

	Bahnanwendungen Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen Kondensatoren für Leistungselektronik (IEC 61881:1999) Deutsche Fassung EN 61881:1999	DIN EN 61881
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0115 Teil 430
Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 61881 ICS 31.060.70; 45.060.01 Railway applications – Rolling stock equipment – Capacitors for power electronics (IEC 61881:1999); German version EN 61881:1999 Applications ferroviaires – Matériel roulant – Condensateurs pour électronique de puissance (CEI 61881:1999); Version allemande EN 61881:1999 Die Europäische Norm EN 61881:1999 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61881 wurde am 1. Oktober 1999 angenommen. Fortsetzung Seite 2 und 33 Seiten EN Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 351.1 „Fahrzeuge“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 9/423/CDV (VDE 0115 Teil 430):1997-07.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 323.2.3 S2:1987	IEC 60068-2-3:1969	DIN IEC 60068-2-3:1986-12	–
EN 60068-2-14:1999	IEC 60068-2-14:1984	DIN IEC 60068-2-14:1987-06	–
HD 323.2.20 S3:1988	IEC 60068-2-20:1979	DIN IEC 60068-2-20:1991-04	–
EN 60068-2-21:1999	IEC 60068-2-21:1999	DIN EN 60068-2-21:1999-10	–
–	IEC 60077-1:1999	–	–
EN 60269-1:1998	IEC 60269-1:1998	DIN EN 60269-1 (VDE 0636 Teil 10):1999-11	VDE 0636 Teil 10
EN 60721-3-5:1997	IEC 60721-3-5:1997	DIN EN 60721-3-5:1998-06	–
EN 61373:1999	IEC 61373:1999	DIN EN 61373 (VDE 0115 Teil 106):1999-11	VDE 0115 Teil 106

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60269-1 (VDE 0636 Teil 10), Niederspannungssicherungen –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60269-1:1998); Deutsche Fassung EN 60269-1:1998.

DIN EN 60721-3-5, Klassifizierung von Umweltbedingungen –
Teil 3: Klassen von Umwelteinflussgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 5: Einsatz an und in
Landfahrzeugen (IEC 60721-3-5:1997); Deutsche Fassung EN 60721-3-5:1997.

DIN EN 61373 (VDE 0115 Teil 106), Bahnanwendungen – Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen – Prüfungen für
Schwingen und Schocken (IEC 61373:1999); Deutsche Fassung EN 61373:1999.

DIN IEC 60068-2-3, Elektrotechnik – Grundlegende Umweltprüfverfahren – Prüfungen; Prüfung Ca: Feuchte
Wärme, konstant; Identisch mit IEC 60068-2-3, Ausgabe 1969 (Stand: 1984).

DIN IEC 60068-2-14, Elektrotechnik – Grundlegende Umweltprüfverfahren – Prüfungen; Prüfgruppe N: Tempera-
turwechsel; Identisch mit IEC 60068-2-14, Ausgabe 1984 (Stand: 1986).

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

DIN EN 60068-2-21, Umweltprüfungen – Teil 2-21: Prüfungen; Prüfung U: Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse
und integrierter Befestigungsmittel (IEC 60068-2-21:1999); Deutsche Fassung EN 60068-2-21:1999.

Deutsche Fassung
Bahnanwendungen
Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen
Kondensatoren für Leistungselektronik
(IEC 61881:1999)

Railway applications
Rolling stock equipment
Capacitors for power electronics
(IEC 61881:1999)

Applications ferroviaires
Matériel roulant
Condensateurs pour électronique de puissance
(CEI 61881:1999)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1. Oktober 1999 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 9/522/FDIS, spätere Ausgabe 1 der IEC 61881, ausgearbeitet von dem IEC/TC 9 „Electric railway equipment“ wurde der IEC-CENELEC-Umfrage im Parallelverfahren unterworfen und von CENELEC am 1. Oktober 1999 als EN 61881 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2000-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2002-10-01

Anhänge, die als „normativ“ gekennzeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ gekennzeichnet sind, dienen lediglich der Information.

In dieser Norm sind die Anhänge B, C und ZA normativ und die Anhänge A und D informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61881:1999 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
1 Allgemeines	4
1.1 Anwendungsbereich und Zweck	4
1.2 Normative Verweisungen	4
1.3 Begriffe	5
1.4 Betriebsbedingungen	8
2 Qualitätsanforderungen und Prüfungen	9
2.1 Prüfanforderungen	9
2.2 Einteilung der Prüfungen	9
2.3 Messung der Kapazität und des Verlustfaktors $\tan \delta$ (Stückprüfung)	10
2.4 Messung des Verlustfaktors ($\tan \delta$) des Kondensators (Typprüfung)	10
2.5 Spannungsprüfung zwischen den Anschlüssen	10
2.6 Wechselspannungsprüfung zwischen Anschlüssen und Gehäuse	11
2.7 Prüfung der eingebauten Entladevorrichtung	11
2.8 Dichtheitsprüfung	11
2.9 Stoßentladungsprüfung	12
2.10 Prüfung der thermischen Stabilität	12
2.11 Prüfung der Selbstheilungseigenschaften	13
2.12 Messung der Resonanzfrequenz	13
2.13 Umweltprüfungen	13
2.14 Mechanische Prüfung	14
2.15 Dauerprüfung	14
2.16 Zerstörungsprüfung	16
2.17 Ausschaltprüfung von Sicherungen	19
2.18 Teilentladungsmessungen (wahlweise Typprüfung)	21
3 Überlastungen	21
3.1 Maximal zulässige Spannung	21

	Seite
4 Sicherheitsanforderungen	21
4.1 Entladevorrichtung	21
4.2 Gehäuseanschlüsse	22
4.3 Schutz der Umwelt	22
4.4 Weitere Sicherheitsanforderungen	22
5 Aufschriften	22
5.1 Aufschriften der Kondensatoreinheit	22
6 Anleitung für Einbau und Betrieb	23
6.1 Allgemeines	23
6.2 Auswahl der Bemessungsspannung	23
6.3 Betriebstemperatur	23
6.4 Besondere Betriebsbedingungen	24
6.5 Überspannungen	24
6.6 Überlastströme	24
6.7 Schalt- und Schutzeinrichtungen	24
6.8 Auswahl der Kriech- und Luftstrecken	24
6.9 Anschlüsse	24
6.10 Parallelschaltungen von Kondensatoren	24
6.11 Reihenschaltungen von Kondensatoren	25
6.12 Magnetische Verluste und Wirbelströme	25
6.13 Richtlinie für den Schutz durch Sicherungen und Trennvorrichtungen	25
Anhang A (informativ) Kurvenformen	26
Anhang B (normativ) Betriebsgrenzwerte von Kondensatoren bei sinusförmiger Spannung und maximaler Temperatur ($\theta_{\max}$) als Funktion der Frequenz	28
Anhang C (normativ) Messverfahren für die Resonanzfrequenz – Beispiele	30
Anhang D (informativ) Literaturhinweise	32
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	33

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm gilt für Leistungskondensatoren, die für den Einsatz in Bahnfahrzeugen vorgesehen sind.

Die Bemessungsspannung der in diesem Teil behandelten Kondensatoren ist auf 10 000 V begrenzt.

Die Betriebsfrequenz der Anlagen, in denen diese Kondensatoren eingesetzt werden, ist üblicherweise kleiner als 2500 Hz, während Impulsfrequenzen einige 1000 Hz erreichen können und in einigen Fällen über 10 000 Hz liegen.

Es wird zwischen Wechselspannungskondensatoren und Gleichspannungskondensatoren unterschieden.

Sie werden als Bauelemente angesehen, die in einem Gehäuse untergebracht sind.

ANMERKUNG Die vorliegende Norm behandelt einen äußerst großen Bereich von Kondensatortechnologien für vielfältige Anwendungen: Überspannungsschutz, Gleichspannungs- und Wechselspannungsfilterung, Schaltstromkreise, Gleichspannungs-Energiespeicherung, Hilfsbetriebe-Umrichter usw.

Folgende Kondensatoren werden in der vorliegenden Norm ausgeschlossen:

- Kondensatoren für Induktionserwärmungsanlagen für Frequenzen zwischen 40 Hz und 24 000 Hz (siehe IEC 60110);
- Kondensatoren für Motoren und ähnliche Anwendungen (siehe IEC 60252);
- Kondensatoren, die in Energieversorgungsanlagen für das Abblocken einer Oberwelle oder mehrerer Oberwellen eingesetzt werden;
- kleine Wechselspannungskondensatoren für Leuchtstoff- und Entladungslampen (siehe IEC 61048 und IEC 61049);
- Funkentstörkondensatoren (siehe IEC 60384-14);
- Parallelkondensatoren für Wechselspannungs-Starkstromanlagen mit einer Bemessungsspannung über 1000 V (siehe IEC 60871-1 und IEC 60871-2);
- selbstheilende Parallelkondensatoren für Wechselstromanlagen mit einer Bemessungsspannung bis einschließlich 1000 V (siehe IEC 60831-1 und IEC 60831-2);
- nicht selbstheilende Parallelkondensatoren für Wechselstromanlagen mit einer Bemessungsspannung bis einschließlich 1000 V (siehe IEC 60931-1 und IEC 60931-2);
- Kondensatoren, die nicht in Stromkreisen der Leistungselektronik eingesetzt werden (siehe IEC 60080 und IEC 60166);
- Reihenkondensatoren für Starkstromanlagen (siehe IEC 60143);
- Koppelkondensatoren und Spannungsteilerkondensatoren (siehe IEC 60358);
- Kondensatoren für Anwendungen, die eine große Energiespeicherung/einen hohen Entladestrom erfordern, wie in Fotokopierern und Lasergeräten;
- Kondensatoren für Mikrowellenkochgeräte.

Beispiele werden in Abschnitt 6 angegeben.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweis in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle normativen Schriftstücke unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf der vorliegenden Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im Folgenden genannten normativen Schriftstücke angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen normativen Schriftstücke.

IEC 60068-2-3, *Grundlegende Umweltprüfverfahren – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Ca: Feuchte Wärme (Konstantprüfung)*.

IEC 60068-2-14, *Grundlegende Umweltprüfverfahren – Teil 2: Prüfungen; Prüfung N: Temperaturwechsel*.

IEC 60068-2-20, *Grundlegende Umweltprüfverfahren – Teil 2: Prüfungen; Prüfung T: Lötung*.

IEC 60068-2-21, *Umweltprüfungen – Teil 2-21: Prüfungen – Prüfung U: Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse und integrierter Befestigungsmittel*.

IEC 60077-1, *Bahnanwendungen – Elektrische Betriebsmittel für Bahnfahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Betriebsbedingungen und allgemeine Regeln*¹⁾.

IEC 60269-1, *Niederspannungssicherungen – Allgemeine Anforderungen*.

IEC 60721-3-5, *Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflussgrößen und deren Grenzwerte – Hauptabschnitt 5: Einsatz an und in Landfahrzeugen*.

IEC 61373, *Bahnanwendungen – Betriebsmittel für Fahrzeuge – Prüfungen für Schwingen und Schocken*.

1) Im Druck.

1.3 Begriffe

Für die Anwendung der vorliegenden Norm gelten folgenden Begriffe:

1.3.1

Kondensatorelement (oder Element)

untrennbare Einheit eines Kondensators, die aus zwei Elektroden besteht, die durch ein Dielektrikum getrennt sind

1.3.2

Kondensatoreinheit (oder Einheit)

Anordnung von einem oder mehreren Kondensatorelement(en) im selben Gehäuse mit herausgeführten Anschlüssen

1.3.3

Kondensatorbatterie

Anordnung von zwei oder mehreren Kondensatoreinheiten, die elektrisch miteinander verbunden sind

1.3.4

Kondensator

allgemeiner Begriff, der dann angewendet wird, wenn es nicht notwendig ist, einen Bezug auf „Element“, „Einheit“ oder „Batterie“ festzulegen

1.3.5

Kondensatoranlage

aus Kondensatoreinheiten bestehende Anlage mit ihrem Zubehör, die für den Einsatz in einem Netz vorgesehen ist

1.3.6

Leistungskondensator

Kondensator, der für den Einsatz in der Leistungselektronik vorgesehen ist und im Dauerbetrieb bei sinusförmigen und bei nicht sinusförmigen Strömen und Spannungen betrieben werden kann

1.3.7

Metallfolienkondensator (nicht selbstheilend)

Kondensator, dessen Elektroden üblicherweise aus Metallfolien bestehen, die durch ein Dielektrikum getrennt sind, und der sich im Falle eines Durchschlags des Dielektrikums nicht selbst wiederherstellen kann

1.3.8

selbstheilender Kondensator mit metallisiertem Dielektrikum

Kondensator, bei dem die Elektroden metallisiert sind (üblicherweise durch Aufdampfung); im Falle eines Durchschlags des Dielektrikums kann sich der Kondensator selbst wiederherstellen

1.3.9

Wechselspannungskondensator

Kondensator, der hauptsächlich für das Betreiben an Wechselspannungen ausgelegt ist

ANMERKUNG Wechselspannungskondensatoren dürfen nur dann an Gleichspannungen bis zur Bemessungsspannung betrieben werden, wenn der Hersteller dies zulässt.

1.3.10

Gleichspannungskondensator

Kondensator, der hauptsächlich für das Betreiben an Gleichspannungen ausgelegt ist

ANMERKUNG Gleichspannungskondensatoren dürfen nur dann an einer festgelegten Wechselspannung betrieben werden, wenn der Hersteller dies zulässt.

1.3.11

Kondensatormodell

kleinere Einheit, die bei einer elektrischen Prüfung eine vollständige Einheit oder ein vollständiges Element nachbildet, ohne dabei den Schärfegrad der elektrischen, thermischen oder mechanischen Bedingungen zu verringern

ANMERKUNG Die Summe der Beanspruchungen sollte stets beachtet werden, beispielsweise die Summe Temperatur, mechanischen Bedingungen und elektrischen Beanspruchungen.

1.3.12

eingebaute Sicherung

Einrichtung im Inneren des Kondensators, die im Falle eines Durchschlags ein Element oder eine Gruppe von Elementen trennt

1.3.13 Überdruck-Einrichtungen

1.3.13.1

Überdruck-Trennvorrichtung

Trennvorrichtung, die dafür ausgelegt ist, den Strompfad im Falle einer ungewöhnlichen Zunahme des Innendrucks zu unterbrechen

1.3.13.2

Überdruck-Melder

Einrichtung, die dafür vorgesehen ist, einen anomalen internen Druckanstieg durch einen elektrischen Kontakt/Signalgeber zu melden und dadurch den Strompfad zu unterbrechen

1.3.14

eingebaute Entladevorrichtung

Einrichtung, die im Kondensator zwischen den Anschlüssen der Einheit angeschlossen und in der Lage ist, die Restspannung wirksam auf Null zu verringern, nachdem der Kondensator von der Stromversorgung getrennt worden ist

1.3.15

Bemessungs-Wechselspannung (U_N)

maximaler wiederkehrender Scheitelwert der Betriebsspannung in jeder Polarität einer wechselförmigen Spannung, für die der Kondensator ausgelegt ist

ANMERKUNG 1 Die Wellenform kann vielgestaltig sein. Beispiele werden in [Anhang A](#) angegeben.

ANMERKUNG 2 Der Mittelwert der Wellenform kann positiv oder negativ sein.

ANMERKUNG 3 Es ist zu beachten, dass die Bemessungs-Wechselspannung kein Effektivwert ist.

ANMERKUNG 4 Die Begriffe, die in der vorliegenden Norm verwendet werden, können von den Begriffen in IEC 60077-1 abweichend sein.

1.3.16 Bemessungs-Gleichspannung (U_{NDC})

maximaler Scheitelwert der Betriebsspannung in jeder Polarität einer nicht wechselförmigen Spannung, für die der Kondensator bei Dauerbetrieb ausgelegt ist

Dämpfungskondensatoren für GTO-Thyristoren können als Gleichspannungskondensatoren angesehen werden, bei denen die Welligkeitsspannung gleich der Bemessungs-Gleichspannung $U_{NDC} = U_r$ ist.

Die Verwendung bei Rückspannung muss zwischen Käufer und Hersteller vereinbart werden.

ANMERKUNG Wenn der prozentuale Anteil der Rückspannung klein ist (weniger als 10 %), kann die Kurvenform der Spannung als nicht umkehrende Spannung betrachtet werden. Bei der Prüfung sollten U_{NDC} und U_r bis auf U (U = Rückspannung) erhöht werden.

1.3.17

Welligkeitsspannung (U_r)

Scheitel-Scheitel-Wert der Wechselkomponente einer unipolaren Spannung

1.3.18

nicht wiederkehrende Stoßspannung (U_s)

Scheitelspannung, die durch einen Schaltvorgang oder eine sonstige Störung des Systems hervorgerufen wird, die für eine begrenzte Anzahl und kürzere Dauer als die Grundperiode zulässig ist

1.3.19

Isolationsspannung (U_i)

Effektivwert der sinusförmigen Spannung, welche die Isolation zwischen den Klemmen des Kondensators und gegenüber dem Gehäuse oder der Erde kennzeichnet. Wenn nicht anders festgelegt, ist der Effektivwert der Isolationsspannung gleich der durch $\sqrt{2}$ dividierten Bemessungsspannung

1.3.20

maximaler Scheitelstrom ($\hat{I}$)

maximale Amplitude des Stroms, die während des Dauerbetriebs auftreten kann

1.3.21

maximaler Strom ($I_{\max}$)

maximaler Effektivwert des Stroms bei Dauerbetrieb

1.3.22

maximaler Stoßstrom (I_s)

zulässiger Scheitelstrom, der durch einen Schaltvorgang oder eine Störung der Anlage verursacht wird und für eine begrenzte Häufigkeit zulässig ist

1.3.23

Impulsfrequenz (f_p)

Folgefrequenz der periodischen Stromimpulse

1.3.24

Stromimpulsbreite (τ)

Dauer des Stromflusses während des Aufladens oder Entladens des Kondensators von einem Spannungswert zu einem anderen

ANMERKUNG Beispiele für Wellenformen von Stromimpulsen werden in [Anhang A](#) gezeigt.

1.3.25

Resonanzfrequenz (f_r)

niedrigste Frequenz, bei der die Impedanz des Kondensators am kleinsten wird

1.3.26 **Arbeitszyklus**

1.3.26.1

Dauerbetrieb

Betriebsdauer des Kondensators ist so, dass er sich überwiegend im thermischen Gleichgewicht befindet

1.3.26.2

Aussetzbetrieb

diskontinuierlicher Betrieb mit veränderlichen Belastungen, die als EIN/AUS- oder 1/0-Perioden mit ihrer zugehörigen Dauer beschrieben werden sollten

1.3.27

Betriebstemperatur

Temperatur an der heißesten Stelle des Gehäuses des Kondensators, wenn er sich im thermischen Gleichgewicht befindet

1.3.28

niedrigste Betriebstemperatur ($\Theta_{\min}$)

niedrigste Temperatur, bei der ein Kondensator mit Energie gespeist werden darf

1.3.29

Gehäuseerwärmung ($\Delta\Theta_{\text{case}}$)

Temperaturdifferenz zwischen der heißesten Stelle des Gehäuses und der Temperatur der Kühlluft

1.3.30

Temperatur der Kühlluft (Θ_{amb})

Temperatur der Kühlluft, die an der heißesten Stelle des Kondensators bei thermischer Stabilität in der Mitte zwischen zwei Einheiten gemessen wird

Bei nur einer Einheit ist es die Temperatur, die an einem Punkt in einem Abstand von etwa 0,1 m vom Kondensatorgehäuse bei zwei Dritteln der Höhe von der Standfläche aus gemessen wird.

1.3.31

maximale Betriebstemperatur ($\Theta_{\max}$)

höchste Gehäusetemperatur, bei der ein Kondensator betrieben werden kann

1.3.32

thermische Stabilität

thermisch stabiler Endzustand, der am Kondensator bei konstanter Leistung und konstanter Kühllufttemperatur erreicht wird

1.3.33

Kondensatorverluste

Wirkleistung, die im Kondensator umgesetzt wird

ANMERKUNG Wenn nicht anders festgelegt, werden zu den Kondensatorverlusten die Verluste aus eingebauten Sicherungen und Entladewiderständen hinzugerechnet.

Bei hohen Frequenzen sind die Kondensatorverluste infolge Verlusten an Anschlüssen, Kontakten und Elektroden vorherrschend.

1.3.34

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

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

1.3.35

äquivalenter Reihenwiderstand eines Kondensators

Wirkwiderstand, der bei Reihenschaltung mit einem idealen Kondensator mit einer Kapazität gleich dem des zu untersuchenden Kondensators sein würde und die gleiche Verlustleistung wie die in diesem Kondensator umgesetzte Wirkleistung unter festgelegten Betriebsbedingungen haben würde

1.3.36

maximale Verlustleistung ($P_{\max}$)

maximale Verlustleistung, mit der der Kondensator bei maximaler Gehäusetemperatur beansprucht werden kann

1.3.37

maximale Frequenz bei maximaler Verlustleistung und maximalem Strom (f_2)

Frequenz, bei welcher der maximale Strom ($I_{\max}$) die maximale Verlustleistung ($P_{\max}$) im Kondensator verursacht

1.4 Betriebsbedingungen

ANMERKUNG Siehe IEC 60077-1.

1.4.1 Normale Betriebsbedingungen

Diese Norm enthält Festlegungen für Kondensatoren für die Verwendung unter folgenden Bedingungen:

1.4.1.1 Höhe

Nicht über 1200 m.

ANMERKUNG Wenn die Höhe 1200 m überschreitet, sollten die Auswirkungen der Höhe auf die Konvektionskühlung und die äußere Isolierung berücksichtigt werden.

1.4.1.2 Temperatur

Die klimatischen Umgebungstemperaturen werden aus IEC 60721-3-5 Klasse 5K2 abgeleitet, die einen Bereich von -25 °C bis $+40\text{ °C}$ umfasst.

Liegt die Umgebungstemperatur außerhalb dieses Bereichs, muss dies zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden.

Der obere Grenzwert der Gehäusetemperatur $\theta_{\max}$, bei der der Kondensator betrieben werden kann, muss aus den Werten 55 °C , 70 °C und 85 °C ausgewählt werden.

1.4.1.3 Betriebstemperatur bei Zwangsbelüftung

Wenn Kondensatoren für eine Zwangskühlung mit einem strömenden Medium ausgelegt sind, müssen die in 1.4.1.2 festgelegten Bedingungen für die Betriebstemperatur beachtet werden.

Die folgende Tabelle 1 mit Vorzugstemperaturen des Kühlmittels muss angewendet werden.

Tabelle 1 – Maximaltemperatur ($^{\circ}\text{C}$) des Kühlmittels für unbegrenzte Dauer

Eintrittstemperatur $^{\circ}\text{C}$	Austrittstemperatur $^{\circ}\text{C}$
35	40
45	50
55	60

Die niedrigste Eintrittstemperatur des Kühlmittels kann -25 °C betragen.

Für die Festlegung der oberen Temperaturgrenze des Kühlmittels gibt es zwei Verfahren, bei der entweder die Eintrittstemperatur oder die Austrittstemperatur verwendet wird.

Wenn nicht anders vereinbart, bleibt die Auswahl des Verfahrens dem Kondensatorenhersteller überlassen.

Für das Verfahren mit der Eintrittstemperatur muss die Strömung des Kühlmittels festgelegt werden.

1.4.2 Ungewöhnliche Betriebsbedingungen

Diese Norm gilt nicht für Kondensatoren, deren Betriebsbedingungen so sind, dass sie im Allgemeinen nicht in Übereinstimmung mit den Anforderungen der vorliegenden Norm sind, wenn nicht zwischen Hersteller und Käufer etwas anderes vereinbart worden ist.

Ungewöhnliche Betriebsbedingungen machen zusätzliche Messungen erforderlich, um sicherzustellen, dass die Bedingungen dieser Norm selbst unter diesen ungewöhnlichen Bedingungen eingehalten werden.

2 Qualitätsanforderungen und Prüfungen

2.1 Prüfanforderungen

2.1.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt Prüfanforderungen für Kondensatoreinheiten.

2.1.2 Prüfbedingungen

Wenn es für eine besondere Prüfung oder Messung nicht anders festgelegt wird, muss die Temperatur des Kondensatordielektrikums im Bereich von +5 °C bis +35 °C liegen.

Bei erforderlichen Korrekturen muss die Bezugstemperatur +20 °C betragen, wenn zwischen Hersteller und Käufer nichts anderes vereinbart worden ist.

ANMERKUNG Unter der Voraussetzung, dass sich der Kondensator für eine ausreichende Dauer im spannungslosen Zustand bei konstanter Umgebungstemperatur zum Erreichen der thermischen Stabilität befindet, darf angenommen werden, dass die Temperatur des Dielektrikums gleich der Umgebungstemperatur ist.

Prüfungen und Messungen mit Wechselspannungen müssen mit einer sinusförmigen Spannung bei einer Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz durchgeführt werden, wenn nichts anderes festgelegt ist.

2.2 Einteilung der Prüfungen

Die Prüfungen werden eingeteilt in:

2.2.1 Stückprüfungen

Es werden folgende Stückprüfungen durchgeführt:

- a) äußere Sichtprüfung (2.14.2);
- b) Spannungsprüfung zwischen den Anschlüssen (2.5.2);
- c) Spannungsprüfung zwischen Anschlüssen und Gehäuse (2.6.1);
- d) Messungen der Kapazität und des Verlustfaktors ($\tan \delta$) (2.3);
- e) Prüfung der inneren Entladevorrichtung (2.7);
- f) Dichtheitsprüfung (2.8).

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

Auf Anforderung muss dem Käufer ein Prüfzeugnis mit den einzelnen Prüfergebnissen ausgestellt werden.

Die Prüfungen sind in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen.

2.2.2 Typprüfungen

Wenn nicht anders festgelegt, muss jeder Kondensatorprüfling, der für die Typprüfung vorgesehen ist, zunächst sämtliche durchgeführten Stückprüfungen bestanden haben.

Es werden folgende Typprüfungen durchgeführt:

- a) mechanische Prüfungen (2.14);
- b) Spannungsprüfung zwischen den Anschlüssen (2.5.3);
- c) Spannungsprüfung zwischen Anschlüssen und Gehäuse (2.6.2);
- d) Stoßentladungsprüfung (2.9);
- e) Prüfung der Selbstheilungseigenschaften (2.11);
- f) Umweltprüfung (2.13) – mechanische Prüfung (2.14);
- g) Messung des Tangens des Verlustfaktors ($\tan \delta$) (2.4);
- h) Prüfung der thermischen Stabilität (2.10);
- i) Prüfung der inneren Entladevorrichtung (2.7);
- j) Messung der Resonanzfrequenz (2.12);
- k) Dauerprüfung zwischen den Anschlüssen (2.15);
- l) Ausschaltprüfung an Sicherungen (2.17);
- m) Zerstörungsprüfung (2.16).

Typprüfungen sind vorgesehen, um den fehlerfreien Zustand der Konstruktion des Kondensators und seine Eignung unter den Betriebsbedingungen zu überprüfen, die in dieser Norm aufgeführt sind.

Typprüfungen müssen vom Hersteller durchgeführt werden; dem Käufer muss auf Anforderung ein Prüfzeugnis mit den einzelnen Prüfergebnissen ausgestellt werden.

Diese Prüfungen müssen an einem Kondensator durchgeführt werden, dessen Bauart mit dem vertraglich vereinbarten Kondensator übereinstimmt, oder an einem Kondensator mit einer Bauart, der bei der Prüfung den gleichen oder noch schärferen Prüfbedingungen entspricht.

Es ist nicht erforderlich, dass sämtliche Typprüfungen mit demselben Kondensatorprüfling durchgeführt werden müssen.