

	DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung 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.	VDE
ICS 31.060.10	Entwurf	Einsprüche bis 2007-04-30 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2002-02
Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 1: Fachgrundspezifikation (IEC 40/1788A/CDV:2006); Deutsche Fassung prEN 60384-1:2006 Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification (IEC 40/1788A/CDV:2006); German version prEN 60384-1:2006 Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique (CEI 40/1788A/CDV:2006); Version allemande prEN 60384-1:2006 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 145 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

– Entwurf –

E DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2007-03

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 60384-1:2006 „Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 1: Fachgrundspezifikation“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 40/1788A/CDV:2006 „Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification“ unverändert in den Entwurf prEN 60384-1:2006 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

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

Änderungen

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

- a) Redaktionell überarbeitet und an die aktuellen ISO/IEC-Direktiven angepasst.
- b) Im Zuge der Harmonisierung zwischen EN und IEC wurden in dieser Ausgabe 4 wesentliche Bestandteile der EN 130 000 übernommen.
- c) Der Inhalt des Kapitels 3 „Qualitätsbewertungsverfahren“ ist nun im Anhang Q enthalten. Der Text des Anhangs Q ist für alle Fachgrundnormen des TC 40 neu formuliert worden.

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 60027-1:2006	IEC 60027-1:1992 + A1: 1997	–	–
–	Normen der Reihe IEC 60050	Normen der Reihe DIN IEC 60050	–
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 60068-2-1:1993 + A1:1993 + A2:1994	IEC 60068-2-1:1990 + A1:1993 + A2:1994	DIN EN 60068-2-1:1995-03	–
EN 60068-2-2:1993 + A1:1993 A2:1994	IEC 60068-2-2:1974 + A:1976 + A1:1993 A2:1994	DIN EN 60068-2-2:1994-08 DIN EN 60068-2-2/A2:1995-01	– –
EN 60068-2-32	IEC 60068-2-3	DIN EN 60068-2-32	–
EN 60068-2-6:1995	IEC 60068-2-6:1995 + Corrigendum 1995	DIN EN 60068-2-6:1996-05	–
EN 60068-2-7	IEC 61249-2-7	DIN EN 60068-2-7	–
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	IEC 60068-2-20:1979 + A2:1987	DIN IEC 60068-2-20:1991-04	–
EN 60068-2-21:1999 <i>ersetzt durch</i> EN 60068-2-21:2006	IEC 60068-2-21:1999 <i>ersetzt durch</i> IEC 60068-2-21:2006	DIN EN 60068-2-21:1999-10 <i>ersetzt durch</i> DIN EN 60068-2-21:2007-01	

– Entwurf –

E DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2007-03

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-2-27:1993	IEC 60068-2-27:1987	DIN EN 60068-2-27:1995-03	–
EN 60068-2-29:1993	IEC 60068-2-29:1987	DIN EN 60068-2-29:1995-03	–
EN 60068-2-30:1999 <i>ersetzt durch</i> EN 60068-2-30:2005	IEC 60068-2-30:1980 + A1:1985 <i>ersetzt durch</i> IEC 60068-2-30:2005	DIN EN 60068-2-30:2000-02 <i>ersetzt durch</i> DIN EN 60068-2-30:2006-06	–
EN 60068-2-45:1992 + A1:1993	IEC 60068-2-45:1980 + A1:1993	DIN EN 60068-2-45:1994-02	–
EN 60068-2-47:1999 <i>ersetzt durch</i> EN 60068-2-47:2005	IEC 60068-2-47:1999 <i>ersetzt durch</i> IEC 60068-2-47:2005	DIN EN 60068-2-47:2000-08 <i>ersetzt durch</i> DIN EN 60068-2-47:2006-03	–
EN 60068-2-54	IEC 60068-2-54	DIN EN 60068-2-54	–
EN 60068-2-58:2004 + Corrigendum 2004	IEC 60068-2-58:2004	DIN EN 60068-2-58:2005-03	–
EN 60068-2-69	IEC 60068-2-69	DIN EN 60068-2-69	–
EN 60068-2-78:2001	IEC 60068-2-78:2001	DIN EN 60068-2-78:2002-09	–
–	IEC 60294:1969	DIN IEC 60294:1986-01	–
–	IEC 60410:1973	DIN 45902-2:1975-05 <i>zurückgezogen</i>	–
–	IEC 60469-1	DIN IEC 60469-1	–
–	IEC 60469-2	DIN IEC 60469-2	–
Normen der Reihe EN 60617	Normen der Reihe IEC 60617	Normen der Reihe DIN EN 60617	–
EN 60695-2-2 <i>ersetzt durch</i> EN 60695-11-5	IEC 60695-2-2 <i>ersetzt durch</i> IEC 60695-11-5	DIN EN 60695-2-2 (VDE 0471-2-2) <i>ersetzt durch</i> DIN EN 60695-11-5 (VDE 0471-11-5)	VDE 0471-2-2 <i>ersetzt durch</i> VDE 0471-11-5
EN 60695-11-5:2005	IEC 60695-11-5:2004	DIN EN 60695-11-5 (VDE 0471-11-5):2005-11	VDE 0471-11-5
–	IEC 60717:1981	DIN IEC 60717:1984-12	–
EN 61193-2*	IEC 61193-2*	DIN IEC 61193-2*	
EN 61249-2-7:2002	IEC 61249-2-7:2002	DIN EN 61249-2-7:2002-12	–
–	Normen der Reihe IEC QC 001002	–	–
–	IEC QC 001002-3	–	–
–	IEC 001003	–	–
–	IEC QC 001005 <i>zurückgezogen</i>	–	–
	ISO 1000	DIN 1301-1 DIN 1301-2	
EN ISO 9000			

* in Vorbereitung

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN 1301-1, *Einheiten – Teil 1: Einheitennamen, 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 60068-2-1:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfgruppe A: Kälte (IEC 60068-2-1:1990 + A1:1993 + A2:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-1:1993 + A1:1993 + A2:1994*

DIN EN 60068-2-2:1994-08, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfgruppe B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:1974 + IEC 60068-2-2A:1976 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:1993 + A1:1993*

DIN EN 60068-2-2/A2:1995-01, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfgruppe B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:1974/A2:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:1993/A2:1994*

DIN EN 60068-2-32, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Ed: Frei Fallen*

DIN EN 60068-2-6:1996-05, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Fc: Schwingen, sinusförmig (IEC 60068-2-6:1995 + Corrigendum 1995); Deutsche Fassung EN 60068-2-6:1995*

DIN EN 60068-2-7, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Ga und Leitfaden: Gleichförmiges Beschleunigen*

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 60068-2-21:2007-01, *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: Prüfungen; Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken (IEC 60068-2-27:1987); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:1993*

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*

– Entwurf –

E DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1):2007-03

DIN EN 60068-2-47:2006-03, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-47: Prüfverfahren – Befestigung von Prüflingen für Schwing-, Stoß- und ähnliche dynamische Prüfungen (IEC 60068-2-47:2005); Deutsche Fassung EN 60068-2-47:2005*

DIN EN 60068-2-54, *Umweltprüfungen – Teil 2-54: Prüfungen – Prüfung Ta: Prüfung der Lötbarkeit elektronischer Bauelemente mit der Benetzungswaage*

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, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Te: Prüfung der Lötbarkeit von Bauelementen der Elektronik für Oberflächenmontagetechnologie mit der Benetzungswaage*

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 61249-2-7:2002-12, *Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-7: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit Glasgewebe verstärkte Epoxidharz-Laminattafeln 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*

Normen der Reihe

DIN IEC 60050, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch*

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

DIN IEC 60068-2-20:1991-04, *Elektrotechnik; Grundlegende Umweltprüfverfahren; Prüfgruppe T: Löten; Identisch mit IEC 60068-2-20:1979 (Stand 1987)*

DIN IEC 60294: 1986-01, *Bestimmung der Maße eines zylindrischen Bauelementes mit zwei axialen Anschlüssen; Identisch mit IEC 60294, Ausgabe 1969*

DIN IEC 60469-1, *Impulstechnik; Impulsbegriffe und -definitionen*

DIN IEC 60469-2, *Impulstechnik; Impulsmessungen und -analyse; Allgemeine Betrachtungen*

DIN IEC 60717:1984-12, *Verfahren zum Bestimmen des Raumbedarfs bei Kondensatoren und Widerständen mit einseitigen Anschlüssen (IEC 60717:1981)*

Deutsche Fassung

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 1: Fachgrundspezifikation**

Inhalt

	Seite
1 Allgemeines	3
1.1 Anwendungsbereich	3
1.2 Normative Verweisungen	3
2 Technische Daten.....	4
2.1 Einheiten und Symbole.....	4
2.2 Begriffe	5
2.3 Bevorzugte Werte	11
2.4 Kennzeichnung	11
3 Qualitätsbewertungsverfahren.....	12
4 Prüfungen und Messverfahren	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Normalklima.....	12
4.3 Trocknung.....	13
4.4 Sichtprüfungen und Prüfungen der Maße	13
4.5 Isolationswiderstand	14
4.6 Spannungsfestigkeit	16
4.7 Kapazität.....	19
4.8 Verlustfaktor und Ersatzserienwiderstand (ESR)	20
4.9 Reststrom	20
4.10 Scheinwiderstand	21
4.11 Induktivität und Eigenresonanzfrequenz	21
4.12 Außenbelagsanschluss	24
4.13 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	25
4.14 Lötwärmebeständigkeit.....	26
4.15 Lötbarkeit.....	27
4.16 Rascher Temperaturwechsel.....	27
4.17 Schwingen	28
4.18 Dauerschocken.....	28
4.19 Schocken	29
4.20 Dichtheit.....	29
4.21 Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge)	29
4.22 Feuchte Wärme, konstant	30

	Seite
4.23 Dauerprüfung	31
4.24 Temperaturabhängigkeit der Kapazität.....	33
4.25 Lagerung	35
4.26 Spitzenspannung	35
4.27 Lade- und Entladeprüfung und Einschaltstrom	37
4.28 Überdrucksicherung (für Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren)	39
4.29 Eigenschaften bei hoher und niedriger Temperatur	39
4.30 Temperaturangleich-Prüfung	39
4.31 Lösemittelbeständigkeit des Bauelementes	40
4.32 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	40
4.33 Montage (nur für oberflächenmontierbare Kondensatoren)	41
4.34 Scherprüfung	43
4.35 Trägerbiegeprüfung	43
4.36 Dielektrische Absorption	44
4.37 Beschleunigte Feuchte Wärme, konstant (nur für Vielschicht-Keramik-Kondensatoren)	45
4.38 Passive Entflammbarkeit	45
4.39 Stoßstromprüfung	46
4.40 Transienten-Überlastprüfung (für Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit flüssigem Elektrolyten)	47
Anhang A (normativ) Erläuterungen zu den Stichprobenplänen und Verfahren nach IEC 60410 für die Verwendung im Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ).....	50
Anhang B (normativ) Regeln für das Erstellen von Bauartspezifikationen für Kondensatoren und Widerstände für Geräte der Elektronik	51
Anhang C (normativ) Erste Seite einer PCP/CQC-Spezifikation.....	52
Anhang D (normativ) Anforderungen für den Prüfbericht zur Befähigungsanerkennung	53
Anhang E (informativ) Leitfaden für die Impulsprüfung von Kondensatoren	54
Anhang F (informativ) Leitfaden für verlängerte Dauerspannungsprüfungen an Festkondensatoren	56
Anhang G (normativ) Feuchte Wärme, konstant, mit anliegender Spannung (nur für Kunststofffolienkondensatoren mit metallisierten Belägen).....	57
Anhang Q (normativ) Qualitätsbewertungsverfahren	58

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60384 ist die Fachgrundspezifikation für Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik.

Sie enthält genormte Begriffe, Kontrollverfahren und Prüfungsmethoden, die in Rahmen- und Bauartspezifikationen innerhalb des Qualitätsbewertungssystems für Bauelemente der Elektronik oder anderen Zwecken anzuwenden sind.

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 60027-1, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 60050, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60063, Preferred number series for resistors and capacitors (incorporating Amendment 1 (1967) and Amendment 2 (1977))

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test A: Cold*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test B: Dry Heat*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal)*

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

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*
Amendment 1 (1986)

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

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering*
Amendment 2 (1987)

IEC 60068-2-21:1999, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*
Amendment 2 (1991)
Amendment 3 (1992)

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

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

IEC 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12 hour cycle)*
Amendment 1 (1985)

IEC 60068-2-45:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test XA + guidance: Immersion in cleaning solvents*
Amendment 1 (1993)

prEN 60384-1:2006

IEC 60068-2-47:1999, *Environmental testing – Part 2: Test methods – Mounting of components, equipment and other articles for vibration, impact and similar dynamic tests*

IEC 60068-2-58:2004, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Td: Solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of Surface Mounting Devices (SMD)*

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

IEC 60294:1969, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component having two axial terminations.*

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

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*

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 60717:1981, *Method of the determination of the space required by capacitors and resistors with unidirectional terminations*

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 of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Part 3: Approval procedures*

IEC QC 001003, *Guidance documents*

IEC QC 001005, *Register of firms, products and services approved under the IECQ system, including ISO 9000*

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

ISO 9000, *Quality management and quality assurance standards*

2 Technische Daten

2.1 Einheiten und Symbole

Einheiten, Schaltzeichen und Formelzeichen sind soweit wie möglich den folgenden Veröffentlichungen zu entnehmen:

- IEC 60027;
- IEC 60050;
- IEC 60617;
- ISO 1000.

Wenn weitere Angaben benötigt werden, sind sie nach den Grundsätzen der oben genannten Schriftstücke zu bilden.

2.2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe (in alphabetischer Reihenfolge):

Anforderungsstufe	2.2.3
Bauart	2.2.1
Bauform	2.2.2
Bemessungs-Impulsbelastbarkeit	2.2.36
Bemessungsspannung (d.c.) (U_R)	2.2.16
Bemessungstemperatur	2.2.15
Bemessungswert der überlagerten Wechselspannung	2.2.20
Bemessungswert der Wechselstromlast	2.2.35
Bemessungswert des überlagerten Wechselstromes	2.2.22
Familie (elektronischer Bauelemente)	2.2.4
Gepolter Kondensator (für Elektrolytkondensatoren)	2.2.7
Gleichspannungskondensator	2.2.6
Höchste Lagertemperatur	2.2.29
Höchste Temperatur des Kondensators	2.2.26
Impuls-Ersatzschaltung eines Kondensators	2.2.37
Impulskondensator	2.2.10
Isolierter Kondensator	2.2.39
Kapazitätsdrift bei zyklischem Temperaturwechsel	2.2.33
Kategorie der passiven Entflammbarkeit	2.2.43
Kategoriespannung (U_C)	2.2.17
Kategorietemperaturbereich	2.2.12
Nennkapazität (C_N)	2.2.11
Nichtisolierter Kondensator	2.2.40
Niedrigste Lagertemperatur	2.2.28
Niedrigste Temperatur des Kondensators	2.2.27
Obere Kategorietemperatur	2.2.14
Oberflächenmontierbarer Kondensator	2.2.41
Passive Entflammbarkeit	2.2.42
Selbstheilung	2.2.25
Sichtbare Schäden	2.2.34
Spitzenspannungsverhältnis	2.2.19
Temperaturabhängig geminderte Spannung	2.2.18
Temperaturabhängigkeit der Kapazität	2.2.30
Temperaturanstieg	2.2.38
Temperaturcharakteristik der Kapazität	2.2.31
Temperaturkoeffizient der Kapazität (α)	2.2.32
Umpolspannung (nur für gepolte Kondensatoren)	2.2.21
Ungepolter Kondensator (für Elektrolytkondensatoren)	2.2.8
Untere Kategorietemperatur	2.2.13
Unterfamilie (elektronischer Bauelemente)	2.2.5
Verlustfaktor ($\tan \delta$)	2.2.24
Wechselspannungskondensator	2.2.9
Zeitkonstante	2.2.23

prEN 60384-1:2006

2.2.1

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.

2.2.2

Bauform

Untergruppe einer Bauart, Unterscheidungsmerkmale sind im Allgemeinen die Abmessungen.

Eine Bauform kann mehrere Ausführungsformen umfassen, die sich im Allgemeinen durch mechanische Einzelheiten unterscheiden

2.2.3

Anforderungsstufe

bezeichnet weitere allgemeine Eigenschaften bezogen auf die vorgesehene Anwendung

2.2.4

Familie (elektronischer Bauelemente)

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

2.2.5

Unterfamilie (elektronischer Bauelemente)

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

2.2.6

Gleichspannungskondensator

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

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

2.2.7

gepolter Kondensator (für Elektrolytkondensatoren)

Kondensator für den Betrieb mit Spannung ohne Polungsumkehr, der entsprechend der Polkennzeichnung anzuschließen ist

2.2.8

ungepolter Kondensator (für Elektrolytkondensatoren)

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

2.2.9

Wechselspannungskondensator

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

2.2.10

Impulskondensator

Kondensator für Anwendungen mit Strom- oder Spannungsimpulsen

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

2.2.11

Nennkapazität (C_N)

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

2.2.12

Kategorietemperaturbereich

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

2.2.13

untere Kategorietemperatur

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

2.2.14

obere Kategorietemperatur

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

2.2.15

Bemessungstemperatur

höchste Umgebungstemperatur, bei der die Bemessungsspannung dauernd anliegen darf

2.2.16

Bemessungsspannung (d.c.) (U_R)

die höchste Gleichspannung oder der Spitzenwert einer Impulsspannung, die im Dauerbetrieb bei Temperaturen zwischen der unteren Kategorietemperatur und der Bemessungstemperatur (siehe 2.2.16) am Kondensator anliegen darf

2.2.17

Kategorie­spannung (U_C)

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

2.2.18

Temperaturabhängig geminderte Spannung

die höchste Spannung, die bei Temperaturen zwischen der Bemessungstemperatur und der oberen Kategorietemperatur am Kondensator dauernd anliegen darf (siehe Bild 1)

ANMERKUNG Angaben über die Temperaturabhängigkeit der Spannung im Bereich zwischen der Bemessungstemperatur und der oberen Kategorietemperatur sind, falls zutreffend, in der entsprechenden Spezifikation zu machen.

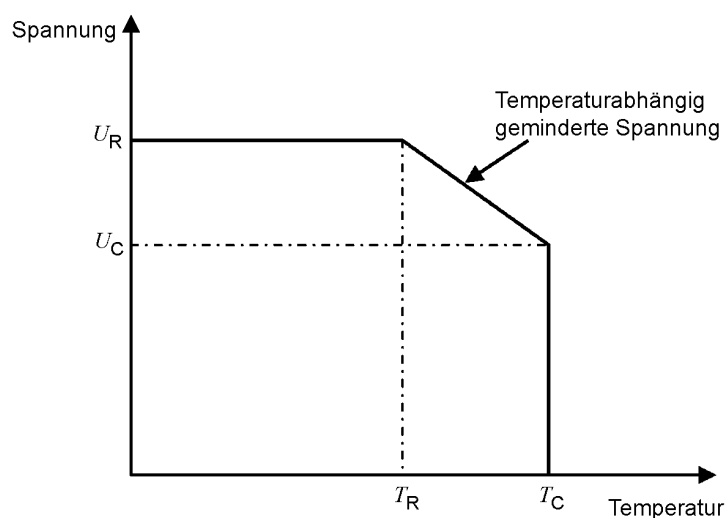


Bild 1 – Beziehung zwischen Kategorietemperaturbereich und anliegender Spannung

prEN 60384-1:2006

2.2.19

Spitzenspannungsverhältnis

das Verhältnis der höchsten Spannung, 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 pro Stunde für das Anlegen dieser Spannung ist festzulegen.

2.2.20

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 darf die Bemessungsspannung oder, wo zutreffend, die temperaturabhängig geminderte Spannung nicht überschreiten.

2.2.21

Umpolspannung (nur für gepolte Kondensatoren)

an die Kondensatoranschlüsse mit umgekehrter Polung angelegte Spannung

2.2.22

Bemessungswert des überlagerten Wechselstromes

der höchste zulässige Effektivwert des Wechselstromes mit festgelegter Frequenz, mit 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 darf die Bemessungsspannung oder, wo zutreffend, die temperaturabhängig geminderte Spannung nicht überschreiten.

2.2.23

Zeitkonstante

Produkt aus Isolationswiderstand und Kapazität. Sie wird üblicherweise in Sekunden angegeben

2.2.24

Verlustfaktor ($\tan \delta$)

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

2.2.25

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

2.2.26

höchste Temperatur des Kondensators

Temperatur am wärmsten Punkt seiner äußeren Oberfläche

ANMERKUNG Die Anschlüsse gelten als Teil der äußeren Oberfläche.

2.2.27

niedrigste Temperatur des Kondensators

Temperatur am kältesten Punkt seiner äußeren Oberfläche

ANMERKUNG Die Anschlüsse gelten als Teil der äußeren Oberfläche.

2.2.28

niedrigste Lagertemperatur

niedrigste zulässige Umgebungstemperatur, die der Kondensator in nicht betriebem Zustand ohne Beschädigung aushalten muss

2.2.29

höchste Lagertemperatur

die höchste zulässige Umgebungstemperatur ist gleich der oberen Kategorietemperatur

2.2.30

Temperaturabhängigkeit der Kapazität

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

2.2.31

Temperaturcharakteristik der Kapazität

die Temperaturcharakteristik der Kapazität ist die größte reversible Kapazitätsänderung, die sich über einen bestimmten Temperaturbereich innerhalb des Kategorietemperaturbereiches einstellt; sie wird üblicherweise als Prozentsatz der Kapazität bei der Bezugstemperatur 20 °C 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.

2.2.32

Temperaturkoeffizient der Kapazität (α)

die über einem festgelegten Temperaturbereich gemessene Steilheit der Kapazitätsänderung. Sie wird üblicherweise in Teile pro Millionen pro 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.

2.2.33

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 sind anzugeben.

2.2.34

Sichtbare Schäden

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

2.2.35

Bemessungswert der Wechselstromlast

der Bemessungswert der Wechselstromlast ist die größte Belastung mit sinusförmigem Wechselstrom, die im Bereich zwischen unterer Kategorietemperatur und Bemessungstemperatur (siehe 2.2.15) dauernd an die Anschlüsse des Kondensators gelegt werden darf; sie kann wie folgt angegeben werden:

- a) bei niedrigen Frequenzen als Bemessungswert der Wechselspannung;
- b) bei hohen Frequenzen als Bemessungswert des Wechselstromes;
- c) bei den zwischenliegenden Frequenzen als Bemessungswert der Blindleistung.

Das nachstehende Bild 2 zeigt diesen Zusammenhang:

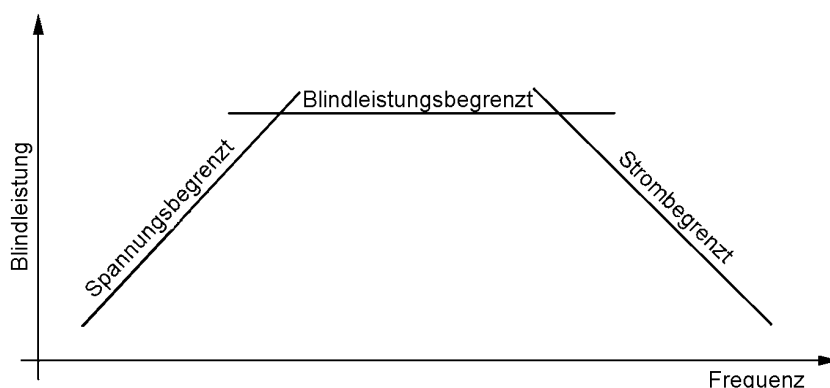


Bild 2 – Blindleistung zu Frequenz

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 1000 V_{eff} betragen.

2.2.36

Bemessungs-Impulsbelastbarkeit

die Bemessungs-Impulsbelastbarkeit ist die höchste Impulsbelastung, die an den Anschlüssen eines Kondensators bei einer gegebenen Wiederholfrequenz im Bereich zwischen unterer Kategorietemperatur und Bemessungstemperatur (siehe 2.2.15) anliegen darf; sie lässt sich durch die Größen nach a) und b) sowie eine oder mehrere der folgenden Größen angeben:

- a) Spitzenstrom je μF 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 muss das Tastverhältnis festgelegt werden. Bei regellos auftretenden Impulsen ist die erwartete Gesamtzahl in einem gegebenen Zeitabschnitt festzulegen.

ANMERKUNG 2 Der Impulsstrom (Effektivwert) RMS ist nach 2.5.2.4 der IEC 60469-1 zu errechnen. Bei periodischen oder regellos auftretenden Impulsen ist die Zeitspanne entsprechend dem höchsten zulässigen Temperaturanstieg zu wählen.

2.2.37

Impuls-Ersatzschaltung eines Kondensators

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

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.

2.2.38

Temperaturanstieg

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

2.2.39

isolierter Kondensator

ein 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

2.2.40

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

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

2.2.42

Passive Entflammbarkeit

passive Entflammbarkeit wird durch äußere Erwärmung des Bauelementes (z. B. durch Flamme) verursacht

2.2.43

Kategorie der passiven Entflammbarkeit

die Kategorie der passiven Entflammbarkeit wird durch die höchste Brenndauer, nach einer definierten Einwirkdauer durch eine Flamme, angegeben

2.3 Bevorzugte Werte

2.3.1 Allgemeines

In jeder Rahmenspezifikation sind die bevorzugten Werte für die betreffende Unterfamilie festzulegen; für den Nennwert der Kapazität siehe 2.3.2.

2.3.2 Bevorzugte Werte der Nennkapazität

Die bevorzugten Werte der Nennkapazität entsprechen den Werten der Bemessungsspannung aus der Reihe R10 der 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 Angaben auf dem Kondensator und/oder seiner Verpackung sind in der Rahmenspezifikation anzugeben.

Die Reihenfolge der Kennzeichnung auf kleinen Kondensatoren ist festzulegen.

2.4.2 Kurzbezeichnungen

Wenn der Kapazitätswert, die Grenzabweichungen oder das Herstellungsdatum in Kurzform angegeben werden, ist eines der Verfahren nach IEC 60062 anzuwenden.

3 Qualitätsbewertungsverfahren

Wird diese Norm und sich auf sie beziehende Normen im Rahmen eines Qualitätsbewertungsverfahrens wie dem IEC Qualitätsbewertungssystem für elektronische Bauelemente (IECQ) angewandt, gelten die entsprechenden Abschnitte des Anhangs Q.

ANMERKUNG Abschnitt 3 ist jetzt in Anhang Q enthalten. Um die ursprünglichen Bezüge früherer Ausgaben dieser Norm aufrecht zu erhalten, wurden die Nummerierung des Abschnittes 3 in die Abschnittsnummern des Anhangs Q wie folgt umgesetzt:

Abschnitt 3.1 → Abschnitt Q.1;

Abschnitt 3.2.2 → Abschnitt Q.2.2.

4 Prüfungen und Messverfahren

4.1 Allgemeines

Die Rahmenspezifikation und/oder der Vordruck für Bauartspezifikationen muss Tabellen enthalten, die zeigen, welche Prüfungen durchzuführen sind, welche Messungen vor und nach jeder Prüfung oder Gruppe von Prüfungen zu machen sind und in welcher Reihenfolge sie auszuführen sind. Die Schritte der Prüfungen sind in der angegebenen Reihenfolge auszuführen. Bei den Anfangs- und Endmessungen müssen die Messbedingungen jeweils gleich sein.

Wenn nationale Spezifikationen innerhalb des Qualitätsbewertungssystems andere als die in den oben genannten Schriftstücken 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 bis 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 5.3 der IEC 60068-1 durchzuführen:

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

Bevor Messungen gemacht werden, muss der Kondensator so lange bei der Messtemperatur lagern, bis alle seine Teile diese Temperatur angenommen haben. Dazu reicht üblicherweise die für die Nachbehandlung am Ende einer Prüfung festgelegte Zeit aus.

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

Bei Messungen im Rahmen einer Prüffolge dürfen die Endmessungen nach einer Prüfung als Anfangsmessungen für die darauf folgende Prüfung genommen werden.

Während der Messungen ist der Kondensator gegen Luftzug, direkte Sonnenbestrahlung oder andere Einflüsse, die Fehler verursachen können, zu schützen.

4.2.2 Bedingungen für die Nachbehandlung

Wenn nicht anders festgelegt, erfolgt die Nachbehandlung bei Normalklima für Prüfungen (siehe 4.2.1).

Wenn die Nachbehandlung unter genau einzuhaltenden Bedingungen vorgenommen werden muss, sind die Bedingungen für Nachbehandlung nach 5.4.1 der IEC 60068-1 zu verwenden.

Wenn die zutreffende Spezifikation nichts anderes vorschreibt, dauert die Nachbehandlung 1 bis 2 Stunden.

Die Definition der Nachbehandlung ist aus IEC 60068-1 übernommen. Für Kondensatoren ist 4.1.3 der IEC 60068-1 wie folgt ferner eingeschränkt:

Wenn eine Nachbehandlung von z. B. 1 h bis 2 h oder von 22 h bis 26 h Dauer vorgeschrieben ist, heißt das, dass Messungen (oder andere Behandlungen) eines Loses von Kondensatoren nach 1 h (oder 22 h) beginnen können, aber spätestens 2 h (oder 26 h) nach Beginn der Nachbehandlung beendet sein müssen.

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

4.2.3 Normalklima für Schiedsmessungen

Für Schiedszwecke ist einer der in Tabelle 1 angegebenen Sätze von Normalbedingungen für Schiedsmessungen aus 5.2 der IEC 60068-1 zu wählen.

Tabelle 1 – Normalklimabedingungen für Schiedsmessungen

Temperatur	Relative Feuchte	Luftdruck
20 °C ± 1 °C	63 % bis 67 %	86 kPa bis 106 kPa
23 °C ± 1 °C	48 % bis 52 %	86 kPa bis 106 kPa
25 °C ± 1 °C	48 % bis 52 %	86 kPa bis 106 kPa
27 °C ± 1 °C	63 % bis 67 %	86 kPa bis 106 kPa

4.2.4 Bezugsklima

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

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

4.3 Trocknung

Wenn die zutreffende Spezifikation nichts anderes festlegt, ist der Kondensator 96 h ± 4 h in einem Umluftofen bei 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. aktivierte Tonerde (Aluminium-Oxyd) oder Silikagel, abkühlen zu lassen. Er muss bis zum Beginn der vorgeschriebenen Prüfungen darin verbleiben.

4.4 Sichtprüfungen und Prüfungen der Maße

4.4.1 Sichtprüfungen

Beschaffenheit, Ausführung und Aussehen müssen bei der Sichtprüfung zufriedenstellend sein (siehe 2.2.34).

Die Kennzeichnung muss bei der Sichtprüfung lesbar sein. Sie muss 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 angegebenen 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. Sie müssen den festgelegten Werten entsprechen.

4.5 Isolationswiderstand

Vor dieser Messung sind die Kondensatoren vollständig zu entladen.

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

Tabelle 2 – Messung des Isolationswiderstandes

Bemessungsspannung des Kondensators	Messspannung
U_R oder $U_C < 10 \text{ V}$	U_R oder $U_C \pm 10 \%$
$10 \text{ V} \leq U_R$ oder $U_C < 100 \text{ V}$	$10 \text{ V} \pm 1 \text{ V}^*$
$100 \text{ V} \leq U_R$ oder $U_C < 500 \text{ V}$	$100 \text{ V} \pm 15 \text{ V}$
$500 \text{ V} \leq U_R$ oder U_C	$500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$
* 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 Kategoriespannung. Sie bestimmt die Messspannung bei Prüfungen bei der oberen Kategorietemperatur.

Der Isolationswiderstand ist zwischen den Anschlusspunkten zu messen, die Tabelle 3, die in der zutreffenden Spezifikation festgelegt ist, angibt.

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 bei isolierten und nicht isolierten 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 einer der nachstehend beschriebenen Methoden anzulegen:

4.5.1 Metallfolien-Methode

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.

4.5.2 Methode 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.

4.5.3 V-Block-Methode

Der Kondensator ist zwischen die Wangen eines V-förmigen Metallblockes mit einem Öffnungswinkel von 90° zu drücken. Der Kondensator darf nicht über die Enden des Blocks hinausragen.

Die Haltekraft muss ausreichenden Kontakt zwischen Kondensator und Block gewährleisten.

Zur Lage des Kondensators im Block ist Folgendes zu beachten:

- a) Bei zylindrischen Kondensatoren muss der am weitesten von der Kondensatorachse entfernte Anschluss einer Blockwange am nächsten liegen.
- b) Bei rechteckigen Kondensatoren muss der Anschluss mit der geringsten Entfernung zu einer Kante des Kondensators einer Blockwange am nächsten liegen.

Bei zylindrischen und rechteckigen Kondensatoren mit axialen Anschlussdrähten wird eine außermittige Lage der Anschlüsse an der Austrittsstelle aus dem Kondensatorkörper nicht berücksichtigt.

Der Isolationswiderstand ist $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$ nach Anlegen der Spannung zu messen, wenn in der Bauartspezifikation nichts anderes vorgeschrieben ist.

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

4.5.4 Die zutreffende Spezifikation muss folgende Angaben festlegen:

- a) Anschlusspunkte mit zugehörigen Messspannungen;
- b) Methode für das Anlegen der Spannung (nach 4.5.3.1, 4.5.3.2 oder 4.5.3.3);
- c) Anschlussdauer der Spannung, falls von 1 min abweichend;
- d) besondere Vorsichtsmaßnahme die während der Messung zu beachten sind;
- e) gegebenenfalls Korrekturfaktoren für Messungen innerhalb des gesamten Temperaturbereiches des Normalklimas für Prüfungen;
- f) Messtemperatur, falls vom Normalklima für Prüfungen abweichend;
- g) Mindestwert des Isolationswiderstandes für die verschiedenen Anschlusspunkte (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3 – Messpunkte

Prüfung	Anwendbar auf	1: Einfachkapazitäten	2: Mehrfachkapazitäten mit gemeinsamen 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 Gehäuse	2b: Zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen und Gehäuse	3b: Zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen und 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 zwei 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, müssen die Messpunkte an den beiden Anschlüssen liegen, die durch das Dielektrikum voneinander isoliert sind. Zum Beispiel für einen coaxialen Durchgangskondensator sind die Messpunkte an einem der Anschlüsse, der mit dem mittigen Leiter verbunden ist, der andere an der coaxialen Ummantelung oder Anschlussfläche zu verbinden.				

4.6 Spannungsfestigkeit

Die nachstehende Prüfung wird mit Gleichspannung durchgeführt. Wenn die zutreffende 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, damit sichergestellt ist, dass die in der zutreffenden Spezifikation festgelegten Bedingungen für den Lade- und den Entladestrom sowie für die Ladezeitkonstante erfüllt werden.

Bild 3 legt die Eigenschaften einer geeigneten Prüfschaltung fest.

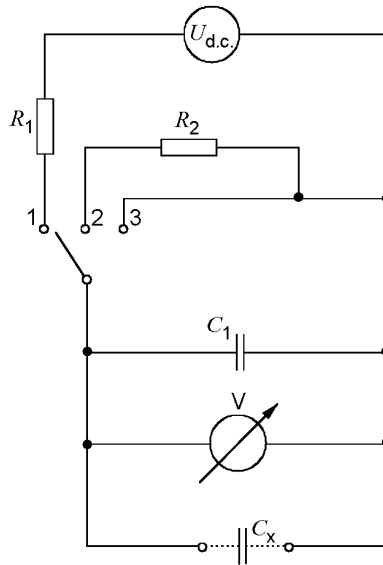
Der Innenwiderstand des Spannungsmessers muss mindestens 10 000 Ω/V betragen.

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 zutreffenden Spezifikation festgelegten Wert nicht überschreitet.

Die Kapazität des Kondensators C_1 muss mindestens das 10fache des Kapazitätswertes des Prüflings betragen.

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



ANMERKUNG Bei der Prüfung bestimmter Kondensatoren darf der Kondensator C_1 weggelassen werden. 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 zutreffenden Spezifikation zu entnehmen.

4.6.2.1 Prüfung A – Zwischen den Anschlüssen

4.6.2.1.1 Prüfpunkte: 1a, 2a, 3a nach Tabelle 3, in Übereinstimmung mit den Anforderungen in der zutreffenden Spezifikation.

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.

prEN 60384-1:2006

4.6.2.2 Prüfung B – Innere Isolierung

4.6.2.2.1 Prüfpunkte

1b, 2b, 2c, 3b, 3c nach Tabelle 3, in Übereinstimmung mit den Anforderungen in der zutreffenden Spezifikation.

4.6.2.2.2 Verfahren

Die festgelegte Prüfspannung wird mit ihrem vollen Wert für die in der zutreffenden Spezifikation festgelegten Zeit über den Innenwiderstand der Spannungsquelle angelegt. Für Prüfpunkt 2c ist das für die Prüfung zwischen den Anschlüssen festgelegte Verfahren und die entsprechende Prüfschaltung anzuwenden (siehe 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

1c, 2d oder 3d, wobei für das Anlegen der Spannung eine der drei nachstehend aufgeführten Methoden nach Angabe in der zutreffenden Spezifikation anzuwenden ist.

4.6.2.3.2 Metallfolien-Methode

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 der Abstand 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 Methode 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-Methode

Der Kondensator ist zwischen die Wangen eines V-förmigen Metallblockes mit einem Öffnungswinkel von 90° zu klemmen. Der Kondensator darf nicht über die Enden des Blocks hinausragen.

Die Klemmkraft muss ausreichenden Kontakt zwischen Kondensator und Block sicherstellen.

Zur Lage des Kondensators im Block ist Folgendes zu beachten:

- a) Bei zylindrischen Kondensatoren muss der am weitesten von der Kondensatorachse entfernte Anschluss einer Blockwange am nächsten liegen.
- b) Bei rechteckigen Kondensatoren muss der Anschluss mit der geringsten Entfernung zu einer Kante des Kondensators einer Blockwange am nächsten liegen.

Bei zylindrischen und rechteckigen Kondensatoren mit axialen Anschlüssen wird eine außermittige Lage der Anschlüsse an der Austrittsstelle aus dem Kondensatorkörper nicht berücksichtigt.

4.6.2.3.5 Verfahren

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

4.6.3 Anforderungen

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

Wiederholtes Anlegen der Prüfspannung kann den Kondensator dauerhaft schädigen und ist daher möglichst zu vermeiden.

Die zutreffende 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 (eine der Methoden, die in 4.6.2.3 beschrieben sind);
- 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

Wenn die zutreffende Spezifikation nichts anderes vorschreibt, 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.

Wenn die zutreffende Spezifikation nichts anderes vorschreibt, darf die Messspannung 3 % von U_R oder 5 V nicht überschreiten, es gilt der kleinere Wert.

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

- a) Für Messungen des absoluten Kapazitätswertes: 10 % der Bemessungskapazität oder 2 % absolut, es gilt der kleinere Wert.
- b) 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 zutreffenden Spezifikation vorgeschrieben ist.

prEN 60384-1:2006

Die zutreffende Spezifikation muss vorschreiben:

- a) Messtemperatur, falls diese außerhalb des Normalklimas für Prüfungen liegt;
- b) Messfrequenzen und Kapazitätsbereiche, denen sie zugeordnet sind, falls sie von den in 4.7.1 vorgeschriebenen abweichen;
- c) falls zutreffend, den absoluten Messfehler (z. B. 0,5 pF);
- d) Messspannung, wenn von der in 4.7.1 vorgeschriebenen abweichend;
- e) falls zutreffend, anzulegende Polarisierungsspannung.

4.8 Verlustfaktor und Ersatzserienwiderstand (ESR)

4.8.1 Verlustfaktor

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

Falls die zutreffenden Rahmenspezifikationen nichts anderes vorschreiben, ist ein Messverfahren zu wählen, bei dem die Messabweichung 10 % des vorgeschriebenen Wertes oder 0,000 3 nicht übersteigt; es gilt der größere Wert.

4.8.2 Ersatzserienwiderstand (ESR)

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

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

Die Genauigkeit der Messeinrichtung muss so beschaffen sein, dass Messfehler 10 % eines geforderten Grenzwertes nicht überschreiten.

Die zutreffende Spezifikation muss festlegen:

- 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

Vor der Messung sind die Kondensatoren vollständig zu entladen.

Wenn in der zutreffenden 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 vorgeschriebene Grenzwert des Reststromes früher erreicht wird.

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

Die Messabweichung darf $\pm 5 \%$ oder 0,1 μA nicht überschreiten; es gilt der größere Wert.

Wenn in der zutreffenden Spezifikation vorgeschrieben, ist zur Begrenzung des Ladestromes ein Schutzwiderstand von 1 000 Ω in Reihe mit dem Kondensator zu schalten.

Die zutreffende Spezifikation muss festlegen:

- den Grenzwert des Reststromes bei der Bezugstemperatur 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 gemacht werden;
- Anschlussdauer der Spannung, falls von 5 min abweichend;
- ob ein Schutzwiderstand von 1000 Ω in Reihe mit dem Kondensator zu schalten ist, um den Ladestrom nach 4.9.5 zu begrenzen.

4.10 Scheinwiderstand

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

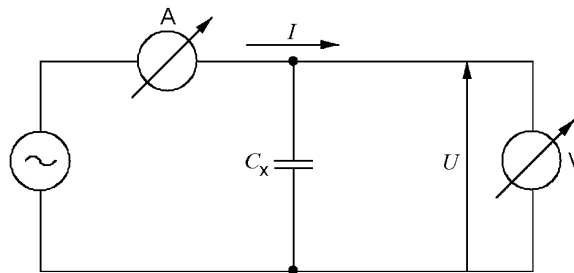


Bild 4 – Schaltplan der Messschaltung

Der Scheinwiderstand Z_x des Kondensators C_x ergibt sich aus:

$$Z_x = \frac{U}{I}$$

Die Frequenz der Messspannung sollte 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 zutreffenden 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 zu treffen, um Messabweichungen durch Streuströme zu vermeiden. Der durch den Kondensator fließende Strom ist so zu begrenzen, dass die Temperaturerhöhung des Kondensators das Messergebnis nicht wesentlich beeinflusst.

Die zutreffende Spezifikation muss vorschreiben:

- 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.

prEN 60384-1:2006

Falls in der zutreffenden 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.

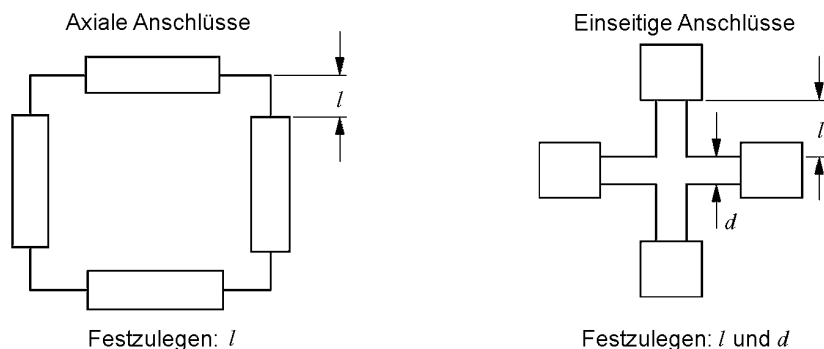


Bild 5 – Kondensator Montageanordnung

4.11.1.2.2 Montage von Kondensatoren mit Anschlüssen für gedruckte Schaltungen

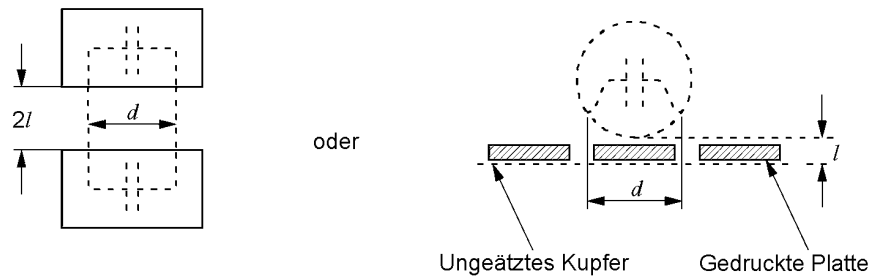
Um die Resonanzfrequenz unter den Bedingungen für Kondensatoren zu bestimmen, wie sie auf einer gedruckten Leiterplatte gegeben sind und wenn die Form des Gehäuses und/oder der Anschlüsse die Bildung einer einwandfreien „Vier-Kondensator-Schleife“ nicht zulassen, ist die Schleife aus zwei (nahezu) gleichen 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 zutreffende 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 sind in der zutreffenden Spezifikation festzulegen.



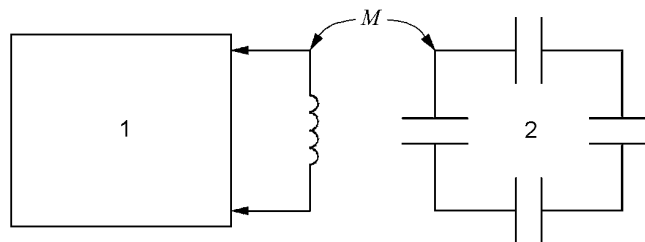
Festzulegen: l und d , l von der Auflagefläche an gemessen

Bild 6 – Kondensator Montageanordnung

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 übliches 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

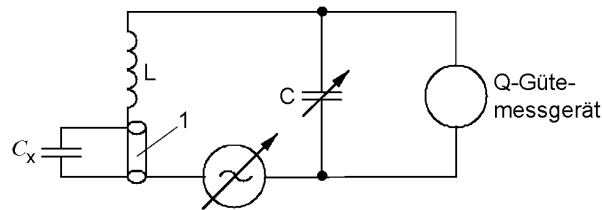
Mit der Prüfspule dicht an den zu untersuchenden Kondensatoren nähert man sich der Resonanzfrequenz von einer tieferen Frequenz her. „Ausschläge“ werden durch Wegbewegen des Frequenzmessgerätes von den Kondensatoren (was die absorbierte Leistung vermindert) überprüft, um sicherzustellen, dass die „Ausschläge“ 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 zutreffenden 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.



1 = Kurzschlussbügel

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 zutreffenden Rahmenspezifikation.

4.11.3 Angaben, die die zutreffende Spezifikation enthalten muss

- a) die bevorzugte Methode;
- b) Länge der Anschlüsse des Kondensators während der Messung;
- c) gegebenenfalls besondere Anweisungen zum Messaufbau;
- d) 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 nachstehend 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 MΩ haben.

Die Streukapazität der Verdrahtung ist niedrig zu halten.

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

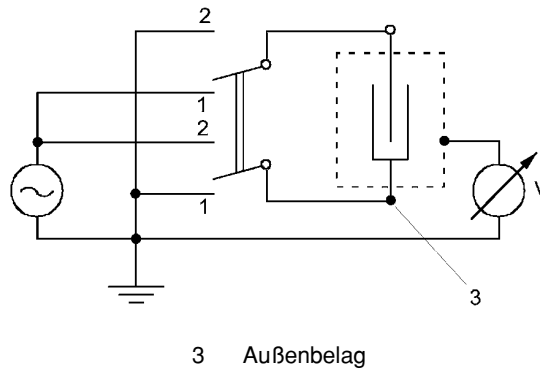


Bild 9 – Prüfschaltung

4.13 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse

Die Kondensatoren sind den jeweils zutreffenden Prüfungen U_{a1} , U_b , U_c und U_d nach IEC 60068-2-21, wie zutreffend, 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

Nennquerschnitt (S) (siehe Anmerkung) mm^2	Zugehöriger Durchmesser (d) bei runden Drähten mm	Zugkraft mit einer 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
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	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: der Nennquerschnitt entspricht dem berechneten Wert aus den in der zutreffenden Spezifikation angegebenen Nennmaßen. Bei Litzendraht ist der Nennquerschnitt zu berechnen aus der Summe der in der zutreffenden Spezifikation angegebenen Querschnitte der Einzeldrähte.

4.13.2 Prüfung U_b – Biegen (bei der einen Hälfte der Anschlüsse)

Methode 1: Zwei aufeinanderfolgende Biegungen, in entgegengesetzter Richtung. Nicht zutreffend, wenn die Bauartspezifikation die Anschlüsse als nicht biegsam bezeichnet.

4.13.3 Prüfung U_c – Torsion von Drahtanschlüssen (bei der anderen Hälfte der Anschlüsse)

Methode A: Schärfegrad 2 (zwei aufeinanderfolgende Verdrehungen von 180°) muss angewendet werden.

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

4.13.4 Prüfung Ud – Drehmoment (bei Anschlüssen mit Bolzen- oder Muttergewinde und bei Befestigungsteilen)

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 zutreffenden Spezifikation verlangt, sind die Kondensatoren nach dem in 4.3 beschriebenen Verfahren zu trocknen.

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

4.14.2 Prüfverfahren

Wenn in der zutreffenden Spezifikation nicht anders festgelegt, müssen die Kondensatoren mit einer der folgenden Prüfungen geprüft werden.

Die Prüfbedingungen müssen in der zutreffenden Spezifikation festgelegt werden

- Für alle Kondensatoren außer die unter b) und c) genannten:
IEC 60068-2-20, Prüfung Tb, Methode 1 (Lötbad).
- Für Kondensatoren, die nach der Bauartspezifikation nicht für die Verwendung auf Leiterplattenbestimmt, aber mit Lötanschlüssen versehen sind, gilt wie in der Bauartspezifikation festgelegt:
 - IEC 60068-2-20, Prüfung Tb, Methode 1 (Lötbad)
 - IEC 60068-2-20, Prüfung Tb, Methode 2 (Lötkolben)
- Für oberflächenmontierbare Kondensatoren
IEC 60068-2-58, Aufschmelzmethode oder Lötbadmethode

4.14.3 Nachbehandlung

Wenn in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, darf die Dauer der Nachbehandlung weder unter 1 h noch über 2 h liegen. Ausgenommen sind oberflächenmontierbare Kondensatoren, für deren Nachbehandlung eine Dauer von 24 h $\pm$ 2 h gilt.

4.14.4 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

Für alle Kondensatoren mit Ausnahme von oberflächenmontierbaren gilt:

- Nach der Prüfung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen.
- Es dürfen keine Schäden sichtbar und die Kennzeichnung muss lesbar sein.
- Die Kondensatoren sind dann nach den Angaben der zutreffenden Spezifikation zu messen.

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

4.15 Lötbarkeit

ANMERKUNG Nicht zutreffend für Anschlüsse, die nach Festlegung der Bauartspezifikation nicht für Lötung vorgesehen sind.

4.15.1 Vorbehandlung

Die zutreffende Spezifikation muss vorschreiben, ob eine Alterung durchgeführt werden muss. Wenn eine beschleunigte Alterung vorgeschrieben ist, muss eines der Alterungsverfahren nach IEC 60068-2-20 angewandt werden.

Wenn nicht anders in der zutreffenden Spezifikation angegeben, muss der Test mit nicht aktivem Flussmittel durchgeführt werden.

4.15.2 Prüfverfahren

Wenn in der zutreffenden Spezifikation nicht anders festgelegt, müssen die Kondensatoren mit einer der folgenden Prüfungen geprüft werden.

Die Prüfbedingungen müssen in der zutreffenden Spezifikation festgelegt werden

- a) Für alle Kondensatoren außer die unter b) und c) genannten:
 - 1) IEC 60068-2-20, Prüfung Ta, Methode 1 (Lötbad).
Eintauchtiefe (ab Auflagefläche oder Bauelementkörper):
 $2,0_{-0,5}^0$ mm mit 1,5 mm $\pm$ 0,5 mm dickem Wärmeschirm.
 - 2) IEC 60068-2-20, Test Ta, Methode 2 (LötKolben)
 - 3) IEC 60068-2-54
- b) Für Kondensatoren, die nach der Bauartspezifikation nicht für die Verwendung auf Leiterplattenbestimmt, aber mit Lötanschlüssen versehen sind, gilt wie in der Bauartspezifikation festgelegt:
 - 1) IEC 60068-2-20, Prüfung Ta, Methode 1 (Lötbad)
Eintauchtiefe (ab Auflagefläche oder Bauelementkörper): $3,5_{-0,5}^0$ mm
 - 2) IEC 60068-2-20, Prüfung Ta, Methode 2 (LötKolben)
- c) Für oberflächenmontierbare Kondensatoren
 - 1) IEC 60068-2-58, Aufschmelzmethode oder Lötbadmethode
 - 2) IEC 60068-2-69, Lötbad- oder Lotkugelmethode

4.15.3 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

Die Anschlüsse sind auf gute Verzinnung zu kontrollieren, gekennzeichnet durch freies Fließen des Lotes mit Benetzen der Anschlüsse.

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

4.16 Rascher Temperaturwechsel

4.16.1 Anfangsmessungen

Die in der zutreffenden Spezifikation festgelegten Messungen sind durchzuführen.

prEN 60384-1:2006

4.16.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind nach der Prüfung Na der IEC 60068-2-14 zu prüfen, wobei der in der zutreffenden Spezifikation festgelegte Schärfeegrad anzuwenden ist.

4.16.3 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

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

Danach sind die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

4.17 Schwingen

4.17.1 Anfangsmessungen

Die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

4.17.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind nach der Prüfung Fc der IEC 60068-2-6 zu prüfen, wobei Befestigungsart und Schärfeegrad der zutreffenden Spezifikation zu entnehmen sind.

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

Die Bauartspezifikation muss das Messverfahren angeben.

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

4.17.3 Endkontrolle, 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.

Danach sind die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

4.18 Dauerschocken

4.18.1 Anfangsmessungen

Die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

4.18.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind nach der Prüfung Eb der IEC 60068-2-29 zu prüfen. Die Befestigungsart und der Schärfeegrad sind in der zutreffenden Spezifikation festzulegen.

4.18.3 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

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

Danach sind die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

4.19 Schocken

4.19.1 Anfangsmessungen

Die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

4.19.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind nach der Prüfung Ea der IEC 60068-2-27 zu prüfen; die Befestigungsart und der Schärfeegrad sind in der zutreffenden Spezifikation festzulegen.

4.19.3 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

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

Danach sind die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

4.20 Dichtheit

Die Kondensatoren sind nach den Angaben der zutreffenden Spezifikation nach den jeweils geeigneten Verfahren nach IEC 60068-2-17, Prüfung Q, zu prüfen.

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 aus IEC 60068-2-30, Feuchte Wärme, zyklisch, folgen muss.

4.21.1 Anfangsmessungen

Die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

4.21.2 Trockene Wärme

Die Kondensatoren sind nach IEC 60068-2-2, Prüfung Ba, mit einer Dauer von 16 h zu prüfen. Der Schärfeegrad muss der oberen Kategorietemperatur nach den Angaben der Bauartspezifikation entsprechen.

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

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

4.21.3 Feuchte Wärme, zyklisch, 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 prüfen (Schärfegrad b).

Wenn in der zutreffenden Spezifikation nicht anders vorgeschrieben, ist Variante 2 anzuwenden.

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

prEN 60384-1:2006

4.21.4 Kälte

Die Kondensatoren sind nach IEC 60068-2-1, Prüfung Aa, mit einer Beanspruchungsdauer von 2 h zu prüfen. Der Schärfeegrad muss der unteren Kategorietemperatur nach den Angaben der zutreffenden Spezifikation entsprechen.

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

Nach der 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 nach IEC 60068-2-13, Prüfung M, mit dem in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Schärfeegrad zu prüfen. Wenn die zutreffende Spezifikation nichts anderes vorschreibt, beträgt die Beanspruchungsdauer 10 min.

Die zutreffende Spezifikation muss vorschreiben:

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

Wenn die zutreffende Spezifikation nichts anderes vorschreibt, 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, restliche Zyklen

Die Kondensatoren sind nach IEC 60068-2-30, Prüfung Db, zu prüfen. Die Anzahl der Zyklen, mit den gleichen Bedingungen wie für den ersten Zyklus, innerhalb 24 h ist Tabelle 6 zu entnehmen:

Tabelle 6 – Anzahl der Zyklen

Kategorien	Anzahl der Zyklen
–/–/56	5
–/–/21	1
–/–/10	1
–/–/04	keine

4.21.7 Endmessungen

Nach der vorgeschriebenen Nachbehandlung sind die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen durchzuführen.

4.22 Feuchte Wärme, konstant

4.22.1 Anfangsmessungen

Die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

4.22.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind nach IEC 60068-2-3, Prüfung Ca, zu prüfen. Der Schärfegrad muss der Klimakategorie nach den Angaben der Bauartspezifikation entsprechen.

Wenn der Vordruck für Bauartspezifikationen eine entsprechende Angabe enthält, kann die Bauartspezifikation das Anlegen einer Polarisationsspannung während der gesamten Beanspruchungsdauer vorschreiben. Für Kunststofffolienkondensatoren mit metallisierten Belägen ist die Prüfung nach Anhang G durchzuführen.

Nach dem Herausnehmen 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, wenn die Bauartspezifikation nichts anderes vorschreibt.

4.22.3 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

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

Zur Prüfung von Kunststofffolienkondensatoren mit metallisierten Belägen muss die zutreffende 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 zutreffenden Spezifikation festgelegten Messungen sind durchzuführen.

4.23.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind einer Dauerspannungsprüfung zu unterziehen. Die Prüfungen nach IEC 60068-2-2 gelten wie folgt:

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

Die Prüflinge dürfen bei einer beliebigen Temperatur zwischen der Temperatur des Prüfraumes und der festgelegten Prüfkammertemperatur in die Prüfkammer gebracht werden. Die Prüfspannung ist jedoch anzulegen, wenn der Kondensator die Prüfkammertemperatur erreicht hat.

Die zutreffende 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 zutreffenden Spezifikation festzulegen.

Wenn in der zutreffenden Spezifikation nichts anderes festgelegt, ist die anzulegende Spannung wie folgt zu wählen:

a) Gleichspannungsprüfungen

Bei Temperaturen bis zur Bemessungstemperatur ist die Prüfspannung gleich der Bemessungs-Gleichspannung multipliziert mit einem Faktor. Die Prüftemperatur und dieser Faktor sind in der zutreffenden Spezifikation anzugeben. Wenn bei der oberen Kategorietemperatur geprüft wird, ist auch der Lastminderungsfaktor für die Spannung anzugeben.

b) Wechselspannungsprüfungen (sinusförmig)

Die Prüfung erfolgt mit Wechselspannung von 50 Hz bis 60 Hz. Bei Temperaturen bis zur Bemessungstemperatur ist die Prüfspannung gleich der Bemessungs-(Wechsel-)Spannung (siehe 2.2.35 a)) multipliziert mit dem Minderungsfaktor oder der oberen Kategorietemperatur mit einem Lastminderungsfaktor für die Spannung. Die Prüftemperatur und die Faktoren für die Erhöhung/Minderung der Spannung sind in der zutreffenden Spezifikation anzugeben.

c) Prüfungen mit Wechselstrom (sinusförmig)

Diese Prüfung ist mit einem Strom nach 2.2.35 b) durchzuführen. Prüftemperatur, Stromstärke und Frequenz sind in der zutreffenden Spezifikation anzugeben.

ANMERKUNG 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)

Die Prüfung ist nach 2.2.35 c) mit Blindleistung durchzuführen. Prüftemperatur, Höhe der Blindleistung und Frequenz sind in der zutreffenden Spezifikation anzugeben.

ANMERKUNG 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 nach den Angaben der zutreffenden Spezifikation mit Impulsen in Übereinstimmung mit 2.2.36 durchzuführen. Ein Leitfadens für Impulsprüfungen ist in Anhang E enthalten.

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

Die zutreffende Spezifikation darf verlangen, dass die Prüfungen b) bis e) mit gleichzeitig anliegender Gleichspannung durchgeführt werden (siehe auch 2.2.21).

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

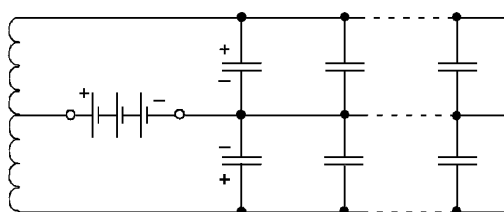


Bild 10 – Prüfschaltung für Elektrolyt-Kondensatoren

Die Kondensatoren sind wie folgt in der Prüfkammer einzuordnen:

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

4.23.3 Nachbehandlung

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

4.23.4 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen.

Die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Prüfungen sind durchzuführen. Ein Kondensator gilt als fehlerhaft, wenn er während oder am Ende der Prüfung die in der zutreffenden 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 zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Bedingungen zu messen.

4.24.1.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind 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 verlangt;
- d) $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- e) Zwischentemperaturen, falls in der Bauartspezifikation verlangt;
- 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 es die zutreffende Spezifikation vorschreiben.

Bei jeder der oben angegebenen Temperatur ist nach Temperaturangleich des Kondensators die Kapazität zu messen.

Der Temperaturangleich gilt als erreicht, wenn bei zwei im Abstand von mindestens 5 min vorgenommenen Kapazitätsmessungen die abgelesenen Werte sich höchstens um die Messabweichung der Geräte unterscheiden.

Die Genauigkeit der Temperaturmessung muss den Bedingungen der Bauartspezifikation genügen.

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

Bei losweise durchgeführten Qualitätskonformitätskontrollen kann die Bauartspezifikation ein vereinfachtes Verfahren zulassen; z. B. nur Messungen unter d), f) und g) (in 4.21.1.2), wobei der Temperaturbereich zwischen 20 °C und der oberen Kategorietemperatur abgedeckt wird.

4.24.2 Dynamisches Verfahren

An Stelle 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.

prEN 60384-1:2006

Ein Temperaturfühler ist in eine Kondensatoratrappe 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 wird so langsam verändert, dass eine Kurve ohne Schleifen bei der unteren oder oberen Kategorietemperatur entsteht. Die Temperatur ist von 20 °C auf die untere Kategorietemperatur zu senken, von dort auf die obere Kategorietemperatur zu erhöhen und wieder auf 20 °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

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 wird für alle Werte von C_i wie folgt berechnet:

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

Die Kapazitätsänderung wird üblicherweise in Prozent angegeben.

4.24.3.2 Temperaturkoeffizient der Kapazität und Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel

a) Temperaturkoeffizient der Kapazität (α)

Der Temperaturkoeffizient der Kapazität (α) wird für alle Werte von C_i wie folgt berechnet:

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

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

b) Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel

Die Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel wird für die Messpunkte a), d) und g) in 4.24.1.2, soweit in der zutreffenden Spezifikation verlangt, wie folgt berechnet:

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

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

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

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 zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

4.25.1.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind nach IEC 60068-2-2, Prüfung Ba, mit folgenden Schärfegraden zu prüfen:

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

4.25.1.3 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

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

4.25.2 Lagerung bei niedriger Temperatur

4.25.2.1 Anfangsmessungen

Die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

4.25.2.2 Prüfverfahren

Die Kondensatoren sind nach IEC 60068-2-1, Prüfung Ab, zu prüfen. Sie sind bei –40 °C für eine Dauer von 4 h nach Temperaturangleich oder 16 h zu lagern, es gilt die kürzere Zeit.

4.25.2.3 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

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

4.26 Spitzenspannung

4.26.1 Anfangsmessungen

Die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

4.26.2 Prüfverfahren

Geeignete Schaltungen für die Prüfung sind in den Bildern 11 und 12 angegeben.

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

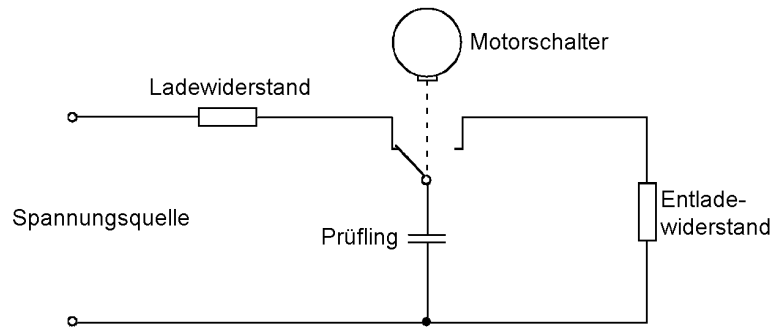


Bild 11 – Schaltung mit Motorschalter

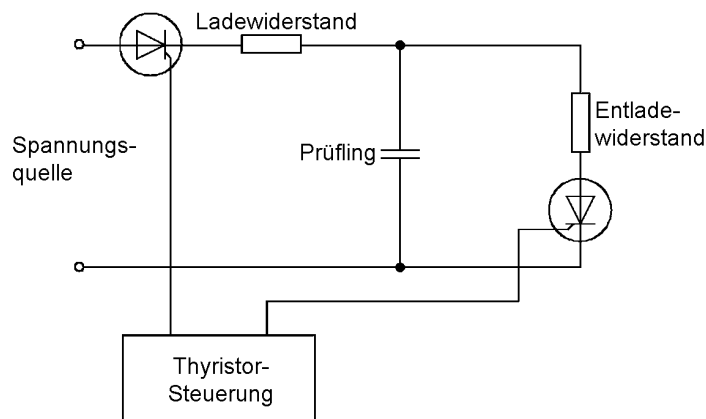


Bild 12 – Schaltung mit Thyristor-Steuerung

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

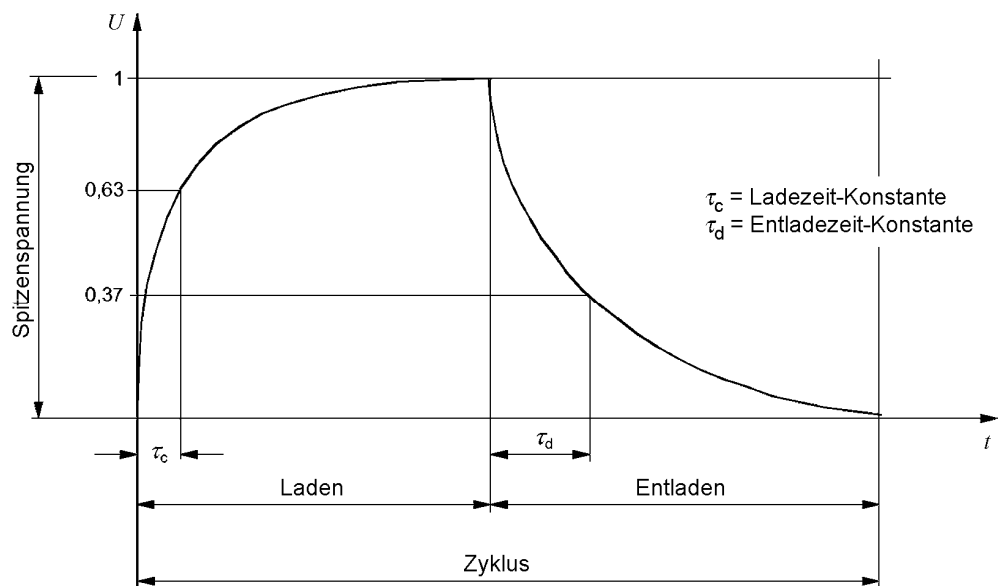


Bild 13 – Verlauf der Spannung am Kondensator

Die zutreffende 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.

4.26.3 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

Die in der zutreffenden Spezifikation vorgeschriebenen Messungen sind durchzuführen.

4.27 Lade- und Entladeprüfung und Einschaltstrom

4.27.1 Anfangsmessungen

Die in der zutreffenden 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.

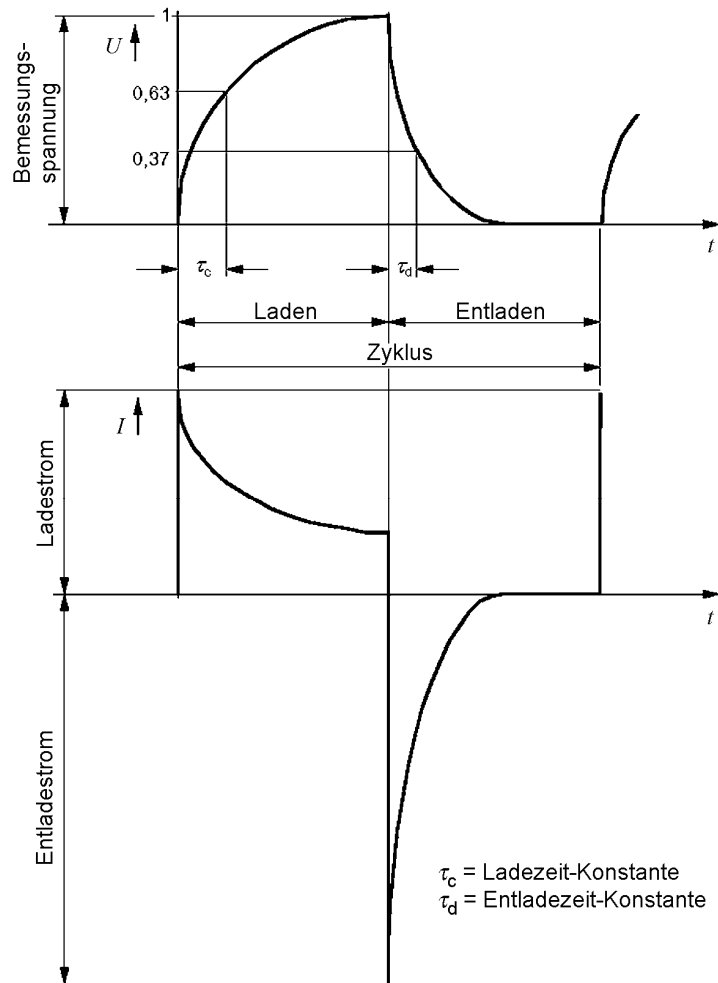


Bild 14 – Verlauf von Strom und Spannung

4.27.3 Laden und Entladen

Die zutreffende 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 pro Sekunde);
- Temperatur, falls vom Normklima für Prüfungen abweichend.

4.27.4 Einschaltstrom

Die zutreffende Spezifikation muss folgende Angaben enthalten:

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