

Die Änderungen a bis d sind eingearbeitet.
Die Änderung d ist einzeln nicht erhältlich.

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

Bearbeitet vom VDE/FNE-Gemeinschaftsausschuß „Kondensatoren“

Vorbemerkung

Außer dem vorliegenden Teil 1 von VDE 0560 gelten für die verschiedenen Kondensatorarten jeweils Teilbestimmungen, die in den weiteren Teilen von VDE 0560 enthalten sind. Außerdem gehören zu VDE 0560 die Normen

- DIN 40040 Richtlinien für die Bildung von klimatisch-mechanischen Anwendungsklassen für elektrische Bauelemente der Nachrichtentechnik
(Vornorm, Ausgabe Juni 1960, Neufassung z. Z. noch Entwurf vom März 1969)
- DIN 40046 Blatt 1 und folgende über klimatische und mechanische Prüfungen für elektrische Bauelemente und Geräte der Nachrichtentechnik.

Inhalt

A. Gültigkeit		§ 10 Verlustfaktor und Verluste	8
§ 1 Geltungsbeginn.	3	§ 11 Isolation.	9
§ 2 Geltungsbereich, Gliederung von VDE 0560	3	§ 12 Temperatur	9
B. Begriffserklärungen		§ 13 Kühlungsarten	10
§ 3 Kondensator	5	§ 14 Wärmegleichgewicht. . . .	10
§ 4 Kondensatoren mit besonderen Eigenschaften	5	§ 15 Sonstige Begriffe	10
§ 5 Kapazität	6	C. Sicherheits- und Bau- bestimmungen¹⁰	
§ 6 Spannung	7	I. Allgemeines	
§ 7 Frequenz	8	§ 16 Anwendungsklassen	10
§ 8 Strom	8	§ 17 Allgemeine Sicherheitsbestimmungen	12
§ 9 Leistung von Kondensatoren für Wechselspannung	8	§ 18 Besondere Sicherheitsbestimmungen	12

Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) e. V.

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

§ 19	Temperaturbereich	13
§ 20	Niedrigste Kondensatortemperatur	13
§ 21	Kühlung	13
§ 22	bleibt frei	13
§ 23	Anschlüsse und Durchführungen	13
§ 24	Schutzmaßnahmen	14
§ 25	Kriech- und Luftstrecken .	1
§ 26	Zusätzliche Sicherheits- und Baubestimmungen	17

II. Nenn- und Sollwerte sowie Aufschriften

§ 27	Kapazitäts- und Leistungstoleranz	17
§ 28	Spannung	17
§ 29	Frequenz	19
§ 30	Belastbarkeit	19
§ 31	Sonstige Nenn- und Sollwerte	19
§ 32	Aufschriften	19

D. Prüfbestimmungen

I. Allgemeines

§ 33	Prüfarten.	19
§ 34	Zusammenstellung der durchzuführenden Prüfungen . .	21

II. Elektrische Messungen

§ 35	Messung der Kapazität . . .	21
§ 36	Messung des Verlustfaktors	22
§ 37	Messung des Isolationswiderstandes	22
§ 38	Messung der Resonanzfrequenz, der Eigenfrequenz und der Induktivität.	25

§ 39	Sonstige elektrische Messungen	26
------	--------------------------------	----

III. Prüfung des Isoliervermögens

§ 40	Allgemeine Bestimmungen für die Spannungsprüfung. . .	26
§ 41	Durchführung der Spannungsprüfung	27
§ 42	Prüfung Belag gegen Belag	28
§ 43	Prüfung Belag gegen Gehäuse	28
§ 44	Prüfung Kondensatorelement gegen Kondensatorelement	29
§ 45	Prüfung unter Regen	29
§ 46	Sonstige Prüfungen des Isoliervermögens.	29

IV. Dauer- und Erwärmungsprüfungen

§ 47	Prüfung auf Wärmegleichgewicht	29
§ 48	Dauerspannungsprüfung .	3
§ 49	Sonstige Dauer- und Erwärmungsprüfungen	30
§ 50	bleibt frei.	30

V. Andere elektrische Prüfungen

§ 51	Stoßentladeprüfung	30
§ 52	Sonstige elektrische Prüfungen	31

VI. Klimatische und mechanische Prüfungen

§ 53	Allgemeines über die klimatischen und mechanischen Prüfungen	31
§ 54	Durchzuführende klimatische und mechanische Prüfungen	32

VII. Sonderprüfungen

§ 55		32
------	-----------	----

A. Gültigkeit¹⁾**§ 1****Geltungsbeginn**

- a) Die Regeln VDE 0560 Teil 1/3.56 galten ab 1. März 1956.
Mit den Änderungen a bis d gelten sie ab 1. Dezember 1969.
- b) In den Teilbestimmungen ist angegeben, wann und in welchem Umfang die bisher gültigen VDE-Bestimmungen für Kondensatoren außer Kraft treten.

§ 2**Geltungsbereich, Gliederung von VDE 0560**

- a) VDE 0560 gilt für Kondensatoren fester, d.h. nicht einstellbarer Kapazität (Festkondensatoren).
- b) Teil 1 von VDE 0560 gilt nur zusammen mit einer weiteren Teilbestimmung. Abweichungen von Teil 1 sind in den Teilbestimmungen ausdrücklich angegeben.
Auf Teil 1 nehmen neuere Teilbestimmungen, wie in ihnen angegeben, nicht mehr Bezug.
- c) Tafel 1 gibt an, wie die Kondensatorarten den Teilbestimmungen zugeordnet sind.

Tafel 1**Zuordnung der Kondensatoren zu den Teilbestimmungen**

VDE 0560		Zugehörige Rahmennormen DIN
A. Bestimmungen, die für alle oder mehrere Kondensatorarten zutreffen		
Teil 1	Allgemeine Bestimmungen	—
B. Bestimmungen für Kondensatoren für bestimmte Anwendungen		
Teil 2	Kopplungskondensatoren für Spannungen bis 1000 V und Leistungen bis 0,5 kvar	—

¹⁾ Genehmigt vom Vorstand des VDE im September 1969, bekanntgegeben in ETZ-B 1968 S. 244 und 1969 Heft 24.

Entwicklungsgang:	Genehmigt:	Gültig ab:	Bekanntm. in ETZ:
0560/1932	1931	1. 1.1932	1929 S. 34; 1931 S. 584, 949
0870/VII.43	1933	1. 1.1934	1933 S. 140, 484, 640
1. Änderung	9.38	1. 1.1939	1938 S. 603, 1240
2. Änderung	7.43	1. 8.1943	1943 S. 439
0560 Teil 1/3.56	1.56	1. 3.1956	1954 S. 675; 1956 S. 125
Änderung b	7.58	1. 9.1958	1957 S. 558; 1958 S. 580
Änderung a	10.60	1.12.1960	1956 S. 63; 1959 S. 769; 1960 S. 865
Änderung c	3.62	1. 5.1962	1960 S. 798; 1962 S. 312
Änderung d	9.69	1.12.1969	1968 S. 244 und 1969 Heft 24

Tafel 1 (Fortsetzung)

VDE 0560		Zugehörige Rahmennormen DIN
Teil 3	Kondensatoren für Kopplung, Spannungsmessung und Überspannungsschutz für Spannungen über 1000 V oder Leistungen über 0,5 kvar	48 230
Teil 4	Leistungskondensatoren über 0,5 kvar	48 500
Teil 5	freigehalten	—
Teil 6	Kondensatoren für Entladungslampen-, insbesondere Leuchtstofflampen-Anlagen mit Kondensator-Nennleistungen bis 1,5 kvar	—
Teil 7	Funk-Entstörkondensatoren	41 170
Teil 8	Motorkondensatoren	48 501
Teil 9	Kondensatoren für Anlagen zur induktiven Wärme- zeugung	—
Teil 10	Hochfrequenz-Leistungskondensatoren	41 900
Teil 11	Kondensatoren zum Glätten pulsierender Gleichspannungen ab 600 V	48 502
Teil 12	Kondensatoren für Stoß- und Impulsbeanspruchung ab 10 Ws	—
C. Bestimmungen für Kondensatoren für sonstige Anwendungen, geordnet nach Werkstoffen, z. B. für das Dielektrikum		
Teil 13	Papier-Kondensatoren für Nenngleichspannungen bis 1000 V und für Nennwechselspannungen bis 500 V	41 140
Teil 14	Selbstheilende Metallpapier-Kondensatoren für Nenngleichspannungen bis 1000 V und für Nennwechselspannungen bis 500 V	41 180
Teil 15	Gepolte Aluminium-Elektrolytkondensatoren für Nenngleichspannungen bis 1000 V	41 230
		41 240
		41 332
Teil 16	Gepolte Tantal-Elektrolytkondensatoren für Nenngleichspannungen bis 1000 V	44 350
Teil 17	Keramik-Kleinkondensatoren für Nennspannungen bis 1000 V	41 920
Teil 18	Kunststoffolien-Kondensatoren für Nenngleichspannungen bis 1000 V	41 380
Teil 19	Glimmer-Kondensatoren für Nenngleichspannungen bis 3000 V und für Nennwechselspannungen bis 500 V	41 120
Teil 20	freigehalten	—
Teil 21	Ausheilende und selbstheilende Kondensatoren mit metallisierten Kunststoffolien	44 110

B. Begriffserklärungen

§ 3

K o n d e n s a t o r

- a) K o n d e n s a t o r ist ein elektrisches Betriebsmittel, das aus Isolierstoffen (Dielektrikum) und leitenden Belägen aufgebaut ist.
- b) K o n d e n s a t o r e i n h e i t ist die bauliche Vereinigung von einem oder mehreren K o n d e n s a t o r e l e m e n t e n (z. B. Kondensatorwickeln) und den Anschlüssen; sie ist im allgemeinen von einem Gehäuse umgeben.
- c) Eine K o n d e n s a t o r b a t t e r i e besteht aus mehreren Kondensator-Einheiten.
- d) Statt Kondensatoreinheit oder Kondensatorbatterie kann auch der Begriff Kondensator verwendet werden, wenn Mißverständnisse nicht zu befürchten sind.
- e) B a u s t e i n k o n d e n s a t o r e n sind einphasige Kondensatoreinheiten, aus denen durch Reihenschaltung Kondensatoren für höhere Spannung und z. B. durch Sternschaltung Kondensatoren für mehrphasige Systeme zusammengestellt werden. (Ihre Kapazitätstoleranz ist klein, damit sich die Spannung möglichst gleichmäßig verteilt.)
- f) P a r a l l e l k o n d e n s a t o r e n sind Kondensatoren, die im Nebenschluß zu einem elektrischen Betriebsmittel liegen, z. B. parallel zu einem Stromerzeuger oder Stromverbraucher.
- g) R e i h e n k o n d e n s a t o r e n sind Kondensatoren, die in Reihe mit einem elektrischen Betriebsmittel oder Teilen davon liegen. z. B. Hilfswicklung eines Kondensatormotors.
- h) L e i s t u n g s k o n d e n s a t o r e n sind Parallelkondensatoren zum Verbessern des Leistungsfaktors.
- i) bleibt frei.
- k) K o n d e n s a t o r a n l a g e ist die Gesamtheit von Kondensatoreinheiten oder -batterien und deren Zubehör (z. B. Schaltgeräte, Entladevorrichtungen, Verbindungsleitungen).
- l) B a u g r u p p e ist eine konstruktive Zusammenfassung mehrerer Bausteinkondensatoren.

§ 4

K o n d e n s a t o r e n m i t b e s o n d e r e n E i g e n s c h a f t e n

- a) D ä m p f u n g s a r m ist ein Kondensator, bei dem durch einen besonderen Aufbau die Belagverluste vermindert sind und damit der Anstieg des Verlustfaktors zu höheren Frequenzen hin verschoben ist, z. B. durch Mehrfach-Stromzuführungen.

b) **I n d u k t i v i t ä t s a r m** ist ein Kondensator, bei dem durch einen besonderen Aufbau die Induktivität vermindert und damit die Resonanzfrequenz nach höheren Frequenzen hin verschoben ist, z. B. durch bifilares Führen der Belagströme.

c) **K o n t a k t s i c h e r** ist ein Kondensator, bei dem durch einen besonderen Aufbau der Übergangswiderstand zwischen den Belägen und den Stromzuführungen auch bei niedrigsten Spannungen genügend klein ist, z. B. durch Löten, Schweißen, Metallspritzen.

Zu a) bis c). Durch geeigneten Aufbau, wie z. B. überstehende Beläge, die z. B. durch Löt- oder Metallspritzverfahren miteinander verbunden sind, kann ein Kondensator alle Eigenschaften gemäß a) bis c) haben.

d) 1. **A u s h e i l e n d e K o n d e n s a t o r e n** sind Kondensatoren, in denen eine Durchbruchstelle im Dielektrikum unwirksam gemacht wird, z. B. dadurch, daß die Beläge in der Umgebung der Durchbruchstelle verdampfen (z. B. MP-Kondensatoren = Metallpapier-Kondensatoren).

2. **S e l b s t h e i l e n d e K o n d e n s a t o r e n** sind ausheilende Kondensatoren, deren aufgespeicherte Energie zum Ausheilen ausreichen muß. Eine Energiezufuhr von außen ist also zum Ausheilen nicht notwendig.

2.1 Für selbstheilende Kondensatoren gelten abweichende Prüfbestimmungen.

e) **E l e k t r o l y t k o n d e n s a t o r e n** haben ein Dielektrikum (z. B. Oxydschicht), dessen eine Seite fest an einer Metallschicht und dessen andere Seite an einem Elektrolyten anliegt. Das Dielektrikum sperrt den Strom nur in einer Richtung.

1. **G e p o l t e** Elektrolytkondensatoren enthalten so angeordnete Dielektrikumsschichten, daß der Strom nur in e i n e r Richtung gesperrt wird.

2. **U n g e p o l t e** Elektrolytkondensatoren enthalten so angeordnete Dielektrikumsschichten, daß der Strom in b e i d e n Richtungen gesperrt wird.

3. Elektrolytkondensatoren für Wechselspannung dürfen im allgemeinen nur kurzzeitig belastet werden.

§ 5

K a p a z i t ä t

a) **N e n n k a p a z i t ä t C^N** eines Kondensators ist die Kapazität, nach der er benannt ist. Sie wird auf 20 °C und erforderlichenfalls auf Nennspannung und Nennfrequenz bezogen.

1. Im allgemeinen wird unter der Kapazität eines Kondensators die Kapazität seiner Reihen-Ersatzschaltung verstanden.

b) **K a p a z i t ä t s t o l e r a n z** ist die höchstzulässige Abweichung des Istwertes der Kapazität von der Nennkapazität.

- c) **Temperaturbeiwert der Kapazität** a_c ist die auf eine Temperaturänderung von 1 grd bezogene durchschnittliche Änderung der Kapazität innerhalb eines bestimmten Temperaturbereiches ϑ_1 bis ϑ_2 .

$$a_c = \frac{2 \cdot (C_2 - C_1)}{(C_2 + C_1) \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}.$$

1. Der Temperaturbeiwert ist im allgemeinen von der Temperatur abhängig. Daher ist die Temperaturdifferenz $\vartheta_2 - \vartheta_1$ genügend klein zu wählen.

§ 6

S p a n n u n g

- a) **Nennspannung** U_N eines Kondensators ist im allgemeinen die Gleichspannung oder der Effektivwert der sinusförmigen Spannung von Nennfrequenz,
nach der er benannt ist. Sie bildet die Grundlage für die Bemessung der Isolation Belag gegen Belag.
1. Ein Kondensator kann für unterschiedliche Anwendungen auch mehrere Nennspannungen haben, z. B. eine Nengleich- und eine Nennwechselspannung oder mehrere Nennwechselspannungen.
- b) **Nennisolationsspannung** U eines Kondensators ist die Gleichspannung oder der Effektivwert der Wechselspannung,
nach der er benannt ist. Sie bildet die Grundlage für die Bemessung der Isolation Belag gegen Gehäuse.
1. Kondensatoren, bei denen ein Belag mit dem Gehäuse verbunden ist, und Kondensatoren ohne Gehäuse haben keine Nennisolationsspannung.
- c) bleibt frei.
- d) **Spitzenspannung** U_s ist der höchstzulässige Scheitelwert der Spannung, der am Kondensator kurzzeitig auftreten darf.
1. Länge der Zeit siehe Teilbestimmungen.
- e) **Dauergrenzspannung** U_g ist die höchste Spannung, mit welcher der Kondensator dauernd betrieben werden darf; bei Wechselspannungskondensatoren bezieht sie sich auf die Nennfrequenz.
- f) **Überlagerte Wechselspannung** ist eine Spannung zusätzlich zur Gleichspannung oder zur Grundschiwingung einer Wechselspannung.
1. Sie wird als Effektivwert oder Scheitelwert angegeben.

§ 7

F r e q u e n z

- a) **N e n n f r e q u e n z** f_N eines Kondensators ist die Frequenz, nach der er benannt ist.
1. Innerhalb des zulässigen Frequenzbereichs sind die zulässigen Grenzen für Betriebsspannung, Verlustleistung und Strom zu beachten.
 2. Oberschwingungen der Spannung und des Stromes belasten den Kondensator zusätzlich.
- b) **R e s o n a n z f r e q u e n z** f_r eines Kondensators ist diejenige niedrigste Frequenz, bei welcher sein Scheinwiderstand ein Minimum hat.
- E i g e n f r e q u e n z** f_e eines Kondensators ist diejenige Frequenz, mit welcher er ausschwingt.

§ 8

S t r o m

- a) **N e n n s t r o m** I_N eines Kondensators ist diejenige Komponente des Stromes, die bei Nennkapazität, Nennspannung und Nennfrequenz der Spannung um 90° vorseilt und nach welcher er benannt ist.

§ 9

L e i s t u n g v o n K o n d e n s a t o r e n f ü r W e c h s e l - s p a n n u n g

- a) **N e n n l e i s t u n g** (Blindleistung) Q_N eines Kondensators ist das Produkt aus Nennspannung und Nennstrom (gegebenenfalls unter Berücksichtigung des Verkettungsfaktors, z. B. $\sqrt{3}$ beim Dreiphasensystem), nach welcher er benannt ist.
- b) **L e i s t u n g s t o l e r a n z** ist die höchstzulässige Abweichung des Istwertes der Leistung bei Nennspannung und Nennfrequenz in Prozent der Nennleistung.
- c) **D a u e r g r e n z l e i s t u n g** Q_g eines Kondensators ist die höchste Blindleistung, mit der er dauernd betrieben werden darf.

§ 10

V e r l u s t f a k t o r u n d V e r l u s t e

- a) **V e r l u s t f a k t o r** $\tan \delta$ ist das Verhältnis von Wirkstrom zu Blindstrom oder von Wirkleistung zu Blindleistung.
- b) **V e r l u s t l e i s t u n g** P_V eines Kondensators für Wechselspannung ist die Wirkleistung, die er aufnimmt.

§ 11

Isolation

- a) Man unterscheidet hinsichtlich der Spannungsfestigkeit
- die Isolation Belag gegen Belag,
 - die Isolation Belag gegen Gehäuse,
 - die Isolation Kondensator gegen Kondensator (z. B. Mehrfachkondensator).
1. Die Isolation Belag gegen Belag bildet den aktiven Teil des Kondensators (Dielektrikum).
 2. Zum Gehäuse im Sinne dieser Bestimmungen gehören alle leitenden äußeren Teile, die von den Belägen isoliert sind.
- b) Isolationswiderstand ist das Verhältnis der angelegten Gleichspannung zu dem nach einer festgelegten Zeit fließenden Strom.
1. Der beim Anlegen einer konstanten Gleichspannung fließende Strom ist temperatur-, spannungs- und zeitabhängig. Er setzt sich zusammen aus dem Lade-, Nachlade- und Reststrom.
 2. Bei Elektrolytkondensatoren wird statt des Isolationswiderstandes der Reststrom angegeben.
- c) Selbstentlade-Zeitkonstante eines Kondensators (in s) ist das Produkt aus Isolationswiderstand (in $M\Omega$) und Kapazität (in μF).

§ 12

Temperatur

- a) Grenztemperaturen
1. Die untere Grenztemperatur $\vartheta_{\min}$ ist die niedrigste Temperatur an der kältesten Stelle der Oberfläche eines Kondensators, bei welcher der Kondensator noch eingeschaltet werden darf.
 2. Die obere Grenztemperatur $\vartheta_{\max}$ ist die Temperatur, die im ungünstigsten Fall an der wärmsten Stelle der Oberfläche eines Kondensators einschließlich der Eigenerwärmung auftreten darf.
- b) Temperaturbereich eines Kondensators ist der Bereich zwischen der unteren und der oberen Grenztemperatur, für den der Kondensator gebaut ist.
- c) Übertemperatur ist der Unterschied zwischen der Temperatur der wärmsten Stelle des Kondensatorgehäuses oder des Kondensatorelementes und der Temperatur des umgebenden Kühlmittels (z. B. Luft).
- d) Temperaturerhöhung ist der Unterschied der Temperaturen an einer bestimmten Stelle des Kondensatorgehäuses oder

des Kondensatorelementes bei zwei verschiedenen Betriebszuständen (z. B. Anfangs- und Beharrungszustand; ohne und mit Fremdbelüftung).

- e) **Kondensatortemperatur** ist die Temperatur an der wärmsten Stelle der Oberfläche eines Kondensators, die im Betrieb auftritt.
 - 1. Die Kondensatortemperatur ist verschieden für die verschiedenen Betriebszustände. Sie hängt von der Umgebungstemperatur, der Eigenerwärmung und der Fremderwärmung ab.
- f) **Umgebungstemperatur** ϑ_u ist die Temperatur der Luft in der unmittelbaren Umgebung des Kondensators.

§ 13

Kühlungsarten

- a) **Selbstkühlung (S)**: Der Kondensator wird durch natürliche Luftbewegung und Strahlung gekühlt.
- b) **Fremdblüftung (F)**: Die Kühlluft wird durch Lüfter bewegt.
- c) **Flüssigkeitskühlung (W)**: Die Flüssigkeit kühlt den Kondensator an der Oberfläche oder im Innern.

§ 14

Wärmegleichgewicht

- a) **Wärmegleichgewicht** ist vorhanden, wenn die von der Umhüllung (Gehäuse) bei einer bestimmten Umgebungstemperatur abgeführte Wärmemenge ebenso groß ist, wie die im Kondensator bei einer bestimmten Spannung und Frequenz entwickelte Verlustwärme, so daß die Temperatur im Dielektrikum konstant bleibt.

§ 15

Sonstige Begriffe

Siehe Teilbestimmungen.

C. Sicherheits- und Baubestimmungen

I. Allgemeines

§ 16

Anwendungsklassen

- a) 1. Die Kurzzeichen der Anwendungsklassen werden entsprechend DIN 40040 gebildet.