

	DIN EN 60252-2 (VDE 0560-82)	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 31.060.70

Einsprüche bis 2010-01-02

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60252-2
(VDE 0560-82):2004-02

Entwurf

**Wechselspannungsmotorkondensatoren –
Teil 2: Motoranlaufkondensatoren
(IEC 33/458/CDV:2009);
Deutsche Fassung FprEN 60252-2:2009**

AC motor capacitors –
Part 2: Motor Start Capacitors
(IEC 33/458/CDV:2009);
German version FprEN 60252-2:2009

Condensateurs des moteurs à courant alternatif –
Partie 2: Condensateurs de démarrage de moteurs
(CEI 33/458/CDV:2009);
Version allemande FprEN 60252-2:2009

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-10-26 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 86 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 60252-2:2009 „Wechselspannungsmotorkondensatoren – Teil 2: Motoranlaufkondensatoren“ (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 33/458/CDV:2009 „AC motor capacitors – Part 2: Motor Start Capacitors“ unverändert in den Entwurf FprEN 60252-2:2009 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 33 „Power capacitors“ 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 341 „Leistungskondensatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60252-2 (VDE 0560-82):2004-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Prüfung 3.1.12.1.1 hinzugefügt;
- b) Prüfungen 2.1.12.2 und 3.1.12.2 modifiziert.

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
Zurückgezogen: EN 60068-2-6:1995 Nachfolger: EN 60068-2-6:2008	Zurückgezogen: IEC 60068-2-6:1995 Nachfolger: IEC 60068-2-6:2007	Zurückgezogen: DIN EN 60068-2-6:1996-05 Nachfolger: DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10	– (VDE 0468-2-6)
EN 60068-2-14:1999	IEC 60068-2-14:1984 + A1:1986	DIN EN 60068-2-14:2000-08	–
– EN 60068-2-20:2008	Zurückgezogen: IEC 60068-2-20:1979 Nachfolger: IEC 60068-2-20:2008	Zurückgezogen: DIN IEC 60068-2-20:1991-04 Nachfolger: DIN EN 60068-2-20:2009-02	– –
Zurückgezogen: EN 60068-2-21:1999 Nachfolger: EN 60068-2-21:2006	Zurückgezogen: IEC 60068-2-21:1999 Nachfolger: IEC 60068-2-21:2006	Zurückgezogen: DIN EN 60068-2-21:1999-10 Nachfolger: DIN EN 60068-2-21:2007-01	– –
EN 60068-2-78:2001	IEC 60068-2-78:2001	DIN EN 60068-2-78:2002-09	–
– EN 60112:2003	Zurückgezogen: IEC 60112:1979 Nachfolger: IEC 60112:2003	Zurückgezogen: DIN IEC 60112 (VDE 0303-1):1984-06 Nachfolger: DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11 + DIN EN 60112 Berichtigung 2 (VDE 0303-11 Berichtigung 2): 2004-02	Zurückgezogen: VDE 0303-1 Nachfolger: VDE 0303-11
EN 60309-1:1999 Nachfolger: EN 60309-1:1999 + A1:2007	IEC 60309-1:1999 Nachfolger: IEC 60309-1:1999 + A1:2005, modifiziert	Zurückgezogen: DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1):2000-05 Nachfolger: DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1):2007-11	Zurückgezogen: VDE 0623-1 Nachfolger: VDE 0623-1
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529:1989 + A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470):2000-09	VDE 0470-1
EN 60095-2-10:2001	IEC 60695-2-10:2000	DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471-2-10):2001-11	VDE 0471-2-10
EN 60095-2-11:2001	IEC 60695-2-11:2000	DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11):2001-11	VDE 0471-2-11
–	ISO 4046:1978	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

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

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

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

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*

DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11, *Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60112:2003); Deutsche Fassung EN 60112:2003*

DIN EN 60112 Berichtigung 2 (VDE 0303-11 Berichtigung 2):2004-02, *Berichtigungen zu DIN EN 60112 (VDE 0303 Teil 11):2003-11*

DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1):2007-11, *Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60309-1:1999 + A1:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60309-1:1999 + A1:2007*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000*

DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471-2-10):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-10: Prüfungen mit dem Glühdraht – Glühdrahtprüfeinrichtungen und allgemeines Prüfverfahren (IEC 60695-2-10:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-10:2001*

DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfung mit dem Glühdraht zur Entflammbarkeit von Enderzeugnissen (IEC 60695-2-11:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-11:2001*

Deutsche Fassung

Wechselspannungsmotorkondensatoren – Teil 2: Motoranlaufkondensatoren

Inhalt

	Seite
1 Allgemeines	3
1.1 Anwendungsbereich und Zweck	3
1.2 Normative Verweisungen	3
1.3 Begriffe	3
1.4 Betriebsbedingungen	6
1.5 Vorzugswerte der Grenزابweichung der Kapazität	7
2 Selbstheilende Motoranlaufkondensatoren	7
2.1 Qualitätsanforderungen und Prüfungen	7
2.2 Überlastungen	20
2.3 Sicherheitsanforderungen	20
2.4 Kennzeichnung	23
3 Elektrolyt-Motoranlaufkondensatoren	23
3.1 Qualitätsanforderungen und Prüfungen	23
3.2 Überlastungen	35
3.3 Sicherheitsanforderungen	35
3.4 Kennzeichnung	38
4 Leitfaden für Einbau und Betrieb	38
4.1 Allgemeines	38
4.2 Überprüfung der Kondensatortemperatur	39
4.3 Prüfung von Übergangsvorgängen	40
4.4 Lagerung von Elektrolytkondensatoren	40
Anhang A (normativ) Prüfspannung	41

Bilder

Bild 1 – Prüfeinrichtung für Gleichspannungsbeanspruchung	17
Bild 2 – Prüfeinrichtung für die Wechselspannungs-Zerstörungsprüfung	17
Bild 3 – Anordnung für die einstellbare Induktivität L in Bild 2	18
Bild 4 – Prüfschaltung für die Messung von Kapazität und Leistungsfaktor	28

Tabellen

Tabelle 1 – Prüfplan für Typprüfungen	9
Tabelle 2 – Prüfspannungen	10
Tabelle 3 – Drehmoment	12

— Entwurf —

E DIN EN 60252-2 (VDE 0560-82):2009-11
FprEN 60252-2:2009

	Seite
Tabelle 4 – Mindestkriech- und -luftstrecken	22
Tabelle 5 – Prüfplan für Typprüfungen	26
Tabelle 6 – Prüfspannungen	27
Tabelle 7 – Drehmoment.....	30
Tabelle 8 – Mindestkriech- und -luftstrecken	37

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich und Zweck

Die vorliegende Internationale Norm gilt für Motoranlaufkondensatoren, die für den Anschluss an die Wicklungen von Asynchronmotoren vorgesehen sind, die aus einem Einphasennetz mit Netzfrequenz versorgt werden.

Diese Norm gilt für imprägnierte und nichtimprägnierte metallisierte Motoranlaufkondensatoren mit einem Dielektrikum aus Papier oder Kunststoffolie oder deren Kombination und Elektrolyt-Motoranlaufkondensatoren mit flüssigem Elektrolyten mit Bemessungsspannungen bis einschließlich 660 V.

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

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

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

IEC 60068-2-21:1999, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

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

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60309-1:1999, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60695-2-10:2000, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

ISO 4046, *Paper, board, pulps and related terms – Vocabulary*

1.3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

1.3.1

Motorbetriebskondensator

Leistungskondensator, der, wenn er in Verbindung mit einer Hilfswicklung eines Motors verwendet wird, dem Motor hilft anzulaufen und das Drehmoment im Lauf vergrößert

ANMERKUNG Der Betriebskondensator ist üblicherweise ständig an die Motorwicklungen angeschlossen und bleibt während der gesamten Betriebsdauer des Motors im Stromkreis. Wenn er parallel zum Anlaufkondensator geschaltet ist, hilft er während des Anlaufs, den Motor zu starten.

1.3.2

Motoranlaufkondensator

Leistungskondensator, der eine Phasenverschiebung in einer Hilfswicklung eines Motors bewirkt und aus dem Stromkreis herausgeschaltet wird, wenn der Motor läuft

1.3.3

Metallfolienkondensator

Kondensator, bei dem die Elektroden aus Metallfolien oder -streifen bestehen, die durch ein Dielektrikum getrennt sind

1.3.4

metallisierter Kondensator

Kondensator, bei dem die Elektroden aus einem metallischen Niederschlag auf dem Dielektrikum bestehen

1.3.5

selbstheilender Kondensator

Kondensator, bei dem die elektrischen Eigenschaften nach einem örtlichen Durchschlag des Dielektrikums schnell und im Wesentlichen wiederhergestellt werden

1.3.6

segmentierter Folienkondensator

ein metallisierter Kondensator, der auf mindestens einer Lage des metallischen Niederschlags in sich wiederholende Segmente unterteilt ist, so dass die örtlich begrenzte Beschädigung des Dielektrikums auf ein einziges oder nur wenige Segmente beschränkt bleibt

1.3.7

Entladevorrichtung eines Kondensators

Bauteil, das in einem Kondensator eingeschlossen sein kann und die Spannung zwischen den Anschlussklemmen innerhalb einer gegebenen Zeit auf null vermindert, nachdem der Kondensator vom Netz getrennt wurde

1.3.8

Dauerbetrieb

Betrieb ohne Zeitbegrenzung innerhalb der bestimmungsgemäßen Lebensdauer eines Kondensators

1.3.9

Aussetzbetrieb

Betrieb, bei dem Zeiten, während der die Betriebsspannung am Kondensator anliegt, Zeiten folgen, in denen der Kondensator spannungslos ist

1.3.10

Anlaufbetrieb

besondere Art des Aussetzbetriebes, bei der am Kondensator nur für sehr kurze Zeit die Betriebsspannung anliegt, während der der Motor auf die Bemessungsdrehzahl beschleunigt wird

1.3.11

Bemessungs-Arbeitszyklus

Bemessungswert, der die Art des Aussetz- oder Anlaufbetriebes angibt, für die ein Kondensator geeignet ist. Er ist durch die Dauer des Arbeitszyklus in Minuten und die Dauer in Prozent festgelegt, während der am Motor die Betriebsspannung anliegt

1.3.12

Arbeitszyklusdauer

Gesamtdauer der spannungsführenden Periode und der Pause beim Aussetzbetrieb

1.3.13

relative Betriebsdauer

prozentualer Anteil der Zyklendauer, in dem die Betriebsspannung am Kondensator anliegt

1.3.14

Kondensator für Dauer- und Aussetzbetrieb

Kondensator, der für den Dauerbetrieb bei einer Spannung und den Anlaufbetrieb bei einer anderen (üblicherweise höheren) Spannung ausgelegt ist

1.3.15

zulässige niedrigste Betriebstemperatur des Kondensators

niedrigste zulässige Temperatur an der Außenseite des Gehäuses im Augenblick des Einschaltens des Kondensators

1.3.16

zulässige höchste Betriebstemperatur des Kondensators

t_c

zulässige höchste Temperatur an der heißesten Stelle der Außenseite des Kondensatorgehäuses während des Betriebes

1.3.17

Bemessungsspannung eines Kondensators

U_N

Effektivwert der Wechselspannung, für den der Kondensator ausgelegt ist

1.3.18

Höchstwert der Spannung

höchster Effektivwert der Spannung, der über den Anschlussklemmen des Anlaufkondensators zwischen dem Anlaufzeitpunkt und dem Zeitpunkt zulässig ist, an dem der Kondensator abgeschaltet wird

1.3.19

Bemessungsfrequenz eines Kondensators

f_N

höchste Frequenz, für die der Kondensator ausgelegt ist

1.3.20

Bemessungskapazität eines Kondensators

C_N

Kapazitätswert, für den der Kondensator ausgelegt ist

1.3.21

Bemessungsstrom eines Kondensators

I_N

Effektivwert des Wechselstroms bei Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz

1.3.22

Bemessungsleistung eines Kondensators

Q_N

Blindleistung, die aus den Bemessungswerten von Kapazität, Frequenz und Spannung (oder Strom) ermittelt wurde

1.3.23

Kondensatorverluste

Wirkleistung, die im Kondensator umgesetzt wurde

ANMERKUNG Wenn nicht anders angegeben, rechnet man zu den Kondensatorverlusten die Verluste der im Kondensator eingebauten Sicherungen und Entladewiderstände mit hinzu.

1.3.24

Tangens des Verlustwinkels ($\tan \delta$) eines Kondensators

Verhältnis von äquivalentem Reihenwiderstand zu kapazitivem Blindwiderstand eines Kondensators bei festgelegter sinusförmiger Wechselspannung und Frequenz

1.3.25

Leistungsfaktor

Verhältnis zwischen Wirkleistung und Scheinleistung eines Kondensators

1.3.26

kapazitiver Ableitstrom (nur bei Kondensatoren mit Metallgehäuse)

Strom, der durch einen das Metallgehäuse mit Erde verbindenden Leiter fließt, wenn der Kondensator von einem Wechselspannungsnetz gespeist wird, das mit einem geerdeten Neutralleiter versehen ist

1.3.27

Kondensatortyp

Kondensatoren werden als vom gleichen Typ angesehen, wenn sie dieselbe Bauform, dieselbe Herstellungstechnologie, dieselbe Bemessungsspannung, dieselbe Klimakategorie und dieselbe Betriebsart besitzen. Kondensatoren desselben Typs können nur in der Bemessungskapazität und Größe voneinander abweichen. Kleinere Unterschiede zwischen den Anschlussklemmen und den Befestigungseinrichtungen sind zulässig

ANMERKUNG Derselbe Aufbau schließt beispielsweise denselben dielektrischen Werkstoff, dieselbe dielektrische Dicke und denselben Gehäusetyp (Metall oder Kunststoff) ein.

1.3.28

Kondensatormodell

Kondensatoren werden als demselben Modell angehörig angesehen, wenn sie denselben Aufbau und dieselben funktionellen und maßlichen Eigenschaften innerhalb bestimmter Grenzabweichungen besitzen und folglich austauschbar sind

1.3.29

Sicherheitsklasse

Grad der Sicherheit, der durch einen der drei am Kondensator anzubringenden Codes gekennzeichnet ist

- (P2) gibt an, dass der Kondensatortyp so ausgelegt ist, dass er nur im Leerlauf ausfällt und gegen Feuer oder Stoß geschützt ist. Die Übereinstimmung wird geprüft mit der in 2.1.16 beschriebenen Prüfung.
- (P1) gibt an, dass der Kondensatortyp so ausgelegt ist, dass er im Leerlauf- als auch im Kurzschlussfall ausfallen kann und gegen Feuer oder Stoß geschützt ist. Die Übereinstimmung wird geprüft mit der in 2.1.16 beschriebenen Prüfung.
- (P0) gibt an, dass der Kondensatortyp keinen spezifischen Ausfallschutz besitzt.

Dieser Abschnitt gilt nicht für Elektrolytkondensatoren.

1.4 Betriebsbedingungen

1.4.1 Übliche Betriebsbedingungen

Diese Norm enthält Anforderungen an Kondensatoren, die für den Einsatz unter folgenden Bedingungen vorgesehen sind:

- a) Höhe: nicht über 2 000 m;
- b) Restspannung bei erneutem Anschalten: nicht über 10 % der Bemessungsspannung (siehe 2.3.4 und 3.3.4, Anmerkungen);
- c) Verschmutzung: Die zum Anwendungsbereich dieser Norm gehörenden Kondensatoren sind für den Betrieb in schwach verschmutzten Atmosphären ausgelegt;

ANMERKUNG Die IEC hat bis jetzt noch keine Definition für „schwach verschmutzt“ aufgestellt. Wenn diese Definition von der IEC festgelegt sein wird, erfolgt ihre Aufnahme in diese Norm.

- d) Betriebstemperatur: zwischen -40 °C und $+100\text{ °C}$ (siehe 1.3.15 und 1.3.16).

Die bevorzugten Höchst- und Mindestwerte für die zulässige Kondensatorbetriebstemperatur sind:

- niedrigste Temperaturen: -40 °C , -25 °C , -10 °C und 0 °C ;
- höchste Temperaturen: 55 °C , 70 °C , 85 °C und 100 °C .

Die Kondensatoren müssen für den Transport und die Lagerung bei Temperaturen bis -25 °C oder der niedrigsten Betriebstemperatur geeignet sein, je nachdem, welche geringer ist, ohne dass eine Beeinträchtigung ihrer Qualität auftritt;

- e) Schärfegrad der feuchten Wärme: zwischen 4 Tagen und 56 Tagen. Der Vorzugsschärfegrad ist 21 Tage.
(Der Schärfegrad der feuchten Wärme muss aus den Werten ausgewählt werden, die in IEC 60068-2-78 angegeben sind, d. h. 4 Tage, 10 Tage, 21 Tage und 56 Tage.)

Kondensatoren werden in Klimaklassen eingeteilt, in denen zulässige Mindest- und Höchstwerte der Betriebstemperaturen der Kondensatoren und des Schärfegrades der feuchten Wärme festgelegt sind, d. h., 10/70/21 bedeutet, dass die zulässigen Mindest- und Höchstwerte der Betriebstemperatur des Kondensators -10 °C und 70 °C betragen und der Schärfegrad der feuchten Wärme 21 Tage ist.

1.5 Vorzugswerte der Grenzabweichung der Kapazität

Die Vorzugswerte der Grenzabweichungen sind: $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ und $\pm 15\%$.

Asymmetrische Grenzabweichungen sind zulässig, jedoch darf die Grenzabweichung 15% nicht überschreiten.

2 Selbstheilende Motoranlaufkondensatoren

2.1 Qualitätsanforderungen und Prüfungen

2.1.1 Prüfanforderungen

2.1.1.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die Prüfanforderungen an selbstheilende Motoranlaufkondensatoren.

2.1.1.2 Prüfbedingungen

Wenn nicht anders für eine besondere Prüfung oder Messung festgelegt, muss sich die Temperatur des Kondensatordielektrikums innerhalb des Bereichs von $+15\text{ °C}$ und $+35\text{ °C}$ befinden und aufgezeichnet werden.

Sind Korrekturen erforderlich, dann muss die Bezugstemperatur $+20\text{ °C}$ betragen.

ANMERKUNG Es darf vorausgesetzt werden, dass die Temperatur des Dielektrikums der Umgebungstemperatur entspricht, wenn der Kondensator im spannungsfreien Zustand eine angemessene Zeit, die von der Größe des Kondensators abhängt, dieser Umgebungstemperatur ausgesetzt war.

Art der Prüfungen

Es werden zwei Arten von Prüfungen festgelegt:

- a) Typprüfungen;
- b) Stückprüfungen.

2.1.1.3 Typprüfungen

Typprüfungen sind für die Bestätigung der Richtigkeit der Konstruktion des Kondensators und seiner Eignung für den Betrieb unter den in dieser Norm angegebenen Bedingungen vorgesehen.

Typprüfungen werden vom Hersteller und/oder der Prüfstelle ausgeführt, wenn ein Bedarf an Bestätigung besteht.

Diese Prüfungen dürfen unter der Überwachung durch eine geeignete Prüfstelle ausgeführt werden, die dann ein bestätigtes Protokoll ausstellt und/oder eine Bauartzulassung erteilt.

2.1.1.4 Stückprüfungen

Stückprüfungen müssen vom Hersteller an jedem Kondensator vor dessen Auslieferung durchgeführt werden.

2.1.2 Typprüfungen

2.1.2.1 Prüfverfahren

Die für die Typprüfungen von jedem Modell ausgewählten Stichproben sind in Gruppen einzuteilen, wie es in Tabelle 1 angegeben wird.

Die Kondensatoren, die die Stichprobe bilden, müssen die in 2.1.3 1 angegebenen Stückprüfungen erfolgreich durchlaufen haben.

Jede Prüfgruppe muss dieselbe Anzahl von Kondensatoren der höchsten und niedrigsten Kapazitätswerte des Bereichs enthalten.

Der Hersteller muss Angaben über das Verhältnis von Kapazität zur Gesamtaußenfläche des Gehäuses jedes Kapazitätswertes innerhalb des Bereichs angeben.

Der Kondensator mit der höchsten Kapazität je Oberflächeneinheit muss auch geprüft werden, wenn dieses Verhältnis das des höchsten Kapazitätswertes im Bereich um 10 % oder mehr überschreitet.

In vergleichbarer Weise muss auch der Kondensator mit der kleinsten Kapazität je Oberflächeneinheit geprüft werden, wenn dieses Verhältnis das des niedrigsten Kapazitätswertes im Bereich um 10 % oder mehr unterschreitet.

„Fläche“ bedeutet die Gesamtaußenfläche des Kondensatorgehäuses mit Ausnahme kleiner Vorsprünge, der Anschlussklemmen und der Befestigungsstifte.

2.1.2.2 Umfang der Eignung

2.1.2.2.1 Eine Typprüfung an einem einzelnen Modell qualifiziert auch nur das geprüfte Modell. Wird die Typprüfung an zwei Modellen desselben Typs und verschiedenen Bemessungskapazitätswerten durchgeführt, die nach den Regeln nach 2.1.3.1 ausgewählt wurden, gilt die Qualifizierung für alle Modelle desselben Typs, deren Bemessungskapazität zwischen den beiden geprüften Werten liegt.

2.1.2.2.2 Die an einem Kondensatormodell mit einer bestimmten Kapazitätsgrenzabweichung erfolgreich durchgeführten Qualifikationsprüfungen gelten auch für Kondensatoren desselben Modells mit einer Kapazitätsgrenzabweichung bis zum Zweifachen des Grenzwertes der angegebenen Grenzabweichung. Beispielsweise würde $\pm 5\%$ bis zu $\pm 10\%$ und $\pm 10\%$ würde bis zu $\pm 20\%$ umfassen. Eine kleinere Grenzabweichung als die angegebene Grenzabweichung ist nicht zulässig. Beispielsweise würde eine Bauartanerkennung für $\pm 10\%$ nicht für $\pm 5\%$ gelten.

2.1.2.2.3 Gelegentlich werden in der gegenwärtigen Praxis auch Kondensatoren mit in Bezug zum Bemessungskapazitätswert unsymmetrisch liegenden Kapazitätsgrenzabweichungen verlangt.

Wenn eine Typprüfung erfolgreich an einem Kondensatormodell mit symmetrischen Kapazitätsgrenzabweichungen durchgeführt worden ist, gilt die diesbezügliche Qualifikation auch für Kondensatoren desselben Modells mit unsymmetrischen Kapazitätsgrenzabweichungen, vorausgesetzt, dass der Gesamtbereich der unsymmetrischen Grenzabweichungen

- a) innerhalb des nach 2.1.3.2.2 zulässigen Gesamtbereiches der Kapazität liegt, und
- b) größer als oder gleich dem geprüften Kondensatormodell ist. Beispielsweise würde eine Qualifikation für ± 5 Werte zulassen von $^{+10}_{-5}\%$, $^{+5}_{-10}\%$, $^{+8}_{-2}\%$, $^{+10}_0\%$, jedoch nicht $^{+15}_{-5}\%$.

Tabelle 1 – Prüfplan für Typprüfungen

Gruppe	Prüfungen	Abschnitt	Anzahl der zu prüfenden Prüflinge ^{a)}	Anzahl der zulässigen Ausfälle bei der ersten Prüfung ^{b)}	Anzahl der zulässigen Ausfälle bei der Nachprüfung
1	Sichtprüfung Prüfung der Kennzeichnung Prüfung der Maße Mechanische Prüfungen (ausgenommen Lötungen) Dichtheitsprüfungen (falls zutreffend)	2.1.6 2.4 2.1.10 2.1.11 2.1.12	8 [4]	1 ^{c)}	0
2	Dauerprüfung	2.1.13	42 [21]	2 ^{d)}	0
3	Lötung (falls zutreffend) Prüfung bei feuchter Wärme Spannungsprüfung zwischen den Anschlussklemmen Spannungsprüfung zwischen den Anschlussklemmen und Gehäuse	2.1.11.2 2.1.14 2.1.7 2.1.8	12 [6]	1 ^{c)}	0
4	Selbsteilprüfung (falls zutreffend)	2.1.15	20 [10]	1 ^{c)}	0
5	Zerstörungsprüfung (falls auf dem Kondensator angegeben)	2.1.16	20 [10] 10 [5]	1 ^{e)}	0
6	Beständigkeit gegen Wärme, Feuer und Kriechspurbildung (nicht zutreffend bei Kondensatoren mit Zuleitungsanschlüssen)	2.1.17	3 (nur Klemmenkasten) ^{f)}	0	0

a) Die Anzahl der festgelegten Prüflinge lässt bei Bedarf eine Nachprüfung zu. Die Zahlen in den eckigen Klammern gibt die tatsächliche Anzahl an, die für die Prüfung gefordert wird. Alle Zahlenwerte geben die Menge der Prüflinge an, die für jeden Kapazitätswert zu prüfen ist. Wenn ein Bereich geprüft wird, dann gilt die in der Tabelle angegebene Menge sowohl für die höchste Kapazität als auch die niedrigste Kapazität oder jeden Zwischenwert, der nach 2.1.3.1 in diesem Bereich zu prüfen ist.

b) Ein Kondensator, der in mehr als einer Prüfung durchfällt, wird als ein defekter Kondensator gezählt.

c) Bei den Gruppen 1, 3 und 4 ist eine Nachprüfung bei einem Ausfall zulässig. Bei den Nachprüfungen sind keine Ausfälle zulässig.

d) Bei der Gruppe 2 ist bei einem Ausfall keine Nachprüfung erforderlich. Bei zwei Ausfällen ist eine Nachprüfung gefordert, bei der keine weiteren Ausfälle zulässig sind.

e) Bei Gruppe 5 siehe 2.1.16, wo bei einem Ausfall unter besonderen Bedingungen eine Nachprüfung zugelassen ist.

f) Für die in 2.1.17 beschriebenen Prüfungen werden drei Prüflinge des Klemmenkastens benötigt (Teile aus Isolierstoff, die die Klemmen in ihrer Lage halten).

Ein Prüfling ist für die Kugeldruckprüfung (2.1.17.1) erforderlich, ein Prüfling für die Glühdrahtprüfung (2.1.17.2) und einer für die Prüfung der Kriechstromfestigkeit (2.1.17.3).

Wenn die Anzahl der Defekte bei jeder Gruppe und die Gesamtanzahl der defekten Kondensatoren die in der Tabelle 1 angegebenen Werte nicht überschreiten, muss das Kondensatormodell als mit dieser Norm übereinstimmend angesehen werden.

Wenn ein Kondensator für den Betrieb unter zwei oder mehr verschiedenen Bedingungen (Bemessungsspannungen, Klassen, Bemessungs-Arbeitszyklen usw.) ausgelegt ist, dürfen die folgenden Prüfungen nur einmal bei der höchsten Prüfspannung ausgeführt werden:

- i) Spannungsprüfung zwischen den Anschlüssen (siehe 2.1.7);
- ii) Spannungsprüfung zwischen den Anschlüssen und Gehäuse (siehe 2.1.8);
- iii) Selbstheilprüfung (siehe 2.1.15).

Die Dauerprüfung muss bei jeder Bemessungsspannung und unter allen Betriebsbedingungen durchgeführt werden, die auf dem Kondensator angegeben sind. Die Anzahl der Prüflinge muss dementsprechend berechnet werden.

2.1.3 Stückprüfungen

2.1.3.1 Prüfverfahren

Die Kondensatoren müssen den folgenden Prüfungen in der angegebenen Reihenfolge unterzogen werden:

- a) Dichtheitsprüfung, falls zutreffend (siehe 2.1.12);
- b) Spannungsprüfung zwischen den Anschlüssen (siehe 2.1.7);
- c) Spannungsprüfung zwischen den Anschlüssen und Gehäuse (siehe 2.1.8);
- d) Sichtprüfung (siehe 2.1.6);
- e) Kapazitätsmessung (siehe 2.1.9);
- f) Tangens des Verlustwinkels (siehe 2.1.5).

2.1.4 Messung des Tangens des Verlustwinkels

Der Grenzwert des Tangens des Verlustwinkels und die Messfrequenz müssen vom Hersteller festgelegt werden.

2.1.5 Sichtprüfung

Der Zustand, die Verarbeitungsgüte, die Kennzeichnung und die Oberflächengüte müssen zufrieden stellend sein. Die Kennzeichnung muss während der gesamten Lebensdauer des Kondensators lesbar sein.

Es darf kein Auslaufen von Füllstoff oder eine sichtbare Beschädigung erkennbar sein.

2.1.6 Spannungsprüfung zwischen den Anschlussklemmen

In den Typprüfungen müssen die Kondensatoren einer Wechsellspannungsprüfung unterzogen werden, die in Tabelle 2 festgelegt ist. Die Prüfung muss mit einer annähernd sinusförmigen Spannung bei der Bemessungsfrequenz durchgeführt werden. Die Prüfung darf bei 50 Hz oder 60 Hz durchgeführt werden.

Eine höhere Frequenz darf nach Ermessen des Herstellers angewendet werden.

Tabelle 2 – Prüfspannungen

Kondensatortyp	Verhältnis der Prüfspannung zur Bemessungswechselspannung	Dauer für die Typprüfung s	Dauer für die Stückprüfung s
Selbstheilender Kondensator	1,2	10	2

2.1.7 Spannungsprüfung zwischen den Anschlussklemmen und Gehäuse

Kondensatoren müssen in der Lage sein, eine Prüfung zwischen den (miteinander verbundenen) Anschlussklemmen und dem Gehäuse mit einer im Wesentlichen sinusförmigen Wechselspannung einer Frequenz, die der Bemessungsfrequenz so nahe wie möglich kommt und den folgenden Effektivwert aufweist, 60 s ohne Durchschlag zu widerstehen:

doppelte Bemessungsspannung + 1 000 V, jedoch mindestens 2 000 V.

Wenn das Kondensatorgehäuse aus Isolierstoff besteht, muss bei den Typprüfungen die Prüfspannung zwischen den Anschlussklemmen und den metallischen Montageteilen, falls vorhanden, oder zwischen den Anschlussklemmen und einer Metallfolie angelegt werden, die eng um die Gehäuseoberfläche gelegt ist. Bei Stückprüfungen muss die Prüfspannung zwischen den Anschlussklemmen und einem metallischen Teil, falls vorhanden, angelegt werden.

Die Stückprüfung ist nicht erforderlich, wenn das Gehäuse vollständig aus Isolierstoff hergestellt ist.

Während der Prüfung darf kein Durchschlag des Dielektrikums oder Überschlag auftreten.

2.1.8 Kapazitätsmessung

Die Kapazität muss nach einem Verfahren gemessen werden, das Fehler infolge Oberwellen ausschließt.

Die Messunsicherheit muss besser als 5 % des gesamten Grenzbereiches sein. Bei Typprüfungen darf der absolute Fehler höchstens 0,2 % betragen.

Die Typ- und Stückprüfungen müssen zwischen dem 0,9fachen und dem 1,1fachen der Bemessungsspannung und bei der Bemessungsfrequenz durchgeführt werden.

Andere Messspannungen und Messfrequenzen sind zulässig, wenn nachgewiesen werden kann, dass die gemessene Kapazität um nicht mehr als 0,2 % vom wahren Wert abweicht.

2.1.9 Prüfung der Maße

Die Maße des Gehäuses, der Anschlussklemmen und der Befestigungsvorrichtungen müssen mit den in der Zeichnung angegebenen Maßen übereinstimmen, wobei die Grenzbereichsabweichungen zu berücksichtigen sind.

Zusätzlich müssen die kleinsten, in Tabelle 4 angegebenen Kriech- und Luftstrecken geprüft werden.

2.1.10 Mechanische Prüfungen

Diese Prüfungen müssen mit den betreffenden Prüfungen nach IEC 60068-2 durchgeführt werden.

Zu diesen Prüfungen gehören:

- mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse: Prüfung U, IEC 60068-2-21;
- Löten: Prüfung T, IEC 60068-2-20;
- Schwingen (sinusförmig): Prüfung Fc, IEC 60068-2-6.

2.1.10.1 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse

Der Kondensator muss den Prüfungen Ua, Ub, Uc und Ud nach IEC 60068-2-21 unterzogen werden, soweit diese zutreffend sind.

2.1.10.1.1 Prüfung Ua – Zug

Bei allen Arten der Anschlüsse muss die anzulegende Beanspruchung 20 N betragen.

Bei äußeren Anschlussdrähten muss die Querschnittsfläche mindestens 0,5 mm² betragen.

2.1.10.1.2 Prüfung Ub – Biegen (Hälfte der Anschlüsse)

Diese Prüfung darf nur bei Drahtanschlüssen ausgeführt werden. Es müssen zwei aufeinander folgende Biegungen durchgeführt werden.

2.1.10.1.3 Prüfung Uc – Verdrehen (andere Hälfte der Anschlüsse)

Diese Prüfung darf nur bei Drahtanschlüssen ausgeführt werden. Es müssen zwei aufeinander folgende Umdrehungen von je 180° durchgeführt werden.

2.1.10.1.4 Prüfung Ud – Drehmoment (Schraubanschlüsse)

Diese Prüfung muss an mit Gewinde versehenen Anschlüssen durchgeführt werden.

Die Muttern oder Schrauben müssen mit dem in Tabelle 3 angegebenen Drehmoment angezogen und anschließend wieder gelöst werden. Das Drehmoment muss gleichmäßig aufgebracht werden. Der Werkstoff für die Schraubverbindung muss gegen Rissbildung unter Belastung entsprechend widerstandsfähig sein.

Tabelle 3 – Drehmoment

Gewindedurchmesser		Drehmoment
mm	Zoll	Nm
2,6	–	0,4
3,0	1/8	0,5
3,5	9/64	0,8
4,0	5/32	1,2
5,0	3/16	1,8
5,5	7/32	2,2
6,0	1/4	2,5
8	5/16	5
10	3/8	7
12	1/2	12

2.1.10.1.5 Sichtprüfung

Nach jeder dieser Prüfungen müssen die Kondensatoren einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es darf keine sichtbare Beschädigung vorliegen.

2.1.10.2 Löten

Diese Prüfung darf nur durchgeführt werden, wenn die Anschlussklemmen für eine Lötverbindung vorgesehen sind.

Der Kondensator muss der Prüfung T nach IEC 60068-2-20 unterzogen werden, wobei entweder das Lötbadverfahren oder das Löttropfenverfahren angewendet wird.

Wenn weder das Lötbadverfahren noch das Löttropfenverfahren anwendbar sind, muss die LötKolbenprüfung mit einem LötKolben der Größe A angewendet werden.

Vor und nach der Prüfung muss die Kapazität des Kondensators nach dem in 2.1.9 beschriebenen Verfahren gemessen werden. Es ist keine wahrnehmbare Kapazitätsänderung zulässig.

Im Anschluss an die Prüfvorgänge müssen die Kondensatoren einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es darf keine sichtbare Beschädigung vorliegen.

2.1.10.3 Schwingen

Die Kondensatoren müssen der Prüfung Fc nach IEC 60068-2-6 unterzogen werden, wobei ein Befestigungssystem zu verwenden ist, das dem in der Praxis angewendeten Verfahren ähnelt. Die Prüfschärfe muss betragen:

- $f = 10 \text{ Hz bis } 55 \text{ Hz}$;
- $a = \pm 0,35 \text{ mm}$;
- Prüfdauer je Achse = 10 Frequenzzyklen (3 Achsen jeweils um 90° versetzt), 1 Oktave/min.

Vor und nach der Prüfung muss die Kapazität des Kondensators nach dem in 2.1.9 beschriebenen Verfahren gemessen werden. Es ist keine wahrnehmbare Kapazitätsänderung innerhalb der Grenzen der Messunsicherheit zulässig.

Im Anschluss an die Prüfungen muss der Kondensator der Spannungsprüfung zwischen den Anschlussklemmen und Gehäuse nach 2.1.8 unterzogen werden. Es darf kein Durchschlag des Dielektrikums oder Überslag auftreten.

Im Anschluss an die Prüfvorgänge müssen die Kondensatoren einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es darf keine sichtbare Beschädigung vorliegen.

Es darf kein Auslaufen von Füllstoff oder eine sichtbare Beschädigung erkennbar sein. Es darf kein Durchschlag des Dielektrikums oder Unterbrechung des Kondensatorstromkreises auftreten.

2.1.10.4 Befestigungsschrauben oder -stifte (falls vorgesehen)

Befestigungsschrauben und Befestigungen am Kondensatorkörper müssen eine angemessene Alterungsbeständigkeit besitzen.

Die Haltbarkeit von Befestigungsschrauben oder -stiften muss an vier der nach 2.1.13 (Dauerprüfung) geprüften Prüflinge nach dem folgenden Verfahren überprüft werden.

Vier Kondensatoren müssen auf einer Befestigungsplatte in der Dauerprüfkammer angebracht werden. Die Dicke der Befestigungsplatte muss $(1,5 \pm 0,1) \text{ mm}$ betragen und der Bohrungsdurchmesser muss $\leq 0,5 \text{ mm}$ bis $1,0 \text{ mm}$ größer als der Durchmesser der Befestigungsschraube sein.

Vor dem Beginn der Dauerprüfung sind die in Tabelle 3 angegebenen Drehmomente aufzubringen. Nach Abschluss der Dauerprüfung ist ein Drehmomentenwert von der halben Größe des in Tabelle 3 angegebenen entsprechenden Wertes aufzubringen.

Es sind keine Ausfälle zulässig.

2.1.11 Dichtheitsprüfung

Diese Prüfung ist nicht erforderlich, wenn der Hersteller bescheinigt, dass die Kondensatoren keine Substanzen enthalten, die bei $t_c + 10^\circ\text{C}$ flüssig sind.

Der Kondensator muss in einer Lage montiert werden, in der ein Auslaufen bei einer Temperatur von $10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ über dem zulässigen Höchstwert der Kondensatorbetriebstemperatur am wahrscheinlichsten auftritt, wobei die Zeit ausreichen muss, dass alle Teile des Kondensators diese Temperatur erreichen.

Der Kondensator muss auf dieser Temperatur für eine Stunde gehalten werden, bevor er abkühlt.

Es darf kein Auslaufen auftreten.

Wenn der Kondensator mit einer Abdeckung der Anschlussklemmen versehen ist, sollte die Prüfung auf Dichtheit möglichst vor dem Anbringen der Abdeckung durchgeführt werden. Die Abdeckung muss so angebracht werden, dass die Dichtheit nicht beeinträchtigt wird.

Nach der Prüfung auf Dichtheit muss der Kondensator einer Sichtprüfung auf Flüssigkeitsaustritt und Gehäusebeschädigungen unterzogen werden.

Flüssigkeiten, die die Oberfläche anfeuchten, jedoch keine Tropfen bilden, sind zulässig.

Für Stückprüfungen sind andere vergleichbare Verfahren nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender zulässig.

2.1.12 Dauerprüfung

Diese Prüfung ist für die Bestätigung der Eignung der Kondensatorkonstruktion für die vom Hersteller angegebene Anwendungsklasse vorgesehen.

Für Kondensatoren mit Befestigungsschrauben siehe auch 2.1.11.

Das nachfolgend angegebene Verfahren muss sicherstellen, dass die Gehäusetemperatur des Kondensators so nahe wie möglich an dem zulässigen Höchstwert der Kondensatorbetriebstemperatur liegt.

2.1.12.1 Prüfung in Luft mit verstärkter Zirkulation

Die Kondensatoren müssen in einer Prüfkammer angebracht werden, deren Lufttemperatur konstant innerhalb der Grenzabweichungen von $\pm 2\text{ °C}$ gehalten wird.

Die Luft in der Prüfkammer muss gleichmäßig in Umlauf gehalten werden, doch nicht in dem Maße, dass eine übermäßige Kühlung der Kondensatoren auftritt. Die zu prüfenden Kondensatoren dürfen nicht der direkten Strahlung der Heizelemente in der Prüfkammer ausgesetzt sein.

Der Fühler für den Thermostat, der die Lufttemperatur in der Prüfkammer regelt, muss sich im zirkulierenden Warmluftstrom befinden.

ANMERKUNG 1 Das Erwärmen der Luft darf in einer separaten Prüfkammer erfolgen, von wo aus die Luft über ein Ventil in die Kondensatorprüfkammer geleitet werden kann, wodurch eine gute Verteilung der erwärmten Luft über die Kondensatoren möglich ist.

Die Kondensatoren werden in einer Lage befestigt, die für ein Auslaufen des Imprägniermittels oder Füllstoffs am besten geeignet ist.

Zwischen zylindrischen Kondensatoren darf der Abstand nicht kleiner als ihr Durchmesser und zwischen rechteckigen Kondensatoren nicht kleiner als das Doppelte ihrer kürzeren Grundseite sein.

Der Temperaturfühler eines Temperaturschreibers muss in halber Höhe der Gehäusesseite des Kondensators mit dem niedrigsten Tangens des Verlustwinkels angebracht werden.

Der Thermostat muss auf $(t_c - 15\text{ °C})$ eingestellt sein, anschließend werden die Spannungen an die Kondensatoren mit den entsprechenden Spannungswerten und dem Prüfzyklus angelegt (siehe auch Anhang A). Während der ersten 24 h muss die Abweichung zwischen t_c und der Anzeige des Temperaturschreibers aufgezeichnet werden und es sind die Einstellungen vorzunehmen, mit denen eine Temperatur des Kondensatorgehäuses von $t_c \pm 2\text{ °C}$ sichergestellt wird. Die Prüfung wird anschließend bis zum Ende der entsprechenden Dauer ohne weitere Nachstellung des Thermostats durchgeführt, wobei die Zeit vom ersten Anlegen der Spannung an die Kondensatoren gemessen wird.

ANMERKUNG 2 Jeder einzelne Kondensator sollte mit einem Leistungsschalter oder einer Sicherung geschützt sein.

Die Kondensatoren müssen mit der angegebenen Spannung und dem angegebenen Arbeitszyklus beansprucht werden.

2.1.12.2 Prüfbedingungen

Jeder einzelne Kondensator sollte mit einem Leistungsschalter oder einer Sicherung geschützt sein.

Alle Kondensatoren müssen über einen in Reihe geschalteten Widerstand an der Spannungsquelle angeschlossen sein, mit einem Widerstandswert von annähernd 10 % des Bemessungsscheinwiderstandes des zu prüfenden Kondensators.

Ein Entladewiderstand (wenn nicht im Kondensator eingeschlossen) muss mit jedem Kondensator parallel geschaltet werden. Der Wert des Widerstands muss so bemessen sein, dass dieser vor jedem Anschließen (Einschalten) an das Netz den Kondensator entlädt auf einen Wechselspannungswert von weniger als 5 % der Arbeitsspannung.

Die Prüfung muss unter folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

Prüfspannung: $1,1 U_N$;

Prüffrequenz: 50 Hz oder 60 Hz;

Arbeitszyklus: mit dem auf dem Kondensator gekennzeichneten Arbeitszyklus;

Prüfdauer: 500 h.

Während der Prüfung darf kein dauerhafter Durchschlag, keine dauerhafte Unterbrechung oder kein dauerhafter Überschlag auftreten.

Nach der Erholung müssen die Kondensatoren einer Sichtprüfung und Messung unterzogen werden.

Es darf kein Auslaufen von Füllstoff oder eine sichtbare Beschädigung erkennbar sein. Die Kennzeichnungen müssen lesbar sein.

Die auf die Anfangsmessungen bezogene zulässige Kapazitätsänderung darf höchstens $\pm 10 \%$ betragen.

Bei Prüfungen, die bei 50 Hz durchgeführt wurden, wird die Bemessung für 60 Hz geeignet sein, wenn die festgelegte relative Betriebsdauer um 20 % verringert wird.

Kondensatoren sind bei der gleichen geprüften Arbeitszyklusdauer auch für eine kürzere Einschaltdauer geeignet. Beispielsweise wird eine Zulassung, die bei einer Arbeitszyklusdauer von 60 s und einer Einschaltdauer von 1 s (1,7 % relative Betriebsdauer) erlangt wurde, auch für eine Arbeitszyklusdauer von 60 s und eine Einschaltdauer von 0,33 s (0,55 % relative Betriebsdauer) geeignet sein.

Kondensatoren sind auch für eine längere Arbeitszyklusdauer geeignet, jedoch unter Beibehaltung der gleichen relativen Betriebsdauer bis zu einer maximal zulässigen Einschaltdauer von 10 s. Beispielsweise wird eine Zulassung, die bei einer Arbeitszyklusdauer von 60 s und einer Einschaltdauer von 1 s (1,7 % relative Betriebsdauer) erlangt wurde, auch für eine Arbeitszyklusdauer von 3 min und eine Einschaltdauer von 3 s (gleiche relative Betriebsdauer von 1,7 %) geeignet sein.

2.1.13 Prüfung bei feuchter Wärme

Die Kapazität muss vor der Prüfung gemessen werden (siehe 2.1.9).

Die Prüfung muss nach IEC 60068-2-78 durchgeführt werden. Es ist der Schärfegrad anzuwenden, der auf der Kennzeichnung angegeben ist. Während der Prüfung darf keine Spannung an die Kondensatoren angelegt und keine Messung durchgeführt werden.

Nach der Periode mit feuchter Wärme müssen die Kondensatoren für mindestens 1 h und höchstens 2 h unter Normalklima gelagert werden. Unmittelbar nach dieser Erholungsphase muss die Kapazität nach 2.1.9 gemessen werden.

Nach dieser Prüfung muss die Kapazitätsänderung unter 0,5 % liegen.

2.1.14 Selbstheilprüfung

Selbstheilende Kondensatoren müssen angemessene Selbstheileigenschaften besitzen. Die Übereinstimmung wird mit der folgenden Prüfung überprüft.

Diese Prüfung darf nur mit Kondensatoren durchgeführt werden, die mit  oder SH gekennzeichnet sind.

Die Kondensatoren müssen der in 2.1.7 beschriebenen Prüfung für eine in der zutreffenden Tabelle angegebenen Dauer unterzogen werden.

Wenn weniger als 5 selbstheilende Durchschläge (Clearings) in dieser Zeit auftreten, muss die Spannung mit einer Anstiegsgeschwindigkeit von höchstens 200 V/min erhöht werden, bis 5 selbstheilende Durchschläge seit dem Beginn der Prüfung aufgetreten sind oder bis die Spannung einen Höchstwert von $2,0 U_N$ erreicht hat.

Anschließend muss die Spannung auf den 0,8fachen Wert der Spannung verringert werden, bei der der fünfte selbstheilende Durchschlag aufgetreten ist oder auf das 0,8fache des Höchstwertes der Spannung und für 10 s gehalten werden. Während dieser Dauer darf ein zusätzlicher selbstheilender Durchschlag in jedem Kondensator auftreten.

Für die Kondensatoren gilt die Prüfung als bestanden, wenn die beiden folgenden Anforderungen erfüllt sind:

- a) Kapazitätsänderung $< 0,5 \%$;
- b) RC-Wert ≥ 100 s.

Während der Prüfung dürfen die selbstheilenden Durchschläge mit einem Oszilloskop oder durch akustische oder Hochfrequenz-Prüfverfahren registriert werden.

2.1.15 Zerstörungsprüfung

Diese Prüfung ist freigestellt.

Ein Kondensatortyp, der infolge dieser Prüfung unterbrochen wird, muss mit (P2) gekennzeichnet werden. Ein Kondensatortyp, der infolge dieser Prüfung entweder unterbrochen oder kurzgeschlossen wird, muss mit (P1) gekennzeichnet werden.

ANMERKUNG Die Ausfallart Kurzschluss ist nur bei mit (P1) gekennzeichneten Kondensatoren zulässig. Kondensatoren, die dieser Prüfung nicht unterzogen werden, werden mit (P0) gekennzeichnet.

2.1.15.1 Prüflinge

Die Prüfung ist mit 10 Prüflingen durchzuführen, wobei eine gleich große Anzahl von 10 Prüflingen für eine mögliche Wiederholungsprüfung in Reserve gehalten wird. Die Hälfte der Prüflinge (5 Kondensatoren) muss die Prüfung nach 2.1.4.1 bestanden haben. Die übrigen 5 Kondensatoren müssen die in 2.1.13 beschriebene Dauerprüfung bestanden haben (Gruppe 2).

2.1.15.2 Prüfeinrichtung

2.1.15.2.1 Prüfeinrichtung für Gleichspannungsbeanspruchung

Die Prüfeinrichtung für die Gleichspannungsbeanspruchung ist in Bild 1 dargestellt. Die Gleichspannungsquelle muss eine Leerlaufspannung bis $10 U_N$ liefern können und ein dauerndes Kurzschlussvermögen von mehr als 50 mA haben.

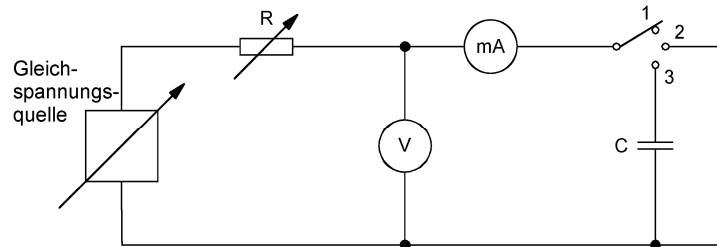


Bild 1 – Prüfeinrichtung für Gleichspannungsbeanspruchung

Die Gleichspannungsquelle wird auf eine Leerlaufspannung von $10 U_N$ in der Schalterstellung 1 eingestellt.

Der einstellbare Widerstand R wird in der Schalterstellung 2 so eingestellt, dass ein Strom von 50 mA fließt.

In der Schalterstellung 3 wird die Gleichspannung an den Kondensator angelegt.

2.1.15.2.2 Prüfeinrichtung für die Wechselspannungs-Zerstörungsprüfung

- Der Kurzzeit-Kurzschlussstrom der Wechselspannungsquelle muss mindestens 300 A betragen.
- Eine träge 25-A-Sicherung und eine einstellbare Induktivität (L) müssen zwischen Wechselspannungsquelle und Kondensator geschaltet werden (siehe Bild 2).

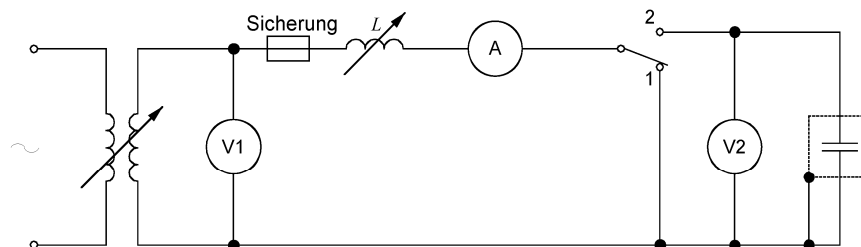


Bild 2 – Prüfeinrichtung für die Wechselspannungs-Zerstörungsprüfung

Die Induktivität muss so eingestellt werden, dass mit dem Schalter in Stellung 1 und bei einer Spannung von $1,3 U_N$ über dem Spannungsmessgerät V_1 ein Strom fließt, der dem 1,3fachen Bemessungsstrom (I_N) des Kondensators entspricht.

Die Spannung wird in der Schalterstellung 2 an den Kondensator gelegt.

ANMERKUNG Die einstellbare Induktivität L in Bild 2 darf durch die in Bild 3 dargestellte Anordnung ersetzt werden; dabei ist T_2 ein Transformator mit festem Übersetzungsverhältnis und L_f eine unveränderliche Induktivität. Zur Einstellung des induktiven Stroms wird der Transformator T_1 mit dem veränderlichen Übersetzungsverhältnis verwendet.

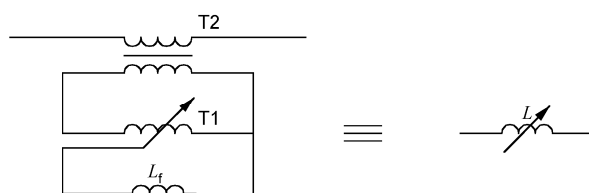


Bild 3 – Anordnung für die einstellbare Induktivität L in Bild 2

2.1.15.3 Durchführung

Diese Prüfung muss in vier Stufen durchgeführt werden:

- Vorbereitung und Vorbehandlung;
- Gleichspannungsbeanspruchung;
- Wechselspannungs-Zerstörungsprüfung;
- Bewertung des Ausfalls.

ANMERKUNG Zweck der Gleichspannungsbeanspruchung ist die Verursachung eines Durchschlags des Dielektrikums. Es ist nicht beabsichtigt, mit der Gleichspannungsbeanspruchung unterbrochene Kondensatoren zu erzeugen.

2.1.15.3.1 Vorbereitung und Vorbehandlung

Alle Prüflinge müssen in folgender Weise vorbereitet und vorbehandelt werden:

Die Kondensatoren müssen eng mit Mull umwickelt und in eine Prüfkammer eingebracht werden, die eine „Luftzirkulation“ besitzt und auf $t_c + 10\text{ °C}$ gehalten wird. Die Temperaturabweichung darf $\pm 2\text{ °C}$ nicht überschreiten. In Vorbereitung auf die Zerstörungsprüfung muss an den Prüflingen für eine Dauer von 2 h die Bemessungsspannung (U_N) bei $t_c + 10\text{ °C}$ angelegt werden. Es sind keine Kondensatoren mit Unterbrechung oder Kurzschluss zulässig.

2.1.15.3.2 Gleichspannungsbeanspruchung

Fünf Kondensatoren, die die Dauerprüfung bestanden haben (Gruppe 2), müssen vor der Gleichspannungsbeanspruchung auf eine Temperatur von $t_c + 10\text{ °C}$ vorgewärmt werden. Die restlichen 5 Kondensatoren, die die Prüfung nach 2.1.4.1 bestanden haben, müssen bei Raumtemperatur geprüft werden.

Die Spannung einer Gleichspannungsquelle (siehe Bild 1) muss mit einer Spannungsanstiegsgeschwindigkeit von etwa 200 V/min von null bis zum Höchstwert von $10 U_N$ erhöht werden, bis ein Kurzschluss auftritt oder $10 U_N$ erreicht sind.

Die Kondensatoren müssen von der Gleichspannungsquelle getrennt werden, wenn die am Spannungsmessgerät angezeigte Spannung null ist oder $10 U_N$ erreicht ist und bereits eine Zeit von 5 min oder eine andere, vom Hersteller festgelegte Zeit verstrichen ist.

Ein Kondensator, der infolge dieser Gleichspannungsbeanspruchung unterbrochen wird, ist durch einen anderen Prüfling zu ersetzen und wird nicht gezählt.

2.1.15.3.3 Wechselspannungs-Zerstörungsprüfung

Wenn die Kondensatoren auf der Temperatur wie für die Gleichspannungsbeanspruchung gehalten worden sind, muss eine Wechselspannung von $1,3 U_N$ an sie angelegt werden.

Wenn der Kondensator selbst heilt (aktiv wird) oder unterbrochen wird, muss die Spannung für 5 min aufrechterhalten werden.

Wenn ein Kurzschluss im Kondensator auftritt, dann muss die Prüfung für 8 h durchgeführt werden. Wenn der Kondensator nach 5 min noch aktiv ist, dann muss die Gleichspannungsbeanspruchung wiederholt werden.

2.1.15.4 Bewertung des Ausfalls

Nach dem Abschluss der Prüfung darf der Mull an keinem Prüfling angebrannt sein, er darf sich jedoch auf Grund von austretenden Substanzen verfärbt haben.

Jeder Kondensator muss Folgendes erfüllen:

- a) ausgetretene flüssige Stoffe dürfen die Kondensatoroberfläche angefeuchtet haben, jedoch dürfen sie nicht als Tropfen herunterfallen;
- b) innere aktive Teile dürfen für den genormten Prüffinger (siehe IEC 60529, Bild 1) nicht zugänglich sein;
- c) ein Brennen oder Glimmen des Mulls darf nicht auftreten, da dies darauf hinweisen würde, dass Flammen oder brennende Teilchen aus den Öffnungen ausgetreten sind;
- d) der Kondensator muss die Prüfung nach 2.1.8 bestehen, wobei die Spannung auf das 0,8fache des angegebenen Wertes verringert ist.

Die Prüfung wird abgeschlossen, wenn 10 Kondensatoren funktionsuntüchtig geworden sind.

Wenn einer der Prüflinge den Kriterien a) oder d) nicht genügt, darf die Prüfung an weiteren 10 Prüflingen wiederholt werden. Die Wiederholungsprüfung müssen jedoch alle Kondensatoren bestehen.

Wenn mehr als ein Prüfling die Kriterien nach a) oder d) nicht erfüllt, muss die Prüfung als nicht bestanden angesehen werden. Alle Kondensatoren müssen die Kriterien b) und c) erfüllen.

Bei Kondensatoren mit Metallgehäuse muss das Gehäuse an einen Pol der Spannungsquelle angeschlossen werden. Wenn ein Unterschied zwischen den Anschlussklemmen des Kondensators gemacht werden kann, muss die Gruppe in zwei Untergruppen aufgeteilt werden. Bei der ersten Untergruppe muss die Anschlussklemme A mit dem Gehäuse verbunden werden, und bei der zweiten Untergruppe muss die Anschlussklemme B mit dem Gehäuse verbunden werden.

2.1.16 Wärmebeständigkeit, Feuerbeständigkeit und Kriechstromfestigkeit

Diese Prüfungen gelten nicht für Kondensatoren mit Zuleitungsanschlüssen.

2.1.16.1 Kugeldruckprüfung

Äußere Teile aus Isolierstoff, die Anschlussklemmen in ihrer Lage halten, müssen ausreichend wärmebeständig sein.

Bei anderen Werkstoffen als Keramik wird die Übereinstimmung geprüft, indem die Teile der Kugeldruckprüfung nach IEC 60309-1, 27.3, bei 125 °C oder bei $t_c + 40$ °C, je nachdem, welche Temperatur die höhere ist, unterzogen werden.

2.1.16.2 Glühdrahtprüfung

Bei anderen Werkstoffen als Keramik wird die Übereinstimmung geprüft, indem die Teile der folgenden Prüfung unterzogen werden.

Äußere Teile aus Isolierstoff, die Anschlussklemmen in ihrer Lage halten, müssen der Glühdrahtprüfung nach IEC 60695-2-10 und IEC 60695-2-11 unterzogen werden, wobei folgende Einzelheiten gelten:

- der Prüfling umfasst einen Satz einzelner Bauteile, die eine Klemmengruppe bilden;
- die Temperatur der Spitze des Glühdrahtes beträgt 550 °C für $I_n \leq 0,5$ A und 850 °C für $I_n > 0,5$ A;

- jede Flamme oder jedes Glimmen des Prüflings muss innerhalb von 30 s nach dem Entfernen des Glühdrahtes verlöschen und brennende Tropfen dürfen fünflagiges Fließpapier nach ISO 4046 nicht entzünden, das horizontal in einem Abstand von (200 ± 5) mm unterhalb der Stelle ausgebreitet ist, an der der Glühdraht an den Prüfling gedrückt wird.

2.1.16.3 Prüfung der Kriechstromfestigkeit

Äußere Teile aus Isolierstoff, die aktive Teile in ihrer Lage halten oder mit derartigen Anschlussklemmen in Berührung stehen, müssen aus einem kriechstromfesten Werkstoff bestehen.

Die Übereinstimmung wird mit der Kriechstromfestigkeitsprüfung nach IEC 60112 bei 250 V an den betreffenden Teilen nach Lösung A überprüft.

2.2 Überlastungen

2.2.1 Höchstwert der Spannung

Die höchste zulässige Spannung an den Anschlussklemmen während des Anlaufens bis zu dem Moment, an dem der Kondensator vom Stromkreis abgeschaltet wird, darf $1,2 U_N$ nicht überschreiten.

Es ist zu empfehlen, dass eine derartige Spannung nicht häufiger als einmal täglich erreicht wird.

2.2.2 Höchstwert des Stromes

Kondensatoren müssen für den Betrieb bei einem Effektivwert des Stromes geeignet sein, der nicht das 1,30fache des Stromes überschreitet, der bei der sinusförmigen Bemessungsspannung und bei Bemessungsfrequenz auftritt, Ausgleichsvorgänge ausgenommen.

Unter Berücksichtigung der Grenabweichungen der Kapazität kann der Höchstwert des Stromes bis zum 1,30fachen des Bemessungsstromes betragen, wobei er proportional im Verhältnis des tatsächlichen Kapazitätswertes zum Bemessungskapazitätswert erhöht ist.

2.2.3 Höchstwert der Blindleistung

Die sich aus dem Betrieb bei Spannungen und Strömen, die die Bemessungswerte überschreiten, ergebende Überlastung (innerhalb der in 2.2.1 und 2.2.2 angegebenen Grenzen) darf nicht das 1,35fache der Bemessungsleistung überschreiten.

Unter Einbeziehung der Grenabweichungen der Kapazität kann die höchste zulässige Ausgangsleistung bis zum 1,35fachen der Bemessungsleistung betragen, wobei sie proportional im Verhältnis des tatsächlichen Kapazitätswertes zum Bemessungswert der Kapazität erhöht ist.

ANMERKUNG Es sollte darauf hingewiesen werden, dass der Betrieb der Kondensatoren bei Überlastung, selbst innerhalb der vorstehend aufgeführten Grenzwerte, die Lebensdauer der Kondensatoren ungünstig beeinflussen kann.

2.3 Sicherheitsanforderungen

2.3.1 Kriech- und Luftstrecken

Die Kriechstrecken über die Außenflächen der Anschlussklemmenisolierung und die Luftstrecke zwischen äußeren Teilen der Anschlussklemmen oder zwischen den aktiven Teilen und dem Metallgehäuse des Kondensators, falls vorhanden, dürfen die in Tabelle 4 angegebenen Mindestwerte nicht unterschreiten.

Diese Mindestabstände müssen für Anschlussklemmen mit oder ohne angeschlossener äußerer Verdrahtung gelten. Sie sind nicht für die inneren Kriech- und Luftstrecken vorgesehen.

Die Anforderungen an Sonderanwendungen müssen erfüllt werden.

Der Beitrag einer Nut mit einer Breite < 1 mm zu einer Kriechstrecke muss auf ihre Breite beschränkt sein.

Ein Luftspalt < 1 mm muss bei der Berechnung der gesamten Luftstrecke vernachlässigt werden.

Kriechstrecken sind Abstände in der Luft, die entlang der Oberfläche von Isolierstoff gemessen werden.

2.3.2 Anschlussklemmen und Anschlussleitungen

Die Anschlussklemmen und nichtlösbare Anschlussleitungen müssen einen Leitungsquerschnitt besitzen, der den Kondensatorstrom mit Sicherheit führt und der eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweisen muss. Die Mindestquerschnittsfläche des Leiters muss $0,5 \text{ mm}^2$ betragen. Isolierte Leitungen müssen den Spannungs- und Temperaturbemessungswerten des Kondensators entsprechen.

Die Hersteller müssen den Nachweis erbringen, dass die mit dem Kondensator gelieferten Leitungen den Strom über den gesamten angegebenen Kapazitäts-, Temperatur- und Spannungsbereich angemessen führen.

2.3.3 Erdungsanschlüsse

Wenn das Metallgehäuse des Kondensators für einen Anschluss an Erde oder einen Neutralleiter vorgesehen ist, müssen Mittel für die Ausführung eines wirkungsvollen Anschlusses vorgesehen werden. Das kann dadurch geschehen, dass der Kondensator in einem ungestrichenen Metallgehäuse geliefert wird oder ein Erdungsanschluss, ein Erdungsleiter oder eine Metallschelle mit sicherer elektrischer Verbindung zum Gehäuse vorgesehen wird.

Der Erdungsanschluss muss unabhängig von der verwendeten Anschlussart mit dem Symbol  gekennzeichnet werden.

Wenn das Metallgehäuse mit einem Gewindestift versehen ist und der Kondensator mit Hilfe dieses Stiftes ohne eine Isolierzwischenlage fest mit dem Metallgehäuse verbunden und der Rahmen dann fest an die Erdung angeschlossen wird, muss der Stift als eine wirkungsvolle Erdverbindung angesehen werden.

Tabelle 4 – Mindestkriech- und -luftstrecken

Bemessungsspannung	Bis einschließlich 24 V mm	Über 24 V bis einschließlich 250 V mm	Über 250 V bis einschließlich 500 V mm	Über 500 V bis einschließlich 1 000 V mm
Kriechstrecken				
1 Zwischen aktiven Teilen unterschiedlicher Polarität	2	3 (2)	5	6
2 Zwischen aktiven Teilen und zugänglichen Metallteilen, die dauerhaft am Kondensator befestigt sind, einschließlich Schrauben oder Vorrichtungen zur Befestigung der Abdeckungen oder zur Befestigung des Kondensators auf der Unterlage	2	4 (2) 3*	6 3*	7
Luftstrecken				
3 Zwischen aktiven Teilen unterschiedlicher Polarität	2	3 (2)	5	6
4 Zwischen aktiven Teilen und zugänglichen Metallteilen, die dauerhaft am Kondensator befestigt sind, einschließlich Schrauben oder Vorrichtungen zur Befestigung der Abdeckungen oder zur Befestigung des Kondensators auf der Unterlage	2	4 (2) 3*)	6 3*	7
5 Zwischen aktiven Teilen und einer ebenen Auflagefläche oder einer losen Metallabdeckung, falls vorhanden, wenn durch den Aufbau nicht sichergestellt ist, dass die Werte von Punkt 4, oben, unter den ungünstigsten Bedingungen eingehalten werden (nur zur Information)	2	6	10	12
ANMERKUNG Die Werte in Klammern gelten für Kriech- und Luftstrecken, die gegen Schmutz geschützt sind. Bei ständig abgedichteten oder mit einer Vergussmasse gefüllten Gehäusen werden die Kriech- und Luftstrecken nicht geprüft. Punkt 5 wurde nur als Hinweis aufgenommen, um die Anforderungen an den Kondensator in der Anwendung anzugeben.				
*) Bei Glas oder einer anderen Isolation mit äquivalenten Kriechstreckeneigenschaften.				

2.3.4 Entladeeinrichtungen

In vielen Fällen sind Entladeeinrichtungen nicht erforderlich. Dies trifft zu, wenn der Kondensator dauerhaft mit der Motorwicklung verbunden ist oder wenn er an einer unzugänglichen Stelle angebracht ist.

Wenn eine Entladevorrichtung vorgegeben ist, muss sie die Spannung an den Anschlussklemmen vom Scheitelwert der Bemessungsspannung auf einen Wert von 50 V innerhalb einer Zeit von 1 min vom Moment des Abschaltens des Kondensators aus verringern.

ANMERKUNG Eine Entladeeinrichtung kann manchmal nicht nur aus Sicherheitsgründen, sondern auch zur Vermeidung einer elektrischen Überbeanspruchung des Kondensators vorgesehen werden. Das kann geschehen, wenn ein abgeschalteter, jedoch noch aufgeladener Kondensator über einen anderen Kondensator anderer Polarität wieder angeschlossen wird.