

Bestimmungen für Kondensatoren

Teil 4 Bestimmungen für Leistungskondensatoren

VDE 0560

Teil 4/4.73

Dies sind VDE-Bestimmungen im Sinne von VDE 0022/1.64

Aufgestellt vom VDE/FNE-Gemeinschaftsausschuß „Kondensatoren“

Inhalt

A. Gültigkeit

- § 1 Geltungsbeginn
- § 2 Geltungsbereich

B. Begriffserklärungen

- § 3 Begriffsbestimmungen

C. Sicherheitsbestimmungen

- § 4 Allgemeine Sicherheitsbestimmungen
- § 5 Entladevorrichtung
- § 6 Gehäuseanschluß

D. Baubestimmungen

- § 7 Kapazität
- § 8 Isolierung
- § 9 Temperaturbereich
- § 10 Zulässige Überlastungen
- § 11 Leistungsschild

E. Prüfungen

- § 12 Art der Prüfungen
- § 13 Messung der Kapazität
- § 14 Messung der Kondensatorverluste
- § 15 Prüfung auf Wärmegleichgewicht
- § 16 Spannungsprüfungen

Deutsche Elektrotechnische Kommission · Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA gemeinsam mit Vorschriftenausschuß des VDE

Die vorliegende Fassung gilt, bis eine Änderung oder Neufassung gemäß einer Bekanntmachung in der ETZ in Kraft tritt.

VDE-Verlag GmbH, 1 Berlin 12 (Charlottenburg)

VDE-Verl.-Nr. 0560004



Documents

Document Sharing Hub

F. Errichtungs- und Betriebsanleitung

- § 17 Allgemeines
- § 18 Wahl der Nennspannung
- § 19 Betriebstemperatur
- § 20 Besondere Umwelteinflüsse
- § 21 Überspannungen und Spannungserhöhungen
- § 22 Überströme und Stromerhöhungen
- § 23 Schaltgeräte und Schutzeinrichtungen
- § 24 Wahl des Isolationspegels
- § 25 Kondensatoren in Netzen mit Tonfrequenz-Rundsteueranlagen

Anhang A Teilentladungsprüfung (TE-Prüfung)**Anhang B** Berechnung der Leistung eines Dreiphasenkondensators
aus 3 Einphasen-Kapazitätsmessungen**A. Gültigkeit****§ 1 Geltungsbeginn**

- a) Die Bestimmungen gelten ab 1. April 1973¹⁾.
- b) VDE 0560 Teil 4/11.63 wird am 30. September 1973 ungültig.

§ 2 Geltungsbereich

- a) Diese Bestimmungen gelten für Leistungskondensatoren zum Verbessern des Leistungsfaktors, die für Starkstromanlagen in Höhenlagen bis 1000 m über N. N. mit Nennfrequenzen bis 100 Hz nach VDE 0100 „Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V“ und VDE 0101 „Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV“ bestimmt sind.

*Anmerkung:**DIN 48500 beachten.*

- b) Diese Bestimmungen gelten nicht für
 1. Kondensatoren für Entladungslampen (siehe VDE 0560 Teil 6)
 2. Motorkondensatoren (siehe VDE 0560 Teil 8)
 3. Kondensatoren für Anlagen zur induktiven Wärmeerzeugung (siehe VDE 0560 Teil 9)

¹⁾ Genehmigt vom Vorstand des VDE im Februar 1973, bekanntgegeben in ETZ-B 23 (1971) Heft 24 und 25 (1973) Heft 6.

Entwicklungsgang:	Genehmigt:	Gültig ab:	Bekanntmachung im ETZ:
VDE 0560 Teil 4/5.56	1.56	1. 3.56	A 1954, S. 675; 1956, S. 503; 1957, S. 127
VDE 0560 Teil 4/11.63	9.63	1.11.63	A 1962, S. 634, 669; 1963, S. 705

4. Reihenkondensatoren für Stromversorgungsnetze (siehe IEC-Publ. 143)
 5. Kondensatoren für Reiheneinspeisung bei TRA-Anlagen
- c) Für die folgenden Kondensatoren gelten zusätzlich die Festlegungen in VDE 0560 Teil 4 A:
1. Kondensatoren für erhöhte Spannungsbelastbarkeit
 2. Kondensatoren für erhöhte Strombelastbarkeit
 3. Kondensatoren in Filterkreisen
 4. Kopplungskondensatoren für Tonfrequenz-Rundsteueranlagen (Paralleleinspeisung)
 5. Tonfrequenzgesperrte Leistungskondensatoren
 6. Reihenkondensatoren für Sperrkreise zur Tonfrequenzentkopplung von Stromversorgernetzen
 7. Kondensatoren für Innenraumaufstellung
- d) Diese Bestimmungen gelten für Kondensatoren im Gesamtbereich der Kühllufttemperatur von -40 °C bis $+50\text{ °C}$. Die Kondensatoren sind jeweils für einen Teilbereich, d.h. für eine der in § 9 angegebenen Temperaturklassen bestimmt.

B. Begriffserklärungen

§ 3 Begriffsbestimmungen

- a) **Kondensatoreinheit** ist die bauliche Vereinigung eines oder mehrerer **Kondensatorelemente** (Kondensatorwickel) in einem Gehäuse mit Durchführungen.
- b) **Kondensatorbatterie** besteht aus mehreren Kondensatoreinheiten, die elektrisch miteinander verbunden sind.
- c) **Kondensator**. Diese Bezeichnung wird angewendet, wenn es nicht erforderlich ist, die verschiedenen Bedeutungen der Begriffe Kondensatoreinheit oder Kondensatorbatterie besonders zu betonen.
- d) **Kondensatoranlage** ist die Gesamtheit von Kondensatoreinheiten oder Kondensatorbatterien und deren Zubehör (z. B. Schaltgeräte, Entladungsvorrichtungen, Verbindungsleitungen).
- e) **Entladevorrichtung** ist ein Betriebsmittel, das die Entladung des Kondensators nach dem Abschalten sicherstellt.
- f) **Nennspannung** U_N ist der Effektivwert der sinusförmigen Spannung zwischen den Klemmen, für die der Kondensator für den Dauerbetrieb bemessen ist. Bei mehrphasigen Kondensatoreinheiten bezieht sich die Kondensatornennspannung auf das Klemmenpaar, an dem die höchste Spannung auftritt.

- g) **Isolationspegel** U_i ist eine Gruppe von Nenn-Stehwechsel- und Nenn-Stehstoßspannungen, denen die Isolierung einer Kondensatoreinheit oder Kondensatorbatterie zwischen den verbundenen Klemmen und dem Gehäuse bzw. den zu erdenden Metallteilen standhalten muß.
- h) **Nennleistung** Q_N ist die Blindleistung des Kondensators bei Nennspannung, Nennkapazität und Nennfrequenz.
- i) **Nennstrom** I_N ist der Effektivwert des über eine Klemme fließenden Stromes bei Nennspannung, Nennkapazität und Nennfrequenz.
- k) **Verlustleistung** P des Kondensators ist die vom Kondensator aufgenommene Wirkleistung.
Anmerkung:
Falls nicht anders festgelegt, wird unter Kondensatorverlusten die Summe aller im Innern des Kondensators auftretenden Verluste (also einschließlich Stromwärmeverlusten in Leitungen, Sicherungen und Entladewiderständen) verstanden.
- i) **Verlustfaktor** $\tan\delta$ ist die Verlustleistung des Kondensators dividiert durch seine Blindleistung.
- m) **Höchste Betriebsspannung eines Netzes** U_m ist der Effektivwert der Netzspannung zwischen zwei Außenleitern, der unter normalen Betriebsbedingungen ohne Berücksichtigung nichtstationärer Vorgänge zu irgendeiner Zeit an irgendeiner Stelle der Netze auftreten können.
- n) **Umgebungstemperatur** ϑ_u ist die Temperatur der Luft gemessen am vorgesehenen Aufstellungsort des Kondensators.
- o) **Kühllufttemperatur** ϑ_k ist die Temperatur der kühlenden Luft im Betrieb, gemessen an der wärmsten Stelle der Kondensatorbatterie mitten zwischen zwei Kondensatoreinheiten. Ist nur eine Kondensatoreinheit vorhanden, dann wird die Temperatur in einem Abstand von ungefähr 30 cm vom Gehäuse der Kondensatoreinheiten und in zwei Drittel ihrer Höhe, an ihrer Breitseite von der Basis aus gemessen.
- p) **Übertemperatur des Gehäuses** ist der Unterschied zwischen der Temperatur an der wärmsten Stelle des Gehäuses und der Kühllufttemperatur.
- q) **Standard-Prüftemperatur:** 15 bis 35 °C. Falls Korrekturen erforderlich sind, ist auf 20 °C zu beziehen. Diese Temperatur bezieht sich sowohl auf die Umgebungstemperatur im Prüfraum als auch auf die Temperatur des Kondensators selbst vor Beginn der Prüfung.
- r) **Selbstheilender Leistungskondensator** ist ein Leistungskondensator, dessen Elektroden auf einem Isolierstoff aufgebracht sind und bei

dem im Falle eines Durchschlages die Durchschlagstelle durch Verdampfen des Metallbelages in ihrer unmittelbaren Umgebung isoliert wird; der Kondensator bleibt dabei betriebsfähig.

C. Sicherheitsbestimmungen

§ 4 Allgemeine Sicherheitsbestimmungen*)

Der Kondensator ist so zu bauen, daß er den im Betrieb zu erwartenden Beanspruchungen gewachsen ist. Diese Bedingung gilt als erfüllt, wenn der Kondensator den Bestimmungen VDE 0560 Teil 4/4.73 genügt.

Bei seinem Ausfall können das Kondensatorgehäuse oder die Kondensatordurchführungen zerstört und Personen gefährdet werden. Aus diesem Grunde sind Schutzmaßnahmen zu treffen.

Dafür geeignet sind:

1.

Elektrische Maßnahmen sind z. B. Kurzschlußschutz, Vergleichsschutz, thermischer Schutz, Einbau von Wickelsicherungen, Erdschlußschutz. Welche dieser Maßnahmen zweckmäßig ist, richtet sich nach der Beschaffenheit des speisenden Netzes und der Kondensatoranlage.

2.

Mechanische Maßnahmen sind z.B. Begrenzung des inneren Überdruckes, Aufstellung in abgeschlossenen Räumen.

§ 5 Entladevorrichtung

- a) Jede Kondensatoranlage muß mit einer fest verbundenen Entladevorrichtung versehen sein, falls sie nicht direkt mit einem anderen elektrischen Gerät verbunden ist, das einen Entladestromkreis bildet. Zwischen diesem Gerät und dem Kondensator dürfen Trennschalter, Sicherungen oder Reihenkondensatoren nicht vorhanden sein.

Anmerkung:

Ausnahmen siehe VDE 0101/4.71, § 9 f).

- b) Die Entladevorrichtung oder ein Entladekreis gemäß a) muß die Restspannung vom Scheitelwert der Nennspannung U_N innerhalb einer gegebenen Entladezeit nach Abtrennen des Kondensators vom Netz auf < 50 V senken.

1. Für Kondensatoren mit Nennspannungen bis einschließlich 660 V beträgt die Entladezeit 1 min.

2. Für Kondensatoren mit Nennspannungen über 660 V 5 min.

Anmerkung:

1. Kondensatoren und Kondensatoranlagen mit einer Entladezeit > 1 min sind mit Schild I gemäß VDE 0105, Teil 1/8.64, § 11 i) 2 auszurüsten:

„Achtung! Entladezeit länger als 1 Minute.“

*) Es wird geprüft, ob diese Errichtungs- und Betriebsanleitungen später in VDE 0100 und VDE 0101 eingearbeitet werden können.

2. *Bei Reihenschaltung mehrerer Kondensatoreinheiten können die jeder Einheit zugeordneten Entladevorrichtungen wegen der Summierung der Restspannung zur Einhaltung der Anforderungen des Absatzes b) nicht ausreichen. Ist die Speisespannung so hoch, daß dies der Fall ist, muß eine zusätzliche äußere Entladevorrichtung direkt an die Klemmen der Kondensatorbatterie angeschlossen werden.*
- c) Werden Kondensatoren in sehr kurzen Zeitabständen zu- und abgeschaltet, sind anlagenseitig Vorkehrungen zu treffen, die bewirken, daß vor dem Wiedereinschalten die Restspannung zwischen den Klemmen des Kondensators auf 10 % der Nennspannung oder weniger gesenkt ist.
- d) Auch bei Kondensatoren mit Entladevorrichtungen sind die Kondensatorklemmen untereinander und mit dem Gehäuse vor dem Berühren des Kondensators kurzzuschließen und zu erden.
- Anmerkung:*
Bei in Reihe geschalteten Kondensatoren können Restladungen zurückbleiben, wenn die einzelnen Kapazitäten nicht gleich groß sind, z. B. nach dem Abschmelzen von Sicherungen oder bei inneren Unterbrechungen. Die Kondensatoren müssen deshalb einzeln geerdet und kurzgeschlossen werden.

§ 6 Gehäuseanschluß

- a) Kondensatoren in Metallgehäusen mit Nennspannungen bis 1000 V müssen die Möglichkeit haben, einen Schutzleiter anzuschließen.
- b) Kondensatoren in Metallgehäusen mit Nennspannungen über 1 kV müssen einen Anschluß mit mindestens Gewinde M 12 für eine Erdungsleitung haben.

D. Baubestimmungen

§ 7 Kapazität

- a) Die Kapazität, bezogen auf 20 °C, Nennspannung und Nennfrequenz, darf von der auf dem Leistungsschild angegebenen Kapazität um nicht mehr als:
- 5 % oder + 10 % bei Kondensatoreinheiten
 - 0 % oder + 10 % bei Kondensatorbatterien
- abweichen.
- b) Bei dreiphasigen Kondensatoreinheiten soll das Verhältnis des zwischen jeweils zwei Leitungsanschlüssen gemessenen Größt- und Kleinstwertes der Kapazität folgende Werte nicht überschreiten:
- 1,08 für Kondensatoren mit einer Nennspannung bis 660 V
 - 1,06 für Kondensatoren mit einer Nennspannung über 660 V.

§ 8 Isolierung

Die Isolierung der Beläge gegeneinander ist nach der Nennspannung U_N , die der verbundenen Beläge gegen Gehäuse nach dem Isolationspegel U_i des Kondensators (siehe VDE 0111/12.66, Tabelle 1, Spalten 4 und 7) zu bemessen.

Für den Isolationspegel von Kondensatoren mit einer höchsten Betriebsspannung $U_m \leq 1,2 \text{ kV}$ gelten die Werte der Tabelle 1.

Tabelle 1. Nenn-Stehwechselspannung und unterer Nenn-Stoßpegel bei Kondensatoren mit $U_m \leq 1,2 \text{ kV}$

Für höchste Betriebsspannung eines Netzes	Nenn-Stehwechselspannung	Nenn-Stehstoßspannung	
		Freiluftkondensator ohne Haube	Innenraumkondensator, Freiluftkondensator mit Haube
U_m kV	kV	kV	kV
bis 0,6	3	15	8
bis 1,2	6	25	15

Anmerkung:

Kondensatoren mit Nennspannungen von 1 bis 10 kV und abgedeckten Durchführungen, (Klemmenkasten), siehe VDE 0560 Teil 4 A § 8.

§ 9 Temperaturbereich

Tabelle 2. Obere Grenzen der Temperaturklassen und höchstzulässige Kühllufttemperaturen

Obere Grenze der Temperaturklasse °C	Höchstzulässige Kühllufttemperatur °C		
	Mittel über 1 h	Mittel über 24 h	Mittel über 1 Jahr
40	40	30	20
45	45	40	30
50	50	45	35

Anmerkung:

1. Jede Temperaturklasse ist durch zwei Temperaturen in Grad Celsius gekennzeichnet: durch die niedrigste Temperatur, bei der der Kondensator eingeschaltet werden darf (untere Grenze

der Temperaturklasse), und die obere Temperatur, bei der der Kondensator noch betrieben werden darf (obere Grenze der Temperaturklasse).

- 2. Kondensatoren für Innenraumanlagen siehe auch Teil 4 A.*
- 3. Für die Bemessung und das Betriebsverhalten des Kondensators ist nicht die Umgebungstemperatur, sondern die Kühllufttemperatur maßgebend. Diese kann besonders bei Innenraumanlagen wesentlich von der Umgebungstemperatur abweichen.*
- 4. Kondensatoren für Freiluftaufstellung müssen auch für Sonneneinstrahlung bemessen sein.*

Der Kondensator darf bei der tiefsten Umgebungstemperatur, die auf dem Leistungsschild als untere Grenze der Temperaturklasse angegeben ist, noch eingeschaltet werden. Er darf auch unterhalb der angegebenen tiefsten Kühllufttemperatur betrieben oder transportiert werden. Ist ein abgeschalteter Kondensator unter diese Temperatur abgekühlt, so darf er erst dann wieder eingeschaltet werden, wenn seine Temperatur im Innern mindestens gleich der tiefsten Umgebungstemperatur ist.

Anmerkung:

- 1. Als Richtwert für die tiefste Umgebungstemperatur im Freien gilt in Deutschland -30 °C .*
- 2. Bevorzugte Temperaturklasse: $-30/+40\text{ °C}$.*

§ 10 Zulässige Überlastungen

a) Höchste zulässige Spannung

Kondensatoreinheiten müssen für den Betrieb über längere Zeit mit einer Spannung, deren Effektivwert das 1,1fache der Nennspannung nicht übersteigt, zwischen den Klemmen geeignet sein, wobei transiente Überspannungen nicht berücksichtigt werden [siehe auch Teil 4 A, § 3 s)].

b) Höchster zulässiger Strom

Kondensatoreinheiten müssen dauernd für den Betrieb mit einem Strom geeignet sein, dessen Effektivwert das 1,3fache des Stromes nicht übersteigt, der bei sinusförmiger Nennspannung und Nennfrequenz fließt, wobei Ausgleichsvorgänge nicht berücksichtigt werden.

Anmerkung:

Kondensatoren für erhöhte Strombelastbarkeit siehe Teil 4 A, § 3 t).

§ 11 Leistungsschild

- a)** Kondensatoreinheiten müssen ein Leistungsschild tragen, das dauerhaft und gut lesbar ist.

- b) Kondensatoren, deren Gehäuse betriebsmäßig unter Spannung stehen, müssen nach VDE 0105 „Bestimmungen für den Betrieb von Starkstromanlagen“ Teil 1 „Allgemeine Bestimmungen“ [§ 11 i)] gekennzeichnet sein.
- c) Leistungsschilder dürfen bei Kondensatoreinheiten bis 5 kvar fehlen, wenn die Kondensatoreinheiten baulich miteinander vereinigt sind und ein gemeinsames Leistungsschild haben.
- d) Das Leistungsschild muß folgende, dauerhafte und gut lesbare Angaben enthalten:
 - 1. Hersteller
 - 2. Typ und Fabrik-Nr.
 - 3. Nennleistung Q_N in kvar
 - 4. Nennspannung U_N in V oder kV
 - 5. Nennfrequenz f_N in Hz
 - 6. Temperaturklasse, z.B. $-30/+40\text{ °C}$
 - 7. Schaltzeichen (nur bei Mehrphaseneinheiten)
 - 8. Isolationspegel bei Kondensatoren über 1 kV nach Tabelle 1 bzw. VDE 0111/12.66 Tabelle 1

Anmerkung:

Die beiden Zahlenwerte für die Nenn-Stehwechselspannung und die Nenn-Stehstoßspannung gemäß Tabelle 1 bzw. VDE 0111, Tabelle 1, Spalte 4 und 7 sind anzugeben, z. B. für Reihe 10 N: 28/75.

- 9. mit Entladevorrichtung, falls im Gehäuse eingebaut
 - 10. Falls zutreffend Bauartzeichen, z. B. MP (für alle selbstheilenden Kondensatoren)
- e) Die Art der Schaltung muß mit folgenden Schaltzeichen angegeben werden:

Δ = Dreieck

Y = Stern

Y = Stern mit herausgeführtem Sternpunkt

$///$ = 3 Wickelgruppen ohne innere Zwischenverbindungen

Z = Sonderschaltung, siehe Gebrauchsanleitung

Für Dreiphaseneinheiten muß die Gesamtleistung angegeben werden.

- f) Wenn weitere Angaben für die Sicherheit von Personen oder Gerät von Bedeutung sind, müssen sie entweder in den Aufschriften oder in einer Gebrauchsanweisung angegeben sein (siehe auch § 4). In diesem Falle muß in den Aufschriften auf die Gebrauchsanweisung hingewiesen werden. Solche Angaben sind jedoch nur in Sonderfällen erforderlich, die nicht durch gültige VDE-Bestimmungen oder andere genormte Festlegungen erfaßt werden.