

	<b>DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1)</b>	
	Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	
<p>ICS 31.060.10</p> <p>Ersatz für <b>DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2002-02</b> Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit</p> <p><b>Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 1: Fachgrundspezifikation (IEC 60384-1:2008 + Corrigendum 2008); Deutsche Fassung EN 60384-1:2009</b></p> <p>Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification (IEC 60384-1:2008 + corrigendum 2008); German version EN 60384-1:2009</p> <p>Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique (CEI 60384-1:2008 + corrigendum 2008); Version allemande EN 60384-1:2009</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 83 Seiten</p> <p style="text-align: center;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p>		

## **DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2010-05**

### **Beginn der Gültigkeit**

Die von CENELEC am 2009-10-01 angenommene EN 60384-1 gilt als DIN-Norm ab 2010-05-01.

Daneben darf **DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2002-02** noch bis 2012-10-01 angewendet werden.

### **Nationales Vorwort**

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2007-03.*

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 611 „Kondensatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

### **Änderungen**

Gegenüber **DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2002-02** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) wesentliche Bestandteile der EN 130 000 übernommen;
- b) Inhalt des Abschnitts 3 „Qualitätsbewertungsverfahren“ in Anhang Q verschoben und wie in allen Fachgrundnormen des IEC/TC 40 neu formuliert;
- c) kleinere Änderungen an Tabellen, Bildern und Verweisungen.

### **Frühere Ausgaben**

DIN 45910: 1974-12, 1976-07, 1979-11, 1985-09

DIN IEC 60384-1: 1987-12, 1991-11

DIN EN 130000: 1994-04

DIN EN 130000/A8: 1996-05

DIN EN 130000/A9: 1996-05

DIN EN 130000/A10: 1997-08

**DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1): 2002-02**

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

**Tabelle NA.1**

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60027-1	IEC 60027-1	–	–
–	Normen der Reihe IEC 60050	IEV <sup>a)</sup>	–
EN 60062	IEC 60062	DIN EN 60062	–
	IEC 60063	DIN IEC 60063	–
EN 60068-1:1994	IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992	DIN EN 60068-1:1995-03	–
EN 60068-2-1:2007	IEC 60068-2-1:2007	DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1):2008-01	VDE 0468-2-1
EN 60068-2-2:2007	IEC 60068-2-2:2007	DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05	VDE 0468-2-2
EN 60068-2-6:2008	IEC 60068-2-6:2007	DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10	VDE 0468-2-6
EN 60068-2-13:1999	IEC 60068-2-13:1983	DIN EN 60068-2-13:2000-02	–
EN 60068-2-14:1999	IEC 60068-2-14:1984 + A1:1986	DIN EN 60068-2-14:2000-08	–
EN 60068-2-17:1994	IEC 60068-2-17:1994	DIN EN 60068-2-17:1995-05	–
HD 323.2.20 S3:1988 <i>ersetzt durch</i> EN 60068-2-20:2008	IEC 60068-2-20:1979 <i>ersetzt durch</i> IEC 60068-2-20:2008	DIN IEC 60068-2-20:1991-04 <i>ersetzt durch</i> DIN EN 60068-2-20:2009-02	–
EN 60068-2-21:2006	IEC 60068-2-21:2006	DIN EN 60068-2-21:2007-01	
EN 60068-2-27:1993 <i>ersetzt durch</i> EN 60068-2-27:2009	IEC 60068-2-27:1987 <i>ersetzt durch</i> IEC 60068-2-27:2008	DIN EN 60068-2-27:1995 <i>ersetzt durch</i> DIN EN 60068-2-27:2010-01	–
EN 60068-2-29:1993	IEC 60068-2-29:1987	DIN EN 60068-2-29:1995-03	–
EN 60068-2-30:2005	IEC 60068-2-30:2005	DIN EN 60068-2-30:2006-06	–

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-2-45:1992 + A1:1993	IEC 60068-2-45:1980 + A1:1993	DIN EN 60068-2-45:1994-02	–
EN 60068-2-54:2006	IEC 60068-2-54:2006	DIN EN 60068-2-54:2007-01	–
EN 60068-2-58:2004 + Corrigendum 2004	IEC 60068-2-58:2004	DIN EN 60068-2-58:2005-03	–
EN 60068-2-69:2007	IEC 60068-2-69:2007	DIN EN 60068-2-69:2007-11	–
EN 60068-2-78:2001	IEC 60068-2-78:2001	DIN EN 60068-2-78:2002-09	–
–	IEC 60294	DIN IEC 60294	–
–	IEC 60410:1973	DIN 45902-2:1975-05 <i>zurückgezogen</i>	–
Normen der Reihe EN 60617	Normen der Reihe IEC 60617	Normen der Reihe DIN EN 60617	–
EN 60695-11-5:2005	IEC 60695-11-5:2004	<b>DIN EN 60695-11-5 (VDE 0471-11-5):2005-11</b>	VDE 0471-11-5
–	IEC 60717	DIN IEC 60717	–
EN 61193-2:2007	IEC 61193-2:2007	DIN EN 61193-2:2008-08	–
EN 61249-2-7:2002	IEC 61249-2-7:2002	DIN EN 61249-2-7:2002-12	–
–	IEC QC 001002-3	–	–
–	ISO 3	–	–
–	ISO 1000	DIN 1301-1 DIN 1301-2	–
EN ISO 9000	ISO 9000	DIN EN ISO 9000	–
a) „Internationales Elektronisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, im Rahmen der Datenbankanwendung DIN-TERM zu beziehen über Beuth Verlag.			

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

DIN 1301-1, *Einheiten – Teil 1: Einheitenamen, Einheitenzeichen*

DIN 1301-2, *Einheiten; Allgemein angewendete Teile und Vielfache*

DIN EN 60062, *Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren*

DIN EN 60068-1:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden (IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992); Deutsche Fassung EN 60068-1:1994*

**DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1):2008-01**, *Umweltprüfungen – Teil 2-1: Prüfverfahren – Prüfung A: Kälte (IEC 60068-2-1:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-1:2007*

**DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05**, *Umweltprüfungen – Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:2007); Deutsche Fassung EN 2007*

**DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10**, *Umweltprüfungen – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen, (sinusförmig) (IEC 60068-2-6:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-6:2008*

DIN EN 60068-2-13:2000-02, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfgruppe M: Niedriger Luftdruck (IEC 60068-2-13:1983); Deutsche Fassung EN 60068-2-13:1999*

DIN EN 60068-2-14:2000-08, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung N: Temperaturwechsel (IEC 60068-2-14:1984 + A1:1986); Deutsche Fassung EN 60068-2-14:1999*

DIN EN 60068-2-17:1995-05, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Q: Dichtheit (IEC 60068-2-17:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-17:1994*

DIN EN 60068-2-20:2009-02, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-20: Prüfungen – Prüfung T: Prüfverfahren für die Lötbarkeit und Lötwärmebeständigkeit von Bauelementen mit herausgeführten Anschlüssen (IEC 60068-2-20:2008); Deutsche Fassung EN 60068-2-20:2008*

DIN EN 60068-2-21:2007-01, *Umweltprüfungen – Teil 2-21: Prüfungen – Prüfung U: Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse und integrierter Befestigungsmittel (IEC 0068-2-21:2006); Deutsche Fassung EN 0068-2-21:2006*

DIN EN 60068-2-27:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2-27: Prüfungen – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken (IEC 60068-2-27:2008); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:2009*

DIN EN 60068-2-29:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Eb und Leitfaden: Dauerschocken (IEC 60068-2-29:1987); Deutsche Fassung EN 60068-2-29:1993*

DIN EN 60068-2-30:2006-06, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-30: Prüfverfahren – Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden) (IEC 60068-2-30:2005); Deutsche Fassung EN 60068-2-30:2005*

DIN EN 60068-2-45:1994-02, *Umweltprüfungen; Teil 2: Prüfungen – Prüfung XA und Leitfaden: Tauchen in flüssige Reinigungsmittel (IEC 60068-2-45:1980 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60068-2-45:1992 + A1:1993*

DIN EN 60068-2-54:2007-01, *Umweltprüfungen – Teil 2-54: Prüfungen – Prüfung Ta: Prüfung der Lötbarkeit elektronischer Bauelemente mit der Benetzungswaage (IEC 60068-2-54:2006); Deutsche Fassung EN 60068-2-54:2006*

## **DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2010-05**

DIN EN 60068-2-58:2005-03, *Umweltprüfungen – Teil 2-58: Prüfungen – Prüfung Td: Prüfverfahren für Lötbarkeit, Widerstandsfähigkeit gegenüber Auflösen der Metallisierung und Lötwärmebeständigkeit bei oberflächenmontierbaren Bauelementen (SMD) (IEC 60068-2-58:2004); Deutsche Fassung EN 60068-2-58:2004 + Corrigendum 2004*

DIN EN 60068-2-69:2007-11, *Umweltprüfungen – Teil 2-69: Prüfungen – Prüfung Te: Prüfung der Lötbarkeit von Bauelementen der Elektronik für Oberflächenmontage (SMD) mit der Benetzungswaage (IEC 60068-2-69:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-69:2007*

DIN EN 60068-2-78:2002-09, *Umweltprüfungen – Teil 2-78: Prüfungen – Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant (IEC 60068-2-78:2001); Deutsche Fassung EN 60068-2-78:2001*

Normen der Reihe

DIN EN 60617, *Graphische Symbole für Schaltpläne*

**DIN EN 60695-11-5 (VDE 0471-11-5):2005-11**, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-5: Prüfflammen – Prüfverfahren mit der Nadelflamme – Versuchsaufbau, Vorkehrungen zur Bestätigungsprüfung und Leitfaden (IEC 60695-11-5:2004); Deutsche Fassung EN 60695-11-5:2005*

DIN EN 61193-2:2008-08, *Qualitätsbewertungssysteme – Teil 2: Auswahl und Anwendung von Stichprobenanweisungen für die Prüfung elektronischer Bauelemente und Gehäuse (IEC 61193-2:2007); Deutsche Fassung EN 61193-2:2007*

DIN EN 61249-2-7:2002-12, *Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-7: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit Glasgewebe verstärkte Epoxidharz-Laminatplatten mit definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Prüflingslage) (IEC 61249-2-7:2002); Deutsche Fassung EN 61249-2-7:2002*

DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*

DIN IEC 60063, *Vorzugsreihen für die Nennwerte von Widerständen und Kondensatoren*

DIN IEC 60294, *Bestimmung der Maße eines zylindrischen Bauelementes mit zwei axialen Anschlüssen*

DIN IEC 60717, *Verfahren zum Bestimmen des Raumbedarfs bei Kondensatoren und Widerständen mit einseitigen Anschlüssen*

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –  
Teil 1: Fachgrundspezifikation  
(IEC 60384-1:2008 + Corrigendum 2008)**

Fixed capacitors for use in electronic  
equipment –  
Part 1: Generic specification  
(IEC 60384-1:2008 + corrigendum 2008)

Condensateurs fixes utilisés dans les  
équipements électroniques –  
Partie 1: Spécification générique  
(CEI 60384-1:2008 + corrigendum 2008)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2009-10-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

## CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

**Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

## **Vorwort**

Der Text des Schriftstücks 40/1915/FDIS, zukünftige 4. Ausgabe von IEC 60384-1, ausgearbeitet von dem IEC TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009-10-01 als EN 60384-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60384-1:2001.

EN 60384-1:2009 ist eine technische Überarbeitung, einschließlich geringfügiger Änderungen bezüglich der Tabellen, Zeichnungen und Hinweise.

Sie enthält folgende maßgebliche technische Änderung in Bezug auf die EN 60384-1:2001:

- die Einführung von Anhang Q als Ersatz für Abschnitt 3.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2010-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-10-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

---

## **Anerkennungsnotiz**

Der Text der Internationalen Norm IEC 60384-1:2008 + Corrigendum November 2008 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

---

## Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Allgemeines .....	6
1.1 Anwendungsbereich .....	6
1.2 Normative Verweisungen .....	6
2 Technische Daten.....	7
2.1 Einheiten und Symbole.....	7
2.2 Begriffe .....	7
2.3 Vorzugswerte.....	13
2.4 Kennzeichnung.....	13
3 Qualitätsbewertungsverfahren.....	14
4 Prüfungen und Messverfahren .....	14
4.1 Allgemeines .....	15
4.2 Normalklima.....	15
4.3 Trocknung.....	16
4.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße.....	17
4.5 Isolationswiderstand .....	17
4.6 Spannungsfestigkeit .....	20
4.7 Kapazität.....	23
4.8 Verlustfaktor und Ersatzserienwiderstand (ESR).....	23
4.9 Reststrom .....	24
4.10 Scheinwiderstand .....	25
4.11 Induktivität und Eigenresonanzfrequenz .....	25
4.12 Außenbelagsanschluss .....	28
4.13 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse .....	29
4.14 Lötwärmebeständigkeit.....	30
4.15 Lötbarkeit.....	31
4.16 Rascher Temperaturwechsel.....	32
4.17 Schwingen .....	32
4.18 Dauerschocken.....	33
4.19 Schocken .....	33
4.20 Dichtheit.....	33
4.21 Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge) .....	33
4.22 Feuchte Wärme, konstant .....	35
4.23 Dauerprüfung.....	35
4.24 Temperaturabhängigkeit der Kapazität .....	37
4.25 Lagerung.....	39

	Seite
4.26 Spitzenspannung .....	40
4.27 Lade- und Entladeprüfung und Einschaltstrom .....	42
4.28 Überdrucksicherung (bei Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren).....	44
4.29 Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur .....	44
4.30 Temperaturangleich-Prüfung .....	45
4.31 Lösemittelbeständigkeit des Bauelementes .....	45
4.32 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung .....	45
4.33 Befestigung (nur für oberflächenmontierbare Kondensatoren) .....	46
4.34 Scherprüfung .....	48
4.35 Trägerbiegeprüfung .....	48
4.36 Dielektrische Absorption .....	49
4.37 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (nur für Vielschicht-Keramik-Kondensatoren) .....	50
4.38 Passive Entflammbarkeit .....	50
4.39 Stoßstromprüfung .....	51
4.40 Transienten-Überlastprüfung (für Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten) .....	52
Anhang A (normativ) Auslegung der Stichprobenpläne und Verfahren nach IEC 60410 für die Verwendung im IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ) .....	55
Anhang B (normativ) Regeln für die Erstellung von Bauartspezifikationen für Kondensatoren und Widerstände für Geräte der Elektronik zur Verwendung im IECQ-System .....	56
Anhang C (normativ) Gestaltung der ersten Seite einer PCP/CQC-Spezifikation.....	57
Anhang D (normativ) Anforderungen an den Prüfbericht zur Befähigungsanerkennung .....	58
Anhang E (informativ) Leitfaden für die Impulsprüfung von Kondensatoren .....	59
Anhang F (informativ) Leitfaden für verlängerte Dauerspannungsprüfungen an Festkondensatoren .....	61
Anhang G (normativ) Feuchte Wärme, konstant, mit anliegender Spannung .....	62
Anhang Q (normativ) Qualitätsbewertungsverfahren .....	63
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	75
Bild 1 – Blindleistung zu Frequenz.....	9
Bild 2 – Beziehung zwischen Kategorietemperaturbereich und anliegender Spannung .....	12
Bild 3 – Prüfschaltung für die Spannungsfestigkeit.....	20
Bild 4 – Schaltplan der Schaltung zur Messung des Scheinwiderstandes .....	25
Bild 5 – Montageanordnung der Kondensatoren .....	26
Bild 7 – Typische Schaltung eines Absorptionsfrequenzmessers .....	27
Bild 8 – Schaltplan der Messschaltung .....	28
Bild 9 – Prüfschaltung .....	29
Bild 10 – Prüfschaltung für Elektrolyt-Kondensatoren .....	37
Bild 11 – Schaltung mit Motorschalter .....	41
Bild 12 – Schaltung mit Thyristor-Steuerung .....	41

	Seite
Bild 13 – Verlauf der Spannung am Kondensator .....	41
Bild 14 – Verlauf von Strom und Spannung .....	43
Bild 15 – Geeigneter Träger für mechanische Prüfungen (nicht in jedem Fall für Messungen des Scheinwiderstandes geeignet) .....	47
Bild 16 – Geeigneter Träger für elektrische Prüfungen .....	47
Bild 17 – Schaltung zur Stromstoßprüfung .....	52
Bild 18 – Prüfschaltung zur Transienten-Überlastprüfung .....	53
Bild 19 – Spannungskurve .....	53
Bild Q.1 – Allgemeiner Ablaufplan für die Befähigungsanerkennung .....	66
Tabelle 1 – Schiedsmessungen .....	16
Tabelle 2 – Messung des Isolationswiderstandes .....	17
Tabelle 3 – Messpunkte .....	19
Tabelle 4 – Zugkraft .....	29
Tabelle 5 – Drehmoment .....	30
Tabelle 6 – Anzahl der Zyklen .....	35
Tabelle 7 – Schärfegrade und Anforderungen .....	51

## 1 Allgemeines

### 1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60384 ist eine Fachgrundspezifikation und gilt für Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik.

Er führt Normbegriffe, Kontroll- und Prüfverfahren für den Gebrauch in Rahmen- und Bauartspezifikationen für Bauelemente der Elektronik zur Qualitätsbewertung oder für andere Zwecke ein.

### 1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 60027, *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

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

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Part 2-13: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17:1994, *Environmental testing – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Soldering*

IEC 60068-2-21:2006, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29:1987, *Environmental testing – Part 2-29: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-45:1980, *Environmental testing – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*

IEC 60068-2-54:2006, *Environmental testing – Part 2-54: Tests – Test Ta: Solderability testing of electronic components by the wetting balance method*

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 60068-2-69:2007, *Environmental testing – Part 2-69: Tests – Test Te: Solderability testing of electronic components for surface mounting devices (SMD) by the wetting balance method*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60294, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component having two axial terminations*

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60695-11-5:2004, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 60717, *Method for the determination of the space required by capacitors and resistors with unidirectional terminations*

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

IEC 61249-2-7:2002, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IEC QC 001002-3, *Rules of Procedure – Part 3: Approval procedures*

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

ISO 1000, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

## 2 Technische Daten

### 2.1 Einheiten und Symbole

Einheiten, Schaltzeichen und Formelzeichen sollten, so weit wie möglich, den folgenden Veröffentlichungen entnommen werden:

- IEC 60027;
- IEC 60050 (Reihe);
- IEC 60617;
- ISO 1000.

Wenn weitere Einheiten und Symbole benötigt werden, dann sollten sie nach den Prinzipien abgeleitet werden, die in den vorstehend genannten Veröffentlichungen angegeben sind.

### 2.2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

#### 2.2.1

##### **Wechselspannungskondensator**

Kondensator, der im Wesentlichen für die Verwendung bei Wechselspannung vorgesehen ist

#### 2.2.2

##### **ungepolter Kondensator** (für Elektrolytkondensatoren)

Elektrolytkondensator, der einer Wechselspannung und/oder einer Polungsumkehr der anliegenden Gleichspannung standhält

#### 2.2.3

##### **Kategorie der passiven Entflammbarkeit**

höchste Brenndauer, nach einer definierten Einwirkdauer durch eine Flamme

#### 2.2.4

##### **Kategorietemperaturbereich**

Bereich, der Umgebungstemperaturen in dem der Kondensator aufgrund seiner Auslegung dauernd betrieben werden darf, gegeben durch die Temperaturgrenzen der entsprechenden Kategorie

### 2.2.5

#### **Kategoriespannung**

$U_C$

höchste Spannung, die am Kondensator dauernd bei seiner oberen Kategorietemperatur anliegen darf

### 2.2.6

#### **Gleichspannungskondensator**

Kondensator, der im Wesentlichen für die Verwendung bei Gleichspannung vorgesehen ist

ANMERKUNG Ein Gleichspannungskondensator muss nicht für den Betrieb an Wechselstromquellen geeignet sein.

### 2.2.7

#### **Familie** (elektronischer Bauelemente)

Gruppe elektronischer Bauelemente, die insbesondere ein bestimmtes physikalisches Merkmal aufweist und/oder eine bestimmte Funktion erfüllt

### 2.2.8

#### **Anforderungsstufe**

Begriff, der weitere allgemeine Eigenschaften bezogen auf die vorgesehene Anwendung bezeichnet

### 2.2.9

#### **isolierter Kondensator**

Kondensator, bei dem alle Anschlüsse einer Einzelkapazität auf ein Potential gebracht werden dürfen, das verschieden ist vom Potential einer beliebigen leitenden Oberfläche, mit der das Gehäuse bei üblicher Anwendung in Berührung kommen kann, wobei der Wert des Potentials aber mindestens gleich der Bemessungsspannung ist

### 2.2.10

#### **untere Kategorietemperatur**

niedrigste Umgebungstemperatur, bei der der Kondensator aufgrund seiner Auslegung dauernd betrieben werden darf

### 2.2.11

#### **höchste Lagertemperatur**

höchste Umgebungstemperatur, die der Kondensator in nicht betriebelem Zustand ohne Beschädigung aushält

### 2.2.12

#### **höchste Temperatur des Kondensators**

Temperatur am wärmsten Punkt seiner äußeren Oberfläche

ANMERKUNG Die Anschlüsse gelten als Teil der äußeren Oberfläche.

### 2.2.13

#### **niedrigste Lagertemperatur**

niedrigste Umgebungstemperatur, die der Kondensator in nicht betriebelem Zustand ohne Beschädigung aushält

### 2.2.14

#### **niedrigste Temperatur des Kondensators**

Temperatur am kältesten Punkt der äußeren Oberfläche

ANMERKUNG Die Anschlüsse gelten als Teil der äußeren Oberfläche.

### 2.2.15

#### **Nennkapazität**

$C_N$

Kapazitätswert, für den der Kondensator ausgelegt ist und der üblicherweise auf ihm angegeben ist

### 2.2.16

#### **passive Entflammbarkeit**

Fähigkeit des Kondensators, nach Einwirkung einer äußeren Hitzequelle flammartig zu brennen

### 2.2.17

#### **gepolter Kondensator** (für Elektrolytkondensatoren)

Kondensator für den Betrieb mit Spannung ohne Polungsumkehr, der entsprechend der Polkennzeichnung angeschlossen wird

### 2.2.18

#### **Impulskondensator**

Kondensator für Anwendungen mit Strom- oder Spannungsimpulsen

ANMERKUNG Es gelten die Begriffsbestimmungen nach IEC 60469-1 und IEC 60469-2.

### 2.2.19

#### **Impuls-Ersatzschaltung eines Kondensators**

Ersatzschaltung aus einem idealen Kondensator in Reihe mit dessen Restinduktivität und dem Ersatzreihenwiderstand (ESR) besteht

ANMERKUNG Bei Impulsbetrieb hat der Ersatzreihenwiderstand ähnliche, jedoch nicht gleiche Werte wie der bei sinusförmiger Spannung gemessene ESR. Der Impuls-ESR wird durch die im Impuls auftretenden Harmonischen und die Frequenzabhängigkeit der Verluste bestimmt.

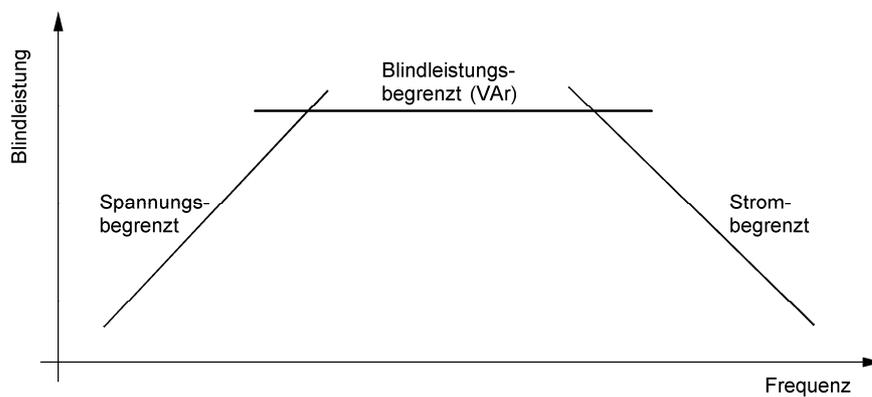
### 2.2.20

#### **Bemessungswert der Wechselstromlast**

größte Belastung mit sinusförmigem Wechselstrom, die im Bereich zwischen unterer Kategorietemperatur und Bemessungstemperatur (siehe 2.2.24) dauernd an die Anschlüsse des Kondensators gelegt werden darf; sie kann wie folgt angegeben werden:

- bei niedrigen Frequenzen als Bemessungswert der Wechselspannung;
- bei hohen Frequenzen als Bemessungswert des Wechselstromes;
- bei den zwischenliegenden Frequenzen als Bemessungswert der Blindleistung (VAr).

Bild 1 zeigt diesen Zusammenhang.



ANMERKUNG 1 Je nach Art des Kondensators kann es notwendig sein, eine oder mehrere der oben genannten Begrenzungen festzulegen.

ANMERKUNG 2 Kondensatoren im Anwendungsbereich dieser Norm sind üblicherweise für weniger als 500 VAr bei 50 Hz bis 60 Hz ausgelegt. Als niedrige Frequenzen gelten 50 Hz bis 60 Hz, 100 Hz bis 120 Hz oder 400 Hz. Der Effektivwert der Wechselspannung kann bei 50 Hz bis 60 Hz bis zu 600 V betragen. Bei Kondensatoren für Filter, Sender oder Stromwandler können die Betriebsbelastungen jedoch in einem weiten Frequenzbereich liegen; bei höheren Frequenzen können sie bis zu 10 kVAr mit Spannungen bis zu 1 000 V<sub>eff</sub> betragen.

**Bild 1 – Blindleistung zu Frequenz**

### **2.2.21**

#### **Bemessungs-Impulsbelastbarkeit**

höchste Impulsbelastung, die an den Anschlüssen eines Kondensators bei einer gegebenen Wiederholfrequenz im Bereich zwischen unterer Kategorietemperatur und Bemessungstemperatur (siehe 2.2.24) anliegen darf; sie lässt sich durch die Größen nach a) und b) sowie eine oder mehrere der folgenden Größen angeben:

- a) Spitzenstrom je  $\mu\text{F}$  oder  $du/dt$  in  $\text{V}/\mu\text{s}$ ;
- b) relative Dauer der Lade- und der Entladezyklen;
- c) Effektivwert des Stromes;
- d) Spitzenspannung;
- e) Spitzen-Umpolspannung;
- f) Impuls-Wiederholfrequenz (siehe Anmerkung 1);
- g) Höchstwert der Wirkleistung.

Diese Größen gelten für periodische Impulse.

ANMERKUNG 1 Bei periodischen Impulsen sollte das Tastverhältnis festgelegt werden. Bei regellos auftretenden Impulsen sollte die in einem gegebenen Zeitabschnitt erwartete Gesamtzahl angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Der Effektivwert des Impulsstroms sollte nach IEC 60469-1, 2.5.2.4, berechnet werden. Bei periodischen oder regellos auftretenden Impulsen sollte die Zeitspanne entsprechend dem Höchstwert der Temperaturerhöhung gewählt werden.

### **2.2.22**

#### **Bemessungswert des überlagerten Wechselstromes**

der höchste zulässige Effektivwert des Wechselstromes mit festgelegter Frequenz, bei dem der Kondensator bei einer festgelegten Temperatur dauernd betrieben werden darf

ANMERKUNG Der überlagerte Wechselstrom erzeugt am Kondensator eine überlagerte Wechselspannung. Die Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechselspannung am Kondensator sollte die Bemessungsspannung oder, wo zutreffend, die temperaturabhängig geminderte Spannung nicht überschreiten.

### **2.2.23**

#### **Bemessungswert der überlagerten Wechselspannung**

der höchste zulässige Effektivwert einer der Gleichspannung überlagerten Wechselspannung mit einer festgelegten Frequenz, bei dem der Kondensator bei einer festgelegten Temperatur dauernd betrieben werden darf

ANMERKUNG Die Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechselspannung am Kondensator sollte die Bemessungsspannung oder, wo zutreffend, die temperaturabhängig geminderte Spannung nicht überschreiten.

### **2.2.24**

#### **Bemessungstemperatur**

höchste Umgebungstemperatur, bei der die Bemessungsspannung dauernd anliegen darf

### **2.2.25**

#### **Bemessungsspannung**

$U_R$

#### **2.2.25.1**

##### **Bemessungsgleichspannung**

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

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

#### 2.2.25.2

##### **Bemessungswechselspannung**

höchster Effektivwert der Wechselspannung, der am Kondensator bei der Bemessungstemperatur und einer festgelegten Frequenz dauernd anliegen darf

#### 2.2.25.3

##### **Bemessungsimpulsspannung**

Spitzenwert der Impulsspannung innerhalb einer festgelegten Impulsform, der am Kondensator bei der Bemessungstemperatur dauernd anliegen darf

#### 2.2.26

##### **Umpolspannung** (nur für gepolte Kondensatoren)

an die Kondensatoranschlüsse mit umgekehrter Polung angelegte Spannung

#### 2.2.27

##### **Selbstheilung**

der Vorgang, bei dem sich die elektrischen Eigenschaften des Kondensators nach einem örtlichen Durchschlag des Dielektrikums rasch und wesentlich zu den vor dem Durchschlag herrschenden Werten zurückbilden

#### 2.2.28

##### **Bauform**

Untergruppe einer Bauart, Unterscheidungsmerkmal sind im Allgemeinen die Abmessungen; sie kann mehrere Ausführungsformen umfassen, die sich im Allgemeinen durch mechanische Einzelheiten unterscheiden

#### 2.2.29

##### **Unterfamilie** (elektronischer Bauelemente)

Gruppe von Bauelementen innerhalb einer Familie, die mit gleichartigen technischen Verfahren hergestellt werden

#### 2.2.30

##### **oberflächenmontierbarer Kondensator**

ein Festkondensator, dessen kleine Abmessungen und dessen Art und Gestalt der Anschlüsse ihn für die Oberflächenmontage in Hybridschaltungen und auf Leiterplatten einsetzbar machen

#### 2.2.31

##### **Spitzenspannungsverhältnis**

das Verhältnis der höchsten Momentanspannung, die an den Anschlüssen des Kondensators während einer vorgeschriebenen Zeit im Kategorietemperaturbereich anliegen darf, zur Bemessungsspannung oder, wo zutreffend, zur temperaturabhängig geminderten Spannung

ANMERKUNG Die Zahl der zulässigen Wiederholungen je Stunde für das Anlegen dieser Spannung sollte festgelegt werden.

#### 2.2.32

##### **Verlustfaktor**

##### **$\tan \delta$**

Verhältnis der Verlustleistung zur Blindleistung des Kondensators bei sinusförmiger Spannung einer festgelegten Frequenz

#### 2.2.33

##### **Temperaturcharakteristik der Kapazität**

die größte Kapazitätsänderung, die sich über einen bestimmten Temperaturbereich innerhalb des Kategorietemperaturbereiches einstellt; sie wird üblicherweise als Prozentsatz der Kapazität bei einer Bezugstemperatur von 20 °C angegeben

ANMERKUNG Dieser Begriff wird hauptsächlich für Kondensatoren angewendet, deren Kapazitätsänderung einer linearen oder nichtlinearen Funktion der Temperatur folgt und nicht ausreichend genau angegeben werden kann.

### 2.2.34

#### Temperaturkoeffizient der Kapazität

$\alpha$

die über einen festgelegten Temperaturbereich gemessene Steilheit der Kapazitätsänderung; sie wird üblicherweise in Teile je Million je Grad Kelvin ( $10^{-6}/K$ ) angegeben

ANMERKUNG Dieser Begriff wird für Kondensatoren angewendet, deren Kapazitätsänderung einer linearen oder annähernd linearen Funktion der Temperatur folgt und ausreichend genau angegeben werden kann.

### 2.2.35

#### Kapazitätsdrift bei zyklischem Temperaturwechsel

die größte irreversible Kapazitätsänderung, die bei Raumtemperatur während oder nach einer Anzahl festgelegter Temperaturzyklen ermittelt wird; sie wird üblicherweise in Prozent des Kapazitätswertes bei der Bezugstemperatur (üblicherweise 20 °C) angegeben

ANMERKUNG 1 Dieser Begriff wird für Kondensatoren angewendet, deren Kapazitätsänderung einer linearen oder annähernd linearen Funktion der Temperatur folgt und ausreichend genau angegeben werden kann.

ANMERKUNG 2 Die Bedingungen bei der Messung während oder nach der Temperaturwechselbeanspruchung, eine Beschreibung des Temperaturzyklus und die Anzahl der Zyklen sollten angegeben werden.

### 2.2.36

#### temperaturabhängig geminderte Spannung

die höchste Spannung, die bei Temperaturen zwischen der Bemessungstemperatur und der oberen Kategorietemperatur am Kondensator dauernd anliegen darf (siehe Bild 2)

ANMERKUNG Angaben über die Temperaturabhängigkeit der Spannung im Bereich zwischen der Bemessungstemperatur und der oberen Kategorietemperatur sollten, falls zutreffend, in der entsprechenden Spezifikation enthalten sein.

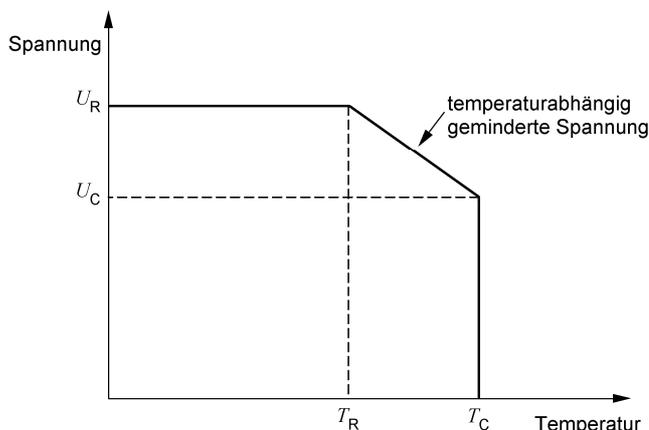


Bild 2 – Beziehung zwischen Kategorietemperaturbereich und anliegender Spannung

### 2.2.37

#### Temperaturanstieg

der Temperaturanstieg des Kondensators ist der Anstieg über die Umgebungstemperatur, der durch die Kondensatorverluste bei Wechselstrom- oder Impulsbetrieb verursacht wird

### 2.2.38

#### Zeitkonstante

Produkt aus Isolationswiderstand und Kapazität, das üblicherweise in Sekunden angegeben wird

### 2.2.39

#### Bauart

eine Gruppe von Bauelementen mit gleichen Konstruktionsmerkmalen und gleichem Aufbau, die aufgrund ähnlicher Herstellungstechniken für die Bauartanerkennungsprüfung und die Qualitätsbewertungskontrolle

zusammengefasst werden können; sie werden im Allgemeinen von einer gemeinsamen Bauartspezifikation erfasst

ANMERKUNG Bauelemente verschiedener Bauartspezifikationen können manchmal als zur gleichen Bauart gehörend betrachtet werden.

#### **2.2.40**

##### **nichtisolierter Kondensator**

ein Kondensator, bei dem kein Anschluss einer Einzelkapazität auf ein Potential gebracht werden darf, das verschieden ist von dem einer beliebigen leitenden Oberfläche, mit der das Gehäuse bei üblicher Anwendung in Berührung kommen kann, wobei der Wert des Potentials aber mindestens gleich der Bemessungsspannung ist

#### **2.2.41**

##### **obere Kategorietemperatur**

höchste Umgebungstemperatur, bei der ein Kondensator für Dauerbetrieb vorgesehen ist

#### **2.2.42**

##### **Temperaturabhängigkeit der Kapazität**

die Temperaturabhängigkeit der Kapazität kann als Temperaturcharakteristik der Kapazität oder Temperaturkoeffizient der Kapazität angegeben werden

#### **2.2.43**

##### **sichtbare Schäden**

sichtbare Schäden, die die Verwendbarkeit des Kondensators für den vorgesehenen Zweck beeinträchtigen

### **2.3 Vorzugswerte**

#### **2.3.1 Allgemeines**

Jede Rahmenspezifikation muss die für die Unterfamilie geeigneten Vorzugswerte festlegen; zum Nennwert der Kapazität siehe auch 2.3.2.

#### **2.3.2 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität**

Die bevorzugten Nennwerte der Kapazität sind den Reihen nach IEC 60063 zu entnehmen.

#### **2.3.3 Bevorzugte Bemessungswerte der Spannung**

Die bevorzugten Bemessungswerte der Spannung entsprechen den Werten der Reihe R10 von ISO 3: 1,0 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 – 6,3 – 8,0 und ihren dezimalen Vielfachen ( $\times 10^n$ ,  $n$ : integer).

### **2.4 Kennzeichnung**

#### **2.4.1 Allgemeines**

Die Art der Kennzeichnung und andere auf dem Kondensator und/oder seiner Verpackung anzubringende Angaben müssen in der Rahmenspezifikation enthalten sein.

Die Reihenfolge der Kennzeichnung auf kleinen Kondensatoren ist festzulegen.

#### **2.4.2 Kodierung**

Wird für den Kapazitätswert, die Grenzabweichung oder das Herstellungsdatum eine Kurzform verwendet, so ist ein Verfahren nach IEC 60062 zu wählen.

### 3 Qualitätsbewertungsverfahren

Wenn diese Norm und zugehörige Normen im Rahmen eines vollständigen Qualitätsbewertungssystems wie dem IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ) verwendet werden, gelten die entsprechenden Abschnitte von [Anhang Q](#).

ANMERKUNG Abschnitt 3 wurde in [Anhang Q](#) verschoben. Zur Beibehaltung der Bezugnahme auf frühere Ausgaben dieser Norm wurden die Abschnittsnummern aus Abschnitt 3 nach dem folgenden Beispiel in Abschnittsnummern für [Anhang Q](#) umgestellt:

Abschnitt 3.1 → [Abschnitt Q.1](#);

Abschnitt 3.1.2 → [Abschnitt Q.1.2](#).

### 4 Prüfungen und Messverfahren

<b>Allgemeine Angaben zu Prüf- und Messverfahren</b>	<b>Abschnitt</b>
Allgemeines	<a href="#">4.1</a>
Normalklima	<a href="#">4.2</a>
Trocknung	<a href="#">4.3</a>
Lagerung	<a href="#">4.25</a>
Befestigung (nur für oberflächenmontierbare Kondensatoren)	<a href="#">4.33</a>
<b>Elektrische Prüfungen und Messungen</b>	
Isolationswiderstand	<a href="#">4.5</a>
Spannungsfestigkeit	<a href="#">4.6</a>
Kapazität	<a href="#">4.7</a>
Verlustfaktor und Ersatzserienwiderstand (ESR)	<a href="#">4.8</a>
Reststrom	<a href="#">4.9</a>
Scheinwiderstand	<a href="#">4.10</a>
Induktivität und Eigenresonanzfrequenz	<a href="#">4.11</a>
Temperaturabhängigkeit der Kapazität	<a href="#">4.24</a>
Spitzenspannung	<a href="#">4.26</a>
Stoßstromprüfung	<a href="#">4.39</a>
Lade- und Entladeprüfung und Einschaltstrom	<a href="#">4.27</a>
Dielektrische Absorption	<a href="#">4.36</a>
Transienten-Überlastprüfung (für Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten)	<a href="#">4.40</a>
<b>Mechanische Prüfungen und Messungen</b>	
Sichtprüfung und Kontrolle der Maße	<a href="#">4.4</a>
Außenbelagsanschluss	<a href="#">4.12</a>
Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	<a href="#">4.13</a>
Schwingen	<a href="#">4.17</a>
Dauerschocken	<a href="#">4.18</a>
Schocken	<a href="#">4.19</a>
Dichtheit	<a href="#">4.20</a>
Scherprüfung	<a href="#">4.34</a>
Trägerbiegeprüfung	<a href="#">4.35</a>

## Umwelt- und Klimaprüfungen

Rascher Temperaturwechsel	4.16
Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge)	4.21
Feuchte Wärme, konstant	4.22
Dauerprüfung	4.23
Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur	4.29
Temperaturangleich-Prüfung	4.30
Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (nur für Vielschicht-Keramik-Kondensatoren)	4.37

## Prüfungen bezüglich der Bauelementemontage

Lötwärmebeständigkeit	4.14
Lötbarkeit	4.15
Lösemittelbeständigkeit des Bauelementes	4.31
Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	4.32

## Sicherheitsbezogene Prüfungen

Überdrucksicherung (bei Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren)	4.28
Passive Entflammbarkeit	4.38

### 4.1 Allgemeines

Die Rahmenspezifikation und/oder der Vordruck für Bauartspezifikation müssen Angaben darüber enthalten, welche Prüfungen durchzuführen sind, welche Messungen vor und nach jeder Prüfung oder Untergruppe von Prüfungen vorzunehmen sind und in welcher Reihenfolge sie auszuführen sind. Die Schritte jeder einzelnen Prüfung sind in der angegebenen Reihenfolge auszuführen. Die Messbedingungen für Anfangs- und Endmessungen müssen gleich sein.

Falls nationale Spezifikationen innerhalb eines Qualitätsbewertungssystems andere als die in den oben genannten Spezifikationen festgelegten Verfahren verwenden, sind diese vollständig zu beschreiben.

Grenzwerte in sämtlichen Spezifikationen sind absolute Grenzwerte. Messunsicherheiten müssen grundsätzlich berücksichtigt werden (siehe IEC QC 001002-3, Anhang C zu Abschnitt 2).

### 4.2 Normalklima

#### 4.2.1 Normalklima für Prüfungen

Wenn nicht anders festgelegt, sind alle Prüfungen und Messungen bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60068-1, 5.3, durchzuführen:

- Temperatur: 15 °C bis 35 °C;
- relative Luftfeuchte: 25 % bis 75 %;
- Luftdruck: 86 kPa bis 106 kPa.

Bevor die Messungen durchgeführt werden, ist der Kondensator so lange der Messtemperatur auszusetzen, bis der gesamte Kondensator diese Temperatur erreicht hat. Für diesen Zweck ist die Dauer, wie sie für die Nachbehandlung des Prüflings am Ende einer Prüfung vorgeschrieben ist, üblicherweise ausreichend.

Wenn Messungen bei einer anderen als der festgelegten Temperatur durchgeführt werden, sind die Ergebnisse gegebenenfalls auf die festgelegte Temperatur zu korrigieren. Die während der Messungen herrschende Umgebungstemperatur ist im Prüfbericht anzugeben. Bei Unstimmigkeiten sind diese Messungen bei einer der Temperaturen für Schiedsmessungen (nach 4.2.3) und unter den gegebenenfalls in dieser Spezifikation genannten weiteren Bedingungen zu wiederholen.

Wenn Prüfungen in einer vorgegebenen Reihenfolge durchgeführt werden, dürfen die Endmessungen einer Prüfung als Anfangsmessungen für die nachfolgende Prüfung verwendet werden.

Während der Messungen ist der Kondensator vor Luftzug, direkter Sonneneinstrahlung oder anderen Einflüssen, die Fehler verursachen könnten, zu schützen.

#### **4.2.2 Bedingungen für die Nachbehandlung**

Falls nicht anders festgelegt, muss die Nachbehandlung bei Normalklima für Prüfungen (4.2.1) erfolgen.

Falls die Nachbehandlung unter streng kontrollierten Bedingungen erforderlich ist, sind die Bedingungen nach IEC 60068-1, 5.4.1, anzuwenden.

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, muss die Nachbehandlung 1 h bis 2 h dauern.

Die Definition der Nachbehandlung ist aus IEC 60068-1, 4.1.3, übernommen und für Kondensatoren wie folgt weiter eingeschränkt:

Wenn eine Nachbehandlungsdauer von z. B. 1 h bis 2 h vorgeschrieben ist, heißt das, dass Messungen (oder andere Behandlungen) eines Loses von Kondensatoren nach 1 h beginnen können und spätestens 2 h nach Beginn der Nachbehandlungsdauer beendet sein müssen.

Die bevorzugte Art der Angabe einer Nachbehandlungsdauer ist „x h bis y h“.

#### **4.2.3 Schiedsbedingungen**

Für Schiedszwecke ist einer der in Tabelle 1 angegebenen Sätze von Normalklimabedingungen für Schiedsmessungen nach IEC 60068-1, 5.2, auszuwählen.

**Tabelle 1 – Schiedsmessungen**

<b>Temperatur</b> °C	<b>Relative Luftfeuchte</b> %	<b>Luftdruck</b> kPa
20 ± 1	63 bis 67	86 bis 106
23 ± 1	48 bis 52	86 bis 106
25 ± 1	48 bis 52	86 bis 106
27 ± 1	63 bis 67	86 bis 106

#### **4.2.4 Bezugsklima**

Als Bezugsklima gilt das Bezugs-Normalklima nach IEC 60068-1, 5.1:

- Temperatur: 20 °C;
- Luftdruck: 101,3 kPa.

#### **4.3 Trocknung**

Wenn in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, ist der Kondensator 96 h ± 4 h in einem Umluftofen bei einer Temperatur von 55 °C ± 2 °C und einer relativen Luftfeuchte von höchstens 20 % vorzubehandeln.

Der Kondensator ist dann in einem Trockner unter Verwendung eines geeigneten Trockenmittels, z. B. aktivierter Tonerde (Aluminiumoxid) oder Silikagel, abkühlen zu lassen und muss darin von der Entnahme aus dem Umluftofen bis zum Beginn der vorgeschriebenen Prüfungen verbleiben.

## 4.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

### 4.4.1 Sichtprüfung

Beschaffenheit, Ausführung und Aussehen müssen bei der Sichtkontrolle zufriedenstellend sein (siehe 2.2.43).

Die Kennzeichnung muss bei der Sichtprüfung lesbar sein und den Anforderungen in der Bauartspezifikation entsprechen.

### 4.4.2 Maße (Lehrenmaße)

Die Maße, die in der Bauartspezifikation als mit Lehren prüfbar bezeichnet werden, sind zu prüfen und müssen den in der Bauartspezifikation festgelegten Werten entsprechen.

Soweit zutreffend, sind die Messungen nach IEC 60294 oder IEC 60717 durchzuführen.

### 4.4.3 Maße (Einzelmaße)

Alle in der Bauartspezifikation festgelegten Maße sind zu prüfen und müssen den festgelegten Werten entsprechen.

## 4.5 Isolationswiderstand

### 4.5.1 Vorbehandlung

Vor dieser Messung sind die Kondensatoren vollständig zu entladen.

### 4.5.2 Messbedingungen

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, ist der Isolationswiderstand mit der in Tabelle 2 angegebenen Spannung zu messen.

Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, ist der Isolationswiderstand  $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$  nach Anlegen der Spannung zu messen.

**Tabelle 2 – Messung des Isolationswiderstandes**

Bemessungsspannung des Kondensators V	Messspannung V
$U_R$ oder $U_C < 10$	$U_R$ oder $U_C \pm 10 \%$
$10 \leq U_R$ oder $U_C < 100$	$10 \pm 1^*)$
$100 \leq U_R$ oder $U_C < 500$	$100 \pm 15$
$500 \leq U_R$ oder $U_C$	$500 \pm 50$

\*) Wenn die Spannung nachweislich keinen Einfluss auf das Messergebnis hat oder wenn die Abhängigkeit bekannt ist, darf bei beliebigen Spannungen bis zur Höhe der Bemessungs- oder Kategoriespannung gemessen werden. Im Schiedsfall sind 10 V zu verwenden, falls die Rahmenspezifikation keinen anderen Wert vorschreibt.

$U_R$  ist die Bemessungsspannung. Sie bestimmt die Messspannung bei Prüfungen im Normalklima für Prüfungen.

$U_C$  ist die Categoriespannung. Sie bestimmt die Messspannung bei Prüfungen bei der oberen Kategorie-temperatur.

### **4.5.3 Prüfpunkte**

Der Isolationswiderstand ist zwischen den Messpunkten nach [Tabelle 3](#), wie in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, zu messen.

Prüfung A, zwischen den Anschlüssen, gilt für alle Kondensatoren (isoliert oder nicht isoliert).

Prüfung B, innere Isolierung, gilt für isolierte Kondensatoren in nicht isolierten Metallgehäusen und für isolierte und nicht isolierte Kondensatoren mit Mehrfachkapazitäten.

Prüfung C, äußere Isolierung, gilt für isolierte Kondensatoren in nicht metallenen Gehäusen oder in isolierten Metallgehäusen. Bei dieser Prüfung ist die Messspannung entsprechend der zutreffenden Spezifikation nach einem der nachstehend beschriebenen Verfahren anzulegen.

### **4.5.4 Prüfverfahren**

#### **4.5.4.1 Metallfolien-Verfahren**

Eine Metallfolie ist eng um den Kondensatorkörper zu wickeln.

Bei Kondensatoren mit axialen Anschlüssen muss die Folie über beide Enden um mindestens 5 mm hinausragen, wobei ein Mindestabstand von 1 mm zwischen der Folie und den Anschlüssen einzuhalten ist. Wenn das nicht möglich ist, muss die überstehende Folie so weit gekürzt werden, dass der Abstand von 1 mm eingehalten wird.

Bei Kondensatoren mit einseitig herausgeführten Anschlüssen ist ein Mindestabstand von 1 mm zwischen der Folienkante und jedem Anschluss einzuhalten.

#### **4.5.4.2 Verfahren für Kondensatoren mit Befestigungselementen**

Der Kondensator ist in der für ihn üblichen Weise auf einer Metallplatte zu befestigen, die in allen Richtungen um mindestens 12,7 mm über die Montagefläche des Kondensators hinausragt.

#### **4.5.4.3 V-Block-Verfahren**

Der Kondensator muss in die Vertiefung eines metallenen 90°-V-Blocks gedrückt werden, der so lang ist, dass der Körper des Kondensators nicht über seine Enden hinausragt.

Der Klemmdruck muss so groß sein, dass ein angemessener Kontakt zwischen dem Kondensator und dem V-Block aufrechterhalten bleibt.

Der Kondensator ist wie folgt im V-Block anzuordnen:

- a) Bei zylindrischen Kondensatoren: Der Kondensator muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der am weitesten von der Achse des Kondensators entfernt ist, einer der Flächen des Blocks am nächsten liegt.
- b) Bei rechteckigen Kondensatoren: Der Kondensator muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der einer Kante des Kondensators am nächsten liegt, auch einer der Flächen des Blockes am nächsten liegt.

Bei zylindrischen und rechteckigen Kondensatoren mit axialen Anschlüssen ist eine außermittige Lage der Anschlüsse aus dem Körper des Kondensators nicht zu berücksichtigen.

#### 4.5.5 Temperaturkompensation

Wenn in der Bauartspezifikation vorgeschrieben, ist die Temperatur, bei der die Messung erfolgt, zu vermerken. Wenn sie von 20 °C abweicht, ist der Messwert mit dem entsprechenden in der Rahmenspezifikation festgelegten Korrekturfaktor zu multiplizieren.

#### 4.5.6 Angaben, die die entsprechende Spezifikation enthalten muss

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- a) Messpunkte mit zugehörigen Messspannungen;
- b) Verfahren für das Anlegen der Spannung (eines der Verfahren nach 4.5.4);
- c) Anschlussdauer der Spannung, falls von 1 min abweichend;
- d) besondere Vorsichtsmaßnahmen, die während der Messung zu beachten sind;
- e) gegebenenfalls Korrekturfaktoren für Messungen innerhalb des gesamten Temperaturbereiches des Normklimas für Prüfungen;
- f) Messtemperatur, falls vom Normklima für Prüfungen abweichend;
- g) Mindestwert des Isolationswiderstandes für die verschiedenen Messpunkte (siehe Tabelle 3).

**Tabelle 3 – Messpunkte**

Prüfung	Anwendbar auf	1: Einfachkapazitäten	2: Mehrfachkapazitäten mit gemeinsamem Anschluss für alle Kondensatoren	3: Mehrfachkapazitäten ohne gemeinsamen Anschluss
A. Zwischen den Anschlüssen (siehe Anmerkung)	Alle Kondensatoren	1a: Zwischen den Anschlüssen	2a: Zwischen jedem Anschluss und dem gemeinsamen Anschluss	3a: Zwischen Anschlüssen jedes Kondensators
B. Interne Isolierung	Isolierte Einfach- und Mehrfachkapazitäten in nicht isolierten Metallgehäusen (1b, 2b, 3b)	1b: Zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen und dem Gehäuse	2b: Zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen und dem Gehäuse	3b: Zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen und dem Gehäuse
	Isolierte und nicht isolierte Mehrfachkapazitäten (2c und 3c)		2c: Zwischen dem nicht gemeinsamen Anschluss eines Kondensators und allen anderen miteinander verbundenen Anschlüssen	3c: Zwischen den Anschlüssen verschiedener Kondensatoren, wobei die Anschlüsse eines Kondensators miteinander verbunden sind
C. Externe Isolierung	Isolierte Kondensatoren in nicht metallenen Gehäusen oder in isolierten Metallgehäusen	1c: Zwischen den beiden miteinander verbundenen Anschlüssen und, wie zutreffend, der Metallfolie, der Metallplatte oder dem V-förmigen Metallblock	2d:  Zwischen allen miteinander verbundenen Anschlüssen und, wie zutreffend, der Metallfolie, der Metallplatte oder dem V-förmigen Metallblock	3d:
ANMERKUNG Wenn ein Kondensator mehr als zwei Anschlüsse besitzt, liegen die Messpunkte an den beiden Anschlüssen, die durch das Dielektrikum voneinander isoliert sind. Bei einem koaxialen Durchführungskondensator zum Beispiel sollten die Messpunkte an einem der mit dem mittigen Leiter verbundenen Anschlüsse und an dem koaxialen Metallgehäuse oder der Montagefläche liegen.				

## 4.6 Spannungsfestigkeit

Die nachstehende Prüfung wird mit Gleichspannung durchgeführt. Wenn die entsprechende Spezifikation eine Prüfung mit Wechselspannung vorschreibt, muss sie die Prüfschaltung angeben.

### 4.6.1 Prüfschaltung (für die Prüfung zwischen den Anschlüssen)

Die Bauelemente der Prüfschaltung müssen so ausgewählt werden, dass sichergestellt ist, dass die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Bedingungen für den Lade- und den Entladestrom sowie für die Ladezeitkonstante erfüllt werden.

Bild 3 legt die Eigenschaften einer geeigneten Prüfschaltung fest.

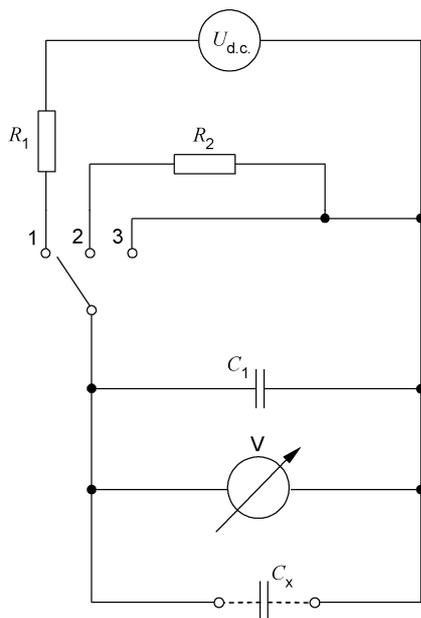
Der Innenwiderstand des Spannungsmessers muss mindestens  $10\,000\ \Omega/V$  betragen.

In den Widerstand  $R_1$  ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle einbezogen.

Die Widerstandswerte  $R_1$  und  $R_2$  sind so groß zu wählen, dass der Lade- und Entladestrom den in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Wert nicht überschreitet.

Die Kapazität des Kondensators  $C_1$  muss mindestens das 10-Fache des Kapazitätswertes des Prüflings betragen.

Wenn zutreffend, darf die Zeitkonstante  $R_1 \times (C_x + C_1)$  den in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Wert nicht überschreiten.



**ANMERKUNG** Bei der Prüfung bestimmter Kondensatoren darf der Kondensator  $C_1$  entfallen. Die Rahmenspezifikation sollte einen entsprechenden Hinweis enthalten.

**Bild 3 – Prüfschaltung für die Spannungsfestigkeit**

### 4.6.2 Prüfung

Je nach Anwendungsfall besteht die Prüfung aus einer oder mehreren der in [Tabelle 3](#) aufgeführten Teilprüfungen. Die Anforderungen sind der entsprechenden Spezifikation zu entnehmen.

Wiederholtes Anlegen der Prüfspannung kann den Kondensator dauerhaft schädigen und sollte daher möglichst vermieden werden.

#### **4.6.2.1 Prüfung A – Zwischen den Anschlüssen**

##### **4.6.2.1.1 Prüfpunkte**

Die Prüfspannung wird an die Prüfpunkte 1a, 2a, 3a nach [Tabelle 3](#) in Übereinstimmung mit den Anforderungen in der entsprechenden Spezifikation angelegt.

##### **4.6.2.1.2 Verfahren**

Mit dem Schalter in Stellung 2 ist an die beiden Anschlüsse in [Bild 3](#) eine veränderbare Gleichspannungsquelle ausreichender Leistung anzulegen und auf die für die Prüfung festgelegte Spannung einzuregeln.

Der Prüfling wird an die im Schaltbild mit  $C_x$  bezeichneten Anschlüsse angeschlossen.

Danach wird der Schalter in die Stellung 1 gebracht, um die Kondensatoren  $C_1$  und  $C_x$  über  $R_1$  aufzuladen.

Nachdem sich der festgelegte Wert der Prüfspannung eingestellt hat, bleibt der Schalter für die vorgeschriebene Zeit in dieser Stellung.

Danach wird der Schalter in Stellung 2 gebracht, wodurch sich die Kondensatoren  $C_1$  und  $C_x$  über den Widerstand  $R_2$  entladen. Sobald die Spannungsanzeige auf null zurückgegangen ist, wird der Schalter in die Stellung 3 gebracht und der Kondensator dadurch kurzgeschlossen. Danach wird der Prüfling  $C_x$  abgetrennt.

#### **4.6.2.2 Prüfung B – Innere Isolierung**

##### **4.6.2.2.1 Prüfpunkte**

Die Prüfspannung wird an die Prüfpunkte 1b, 2b, 2c, 3b, 3c nach [Tabelle 3](#) in Übereinstimmung mit den Anforderungen in der entsprechenden Spezifikation angelegt.

##### **4.6.2.2.2 Verfahren**

Die festgelegte Prüfspannung wird mit ihrem vollen Wert für die in der entsprechenden Spezifikation festgelegte Zeit über den Innenwiderstand der Spannungsquelle angelegt. Für Prüfpunkt 2c sind das für die Prüfung zwischen den Anschlüssen festgelegte Verfahren und die entsprechende Prüfschaltung anzuwenden ([4.6.1](#) und [4.6.2.1](#)).

#### **4.6.2.3 Prüfung C – Äußere Isolierung (nur bei isolierten Kondensatoren in nicht metallinem Gehäuse oder in isoliertem Metallgehäuse)**

##### **4.6.2.3.1 Prüfpunkte**

Die Prüfspannung wird an die Prüfpunkte 1c, 2d oder 3d angelegt, wobei für das Anlegen der Spannung eines der drei nachstehend aufgeführten Verfahren nach den Anforderungen in der entsprechenden Spezifikation anzuwenden ist.

##### **4.6.2.3.2 Metallfolien-Verfahren**

Eine Metallfolie ist eng um den Kondensatorkörper zu wickeln.

Bei Kondensatoren mit axialen Anschlüssen muss die Folie über beide Enden um mindestens 5 mm hinausragen, wobei ein Mindestabstand von 1 mm/kV Prüfspannung zwischen Folie und Anschlüssen einzuhalten

ist. Wenn das nicht möglich ist, muss das überstehende Folienende so weit gekürzt werden, dass der Abstand von 1 mm/kV Prüfspannung eingehalten wird.

Bei Kondensatoren mit einseitig herausgeführten Anschlüssen ist ein Mindestabstand von 1 mm/kV Prüfspannung zwischen Folienende und jedem Anschluss einzuhalten.

Der Abstand zwischen Folie und Anschlüssen darf in keinem Fall kleiner als 1 mm sein.

#### **4.6.2.3.3 Verfahren für Kondensatoren mit Befestigungselementen**

Der Kondensator ist in der für ihn üblichen Weise auf einer Metallplatte zu befestigen, die in allen Richtungen um mindestens 12,7 mm über die Montagefläche des Kondensators hinausragt.

#### **4.6.2.3.4 V-Block-Verfahren**

Der Kondensator muss in die Vertiefung eines metallenen 90°-V-Blocks gedrückt werden, der so lang ist, dass der Körper des Kondensators nicht über seine Enden hinausragt.

Der Klemmdruck muss so groß sein, dass ein angemessener Kontakt zwischen dem Kondensator und dem V-Block aufrechterhalten bleibt.

Der Kondensator ist wie folgt im V-Block anzuordnen:

- a) Bei zylindrischen Kondensatoren: Der Kondensator muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der am weitesten von der Achse des Kondensators entfernt ist, einer der Flächen des Blocks am nächsten liegt.
- b) Bei rechteckigen Kondensatoren: Der Kondensator muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der einer Kante des Kondensators am nächsten liegt, auch einer der Flächen des Blockes am nächsten liegt.

Bei zylindrischen und rechteckigen Kondensatoren mit axialen Anschlüssen ist eine außermittige Lage der Anschlüsse im Körper des Kondensators nicht zu berücksichtigen.

#### **4.6.2.3.5 Verfahren**

Die vorgeschriebene Prüfspannung ist über den Innenwiderstand der Spannungsquelle unmittelbar für die in der entsprechenden Spezifikation festgelegte Zeit an den Kondensator anzulegen.

### **4.6.3 Anforderungen**

Bei keinem der vorgeschriebenen Prüfpunkte dürfen während der Prüfdauer Anzeichen für Durchschlag oder Überschlag auftreten.

### **4.6.4 Angaben, die die entsprechende Spezifikation enthalten muss**

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- a) Prüfpunkte (siehe [Tabelle 3](#)) und die zugehörigen Prüfspannungen;
- b) für die Prüfung der äußeren Isolierung (Prüfung C) das Verfahren für das Anlegen der Spannung (eines der Verfahren nach [4.6.2.3](#));
- c) Dauer der Spannungsbelastung;
- d) Höchstwerte der Lade- und Entladeströme;
- e) falls zutreffend, Höchstwert der Ladezeitkonstante ( $R_1 \times (C_1 + C_x)$ ).

## 4.7 Kapazität

### 4.7.1 Messfrequenz und Messspannung

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, ist die Kapazität bei einer der folgenden Frequenzen zu messen:

– Elektrolyt-Kondensatoren:		100 Hz bis 120 Hz
– andere Kondensatoren:	$C_R \leq 1 \text{ nF}$ :	100 kHz, 1 MHz oder 10 MHz (1 MHz als Bezugsfrequenz)
	$1 \text{ nF} < C_R \leq 10 \text{ }\mu\text{F}$ :	1 kHz oder 10 kHz (1 kHz als Bezugsfrequenz)
	$C_R > 10 \text{ }\mu\text{F}$ :	50 Hz (60 Hz) oder 100 Hz (120 Hz)

Bei allen Frequenzwerten darf die Grenzabweichung  $\pm 20 \%$  nicht überschreiten.

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, darf die Messspannung 3 % von  $U_R$  oder 5 V nicht überschreiten, wobei der kleinere Wert gilt.

### 4.7.2 Messeinrichtung

Die Messeinrichtung muss so genau sein, dass folgende Messabweichungen nicht überschritten werden:

- Für Messungen des absoluten Kapazitätswertes: 10 % der Bemessungskapazität oder 2 % absolut, wobei der kleinere Wert gilt.
- Für Messungen der Kapazitätsänderung: 10 % der festgelegten größten Kapazitätsänderung.

Die Genauigkeit braucht in beiden Fällen a) und b) nicht besser zu sein als die kleinste absolute Messabweichung (z. B. 0,5 pF), die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschrieben ist.

### 4.7.3 Angaben, die die entsprechende Spezifikation enthalten muss

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- Messtemperatur, falls abweichend vom Normalklima für Prüfungen;
- Messfrequenzen und Kapazitätsbereiche, denen sie zugeordnet sind, falls sie von den in 4.7.1 vorgeschriebenen abweichen;
- falls zutreffend, den absoluten Messfehler (z. B. 0,5 pF);
- Messspannung, wenn von der in 4.7.1 vorgeschriebenen abweichend;
- falls zutreffend, anzulegende Polarisierungsspannung.

## 4.8 Verlustfaktor und Ersatzserienwiderstand (ESR)

### 4.8.1 Verlustfaktor

#### 4.8.1.1 Messfrequenz

Der Verlustfaktor ist unter den gleichen Bedingungen wie die Kapazität bei einer oder mehreren Frequenzen der Liste in 4.7.1, wie in der entsprechenden Spezifikation vorgeschrieben, zu messen.

#### 4.8.1.2 Messgenauigkeit

Falls in der entsprechenden Rahmenspezifikation nicht anders festgelegt, ist ein Messverfahren zu wählen, bei dem die Messabweichung 10 % des vorgeschriebenen Wertes oder 0,000 3 nicht übersteigt, wobei der größere Wert gilt.

## **4.8.2 Ersatzserienwiderstand (ESR)**

### **4.8.2.1 Messfrequenz**

Der ESR ist bei einer der nachfolgend aufgeführten Frequenzen zu messen, soweit in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt:

50 Hz, 60 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz und 10 MHz.

### **4.8.2.2 Messgenauigkeit**

Falls in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, muss die Genauigkeit der Messanordnung so beschaffen sein, dass die Messabweichung 10 % der Anforderung nicht übersteigt.

### **4.8.2.3 Angaben, die die entsprechende Spezifikation enthalten muss**

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- a) die Messfrequenz;
- b) den zulässigen absoluten Messfehler;
- c) die Messspannung, wenn abweichend von der Festlegung in [4.7.1](#);
- d) die anzulegende Vergleichsspannung, falls zutreffend;
- e) die Temperatur, bei der die Messung durchzuführen ist, falls abweichend vom Normalklima für Prüfungen.

## **4.9 Reststrom**

### **4.9.1 Vorbehandlung**

Vor der Messung sind die Kondensatoren vollständig zu entladen.

### **4.9.2 Prüfverfahren**

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders vorgeschrieben, ist der Reststrom mit der der Prüftemperatur entsprechenden Gleichspannung ( $U_R$  oder  $U_C$ ) zu messen, nachdem die Spannung höchstens 5 min angelegen hat. Eine kürzere Dauer ist zulässig, wenn der festgelegte Grenzwert des Reststromes früher erreicht wird.

### **4.9.3 Spannungsquelle**

Es ist eine konstante Spannungsquelle, z. B. ein geregeltes Netzgerät, zu verwenden.

### **4.9.4 Messgenauigkeit**

Die Messabweichung darf  $\pm 5\%$  oder  $0,1\ \mu\text{A}$  nicht überschreiten, wobei der größere Wert gilt.

### **4.9.5 Prüfschaltung**

Wenn in der entsprechenden Spezifikation vorgeschrieben, ist zur Begrenzung des Ladestromes ein Schutzwiderstand von  $1\ 000\ \Omega$  in Reihe mit dem Kondensator zu schalten.

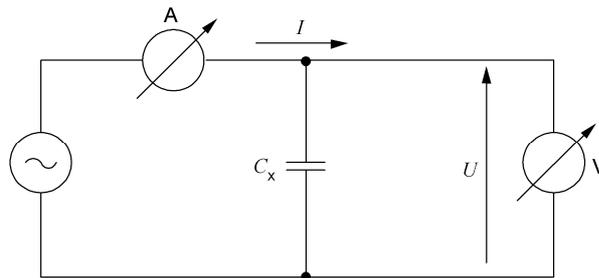
### **4.9.6 Angaben, die die entsprechende Spezifikation enthalten muss**

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- den Grenzwert des Reststromes bei einer Bezugstemperatur von 20 °C und bei weiteren festgelegten Temperaturen;
- falls erforderlich, den Korrekturfaktor für Messungen, die bei von 20 °C abweichenden Temperaturen, aber innerhalb des Bereiches des Normalklimas für Prüfungen durchgeführt werden;
- die Anschlussdauer der Spannung, falls von 5 min abweichend;
- ob zur Begrenzung des Ladestromes ein Schutzwiderstand von 1 000 Ω in Reihe mit dem Kondensator zu schalten ist, wie in 4.9.5 angegeben.

#### 4.10 Scheinwiderstand

Der Scheinwiderstand ist mithilfe des Spannungs-Strommesser-Verfahrens nach der Schaltung in Bild 4 oder einer vergleichbaren Schaltung zu messen.



**Bild 4 – Schaltplan der Schaltung zur Messung des Scheinwiderstandes**

Der Scheinwiderstand  $Z_x$  des Kondensators  $C_x$  ergibt sich aus  $Z_x = \frac{U}{I}$ .

Die Frequenz der Messspannung muss bevorzugt aus folgenden Werten gewählt werden:

50 Hz, 60 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz und 10 MHz.

Falls in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, muss die Genauigkeit der Messanordnung so beschaffen sein, dass die Messabweichung 10 % der Anforderung nicht übersteigt.

**ANMERKUNG** Bei Frequenzen über 120 Hz sind Vorkehrungen erforderlich, um Messabweichungen durch Streuströme zu vermeiden. Der durch den Kondensator fließende Strom sollte so begrenzt werden, dass die Erhöhung der Temperatur des Kondensators das Messergebnis nicht wesentlich beeinflusst.

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- die Messfrequenz;
- die Temperatur(en), bei der (denen) die Messungen durchzuführen sind;
- die Grenzwerte des Scheinwiderstandes oder des Verhältnisses der bei unterschiedlichen Temperaturen gemessenen Scheinwiderstände.

#### 4.11 Induktivität und Eigenresonanzfrequenz

##### 4.11.1 Eigenresonanzfrequenz ( $f_r$ )

Hierzu werden drei Messmethoden beschrieben. Die erste Methode ist allgemein anzuwenden, während die anderen Methoden besonders bei Messungen bestimmter Kondensatorarten mit kleiner Kapazität geeignet sein können.

Falls in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, muss die Genauigkeit der Messanordnung so beschaffen sein, dass die Messabweichung 10 % der Anforderung nicht übersteigt.

#### 4.11.1.1 Methode 1

Bei Anwendung der Messmethode für den Scheinwiderstand nach 4.10 und einer veränderbaren Frequenz ist die niedrigste Frequenz zu ermitteln, bei welcher der Scheinwiderstand ein Minimum durchläuft. Diese Frequenz ist die Eigenresonanzfrequenz.

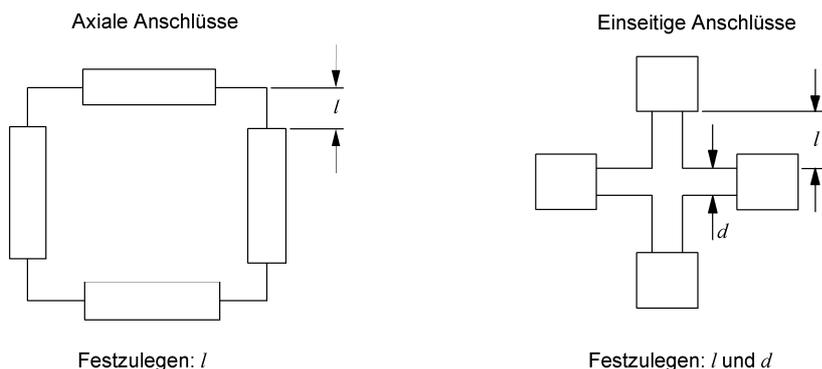
ANMERKUNG Falls es schwierig ist, die Frequenz, bei welcher der Scheinwiderstand ein Minimum durchläuft, genau zu bestimmen, kann ein Phasenmessgerät zum Phasenvergleich der Spannung über dem Kondensator mit der Spannung über einem niederinduktiven Widerstand benutzt werden, der mit dem Kondensator in Reihe geschaltet ist. Die Resonanzfrequenz ist dann die Frequenz, bei der kein Phasenunterschied besteht. Für diesen Zweck kann ein Gütemessgerät verwendet werden.

#### 4.11.1.2 Methode 2

Für dieses Messverfahren ist ein Absorptionsfrequenzmesser (Grid-Dip-Meter) zu verwenden.

##### 4.11.1.2.1 Montage von Kondensatoren mit Anschlüssen zur allgemeinen Verwendung

Vier Kondensatoren nahezu gleichen Wertes und gleicher Ausführung sind rechtwinklig zueinander in Reihe zu löten, so dass sie einen geschlossenen Stromkreis bilden. Die Anschlussdrähte müssen die festgelegte Länge haben; zusätzliche Drähte oder Anschlüsse dürfen nicht verwendet werden (siehe Bild 5). Der Kreis aus Kondensatoren in beschriebener Schaltung und räumlicher Anordnung ist möglichst schwach an einen Absorptionsfrequenzmesser anzukoppeln und die Resonanzfrequenz zu bestimmen.



**Bild 5 – Montageanordnung der Kondensatoren**

##### 4.11.1.2.2 Montage von Kondensatoren mit Anschlüssen für gedruckte Schaltungen

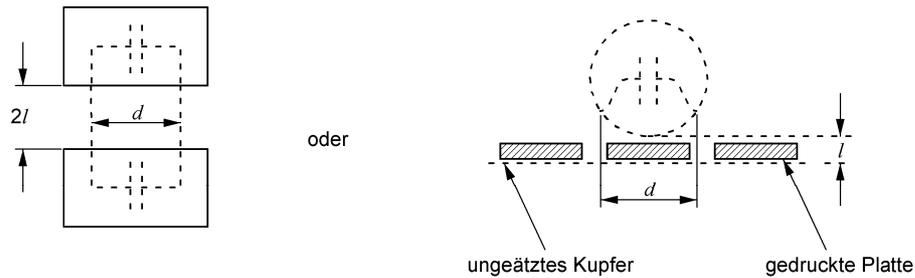
Um die Resonanzfrequenz unter den Bedingungen für Kondensatoren zu bestimmen, wie sie auf einer gedruckten Leiterplatte gegeben sind, und wenn die Form des Gehäuses und/oder der Anschlüsse die Bildung einer einwandfreien „Vier-Kondensator-Schleife“ nicht zulassen, ist die Schleife aus zwei (nahezu) gleichen Kondensatoren mit geraden Anschlüssen festgelegter Länge zu bilden (siehe Bild 6).

Der zweite Kondensator kann in folgender Weise durch sein Spiegelbild mittels einer leitfähigen Platte ersetzt werden.

Eine ungeätzte kupferkaschierte Leiterplatte, deren Seitenlängen mindestens das Dreifache des größten Kondensatormaßes betragen, wird in der Mitte mit Bohrungen versehen, um den Kondensator in üblicher Weise aufzunehmen.

Die entsprechende Spezifikation muss die Einzelheiten des Messaufbaues festlegen. Der Kondensator wird eingelötet und damit durch die Kupferschicht kurzgeschlossen. Dann wird der Kondensator an die Prüfspule angeschlossen und wie in 4.11.1.2.4 gemessen.

ANMERKUNG Kondensatoren im Metallgehäuse können besondere Vorkehrungen für das Ankoppeln erfordern. Diese sollten in der entsprechenden Spezifikation festgelegt werden.



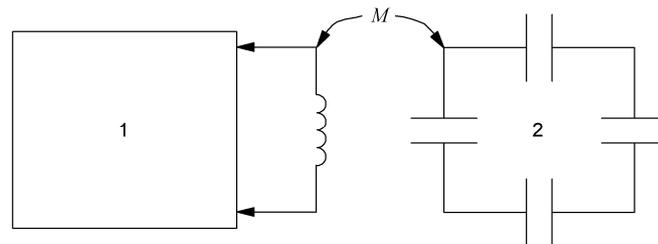
Festzulegen:  $l$  und  $d$ ,  $l$  von der Auflagefläche an gemessen

**Bild 6 – Montageanordnung der Kondensatoren**

#### 4.11.1.2.3 Beschreibung der Methode

Das Absorptionsfrequenzmessgerät ist ein veränderbarer LC-Schwingkreis, dessen Induktivität als äußere Prüfspule ausgebildet ist. Wenn die Prüfspule an einen anderen Resonanzkreis angekoppelt ist, wird Leistung absorbiert, was eine Änderung der mittleren Spannung an der Steuerelektrode (Gitterspannung bei Röhren, Gate-Spannung bei FETs) verursacht. Diese sinkt stark ab bei der Resonanzfrequenz des angekoppelten Kreises. Er besteht aus vier Kondensatoren, die wie in 4.11.1.2.1 angeordnet und in Serie geschaltet sind, um die gegenseitige induktive Beeinflussung der Anschlüsse klein zu halten.

Ein typisches Schaltbild, das die Anwendung eines Absorptionsfrequenzmessers zeigt, ist in Bild 7 dargestellt.



- 1 Absorptionsfrequenzmesser (Grid-Dip-Meter)
- 2 angekoppelter Resonanzschwingkreis
- $M$  Kopplungsfaktor

**Bild 7 – Typische Schaltung eines Absorptionsfrequenzmessers**

#### 4.11.1.2.4 Anwendung des Absorptionsfrequenzmessgerätes

Mit der Prüfspule dicht an den zu untersuchenden Kondensatoren nähert man sich der Resonanzfrequenz von einer tieferen Frequenz her. „Ausschläge“ werden durch Wegbewegen des Frequenzmessgerätes von den Kondensatoren (was die absorbierte Leistung vermindert) überprüft, um sicherzustellen, dass die „Ausschläge“ nicht auf inneren Effekten des Gerätes beruhen. Die Kopplung bei der Resonanzfrequenzmessung soll möglichst schwach sein, um ein Mitziehen des Oszillators zu vermeiden.

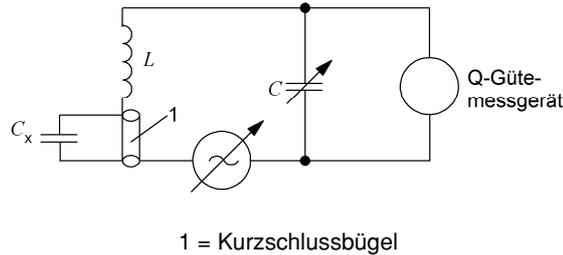
#### 4.11.1.2.5 Anforderungen

Die Resonanzfrequenz darf die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

#### 4.11.1.3 Methode 3

Dieses Verfahren eignet sich besonders für Kondensatoren mit kleiner Kapazität und einer Resonanzfrequenz innerhalb des Betriebsbereiches von Gütemessgeräten. Mit einem Gütemessgerät und nach der in Bild 8 dargestellten Schaltung ist die niedrigste Frequenz zu bestimmen, bei der dieselbe Resonanzfrequenz

unabhängig davon erreicht wird, ob der Kurzschlussbügel eingesetzt ist oder nicht. Diese Frequenz kann als Eigenresonanzfrequenz des Kondensators angesehen werden.



**Bild 8 – Schaltplan der Messschaltung**

#### 4.11.2 Induktivität

Die Reiheninduktivität  $L_x$  eines Kondensators wird aus der gemessenen Eigenresonanzfrequenz  $f_r$  nach folgender Formel berechnet:

$$L_x = \frac{1}{4\pi^2 \times f_r^2 \times C_x}$$

Dabei ist  $C_x$  die Kapazität des Kondensators, gemessen nach 4.7 und den Anforderungen der entsprechenden Rahmenspezifikation.

#### 4.11.3 Angaben, die die entsprechende Spezifikation enthalten muss

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- die bevorzugte Methode;
- Länge der Anschlüsse des Kondensators während der Messung;
- gegebenenfalls besondere Anweisungen zum Messaufbau;
- die Grenzwerte der Reiheninduktivität oder der Eigenresonanzfrequenz.

#### 4.12 Außenbelagsanschluss

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

Ein geeignetes Verfahren wird in Bild 9 angegeben.

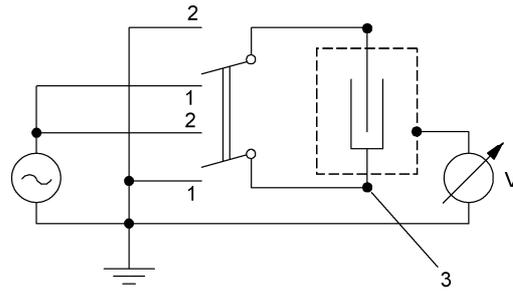
Die Generatorfrequenz darf zwischen 50 Hz und einigen Tausend Hertz liegen. Sie ist so zu wählen, dass ein eindeutiges Messergebnis erzielt wird, wobei die günstigste Frequenz von der zu prüfenden Kondensatorart abhängt.

Die Spannung muss etwa 10 V betragen.

Das Spannungsmessgerät muss eine Eingangsimpedanz von mindestens 1 M $\Omega$  haben.

Die Streukapazität der Verdrahtung ist niedrig zu halten.

Der Ausschlag des Spannungsmessgeräts bei Schalterstellung 1 muss deutlich niedriger sein als bei Schalterstellung 2.



3 Außenbelagsanschluss

**Bild 9 – Prüfschaltung**

### 4.13 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse

Die Kondensatoren sind den jeweils zutreffenden Prüfungen  $U_{a1}$ ,  $U_b$ ,  $U_c$  und  $U_d$  nach IEC 60068-2-21 zu unterziehen.

#### 4.13.1 Prüfung $U_{a1}$ – Zug

Es sind folgende Zugkräfte anzuwenden:

- für andere als Drahtanschlüsse: 20 N;
- für Drahtanschlüsse: siehe Tabelle 4.

**Tabelle 4 – Zugkraft**

Nennquerschnittsfläche ( $S$ ) (siehe Anmerkung) mm <sup>2</sup>	Entsprechender Durchmesser ( $d$ ) bei Runddrähten mm	Kraft mit Grenzabweichung von $\pm 10\%$ N
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < S \leq 0,1$	$0,25 < d \leq 0,35$	2,5
$0,1 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	5
$0,2 < S \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 0,8$	10
$0,5 < S \leq 1,2$	$0,8 < d \leq 1,25$	20
$1,2 < S$	$1,25 < d$	40

ANMERKUNG Bei Runddrähten, Band- oder Stiftanschlüssen entspricht der Nennquerschnitt dem Wert, der aus der (den) in der entsprechenden Spezifikation angegebenen Nennabmessung(en) berechnet wurde. Bei Litzen ergibt sich die Nennquerschnittsfläche aus der Summe der in der entsprechenden Spezifikation angegebenen Querschnitte der Einzeldrähte.

#### 4.13.2 Prüfung $U_b$ – Biegen (Hälfte der Anschlüsse)

Verfahren 1: Zwei aufeinanderfolgende Biegungen sind in entgegengesetzte Richtungen durchzuführen. Diese Prüfung ist nicht anzuwenden, wenn die Bauartspezifikation die Anschlüsse als nicht biegefähig bezeichnet.

**4.13.3 Prüfung Uc – Verdrehen (andere Hälfte der Anschlüsse)**

Verfahren A<sup>N1</sup>), Schärfegrad 2 (zwei aufeinanderfolgende Verdrehungen von 180°) muss angewendet werden.

Diese Prüfung ist nicht anzuwenden, wenn die Bauartspezifikation die Anschlüsse als nicht biegefähig bezeichnet, und bei Bauelementen mit einseitigen Drahtanschlüssen, die für die Verwendung auf gedruckten Schaltungen vorgesehen sind.

**4.13.4 Prüfung Ud – Drehmoment (bei Anschlüssen mit Gewindebolzen oder Schraubanschlüssen und bei integrierten Befestigungsmitteln)**

**Tabelle 5 – Drehmoment**

Nenn Durchmesser des Gewindes mm		2,6	3	3,5	4	5	6	8	10	12
Drehmoment Nm	Schärfegrad 1	0,4	0,5	0,8	1,2	2,0	2,5	5	7	12
	Schärfegrad 2	0,2	0,25	0,4	0,6	1,0	1,25	2,5	3,5	6

**4.13.5 Sichtprüfung**

Nach jeder dieser Prüfungen sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

**4.14 Lötwärmebeständigkeit**

**4.14.1 Vorbehandlung**

Wenn in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, sind die Kondensatoren nach dem in 4.3 beschriebenen Verfahren zu trocknen.

Die Kondensatoren sind nach den Angaben der entsprechenden Spezifikation zu messen.

**4.14.2 Prüfverfahren**

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders angegeben, ist eine der folgenden Prüfungen, wie in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, anzuwenden.

Die Prüfbedingungen müssen in der entsprechenden Spezifikation festgelegt werden.

- a) Für alle Kondensatoren außer den unter b) und c) genannten:  
IEC 60068-2-20, Prüfung Tb, Verfahren 1 (Lötbad).
- b) Für Kondensatoren, die nicht für die Verwendung auf Leiterplatten vorgesehen sind, aber mit Anschlüssen zum Löten versehen sind, wie in der Bauartspezifikation angegeben:
  - 1) IEC 60068-2-20, Prüfung Tb, Verfahren 1 (Lötbad);
  - 2) IEC 60068-2-20, Prüfung Tb, Verfahren 2 (LötKolben).
- c) Für oberflächenmontierbare Kondensatoren:  
IEC 60068-2-58, Aufschmelz- oder Lötbadverfahren.

<sup>N1</sup>) Nationale Fußnote: Hier muss es richtig Verfahren 1 (siehe IEC 60068-2-21, 6.4.2) heißen.

#### 4.14.3 Nachbehandlung

Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, darf die Nachbehandlungsdauer nicht weniger als 1 h und nicht mehr als 2 h betragen, abgesehen von oberflächenmontierbaren Kondensatoren, bei denen die Nachbehandlungsdauer  $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$  betragen muss.

#### 4.14.4 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Für alle Kondensatoren, außer oberflächenmontierbaren Kondensatoren, gilt Folgendes:

- Nach der Prüfung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen.
- Es dürfen keine Schäden sichtbar und die Kennzeichnung muss lesbar sein.
- Anschließend sind die Kondensatoren nach den Festlegungen in der entsprechenden Spezifikation zu messen.

Oberflächenmontierbare Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen und zu messen und müssen die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Anforderungen erfüllen.

#### 4.15 Lötbarkeit

ANMERKUNG Nicht zutreffend für Anschlüsse, die nach der Bauartspezifikation nicht für das Löten vorgesehen sind.

##### 4.15.1 Vorbehandlung

In der entsprechenden Spezifikation muss festgelegt sein, ob Alterungsprüfungen anzuwenden sind. Wenn beschleunigte Alterungsprüfungen gefordert werden, ist eines der Alterungsverfahren nach IEC 60068-2-20 anzuwenden.

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders angegeben, muss die Prüfung mit nicht aktiviertem Flussmittel durchgeführt werden.

##### 4.15.2 Prüfverfahren

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders angegeben, ist eine der folgenden Prüfungen, wie in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, anzuwenden.

Die Prüfbedingungen müssen in der entsprechenden Spezifikation festgelegt werden.

a) Für alle Kondensatoren außer den unter b) und c) genannten:

- 1) IEC 60068-2-20, Prüfung Ta, Verfahren 1 (Lötbad),

Eintauchtiefe (ab Auflagefläche oder Bauelementkörper)  $2,0_{-0,5}^0 \text{ mm}$ , wobei eine  $1,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  dicke Wärmeabschirmung verwendet wird;

- 2) IEC 60068-2-20, Prüfung Ta, Verfahren 2 (LötKolben);
- 3) IEC 60068-2-54, Verfahren mit Lötbad-Benetzungswaage.

ANMERKUNG IEC 60068-2-54 ist nur anzuwenden, wenn dies in der Bauartspezifikation festgelegt ist oder zwischen Hersteller und Kunde vereinbart wurde.

b) Für Kondensatoren, die nicht für die Verwendung auf Leiterplatten vorgesehen sind, aber mit Anschlüssen zum Löten versehen sind, wie in der Bauartspezifikation angegeben:

- 1) IEC 60068-2-20, Prüfung Ta, Verfahren 1 (Lötbad),

Eintauchtiefe (ab Auflagefläche oder Bauelementkörper)  $3,5_{-0,5}^0 \text{ mm}$ ;

- 2) IEC 60068-2-20, Prüfung Ta, Verfahren 2 (LötKolben).

c) Für oberflächenmontierbare Kondensatoren:

- 1) IEC 60068-2-58, Aufschmelz- oder Lötbadverfahren;
- 2) IEC 60068-2-69, Verfahren mit Lötbad-Benetzungswaage oder Lotkugel-Benetzungswaage.

ANMERKUNG IEC 60068-2-69 ist nur anzuwenden, wenn dies in der Bauartspezifikation festgelegt ist oder zwischen Hersteller und Kunde vereinbart wurde.

#### **4.15.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Die Anschlüsse müssen auf gute Verzinnung geprüft werden, die durch freies Fließen des Lotes mit Benetzung der Anschlüsse nachgewiesen wird.

Die Kondensatoren müssen die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Anforderungen erfüllen.

### **4.16 Rascher Temperaturwechsel**

#### **4.16.1 Anfangsmessungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Messungen sind durchzuführen.

#### **4.16.2 Prüfverfahren**

Die Kondensatoren sind der Prüfung Na nach IEC 60068-2-14 zu unterziehen, wobei der in der entsprechenden Spezifikation festgelegte Schärfegrad anzuwenden ist.

#### **4.16.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Nach der Nachbehandlung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Anschließend sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

### **4.17 Schwingen**

#### **4.17.1 Anfangsmessungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

#### **4.17.2 Prüfverfahren**

Die Kondensatoren sind der Prüfung Fc nach IEC 60068-2-6 zu unterziehen, wobei die Befestigungsart und der Schärfegrad der entsprechenden Spezifikation zu entnehmen sind.

#### **4.17.3 Elektrische Prüfung**

Wenn in der Bauartspezifikation festgelegt, sind die Kondensatoren während der letzten 30 min der Beanspruchung in jeder Bewegungsrichtung elektrisch zu messen, um Wackelkontakte, Unterbrechungen oder Kurzschlüsse festzustellen.

Das Messverfahren muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Die Messdauer muss der Zeit entsprechen, die für einen Durchlauf von der höchsten zur niedrigsten Frequenz benötigt wird.

#### **4.17.4 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Nach der Prüfung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein. Für Prüfungen der Kondensatoren nach 4.17.3 müssen die Anforderungen in der Bauartspezifikation angegeben werden.

Anschließend sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

#### **4.18 Dauerschocken**

##### **4.18.1 Anfangsmessungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

##### **4.18.2 Prüfverfahren**

Die Kondensatoren sind der Prüfung Eb nach IEC 60068-2-29 zu unterziehen, wobei die Befestigungsart und der Schärfeegrad der entsprechenden Spezifikation zu entnehmen sind.

##### **4.18.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Nach der Beanspruchung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Anschließend sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

#### **4.19 Schocken**

##### **4.19.1 Anfangsmessungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

##### **4.19.2 Prüfverfahren**

Die Kondensatoren sind der Prüfung Ea nach IEC 60068-2-27 zu unterziehen, wobei die Befestigungsart und der Schärfeegrad der entsprechenden Spezifikation zu entnehmen sind.

##### **4.19.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Nach der Beanspruchung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Anschließend sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

#### **4.20 Dichtheit**

Die Kondensatoren sind dem entsprechenden Verfahren der Prüfung Q nach IEC 60068-2-17, wie in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, zu unterziehen.

#### **4.21 Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge)**

In der Reihenfolge klimatischer Prüfungen darf der Abstand zwischen den einzelnen Teilprüfungen höchstens 3 Tage betragen mit der Ausnahme, dass die Kälteprüfung unmittelbar der Nachbehandlung nach dem ersten Zyklus der Prüfung Db „Feuchte Wärme, zyklisch“ nach IEC 60068-2-30 folgen muss.

#### **4.21.1 Anfangsmessungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

#### **4.21.2 Trockene Wärme**

Die Kondensatoren sind der Prüfung Bb nach **IEC 60068-2-2** für 16 h mit dem in der Bauartspezifikation festgelegten Schärfeegrad für die obere Kategorietemperatur zu unterziehen.

Die Prüflinge können bei einer beliebigen Temperatur zwischen der Labortemperatur und der oberen Kategorietemperatur in die Prüfkammer eingebracht werden.

Am Ende der Beanspruchungsdauer (noch bei hoher Temperatur) sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

Nach der festgelegten Beanspruchung sind die Kondensatoren aus der Prüfkammer zu nehmen und mindestens 4 h dem Normalklima für Prüfungen auszusetzen.

#### **4.21.3 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus**

Die Kondensatoren sind nach IEC 60068-2-30, Prüfung Db, für einen Zyklus von 24 h bei einer Temperatur von 55 °C zu beanspruchen (Schärfeegrad b).

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders vorgeschrieben, ist Variante 2 anzuwenden.

Unmittelbar nach der Nachbehandlung sind die Kondensatoren der Prüfung „Kälte“ zu unterziehen.

#### **4.21.4 Kälte**

Die Kondensatoren sind der Prüfung Ab nach **IEC 60068-2-1** für 2 h mit dem in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Schärfeegrad für die untere Kategorietemperatur zu unterziehen.

Die Prüflinge dürfen bei einer beliebigen Temperatur zwischen der Labortemperatur und der unteren Kategorietemperatur in die Prüfkammer eingebracht werden.

Unmittelbar vor Ende der Temperaturbeanspruchung (noch bei niedriger Temperatur) sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

Nach der festgelegten Beanspruchung sind die Kondensatoren aus der Prüfkammer zu nehmen und mindestens 4 h dem Normalklima für Prüfungen auszusetzen.

#### **4.21.5 Niedriger Luftdruck**

Die Kondensatoren sind der Prüfung M nach IEC 60068-2-13 mit dem in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Schärfeegrad zu unterziehen. Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders angegeben, muss die Beanspruchungsdauer 10 min betragen.

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- a) Beanspruchungsdauer, wenn von 10 min abweichend;
- b) Temperatur;
- c) Schärfeegrad.

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, ist während der letzten Minute der Beanspruchungsdauer (bei dem festgelegten niedrigen Druck) die Bemessungsspannung anzulegen.

Während und nach der Prüfung dürfen keine Anzeichen für Durchschläge, Überschlüsse, schädliche Verformung des Gehäuses oder Austreten von Imprägniermittel auftreten.

#### 4.21.6 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen

Die Kondensatoren sind der Prüfung Db nach IEC 60068-2-30 für die weiteren Zyklen von 24 h nach Tabelle 6 mit den gleichen Bedingungen wie für den ersten Zyklus zu unterziehen.

Tabelle 6 – Anzahl der Zyklen

Klimakategorien	Anzahl der Zyklen
-/-/56	5
-/-/21	1
-/-/10	1
-/-/04	keine

#### 4.21.7 Endmessungen

Nach der vorgeschriebenen Nachbehandlung sind die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Messungen durchzuführen.

### 4.22 Feuchte Wärme, konstant

#### 4.22.1 Anfangsmessungen

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

#### 4.22.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind der Prüfung Cab nach IEC 60068-2-78 mit dem Schärfegrad zu unterziehen, der der Klimakategorie des Kondensators entspricht, wie in der Bauartspezifikation angegeben.

Wenn der Vordruck für Bauartspezifikation eine entsprechende Angabe enthält, kann die Bauartspezifikation das Anlegen einer Polarisierungsspannung während der gesamten Beanspruchungsdauer vorschreiben. Für Kunststofffolienkondensatoren mit metallisierten Belägen sollte diese Prüfung nach [Anhang G](#) durchgeführt werden.

Nach der Entnahme aus der Prüfkammer sind die Prüflinge, mit Ausnahme von Elektrolyt-Kondensatoren, innerhalb von 15 min einer Spannungsprüfung nach [4.6](#), nur Anschlusspunkt A, zu unterziehen. Dabei ist die Bemessungsspannung anzulegen, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

#### 4.22.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Nach der Nachbehandlung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein. Anschließend sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

Für die Prüfung von Kunststofffolienkondensatoren mit metallisierten Belägen muss die entsprechende Spezifikation, falls im Vordruck für Bauartspezifikation festgelegt, Angaben über die zulässige Abweichung der Mittelwerte der Kapazitätswerte der Prüfgruppe mit angelegter Gleichspannung und der Prüfgruppe ohne Spannung machen.

### 4.23 Dauerprüfung

#### 4.23.1 Anfangsmessungen

Die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Messungen sind durchzuführen.

#### **4.23.2 Prüfverfahren**

Die Prüfungen nach IEC 60068-2-2 gelten wie folgt:

- a) Prüfung mit Gleichspannung – Prüfung Bb;
- b) Prüfung mit Wechselfspannung – Prüfung Bb oder Bd, wie zutreffend;
- c) Prüfung mit Impulsspannung – Prüfung Bb oder Bd, wie zutreffend.

Die Prüflinge dürfen bei einer beliebigen Temperatur zwischen der Labortemperatur und der oberen Kategorietemperatur in die Prüfkammer eingebracht werden. Die Prüfspannung ist jedoch erst anzulegen, wenn der Kondensator die Prüfkammertemperatur erreicht hat.

#### **4.23.3 Angaben, die die entsprechende Spezifikation enthalten muss**

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- a) Prüfdauer (z. B. Stunden oder Anzahl der Impulse);
- b) Prüftemperatur (z. B. Raumtemperatur, Bemessungstemperatur oder obere Kategorietemperatur);
- c) Spannung und/oder Stromstärke (siehe auch 4.23.4).

Wenn Kondensatoren weitere Anforderungen als Trennkondensatoren erfüllen sollen, sind zusätzliche Bedingungen für die Dauerspannungsprüfung (z. B. Impulsspannung) in der entsprechenden Spezifikation festzulegen.

#### **4.23.4 Prüfspannung**

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, ist die anzulegende Spannung wie folgt zu wählen:

- a) Gleichspannungsprüfungen

Bei Temperaturen bis zur Bemessungstemperatur ist die Prüfung bei der mit einem Faktor multiplizierten Bemessungsgleichspannung durchzuführen. Die Prüftemperatur und der Multiplikationsfaktor sind in der entsprechenden Spezifikation festzulegen. Wenn bei der oberen Kategorietemperatur geprüft wird, ist auch der Lastminderungsfaktor für die Spannung anzugeben.

- b) Wechselfspannungsprüfungen (sinusförmig)

Die Prüfung ist mit einer Wechselfspannung von 50 Hz bis 60 Hz durchzuführen. Bei Temperaturen bis zur Bemessungstemperatur ist die Prüfspannung gleich der Bemessungs-(Wechsel-)Spannung (siehe [2.2.20 a\)](#)) multipliziert mit dem Minderungsfaktor oder bei der oberen Kategorietemperatur mit einem Lastminderungsfaktor für die Spannung. Die Prüftemperatur und die Faktoren für die Erhöhung/Minderung der Spannung sind in der entsprechenden Spezifikation festzulegen.

- c) Prüfungen mit Wechselstrom (sinusförmig)

Diese Prüfung ist mit einem Strom nach [2.2.20 b\)](#) durchzuführen. Prüftemperatur, Stromstärke und Frequenz sind in der entsprechenden Spezifikation festzulegen.

**ANMERKUNG 1** Zur Vereinfachung darf die Prüfung mit einem Strom festgelegter Frequenz gleichzeitig an mehreren Kondensatoren in Parallelschaltung oder in Reihen-/Parallelschaltung durchgeführt werden.

- d) Prüfungen mit Blindleistung (sinusförmig)

Diese Prüfung ist nach [2.2.20 c\)](#) mit Blindleistung durchzuführen. Prüftemperatur, Höhe der Blindleistung und Frequenz sind in der entsprechenden Spezifikation festzulegen.

**ANMERKUNG 2** Zur Vereinfachung darf die Prüfung mit einer Leistung festgelegter Frequenz gleichzeitig an mehreren Kondensatoren in Parallelschaltung oder in Reihen-/Parallelschaltung durchgeführt werden.

Eine Temperaturangleich-Prüfung (siehe [4.30](#)) kann eine Alternative zu dieser Prüfung sein. Das anzuwendende Prüfverfahren ist in der Bauartspezifikation festzulegen.

e) Impulsprüfungen

Diese Prüfung ist mit Impulsen nach 2.2.21 und nach den Angaben der entsprechenden Spezifikation durchzuführen. Ein Leitfadefaden für Impulsprüfungen ist in Anhang E enthalten.

f) Prüfungen mit sinusförmiger Wechselspannung oder mit Gleichspannung mit überlagerten Impulsen.

Die entsprechende Spezifikation darf festlegen, dass die Prüfungen b) bis e) mit gleichzeitig anliegender Gleichspannung durchgeführt werden (siehe auch 2.2.23).

Eine entsprechende Prüfschaltung für Elektrolyt-Kondensatoren ist in Bild 10 dargestellt.

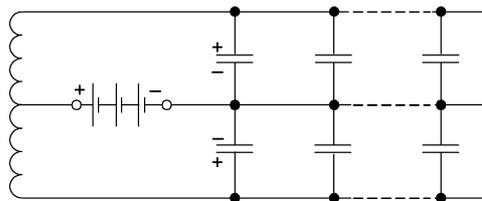


Bild 10 – Prüfschaltung für Elektrolyt-Kondensatoren

#### 4.23.5 Anordnung in der Prüfkammer

Die Kondensatoren sind wie folgt in der Prüfkammer anzuordnen:

- Bei wärmeabgebenden Kondensatoren muss der Mindestabstand zwischen den Prüflingen 25 mm betragen.
- Bei nicht wärmeabgebenden Kondensatoren muss der Mindestabstand zwischen den Prüflingen 5 mm betragen.

#### 4.23.6 Nachbehandlung

Nach der festgelegten Beanspruchungsdauer müssen die Kondensatoren auf einen Temperaturwert des Normalklimas für Prüfungen abkühlen und, falls in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, einer Nachbehandlung unterzogen werden.

#### 4.23.7 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen.

Anschließend sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Prüfungen durchzuführen. Ein Kondensator gilt als fehlerhaft, wenn er während oder am Ende der Prüfung die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Anforderungen nicht erfüllt.

### 4.24 Temperaturabhängigkeit der Kapazität

#### 4.24.1 Statisches Verfahren

##### 4.24.1.1 Anfangsmessungen

Die Kapazität ist unter den in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Bedingungen zu messen.

#### **4.24.1.2 Prüfverfahren**

Der Kondensator ist nacheinander den folgenden Temperaturen auszusetzen:

- a)  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ;
- b) untere Kategorietemperatur  $\pm 3\text{ °C}$ ;
- c) Zwischentemperaturen, falls in der Bauartspezifikation festgelegt;
- d)  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ;
- e) Zwischentemperaturen, falls in der Bauartspezifikation festgelegt;
- f) obere Kategorietemperatur  $\pm 2\text{ °C}$ ;
- g)  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ .

Wenn bei einer bestimmten Bauart von Kondensatoren Temperaturschocks vermieden werden müssen oder eine bestimmte Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur nicht überschritten werden darf, muss dies in der entsprechenden Spezifikation festgelegt werden.

#### **4.24.1.3 Messverfahren**

Bei jeder der oben angegebenen Temperaturen ist nach Erreichen des Temperaturgleichgewichts des Kondensators die Kapazität zu messen.

Temperaturgleichgewicht gilt als erreicht, wenn zwei Kapazitätswerte, die im Abstand von mindestens 5 min gemessen wurden, höchstens um einen Betrag voneinander abweichen, der auf die Messunsicherheit der Messeinrichtung zurückgeführt werden kann.

Die Genauigkeit der Temperaturmessung muss den Anforderungen der Bauartspezifikation genügen.

Während der Messungen ist Betauung oder Reifbildung auf den Kondensatoren zu verhindern.

#### **4.24.1.4 Vereinfachtes Verfahren**

Bei losweise durchgeführten Qualitäts-Konformitätsprüfungen kann die Bauartspezifikation ein vereinfachtes Verfahren festlegen, z. B. nur Messungen nach d), f) und g) (in 4.21.1.2), wobei der Temperaturbereich zwischen  $20\text{ °C}$  und der oberen Kategorietemperatur abgedeckt wird.

#### **4.24.2 Dynamisches Verfahren**

Anstelle des statischen Verfahrens nach 4.24.1 darf ein schreibendes dynamisches Messverfahren angewendet werden. Dabei sind die Kondensatoren bei sich langsam ändernder Temperatur zu messen.

Ein Temperaturfühler ist in eine Kondensatorattrappe einzubauen, die zusammen mit den Prüflingen in die Prüfkammer zu bringen ist, so dass die gemessene Temperatur gleich der der Prüflinge ist. Die Kapazität ist mit einer selbstabgleichenden Messbrücke oder einem Komparator zu messen.

Der Ausgang der Messbrücke oder des Komparators ist mit dem „Y“-Eingang des Koordinatenschreibers zu verbinden.

Der Ausgang des Temperaturfühlers ist mit dem „X“-Eingang des Koordinatenschreibers zu verbinden.

Die Temperatur ist so langsam zu verändern, dass eine Kurve ohne Schleifen bei der unteren oder oberen Kategorietemperatur entsteht. Die Temperatur ist von  $20\text{ °C}$  auf die untere Kategorietemperatur zu senken, von dort auf die obere Kategorietemperatur zu erhöhen und wieder auf  $20\text{ °C}$  zu senken. Es sind zwei Zyklen durchzuführen.

Dieses Verfahren darf nur dann verwendet werden, wenn gezeigt werden kann, dass seine Ergebnisse mit denen des statischen Verfahrens übereinstimmen.

In Schiedsfällen ist das statische Verfahren anzuwenden.

### 4.24.3 Rechenverfahren

Es gilt Folgendes:

$C_0$  Messwert der Kapazität unter d) nach 4.24.1.2;

$T_0$  Messwert der Temperatur unter d) nach 4.24.1.2;

$C_i$  Messwert der Kapazität bei anderen Temperaturen als unter a), d) und g) nach 4.24.1.2;

$T_i$  Messwert der Prüftemperatur.

#### 4.24.3.1 Temperaturcharakteristik der Kapazität

Die Kapazitätsänderung als Funktion der Temperatur muss für alle Werte von  $C_i$  wie folgt berechnet werden:

$$\frac{\Delta C}{C_0} = \frac{C_i - C_0}{C_0}$$

Die Kapazitätsänderung wird üblicherweise in Prozent angegeben.

#### 4.24.3.2 Temperaturkoeffizient der Kapazität und Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel

a) Temperaturkoeffizient der Kapazität ( $\alpha$ )

Der Temperaturkoeffizient der Kapazität ( $\alpha$ ) muss für alle Werte von  $C_i$  wie folgt berechnet werden:

$$\alpha_i = \frac{C_i - C_0}{C_0 (T_i - T_0)} \times 10^6$$

Der Temperaturbeiwert wird üblicherweise in  $10^{-6}/K$  angegeben.

b) Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel

Die Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel muss für die Messpunkte a), d) und g) nach 4.24.1.2, soweit in der entsprechenden Spezifikation verlangt, wie folgt berechnet werden:

$$\delta_{da} = \frac{C_0 - C_a}{C_0}$$

$$\delta_{gd} = \frac{C_g - C_0}{C_0}$$

$$\delta_{ga} = \frac{C_g - C_a}{C_0}$$

Der größte Wert ist die Kapazitätsdrift. Sie wird üblicherweise in Prozent ausgedrückt.

## 4.25 Lagerung

### 4.25.1 Lagerung bei hoher Temperatur

#### 4.25.1.1 Anfangsmessungen

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

#### **4.25.1.2 Prüfverfahren**

Die Kondensatoren sind der Prüfung Bb nach **IEC 60068-2-2** mit folgenden Schärfegraden zu unterziehen:

- Temperatur: obere Kategorietemperatur;
- Dauer: 96 h ± 4 h.

Die Prüflinge dürfen bei einer beliebigen Temperatur zwischen der Labortemperatur und der oberen Kategorietemperatur in die Prüfkammer eingebracht werden.

#### **4.25.1.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Nach einer Nachbehandlung von mindestens 16 h sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

#### **4.25.2 Lagerung bei niedriger Temperatur**

##### **4.25.2.1 Anfangsmessungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

##### **4.25.2.2 Prüfverfahren**

Die Kondensatoren sind der Prüfung Ab nach **IEC 60068-2-1** zu unterziehen. Sie sind bei –40 °C für eine Dauer von 4 h nach Erreichen des Temperaturgleichgewichts oder für 16 h zu lagern, wobei die kürzere Dauer gilt.

Die Prüflinge dürfen bei einer beliebigen Temperatur zwischen der Labortemperatur und –40 °C in die Prüfkammer eingebracht werden.

##### **4.25.2.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Nach einer Nachbehandlung von mindestens 16 h sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

#### **4.26 Spitzenspannung**

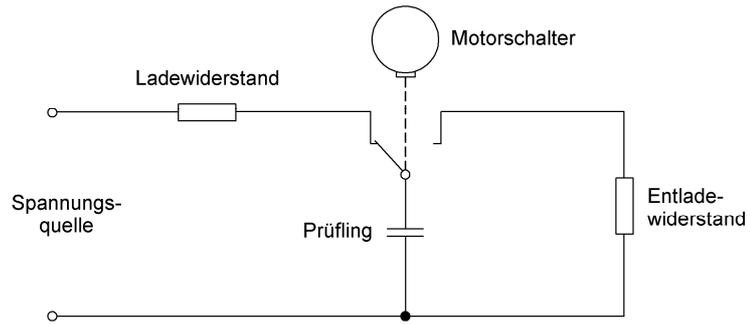
##### **4.26.1 Anfangsmessungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

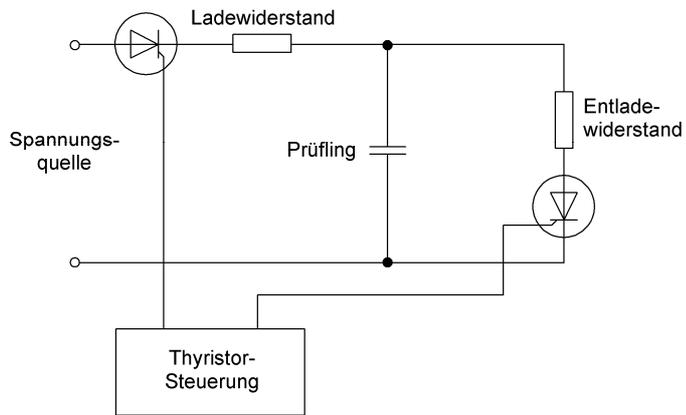
##### **4.26.2 Prüfverfahren**

Geeignete Schaltungen für die Prüfung sind in den [Bildern 11](#) und [12](#) dargestellt.

**ANMERKUNG** Die Thyristor-Schaltung bietet den Vorteil hoher Wiederholfrequenz; außerdem können keine Störungen durch verschmutzte Kontakte und Kontaktprellen auftreten.

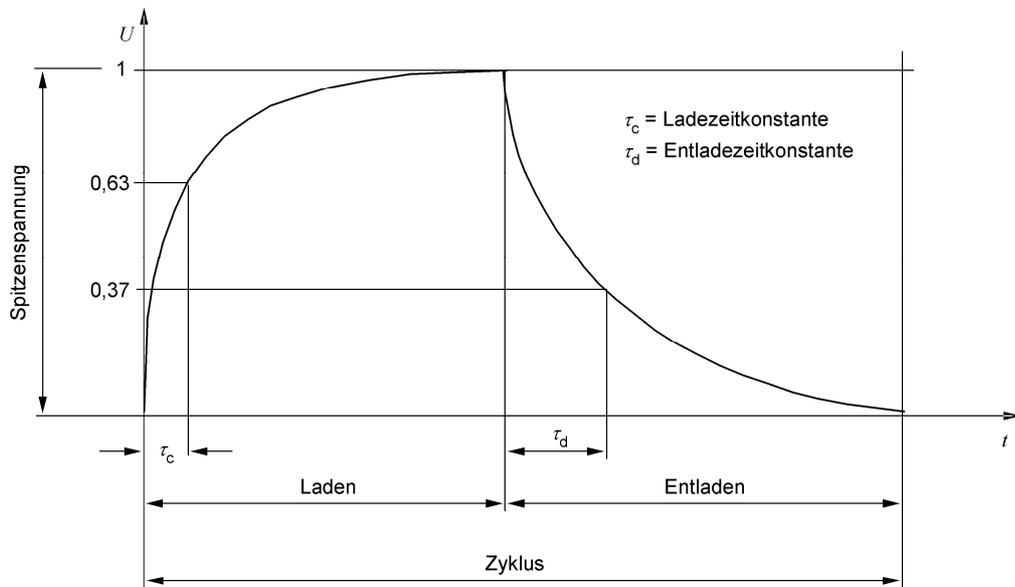


**Bild 11 – Schaltung mit Motorschalter**



**Bild 12 – Schaltung mit Thyristor-Steuerung**

Der Verlauf der Spannung am zu prüfenden Kondensator muss etwa der Kurve in Bild 13 entsprechen.



**Bild 13 – Verlauf der Spannung am Kondensator**

#### **4.26.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

#### **4.26.4 Angaben, die die entsprechende Bauartspezifikation enthalten muss**

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- a) Ladezeitkonstante, die sich aus dem Innenwiderstand der Spannungsquelle, dem Widerstand des Ladekreises und der Kapazität des Prüflings ergibt;
- b) Entladezeitkonstante, die sich aus dem Widerstand des Entladekreises und der Kapazität des Prüflings ergibt;
- c) Verhältnis der Spitzenspannung zur Bemessungs- oder Categoriespannung, wie zutreffend;
- d) Anzahl der Prüfzyklen;
- e) Dauer des Ladens;
- f) Dauer des Entladens;
- g) Wiederholfrequenz (Zyklen je Sekunde);
- h) Temperatur, wenn vom Normalklima für Prüfungen abweichend.

### **4.27 Lade- und Entladeprüfung und Einschaltstrom**

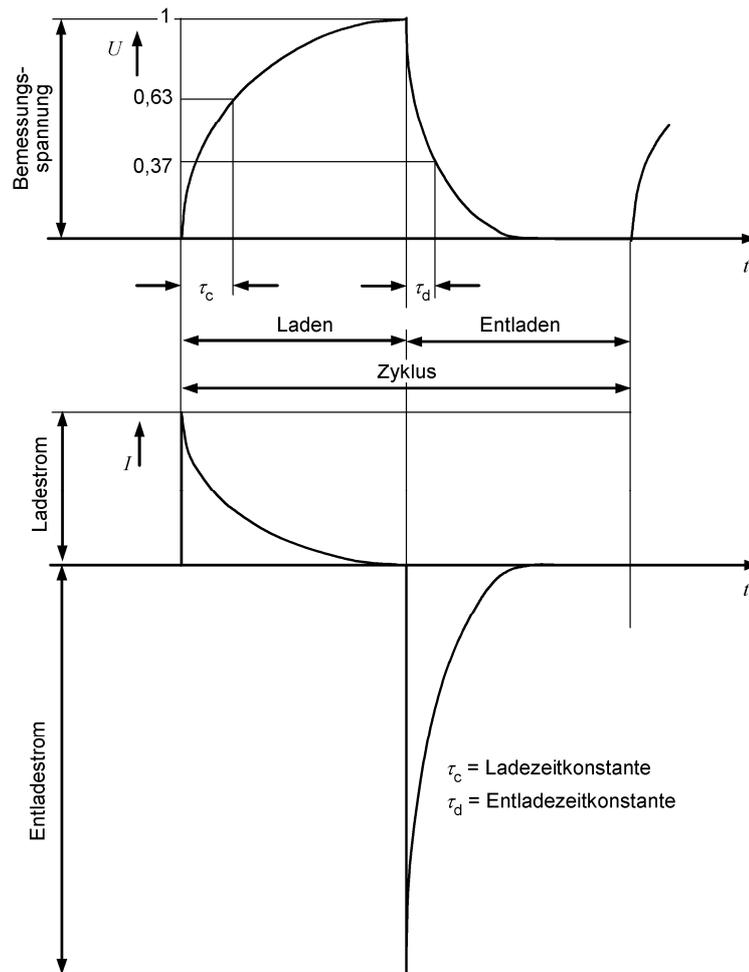
#### **4.27.1 Anfangsmessungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

#### **4.27.2 Prüfverfahren**

Geeignete Prüfschaltungen sind in [4.26.2](#), [Bilder 11](#) und [12](#), angegeben.

Der Verlauf von Strom und Spannung am Prüfling ist in [Bild 14](#) annähernd dargestellt.



**Bild 14 – Verlauf von Strom und Spannung**

#### 4.27.3 Laden und Entladen

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- Ladezeitkonstante, die sich aus dem Innenwiderstand der Spannungsquelle, dem Widerstand des Ladekreises und der Kapazität des Prüflings ergibt;
- Entladezeitkonstante, die sich aus dem Widerstand des Entladekreises und der Kapazität des Prüflings ergibt;
- während des Ladevorgangs anzulegende Spannung, falls abweichend von der Bemessungsspannung;
- Anzahl der Prüfzyklen;
- Dauer des Ladens;
- Dauer des Entladens;
- Wiederholfrequenz (Zyklen je Sekunde);
- Temperatur, falls vom Normklima für Prüfungen abweichend.

#### 4.27.4 Einschaltstrom

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- Spitzenwert des Ladestroms;
- während des Ladevorgangs anzulegende Spannung, falls abweichend von der Bemessungsspannung;

- c) Anzahl der Prüfzyklen;
- d) Dauer des Ladens in Millisekunden;
- e) Dauer des Entladens;
- f) Wiederholfrequenz;
- g) Temperatur, falls vom Normklima für Prüfungen abweichend.

#### **4.27.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

### **4.28 Überdrucksicherung (bei Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren)**

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, ist eines der folgenden Verfahren zum Prüfen der Überdrucksicherung von Kondensatoren anzuwenden.

#### **4.28.1 Wechselstrom-Prüfung**

Angelegte Spannung: Wechsellspannung, deren Effektivwert den 0,7-fachen Wert der Bemessungsspannung nicht überschreitet.

Frequenz der angelegten Spannung: 50 Hz oder 60 Hz.

Vorwiderstand:  $R = 0,5 \times$  Scheinwiderstand des Kondensators bei der Prüffrequenz.

#### **4.28.2 Gleichstromprüfung**

Angelegte Spannung: Gleichspannung in Rückwärtsrichtung, bei der ein Strom von 1 A bis 10 A fließt.

#### **4.28.3 Pneumatische Prüfung**

Angelegter Luftdruck: Der Gasdruck muss von außen mit einem gleichmäßigen Druckanstieg von 20 kPa/s erhöht werden.

#### **4.28.4 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

### **4.29 Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur**

#### **4.29.1 Prüfverfahren**

Die Kondensatoren sind den Prüfungen „Trockene Wärme“ (nach [4.21.2](#)) und „Kälte“ (nach [4.21.4](#)) mit den folgenden Einzelheiten zu unterziehen.

Die Temperaturen für diese Prüfungen sind den Prüfungen „Trockene Wärme“ und „Kälte“ zu entnehmen. Die entsprechende Spezifikation kann Zwischentemperaturen vorschreiben.

Bei allen vorgeschriebenen Temperaturen ist der Kondensator nach Erreichen des Temperaturgleichgewichts zu messen.

Temperaturgleichgewicht gilt als erreicht, wenn zwei Messwerte, die im Abstand von mindestens 5 min abgelesen wurden, höchstens um einen Betrag voneinander abweichen, der auf die Messunsicherheit der Messeinrichtung zurückgeführt werden kann.

#### 4.29.2 Anforderungen

Die Kondensatoren dürfen die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

#### 4.30 Temperaturangleich-Prüfung

Eine Temperaturangleich-Prüfung darf als Alternative zur Dauerprüfung nach 4.23.4 d) betrachtet werden. Die durchzuführende Prüfung muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Der Kondensator muss mit einem festgelegten Faktor des Bemessungswertes der Blindleistung bei der Bemessungstemperatur und für eine Dauer, wie in der entsprechenden Spezifikation angegeben, geladen werden.

Die Temperaturangleich-Prüfung ist durch Messen der Temperaturerhöhung als Funktion der Zeit über den letzten Teil der festgelegten Dauer durchzuführen. Die Temperaturerhöhung muss innerhalb der festgelegten Grenzen liegen.

Die Messung der Temperaturerhöhung kann mithilfe eines Thermoelementes, Thermistors, Infrarot-Thermometers, Infrarot-Fotos etc. erfolgen. Es sollte sichergestellt werden, dass die Messabweichung höchstens  $\pm 1$  °C beträgt und dass Messabweichungen, die durch die Wärmeleitung entlang der Messleitungen entstehen, so klein wie möglich gehalten werden.

Die entsprechende Spezifikation muss den Messpunkt, an dem die Messung erfolgen soll, und das Montageverfahren festlegen (siehe IEC 60068-2-2, 6.4).

#### 4.31 Lösemittelbeständigkeit des Bauelementes

##### 4.31.1 Anfangsmessungen

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

##### 4.31.2 Prüfverfahren

Die Bauelemente sind der Prüfung XA nach IEC 60068-2-45 mit folgenden Einzelheiten zu unterziehen:

- a) zu verwendendes Lösemittel: IPA (IEC 60068-2-45, 3.1.2);
- b) Temperatur des Lösemittels:  $23 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ , soweit in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;
- c) Prüfbeanspruchung: Verfahren 2<sup>N2</sup>) (ohne Reiben);
- d) Nachbehandlungsdauer: 48 h, soweit in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

##### 4.31.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Anschließend sind die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen. Die festgelegten Anforderungen müssen erfüllt sein.

#### 4.32 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung

##### 4.32.1 Prüfverfahren

Die Bauelemente sind der Prüfung XA nach IEC 60068-2-45 mit folgenden Einzelheiten zu unterziehen:

- a) zu verwendendes Lösemittel: IPA (IEC 60068-2-45, 3.1.2);
- b) Temperatur des Lösemittels:  $23 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ ;
- c) Prüfbeanspruchung: Verfahren 1<sup>N2</sup>) (mit Reiben);
- d) Reibwerkstoff: Watte;
- e) Nachbehandlungsdauer: nicht zutreffend, soweit in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben.

---

<sup>N2</sup>) Nationale Fußnote: Hier muss es zusätzlich (siehe IEC 60068-2-21, 6.4.2) heißen.

#### **4.32.2 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Nach der Prüfung muss die Kennzeichnung lesbar sein.

#### **4.33 Befestigung** (nur für oberflächenmontierbare Kondensatoren)

##### **4.33.1 Träger**

Oberflächenmontierbare Kondensatoren sind auf einem geeigneten Träger zu befestigen, wobei die Befestigungsart vom Aufbau des Kondensators abhängt. Der Träger ist üblicherweise eine glasfaserverstärkte Epoxidharzleiterplatte (wie in IEC 61249-2-7 festgelegt) mit einer Dicke von  $1,6 \text{ mm} \pm 0,20 \text{ mm}$  oder  $0,8 \text{ mm} \pm 0,10 \text{ mm}$  oder ein Aluminiumoxidträger (90 % bis 98 %) mit einer Dicke von mindestens  $0,635 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ . Er darf die Prüf- und Messergebnisse nicht beeinflussen. Der für die elektrischen Prüfungen zu verwendende Träger ist in der Bauartspezifikation festzulegen.

Der Träger muss metallisierte Anschlussflächen mit geeigneten Abständen zur Befestigung der oberflächenmontierbaren Kondensatoren aufweisen und elektrische Verbindungen zu den Anschlüssen der oberflächenmontierbaren Kondensatoren vorsehen. Die Einzelheiten sind in der Bauartspezifikation festzulegen.

Beispiele für Prüfträger für mechanische und elektrische Prüfungen sind in den [Bildern 15](#) und [16](#) dargestellt.

Falls eine andere Befestigungsart verwendet wird, sollte diese in der Bauartspezifikation eindeutig beschrieben werden.

##### **4.33.1.1 Wellenlöten**

Wenn die Bauartspezifikation Wellenlöten vorschreibt, ist das Bauelement vor dem Löten mit einem geeigneten Kleber, dessen Einzelheiten in der Bauartspezifikation festgelegt werden können, auf dem Träger zu befestigen.

Kleine Klebepunkte sind mithilfe einer geeigneten Vorrichtung zwischen den Leiterbahnen des Trägers anzubringen, so dass wiederholbare Ergebnisse sichergestellt werden.

Die oberflächenmontierbaren Kondensatoren sind mit einer Pinzette auf die Klebepunkte aufzusetzen. Dabei dürfen die Kondensatoren nicht bewegt werden, um sicherzustellen, dass kein Kleber auf die Leiterbahnen gelangt.

Der Träger mit den oberflächenmontierbaren Kondensatoren muss in einem Ofen bei  $100 \text{ °C}$  für 15 min thermisch vorbehandelt werden.

Der Träger muss in einem Wellenlötgerät gelötet werden. Das Gerät muss so eingestellt werden, dass die Vorheiztemperatur  $80 \text{ °C}$  bis  $100 \text{ °C}$ , die Lötbadtemperatur  $(260 \pm 5) \text{ °C}$  und die Lötzeit  $(5 \pm 0,5) \text{ s}$  betragen.

Der Träger ist für 3 min in einem geeigneten Lösemittel zu reinigen (siehe IEC 60068-2-45, 3.1.2).

##### **4.33.1.2 Aufschmelzlöten**

Wenn die Bauartspezifikation Aufschmelzlöten vorschreibt, ist das folgende Befestigungsverfahren anzuwenden.

- a) Das Lot (vorgeformt oder pastös) muss silberhaltiges (mindestens 2 %), eutektisches Sn-Pb-Lot mit einem Flussmittel nach IEC 60068-2-20 sein. Andere Lote wie 60/40 oder 63/37 können bei oberflächenmontierbaren Kondensatoren verwendet werden, deren Aufbau eine Ablegiersperre aufweist. Bleifreies Lot (vorgeformt oder pastös) muss ein Sn96,5Ag3,0Cu0,5-Lot oder ein davon abgeleitetes Lot sein mit einem Flussmittel nach IEC 60058-2-58 oder wie in der entsprechenden Spezifikation festgelegt.
- b) Der oberflächenmontierbare Kondensator ist dann auf die metallisierten Anschlussflächen des Prüfträgers so aufzubringen, dass Kontakt zwischen Kondensator und Anschlussflächen des Trägers entsteht.



ANMERKUNG 2 Alle Maße in mm. Grenzabweichungen: mittel.

ANMERKUNG 3 Maße, die nicht angegeben sind, sollten entsprechend der Ausführung und Größe des Prüflings gewählt werden.

ANMERKUNG 4 Diese Leiterbahn kann entfallen oder als Schutzelektrode benutzt werden.

ANMERKUNG 5 Das Maß  $W$  hängt von der Prüfeinrichtung ab.

## **4.34 Scherprüfung**

### **4.34.1 Prüfverfahren**

Die oberflächenmontierbaren Kondensatoren sind nach IEC 60068-2-21, Prüfung U, zu montieren.

Die Kondensatoren sind der Prüfung  $Ue_3$  nach IEC 60068-2-21 zu unterziehen, wobei die folgende Prüfbedingung anzuwenden ist:

Es ist eine Kraft an den Körper des oberflächenmontierbaren Kondensators anzulegen. Die Kraft ist stetig und ruckfrei zu steigern und muss  $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$  anliegen. Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, ist eine der folgenden Kräfte zu wählen: 1 N, 2 N, 5 N oder 10 N.

### **4.34.2 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Die oberflächenmontierbaren Kondensatoren sind in befestigtem Zustand einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

## **4.35 Trägerbiegeprüfung**

### **4.35.1 Prüfverfahren**

Die oberflächenmontierbaren Kondensatoren sind auf einer glasfaserverstärkten Epoxidharzleiterplatte nach 4.33 zu befestigen.

- a) Die Kapazität des oberflächenmontierbaren Kondensators ist nach 4.7 und der entsprechenden Rahmenspezifikation zu messen.
- b) Der Kondensator ist der Prüfung  $Ue$  nach IEC 60068-2-21 mit den in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Bedingungen für die Amplitude  $D$  und die Anzahl der Biegungen zu unterziehen.
- c) Die Kapazität des oberflächenmontierbaren Kondensators ist bei gebogener Leiterplatte wie unter a) festgelegt zu messen. Die Kapazitätsänderung darf die in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

### **4.35.2 Nachbehandlung**

Die Leiterplatte muss aus der gebogenen in ihre ursprüngliche Lage zurückkommen können und dann aus der Prüfvorrichtung herausgenommen werden.

### **4.35.3 Endprüfung und Anforderungen**

Die oberflächenmontierbaren Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen, und es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

## 4.36 Dielektrische Absorption

### 4.36.1 Prüfverfahren

Der Prüfling muss in eine abgeschirmte Umhüllung eingeschlossen werden, um elektrische Felder zu verringern.

Zur Messung der Spannung ist ein Elektrometer oder ein anderes geeignetes Gerät mit einem Eingangswiderstand von mindestens 10 000 M $\Omega$  zu verwenden.

Der Widerstand aller verwendeten Vorrichtungen, Schalter usw. darf den Eingangswiderstand des Messsystems nicht beeinflussen.

Der Kondensator muss dann mit der Bemessungsgleichspannung 60 min  $\pm$  1 min geladen werden. Der anfängliche Stromstoß darf 50 mA nicht übersteigen.

Nach dieser Zeit muss der Kondensator von der Spannungsquelle getrennt und, sofern der festgelegte  $du/dt$ -Wert nicht überschritten wird, über einen Widerstand von 5  $\Omega \pm 5\%$  für 10 s  $\pm 1$  s entladen werden.

Nach 10 s Entladedauer muss der Entladewiderstand von dem Kondensator abgetrennt werden. Die verbleibende oder wiedergewonnene Spannung am Kondensator (wiederkehrende Spannung) ist zu messen.

ANMERKUNG Die wiederkehrende Spannung ist der Höchstwert der Spannung, die an den Anschlüssen des Kondensators innerhalb einer Zeitdauer von 15 min ansteht.

Die dielektrische Absorption ist mit folgender Formel zu berechnen:

$$d = \frac{U_1}{U_2} \times 100 \times \frac{C_x + C_0}{C_x}$$

Dabei ist

$d$  die dielektrische Absorption in Prozent;

$U_1$  die wiederkehrende Spannung;

$U_2$  die Ladespannung;

$C_x$  die Kapazität des Prüflings;

$C_0$  die Eingangskapazität des Messsystems.

Wenn  $C_0$  weniger als 10 % von  $C_x$  beträgt, kann die obige Formel wie folgt vereinfacht werden:

$$d = \frac{U_1}{U_2} \times 100$$

### 4.36.2 Anforderung

Die berechnete dielektrische Absorption darf den in der Bauartspezifikation festgelegten Grenzwert nicht überschreiten.

#### **4.37 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (nur für Vielschicht-Keramik-Kondensatoren)**

##### **4.37.1 Montage der Kondensatoren**

Die Kondensatoren sind in der Weise zu montieren, dass zu jedem Kondensator ein Widerstand in Reihe liegt. Zur einen Hälfte der Kondensatoren sind Widerstände von  $100 \text{ k}\Omega \pm 10 \%$ , zur anderen Hälfte Widerstände von  $6,8 \text{ k}\Omega \pm 10 \%$  in Reihe zu schalten.

##### **4.37.2 Anfangsmessungen**

Bei den nach 4.37.1 montierten Kondensatoren ist der Isolationswiderstand mit einer Spannung von  $1,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$  an den Reihenschaltungen von Widerstand und Kondensator zu messen.

Der Isolationswiderstand muss den Anforderungen der entsprechenden Spezifikation genügen.

##### **4.37.3 Prüfverfahren**

Die Kondensatoren mit den zugehörigen Widerständen sind für die in der entsprechenden Spezifikation festgelegte Dauer bei einer Temperatur von  $85 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  mit einer relativen Luftfeuchte von  $85 \% \pm 3 \%$  zu beanspruchen. An die Kondensatoren, die in Reihe mit Widerständen von  $100 \text{ k}\Omega$  liegen, ist eine Spannung von  $1,5 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$  und an die mit Widerständen von  $6,8 \text{ k}\Omega$  in Reihe liegenden Kondensatoren ist eine Spannung von  $50 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$  oder  $U_R$  anzulegen, wobei der kleinere Wert gilt. In beiden Fällen wird die Spannung an die Kondensator-Widerstand-Kombination angelegt.

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

##### **4.37.4 Nachbehandlung**

Die an den Kondensatoren anliegende Spannung ist abzuschalten. Die Kondensatoren und Widerstände sind aus der Prüfkammer zu entnehmen und zur Nachbehandlung 4 h bis 24 h bei Normalklima für Prüfungen zu lagern.

##### **4.37.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen**

Die nach 4.37.1 montierten Kondensatoren sind wie in 4.37.2 auf Isolationswiderstand zu messen.

Der Isolationswiderstand muss größer als das 0,1-Fache des Anfangsgrenzwertes sein.

#### **4.38 Passive Entflammbarkeit**

##### **4.38.1 Prüfverfahren**

Diese Prüfung muss nach [IEC 60695-11-5](#) durchgeführt werden.

Der Kondensator muss in einer Position gehalten werden, die das Entflammen am stärksten begünstigt (ist diese Position nicht in der Bauartspezifikation angegeben, muss sie durch Vorversuche herausgefunden werden). Jeder Prüfling ist nur einmal der Flamme auszusetzen.

Es müssen die kleinste, eine mittlere (bei mehr als vier Gehäusegrößen) und die größte Gehäusegröße geprüft werden. Von jeder Gehäusegröße müssen je 3 Prüflinge mit dem größten und dem kleinsten Kapazitätswert geprüft werden, insgesamt 6 Prüflinge je Gehäusegröße.

Zur Dauer der Flammeneinwirkung und zur Brenndauer siehe [Tabelle 7](#). Die Bauartspezifikation muss, falls zutreffend, die Kategorie der passiven Entflammbarkeit angeben.

#### 4.38.2 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Brenndauer jedes Prüflings darf die in Tabelle 7 festgelegte Zeit nicht überschreiten.

Brennende Tropfen oder glühende Teile, die herunterfallen, dürfen das unterliegende Papiertuch nicht entzünden.

**Tabelle 7 – Schärfegrade und Anforderungen**

Kategorie der Entflammbarkeit	Schärfegrade Einwirkdauer der Flamme in s für Kondensatoren mit dem Volumen $V$				Längste zulässige Brenndauer s
	$V \leq 250 \text{ mm}^3$	$250 \text{ mm}^3 < V \leq 500 \text{ mm}^3$	$500 \text{ mm}^3 < V \leq 1\,750 \text{ mm}^3$	$V > 1\,750 \text{ mm}^3$	
A	15	30	60	120	3
B	10	20	30	60	10
C	5	10	20	30	30

#### 4.39 Stoßstromprüfung

##### 4.39.1 Anfangsmessungen

Nicht verlangt.

##### 4.39.2 Prüfverfahren

Die Prüfung muss bei einer Temperatur von  $(23 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$  durchgeführt werden.

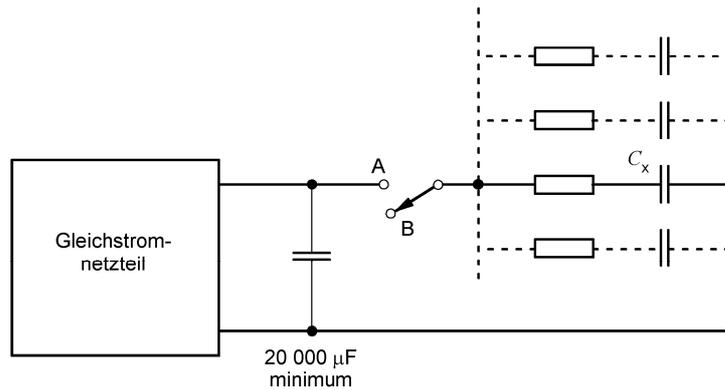
Die Prüfschaltung ist in [Bild 17](#) dargestellt. Der Schalter kann mechanisch oder elektronisch ausgelegt sein, vorzugsweise aber elektronisch. Mit dem Schalter in Position A wird der zu prüfende Kondensator 1 s von einem niederohmigen Elektrolyt-Kondensator mit einer Kapazität von mindestens  $20\,000 \mu\text{F}$  auf die Bemessungsspannung des zu prüfenden Kondensators ( $U_R \pm 2\%$ ) aufgeladen, wobei das geregelte Netzteil fähig sein muss, einen Strom von 10 A zu liefern. Der Scheinwiderstand des Schaltkreises, durch welchen der zu prüfende Kondensator aufgeladen wird, muss die Anforderungen von [4.39.3](#) erfüllen. Nach der Ladezeit von 1 s muss der Prüfling 1 s mit dem Schalter in Position B entladen werden. Der Schaltkreiswiderstand muss größer als  $0,05 \Omega$ , aber kleiner als  $0,2 \Omega$  sein.

Die Spannung am zu prüfenden Kondensator muss überwacht werden. Vier weitere Ladungen und Entladungen des zu prüfenden Kondensators müssen unter denselben Bedingungen durchgeführt werden.

Die Kondensatoren können auch parallel geprüft werden, vorausgesetzt, dass

- ihre Gesamtkapazität weniger als 2 % der Kapazität des Speicherkondensators beträgt; und
- alle oben angegebenen Bedingungen für jeden zu prüfenden Kondensator erfüllt werden.

Die Sicherung kann eine Schmelzdrahtsicherung sein, die zwischen 0,5 A und 2,0 A anspricht, oder eine elektronische Schaltung mit demselben Empfindlichkeitsbereich.



$C_x$  ist der zu prüfende Kondensator

**Bild 17 – Schaltung zur Stromstoßprüfung**

#### 4.39.3 Anforderungen an den Ladestromkreis

Das Prüfverfahren nach 4.39.2 muss mit einem Kondensator von  $47 \mu\text{F} \pm 10 \%$ , 35 V in der Prüfaufnahme durchgeführt werden oder in jeder Prüfaufnahme, wenn die Prüfung an parallel geschalteten Kondensatoren vorgesehen ist. Die Überwachung der Spannung am Prüfling muss zeigen, dass die Spitzenspannung im Kondensator während der Aufladung  $U_R^{+5}_{-2} \%$  beträgt und dass 90 % der gemessenen Spitzenspannung innerhalb von  $60 \mu\text{s}$  ab dem Schließen des Schalters ohne unerwünschte Überspannungen, die auf Schalterprellen oder Schaltungsinduktivität zurückzuführen sind, erreicht werden. Wo vorgesehen ist, parallel geschaltete Kondensatoren zu prüfen, muss diese Anforderung bei jeder Prüfaufnahme nachgemessen werden.

ANMERKUNG Diese Anforderung wird nur erfüllt sein, wenn der Gleichstromwiderstand des Ladestromkreises einschließlich Verdrahtung, Sicherung, Prüfaufnahmen und ESR des Speicherkondensators weniger als  $0,5 \Omega$  beträgt.

#### 4.39.4 Ausfälle

Ein Kondensator gilt als Ausfall, wenn die Schmelzsicherung oder die elektronische Schaltung bei einem der Lade- oder Entladevorgänge anspricht.

### 4.40 Transienten-Überlastprüfung (für Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten)

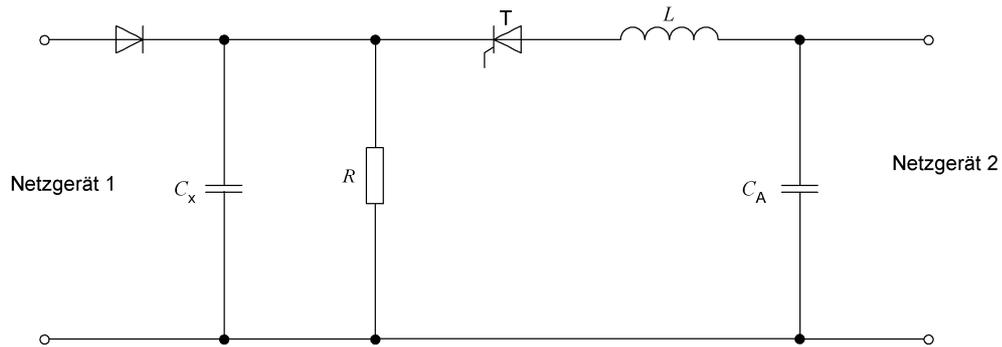
#### 4.40.1 Anfangsmessungen

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

#### 4.40.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren müssen anschließend bei der Prüftemperatur konditioniert werden, wobei  $U_R \pm 1 \%$ , geliefert von einer geregelten Spannungsquelle, anzulegen ist. Am Ende dieser Beanspruchungsdauer kann mit der Prüfung begonnen werden, jedoch innerhalb von 48 h.

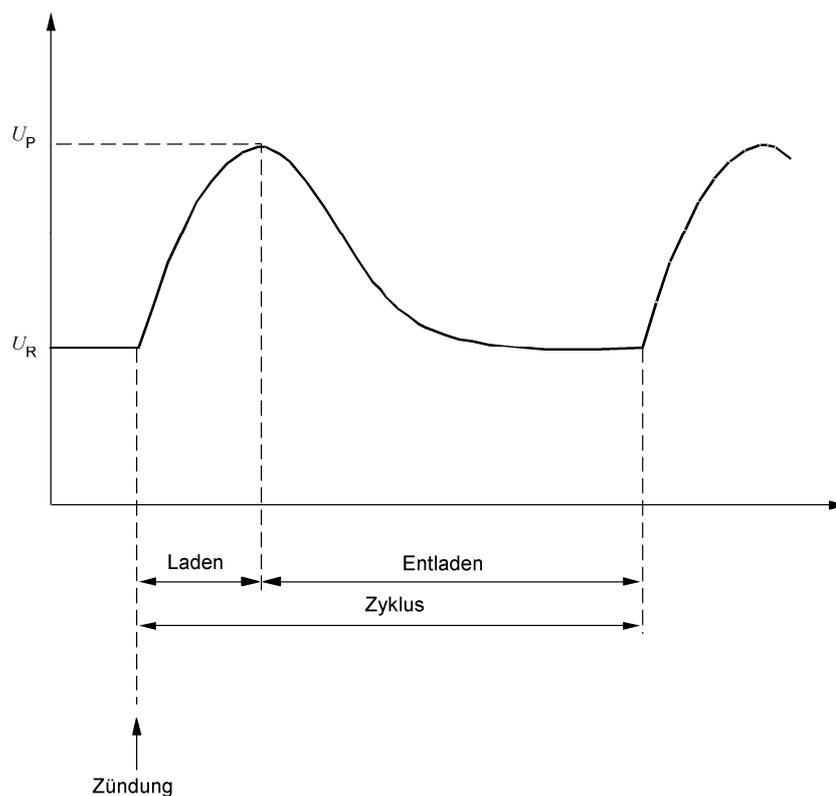
In Bild 18 ist das Beispiel einer Prüfschaltung dargestellt.



**Bild 18 – Prüfschaltung zur Transienten-Überlastprüfung**

Der zu prüfende Kondensator  $C_x$  wird vom Netzgerät 1 auf  $U_R$  aufgeladen, die Hilfskapazität  $C_A$  vom Netzgerät 2 auf eine Spannung, die über der Prüfspannung  $U_P$  liegen muss. Bei Zündung des Thyristors T wird die Hilfskapazität  $C_A$  über die Drossel L entladen, wodurch der Prüfling  $C_x$  auf  $U_P$  aufgeladen wird. Wird der Thyristor wieder gesperrt, entlädt sich  $C_x$  über den Widerstand R von  $U_P$  auf  $U_R$ .

Der Verlauf der Spannungskurve am zu prüfenden Kondensator muss ungefähr der Darstellung in Bild 19 entsprechen.



**Bild 19 – Spannungskurve**

#### 4.40.3 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die in der entsprechenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

**4.40.4 Angaben, die die entsprechende Spezifikation enthalten muss**

Die entsprechende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

- a) die Dauer der Konditionierung;
- b) die Höhe der Transienten-Spitzenspannung  $U_P$ ;
- c) die Werte  $C_A$ , L und R, damit eine maximale Ladezeit von 15 ms erreicht wird;
- d) die Dauer eines Prüfzyklus;
- e) die Anzahl der Prüfzyklen;
- f) die Prüftemperatur, falls vom Normalklima für Prüfungen abweichend.

## **Anhang A** (normativ)

### **Auslegung der Stichprobenpläne und Verfahren nach IEC 60410 für die Verwendung im IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ)**

Wenn IEC 60410 bei Attributprüfungen verwendet wird, sind im Rahmen dieser Norm die nachstehend genannten Abschnitte und Unterabschnitte von IEC 60410 wie folgt zu verstehen:

- 1 Verantwortliche Stelle ist die Nationale Autorisierte Stelle, die die Geschäftsordnung und die Verfahrensregeln national in Kraft setzt.
- 1.5 Erzeugniseinheit ist das in einer Bauartspezifikation beschriebene Bauelement der Elektronik.
- 2 Aus diesem Abschnitt sind nur folgende Definitionen nötig:
  - Ein „Fehler“ ist jede Nichtübereinstimmung einer Erzeugniseinheit mit den festgelegten Anforderungen.
  - Ein „Ausfall“ ist eine Erzeugniseinheit, die einen oder mehrere Fehler aufweist.
- 3.1 Das Maß der Fehlerhaftigkeit eines Produktes ist als Prozentsatz der Ausfälle anzugeben.
- 3.3 Nicht zutreffend.
- 4.5 Die verantwortliche Stelle ist das Technische Komitee der IEC, das den Vordruck für Bauartspezifikation erstellt, der Bestandteil der Fachgrund- oder Rahmenspezifikation ist.
- 5.4 Die verantwortliche Stelle ist der bezeichnete Beauftragte der Unternehmensleitung, wenn er im Rahmen der Verfahren tätig wird, die in der Beschreibung der Kontrollmaßnahmen des anerkannten Herstellers festgelegt und von der Nationalen Überwachungsstelle gutgeheißen sind.
- 6.2 Die verantwortliche Stelle ist der Beauftragte der Unternehmensleitung.
- 6.3 Nicht zutreffend.
- 6.4 Die verantwortliche Stelle ist der Beauftragte der Unternehmensleitung.
- 8.1 Die Kontrollen beginnen immer mit „normaler Prüfung“.
- 8.3.3d) Die verantwortliche Stelle ist der Beauftragte der Unternehmensleitung.
- 8.4 Die verantwortliche Stelle ist die Nationale Überwachungsstelle.
- 9.2 Die verantwortliche Stelle ist das Technische Komitee der IEC, das den Vordruck für Bauartspezifikation erstellt, der Bestandteil der Fachgrund- oder Rahmenspezifikation ist.
- 9.4 (Nur vierter Satz) Nicht zutreffend.  
(Nur fünfter Satz) Die verantwortliche Stelle ist der Beauftragte der Unternehmensleitung.
- 10.2 Nicht zutreffend.

## Anhang B (normativ)

### Regeln für die Erstellung von Bauartspezifikationen für Kondensatoren und Widerstände für Geräte der Elektronik zur Verwendung im IECQ-System

**B.1** Die Erarbeitung einer vollständigen Bauartspezifikation darf, falls erforderlich, durch das TC 40 der IEC erst bei Erfüllung aller im Folgenden genannten Bedingungen beginnen:

- a) Die Fachgrundspezifikation ist anerkannt worden.
- b) Die Rahmenspezifikation, falls vorhanden, ist zur Annahme als FDIS verteilt worden.
- c) Der zugehörige Vordruck für Bauartspezifikation ist zur Annahme als FDIS verteilt worden.
- d) Es ist erwiesen, dass mindestens drei nationale Komitees Spezifikationen für Bauelemente mit fast identischem Betriebsverhalten als eigene nationale Normen formal angenommen haben.

Wenn ein nationales Komitee bestätigt, dass ein in einer anderen nationalen Norm beschriebener Teil in dem betreffenden Land von grundlegender oder erheblicher Bedeutung ist, so kann diese Bestätigung als oben genannte Bedingung anerkannt werden.

**B.2** In der Zuständigkeit von TC 40 erarbeitete Bauartspezifikationen müssen Norm- oder Vorzugswerte, Bemessungswerte und Eigenschaften sowie Schärfegrade für Umweltprüfungen usw. verwenden, die in der entsprechenden Fachgrund- oder Rahmenspezifikation enthalten sind.

Ausnahmen von dieser Regel dürfen für bestimmte Bauartspezifikationen nur mit der Zustimmung von TC 40 gewährt werden.

**B.3** Die Bauartspezifikation sollte erst als FDIS verteilt werden, wenn die Rahmenspezifikation und der Vordruck für Bauartspezifikation zur Veröffentlichung angenommen worden sind.

## **Anhang C** (normativ)

### **Gestaltung der ersten Seite einer PCP/CQC-Spezifikation**

Name des Herstellers

Ort

Nummer der Befähigungsanerkennung

Nummer der PCP/CQC-Spezifikation

Ausgabe

Bezugsnummer des Befähigungshandbuchs

Datum

Beschreibung des PCP/CQC

Zweck des PCP/CQC

Zeichnungsnummer

Bezeichnung des PCP/CQC

## **Anhang D** (normativ)

### **Anforderungen an den Prüfbericht zur Befähigungsanerkennung**

#### **D.1 Einführung**

Der Prüfbericht muss mit einem Datum versehen sein und die in den Abschnitten D.2, D.3 und D.4 angegebenen Informationen enthalten.

#### **D.2 Allgemeines**

- Name und Anschrift des Herstellers;
- Herstellungsort, falls von obiger Anschrift abweichend;
- Nummer, Ausgabe- und Änderungsdatum der Fachgrund- und Rahmenspezifikation;
- Ausgabennummer und Datum des Befähigungshandbuchs;
- Verweis auf PCP/CQC-Spezifikationen;
- Verweis auf das Prüfprogramm für die Befähigungsanerkennung, sofern zutreffend;
- eine Auflistung der verwendeten Prüfgeräte mit den zugehörigen Messunsicherheiten.

#### **D.3 Zusammenfassung des Prüfberichtes (für jedes CQC)**

- Prüfungen;
- Anzahl der Prüflinge;
- Anzahl der zulässigen Fehler;
- Anzahl der tatsächlichen Fehler.

#### **D.4 Messprotokoll**

Die Messergebnisse vor und nach den verschiedenen mechanischen Prüfungen sowie den Klima- und Dauerprüfungen, für die Grenzwerte oder Endmessungen nach den Belastungen vorgeschrieben sind, müssen protokolliert werden.

## Anhang E (informativ)

### Leitfaden für die Impulsprüfung von Kondensatoren

#### E.1 Einführung

Bestehende Prüfverfahren nach dieser Norm sind für Kondensatoren anwendbar, die in vorwiegend mit Gleichspannung betriebenen Schaltungen verwendet werden. In zunehmendem Maße gibt es jedoch Anwendungen, bei denen eine Impulsspannung mit oder ohne Umkehr der Polarität anliegt. Diese Impulse können gleichförmig, periodisch oder regellos auftreten.

Diese Spezifikation nennt die Einflüsse, die die Impulsbemessungswerte bestimmen, sowie Möglichkeiten, diese Bemessungswerte durch geeignete Dauerprüfungen zu überprüfen. Die Impulsparameter werden angegeben. Verschiedene Kombinationen dieser Parameter können auf verschiedene Weise zu Ausfällen führen:

Kondensatorart	Fehlerursache	Prüfung
Elektrolyt-Kondensatoren	Zu hohe Spitzenspannung	Spitzenspannung
	Zu hohe Umpolspannung	Umpolspannung
	Überhitzung ( $I^2R$ )	Impulse oder Wechselstrom
Mit metallisierten Folien	Spitzenstrom	Lade-/Entladeprüfung (periodisch)
	$du/dt$	Impulse
	Überhitzung ( $I^2R$ )	Impulse oder Wechselstrom
	Ionisierung	Wechselspannung
Alle übrigen	$du/dt$	Impulse
	Überhitzung ( $I^2R$ )	Impulse oder Wechselstrom
	Überhöhte Spannungsspitzen	Stromstoßprüfung
	Ionisierung	Wechselspannung

#### E.2 Übliche Impulsbelastungen für Kondensatoren

Die nachstehend für übliche Anwendungen aufgeführten Zahlenwerte zeigen, dass Prüfbedingungen mit 100 000 oder 1 Millionen Impulsen einer Betriebsdauer von nur 5 s bis 50 s entsprechen.

Es dürfte kaum möglich sein, alle geforderten Bedingungen mit einer einzigen Prüfschaltung zu erfassen.

Wahrscheinlich lassen sich aber Prüfschaltungen entwickeln, mit denen sich mehrere Gruppen von Bedingungen nachbilden lassen. Zurzeit scheint es nicht möglich zu sein, zeitraffende Prüfverfahren anzugeben, mit denen sich z. B. die bei fünfjährigem Betrieb auftretenden Erscheinungen nachbilden lassen.

##### E.2.1 Beispiele für Anwendungen in Fernsehgeräten

###### E.2.1.1 S-Korrektur

Übliche Spitzenspannungen:	25 V, 50 V, 180 V
Übliche Spitzenströme:	5 A bis 15 A
$du/dt$ :	etwa 5 V/ $\mu$ s

**DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2010-05**  
**EN 60384-1:2009**

Frequenzen: 15 kHz bis 20 kHz  
Blindleistung: bis zu 250 VAr

**E.2.1.2 Zeilenrücklauf**

Übliche Spitzenspannungen: bis zu 1 500 V  
Üblicher Spitzenstrom: 5 A  
 $du/dt$ : 180 V/ $\mu$ s

**E.2.1.3 Vervielfacher-Kondensatoren**

Übliche Spitzenspannungen: 10 kV Gleichspannung mit überlagerter Wechselspannung  
Üblicher Spitzenstrom: 0,1 A  
 $du/dt$ : bis zu 1 000 V/ $\mu$ s

**E.2.2 Beispiele für Leistungselektronik**

Übliche Spitzenspannungen: 60 V bis 100 V  
Übliche Spitzenströme: 40 A bis 100 A  
 $du/dt$ : 1 V/ $\mu$ s bis 20 V/ $\mu$ s  
Frequenzen: 50 Hz bis 20 kHz  
Blindleistung: bis zu 500 VAr

**E.2.3 Beispiele für Gleichspannungswandler**

Übliche Spitzenspannung: 30 V  
Üblicher Spitzenstrom: 6 A  
 $du/dt$ : 600 V/ $\mu$ s  
Frequenz: bis zu 20 kHz

**E.2.4 Beispiele für Schaltnetzteile**

Übliche Spitzenspannungen: 15 V bis 400 V  
Übliche Spitzenströme: 2 A bis 10 A  
Frequenzen: 100 Hz bis 40 kHz

**E.2.5 Beispiele für Laser und Impulslichtquellen**

Übliche Spitzenspannungen: 1 kV bis 3 kV  
Üblicher Spitzenstrom: 1 000 A  
 $du/dt$ : etwa 500 V/ $\mu$ s  
Frequenzen: 1 kHz bis 5 kHz

**E.3 Einfluss der Induktivität bei Impulsprüfungen**

Für Impulsprüfverfahren werden vorzugsweise Prüfschaltungen mit wiederholtem Laden und Entladen von Kondensatoren über Widerstandsnetzwerke vorgeschlagen. Dabei ergeben sich die üblichen exponentiellen Strom- und Spannungsverläufe.

In vielen Anwendungen sind jedoch induktive Einflüsse von beachtlicher Bedeutung und wirken sich wesentlich auf die Eignung des Kondensators für die Anwendung aus.

Sie sind besonders wichtig bei hohen Werten von  $du/dt$ . Bei kritischer Dämpfung ( $R^2 = 4 \times L/C$ ) bewirkt das eine geringfügige Änderung der Lade-/Entladekurve, die den Schärfegrad nur wenig beeinflusst.

Ist jedoch  $R^2 < 4 \times L/C$ , kann Überschwingen, mit oder ohne Nachschwingen, auftreten, was Überlastung und erhöhte Verlustleistung zur Folge haben kann.

## Anhang F (informativ)

### Leitfaden für verlängerte Dauerspannungsprüfungen an Festkondensatoren

#### F.1 Einführung

Die regelmäßige Wiederholung von Dauerspannungsprüfungen im Rahmen der Qualitäts-Konformitätsprüfungen des IECQ-Systems bietet die Möglichkeit, deren Ergebnisse nicht nur für die bestätigten Prüfberichte zu sammeln, sondern sie auch, soweit möglich, für das Ermitteln von Zuverlässigkeitsdaten zusammenzustellen. Dauerspannungsprüfungen werden üblicherweise über 1 000 h oder 2 000 h durchgeführt. Beteiligte Kreise können daher ein Interesse an der Verlängerung dieser Prüfungen haben, um das Langzeitverhalten der jeweiligen Bauelemente zu beurteilen und eine breitere Basis für die Berechnung der Zuverlässigkeit zu erhalten. Der folgende Text enthält einige Richtlinien zur Durchführung verlängerter Dauerspannungsprüfungen und zur Auswertung der Ergebnisse.

#### F.2 Leitfaden

Es gelten die folgenden Leitlinien.

- a) Die Prüfbedingungen sollten vorzugsweise die gleichen sein wie für die übliche Lebensdauerprüfung. Wenn aus bestimmten Gründen andere Prüfbedingungen gewählt werden, sind sie eindeutig anzugeben.
- b) Bei den Endmessungen sollten die gleichen Eigenschaften wie bei der genormten Dauerprüfung gemessen werden.
- c) Die Dauer der verlängerten Prüfungen beträgt vorzugsweise 8 000 h.
- d) Die Ergebnisse der verlängerten Prüfung sind ausschließlich für Erkenntnisse über das Langzeitverhalten und für Zuverlässigkeitsbetrachtungen vorgesehen. Die Messwerte werden deshalb für die Variablenanalyse und sonstige Zuverlässigkeitsbeurteilungen notiert, ohne sie mit den spezifizierten Ausfallkriterien in Verbindung zu bringen.
- e) Sonstige Zwischenmessungen (zwischen 2 000 h und 8 000 h) sind freigestellt.
- f) Die Prüfergebnisse können in den bestätigten Prüfbericht freigegebener Lose aufgenommen werden, wenn die beteiligten Partner dies vereinbart haben.
- g) Üblicherweise ist es Sache des Herstellers, die gesammelten Prüfergebnisse in Zuverlässigkeitsdaten umzusetzen. Wenn andere Stellen die gesammelten Prüfergebnisse für ihre eigenen Zwecke der Zuverlässigkeitsbewertung zu verwenden wünschen, ist ein geeigneter Beschleunigungsfaktor für das betreffende Bauelement in Betracht zu ziehen.

## **Anhang G** (normativ)

### **Feuchte Wärme, konstant, mit anliegender Spannung** (nur für Kunststofffolienkondensatoren mit metallisierten Belägen)

#### **G.1 Einführung**

Um die Empfindlichkeit der metallisierten Beläge des Dielektrikums gegenüber Korrosion festzustellen, muss die Prüfung Feuchte Wärme, konstant, um eine zusätzliche Prüfung mit anliegender Gleichspannung erweitert werden.

Eine Abweichung der Mittelwerte der Kapazitätswerte zwischen der Prüfgruppe mit anliegender Gleichspannung und der Prüfgruppe ohne anliegende Spannung weist auf mögliche Korrosion der Beläge hin.

#### **G.2 Prüfverfahren**

Die Prüfung Feuchte Wärme, konstant, mit anliegender Gleichspannung, ist an einer zusätzlichen Prüfgruppe durchzuführen. Die Prüflinge für beide Prüfgruppen mit und ohne anliegende Gleichspannung können nur von dem Hersteller der Bauelemente bereitgestellt werden, der sicherstellt, dass die Prüflinge für beide Gruppen aus den gleichen Materialien und mit dem gleichen Fertigungsprozess hergestellt werden. Die Anzahl der Prüflinge für beide Prüfgruppen mit und ohne anliegende Gleichspannung ist gleich.

## Anhang Q (normativ)

### Qualitätsbewertungsverfahren

#### Q.1 Allgemeines

Wenn diese Norm und die damit verwandten Normen im Rahmen eines vollständigen Qualitätsbewertungssystems wie dem IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ) verwendet werden, ist die Einhaltung der Verfahren nach den Abschnitten [Q.5](#), [Q.6](#) oder [Q.14](#) erforderlich.

Wenn diese Normen außerhalb von Qualitätsbewertungssystemen für Zwecke wie Konstruktionsüberprüfung oder Bauartprüfung verwendet werden, so dürfen die Verfahren und Anforderungen nach [Q.5.1](#) und [Q.5.3 b\)](#) angewendet werden. In diesem Fall aber müssen die Prüfungen und Prüfabschnitte in der in den Prüfplänen festgelegten Reihenfolge durchgeführt werden.

Bevor Bauelemente nach den Verfahren dieses Abschnitts anerkannt werden können, muss der Hersteller für sein Unternehmen eine Anerkennung nach den Bestimmungen der IEC QC 001002-3 erlangt haben.

Bei den Verfahren für die Anerkennung von Bauelementen mit Qualitätsbewertung, die in den folgenden Abschnitten behandelt werden, handelt es sich um

- Bauartanerkennung nach den Festlegungen in IEC QC 001002-3, Abschnitt 3,
- Befähigungsanerkennung nach den Festlegungen in IEC QC 001002-3, Abschnitt 4,
- Technikanerkennung nach den Festlegungen in IEC QC 001002-3, Abschnitt 6.

Für eine gegebene Unterfamilie von Bauelementen sind getrennte Rahmenspezifikationen für die Bauartanerkennung und für die Befähigungsanerkennung nötig; eine Befähigungsanerkennung ist erst dann möglich, wenn eine zutreffende Rahmenspezifikation veröffentlicht ist.

#### Q.1.1 Anwendungsbereich der Bauartanerkennung

Bauartanerkennungen sind geeignet, wenn Bauelemente in einem vorgegebenen Bereich nach ähnlichen Konstruktionsregeln und Verfahren gefertigt werden und einer veröffentlichten Bauartspezifikation entsprechen.

Der Prüfablauf, der für die zutreffenden Bewertungs- und Anforderungsstufen in der Bauartspezifikation festgelegt ist, gilt unmittelbar für den anzuerkennenden Bereich von Bauelementen, wie in [Abschnitt Q.5](#) und der entsprechenden Rahmenspezifikation festgelegt.

#### Q.1.2 Anwendungsbereich der Befähigungsanerkennung

Die Befähigungsanerkennung ist geeignet, wenn Bauelemente nach einheitlichen Konstruktionsregeln und einheitlichen Verfahrensschritten gefertigt werden. Sie ist besonders dann geeignet, wenn Bauelemente nach kundenspezifischen Anforderungen gefertigt werden.

Im Rahmen einer Befähigungsanerkennung gibt es folgende drei Kategorien von Bauartspezifikationen.

#### Q.1.2.1 Prüfmuster für den Befähigungsnachweis (CQCs) einschließlich Prüfmustern für die Überprüfung des Verfahrens

Für jedes CQC ist im Einvernehmen mit der Nationalen Überwachungsstelle (NSI) eine Bauartspezifikation zu erstellen. Sie muss den Zweck des CQC angeben und alle notwendigen Schärfegrade und Grenzwerte enthalten.

### **Q.1.2.2 Standardkatalog-Bauelemente**

Wenn ein Hersteller wünscht, dass ein im Rahmen seiner anerkannten Befähigung gefertigtes Bauelement in das IECQ-Verzeichnis der Anerkennungen aufgenommen wird, muss er im Rahmen der Befähigungsanerkennung eine dem Vordruck für Bauartspezifikation entsprechende Bauartspezifikation erstellen. Derartige Spezifikationen sind bei IECQ zu registrieren und die Bauelemente in IEC QC 001005<sup>1)</sup> zu listen. Anerkannt nach dem IECQ-System, einschließlich ISO 9000.

### **Q.1.2.3 Kundenspezifische Bauelemente**

Der Inhalt der Bauartspezifikation (auch Kunden-Bauartspezifikation (CDS) genannt) ist in Übereinstimmung zwischen Hersteller und Anwender nach IEC QC 001002-3, 4.4.3, zu erstellen.

Die entsprechende Rahmenspezifikation enthält weitere Angaben zu diesen Bauartspezifikationen.

Die Anerkennung einer Fertigungsstätte wird auf der Basis von bestätigten Konstruktionsregeln, Fertigungs- und Qualitätslenkungsverfahren sowie von Prüfergebnissen an CQCs, einschließlich aller Prüfmuster für die Überprüfung des Verfahrens erteilt. Für weitere Angaben siehe [Abschnitt Q.6](#) und die entsprechende Rahmenspezifikation.

### **Q.1.3 Anwendungsbereich der Technikanerkennung**

Die Technikanerkennung ist geeignet, wenn der gesamte technische Prozess (Konstruktion, Prozessausführung, Erzeugnisherstellung, Prüfung und Versand) die Aspekte der Anerkennung umfasst, die aufgrund der Technologie für alle Bauelemente als einheitlich bestimmt worden sind.

## **Q.2 Primäre Fabrikationsstufe**

Die primäre Fabrikationsstufe ist in der Rahmenspezifikation festzulegen.

## **Q.3 Untervergabe**

Bei der Untervergabe der primären Fabrikationsstufe und/oder der darauffolgenden Stufen muss IEC QC 001002-3, 4.2.2, angewendet werden.

Die Rahmenspezifikation darf die Untervergabe nach IEC QC 001002-3, 4.2.2.2, beschränken.

## **Q.4 Strukturell ähnliche Bauelemente**

Das Zusammenfassen strukturell ähnlicher Bauelemente für Bauartanerkennungsprüfungen oder für Qualitäts-Konformitätsprüfungen bei Bauartanerkennungen, Befähigungsanerkennungen oder Technikanerkennungen muss in der entsprechenden Rahmenspezifikation vorgeschrieben sein.

## **Q.5 Verfahren der Bauartanerkennung**

### **Q.5.1 Voraussetzung für die Bauartanerkennung**

Der Hersteller muss die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 3.1.1, erfüllen.

### **Q.5.2 Antrag auf Bauartanerkennung**

Der Hersteller muss die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 3.1.3, erfüllen.

---

<sup>1)</sup> IEC QC 001005 wurde zurückgezogen; siehe hierzu [www.iecq.org/certificates](http://www.iecq.org/certificates).

### Q.5.3 Prüfverfahren für die Bauartanerkennung

Eines der folgenden Verfahren ist anzuwenden:

- a) Der Hersteller muss durch Prüfungen nachweisen, dass er bei drei in möglichst kurzer Zeit gebildeten Prüflösen für die losweisen Prüfungen und bei einem Prüflös für die periodischen Prüfungen die Anforderungen der Spezifikation erfüllt hat. Während der Zeit, in der die Prüflöse entnommen werden, darf im Fertigungsablauf nichts wesentlich verändert werden.

Die Prüflinge sind den Losen nach IEC 60410 zu entnehmen (siehe [Anhang A](#)). Es ist die übliche Prüfung zu verwenden. Wenn jedoch die Stichprobengröße zur Annahmezahl Null führen würde, sind zusätzlich so viele Prüflinge zu entnehmen, dass die Stichprobengröße erreicht wird, bei der mit einem fehlerhaften Bauelement die Annahme erfolgt.

- b) Der Hersteller muss durch Prüfungen nachweisen, dass er die Anforderungen erfüllt, die in der Rahmenspezifikation im Prüfplan für feste Stichprobengröße festgelegt sind.

Die für die Stichprobe vorgesehenen Prüflinge sind nach dem Zufallsprinzip aus der laufenden Fertigung zu entnehmen, soweit nicht mit der Nationalen Überwachungsstelle andere Vereinbarungen getroffen sind.

Bei beiden Verfahren müssen Stichprobengröße und Anzahl der zulässigen fehlerhaften Bauelemente von vergleichbarer Größenordnung sein. Die Prüfbedingungen und Anforderungen müssen gleich sein.

### Q.5.4 Erteilung der Bauartanerkennung

Die Bauartanerkennung ist zu erteilen, wenn die Verfahren nach IEC QC 001002-3, 3.1.4, zufriedenstellend abgeschlossen sind.

### Q.5.5 Aufrechterhaltung der Bauartanerkennung

Die Bauartanerkennung wird aufrechterhalten, wenn regelmäßig nachgewiesen wird, dass die Anforderungen an die Qualitätskonformität (siehe Q.5.6) erfüllt sind.

### Q.5.6 Qualitäts-Konformitätsprüfung

Der zur Rahmenspezifikation gehörende Vordruck für Bauartspezifikation muss den Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung festlegen. Für die losweisen und die periodisch durchzuführenden Prüfungen muss er auch die Zusammenstellung von Prüfgruppen, die Stichprobenentnahme und die Häufigkeit vorschreiben.

Die Regeln für den Übergang zu reduzierter Kontrolle in Prüfgruppe C dürfen bei allen Untergruppen außer für Dauerprüfungen verwendet werden.

Die Stichprobenpläne und Prüfniveaus müssen nach IEC 60410 oder IEC 61193-2 ausgewählt werden.

Falls erforderlich, darf mehr als ein Prüfplan festgelegt werden.

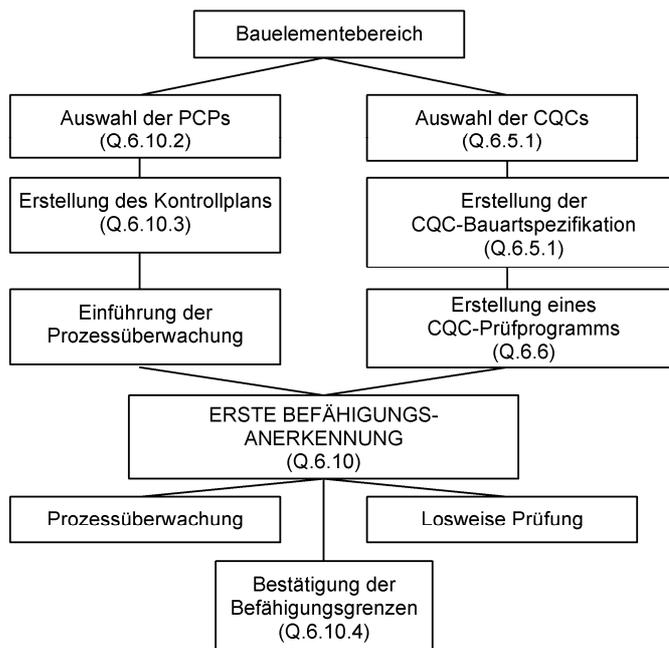
## Q.6 Verfahren zur Befähigungsanerkennung

### Q.6.1 Allgemeines

Befähigungsanerkennung umfasst:

- vollständige Konstruktion, Materialvorbereitung und Herstellungstechniken einschließlich Lenkungsverfahren und Prüfungen;
- Grenzen der Leistungsfähigkeit für die Verfahren und Produkte; gemeint sind solche, die für Prüfmuster für den Befähigungsnachweis (CQCs) und für Merkmale der Verfahrenlenkung (PCPs) gelten;
- Bereich der mechanischen Größen, für den die Anerkennung erteilt ist.

Für einen allgemeinen Überblick über die Befähigungsanerkennung siehe [Bild Q.1](#).



**Bild Q.1 – Allgemeiner Ablaufplan für die Befähigungsanerkennung**

#### Q.6.2 Voraussetzung für die Befähigungsanerkennung

Der Hersteller muss die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 4.2.1, erfüllen.

#### Q.6.3 Antrag auf Befähigungsanerkennung

Der Hersteller muss die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 4.2.4, und die Anforderungen der entsprechenden Rahmenspezifikation erfüllen.

#### Q.6.4 Beschreibung der Befähigung

Die Befähigung muss in einem Befähigungshandbuch nach IEC QC 001002-3, 4.2.5, und den Anforderungen der entsprechenden Rahmenspezifikation beschrieben werden. Das Handbuch muss mindestens enthalten oder verweisen auf:

- eine allgemeine Einführung und Beschreibung der eingesetzten Technologien;
- Aspekte der Zusammenarbeit mit dem Kunden einschließlich Bereitstellung von Konstruktionsrichtlinien (falls zutreffend) und Unterstützung des Kunden bei der Formulierung seiner Forderungen;
- eine ausführliche Beschreibung der anzuwendenden Konstruktionsrichtlinien;
- das Verfahren zur Überprüfung auf Eignung der Konstruktionsrichtlinien für die entsprechende Bauelementetechnologie, die nach einer Bauartspezifikation gefertigt werden;
- eine Liste aller verwendeten Werkstoffe mit Angabe der zugehörigen Spezifikationen für den Einkauf und die Wareneingangskontrolle;
- ein Flussdiagramm für den gesamten Prozess, in dem die Qualitätstore und zulässigen Nacharbeitschleifen dargestellt sind und das Bezüge herstellt zur Verfahrens- und Qualitätsüberwachung;
- eine Erklärung des Prozesses, der nach den Anforderungen der entsprechenden Rahmenspezifikation anerkannt werden soll;
- eine Erklärung der Grenzen, die nach den Anforderungen der entsprechenden Rahmenspezifikation anerkannt werden sollen;

- eine Liste der CQCs zur Festlegung der Befähigung, jeweils mit einer allgemeinen Beschreibung. Dazu gehört eine ausführliche Tabelle zur Darstellung der erklärten Befähigungsgrenzen, nachgewiesen am Beispiel eines speziellen CQC-Aufbaus;
- eine Bauartspezifikation für jedes CQC;
- einen ausführlichen Kontrollplan mit Angabe der PCPs, die zur Prozessüberwachung verwendet werden, und eine allgemeine Beschreibung derselben, aus der der Zusammenhang zwischen dem jeweiligen PCP und seiner Auswirkung auf die Eigenschaften und die Funktion des fertigen Bauelements hervorgeht;
- eine Anleitung zur Handhabung der strukturellen Ähnlichkeit bei der Stichprobenentnahme für die Qualitäts-Konformitätsprüfungen.

Die Nationale Überwachungsstelle muss das Befähigungshandbuch als ein vertrauliches Dokument behandeln. Der Hersteller darf, wenn er es wünscht, das Befähigungshandbuch für Dritte ganz oder teilweise freigeben.

### **Q.6.5 Nachweis und Überprüfung der Befähigung**

Der Hersteller muss seine Befähigung nach IEC QC 001002-3, 4.2.6, und nach den Anforderungen der entsprechenden Rahmenspezifikation mit den folgenden Einzelheiten nachweisen und belegen.

#### **Q.6.5.1 Prüfmuster für den Befähigungsnachweis (CQCs)**

Der Hersteller muss mit der Nationalen Überwachungsstelle die Eigenschaften, nach denen das Verfahren qualifiziert wird, und den Bereich der Prüfmuster für den Befähigungsnachweis vereinbaren, welche erforderlich sind, um den im Handbuch festgelegten Bereich der Befähigung nachzuweisen.

Zum Nachweis ist der vereinbarte Bereich der CQCs zu prüfen, der in Übereinstimmung mit dem Befähigungshandbuch konstruiert und hergestellt werden soll und dessen Verfahrensparameter überprüft werden sollen. Die CQCs müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- a) Der Bereich der CQCs muss alle Grenzen der erklärten Befähigung umfassen. Die CQCs sind so auszuwählen, dass wechselseitig erreichbare Kombinationen von Grenzwerten aufgezeigt werden.
- b) CQCs müssen einem der nachfolgenden Punkte entsprechen:
  - Bauelemente, die speziell zum Nachweis einer Kombination von Befähigungsgrenzen konstruiert wurden, oder
  - Bauelemente, die in der Konstruktion denen der laufenden Herstellung entsprechen, oder
  - eine Kombination beider, unter der Voraussetzung, dass die Anforderungen aus a) erfüllt sind.

Wenn CQCs nur konstruiert und hergestellt werden, um die Befähigungsanerkennung zu erlangen, muss der Hersteller dabei dieselben Konstruktionsvorschriften, Materialien und Herstellungsverfahren anwenden wie bei den zur Lieferung freigegebenen Produkten.

Für jedes CQC ist eine eigene Bauartspezifikation zu erstellen, deren Titelblatt die Form nach [Anhang C](#) besitzen muss. Die Bauartspezifikation muss den Zweck des CQC beschreiben sowie alle zutreffenden Schärfegrade der Beanspruchung und Prüfgrenzwerte enthalten. Sie kann sich auf die interne Dokumentation der Lenkung beziehen, die die Fertigungsprüfung und -aufzeichnung festlegt, um die Lenkung und Aufrechterhaltung von Verfahren sowie die Befähigungsgrenzen nachzuweisen.

#### **Q.6.5.2 Grenzen der Befähigung**

Die Grenzen der Befähigung müssen in der entsprechenden Rahmenspezifikation beschrieben werden.

### **Q.6.6 Durchführung der Befähigungsanerkennung**

Der Hersteller muss nach IEC QC 001002-3, 4.2.6, ein Programm für die Bewertung der erklärten Befähigung erarbeiten. Dieses Programm ist so aufzubauen, dass jede erklärte Befähigungsgrenze durch ein geeignetes CQC bestätigt wird.

Das Programm muss Folgendes enthalten:

- ein Balkendiagramm oder eine andere Darstellung, um den vorgeschlagenen Zeitplan für die Durchführung der Prüfung zur Befähigungsanerkennung aufzuzeigen;
- Einzelheiten zu allen CQCs mit Verweis auf ihre Bauartspezifikationen;
- ein Diagramm der Eigenschaften, die mit jedem CQC nachzuweisen sind;
- Bezug auf die zu verwendenden Anweisungen für die Verfahrenslenkung.

#### **Q.6.7 Prüfbericht zur Befähigungsanerkennung**

Nach IEC QC 001002-3, 4.2.6.3, muss ein Prüfbericht zur Befähigungsanerkennung erstellt werden. Der Prüfbericht muss die speziellen Anforderungen nach [Anhang D](#) dieser Spezifikation erfüllen und folgende Angaben enthalten:

- Ausgabennummer und -datum des Befähigungshandbuches;
- das Programm für die Befähigungsanerkennung nach [Q.6.6](#);
- sämtliche Prüfergebnisse, die während der Durchführung des Programms ermittelt wurden;
- die angewendeten Prüfverfahren;
- Berichte über Maßnahmen, die beim Auftreten von Fehlern eingeleitet wurden (siehe [Q.6.10.1](#)).

Der Bericht ist vom Beauftragten der Unternehmensleitung zur Bestätigung der Richtigkeit der Ergebnisse zu unterschreiben und der Stelle vorzulegen, die nach den nationalen Regeln für die Erteilung der Befähigungsanerkennung zuständig ist.

#### **Q.6.8 Kurzfassung der Beschreibung der Befähigung**

Die Kurzfassung ist zur Veröffentlichung in IEC QC 001005<sup>2)</sup> vorgesehen, nachdem die Befähigungsanerkennung erteilt wurde.

Sie soll in knapper Form eine Beschreibung der Befähigung des Herstellers beinhalten und ausreichende Angaben über Technologie, Konstruktionsverfahren und Produktbereiche vermitteln, für welche der Hersteller anerkannt wurde.

#### **Q.6.9 Änderungen, die die Befähigungsanerkennung beeinträchtigen können**

Alle Änderungen, die die Befähigungsanerkennung beeinträchtigen können, müssen die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 4.2.11, erfüllen.

#### **Q.6.10 Erstmalige Befähigungsanerkennung**

Eine Anerkennung wird erteilt, wenn:

- der ausgewählte Bereich der CQCs in seiner Gesamtheit die Bewertungsanforderungen der CQC-Bauartspezifikationen ohne zulässigen Ausfall erfüllt;
- der Kontrollplan vollständig im Prozess zur Verfahrenslenkung eingearbeitet ist.

##### **Q.6.10.1 Verfahren beim Auftreten von Fehlern**

Siehe IEC QC 001002-3, 4.2.10, mit folgenden Einzelheiten:

Falls die Prüflinge die Prüfanforderungen nicht erfüllen, muss der Hersteller die Nationale Überwachungsstelle benachrichtigen und mitteilen, welche der nachstehend in a) und b) aufgeführten Maßnahmen er einleiten will:

- a) Änderung des vorgeschlagenen Anwendungsbereiches seiner Befähigung.

---

<sup>2)</sup> IEC QC 001005 wurde zurückgezogen; siehe hierzu [www.iecq.org/certificates](http://www.iecq.org/certificates).

- b) Durchführung einer Untersuchung zur Feststellung, ob die Fehlerursache entweder
- im Versagen der Prüfung selbst, z. B. Geräte- oder Bedienungsfehler,
- oder
- im Bereich der Konstruktion oder des Verfahrens liegt.

Falls festgestellt wird, dass die Fehlerursache in der Prüfung selbst lag, kann, nachdem die notwendigen Korrekturmaßnahmen eingeleitet wurden, entweder der scheinbar ausgefallene Prüfling oder ein neuer Prüfling in den Prüfablauf eingebracht werden. Falls ein neuer Prüfling zum Einsatz kommt, muss er allen Prüfungen in der vorgegebenen Reihenfolge wie der scheinbar ausgefallene Prüfling unterzogen werden.

Stellt sich heraus, dass es sich um einen Konstruktions- oder Verfahrensfehler handelt, ist ein Prüfablauf durchzuführen, um nachzuweisen, dass die Fehlerursache abgestellt wurde und dass alle Korrekturmaßnahmen, die Dokumentation eingeschlossen, durchgeführt wurden. Sobald dies abgeschlossen ist, sind die vollständigen Prüffolgen, bei welchen der Ausfall aufgetreten ist, an neuen CQCs zu wiederholen.

Nach Abschluss dieser Aktion muss der Hersteller der Nationalen Überwachungsstelle einen Bericht liefern und eine Kopie davon dem Prüfbericht zur Befähigungsanerkennung beifügen (siehe [Q.6.7](#)).

#### **Q.6.10.2 Allgemeiner Plan zur Auswahl von PCPs und CQCs**

Jeder Hersteller muss sein eigenes Verfahrensablaufdiagramm nach dem Beispiel, das in der entsprechenden Rahmenspezifikation angegeben ist, erstellen. Für alle Verfahrensschritte in seinem Ablaufdiagramm muss der Hersteller auch entsprechende Verfahrenslenkungsschritte aufführen.

Der Hersteller muss seine Kontrollen nach dem Beispiel in der entsprechenden Rahmenspezifikation angeben.

#### **Q.6.10.3 Prüfpläne für Verfahrenslenkung**

Die Prüfpläne müssen Bestandteil des Systems zur Verfahrenslenkung sein, das vom Hersteller verwendet wird. Wenn vom Hersteller eine statistische Verfahrenslenkung (SPC) angewandt wird, muss dies nach den Grundanforderungen für SPC-Durchführung erfolgen. Entsprechend den Regeln der SPC bedeuten diese Pläne vorgeschriebene Kontrollen an den kritischen Verfahrensschritten.

Für jeden Verfahrensschritt, bei dem Fertigungseinrichtungen eingesetzt sind, muss der Hersteller die Verfahrensgrößen in regelmäßigen Abständen aufzeichnen und mit den Lenkungs- und Regelgrenzen, die er festlegt, vergleichen.

#### **Q.6.10.4 Prüfpläne für CQCs zum Nachweis der Befähigungsgrenzen**

Prüfpläne für CQCs zum Nachweis der Befähigungsgrenzen müssen in der entsprechenden Rahmenspezifikation festgelegt werden.

#### **Q.6.11 Erteilung der Befähigungsanerkennung**

Die Befähigungsanerkennung ist zu erteilen, wenn die Verfahren nach IEC QC 001002-3, 4.2.6, zufriedenstellend abgeschlossen sind und die Anforderungen der entsprechenden Rahmenspezifikation erfüllt wurden.

#### **Q.6.12 Aufrechterhaltung der Befähigungsanerkennung**

Zur Aufrechterhaltung der Befähigungsanerkennung müssen die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 4.2.9, und die Anforderungen, die im Befähigungshandbuch entsprechend dem in der zutreffenden Rahmenspezifikation angegebenen Plan für die Aufrechterhaltung angegeben sind, erfüllt werden.

Folgende Einzelheiten gelten zusätzlich:

- a) Die Gültigkeitsdauer der Befähigungsanerkennung beträgt zwei Jahre ohne erneute Prüfungen.
- b) Der Hersteller muss einen Ablaufplan für erneute Prüfungen an CQCs festlegen. Zur Verfahrenlenkung muss der Hersteller ein Überwachungssystem einrichten. Ein Beispiel für einen Ablauf der Verfahrenlenkung kann in der Rahmenspezifikation angegeben sein. Der Hersteller muss zum Nachweis der Befähigungsgrenzen sicherstellen, dass die seine Befähigung betreffenden Prüfungen nach [Q.6.10.4](#) mindestens alle zwei Jahre wiederholt werden.
- c) Qualitäts-Konformitätsprüfungen an lieferbaren Bauelementen können, soweit zutreffend, zur Aufrechterhaltung der Befähigungsanerkennung herangezogen werden. Insbesondere, wenn der Hersteller über eine Bauartanerkennung für einen Bereich von Bauelementen verfügt, die nach denselben Verfahren hergestellt werden und gleichzeitig innerhalb der Grenzen seiner Befähigungsanerkennung liegen, können Ergebnisse von Prüfungen der Verfahrenlenkung und von periodischen Qualitäts-Konformitätsprüfungen im Rahmen der Bauartanerkennung zur Aufrechterhaltung der Befähigungsanerkennung herangezogen werden.
- d) Der Hersteller muss sicherstellen, dass der Bereich der CQCs repräsentativ für die freigegebenen Produkte bleibt und mit den Anforderungen der entsprechenden Rahmenspezifikation übereinstimmt.
- e) Der Hersteller muss seine Fertigung derart aufrechterhalten, dass:
  - die im Befähigungshandbuch festgelegten Verfahren unverändert bleiben; davon ausgenommen sind Zusätze und Streichungen, die entsprechend dem Verfahren nach [Q.6.9](#) mit der Nationalen Überwachungsstelle vereinbart wurden;
  - der Standort für Herstellung und Endprüfung sich nicht geändert hat;
  - die als befähigt anerkannte Fertigung nicht für mehr als sechs Monate unterbrochen wurde.
- f) Der Hersteller muss Aufzeichnungen über den Fortschritt in der Aufrechterhaltung des Befähigungsprogramms anfertigen, damit zu jeder Zeit die bestätigten und in dem angegebenen Zeitraum zur Bestätigung anstehenden Befähigungsgrenzen ersichtlich sind.

### **Q.6.13 Erweiterung der Befähigungsanerkennung**

Der Hersteller kann seine Befähigungsanerkennung erweitern, indem er den Prüfplan aus [Q.6.10.4](#) ausführt, der sich auf die zu erweiternde Grenze bezieht. Betrifft die Erweiterung eine Grenze, die nicht in [Q.6.10.4](#) aufgeführt ist, muss der Hersteller einen Stichproben- und Prüfplan erstellen, dem die Nationale Überwachungsstelle zustimmen muss. Darüber hinaus muss der Hersteller eine Verfahrenlenkung für jedes neue Verfahren einrichten, das für die Fertigung innerhalb der neuen Grenzen benötigt wird.

Die Beantragung einer Erweiterung der Befähigung hat in gleicher Weise zu erfolgen wie bei der erstmaligen Anerkennung.

### **Q.6.14 Qualitäts-Konformitätsprüfungen**

Die Anforderungen an Qualitäts-Konformitätsprüfungen sind in der Bauartspezifikation angegeben und nach IEC QC 001002-3, 4.3.1, durchzuführen.

## **Q.7 Nacharbeit und Reparaturen**

### **Q.7.1 Nacharbeit**

Nacharbeit nach IEC QC 001002-3, 4.1.4, darf nicht ausgeführt werden, wenn sie in der entsprechenden Rahmenspezifikation verboten ist. Die entsprechende Rahmenspezifikation muss angeben, ob es Einschränkungen bezüglich der Anzahl der an einem bestimmten Bauelement durchzuführenden Nacharbeitgänge gibt.

Jede Nacharbeit muss abgeschlossen sein, ehe die Prüflose gebildet werden, an denen das Einhalten der Anforderungen der Bauartspezifikation geprüft werden soll.

Die Verfahren für Nacharbeit sind in der entsprechenden vom Hersteller erstellten Dokumentation vollständig zu beschreiben und dürfen nur unter der unmittelbaren Aufsicht des Beauftragten der Unternehmensleitung durchgeführt werden. Untervergabe ist für Nacharbeit nicht zulässig.

#### **Q.7.2 Reparatur**

Bauelemente, die nach IEC QC 001002-3, 4.1.5, repariert wurden, dürfen nicht im Rahmen des IECQ-Systems freigegeben werden.

#### **Q.8 Freigabe zur Auslieferung**

Nach Durchführung der in der Bauartspezifikation vorgeschriebenen Qualitäts-Konformitätsprüfungen sind die Bauelemente nach Q.5.6 und IEC QC 001002-3, 4.3.2, zur Auslieferung freizugeben.

##### **Q.8.1 Freigabe zur Auslieferung im Rahmen der Qualitätsbewertung vor Abschluss der Prüfungen der Prüfgruppe B**

Wenn die Bedingungen nach IEC 60410 für den Übergang auf die reduzierte Prüfung für alle Prüfungen der Prüfgruppe B erfüllt sind, darf der Hersteller die Bauelemente vor Abschluss dieser Prüfungen freigeben.

#### **Q.9 Bestätigte Prüfberichte freigegebener Lose**

Wenn bestätigte Prüfberichte von einem Kunden verlangt werden, müssen sie in der Bauartspezifikation angegeben werden.

ANMERKUNG Bei der Befähigungsanerkennung beziehen sich die bestätigten Prüfberichte nur auf Prüfungen, die an Bauelementen zum Nachweis der Befähigung (CQCs) durchgeführt wurden.

#### **Q.10 Verzögerte Auslieferung**

Bauelemente, die länger als zwei Jahre (wenn in der Rahmenspezifikation nicht anders festgelegt) nach Freigabe des Loses gelagert wurden, müssen vor der Lieferung erneut auf Lötbarkeit und elektrische Kennwerte überprüft werden, wie es in der Bauartspezifikation festgelegt ist.

Das vom Beauftragten der Unternehmensleitung des Herstellers verwendete Verfahren der erneuten Überprüfung muss von der Nationalen Überwachungsstelle anerkannt sein.

Sobald ein Los mit zufriedenstellendem Ergebnis erneut geprüft ist, wird seine Qualität für den festgelegten Zeitraum erneut bestätigt.

#### **Q.11 Wahlweise anwendbare Prüfverfahren**

Siehe IEC QC 001002-3, 3.2.3.7, mit folgenden Einzelheiten:

Bei Meinungsverschiedenheiten sowie für Schieds- und Bezugsmessungen sind ausschließlich die festgelegten Verfahren anzuwenden.

#### **Q.12 Herstellung außerhalb der geografischen Grenzen der Nationalen Überwachungsstellen von IECQ**

Ein Hersteller kann seine Anerkennung erweitern lassen, um in einer Fertigungsstätte seiner Firma in einem Land, das für den betreffenden technischen Bereich keine Nationale Überwachungsstelle hat, Bauelemente ganz oder teilweise herzustellen. Es spielt dabei keine Rolle, ob es sich um ein Mitgliedsland des IECQ handelt, sofern die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 2.5.1.3, erfüllt sind.

### **Q.13 Nicht geprüfte Eigenschaften**

Nur die Eigenschaften eines Bauelements, die in einer Bauartspezifikation festgelegt sind und den Prüfungen unterzogen wurden, können als den vorgeschriebenen Grenzen entsprechend angenommen werden. Es darf nicht angenommen werden, dass Eigenschaften, die nicht in der Bauartspezifikation festgelegt sind, sich von Bauelement zu Bauelement nicht unterscheiden. Sollte es aus irgendeinem Grund erforderlich sein, dass weitere Eigenschaften überprüft werden, dann muss eine neue, erweiterte Spezifikation herangezogen werden.

Die zusätzliche(n) Prüfung(en) muss (müssen) vollständig beschrieben sein, und die zugehörigen Grenzen, Stichprobenpläne und Prüfniveaus sind festzulegen.

### **Q.14 Verfahren zur Technikanerkennung**

#### **Q.14.1 Allgemeines**

Die Technikanerkennung der Bauelemente umfasst den gesamten technologischen Prozess. Sie erweitert die bestehenden Konzepte – Bauart- und Befähigungsanerkennung –, indem sie Folgendes zwingend hinzufügt:

- a) Anwendung von prozessinternen Lenkungsverfahren, z. B. SPC;
- b) Strategie der kontinuierlichen Qualitätsverbesserung;
- c) Überwachung der gesamten Technik und aller Vorgänge;
- d) Verfahrensflexibilität, deren Ursachen im Leitungssystem der Qualitätssicherung und in den Anforderungen des Marktsektors zu suchen sind;
- e) Annahme einer Betriebsdokumentation des Herstellers, um so ein Mittel für die rasche Anerkennung oder die Erweiterung einer Anerkennung bereitzustellen.

#### **Q.14.2 Voraussetzung für die Technikanerkennung**

Der Hersteller muss die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 6.2.1, erfüllen.

#### **Q.14.3 Antrag auf Technikanerkennung**

Der Hersteller muss die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 6.2.2, erfüllen.

#### **Q.14.4 Beschreibung der Technik**

Die Technik ist nach IEC QC 001002-3, 6.4, in einem Dokument zur Erklärung der Technikanerkennung (TADD) und einem Ablaufplan zur Technikanerkennung (TAS) zu beschreiben.

#### **Q.14.5 Nachweis und Überprüfung der Technik**

Der Hersteller muss die Technik nach IEC QC 001002-3, 6.4 und 6.5, nachweisen und belegen.

#### **Q.14.6 Erteilung der Technikanerkennung**

Die Technikanerkennung ist zu erteilen, wenn die Verfahren nach IEC QC 001002-3, 6.7.3, zufriedenstellend abgeschlossen sind.

#### **Q.14.7 Aufrechterhaltung der Technikanerkennung**

Zur Aufrechterhaltung der Technikanerkennung müssen die Anforderungen nach IEC QC 001002-3, 6.7.5, erfüllt werden.

**Q.14.8 Qualitäts-Konformitätsprüfung**

Die Qualitäts-Konformitätsprüfung und die zugehörigen Anforderungen müssen der betreffenden Bauartspezifikation und den Ablaufplänen zur Technikanerkennung entsprechen.

**Q.14.9 Bestimmung des Ausfallratenniveaus**

Die Bestimmung des Ausfallratenniveaus und die Zertifizierung sind in der entsprechenden Spezifikation zu beschreiben.

**Q.14.10 Geliefertes Qualitätsniveau**

Diese Festlegung ist zwischen Abnehmer und Hersteller zu vereinbaren.

### **Literaturhinweise**

IEC 60469-1, *Pulse techniques and apparatus – Part 1: Pulse terms and definitions*

IEC 60469-2, *Pulse techniques and apparatus – Part 2: Pulse measurement and analysis, general considerations*

## Anhang ZA (normativ)

### Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

ANMERKUNG Wenn internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60027	Reihe	Letter symbols to be used in electrical technology	EN 60027	Reihe
IEC 60050	Reihe	International Electrotechnical Vocabulary (IEV)		–
IEC 60062	– <sup>1)</sup>	Marking codes for resistors and capacitors	EN 60062 + Cor. Januar	2005 <sup>2)</sup> 2007
IEC 60063	– <sup>1)</sup>	Preferred number series for resistors and capacitors	–	–
IEC 60068-1	1988	Environmental testing – Part 1: General and guidance	EN 60068-1 <sup>3)</sup>	1994
IEC 60068-2-1	2007	Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold	EN 60068-2-1	2007
IEC 60068-2-2	2007	Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat	EN 60068-2-2	2007
IEC 60068-2-6	2007	Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)	EN 60068-2-6	2008
IEC 60068-2-13	1983	Environmental testing – Part 2-13: Tests – Test M: Low air pressure	EN 60068-2-13	1999
IEC 60068-2-14	2009	Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature	EN 60068-2-14	2009
IEC 60068-2-17	1994	Environmental testing – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing	EN 60068-2-17	1994
IEC 60068-2-20	1979	Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Soldering	HD 323.2.20 S3 <sup>4)</sup>	1988

<sup>1)</sup> Undatierte Verweisung.

<sup>2)</sup> Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gültige Ausgabe.

<sup>3)</sup> EN 60068-1 enthält das Corrigendum Oktober 1988 + A1:1992 zu IEC 60068-1.

<sup>4)</sup> HD 323.2.20 S3 enthält A2:1987 zu IEC 60068-2-20; es wurde ersetzt durch EN 60068-2-20:2008, diese basiert auf IEC 60068-2-20:2008.

**DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2010-05**  
**EN 60384-1:2009**

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60068-2-21	2006	Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices	EN 60068-2-21	2006
IEC 60068-2-21	2006	Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices	EN 60068-2-21	2006
IEC 60068-2-27	2008	Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock	EN 60068-2-27	2009
IEC 60068-2-29	1987	Environmental testing – Part 2-29: Tests – Test Eb and guidance: Bump	EN 60068-2-29 <sup>5)</sup>	1993
IEC 60068-2-30	2005	Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)	EN 60068-2-30	2005
IEC 60068-2-45	1980	Environmental testing – Part 2-45: Tests – Test Xa and guidance: Immersion in cleaning solvents	EN 60068-2-45	1992
IEC 60068-2-54	2006	Environmental testing – Part 2-54: Tests – Test Ta: Solderability testing of electronic components by the wetting balance method	EN 60068-2-54	2006
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)	EN 60068-2-58 + Cor. Dezember	2004 2004
IEC 60068-2-69	2007	Environmental testing – Part 2-69: Tests – Test Te: Solderability testing of electronic components for surface mounting devices (SMD) by the wetting balance method	EN 60068-2-69	2007
IEC 60068-2-78	2001	Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state	EN 60068-2-78	2001
IEC 60294	– <sup>1)</sup>	Measurement of the dimensions of a cylindrical component having two axial terminations	–	–
IEC 60410	1973	Sampling plans and procedures for inspection by attributes	–	–
IEC 60617	Data-base	Graphical symbols for diagrams	–	–
IEC 60695-11-5	2004	Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance	EN 60695-11-5	2005
IEC 60717	– <sup>1)</sup>	Method for the determination of the space required by capacitors and resistors with unidirectional terminations	–	–

<sup>5)</sup> EN 60068-2-29 wurde ersetzt durch EN 60068-2-27:2009; diese basiert auf IEC 60068-2-27:2008.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 61193-2	– <sup>1)</sup>	Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages	EN 61193-2	2007 <sup>2)</sup>
IEC 61249-2-7	2002	Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials, clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad	EN 61249-2-7 + Cor. September	2002 2005
IEC QC 001002-3	– <sup>1)</sup>	IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Rules of Procedure – Part 3: Approval procedures	–	–
ISO 3	– <sup>1)</sup>	Preferred numbers – Series of preferred numbers	–	–
ISO 1000	– <sup>1)</sup>	SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units	–	–
ISO 9000	– <sup>1)</sup>	Quality management systems – Fundamentals and vocabulary	EN ISO 9000	2005 <sup>2)</sup>