

DIN EN 60384-18

ICS 31.060.50

Einsprüche bis 2014-02-20
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60384-18:2007-12

Entwurf

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 18: Rahmenspezifikation –
Oberflächenmontierbare Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit
festen (MnO₂) und flüssigen Elektrolyten
(IEC 40/2246/CD:2013)**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 18: Sectional specification –
Fixed aluminium electrolytic surface mount capacitors with solid (MnO₂) and
non-solid electrolyte
(IEC 40/2246/CD:2013)

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 18: Spécification intermédiaire –
Condensateurs fixes électrolytiques en aluminium pour montage en surface à électrolyte
solide (MnO₂) et non solide
(CEI 40/2246/CD:2013)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-12-20 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 61 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
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	7
2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften	8
2.1 Bevorzugte Eigenschaften	8
2.2 Bevorzugte Bemessungswerte	8
3 Qualitätsbewertungsverfahren	9
3.1 Primäre Fabrikationsstufe	9
3.2 Baulich ähnliche Bauelemente	9
3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen	9
3.4 Bauartanerkennungsverfahren	9
3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung	20
4 Prüf- und Messverfahren	22
4.1 Trocknung	22
4.2 Messbedingungen	22
4.3 Montage	22
4.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße	22
4.5 Elektrische Prüfungen	22
4.6 Lötwärmebeständigkeit	24
4.7 Lötbarkeit	25
4.8 Scherprüfung	25
4.9 Trägerbiegeprüfung	25
4.10 Rascher Temperaturwechsel	25
4.11 Reihenfolge klimatischer Prüfungen	26
4.12 Feuchte Wärme, konstant	26
4.13 Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur	27
4.14 Spitzenspannung	27
4.15 Dauerprüfung	28
4.16 Umpolspannung (falls gefordert)	28
4.17 Lagerung bei hoher Temperatur	29
4.18 Lagerung bei niedriger Temperatur (falls gefordert)	29
4.19 Lade- und Entladeprüfung (falls gefordert)	30
4.20 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls gefordert)	30
4.21 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls gefordert)	31

4.22 Stoßstromprüfung (falls gefordert)	31
---	----

Tabellen

Tabelle 1 – Spitzenspannungen	9
Tabelle 2 – Stichprobenplan für die Bauartanerkennung, Bewertungsstufe EZ	11
Tabelle 3 – Prüfplan für die Bauartanerkennung	12
Tabelle 4 – Losweise Prüfungen	21
Tabelle 5 – Periodische Prüfungen	21

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 40/2246/CD:2013 „Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 18: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic surface mount capacitors with solid (MnO₂) and non-solid electrolyte“ (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 60384-18:2007-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Grundlegende Überarbeitung und Neustrukturierung sämtlicher Abschnitte;
- b) Aktualisierung der Normativen Verweisungen;
- c) geringfügige Änderungen der Tabellen.

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 18: Rahmenspezifikation –
Oberflächenmontierbare Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit festen (MnO₂)
und flüssigen Elektrolyten**

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für oberflächenmontierbare Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit festen (MnO₂) oder flüssigen Elektrolyten, vorzugsweise für den Einsatz an Gleichspannung zur Verwendung in Geräten der Elektronik.

Diese Kondensatoren sind vorzugsweise zur Verwendung in Geräten der Elektronik für die unmittelbare Montage auf Substraten für Hybridschaltungen oder auf Leiterplatten vorgesehen.

Für Kondensatoren für Sonderanwendungen können zusätzliche Anforderungen gelten.

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 denen in dieser Rahmenspezifikation festgelegten entsprechen; schwächere sind nicht zulässig.

1.3 Normative Verweisungen

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

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

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-58:2004, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

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

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

ISO 3, *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 die Maße des Kondensatorkörpers sind wie folgt anzugeben:

- allgemein: Breite, Länge und Höhe;
- bei zylindrischen Körpern: Durchmesser und Länge.

Die Zahlenwerte für die Maße der Anschlüsse sind wie folgt anzugeben:

- bei Anschlüssen: Breite, Länge und Abstand.

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

1.4.3 Montage

Die Montageart für Prüfungen und Messungen ist in 4.3 angegeben. Die Bauartspezifikation muss die Montageart für übliche Anwendungen festlegen.

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 Bemessungsspannungsbereichen verfügbare Nennkapazitätsbereich ist im Verzeichnis der Anerkennungen, das z. B. auf der Webseite des Onlinedienstes für das IECQ-Zertifikatsystem www.iecq.org zur Verfügung steht, angegeben.“

1.4.4.3 Besondere Eigenschaften

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

1.4.4.4 Löten

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

1.4.5 Kennzeichnung

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

1.5 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die zutreffenden Begriffe nach IEC 60384-1:2008 sowie der folgende Begriff.

1.5.1

Kapazität eines Elektrolyt-Kondensators

Kapazität einer Reihenersatzschaltung aus Kapazität und Widerstand, gemessen mit annähernd sinusförmiger Wechselfspannung bei der vorgeschriebenen Frequenz

1.6 Kennzeichnung

1.6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2008, 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) Polarität der Anschlüsse (sofern nicht durch den Aufbau gekennzeichnet);
- b) Nennkapazität;
- c) Bemessungsspannung (Gleichspannung kann durch die Symbole --- oder — angegeben werden);
- d) Kategorietemperatur;
- e) Grenzabweichung der Nennkapazität;
- f) Jahr und Monat (oder Jahr und Woche) der Herstellung;
- g) Name des Herstellers und/oder Firmenzeichen;
- h) Bauartbezeichnung des Herstellers;
- i) Verweisung auf die Bauartspezifikation.

1.6.3 Kennzeichnung der Kondensatoren

Die Polung der Anschlüsse muss angegeben werden. Andere Einzelheiten sind, wie erforderlich, anzugeben.

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 in 1.6.2 genannten Angaben, die erforderlich sind, deutlich gekennzeichnet werden.

2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften

2.1 Bevorzugte Eigenschaften

Unter den bevorzugten Eigenschaften sind nur die bevorzugten Klimakategorien anzugeben.

Die Kondensatoren nach dieser Spezifikation werden nach den allgemeinen Regeln in IEC 60068-1:1988, Anhang A, in Klimakategorien eingeteilt.

Die untere und die obere Kategorietemperatur sind aus den folgenden Angaben auszuwählen:

- untere Kategorietemperatur: -55 °C , -40 °C , -25 °C und -10 °C ;
- obere Kategorietemperatur: $+85\text{ °C}$, $+100\text{ °C}$, $+105\text{ °C}$ und $+125\text{ °C}$.

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 Vorzugswerte der Nennkapazität werden in Mikrofarad (μF) angegeben.

Die Vorzugswerte der Nennkapazität, die der Reihe E12 nach IEC 60063 zu entnehmen sind, sind:

1,0 – 1,2 – 1,5 – 1,8 – 2,2 – 2,7 – 3,3 – 3,9 – 4,7 – 5,6 – 6,8 – 8,2,

und ihre dezimalen Vielfachen ($\times 10^n$, n : ganze Zahl).

2.2.2 Grenzabweichung der Nennkapazität

Die Vorzugswerte für die Grenzabweichungen der Nennkapazität sind:

$-10\text{ % bis }+10\text{ %}$ und $-20\text{ % bis }+20\text{ %}$

2.2.3 Bemessungsspannung (U_R)

Die Vorzugswerte der Bemessungsspannung aus den Reihen R10 und R20 nach ISO 3 sind:

- aus der Reihe R10: 1,0 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 – 6,3 – 8,0;
- aus der Reihe R20: 3,5 – 4,5;

und ihre dezimalen Vielfachen ($\times 10^n$, n : ganze Zahl).

2.2.4 Kategoriespannung (U_C)

Die Kategoriespannung ist gleich der Bemessungsspannung.

2.2.5 Spitzenspannung

Die Spitzenspannung beträgt das 1,15-Fache der Bemessungsspannung, gerundet auf das nächste Volt, wie in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 – Spitzenspannungen

	Werte in Volt												
Bemessungsspannung	2,5	4,0	6,3	10	12,5	16	20	25	35	40	50	63	80
Spitzenspannung	2,9	4,6	7,2	12	14,4	18	23	29	40	46	58	72	92

3 Qualitätsbewertungsverfahren

3.1 Primäre Fabrikationsstufe

Für Kondensatoren mit festem Elektrolyten ist die primäre Fabrikationsstufe die Bildung des Anodenkörpers.

Für Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten ist die primäre Fabrikationsstufe die Beurteilung des gebildeten Anodenbelags durch den Kondensatorhersteller.

3.2 Baulich ähnliche Bauelemente

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

3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen

Die nach IEC 60384-1:2008, Abschnitt 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, der Verlustfaktor und der Reststrom.

3.4 Bauartanerkennungsverfahren

3.4.1 Allgemeines

Die Verfahren für die Bauartanerkennungsprüfungen sind in IEC 60384-1:2008, Abschnitt 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 und 3.4.3 beschrieben.

3.4.2 Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße

Das Verfahren mit fester Stichprobengröße ist in IEC 60384-1:2008, Q.5.3, Unterpunkt b), beschrieben. Die Stichprobe muss den Bereich der Kondensatoren repräsentieren, für den die Bauartanerkennung beantragt wird. Die Stichprobe darf den vollständigen Bereich oder den in der Bauartspezifikation angegebenen Teilbereich umfassen.

Die Stichprobe muss aus vier Prüflingen mit der höchsten und der niedrigsten Spannung bestehen und für diese Spannungen die größte und die kleinste Gehäusegröße umfassen. Sind mehr als vier Gehäusegrößen gegeben, muss auch eine mittlere Gehäusegröße geprüft werden. Für alle diese Kombinationen (Werte) aus Gehäusegröße und Spannung ist die höchste Kapazität auszuwählen. Für die Bauartanerkennung eines Bereiches ist somit die Prüfung von vier bzw. sechs Werten erforderlich. Wenn der Bereich weniger als vier Werte umfasst, muss die Anzahl der Prüflinge der für vier Werte geforderten Anzahl entsprechen.

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

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

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

Tabelle 2 enthält die Prüflingsstückzahlen für jede Gruppe oder Untergruppe sowie die zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente für die Bauartanerkennungsprüfung.

3.4.3 Prüfungen

Für die Anerkennung der Kondensatoren nach einer Bauartspezifikation werden alle in den Tabellen 2 und 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.

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

Tabelle 2 enthält für die verschiedenen Prüfungen oder Prüfgruppen die Anzahl der Prüflinge sowie die zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente.

Tabelle 3 enthält sämtliche Prüfbedingungen und Anforderungen und verweist auf die in der Bauartspezifikation anzugebende Auswahl von Prüfbedingungen und Anforderungen.

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 2 – Stichprobenplan für die Bauartanerkennung, Bewertungsstufe EZ

Gruppe Nr.	Prüfung	Abschnitt	Anzahl der Prüflinge n^d	Zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente c
0	Stoßstromprüfung ^b	4.22	112 + 8 ^e + 12	0
	Sichtprüfung	4.4		
	Maße	4.4		
	Reststrom	4.5.1		
	Kapazität	4.5.2		
	Verlustfaktor	4.5.3		
	Scheinwiderstand ^c	4.5.4		
	Zusätzliche Prüflinge		12	
1A	Lötwärmebeständigkeit	4.6	12	0
	Lösemittelbeständigkeit des Bauelements ^c	4.20		
1B	Lötbarkeit	4.7	12	0
	Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung ^c	4.21		
2	Trägerbiegeprüfung	4.9	12	0
3 ^a	Montage	4.3	76 + 8 ^e	0 ^f
	Sichtprüfung	4.4		
	Reststrom	4.5.1		
	Kapazität	4.5.2		
	Verlustfaktor	4.5.3		
	Scheinwiderstand ^c	4.5.4		
	3.1 Scherprüfung	4.8		
		Rascher Temperaturwechsel		
		Reihenfolge klimatischer Prüfungen		
	3.2	Feuchte Wärme, konstant		
	3.3A	Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur		
		Laden und Entladen ^c		
	3.3.B	Umpolspannung ^c		
	3.4	Dauerprüfung		
	3.5	Lagerung bei hoher Temperatur		
		Lagerung bei niedriger Temperatur ^c		
		Spitzenspannung		
	3.1	Scherprüfung		
		Rascher Temperaturwechsel		
		Reihenfolge klimatischer Prüfungen		
	3.2	Feuchte Wärme, konstant		
	3.3A	Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur		
		Laden und Entladen ^c		
	3.3.B	Umpolspannung ^c		
	3.4	Dauerprüfung		
	3.5	Lagerung bei hoher Temperatur		
		Lagerung bei niedriger Temperatur ^c		
		Spitzenspannung		

^a Die Werte dieser Messungen dienen als Anfangsmessungen für die Prüfungen der Gruppe 3.

^b Nur bei Kondensatoren mit festem Elektrolyten, falls gefordert.

^c Falls gefordert.

^d Zu Kombinationen aus Gehäusegröße und Spannung siehe 3.4.2.

^e Zusätzliche Prüflinge für die Prüfungen der Untergruppe 3.3B.

^f Die Prüflinge, an denen nach der Befestigung Ausfälle aufgetreten sind, dürfen nicht für die Berechnung der bei den nachfolgenden Prüfungen zulässigen nicht konformen Bauelemente verwendet werden. Sie müssen entsprechend ersetzt werden.

Tabelle 3 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (1 von 8)

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 4.22 Stoßstromprüfung ^c 4.4 Sichtprüfung 4.4 Maße (Einzelmaße) 4.5.1 Reststrom 4.5.2 Kapazität 4.5.3 Verlustfaktor (tan δ) 4.5.4 Scheinwiderstand ^d	ND	Schutzwiderstand: 1 000 Ω Frequenz: ... Hz Frequenz: ... Hz Frequenz: 100 kHz	Siehe Tabelle 2	Siehe Bauartspezifikation Wie in 4.4.3 Kennzeichnung lesbar und wie in der Bauartspezifikation festgelegt Siehe Bauartspezifikation Wie in 4.5.1.3 Innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen Wie in 4.5.3.3 Siehe Bauartspezifikation
Gruppe 1A 4.6 Lötwärmebeständigkeit 4.6.3 Nachbehandlung 4.6.4 Endprüfungen 4.20 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements ^d	D	Temperaturprofil: ... Nachbehandlung: 1 h bis 2 h Sichtprüfung Kapazität Verlustfaktor Lösemittel: ... Lösemitteltemperatur: ... Verfahren 2 Nachbehandlung: ...	Siehe Tabelle 2	Siehe Bauartspezifikation Wie in 4.6.4 Siehe Bauartspezifikation Siehe Bauartspezifikation Siehe Bauartspezifikation
Gruppe 1B 4.7 Lötbarkeit 4.7.3 Endprüfungen 4.21 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung ^d	D	Prüfverfahren: Lötbad oder Aufschmelzlöten Zusammensetzung des Lotes: ... Typ des Flussmittels: nichtaktiviert oder aktiviert Lotbadtemperatur oder Temperaturprofil für das Aufschmelzlöten: ... Sichtprüfung Lösemittel: ... Lösemitteltemperatur: ... Verfahren 1 Reibwerkstoff: Watte Nachbehandlung: ...	Siehe Tabelle 2	Siehe Bauartspezifikation Wie in 4.7.3 Siehe Bauartspezifikation

Tabelle 3 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (2 von 8)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen ^a
Gruppe 2 4.9 Trägerbiegeprüfung (IEC 60384-1:2008, 4.35.3) Endprüfungen	D	Durchbiegung D : ... mm Anzahl der Biegungen: ...-mal Kapazität und Scheinwiderstand (Leiterplatte in gebogenem Zustand) Sichtprüfung	Siehe Tabelle 2	Siehe Bauartspezifikation Siehe Bauartspezifikation Siehe Bauartspezifikation Keine sichtbaren Schäden und bei Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten kein Elektrolytaustritt
Gruppe 3 4.3 Montage	D	Trägerwerkstoff: ... ^g Sichtprüfung Reststrom Kapazität Verlustfaktor Scheinwiderstand ^d	Siehe Tabelle 2	Keine sichtbaren Schäden und bei Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten kein Elektrolytaustritt Wie in 4.5.1 $ \Delta C/C \leq 5\%$ des nach 4.5.2 gemessenen Wertes Wie in 4.5.3.3 $\leq$ Anfangsgrenzwert
Gruppe 3.1 4.8 Scherprüfung 4.10 Rascher Temperaturwechsel 4.10.2 Anfangsprüfungen 4.10.4 Nachbehandlung 4.10.5 Endprüfungen	D	Sichtprüfung T_A = untere Kategorietemperatur T_B = obere Kategorietemperatur 5 Zyklen Dauer t_1 = ... min Kapazität Nachbehandlung: 1 h bis 2 h Fester Elektrolyt: Reststrom Kapazität Verlustfaktor Scheinwiderstand ^d Flüssiger Elektrolyt: Sichtprüfung	Siehe Tabelle 2	Keine sichtbaren Schäden Gemessen nach 4.5.2 Wie in 4.5.1 $ \Delta C/C \leq 5\%$ des nach 4.10.2 gemessenen Wertes Wie in 4.5.3.3 Siehe Bauartspezifikation Keine sichtbaren Schäden und kein Elektrolytaustritt

Tabelle 3 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (3 von 8)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen ^a
Gruppe 3.1 (fortgesetzt) 4.11 Reihenfolge klimatischer Prüfungen 4.11.2 Anfangsprüfungen 4.11.3 Trockene Wärme 4.11.4 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus 4.11.5 Kälte 4.11.6 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen 4.11.7 Nachbehandlung 4.11.8 Endprüfungen	D	Kapazität Temperatur: obere Kategorie-temperatur Dauer: 16 h Temperatur: untere Kategorie-temperatur Dauer: 2 h Nachbehandlung: 1 h bis 2 h Sichtprüfung Reststrom Kapazität Verlustfaktor	Siehe Tabelle 2	Gemessen nach 4.5.2 Keine sichtbaren Schäden und bei Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten kein Elektrolyt-austritt; Kennzeichnung lesbar Wie in 4.5.1 $ \Delta C/C \leq 10\%$ des nach 4.11.2 gemessenen Wertes $\leq 1,2$ -facher Anfangsgrenzwert
Gruppe 3.2 4.12 Feuchte Wärme, konstant 4.12.2 Anfangsprüfungen 4.12.4 Nachbehandlung 4.12.5 Endprüfungen	D	Kapazität Nachbehandlung: 1 h bis 2 h Sichtprüfung Reststrom Kapazität Verlustfaktor Scheinwiderstand ^d	Siehe Tabelle 2	Gemessen nach 4.5.2 Keine sichtbaren Schäden und bei Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten kein Elektrolyt-austritt; Kennzeichnung lesbar Wie in 4.5.1 $ \Delta C/C $ für: Fester Elektrolyt: $\leq 10\%$ des nach 4.12.2 gemessenen Wertes Flüssiger Elektrolyt: $\leq 20\%$ des nach 4.12.2 gemessenen Wertes $\leq 1,2$ -facher Anfangsgrenzwert $\leq 1,2$ -facher Grenzwert nach der Bauartspezifikation

Tabelle 3 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (4 von 8)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen ^a
Gruppe 3.3A 4.13 Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur	D	Die Kondensatoren sind bei jeder Temperaturstufe zu messen Fester Elektrolyt: Stufe 1: 20 °C Kapazität^c Scheinwiderstand (bei derselben Frequenz wie in Stufe 2)^c Verlustfaktor^c Stufe 2: untere Kategorietemperatur Kapazität^c Scheinwiderstand^c Verlustfaktor^c Stufe 3: obere Kategorietemperatur Reststrom Kapazität^c Verlustfaktor^c Flüssiger Elektrolyt: Stufe 1: 20 °C Kapazität^e Verlustfaktor^e Scheinwiderstand (bei derselben Frequenz wie in Stufe 2)^e	Siehe Tabelle 2	Als Bezugswert Als Bezugswert $\Delta C/C \leq 20\%$ des in Stufe 1 gemessenen Wertes Verhältnis hinsichtlich des Wertes in Stufe 1: ≤ 2-fach ≤ 2-facher Grenzwert nach 4.5.3.3 Bei 125 °C: ≤ 15-facher Grenzwert nach 4.5.1 Bei 105 °C: $\leq 12,5$-facher Grenzwert nach 4.5.1 Bei 100 °C: $\leq 12,5$-facher Grenzwert nach 4.5.1 Bei 85 °C: ≤ 10-facher Grenzwert nach 4.5.1 $\Delta C/C \leq 20\%$ des in Stufe 1 gemessenen Wertes $\leq$ Grenzwert nach 4.5.3.3 Als Bezugswert Als Bezugswert

Tabelle 3 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (5 von 8)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen ^a	
Gruppe 3.3A (fortgesetzt) 4.13 <					

Tabelle 3 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (6 von 8)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen ^a
Gruppe 3.3B	D		Siehe Tabelle 2	
4.16 Umpolspannung ^d		a) Dauer: 125 h bei der oberen Kategorietemperatur mit: bei festem Elektrolyten: einer Gleichspannung von 0,15 U_R in Umpolrichtung bei flüssigem Elektrolyten: einer Gleichspannung von 1 V in Umpolrichtung, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt b) Dauer: 125 h bei der oberen Kategorietemperatur mit der Kategoriespannung in richtiger Polung		
4.16.1 Anfangsprüfungen		Kapazität		Gemessen nach 4.5.2
4.16.3 Nachbehandlung		Nachbehandlung: ... h		
4.16.4 Endprüfungen		Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden und bei Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten kein Elektrolyt-austritt
		Reststrom		Wie in 4.5.1
		Kapazität		$ \Delta C/C $ für: Fester Elektrolyt: $\leq 10\%$ des nach 4.16.1 gemessenen Wertes Flüssiger Elektrolyt: siehe Bauartspezifikation, des nach 4.16.1 gemessenen Wertes
		Verlustfaktor		Wie in 4.5.3.3
Gruppe 3.4	D		Siehe Tabelle 2	
4.15 Dauerprüfung		Dauer: 1 000 h Prüftemperatur: obere Kategorietemperatur Angelegte Spannung: ... V		
4.15.2 Anfangsprüfungen		Kapazität		Gemessen nach 4.5.2
4.15.4 Nachbehandlung		Nachbehandlung: ≥ 16 h		
4.15.5 Endprüfungen		Fester Elektrolyt:		Keine sichtbaren Schäden; Kennzeichnung lesbar
		Sichtprüfung		Wie in 4.5.1
		Reststrom		$ \Delta C/C \leq 10\%$ des nach 4.15.2 gemessenen Wertes
		Kapazität		$\leq 1,2$ -facher Grenzwert nach 4.5.3.3
		Verlustfaktor		$\leq 1,2$ -facher Grenzwert nach der Bauartspezifikation
		Scheinwiderstand ^c		

Tabelle 3 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (7 von 8)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (<i>n</i>) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (<i>c</i>)	Anforderungen ^a				
Gruppe 3.4 (fortgesetzt) 4.15.5 Endprüfungen	D	Flüssiger Elektrolyt: Sichtprüfung Reststrom Kapazität Verlustfaktor Scheinwiderstand ^e	Siehe Tabelle 2	Kein Elektrolytaustritt oder andere sichtbare Schäden; Kennzeichnung lesbar Wie in 4.5.1 $\Delta C/C$, verglichen mit den nach 4.15.2 gemessenen Werten: <table><tr><td>Bemessungsspannung V</td><td>$\Delta C/C$ %</td></tr><tr><td>$U_R \leq 6,3$ $6,3 < U_R \leq 63$</td><td>+25 bis –40 ± 30</td></tr></table> ≤ 2-facher Grenzwert nach 4.5.3.3 oder $\leq 0,4$ (der größere Wert gilt) ≤ 4-facher Grenzwert nach der Bauartspezifikation	Bemessungsspannung V	$ \Delta C/C $ %	$U_R \leq 6,3$ $6,3 < U_R \leq 63$	+25 bis –40 ± 30
Bemessungsspannung V	$ \Delta C/C $ %							
$U_R \leq 6,3$ $6,3 < U_R \leq 63$	+25 bis –40 ± 30							
Gruppe 3.5 4.17 Lagerung bei hoher Temperatur 4.17.2 Anfangsprüfungen 4.17.4 Nachbehandlung 4.17.5 Endprüfungen	D	Temperatur: obere Kategorie-temperatur Dauer: (96 ± 4) h Nachbehandlung: ≥ 16 h Kapazität Nachbehandlung: ≥ 16 h Sichtprüfung Reststrom Kapazität Verlustfaktor	Siehe Tabelle 2	Gemessen nach 4.5.2 Keine sichtbaren Schäden und bei Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten kein Elektrolytaustritt Fester Elektrolyt: Wie in 4.5.1 Flüssiger Elektrolyt: ≤ 2-facher Grenzwert nach 4.5.1 $\Delta C/C$ für: Fester Elektrolyt: ≤ 5 % des nach 4.17.2 gemessenen Wertes Flüssiger Elektrolyt: ≤ 10 % des nach 4.17.2 gemessenen Wertes Fester Elektrolyt: Wie in 4.5.3.3 Flüssiger Elektrolyt: $\leq 1,2$-facher Grenzwert nach 4.5.3.3				

Tabelle 3 – Prüfplan für die Bauartanerkennung (8 von 8)

Abschnittsnummer und Prüfung ^a	D oder ND ^b	Prüfbedingungen ^a	Anzahl der Prüflinge (n) und zulässige Anzahl nicht konformer Bauelemente (c)	Anforderungen ^a
Gruppe 3.5 (fortgesetzt)	D		Siehe Tabelle 2	
4.18 Lagerung bei niedriger Temperatur ^e		Dauer: 16 h oder 4 h nach Erreichen des Temperaturgleichgewichts (der kleinere Wert gilt) Temperatur: –40 °C		
4.18.2 Anfangsprüfungen		Kapazität		Gemessen nach 4.5.2
4.17.4 Nachbehandlung		Nachbehandlung: ≥ 16 h		
4.18.5 Endprüfungen		Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden und kein Elektrolytaustritt; Kennzeichnung lesbar
		Reststrom		Wie in 4.5.1
		Kapazität		$ \Delta C/C \leq 10\%$ des nach 4.18.2 gemessenen Wertes
		Verlustfaktor		Wie in 4.5.3.3
4.14 Spitzenspannung		Anzahl der Zyklen: 1 000 Temperatur: ... °C Ladespannung: 1,15 U_R Ladedauer: 30 s Leerlaufdauer: 5 min 30 s		
4.14.4 Nachbehandlung		Nachbehandlung: 1 h bis 2 h		
4.14.5 Endprüfungen		Sichtprüfung ^e		Keine sichtbaren Schäden und kein Elektrolytaustritt
		Reststrom		Wie in 4.5.1
		Kapazität		$ \Delta C/C $ für: Fester Elektrolyt: ≤ 10 % Flüssiger Elektrolyt: ≤ 15 % des nach 4.17.2 oder 4.18.2 gemessenen Wertes
		Verlustfaktor		Wie in 4.5.3.3

^a Die Werte dieser Messungen nach der Montage dienen als Anfangsmessungen für die Prüfungen der einzelnen Untergruppen.

^b In dieser Tabelle bedeuten: D = zerstörend, ND = zerstörungsfrei.

^c Nur für Kondensatoren mit festem Elektrolyten, falls gefordert.

^d Falls gefordert.

^e Nur für Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten, falls gefordert.

^f Nur anwendbar für Kondensatoren mit festem Elektrolyten und einer unteren Kategorietemperatur von –25 °C und –10 °C.

^g Wenn in den einzelnen Untergruppen verschiedene Trägerwerkstoffe zum Einsatz kommen, dann muss in der Bauartspezifikation angegeben werden, welcher Trägerwerkstoff in jeder einzelnen Untergruppe zu verwenden ist.