	7
3 Qualitätsbewertungsverfahren	12
3.1 Primäre Fabrikationsstufe	12
3.2 Baulich ähnliche Bauelemente	12
3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen	12
3.4 Bauartanerkennung	12
3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung	18
4 Prüf- und Messverfahren	20
4.1 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße	20
4.2 Elektrische Prüfungen	20
4.3 Temperaturkoeffizient der Kapazität (α) und Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel	22
4.4 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	23
4.5 Lötwärmebeständigkeit	23
4.6 Lötbarkeit	23
4.7 Rascher Temperaturwechsel (wenn in der Bauartspezifikation gefordert)	24
4.8 Schwingen	24
4.9 Dauerschocken	24
4.10 Schocken	25
4.11 Reihenfolge klimatischer Prüfungen	25
4.12 Feuchte Wärme, konstant	27
4.13 Dauerprüfung	28
4.14 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls verlangt)	29
4.15 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls verlangt)	29
Anhang A (normativ) Bilder zu den Grenzwerten der Temperaturabhängigkeit der Kapazität für bestimmte Temperaturkoeffizienten und Klassen	30

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 40/2205/CD:2013 „Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 8: Sectional specification – Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 1“ (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 im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60384-8:2006-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet.
- b) Der Bemessungswert der Kapazität und der Bemessungswert des Temperaturkoeffizienten wurden durch den Nennwert der Kapazität bzw. durch den Nennwert des Temperaturkoeffizienten ersetzt.
- c) 4.12, Feuchte Wärme, konstant, wurde um die Auswahl der Prüfbedingungen erweitert.

Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 8: Rahmenspezifikation – Keramik-Festkondensatoren, Klasse 1

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60384 gilt für Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum mit einem bestimmten Temperaturkoeffizienten (Klasse 1) für Anwendungen in elektronischen Geräten, einschließlich Kondensatoren ohne Anschlussdrähte. Sie gilt nicht für oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Kondensatoren.¹

Kondensatoren zur Funkentstörung sind nicht eingeschlossen; diese werden von IEC 60384-14 erfasst.

1.2 Zweck

Diese Norm legt für die beschriebene Art von Kondensatoren die bevorzugten Bemessungswerte und Eigenschaften fest, wählt aus IEC 60384-1:2008 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 den in dieser Spezifikation festgelegten entsprechen; schwächere sind nicht zulässig.

1.3 Normative Verweisungen

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

IEC 60063:1963, *Preferred number series for resistors and capacitors*

Amendment 1:1967

Amendment 2:1977

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

IEC 60384-1:2008, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

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

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

1.4 Angaben, die eine Bauartspezifikation enthalten muss

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.

¹ Diese sind Gegenstand der IEC 60384-21 (Klasse 1).

ANMERKUNG Die Angaben nach 1.4.1 dürfen auch tabellarisch dargestellt werden.

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

1.4.1 Umrisszeichnungen und Maße

Zur leichteren Erkennung des Kondensators 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 mm anzugeben; liegen die Originalmaße aber in Zoll vor, sind die entsprechenden metrischen Maße in mm hinzuzufügen.

Im Regelfall sind die Zahlenwerte für Länge, Breite und Höhe des Kondensatorkörpers sowie für die Abstände der Anschlussdrähte anzugeben oder bei zylindrischen Ausführungen für den Durchmesser des Körpers sowie die Länge und den Durchmesser der Anschlüsse. Sofern erforderlich, z. B. wenn mehrere Größen (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 den Einsatz auf Leiterplatten vorgesehen ist, muss dies in der Bauartspezifikation eindeutig angegeben werden.

1.4.2 Montage

Die Bauartspezifikation muss die Montageart für übliche Anwendungen sowie für die Prüfungen Schwingen und Schocken oder Dauerschocken 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.

1.4.3 Bemessungswerte und Eigenschaften

Die Bemessungswerte und Eigenschaften müssen mit den entsprechenden Abschnitten dieser Spezifikation übereinstimmen, wobei Folgendes zu beachten ist:

1.4.3.1 Nennkapazitätsbereich

Siehe 2.2.4.1.

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

1.4.3.2 Besondere Eigenschaften

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

1.4.3.3 Löten

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

1.4.4 Kennzeichnung

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

1.5 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in IEC 60384-1 angegebenen sowie die folgenden Begriffe.

1.5.1

Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum der Klasse 1

Kondensatoren, die besonders geeignet und bestimmt sind für Anwendungen in Schwingkreisen, wo niedrige Verluste und große Stabilität des Kapazitätswertes wesentlich sind oder wo ein genau definierter Temperaturkoeffizient gefordert wird, z. B. zum Ausgleich von Temperatureinflüssen auf die Schaltung. Das keramische Dielektrikum ist durch seinen Nennwert des Temperaturkoeffizienten (α) definiert.

1.5.2

Unterklasse

bei gegebenem Nennwert des Temperaturkoeffizienten ist die Unterklasse durch die Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten festgelegt (siehe Tabelle 2)

ANMERKUNG Der Nennwert des Temperaturkoeffizienten und seine Grenzabweichung beziehen sich auf den Temperaturbereich von +20 °C bis +85 °C, da aber in der Praxis die Kurven des Temperaturkoeffizienten nicht streng linear verlaufen, ist es notwendig, Grenzwerte für die Abweichungen des Kapazitätswertes ($\Delta C/C$) bei anderen Temperaturen festzulegen (siehe Tabelle 3). Die gleichen Informationen sind in den Bildern A.1 bis A.15 in grafischer Form enthalten.

Diese Kurven ermöglichen es dem Anwender, den differentiellen Temperaturkoeffizienten $1/C \times (dC/dT)_T$ und die Grenzabweichung bei einer bestimmten Temperatur T abzuschätzen. Die Messung dieser Größe wird jedoch in der Prüfung nicht ausdrücklich verlangt.

1.5.3

Bemessungsspannung

U_R

höchste Gleichspannung, die im Dauerbetrieb bei der Bemessungstemperatur am Kondensator anliegen darf

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

1.6 Kennzeichnung

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

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

- a) Nennkapazität;
- b) Bemessungsspannung (Gleichspannung kann durch die Symbole ----- oder — angegeben werden);
- c) Grenzabweichung der Nennkapazität;
- d) Temperaturkoeffizient und, soweit der Platz ausreicht, dessen Grenzabweichung in Kurzform; siehe Tabelle 2;
- e) Jahr und Monat (oder Woche) der Herstellung;
- f) Name des Herstellers oder Firmenzeichen;
- g) Klimakategorie;
- h) Bauartbezeichnung des Herstellers;

i) Verweisung auf die Bauartspezifikation.

ANMERKUNG Die nach 1.6.1 b) und 1.6.1 d) geforderten Angaben dürfen in einer beim Hersteller oder national eingeführten Kurzform gemacht werden.

1.6.2 Die Kodierung für den Temperaturkoeffizienten ist in Tabelle 2 angegeben. Für die Farbkodierung darf ein Punkt, Streifen oder Ring verwendet werden; wenn zwei Farben für die Temperaturkoeffizienten erforderlich sind, darf die zweite Farbe durch die Farbe des Körpers oder der typografischen Kennzeichnung vorgesehen werden.

1.6.3 Der Kondensator ist deutlich mit a), b) und c) und so vielen der weiteren Angaben wie möglich und nötig zu kennzeichnen. Doppelangaben auf den Kondensatoren sollten vermieden werden.

1.6.4 Auf der Verpackung der Kondensatoren sind alle in 1.6.1 genannten Angaben deutlich anzubringen.

1.6.5 Jede zusätzliche Kennzeichnung muss derart angebracht werden, 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 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: $+70\text{ °C}$, $+85\text{ °C}$, $+100\text{ °C}$ und $+125\text{ °C}$;
- Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant ($40\text{ °C}/93\text{ \% rel. Luftfeuchte}$): 4, 10, 21 und 56 Tage.

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

2.2 Bevorzugte Bemessungswerte

2.2.1 Bemessungstemperatur

Für Kondensatoren nach dieser Spezifikation ist die Bemessungstemperatur gleich der oberen Kategorietemperatur.

2.2.2 Bemessungsspannung (U_R)

Die Vorzugswerte der Bemessungsspannung sind: 25 V, 40 V, 63 V, 100 V, 160 V, 250 V, 400 V, 630 V, 1 000 V, 1 600 V, 2 500 V und 4 000 V. Diese Werte entsprechen den Normwerten der Reihe R5 nach ISO 3. Werden weitere Werte benötigt, sind sie der Reihe R10 zu entnehmen.

Die Summe der Gleichspannung und des Scheitelwerts der Wechselspannung am Kondensator sollte die Bemessungsspannung nicht überschreiten. Der Scheitelwert der Wechselspannung sollte nicht den Wert überschreiten, der durch die zulässige Blindleistung vorgegeben ist.

2.2.3 Kategoriespannung (U_C)

Da die Bemessungstemperatur als gleich der oberen Kategorietemperatur festgelegt ist, ist die Kategoriespannung gleich der Bemessungsspannung, wie in IEC 60384-1, 2.2.5, definiert.

2.2.4 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität und zugehörige Grenzabweichungen

2.2.4.1 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität

Die Nennwerte der Kapazität sind den Reihen nach IEC 60063 zu entnehmen; bevorzugt werden die Reihen E6, E12 und E24.

2.2.4.2 Bevorzugte Grenzabweichungen der Nennkapazität

Tabelle 1 – Bevorzugte Grenzabweichungen der Nennkapazität

Bevorzugte Reihen	$C_N \geq 10 \text{ pF}$		$C_N < 10 \text{ pF}$	
	Grenzabweichung	Kennbuchstabe	Grenzabweichung	Kennbuchstabe
E6	$\pm 20 \%$	M	$\pm 2 \text{ pF}$	G
E12	$\pm 10 \%$	K	$\pm 1 \text{ pF}$	F
	$\pm 5 \%$	J	$\pm 0,5 \text{ pF}$	D
E24	$\pm 2 \%$	G	$\pm 0,25 \text{ pF}$	C
	$\pm 1 \%$	F	$\pm 0,1 \text{ pF}$	B

2.2.5 Temperaturkoeffizient (α)

2.2.5.1 Tabelle 2 enthält die bevorzugten Nennwerte des Temperaturkoeffizienten und die zugehörigen Grenzabweichungen in ppm (parts per million = Teile pro Million) je Grad Kelvin ($10^{-6}/K$) sowie die entsprechenden Unterklassen und Kennbuchstaben.

Die Bauartspezifikation muss für jeden Temperaturkoeffizienten den kleinsten Kapazitätswert angeben, für den die festgelegte Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten nachgewiesen werden kann, wobei die Genauigkeit des vorgeschriebenen Verfahrens für die Kapazitätsmessung zu berücksichtigen ist.

Für Kapazitätswerte unter diesem Mindestwert gilt:

- Die Bauartspezifikation muss einen Multiplikator für die Grenzabweichung vom Temperaturkoeffizienten sowie die zulässigen Änderungen des Kapazitätswertes bei der oberen und unteren Kategorietemperatur angeben.
- Gegebenenfalls erforderliche besondere Messverfahren müssen in der Bauartspezifikation beschrieben werden.

2.2.5.2 Die Bilder A.1 bis A.15 zeigen die Grenzwerte der Temperaturabhängigkeit der Kapazität für bestimmte Temperaturkoeffizienten und Unterklassen, die in Tabelle 2 aufgeführt sind.

Tabelle 2 – Temperaturkoeffizienten (Nennwerte) und Grenzabweichungen

Temperaturkoeffizient (Nennwert) α in $10^{-6}/K$	Grenzabweichungen für den Temperatur- koeffizienten in $10^{-6}/K$	Unter- klasse	Kennbuchstabe für		Farbkennzeichnung des Temperatur- koeffizienten
			α	Grenzab- weichung	
+100	± 15 ± 30	1A 1B	A	F G	Rot + Violett
<u>0</u>	± 15 ± 30 ± 60	1A 1B 1F	C	F G H	Schwarz
-33	± 15 ± 30	1A 1B	H	F G	Braun
-75	± 15 ± 30	1A 1B	L	F G	Rot
<u>-150</u>	± 15 ± 30 ± 60	1A 1B 1F	P	F G H	Orange
-220	± 15 ± 30 ± 60	1A 1B 1F	R	F G H	Gelb
-330	± 30 ± 60	1A 1B	S	G H	Grün
-470	± 30 ± 60	1A 1B	T	G H	Blau
<u>-750</u>	± 60 ± 120 ± 250	1A 1B 1F	U	H J K	Violett
-1 000	± 60 ± 120 ± 250	1A 1B 1F	Q	H J K	Rot + Gelb
-1 500	± 250	1F	V	K	Orange + Orange
-2 200	± 500	1F	K	L	Gelb + Orange
-3 300	± 500	1F	D	L	Grün + Orange
-4 700	$\pm 1 000$	1F	E	M	Blau + Orange
-5 600	$\pm 1 000$	1F	F	M	Schwarz + Orange
$+140 \geq \alpha \geq -1 000$	^a	1C	SL	–	Grau
$+250 \geq \alpha \geq -1 750$	^a	1D	UM	–	Weiß

ANMERKUNG 1 Bevorzugte Werte des Temperaturkoeffizienten α sind unterstrichen.

ANMERKUNG 2 Auf Anfrage kann auch (α) von $+33 \times 10^{-6}/K$ und $-47 \times 10^{-6}/K$ erhältlich sein.

ANMERKUNG 3 Die Nennwerte der Temperaturkoeffizienten und die zugehörigen Grenzabweichungen sind durch die Änderung des Kapazitätswertes zwischen den Temperaturen 20 °C und 85 °C definiert.

ANMERKUNG 4 Ein Kondensator mit einem Temperaturkoeffizienten von null und einer Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten von $\pm 30 \times 10^{-6}/K$ erhält die Kennbuchstaben CG (Unterklasse 1B).

^a Diese Werte des Temperaturkoeffizienten werden nicht geprüft, weil in Tabelle 3 keine Grenzwerte für die relative Kapazitätsänderung festgelegt sind.

Tabelle 3 – Kombinationen der Temperaturkoeffizienten und Grenزابweichungen

		Zulässige relative Änderung des Kapazitätswertes in Tausendstel zwischen +20 °C und einer bestimmten Temperatur							
		Untere Kategorietemperaturen				Obere Kategorietemperaturen			
α 10 ⁻⁶ /K	Grenزابweichung ^a 10 ⁻⁶ /K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
+100	± 15 (F) ± 30 (G)	-8,63/-5,08 -9,75/-3,71	-6,90/-4,06 -7,80/-2,96	-5,18/-3,05 -5,85/-2,22	-3,45/-2,03 -3,90/-1,48	4,25/5,75 3,50/6,50	5,53/7,48 4,55/8,45	6,80/9,20 5,60/10,4	8,93/12,1 7,35/13,7
0	± 15 (F) ± 30 (G) ± 60 (H)	-1,13/4,07 -2,25/5,45 -4,50/8,19	-0,900/3,26 -1,80/4,36 -3,60/6,55	-0,675/2,44 -1,35/3,27 -2,70/4,91	-0,450/1,63 -0,900/2,18 -1,80/3,28	-0,750/0,750 -1,50/1,50 -3,00/3,00	-0,975/0,975 -1,95/1,95 -3,90/3,90	-1,20/1,20 -2,40/2,40 -4,80/4,80	-1,58/1,58 -3,15/3,15 -6,30/6,30
-33	± 15 (F) ± 30 (G)	1,35/7,09 0,225/8,46	1,08/5,67 0,180/6,77	0,810/4,26 0,135/5,08	0,540/2,84 0,090/3,39	-2,40/-0,900 -3,15/-0,150	-3,12/-1,17 -4,10/-0,195	-3,84/-1,44 -5,04/0,240	-5,04/-1,89 -6,62/-0,315
-75	± 15 (F) ± 30 (G)	4,50/10,9 3,38/12,3	3,60/8,75 2,70/9,85	2,70/6,56 2,03/7,38	1,80/4,37 1,35/4,92	-4,50/-3,00 -5,25/-2,25	-5,85/-3,90 -6,83/-2,93	-7,20/-4,80 -8,40/-3,60	-9,45/-6,30 -11,0/-4,73
-150	± 15 (F) ± 30 (G) ± 60 (H)	10,1/17,8 9,00/19,2 6,75/21,9	8,10/14,2 7,20/15,3 5,40/17,5	6,08/10,7 5,40/11,5 4,05/13,1	4,05/7,12 3,60/7,67 2,70/8,77	-8,25/-6,75 -9,00/-6,00 -10,5/-4,50	-10,7/-8,78 -11,7/-7,80 -13,7/-5,85	-13,2/-10,8 -14,4/-9,60 -16,8/-7,20	-17,3/-14,2 -18,9/-12,6 -22,1/-9,45
-220	± 15 (F) ± 30 (G) ± 60 (H)	15,4/24,2 14,3/25,6 12,0/28,3	12,3/19,4 11,4/20,5 9,60/22,7	9,23/14,5 8,55/15,3 7,20/17,0	6,15/9,68 5,70/10,2 4,80/11,3	-11,8/-10,3 -12,5/-9,50 -14,0/-8,00	-15,3/-13,3 -16,3/-12,4 -18,2/-10,4	-18,8/-16,4 -20,0/-15,2 -22,4/-12,8	-24,7/-21,5 -26,3/-20,0 -29,4/-16,8
-330	± 30 (G) ± 60 (H)	22,5/35,6 20,3/38,4	18,0/28,5 16,2/30,7	13,5/21,4 12,2/23,0	9,00/14,3 8,10/15,4	-18,0/-15,0 -19,5/-13,5	-23,4/-19,5 -25,4/-17,6	-28,8/-24,0 -31,2/-21,6	-37,8/-31,5 -41,0/-28,4
-470	± 30 (G) ± 60 (H)	33,0/48,5 30,8/51,2	26,4/38,8 24,6/41,0	19,8/29,1 18,5/30,7	13,2/19,4 12,3/20,5	-25,0/-22,0 -26,5/-20,5	-32,5/-28,6 -34,5/-26,7	-40,0/-35,2 -42,4/-32,8	-52,5/-46,2 -55,7/-43,1
-750	± 60 (H) ± 120 (J) ± 250 (K)	51,8/76,8 47,3/82,3 37,5/94,2	41,4/61,5 37,8/65,8 30,0/75,4	31,1/46,1 28,4/49,4 22,5/56,5	20,7/30,7 18,9/32,9 15,0/37,7	-40,5/-34,5 -43,5/-31,5 -50,0/-25,0	-52,7/-44,9 -56,6/-41,0 -65,0/-32,5	-64,8/-55,2 -69,6/-50,4 -80,0/-40,0	-85,1/-72,5 -91,4/-66,2 -105/-52,5
-1 000	± 60 (H) ± 120 (J) ± 250 (K)	70,5/99,7 66,0/105 56,3/117	56,4/79,8 52,8/84,1 45,0/93,7	42,3/59,8 39,6/63,1 33,8/70,2	28,2/39,9 26,4/42,1 22,5/46,8	-53,0/-47,0 -56,0/-44,0 -62,5/-37,5	-68,9/-61,1 -72,8/-57,2 -81,3/-48,8	-84,8/-75,2 -89,6/-70,4 -100/-60,0	-111/-98,7 -118/-92,4 -131/-78,8
-1 500	± 250 (K)	93,8/163	75,0/130	56,3/97,7	37,5/65,1	-87,5/-62,5	-114/-81,3	-140/-100	-184/-131
-2 200	± 500 (L)	128/250	102/200	76,5/150	51,0/99,9	-135/-85,0	-176/-111	-216/-136	-284/-179
-3 300	± 500 (L)	210/350	168/280	126/210	84,0/140	-190/-140	-247/-182	-304/-224	-399/-294
-4 700	± 1 000 (M)	278/524	222/419	167/315	111/210	-285/-185	-371/-241	-456/-296	-599/-389
-5 600	± 1 000 (M)	345/607	276/485	207/364	138/243	-330/-230	-429/-299	-528/-368	-693/-483

ANMERKUNG 1 Vorzugswerte des Temperaturkoeffizienten (α) sind unterstrichen.

ANMERKUNG 2 Die Grenzwerte des Temperaturkoeffizienten im Temperaturbereich von 20 °C bis zur oberen Kategorietemperatur werden aus den Nennwerten der Temperaturkoeffizienten und deren Grenzabweichungen berechnet (siehe Gleichung 1) in Anmerkung 3). Die Grenzwerte der Temperaturkoeffizienten im Temperaturbereich von 20 °C bis –55 °C werden mit Gleichung 2) und Gleichung 3) in Anmerkung 3 berechnet.

ANMERKUNG 3 Die Kapazitätsabweichung bei der unteren Kategorietemperatur ist mit den folgenden Gleichungen zu bestimmen:

- 1) Obere und untere Grenzwerte für die zulässige relative Kapazitätsänderung bei oberer Kategorietemperatur:
 $\Delta C/C(10^{-3}) = (\text{Nennwert des Temperaturkoeffizienten} \pm \text{Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten}^*) \times (\text{obere Kategorietemperatur} - 20) / 1\,000$
- 2) Untere Grenzwerte für die zulässige relative Kapazitätsänderung bei unterer Kategorietemperatur:
 $\Delta C/C(10^{-3}) = (\text{Nennwert des Temperaturkoeffizienten} + \text{Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten}^*) \times (\text{untere Kategorietemperatur} - 20) / 1\,000$
- 3) Obere und untere Grenzwerte für die zulässige relative Kapazitätsänderung bei unterer Kategorietemperatur:
 $\Delta C/C(10^{-3}) = [(-36) - (1,22 \times \text{Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten}^*) + (0,22 \times \text{Nennwert des Temperaturkoeffizienten}) + \text{Nennwert des Temperaturkoeffizienten}] \times (\text{untere Kategorie temperatur} - 20) / 1\,000$

^a Die Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten ist ein absoluter Wert.

3 Qualitätsbewertungsverfahren

3.1 Primäre Fabrikationsstufe

Für Einschichtkondensatoren ist die primäre Fabrikationsstufe das Metallisieren des Dielektrikums zum Bilden der Elektroden; bei Vielschichtkondensatoren ist sie der erste gemeinsame Brand von Elektroden und Keramikkörpern.

3.2 Baulich ähnliche Bauelemente

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

3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen

Die nach IEC 60384-1, Q.9, geforderten Angaben sind zur Verfügung zu stellen, wenn dies in der Bauartspezifikation vorgeschrieben und vom Kunden verlangt wird. Von den nach der Dauerprüfung ermittelten Werten sind auf Verlangen anzugeben: Kapazitätsänderung, Verlustfaktor und Isolationswiderstand.

3.4 Bauartanerkennung

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 dieser Spezifikation angegeben. Das Verfahren mit fester Stichprobengröße ist nachstehend in 3.4.1 und 3.4.2 beschrieben.

3.4.1 Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße

Das Verfahren mit fester Stichprobengröße ist in IEC 60384-1, Q.5.3 b), beschrieben. Die Stichprobe muss den Bereich von Kondensatoren repräsentieren, für den die Bauartanerkennung beantragt wird. Es muss jedoch nicht notwendigerweise der vollständige Bereich sein, der von der Bauartspezifikation abgedeckt ist.

Wenn die Bauartanerkennung nur für einen Temperaturkoeffizienten beantragt wird, muss die Stichprobe Kondensatoren mit den niedrigsten und höchsten Bemessungsspannungen und für diese Spannungen mit den niedrigsten und höchsten Kapazitätswerten enthalten. Sind mehr als vier Bemessungsspannungen gegeben, muss auch eine mittlere Bemessungsspannung geprüft werden. Für die Bauartanerkennung eines Bereiches ist somit die Prüfung von vier bzw. sechs Werten (Kombinationen aus Kapazitätswerten/Bemessungsspannungen) je Temperaturkoeffizient erforderlich. Wenn der Gesamtbereich weniger als vier Werte umfasst, muss die Anzahl der Prüflinge der für vier Werte geforderten Anzahl entsprechen. Wird die Bauartanerkennung für mehr als einen Temperaturkoeffizienten beantragt, siehe 3.4.2.

Zusätzliche Prüflinge dürfen für die folgenden Zwecke verwendet werden:

Zwei (bei sechs Werten) oder drei (bei vier Werten) je Wert als Ersatz für Ausfälle von Prüflingen, die dem Hersteller nicht zur Last zu legen sind.

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

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

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

3.4.2 Prüfungen

Für die Anerkennung der Kondensatoren nach einer Bauartspezifikation werden alle in den Tabellen 4 und 5 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.

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

Wenn die Bauartanerkennung gleichzeitig für mehr als einen Temperaturkoeffizienten beantragt wird, sind für den kleinsten Temperaturkoeffizienten die Prüfungen der Gruppen 1 und 2, für alle Temperaturkoeffizienten die Prüfungen der Gruppen 3 und 4 durchzuführen.

Die Anerkennung wird für jeden einzelnen Temperaturkoeffizienten unter Beachtung der zulässigen Anzahl nicht konformer Bauelemente nach Tabelle 4 erteilt. Um die Gesamtzahl der nicht konformen Bauelemente für andere Temperaturkoeffizienten als den kleinsten zu berechnen, ist die Anzahl nicht konformer Bauelemente in den Gruppen 1 und 2 für den kleinsten Temperaturkoeffizienten zu den Ausfällen der Gruppen 3 und 4 für den betreffenden Temperaturkoeffizienten zu addieren.

Die Anerkennung wird erteilt, wenn die Anzahl der nicht konformen Bauelemente die festgelegte zulässige Anzahl der nicht konformen Bauelemente je Gruppe oder Untergruppe und die Gesamtzahl der zulässigen nicht konformen Bauelemente nicht überschreitet.

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

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

Tabelle 4 – Prüfplan und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente für die Bauartanerkennung – Bewertungsstufe EZ

Gruppe Nr.	Prüfung	Abschnitt in dieser Publikation	Anzahl der Prüflinge n^b	Zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente c
0	Sichtprüfung Maße Kapazität Verlustfaktor Spannungsfestigkeit Isolationswiderstand Zusätzliche Prüflinge	4.1 4.1 4.2.1 4.2.2 4.2.4 4.2.3	108 8	0
1A	Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse Lötwärmebeständigkeit Lösemittelbeständigkeit des Bauelements ^c	4.4 4.5 4.14	12	0
1B	Lötbarkeit Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung ^c Rascher Temperaturwechsel ^a Schwingen Schocken oder Dauerschocken ^a	4.6 4.15 4.7 4.8 4.9 oder 4.10	24	0
1	Reihenfolge klimatischer Prüfungen	4.11	36	0
2	Feuchte Wärme, konstant	4.12	24	0
3	Dauerprüfung	4.13	36	0
4	Temperaturkoeffizient der Kapazität und Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel	4.3	12	0
^a Wie in der Bauartspezifikation verlangt. ^b Kombinationen aus Kapazitäts- und Spannungswerten; siehe 3.4.1. ^c Falls in der Bauartspezifikation verlangt.				

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

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen ^a
Gruppe 0	ND		Siehe Tabelle 4 ↓	
4.1 Sichtprüfung				Wie in 4.1 Kennzeichnung lesbar und wie in der Bauartspezifikation festgelegt
4.1 Maße (Einzelmaße)				Siehe Bauartspezifikation
4.2.1 Kapazität		Frequenz: ... MHz		Innerhalb der festgelegten Grenzwerte
4.2.2 Verlustfaktor (tan δ)		Frequenz: ... MHz (die gleiche wie in 4.2.1)		Wie in 4.2.2.2
4.2.3 Isolationswiderstand		Verfahren: Siehe Bauartspezifikation		Wie in 4.2.3.2
4.2.4 Spannungsfestigkeit		Verfahren: Siehe Bauartspezifikation		Kein Durchschlag oder Übersschlag
Gruppe 1A	D		Siehe Tabelle 4 ↓	
4.4 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse		Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
4.5.1 Anfangsmessung		Kapazität		
4.5 Lötwärmebeständigkeit		Keine Vortrocknung Verfahren (1A oder 1B): Siehe Bauartspezifikation		
4.5.3 Endmessungen		Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar
		Kapazität		ΔC/C wie in 4.5.3
4.14 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls zutreffend)		Lösemittel: ... Lösemitteltemperatur: ... Verfahren 2 Nachbehandlung: ...		Siehe Bauartspezifikation

Tabelle 5 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (2 von 4)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen ^a
Gruppe 1B	D		Siehe Tabelle 4	
4.6 Lötbarkeit		Keine Vortrocknung Verfahren: siehe Bauartspezifikation	↓	Gute Verzinnung, gekennzeichnet durch freies Fließen des Lotes mit Benetzung der Anschlüsse oder Umschließungszeit ... s, wie zutreffend.
4.15 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls zutreffend)		Lösemittel: ... Lösemitteltemperatur: ... Verfahren 1 Reibmaterial: Watte Nachbehandlung: ...		Kennzeichnung lesbar
4.7.1 Anfangsmessung		Kapazität		
4.7 Rascher Temperaturwechsel		T_A = untere Kategorietemperatur T_B = obere Kategorietemperatur Fünf Zyklen Dauer t_1 = 30 min Nachbehandlung: (24 ± 2) h		
4.8 Schwingen		Sichtprüfung Befestigung: siehe Bauartspezifikation Frequenzbereich: von ... Hz bis ... Hz Amplitude: 0,75 mm oder Beschleunigung 100 m/s ² (es gilt die geringere Beanspruchung) Gesamtdauer: 6 h		Keine sichtbaren Schäden
4.8.2 Zwischenprüfung		Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
4.9 Dauerschocken (oder Schocken, siehe 4.10)		Befestigung: siehe Bauartspezifikation Anzahl der Schocks: ... Beschleunigung: ... m/s ² Schockdauer: ... ms		
4.10 Schocken (oder Dauerschocken, siehe 4.9)		Befestigung: siehe Bauartspezifikation Beschleunigung: ... m/s ² Schockdauer: ... ms		
4.9.3 Endmessungen oder 4.10.3		Sichtprüfung Kapazität		Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $\Delta C/C$: wie in 4.10.3

Tabelle 5 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (3 von 4)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen ^a
Gruppe 1	D		Siehe Tabelle 4 ↓	
4.11 Reihenfolge klimatischer Prüfungen				
4.11.2 Trockene Wärme		Temperatur: obere Kategorie-temperatur Dauer: 16 h		
4.11.3 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus				
4.11.4 Kälte		Temperatur: untere Kategorie-temperatur Dauer: 2 h Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
4.11.5 Niedriger Luftdruck (falls in der Bauartspezifikation verlangt)		Luftdruck: 8 kPa		
4.11.5.3 Zwischenprüfung		Sichtprüfung		Kein Durchschlag oder Überschlag
4.11.6 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen		Nachbehandlung: 6 h bis 24 h		
4.11.6.3 Endmessungen		Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand	↓	Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $\Delta C/C$: wie in 4.11.6.3 Wie in 4.11.6.3 Wie in 4.11.6.3
Gruppe 2	D		Siehe Tabelle 4 ↓	
4.12 Feuchte Wärme, konstant				
4.12.1 Anfangsmessungen		Kapazität Nachbehandlung: 6 h bis 24 h		
4.12.5 Endmessungen		Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand	↓	Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $\Delta C/C$: wie in 4.12.5 Wie in 4.12.5 Wie in 4.12.5

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

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen ^a
Gruppe 3 4.13 Dauerprüfung 4.13.1 Anfangsmessungen 4.13.4 Endmessungen	D	Dauer: ... h Spannung: ... V Kapazität Nachbehandlung: 24 h ± 2 h Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 4 	Keine sichtbaren Schäden Kennzeichnung lesbar $\Delta C/C$: wie in 4.13.4 Wie in 4.13.4 Wie in 4.13.4
Gruppe 4 4.3 Temperaturkoeffizient der Kapazität und Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel	ND	Vorbehandlung durch Trocknung: 16 h bis 24 h	Siehe Tabelle 4 	$\Delta C/C$: wie in 4.3.3
^a Abschnittsnummern und Anforderungen beziehen sich auf Abschnitt 4. ^b In dieser Tabelle bedeuten: D = zerstörend, ND = zerstörungsfrei.				

3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung

3.5.1 Bildung von Prüflösen

a) Prüfungen der Gruppen A und B

Diese Prüfungen sind losweise durchzuführen.

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

- 1) Das Prüflös muss aus baulich ähnlichen Kondensatoren bestehen (siehe 3.2).
- 2a) Für die Gruppe A muss die zu prüfende Stichprobe alle im Prüflös vorkommenden Werte und Maße repräsentieren:
 - entsprechend ihrer Anzahl,
 - mit mindestens 5 Prüflingen je Wert.

Für die Gruppe B2 muss die Stichprobe Kondensatoren für alle Temperaturkoeffizienten, die im Los vorkommen, umfassen.

- 2b) Wenn in der Stichprobe weniger als 5 Stück von jedem Wert enthalten sind, muss die Stichprobenentnahme zwischen dem Hersteller und der Nationalen Überwachungsstelle vereinbart werden.

b) Prüfungen der Gruppe C

Diese Prüfungen sind periodisch durchzuführen.

Die Stichproben müssen die laufende Fertigung der festgelegten Perioden repräsentieren und sind in kleine, mittlere und große Kapazitätswerte aufzuteilen. In weiteren Perioden sind andere Bemessungs-

spannungen und/oder Kapazitätswerte 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 in Tabelle 6 des Vordrucks für Bauartspezifikation, IEC 60384-8-1, 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

Die im Vordruck für Bauartspezifikation anzugebende(n) Bewertungsstufe(n) ist (sind) vorzugsweise aus den folgenden Tabellen 6 und 7 auszuwählen:

Tabelle 6 – Losweise Prüfungen

Prüfuntergruppe ^c	EZ		
	IL	<i>n</i>	<i>c</i>
A0	100 % ^a		
A1	S-4	b	0
A2	S-3	b	0
B1	S-3	b	0
B2	S-2	b	0

IL = Prüfniveau

n = Stichprobengröße

c = zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente

^a Die Überprüfung ist nach Entnahme der durch eine 100%-Prüfung während des Fertigungsprozesses ermittelten nicht konformen Bauelemente durchzuführen. Unabhängig davon, ob das Los angenommen wurde, sind alle Stichproben der Stichprobenprüfung zu überprüfen, um den Durchschlupf der nicht konformen Bauelemente je Million (10^{-6}) zu überwachen.

Das Stichprobenniveau ist vom Hersteller vorzugsweise nach IEC 61193-2, Anhang A, anzugeben.

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 (10^{-6}) sind durch Aufsummieren der Prüfdaten nach der in IEC 61193-2, 6.2, angegebenen Methode zu berechnen.

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

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

Tabelle 7 – Periodische Prüfungen

Prüfuntergruppe ^a	EZ		
	p	n	c
C1A	6	9	0
C1B	6	18	0
C1	6	27	0
C2	6	15	0
C3	3	15	0
C4	12	9	0
p = Periodizität in Monaten n = Stichprobengröße c = zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente ^a Die Inhalte der Prüfuntergruppen sind in Abschnitt 2 des entsprechenden 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

Siehe IEC 60384-1, 4.4.

4.2 Elektrische Prüfungen

4.2.1 Kapazität

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

4.2.1.1 Messbedingungen

- Messspannung: ≤ 5 V (Effektivwert), falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt
- Frequenz: $C_N \leq 1\,000$ pF, 1 MHz (± 20 %) oder 100 kHz (± 20 %) (Schiedsfrequenz 1 MHz)
 $C_N > 1\,000$ pF, 1 kHz (± 20 %) oder 100 kHz (± 20 %) (Schiedsfrequenz 1 kHz)

4.2.1.2 Anforderungen

Der Kapazitätswert muss innerhalb der Grenzabweichungen des Bemessungswertes liegen.

4.2.2 Verlustfaktor ($\tan \delta$)

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

4.2.2.1 Messbedingungen

Wie in 4.2.1.

4.2.2.2 Anforderungen

Der Verlustfaktor darf die in Tabelle 8 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle 8 – Verlustfaktor

Nennwert der Kapazität pF	Verlustfaktor ($\tan \delta$) $\times 10^{-4}$				
	$+100 \geq \alpha > -750$ und SL (1C)	$-750 \geq \alpha > -1\ 500$ und UM (1D)	$-1\ 500 \geq \alpha > -3\ 300$	$-3\ 300 \geq \alpha > -5\ 600$	$\alpha \leq -5\ 600$
$C_N \geq 50$	15	20	30	40	50
$5 \leq C_N < 50$	$1,5 \times \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$	$2 \times \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$	$3 \times \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$	$4 \times \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$	$5 \times \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$
$C_N < 5$	Wenn die Messung verlangt wird, muss die Bauartspezifikation den Grenzwert festlegen.				

4.2.3 Isolationswiderstand (R_i)

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

4.2.3.1 Messbedingungen

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

Für Bemessungsspannungen < 100 V darf die Messspannung einen beliebigen Wert von höchstens U_R haben; die Schiedsspannung ist U_R .

Bei Bauartanerkennungsprüfungen und periodischen Prüfungen der Gruppe C ist die Spannung unmittelbar mit ihrem festgelegten Wert für (60 ± 5) s anzulegen. Bei losweisen Prüfungen (Gruppe A) darf die Prüfung nach kürzerer Zeit abgebrochen werden, wenn der verlangte Wert des Isolationswiderstands erreicht ist. Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, darf das Produkt aus dem Innenwiderstand der Spannungsquelle und der Nennkapazität des Kondensators nicht mehr als 1 s betragen.

Der Ladestrom darf 0,05 A nicht überschreiten.

Der Isolationswiderstand (R_i) muss nach 1 min gemessen werden.

4.2.3.2 Anforderungen

Der Isolationswiderstand (R_i) muss den folgenden Anforderungen entsprechen oder größer sein:

Tabelle 9 – Anforderungen an den Isolationswiderstand

Bauform	Messpunkte	$C_N \leq 10$ nF	$C_N > 10$ nF
		R_i	$R_i \times C_N$
Isoliert	1a und 1c	10 000 M Ω	100 s
Nicht isoliert	1a		

4.2.4 Spannungsfestigkeit

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

4.2.4.1 Prüfbedingungen

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

Der Ladestrom darf 0,05 A nicht überschreiten.

4.2.4.2 Zwischen den in IEC 60384-1, Tabelle 3, angegebenen Messpunkten sind die Spannungen nach Tabelle 10 und Tabelle 11 für 1 min bei der Bauartanerkennungsprüfung und für 1 s bei den losweisen Prüfungen im Rahmen der Qualitäts-Konformitätsprüfung anzulegen.

Tabelle 10 – Prüfspannungen für Einschichtkeramik-Kondensatoren

Bemessungsspannung V	Prüfspannung V
≤ 500	$2,5 U_R$
> 500	$1,5 U_R + 500$
ANMERKUNG Für Bemessungsspannungen $U_R > 500$ V beträgt die Prüfspannung für Prüfung C (äußere Isolierung) $1,5 U_R + 500$ V oder wie in der entsprechenden Spezifikation angegeben.	

Tabelle 11 – Prüfspannungen für Vielschichtkeramik-Kondensatoren mit Anschlussdrähten

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

4.2.4.3 Anforderungen

Während der Prüfung darf kein Durchschlag oder Überslag auftreten.

4.3 Temperaturkoeffizient der Kapazität (α) und Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel

Siehe IEC 60384-1, 4.24.3.2, mit folgenden Einzelheiten:

4.3.1 Vorbehandlung durch Trocknung

Die Kondensatoren sind nach IEC 60384-1, 4.3, für 16 h bis 24 h zu trocknen.

4.3.2 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1, 4.24.1.2 und 4.24.1.3.

4.3.3 Anforderungen

Die Kapazitätsänderung bei der oberen und unteren Kategorietemperatur (und gegebenenfalls anderen in der Bauartspezifikation angegebenen Temperaturen) darf die Grenzwerte nach Tabelle 3 nicht überschreiten.

Die Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel darf die Werte nach Tabelle 12 nicht überschreiten.

Tabelle 12 – Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel – Grenzwerte

Nennwert von α in $10^{-6}/K$	Anforderungen ^a
$+100 \geq \alpha \geq -150$	0,3 % oder 0,05 pF
$-150 > \alpha \geq -1\,500$ SL (1C) und UM (1D)	1 % oder 0,05 pF
$-1\,500 > \alpha \geq -5\,600$	2 % oder 0,05 pF
^a Der größere Wert gilt.	

4.4 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse

Siehe IEC 60384-1, 4.13.

4.5 Lötwärmebeständigkeit

Siehe IEC 60384-1, 4.14, mit folgenden Einzelheiten:

4.5.1 Anfangsmessung

Die Kapazität ist nach 4.2.1 zu messen.

4.5.2 Prüfbedingungen

Keine Vortrocknung.

4.5.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es dürfen keine Schäden sichtbar und die Kennzeichnung muss lesbar sein.

Die Kapazitäten sind nach 4.2.1 zu messen und die Änderung darf folgende Werte nicht überschreiten:

Tabelle 13 – Anforderungen

Nennwert von α in $10^{-6}/K$	Anforderungen ^a
$+100 \geq \alpha \geq -750$	0,5 % oder 0,5 pF
$-750 > \alpha \geq -1\,500$ SL (1C) und UM (1D)	1 % oder 1 pF
$\alpha < -1\,500$	3 % oder 1 pF
^a Der größere Wert gilt.	

4.6 Lötbarkeit

Siehe IEC 60384-1, 4.15, mit folgenden Einzelheiten:

4.6.1 Prüfbedingungen: Keine Vortrocknung.

Die Anforderungen für das Lotkugilverfahren sind in der Bauartspezifikation festzulegen. Wenn weder das Lötbad- noch das Lotkugilverfahren in Frage kommen, ist das LötKolbenverfahren mit dem LötKolben der Größe A anzuwenden.

4.6.2 Die Anforderungen sind in Tabelle 5 angegeben.