

	Spannungsausgleichskondensatoren für Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter (IEC 33/392/CD:2003)	<u>DIN</u> IEC 62146-1
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 0560 Teil 50
ICS 31.060.70	<i>Entwurf</i> Grading capacitors for high-voltage alternating current circuit-breakers (IEC 33/392/CD:2003) Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Das internationale Schriftstück IEC 33/392/CD:2003-04 „Grading capacitors for high-voltage alternating current circuit-breakers“ ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden. Beginn der Gültigkeit Diese Norm gilt ab ... Fortsetzung Seite 2 bis 39 und 37 Seiten IEC-Original DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE	

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung des Internationalen Norm-Entwurfs [Committee Draft (CD)] IEC 33/392/CD:2003 „Grading capacitors for high-voltage alternating current circuit-breakers“.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den mit aufgenommenen englischen IEC-Text.

Der Internationale Entwurf wurde vom TC 33 „Power capacitors“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und als CD herausgegeben. Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene entstandener Internationaler Norm-Entwurf im Schlusstadium [Final Draft International Standard (FDIS)] zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Abstimmung gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 2 Monate beträgt, und zum FDIS keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 341 „Leistungskondensatoren zur Blindstromkompensation, Kondensatoren zur induktiven Wärmeerzeugung, Glättungskondensatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

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
–	IEC 60050-436:1990	IEV Teil 436:1995	–
–	IEC 60050-441:1984 A1:2000	IEV Teil 441:1990	–
–	IEC 60050-471:1984	–	–
EN 62271-100:2001	IEC 62271-100:2001	–	–

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432 Teil 1):1994-06	VDE 0432 Teil 1
EN 60068-2-17:1994	IEC 60068-2-17:1994	DIN EN 60068-2-17:1995-05	–
EN 60071-1:1995	IEC 60071-1:1993	DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1):1996-07	VDE 0111 Teil 1
–	IEC 60233:1974 A1:1988	DIN VDE 0674-2 (DIN IEC 60233) (VDE 0674 Teil 2):1984-12	VDE 0674 Teil 2
EN 60270:2001	IEC 60270:2000	DIN EN 60270 (VDE 0434):2001-08	VDE 0434
EN 60507:1993	IEC 60507:1991	DIN EN 60507 (VDE 0448 Teil 1):1994-04	VDE 0448 Teil 1
EN 60694:1996 EN 60694/A1:2000 EN 60694/A2:2001	IEC 60694:1996 + Corr.1:2001 A1:2000 A2:2001	DIN EN 60694 (VDE 0670 Teil 1000):2002-09	VDE 0670 Teil 1000
Normen der Reihe EN 60721-1	Normen der Reihe IEC 60721	Normen der Reihe DIN EN 60721	–
–	IEC 60815:1986	–	–
EN 61166:1993	IEC 61166:1993	DIN EN 61166 (VDE 0670 Teil 111):1994-08	VDE 0670 Teil 111
EN 61264:1998	IEC 61264:1998	DIN EN 61264 (VDE 0674 Teil 3):1999-06	VDE 0674 Teil 3
–	IEC 61462:1998	–	–
–	IEC 62271-200:XX	–	–
–	CISPR 18-2:1986 A1:1993 A2:1996	DIN VDE 0873 Beiblatt 2 (VDE 0873 Beiblatt 2):1990-02	VDE 0873 Beiblatt 2

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-17:1995-05, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Q: Dichtheit (IEC 60068-2-17:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-17:1994.*

DIN EN 60270 (VDE 0434):2001-08, *Hochspannungs-Prüftechnik - Teilentladungsmessungen (IEC 60270:2000); Deutsche Fassung EN 60270:2001.*

DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1):1996-07, *Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen (IEC 60071-1:1993); Deutsche Fassung EN 60071-1:1995.*

DIN EN 60507 (VDE 0448 Teil 1):1994-04, *Fremdschichtprüfungen an Hochspannungs-Isolatoren zur Anwendung in Wechselspannungssystemen (IEC 60507:1991); Deutsche Fassung EN 60507:1993.*

— Entwurf —

E DIN IEC 62146-1 (VDE 0560 Teil 50):2003-12

DIN EN 60694 (VDE 0670 Teil 1000):2002-09, *Gemeinsame Bestimmungen für Hochspannungs-Schaltgeräte-Normen (IEC 60694:1996 + Corr.1:2001 - A1:2000 + A2:2001 + Corr.1:2001); Deutsche Fassung EN 60694:1996 + A1:2000 + A2:2001.*

DIN EN 60721, *Klassifizierung von Umweltbedingungen.*

DIN EN 61166 (VDE 0670 Teil 111):1994-08, *Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter - Leitfaden für die Erdbeben-Qualifikation von Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschaltern (IEC 61166:1993); Deutsche Fassung EN 61166:1993.*

DIN EN 61264 (VDE 0674 Teil 3):1999-06, *Druckbeanspruchte Hohlisolatoren aus keramischem Werkstoff für Hochspannungs-Schaltgeräte und Schaltanlagen (IEC 61264:1998); Deutsche Fassung EN 61264:1998.*

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432 Teil 1):1994-06, *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen (IEC 60060-1:1989 + Corrigendum März 1990); Deutsche Fassung HD 588.1 S1:1991.*

IEV Teil 436:1995, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 436: Leistungskondensatoren; Identisch mit IEC 60050-436:1990 / Achtung: Nur zur Information. Dokument ist in elektronischer Form auf CD-ROM. Die Papierversion kann von der DKE abgefordert werden.*

IEV Teil 441:1990, *IEV - Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 441: Schaltanlagen, Schaltgeräte und Sicherungen; Identisch mit IEC 60050-441:1984.*

DIN VDE 0674-2 (DIN IEC 60233) (VDE 0674 Teil 2):1984-12, *Prüfung von Hohlisolatoren für die Verwendung in elektrischen Ausrüstungen [VDE- Bestimmung].*

DIN VDE 0873 Beiblatt 2 (VDE 0873 Beiblatt 2):1990-02, *Die spezifischen Eigenschaften der von Hochspannungsfreileitungen und -anlagen verursachten Funkstörungen – Teil 2: Messverfahren und Methoden zur Bestimmung von Grenzwerten; Identisch mit CISPR 18- 2:1986.*

Deutsche Übersetzung

Spannungsausgleichskondensatoren für Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Bemessungs- und Kennwerte	12
4.1 Normwerte der Bemessungsfrequenz	12
4.2 Normwerte der Bemessungsspannungen U_N	12
4.3 Normisulationspegel und Prüfspannung	13
4.4 Kriechweg	17
4.5 Kapazitätstoleranzen	18
4.6 Anforderungen an den Kondensatorverlust	18
4.7 Einbauwinkel	18
4.8 Mindestfestigkeitswert bei Auslegerbelastung	18
4.9 Mindestfestigkeitswert bei Biegebelastung	18
4.10 Mindestfestigkeitswert beim Torsionsmoment	18
5 Betriebsbedingungen	19
5.1 Bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen	19
5.2 Besondere Betriebsbedingungen	21
5.3 Funkstörspannung (RIV – Radio Interference Voltage)	22
6 Anforderungen an Prüfungen	22
6.1 Allgemeine Anforderungen	22
6.2 Prüfbedingungen	22
6.3 Einteilung der Prüfungen	24
7 Typprüfungen	25
7.1 Isolationsprüfungen	25
7.2 Teilentladungsprüfung	27
7.3 Auslegerprüfung	28
8 Stückprüfungen	29
8.1 Kapazitätsmessung bei Netzfrequenz	29
8.2 Messung des Tangens des Verlustwinkels ($\tan \delta$) des Kondensators	29
8.3 Isolationsprüfungen	30
8.4 Teilentladungsprüfung	31
8.5 Dichtheitsprüfung	32

	Seite
9	Sonderprüfungen 32
9.1	Prüfung der Funkstörspannung (FDIS; IEC/TC38/MT30) (vorläufig) 32
9.2	Überspannungsprüfung 34
9.3	Dichtheitsprüfung 34
9.4	Schwingungsprüfung 34
9.5	Messung der Resonanzfrequenz 35
10	Verbindung mit metallenen Teilen 35
11	Umweltschutz 35
12	Nationale Bestimmungen 35
13	Aufschriften auf Spannungsausgleichskondensatoren 35
13.1	Leistungsschild 35
13.2	Warnschild 36
Anhang A	Schaltbild eines Spannungsausgleichskondensators 37
Anhang B	RIV-Prüfung/Messung der Resonanzfrequenz 38
Anhang C	 39
C.1	Alternatives Verfahren für die Schaltstoßspannungs-Typprüfung 39
C.2	Alternatives Verfahren für die Blitzstoßspannungs-Typprüfung 39
Bilder	
Bild 1	– Schaltbild eines Spannungsausgleichskondensators 37
Bild 2	– EMV-Prüfschaltung (vorläufig) 38
Bild 3	– Beispiel einer Aufzeichnung 38
Tabellen	
Tabelle 1a	– Normisulationspegel für $3,6 \text{ kV} \leq U_m < 300 \text{ kV}$ (Bereich I, Reihe I nach IEC 60694) 14
Tabelle 1b	– Normisulationspegel für $4,76 \text{ kV} \leq U_m < 362 \text{ kV}$ (Bereich I, Reihe II, verwendet in Nordamerika, nach IEC 60694) 15
Tabelle 2a	– Normisulationspegel für $U_m \geq 300 \text{ kV}$ (Bereich II nach IEC 60694) 16
Tabelle 2b	– Normisulationspegel für $U_m \geq 362 \text{ kV}$ (Bereich II, verwendet in Nordamerika, nach IEC 60694) 16
Tabelle 3	– Normisulationspegel für $72,5 \text{ kV} \leq U_m < 300 \text{ kV}$ (Bereich I nach IEC 62271) 17
Tabelle 4	– Normisulationspegel für $U_m \geq 300 \text{ kV}$ (Bereich II nach IEC 62271) 17
Tabelle 5	 19
Tabelle 6	 24
Tabelle 7	 32

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Norm gilt für Spannungsausgleichskondensatoren, die an Leistungsschaltern verwendet werden, um die Spannungsverteilung über den einzelnen Abschaltkammern zu steuern.

Die Kondensatoren werden auch für den Ausgleich der Spannungsverteilung über den Abschaltkammern sowohl während der Ausschalt- als auch Einschaltvorgänge des Leistungsschalters verwendet.

Spannungsausgleichskondensatoren können auch parallel zu Leistungsschaltern mit Einzelunterbrechung verwendet werden, um die Leistungsfähigkeit des Leistungsschalters zu verbessern.

Die vorliegende Norm gilt für Spannungsausgleichskondensatoren, die zu einer oder beiden folgenden Kategorien gehören:

- a) für den Einbau in luftisolierte Leistungsschalter;
- b) für den Einbau in mit flüssigen oder gasförmigen Medien gefüllte (z. B. SF₆, Öl, usw.) Leistungsschalter.

Diese Norm gilt auch für die Spannungsausgleichskondensatoren, die als Ersatz für die beiden Typen a) und b) verwendet werden.

Der Zweck der vorliegenden Norm ist es:

- a) einheitliche Regeln für das Betriebsverhalten, die Prüfung und die Bemessung zu definieren;
- b) spezielle Sicherheitsregeln zu definieren;
- c) eine Anleitung für die Errichtung und den Betrieb zu geben.

Die für alle der vorstehenden Anwendungen erforderlichen Prüfungen sind unterschiedlich.

Bei neuen Leistungsschalteranwendungen sollten die umweltbezogenen und mechanischen Prüfungen als Teil der Prüfung des Leistungsschalters erfolgen. Dies stellt sicher, dass die richtigen Beanspruchungen, die die Einbaubedingungen berücksichtigen, angewendet werden können. Ähnliche Spannungsausgleichskondensatoren sollten während der elektrischen Schaltprüfungen (z. B. Kurzschluss) an den Leistungsschalter angebaut werden, um ihre Fähigkeit nachzuweisen, diesen Bedingungen zu widerstehen.

Beim Ersatz von Spannungsausgleichskondensatoren an bereits im Betrieb befindlichen Leistungsschaltern werden umweltbezogene und mechanische Prüfungen empfohlen. Es ist zu beachten, dass diese Prüfungen unzulänglich sein können, um das ausreichende Betriebsverhalten bei tatsächlichen Anwendungen zu garantieren und eventuelle Käufer müssen sich selbst von der Gültigkeit oder anderweitig von diesen Prüfungen für spezielle Anwendungen überzeugen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60050(436), 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 436: Power capacitors*.

IEC 60050(441), 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*.

E DIN IEC 62146-1 (VDE 0560 Teil 50):2003-12

IEC 60050(471), 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 471: Insulators.*

IEC 62271-100, 2001, *High-voltage alternating-current circuit-breakers.*

IEC 60060-1, 1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements.*

IEC 60068-2-17, 1994, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Q: Sealing.*

IEC 60071-1, 1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules.*

IEC 60233, 1974, *Test on hollow insulators for use in electrical equipment.*

IEC 60270, 2000, *Partial discharge measurements.*

IEC 60507, 1991, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems.*

IEC 60694, 1996, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards.*

IEC 60721, *Classification of environmental conditions.*

IEC 60815, 1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions.*

IEC 61166, 1993, *High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for seismic qualification of high-voltage alternating current circuit-breakers.*

IEC 61264, 1998, *Ceramic pressurized hollow insulators for HV switchgear and controlgear.*

IEC 61462, 1998, *Composite insulators – Hollow insulators for use in outdoor and indoor electrical equipment – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations.*

IEC 62271-200, Ed.1.0 – 17C/284/CDV, 2002, *Gas-insulated metal enclosed switchgear – Highest voltage of equipment of 72,5 kV and above.*

CISPR 18-2, 1986, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits.*

3 Begriffe

3.1

Kondensatorelement (oder Element)

Bauelement, das im Wesentlichen aus zwei Elektroden besteht, die durch ein Dielektrikum getrennt sind (IEV 436-01-03)

3.2

Kondensatoreinheit (oder Einheit)

Anordnung von einem oder mehreren Kondensatorelement(en) in demselben Behälter mit herausgeführten Anschlussklemmen (IEV 436-01-04)

ANMERKUNG Ein üblicher Typ einer Spannungsausgleichskondensatoreinheit hat ein zylindrisches Gehäuse aus Isoliermaterial und Flanschanschlüsse aus Metall, die als Klemmen dienen.

3.3

Kondensatorstapel (oder Stapel)

Anordnung von Kondensatoreinheiten, die in Reihe geschaltet sind (IEV 436-01-05)

3.4

Kondensator

allgemeiner Begriff, der verwendet wird, wenn keine Angabe erforderlich ist, ob Bezug auf eine Kondensatoreinheit oder einen Kondensatorstapel genommen wird

3.5

Dielektrikum eines Kondensators

Isolierstoff zwischen den Elektroden

3.6

Bemessungskapazität eines Kondensators (C_N)

Kapazitätswert, für den der Kondensator bemessen wurde

3.7

Bemessungsfrequenz eines Kondensators (f_N)

Frequenz, für die der Kondensator bemessen wurde (IEV 436-01-14)

3.8

Bemessungsspannung eines Kondensators (U_N)

Effektivwert der Wechselspannung, die dem Kondensator durch Kennzeichnung zugeordnet und für die der Kondensator im Dauerbetrieb bemessen ist

3.9

Kategorie der Bemessungstemperatur eines Kondensators

Temperaturbereich der Umgebungsluft oder eines anderen Mediums, in das der Kondensator während seiner Betriebslebensdauer eingetaucht ist und für den er bemessen ist

3.10

Spannungsausgleichskondensator

Kondensator, der an Hoch- oder Mittelspannungs-Leistungsschaltern für die Steuerung der Spannungsverteilung über den einzelnen Unterbrechereinheiten oder parallel zu Leistungsschaltern mit Einzelunterbrechung für die Verbesserung der Unterbrechungsfähigkeit verwendet wird

3.11

Innenraum-Kondensator

Kondensator, dessen beide Enden für den Einsatz in Umgebungsluft bei Atmosphärendruck vorgesehen, aber nicht Freiluft-Bedingungen ausgesetzt sind (IEV 471-02-03)

3.12

Freiluft-Kondensator

Kondensator, dessen beide Enden für den Einsatz in Umgebungsluft bei Atmosphärendruck vorgesehen und Freiluft-Bedingungen ausgesetzt sind (IEV 471-02-04)

3.13

Kessel-Kessel-Kondensator

Kondensator, dessen beide Enden für das Eintauchen in ein anderes Medium als Umgebungsluft (z. B. Öl oder Gas) vorgesehen sind (IEV 471-02-08)

ANMERKUNG Diese Definition schließt Kondensatoren ein, die in Luft betrieben oder in ein isolierendes Medium eingetaucht werden, deren Temperatur über der der Umgebung liegt, wie es bei luft- oder gasisolierten Kapselungen auftritt (z. B. GIS).

3.14

Kondensator-Anschlussklemmen

Anschlussklemmen, die für die elektrische und mechanische Verbindung mit den Anschlussklemmen der Unterbrechereinheiten eines Leistungsschalters vorgesehen sind

3.15

Kapazitätstoleranz

zulässiger Unterschied zwischen der tatsächlichen Kapazität und der Bemessungskapazität bei festgelegten Bedingungen (IEV 436-04-01)

ANMERKUNG Die tatsächliche Kapazität sollte bei Temperaturen gemessen oder auf Temperaturen bezogen werden, bei denen die Bemessungskapazität festgelegt wurde.

3.16

Hochfrequenzkapazität

wirksame Kapazität bei einer gegebenen Frequenz, die aus der gemeinsamen Wirkung der Eigenkapazität und der Selbstinduktivität des Kondensators resultiert (IEV 436-04-03)

3.17

Resonanzfrequenz

Frequenz, bei der der Blindwiderstand durch die Eigenkapazität des Kondensators gleich dem Blindwiderstand durch die Selbstinduktivität des Kondensators ist

3.18

Kondensatorverluste

Wirkleistung, die im Kondensator umgesetzt wird (IEV 436-04-10)

3.19

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

Verhältnis von äquivalentem Serienwiderstand zu kapazitivem Blindwiderstand des Kondensators bei festgelegter sinusförmiger Wechselspannung und Frequenz (IEV 436-04-11)

3.20

Isolierhülle

Hohlisolator mit oder ohne Glocken, der von einer Seite zur anderen offen ist (IEV 471-01-17)

ANMERKUNG 1 Eine Isolierhülle darf aus einer Isolatoreinheit oder zwei oder mehreren ständig zusammengesetzten Isolatoreinheiten bestehen.

ANMERKUNG 2 Die Isolierhülle darf aus einem Teil oder mehreren ständig zusammengesetzten Teilen aus Keramik, Glas oder analogen anorganischen Werkstoffen, Gieß- oder Pressharz oder Verbund-Isolierstoff bestehen.

3.21

Kriechweg

kürzester Abstand entlang einer Oberfläche eines Isolators zwischen zwei elektrisch leitenden Teilen (IEV 471-01-08)

ANMERKUNG 1 Die Oberfläche aus Kitt oder allen anderen nichtisolierenden Verbindungswerkstoffen wird nicht als Teil angesehen, das einen Kriechweg bildet.

ANMERKUNG 2 Falls eine Beschichtung mit hohem Widerstand auf Teile des isolierenden Teils eines Isolators aufgebracht ist, werden solche Teile als wirksam isolierende Oberfläche angesehen und der Abstand über sie in den Kriechweg einbezogen.

3.22

Schlagweite

kürzester Abstand in Luft zwischen metallenen Teilen außerhalb des Isolators, zwischen denen üblicherweise die Betriebsspannung ansteht (IEV 471-01-07)

3.23

Spannungsausgleichsfaktor V_{GF} des Leistungsschalters

Wert, der die Normwerte der Bemessungsspannungen für den Spannungsausgleichskondensator festlegt

Dieser Faktor ist das Verhältnis des tatsächlichen höchsten Spannungsanteils der technischen Frequenz über einer Unterbrechereinheit eines Leistungsschalters mit Mehrfachunterbrechung und der berechneten linearen Spannungsverteilung der technischen Frequenz je Unterbrechereinheit.

Er ist abhängig von der Bauform des Leistungsschalters, von der Kapazität des Spannungsausgleichskondensators und dessen Frequenz sowie vom Sicherheitsfaktor.

Der Spannungsausgleichsfaktor ist vom Hersteller des Leistungsschalters festzulegen.

3.24

Höchstspannung eines Betriebsmittels (U_m)

höchster Effektivwert der Spannung zwischen den Außenleitern, für die das Betriebsmittel (z. B. Leistungsschalter) ausgelegt ist, sowohl bezüglich ihrer Isolierung als auch anderer Eigenschaften, die sich auf diese Spannung in den entsprechenden Betriebsmittelnormen beziehen

Der Leistungsschalter mit den angebauten Spannungsausgleichskondensatoren wird als ein Betriebsmittel angesehen und U_m ist die Bemessungsspannung des Leistungsschalters nach IEC 60694; die Spannungsausgleichskondensatoren sind nur Zubehörteile des Betriebsmittels.

3.25

äußere Isolierung

Luftstrecken und Oberflächen der Isolierungen von Betriebsmitteln in Luft, die Spannungsbeanspruchungen, atmosphärischen Einwirkungen und anderen äußeren Einflüssen wie Verschmutzung, Feuchtigkeit, Eis, Ungeziefer usw. ausgesetzt sind

Diese Isolierung ist selbstheilend.

3.26

innere Isolierung

festе, flüssige oder gasförmige innere Teile der Isolierung von Betriebsmitteln, die vor atmosphärischen Einwirkungen und anderen äußeren Einflüssen wie Verschmutzung, Feuchtigkeit, Eis, Ungeziefer usw. geschützt sind

Diese Isolierung ist im Allgemeinen nicht selbstheilend.

3.27

Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung

sofern nicht anders festgelegt, vorgeschriebener Effektivwert der sinusförmigen Wechselspannung, der das Betriebsmittel bei Prüfungen, die unter festgelegten Bedingungen durchgeführt werden, für die Dauer von 1 min widerstehen muss

3.28

Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung

vorgeschriebener Scheitelwert der Steh-Schaltstoßspannung, der die Isolierung eines Betriebsmittels hinsichtlich der Stehspannungsprüfungen kennzeichnet

ANMERKUNG Die genormte Schaltstoßspannung hat eine Dauer bis zum Scheitelwert von 250 μ s und eine Rückenhalbwertdauer von 2 500 μ s, wie es in IEC 60060-1 festgelegt ist.

3.29

Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung

vorgeschriebener Scheitelwert der Steh-Blitzstoßspannung, der die Isolierung eines Betriebsmittels hinsichtlich der Stehspannungsprüfungen kennzeichnet

ANMERKUNG Die genormte Blitzstoßspannung hat eine Stirnzeit von 1,2 μ s und eine Rückenhalbwertdauer von 50 μ s, wie es in IEC 60060-1 festgelegt ist.

3.30

Bemessungswert der abgeschnittenen Steh-Blitzstoßspannung

vorgeschriebener Scheitelwert der abgeschnittenen Steh-Blitzstoßspannung, der die Isolierung eines Spannungsausgleichskondensators hinsichtlich der Stehspannungsprüfungen kennzeichnet

3.31

Bemessungs-Isolationspegel

- bei Kondensatoren an Leistungsschaltern mit einer Höchstspannung unter 300 kV die Bemessungswerte der abgeschnittenen Steh-Blitzstoßspannung und der Steh-Blitzstoßspannung sowie der Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung
- bei Kondensatoren an Leistungsschaltern mit einer Höchstspannung von 300 kV und darüber die Bemessungswerte der Steh-Schaltstoßspannung, der Steh-Blitzstoßspannung sowie der abgeschnittenen Steh-Blitzstoßspannung

E DIN IEC 62146-1 (VDE 0560 Teil 50):2003-12

Der Bemessungs-Isolationspegel des Spannungsausgleichskondensators sollte höher als der Bemessungs-Isolationspegel der Unterbrechereinheit des Leistungsschalters sein.

3.32

Überspannung (in einem Netz)

Spannung zwischen einem Außenleiter und Erde oder zwischen Außenleitern, deren Maximalwert den Maximalwert überschreitet, der der höchsten Spannung für Betriebsmittel entspricht (IEV 604-03-09)

ANMERKUNG Überspannungen sind immer kurzzeitige Erscheinungen. Es darf zwischen stark gedämpften Überspannungen mit relativ kurzer Dauer (z. B. 3.27 und 3.28) und ungedämpften oder nur schwach gedämpften Überspannungen mit relativ langer Dauer (siehe 3.33) unterschieden werden. Die Grenzlinie zwischen diesen beiden Gruppen kann nicht eindeutig festgelegt werden.

3.33

zeitweilige Überspannung

schwingende Überspannung an einem gegebenen Ort mit relativ langer Dauer, die ungedämpft oder nur schwach gedämpft ist

Zeitweilige Überspannungen haben ihren Ursprung üblicherweise in Schaltvorgängen oder Fehlern (z. B. Lastabwurf, einphasige Fehler) und/oder in Nichtlinearitäten (Ferroresonanzeffekte, Oberschwingungen). Sie können durch ihre Amplitude, ihre Schwingungsfrequenzen und durch ihre Gesamtdauer oder Abnahme gekennzeichnet werden.

3.34

Asynchronbedingungen

außergewöhnliche Bedingung durch den Verlust der Synchronität zwischen zwei Teilen eines Netzes, die zu einer Spannung am offenen Leistungsschalter führt; im ungünstigsten Fall kann der Phasenwinkel der Spannung am Leistungsschalter bis zu 180° erreichen (Gegenphasigkeit)

3.35

mechanische Beanspruchung

auf die Isolierhülle und auf die Anschlussklemmen des Spannungsausgleichskondensators ausgeübte Beanspruchungen, die durch nachfolgende Hauptkräfte bewirkt werden:

- Kräfte auf die Anschlussklemmen durch den Anschluss des Leistungsschalters;
- Kräfte durch Wind und Eis;
- seismische Kräfte;
- Kräfte durch den bestimmungsgemäßen Betrieb, Öffnen und Schließen, Zustand des Leistungsschalters;
- thermische Kräfte durch Bedingungen des umgebenden Mediums.

4 Bemessungs- und Kennwerte

4.1 Normwerte der Bemessungsfrequenz

Normwerte sind 50 Hz und 60 Hz.

4.2 Normwerte der Bemessungsspannungen U_N

Der Normwert der Bemessungsspannungen U_N für einen Spannungsausgleichskondensator ist die Höchstspannung des Leistungsschalters, an den der Spannungsausgleichskondensator angebaut werden muss, die in Spalte 1 der Tabellen 1, 2, 3 und 4 angegeben ist, dividiert durch das Produkt aus $\sqrt{3}$ und der Anzahl der Trennstrecken in Folge und multipliziert mit dem Spannungsausgleichsfaktor des Leistungsschalters.

$$U_N = \frac{U_m \times V_{GF}}{\sqrt{3} \times n}$$

4.3 Normisulationspegel und Prüfspannung

Die Tabellen 1, 2, 3 und 4 legen die Normisulationspegel mit der entsprechenden Höchstspannung für das Betriebsmittel fest, an das der Spannungsausgleichskondensator angebaut ist, U_m (Effektivwert).

Der Isolationspegel ist durch den Effektivwert der Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung und den Scheitelwert der Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung für $U_m < 300$ kV sowie die Scheitelwerte der Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung und der Steh-Blitzstoßspannung für $U_m \geq 300$ kV definiert.

ANMERKUNG Eine Anleitung für die Wahl des Isolationspegels ist in IEC 60071-1, Abschnitt 26, und IEC 60694 angegeben.

4.3.1 Spannungsausgleichskondensatoren der Kategorie a

Tabelle 1a – Normisoliationspegel für $3,6 \text{ kV} \leq U_m < 300 \text{ kV}$ (Bereich I, Reihe I nach IEC 60694)

Die Werte in den Spalten 2 und 3 wurden den allgemeinen Werten der IEC 60694 entnommen.

1	2	3
Höchstspannung des Betriebsmittels U_m	Bemessungs-Steh- Blitzstoßspannung	Bemessungs-Kurzzeit- Stehwechselspannung
kV (Effektivwert)	kV (Scheitelwert)	kV (Effektivwert)
3,6	20	10
	40	
7,2	40	20
	60	
12	60	28
	75	
17,5	75	38
	95	
24	95	50
	125	
36	145	70
	170	
52	250	95
72,5	325	140
100	380	150
	450	185
123	450	185
	550	230
145	550	230
	650	275
170	650	275
	750	325
245	850	360
	950	395
	1 050	460

Tabelle 1b – Normisulationspegel für $4,76 \text{ kV} \leq U_m < 362 \text{ kV}$ (Bereich I, Reihe II, verwendet in Nordamerika, nach IEC 60694)

Die Werte in den Spalten 2 und 3 wurden den allgemeinen Werten der IEC 60694 entnommen.

1	2	3	
Höchstspannung des Betriebsmittels U_m	Bemessungs-Steh- Blitzstoßspannung	Bemessungs-Kurzzeit- Stehwechselspannung	
		Trocken	Nass
kV (Effektivwert)	kV (Scheitelwert)	kV (Effektivwert)	kV (Effektivwert)
4,76	60	19	–
8,25	75	26	24
	95	35	30
15	95	35	30
	110	50	45
25,8	125	50	45
	150	70	60
38	150	70	60
	200	95	80
48,3	250	120	100
72,5	350	160	140

ANMERKUNG 1 Für Bemessungsspannungen größer als 72,5 kV bis einschließlich 245 kV gelten die Werte von Tabelle 1a.

ANMERKUNG 2 Nasswerte gelten für eine Stehdauer von 10 s an Freiluft-Betriebsmitteln. Siehe IEC 60060-1, 9.2.

— Entwurf —

E DIN IEC 62146-1 (VDE 0560 Teil 50):2003-12

Tabelle 2a – Normisulationspegel für $U_m \geq 300$ kV (Bereich II nach IEC 60694)

Die Werte in den Spalten 2, 3 und 4 wurden den Werten "über dem offenen Schaltgerät und/oder der Trennstrecke" der IEC 60694 entnommen.

1	2	3	4
Höchstspannung des Betriebsmittels U_m	Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung	Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung	Äquivalente Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung
kV (Effektivwert)	kV (Scheitelwert)	kV (Scheitelwert)	kV (Effektivwert)
300	945	1 120 1 220	435
362	1 095	1 255 1 380	520
420	1 245	1 540 1 665	610
550	1 350	1 740 1 865	800
800	1 750	2 255 2 555	1 150

Tabelle 2b – Normisulationspegel für $U_m \geq 362$ kV (Bereich II, verwendet in Nordamerika, nach IEC 60694)

Die Werte in den Spalten 2, 3 und 4 wurden den Werten "über dem offenen Schaltgerät und/oder der Trennstrecke" der IEC 60694 entnommen.

1	2	3	4
Höchstspannung des Betriebsmittels U_m	Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung	Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung	Äquivalente Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung
kV (Effektivwert)	kV (Scheitelwert)	kV (Scheitelwert)	kV (Effektivwert)
362	1 095	1 505	610
550	1 350	2 115	890

4.3.2 Spannungsausgleichskondensatoren der Kategorie b

Tabelle 3 – Normisolationspegel für $72,5 \text{ kV} \leq U_m < 300 \text{ kV}$ (Bereich I nach IEC 62271)

Die Werte in den Spalten 2 und 3 wurden den Werten "Außenleiter-Erde über dem offenen Schaltgerät und zwischen Außenleitern" der IEC 62271 entnommen.

1	2	3
Höchstspannung des Betriebsmittels U_m	Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung	Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung
kV (Effektivwert)	kV (Scheitelwert)	kV (Effektivwert)
72,5	325	140
100	450	185
123	550	230
145	650	275
170	750	325
245	950	395
	1 050	460

Tabelle 4 – Normisolationspegel für $U_m \geq 300 \text{ kV}$ (Bereich II nach IEC 62271)

Die Werte in den Spalten 2, 3 und 4 wurden den Werten "über dem offenen Schaltgerät und/oder der Trennstrecke" der IEC 62271 entnommen.

1	2	3	4
Höchstspannung des Betriebsmittels U_m	Bemessungs-Steh-Schaltstoßspannung	Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung	Äquivalente Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung
kV (Effektivwert)	kV (Scheitelwert)	kV (Scheitelwert)	kV (Effektivwert)
300	945	1 220	595
362	1 095	1 380	675
420	1 245	1 665	815
550	1 350	1 865	925
800	1 750	2 555	1 270

4.4 Kriechweg

Bei Freiluft-Isolierung, die für Verschmutzung anfällig ist, muss der erforderliche Mindest-Bemessungs-Kriechweg, gemessen auf der Isolierungsoberfläche der Isolierhülle, den nachfolgenden Werten entsprechen (in mm je kV der Bemessungsspannung U_N des Spannungsausgleichskondensators multipliziert mit $\sqrt{3}$):

- bei leichtem Verschmutzungsgrad 16 mm/kV
- bei mittlerem Verschmutzungsgrad 20 mm/kV
- bei starkem Verschmutzungsgrad 25 mm/kV
- bei sehr starkem Verschmutzungsgrad 31 mm/kV

E DIN IEC 62146-1 (VDE 0560 Teil 50):2003-12

Außerdem sollte das Verhältnis des Bemessungs-Kriechweges zur Schlagweite allgemein 4/1 nicht überschreiten.

Der Glockenumriss der Isolierhülle muss die kennzeichnenden Parameter nach IEC 60815, Anhang D, erfüllen.

Falls Prüfungen mit künstlicher Verschmutzung erforderlich sind, müssen sie nach IEC 60507 durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Der tatsächliche Wert des Kriechweges kann vom Bemessungswert durch die Herstellungstoleranzen, die in IEC 60233, Abschnitt 7, angegeben sind, abweichen.

ANMERKUNG 2 Die Definition der verschiedenen Verschmutzungsklassen basiert auf IEC 60815.

ANMERKUNG 3 Es wird anerkannt, dass das Betriebsverhalten der Oberflächenisolierung stark von der Isolatorform beeinflusst wird. Auch andere Maßnahmen, wie periodisches Reinigen der Isolatoroberfläche mit Wasser oder Fetten der Oberfläche, können das Betriebsverhalten der isolierenden Umhüllung bei Verschmutzung verbessern.

4.5 Kapazitätstoleranzen

Die gemessene Kapazität darf von der Bemessungskapazität nicht mehr als –5 % bis +5 % abweichen.

4.6 Anforderungen an den Kondensatorverlust

Die auf Kondensatorverluste bezogenen Anforderungen dürfen zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

ANMERKUNG 1 Der Zweck der Messung der Verluste ist, die Gleichmäßigkeit der Produktion zu überprüfen.

ANMERKUNG 2 Der $\tan \delta$ -Wert ist von der Ausführung der Isolierung sowie der Spannung, der Temperatur und der Messfrequenz abhängig.

4.7 Einbauwinkel

Die Kondensatoren müssen für den Einbau in jeder Lage ausgelegt sein: vertikal, horizontal oder schräg.

4.8 Mindestfestigkeitswert bei Auslegerbelastung

Die Prüfkraft F_C hängt von den Kondensatormaßen, der Länge l und dem größten Glockendurchmesser der Isolierhülle ab und muss wie folgt berechnet werden:

$$F_C = [(450 \times l \times d) + 500] \times 2$$

Dabei sind F_C in N und l und d in m einzusetzen.

In jedem Fall muss F_C ein Mindestwert sein, der ein Biegemoment von 2 000 Nm ergibt.

ANMERKUNG Die Koeffizienten der vorstehenden Gleichung für die Prüfkraft F_C basieren auf einer höchsten Windgeschwindigkeit von 41,7 m/s, was einen äquivalenten Winddruck von 900 N/m² bei einer höchsten seitlichen Leitungskraft an der Spitze des Kondensators von 500 N für einen Sicherheitsfaktor von 2 ergibt.

4.9 Mindestfestigkeitswert bei Biegebelastung

Die Prüfkraft F_B muss 1 000 N betragen.

4.10 Mindestfestigkeitswert beim Torsionsmoment

Die Anschlussklemmen des Spannungsausgleichskondensators müssen einem Torsionsmoment M_T von mindestens 3 000 Nm standhalten können.

5 Betriebsbedingungen

Detaillierte Angaben zur Einteilung der Umweltbedingungen sind in IEC 60721 enthalten.

5.1 Bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen

Die vorliegende Norm enthält Anforderungen an Kondensatoren, die für den Einsatz unter vorstehend verzeichneten Bedingungen vorgesehen sind. Sie können in den Leistungsschalter eingebaut werden, der unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen nach IEC 60694 eingesetzt wird.

5.1.1 Zeitweilige Überspannungen

Die Kondensatoren müssen der Spannung mit einem Effektivwert von $2,0 U_N$ unter asynchronen Bedingungen für eine Dauer von 1 h ohne Beschädigungen standhalten können.

5.1.2 Einsatzhöhe

Die Einsatzhöhe darf 1 000 m nicht überschreiten.

5.1.3 Kategorien der Bemessungstemperatur

Kondensatoren werden in Temperaturkategorien eingeteilt, wobei jede Kategorie durch zwei Zahlen festgelegt ist. Die erste Zahl repräsentiert die untere Umgebungslufttemperatur und die zweite Zahl den oberen Grenzwert der Umgebungsluft oder den Mittelwert um den Kondensator, die Temperatur, bei der der Kondensator ständig mit angelegter Bemessungsspannung betrieben werden darf.

Die Temperaturkategorien umfassen den Temperaturbereich von -40 °C bis $+60\text{ °C}$.

Die niedrigste Umgebungslufttemperatur sollte aus den Vorzugswerten -5 °C , -25 °C , -40 °C ausgewählt werden.

Tabelle 5 legt den Zusammenhang zwischen der zweiten Zahl und den oberen Grenzwerten der Änderungsbereiche der Umgebungslufttemperatur fest.

Tabelle 5

Umgebungslufttemperatur (°C)		
	Höchster Mittelwert über einem Zeitraum von	
Höchstwert	24 h	1 Jahr
40	30	20
50	40	30
60	50	40

Es kann jede Kombination von Kleinstwerten und Größtwerten ausgewählt werden, um die Kategorie der Bemessungstemperatur eines Kondensators festzulegen, z. B. $-25/40$ oder $-5/40$.

Die Vorzugskategorien der Bemessungstemperatur sind: $-40/40$, $-25/40$, $-5/40$.

ANMERKUNG 1 Die Temperaturwerte nach Tabelle 5 können den auf den Errichtungsort bezogenen meteorologischen Temperaturtabellen entnommen werden.

ANMERKUNG 2 Es ist selbstverständlich, dass die Kondensatoren häufigen Schaltvorgängen bei Temperaturen innerhalb des Bereiches der Kategorie der Bemessungstemperatur standhalten können.

5.1.4 Mechanische Beanspruchung und Schwingungen

Mechanische Beanspruchung und Schwingungen durch:

- Kräfte auf die Anschlussklemmen aufgrund des Anschlusses des Leistungsschalters, deren Wert durch Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller festgelegt werden muss;
- Kräfte durch Wind und Eis;
- Kräfte durch Schwingungen in Folge bestimmungsgemäßer Betätigung des Leistungsschalters, Öffnen und Schließen.

Schwingungen durch Erdbeben werden vernachlässigt.

5.1.5 Weitere Betriebsbedingungen für Innenraum-Spannungsausgleichskondensatoren

Weitere zu berücksichtigende Bedingungen sind nachfolgende:

- a) der Einfluss der Sonnenstrahlung darf vernachlässigt werden;
- b) die Umgebungsluft ist nicht beträchtlich durch Staub, Rauch, korrosive Gase, Dämpfe oder Salz verunreinigt;
- c) die Bedingungen der Luftfeuchte sind nachfolgende:
 - 1) der während einer Dauer von 24 h gemessene Durchschnittswert der relativen Luftfeuchtigkeit übersteigt 95 % nicht;
 - 2) der Durchschnittswert des Wasserdampfdrucks über einen Zeitraum von 24 h übersteigt 2,2 kPa nicht;
 - 3) der Durchschnittswert der relativen Luftfeuchtigkeit über einen Zeitraum von 1 Monat übersteigt 90 % nicht;
 - 4) der Durchschnittswert des Wasserdampfdrucks über einen Zeitraum von 1 Monat übersteigt 1,8 kPa nicht.

Bei diesen Bedingungen darf Kondensation gelegentlich auftreten.

ANMERKUNG 1 Kondensation ist zu erwarten, wenn in Zeiträumen mit hoher Feuchtigkeit plötzliche Temperaturwechsel auftreten.

ANMERKUNG 2 Um den Einwirkungen von hoher Feuchtigkeit und Kondensation zu widerstehen, wie z. B. Durchschlag der Isolierung oder Korrosion von metallenen Teilen, sollten Spannungsausgleichskondensatoren, die für solche Bedingungen ausgelegt sind, verwendet werden.

ANMERKUNG 3 Kondensation kann durch spezielle Auslegung des Gehäuses, geeignete Belüftung und Erwärmung oder den Einsatz von Entfeuchtungseinrichtungen verhindert werden.

5.1.6 Weitere Betriebsbedingungen für Freiluft-Spannungsausgleichskondensatoren

Weitere zu berücksichtigende Bedingungen sind nachfolgende:

- a) Sonnenstrahlung bis zu einer Höhe von 1 000 W/m² (mittags an einem klaren Tag) sollte berücksichtigt werden;
- b) die Umgebungsluft darf durch Staub, Rauch, korrosive Gase, Dämpfe oder Salz verunreinigt sein. Die Verschmutzung darf die in 4.4 angegebenen Verschmutzungsgrade nicht überschreiten;
- c) der Winddruck darf 700 Pa auf einer zylindrischen Oberfläche nicht überschreiten (entspricht einer Windgeschwindigkeit von 34 m/s);
- d) es sollte das Vorhandensein von Kondensation oder atmosphärischem Niederschlags beachtet werden;
- e) die Eisbedeckung darf 1 mm für die Klasse 1, 10 mm für die Klasse 10 und 20 mm für die Klasse 20 nicht überschreiten.

5.2 Besondere Betriebsbedingungen

Wenn Spannungsausgleichskondensatoren unter Bedingungen eingesetzt werden, die von den in 5.1 angegebenen abweichen, sollten sich die Anforderungen des Anwenders wie folgt auf genormte Schritte beziehen:

5.2.1 Einsatzhöhe

Für Anlagen in einer Einsatzhöhe von mehr als 1 000 m muss, um sicherzustellen, dass die äußeren Stehspannungen des Kondensators ausreichend sind, die üblicherweise erforderliche Schlagweite auf einen geeigneten Wert erhöht werden.

Es ist nicht erforderlich,

- die radiale Dicke der Isolierung anzugleichen;
- die Luftstrecke in dem Fall anzupassen, wenn der Kondensator in Öl oder SF₆ eingetaucht ist.

Aufgrund der Begrenzungen der Durchschlagsfestigkeit und der Überschlagsspannung der inneren Isolierung des Kondensators ist es eventuell nicht immer möglich, die Angemessenheit der erhöhten Schlagweite durch tatsächliche Prüfungen bei jeder Einsatzhöhe, die niedriger als die des Betriebes ist, zu überprüfen. In solch einem Falle muss der Lieferant nachweisen, dass durch die Erhöhung der Schlagweite der Kondensator ausreichend ist.

Als allgemeine Richtlinie sollte eine Erhöhung von 1 % der Schlagweite in Meereshöhe für jeweils 100 m über 1 000 m bis höchstens 3 000 m über Meereshöhe angewendet werden.

BEISPIEL:

Einsatzhöhe der Anlage 2 800 m:

Erhöhung der Schlagweite:

$$1 \% \times \frac{2\,800\text{ m} - 1\,000\text{ m}}{100\text{ m}} = 18 \%$$

5.2.2 Umgebungstemperatur und Feuchtigkeit

Bei Anlagen an einem Ort, an dem die Umgebungstemperatur beträchtlich außerhalb des in 5.1.3 angegebenen Bereiches der bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen liegen kann, sollten die Vorzugsbereiche der festzulegenden niedrigsten und höchsten Temperatur sein:

- 50 °C und 40 °C für sehr kaltes Klima;
- 5 °C und 70 °C für sehr warmes Klima.

In bestimmten Gebieten mit häufigem Auftreten von warmen feuchten Winden können plötzliche Änderungen der Temperatur auftreten, die selbst in Innenräumen zu Kondensation führen.

Bei tropischen Innenraumbedingungen kann der über einen Zeitraum von 24 h gemessene Durchschnittswert der relativen Luftfeuchte 98 % betragen.

5.2.3 Erdbeben

Bezüglich der Erdbebenbeanspruchung müssen die Spannungsausgleichskondensatoren als ein Zubehörteil des Leistungsschalters angesehen werden, das auf diese Weise die seismischen Eignungsregeln nach IEC 61166 erfüllen muss.

Die Schärfestufen des erforderlichen Verhaltensspektrums müssen aus IEC 61166, Abschnitt 5, Tabelle 1, ausgewählt werden.

5.3 Funkstörspannung (RIV – Radio Interference Voltage)

Diese Anforderung gilt für Spannungsausgleichskondensatoren mit einer Bemessungsspannung $U_N \geq 123 \text{ kV}$, die in einem luftisolierten Umspannwerk errichtet sind. Die Funkstörspannung darf bei der Prüfung mit $1,1 U_N$ und den in 9.1 beschriebenen Messbedingungen $2\,000 \mu\text{V}$ nicht überschreiten.

ANMERKUNG Diese Anforderung wurde aufgenommen, um bestimmte Bestimmungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit zu erfüllen.

6 Anforderungen an Prüfungen

6.1 Allgemeine Anforderungen

Alle Prüfungen müssen nach den zutreffenden IEC-Publikationen ausgeführt werden, auf die in dem besonderen Abschnitt verwiesen wird.

Prüfungen an Isolierhüllen aus keramischem Werkstoff müssen nach IEC 60233 ausgeführt werden.

Prüfungen an Isolierhüllen aus Verbundisoliertstoff müssen nach IEC 61462 ausgeführt werden.

Alle Hochspannungsprüfungen nach 7.1, 8.3 und 9.2 müssen nach IEC 60060-1 ausgeführt werden.

Der Lieferant muss auf Ersuchen des Käufers ein detailliertes Typprüfungszertifikat bereitstellen. Die Prüfungen müssen an Spannungsausgleichskondensatoren einer Bauform ausgeführt worden sein, die von der dem Käufer angebotenen nicht in solcher Weise abweicht, dass die durch eine Typprüfung überprüften Merkmale beeinträchtigt werden können.

Die Wiederholung einer Typprüfung ist nur verbindlich, wenn es in einer besonderen Spezifikation festgelegt ist oder die Bauform geändert oder modifiziert wurde. Die Wiederholung der Typprüfung bei kleinen Änderungen muss zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

Die Werte der geltenden Prüfstehspannungen für neu hergestellte Spannungsausgleichskondensatoren sind in den Tabellen 1, 2, 3 und 4 angegeben. Bei Spannungsausgleichskondensatoren, die in Betrieb waren, müssen die Stehspannungen auf 80 % der Werte verringert werden, die in den Tabellen angegeben sind.

Die Kondensatoren dürfen nicht durch tolerierte Überschläge in Luft beschädigt werden, wenn sie nach 7.1, 8.3 und 9.2 geprüft werden, leichte auf der Oberfläche der porzellanisierten Teile verbleibende Spuren sind jedoch akzeptabel.

Eine Definition der Begriffe „Überschlag“ und „Durchschlag“ sind in IEC 60050(212), 212-01-37 bzw. 212-01-38 angegeben.

6.2 Prüfbedingungen

Sofern es für eine besondere Prüfung oder Messung nicht anders festgelegt ist, muss die Temperatur des Kondensatordielektrikums zu Beginn der Prüfung zwischen $+5\text{ °C}$ und $+40\text{ °C}$ liegen und aufgezeichnet werden.

Es darf davon ausgegangen werden, dass das Dielektrikum unter der Voraussetzung dieselbe Temperatur aufweist wie die Umgebungsluft, dass der Kondensator im ungespeisten Zustand für eine ausreichende Zeit bei konstanter Temperatur der Umgebungsluft belassen wurde.

Falls eine Korrektur erforderlich ist, muss, sofern es nicht anders zwischen Hersteller und Käufer vereinbart wurde, die Bezugstemperatur $+20\text{ °C}$ sein.

Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Wechsellspannungsprüfungen und -messungen unabhängig von der Bemessungsfrequenz des Kondensators und nach IEC 60060-1 bei einer Frequenz zwischen 45 Hz und 65 Hz ausgeführt werden.

Isolationsprüfungen an Spannungsausgleichskondensatoren, die nicht an einen Leistungsschalter angebaut sind, sind zulässig.

Isolationsprüfungen dürfen nur an vollständigen Kondensatoren zusammen mit ihren Befestigungsflanschen oder anderen Befestigungsmitteln ausgeführt werden.

Zu Beginn der Isolationsprüfungen muss der Isolator sauber und trocken sein.

Bei der Isolationstypprüfung darf kein anderer Ausgleichsschirm usw. am Kondensator angebracht sein, als der für den Anschluss im Betriebsfall zugehörige.

Falls die Isolationsstückprüfungen (siehe Abschnitt 8) nur vorgesehen sind, um die innere Isolierung zu überprüfen, ist es zulässige Praxis, die äußeren Metallteile des Kondensators während dieser Prüfungen abzuschirmen.

Die Abdeckung der Anschlussklemmen zur Nachbildung der Betriebsbedingung sollte vorgesehen werden, um Restentladungen zu verhindern. Es wird die Verwendung von Rohrabschnitten mit kugelförmigen Abschlüssen empfohlen.

Die Stückprüfungen dürfen, sofern der Kondensator aus mehreren Kondensatoreinheiten besteht, an getrennten Einheiten ausgeführt werden, wobei die erhöhte Prüfspannung (wie in 8.3 festgelegt) zu beachten ist, um der Ungleichmäßigkeit der Spannungsverteilung durch die Kapazitätstoleranz gerecht zu werden.

Der Einbauwinkel bei der Steh-Wechselspannungs- oder Steh-Schaltstoßspannungsprüfung, nass, darf Gegenstand einer speziellen Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller sein.

Ein Kondensator wird üblicherweise in einer Anordnung geprüft, die eine ausreichende Luftstrecke zu geerdeten Teilen in der Umgebung besitzt, um einen direkten Überschlag durch die umgebende Luft oder das Eintauchmedium zu verhindern.

Nur bei der Trockentypprüfung mit der Steh-Wechselspannung, Steh-Blitzstoß- und Steh-Schaltstoßspannung darf der Kondensator in senkrechter Lage auf einem metallenen Sockel befestigt werden, der eine Höhe gleich der Kondensatorlänge ($\pm 20\%$) und einen äquivalenten Durchmesser von mindestens dem Zweifachen des größten Durchmessers der Isolierhülle des Kondensators aufweist.

Eine Anschlussklemme muss mit Erdpotenzial und die andere mit der Spannungsquelle verbunden werden.

Die Prüfung muss in umgekehrter Lage des Kondensators wiederholt werden, um die mit Erdpotenzial und der Spannungsquelle verbundenen Anschlussklemmen zu vertauschen.

Für die Wiederholung der Wechselspannungstypprüfung kann der Hersteller den Kondensator wechseln.

Falls die tatsächlichen atmosphärischen Bedingungen von den in IEC 60060-1 angegebenen Werten abweichen, muss eine Korrektur nach Tabelle 6 vorgenommen werden.