

	DIN EN 62271-100 (VDE 0671 Teil 100)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.130.10 Ersatzvermerk siehe unten Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen — Teil 100: Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter (IEC 62271-100:2001 + A1:2002 + Corrigendum 1:2002 + Corrigendum 2:2003); Deutsche Fassung EN 62271-100:2001 + A1:2002 High-voltage switchgear and controlgear — Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers (IEC 62271-100:2001 + A1:2002 + Corrigendum 1:2002 + Corrigendum 2:2003); German version EN 62271-100:2001 + A1:2002 Appareillage à haute tension — Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension (CEI 62271-100:2001 + A1:2002 + Corrigendum 1:2002 + Corrigendum 2:2003); Version allemande EN 62271-100:2001 + A1:2002 Ersatzvermerk Ersatz für DIN VDE 0670-101 (VDE 0670 Teil 101):1992-12 DIN VDE 0670-102 (VDE 0670 Teil 102):1992-12 DIN VDE 0670-103 (VDE 0670 Teil 103):1992-10 DIN VDE 0670-104 (VDE 0670 Teil 104):1992-10 DIN VDE 0670-105 (VDE 0670 Teil 105):1992-10 DIN VDE 0670-106 (VDE 0670 Teil 106):1992-10 Siehe jedoch Vorwort Gesamtumfang 286 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Nationales Vorwort

Beginn der Gültigkeit

Die EN 62271-100 wurde am 2001-09-01 angenommen.
Die Änderung A1 wurde am 2002-11-01 angenommen.

Daneben darf **DIN VDE 0670-101 (VDE 0670 Teil 101):1992-12**, **DIN VDE 0670-102 (VDE 0670 Teil 102):1992-12**, **DIN VDE 0670-103 (VDE 0670 Teil 103):1992-10**, **DIN VDE 0670-104 (VDE 0670 Teil 104):1992-10**, **DIN VDE 0670-105 (VDE 0670 Teil 105):1992-10** und **DIN VDE 0670-106 (VDE 0670 Teil 106):1992-10** noch bis 2004-09-01 angewendet werden.

Vorausgegangene Norm-Entwürfe: E DIN IEC 17A/542/CDV (VDE 0670 Teil 1):2000-04 und E DIN IEC 17A/568/CD (VDE 0670 Teil 1/A1)2000-07.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 432.1 „Hochspannungs-Schaltgeräte“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 17A „High-voltage switchgear and controlgear“ erarbeitet.

Die Änderung A1 wurde durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand im Text gekennzeichnet.

Berichtigungen:

Diese deutsche Fassung der Norm enthält Berichtigungen, bei denen in der zugehörigen Nationalen Fußnote auf das Nationale Vorwort verwiesen wird. Das für die deutsche Fassung zuständige UK 432.1 hat entschieden, die Berichtigungen einzufügen, da ohne diese der Text der gegenwärtigen Fassung von IEC 62271-100 zu Missverständnissen führen kann. Die Berichtigungen sind im Textteil jeweils durch Unterstreichen kenntlich gemacht. Die **Bilder 17a** und **17b** sind durch korrigierende Hinweise allein nicht verständlich und deshalb nachstehend in der berichtigten Fassung wiedergegeben.

Die Berichtigungen sind inzwischen dem zuständigen Technischen Komitee IEC/SC 17A vorgelegt worden. Sie werden in Amendment 2 (Änderung 2) zur Norm IEC 62271-100 aufgenommen.

Bild 17a

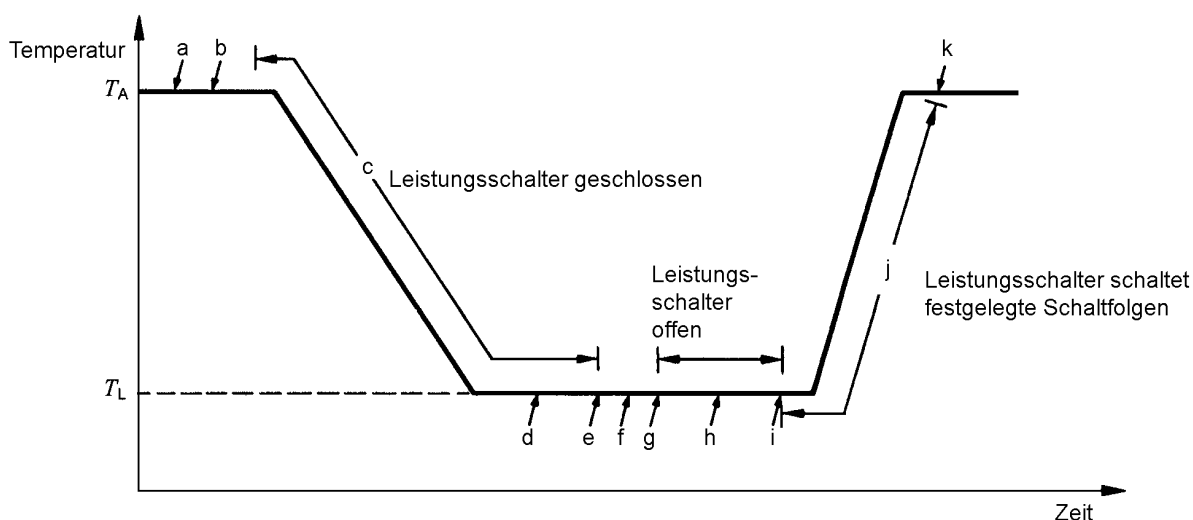


Bild 17a – Prüfung bei unterer Grenztemperatur

Bild 17b

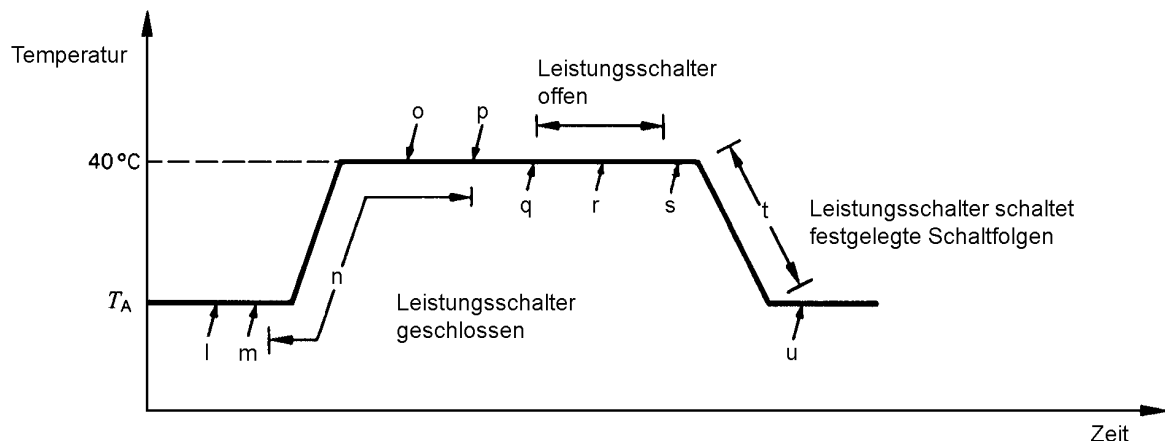


Bild 17b – Prüfung bei oberer Grenztemperatur

ANMERKUNG Die Buchstaben a bis u bezeichnen die in 6.101.3.3 und 6.101.3.4 festgelegten Prüfungen.

Bild 17 – Prüffolgen bei Grenztemperaturprüfungen

Änderungen

Gegenüber DIN VDE 0670-101 (VDE 0670 Teil 101):1992-12, DIN VDE 0670-102 (VDE 0670 Teil 102):1992-12, DIN VDE 0670-103 (VDE 0670 Teil 103):1992-10, DIN VDE 0670-104 (VDE 0670 Teil 104):1992-10, DIN VDE 0670-105 (VDE 0670 Teil 105):1992-10 und DIN VDE 0670-106 (VDE 0670 Teil 106):1992-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Die vorstehend genannten Normen wurden insgesamt inhaltlich überarbeitet; sie wurden in der vorliegenden Norm (DIN EN 62271-100 (VDE 0671 Teil 100)) zusammengeführt. Die neue Norm wurde in ihrer Struktur an DIN EN 60694 (VDE 0670 Teil 1000) angepasst.

Gegenüber einer Vielzahl weniger bedeutender Modifikationen sind im Einzelnen folgende Änderungen hervorzuheben:

- Harmonisierung bezüglich der Einschwingspannungen zwischen den korrespondierenden IEC- und ANSI/IEEE-Normen für Bemessungsspannungen von 100 kV und darüber; daraus resultierten u. a. auch Änderungen des Verlaufs der Einschwingspannung und deren Kenngrößen.
- Einführung der Schalterklassifizierungen C1/2 (kapazitives Schaltvermögen), E1/2 (elektrische Lebensdauer) und M1/2 (mechanische Lebensdauer).
- Grundsätzliche Überarbeitung des Schaltens kapazitiver Ströme.
- Das Leistungsschild wurde inhaltlich und bezüglich der verwendeten Bezeichnungen angepasst (Begriffe „Nenn-...“ wurden durch „Bemessungs-...“ ersetzt).
- Die Kriterien für das Bestehen einer dielektrischen Typprüfung wurden geändert.
- Die Regeln für Prüfungen an Leistungsschaltern mit alternativen Antrieben, für Teilpolprüfungen sowie für einpolige Prüfungen an dreipoligen Geräten wurden präzisiert.
- Eine Spannungsprüfung als Zustandstest nach anderen Prüfungen wurde eingearbeitet.
- Die mechanische Bewegungskarakteristik einzelner Schalterexemplare wurde als entscheidendes Kriterium für den Vergleich der Schalter untereinander eingeführt.
- Für die einzelnen Prüfungen wurden neue Kurzbezeichnungen definiert.
- Nach der neuen Norm sind alle Kurzschlussprüfungen in der Bemessungsschaltfolge des Leistungsschalters durchzuführen.

DIN EN 62271-100 (VDE 0671 Teil 100):2004

- k) Die Prüfung unter den Bedingungen des Doppelerdschlusses sowie des einphasigen Fehlers wurde hinzugefügt.
- l) Prüfungen zur elektrischen Lebensdauer von Leistungsschaltern kamen hinzu.
- m) Ein Bibliographie-Anhang sowie Anhänge mit Erläuterungen, Abkürzungen und Formelzeichen wurden neu aufgenommen.
- n) In einem neuen Anhang werden die Toleranzen aller Prüfgrößen angegeben.

Frühere Ausgaben

DIN 43610:1942-06, 1943-03, 1951xx-08

DIN 43612:1959-10, 1960xx-09

DIN VDE 0670-101 (VDE 0670 Teil 101):1978-07, 1992-12

DIN VDE 0670-102 (VDE 0670 Teil 102):1978-07, 1982-02, 1992-12

DIN VDE 0670-103 (VDE 0670 Teil 103):1978-07, 1992-10

DIN VDE 0670-104 (VDE 0670 Teil 104):1978-11,1992-10

DIN VDE 0670-105 (VDE 0670 Teil 105):1979-03, 1992-10

DIN VDE 0670-106 (VDE 0670 Teil 106):1979-03, 1992-10

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-151:1978	IEV Teil 151:2002-03	–
–	IEC 60050-441:1984	IEV Teil 441:1990	–
–	IEC 60050-601:1985	IEV Teil 601:1989	–
–	IEC 60050-604:1987	IEV Teil 604:1989	–
EN 60059:1999	IEC 60059:1999	DIN EN 60059:2000-03	–
Normen der Reihe EN 60060	Normen der Reihe IEC 60060	Normen der Reihe DIN EN 60060 (VDE 0432)	VDE 0432
EN 60071-2:1997	IEC 60071-2:1996	DIN EN 60071-2 (VDE 0111 Teil 2):1997-09	VDE 0111 Teil 2

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60129:1994	IEC 60129:1984 A1:1992 A2:1996	DIN EN 60129 (VDE 0670 Teil 2):1998-03	VDE 0670 Teil 2
EN 60137:1996	IEC 60137:1995	DIN EN 60137 (VDE 0674 Teil 5):1996-10	VDE 0674 Teil 5
EN 60255-3:1998	IEC 60255-3:1989 modifiziert	DIN EN N 60255-3 (VDE 0435 Teil 3013):1998-07	VDE 0435 Teil 3013
–	IEC 60296:1982 A1:1986	–	–
–	IEC 60376:1971	DIN VDE 0373-1 (VDE 0373 Teil 1):1980-04	VDE 0373 Teil 1
EN 60427:2000	IEC 60427:2000	DIN EN 60427:2001-06	–
–	IEC 60480:1974	–	–
EN 60529:1991 EN 60529/A1:2000	IEC 60529:1989 A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470 Teil 1):2000-09	VDE 0470 Teil 1
EN 60694:1996 EN 60694/A1:2000 EN 60694/A2:2001	IEC 60694:1996 A1:2000 A2:2001	DIN EN 60694 (VDE 0670 Teil 1000):2002-09	VDE 0670 Teil 1000
–	IEC/TR2 61233:1994	–	–
–	IEC/TR2 61233:1995	–	–
–	IEC/TR2 61234:1995	–	–
–	IEC 62215 ersetzt durch TR 62271-308:2002	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60059, *IEC-Normwerte für Bemessungsströme (IEC 60059:1999); Deutsche Fassung EN 60059:1999.*

DIN EN 60060 (VDE 0432), *Hochspannungs-Prüftechnik.*

DIN EN 60071-2 (VDE 0111 Teil 2), *Isolationskoordination – Teil 2: Anwendungsrichtlinie (IEC 60071-2:1996); Deutsche Fassung EN 60071-2:1997.*

DIN EN 60137 (VDE 0674 Teil 5), *Isolierte Durchführungen für Wechselspannungen über 1 kV (IEC 60137:1995); Deutsche Fassung EN 60137:1996.*

DIN EN 60255-3 (VDE 0435 Teil 3013), *Elektrische Relais – Teil 3: Messrelais mit einer Eingangsgröße und abhängiger oder unabhängiger Zeitkennlinie (IEC 60255-3:1989, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60255-3:1998.*

DIN EN 60427 (VDE 0670 Teil 108), *Synthetische Prüfung von Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschaltern (IEC 60427:2000); Deutsche Fassung EN 60427:2000.*

DIN EN 62271-100 (VDE 0671 Teil 100):2004

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

DIN EN 60694 (VDE 0670 Teil 1000), 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.

IEV Teil 151, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 151: Elektrische und Magnetische Geräte und Einrichtungen.*

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

IEV Teil 601, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 601: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie – Allgemeines.*

IEV Teil 604, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 604: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie – Betrieb.*

DIN VDE 0373-1 DIN IEC 60376 (VDE 0373 Teil 1), Bestimmung für neues Schwefelhexafluorid (SF₆) – Anforderungen und Abnahmeprüfungen [VDE-Bestimmung].

Nationaler Anhang NC (informativ)

Gemeinsames Normenkennzeichnungssystem unter IEC 62271 für Normen, die unter der Verantwortung von IEC/SC 17A und IEC/SC 17C stehen

In Übereinstimmung mit den Beschlüssen während des SC 17A und SC 17C-Komiteetreffens in Frankfurt am Main im Juni 1998 (siehe Tagungsprotokoll Punkt 20.7 im IEC-Dokument 17A/535/RM) wurde in Abstimmung mit den Nationalen Komitees der IEC ein gemeinsames Normenkennzeichnungssystem für alle Normen, die unter die Verantwortung von SC 17A und SC 17C fallen, vereinbart. Von IEC wurde als gemeinsame Normenbezeichnung IEC 62271 „High Voltage Switchgear and Controlgear“ festgelegt. Damit fallen alle Normen unter diese Bezeichnung und den Titel.

Die Untergliederung der SC 17A und SC 17C zugeordneten Normen folgt folgendem Prinzip:

- a) gemeinsame Normen, von SC 17A und SC 17C betreut, beginnen mit Teil 1: IEC 62271-1;
- b) Normen, von SC 17A betreut, beginnen mit Teil 100: IEC 62271-100;
- c) Normen, von SC 17C betreut, beginnen mit Teil 200: IEC 62271-200;
- d) andere Publikationen (Technical Report, Public Available Specification, Guide), betreut von SC 17A und SC 17C, beginnen mit Teil 300: IEC 62271-300.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der Zuordnung von alter und neuer Nummerierung der Normen, für die CLC/TC 17A und CLC/TC 17C zuständig sind. Die Nummern in Klammern, z. B. (300), besagen, dass eine Entscheidung, ob Norm oder Guide/Technical Report/Public Available Specification noch offen ist.

IEC 62271/ EN 62271	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen	Bisherige Normnummer	
Teil	Originaltitel	IEC	EN/HD
1	Common specifications	60694; 60517	EN 60694; EN 60517
2	Seismic qualification for rated voltages of 72,5 kV and above	Neu	–
100	High-voltage alternating circuit-breakers	60056	HD 348, mod.
101	Synthetic testing of high-voltage alternating current circuit-breakers	60427	EN 60427
102	Alternating current disconnectors and earthing switches	60129	EN 60129
103	Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV	60265-1	EN 60265-1
104	High-voltage switches for rated voltages of 52 kV and above	60265-2	EN 60265-2
105	High-voltage alternating current switch-fuse combinations	60420	EN 60420
106	High-voltage alternating current contactors and contactor-based motor-starters	60470	EN 60470
107	High-voltage alternating current switchgear-fuse combinations	Neu	–
108	Switchgear having combined functions	Neu	–
109	Series capacitor by-pass switches	Neu	–
110	High-voltage alternating current circuit-breakers – Inductive load switching	61233	–
200	A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV	60298	EN 60298
201	A.C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV	60466	–
202	High-voltage/low-voltage prefabricated substations	61330	EN 61330
203	Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above	60517; 61259	EN 60517; EN 61259
204	Rigid high-voltage gas-insulated transmission lines for rated voltages of 72,5 kV and above	61640	–
(300)	Guide for seismic qualification of high-voltage alternating current circuit-breakers	61166	EN 61166
(302)	High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for short-circuit and switching test procedures for metal-enclosed and dead tank circuit-breakers	61633	–
(303)	High-voltage switchgear and controlgear – Use and handling of sulphur hexafluoride (SF ₆) in high-voltage switchgear and controlgear	61634	–
(304)	Additional requirements for enclosed switchgear and controlgear from 1 kV to 72,5 kV to be used in severe climatic conditions	60932	–
(305)	Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above – Fluid-filled and extruded insulation cables – Fluid-filled and dry type cable-terminations	60859	–
(306)	Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above	61639	–
(307)	High-voltage switchgear and controlgear – The use of electronic and associated technologies in auxiliary equipment of switchgear and controlgear	62063	–
308	High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for asymmetrical short-circuit breaking test duty T100a	62215	–
309	TRV parameters for high-voltage switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and less than 100 kV	Neu	–
310	Electrical endurance testing for circuit-breakers rated 72,5 kV and above	Neu	–

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen
Teil 100: Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter
(Einschließlich Änderung A1:2002)
(IEC 62271-100:2001 + A1:2002)

High-voltage switchgear and controlgear
Part 100: High-voltage alternating-current
circuit-breakers
(Includes Amendment A1:2002)
(IEC 62271-100:2001 + A1:2002)

Appareillage à haute tension
Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif à
haute tension
(Inclut l'amendement A1:2002)
(CEI 62271-100:2001 + A1:2002)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2001-09-01 und die A1 am 2002-11-01 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, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn 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 EN 62271-100:2001

Der Text des Schriftstücks 17A/589/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 62271-100, ausgearbeitet von dem SC 17A „High-voltage switchgear and controlgear“ des IEC/TC 17 „Switchgear and controlgear“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2001-09-01 als EN 62271-100 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt HD 348 S7:1998.

ANMERKUNG Diese Norm wurde zur Abstimmung als prEN 60056 vorgelegt.

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): 2002-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-09-01

Diese Norm ist anzuwenden in Verbindung mit **EN 60694:1996**, auf die sie Bezug nimmt und die gilt, falls nicht in dieser Norm anders angegeben. Um die Angabe der entsprechenden Anforderungen zu erleichtern, wird die gleiche Benummerung der Abschnitte und Unterabschnitte wie in **EN 60694** verwendet. Änderungen dieser Abschnitte und Unterabschnitte erhalten dieselbe Abschnittsnummer, während zusätzliche Unterabschnitte beginnend mit 101 benummert werden.

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

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A, B, C, D, E, F, G und ZA normativ und sind die Anhänge H, I, J, K und L informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62271-100:2001 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Vorwort EN 62271-100:2001/A1:2002

Der Text des Schriftstücks 17A/625/FDIS, zukünftige Änderung zu IEC 62271-100:2001, ausgearbeitet von dem SC 17A „High-voltage switchgear and controlgear“ des IEC/TC 17 „Switchgear and controlgear“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2002-11-01 als Änderung A1 zu EN 62271-100:2001 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2003-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2005-11-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2002 zur Internationalen Norm IEC 62271-100:2001 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Allgemeines	11
1.1 Anwendungsbereich	11
1.2 Normative Verweisungen	11
2 Betriebsbedingungen.....	12
3 Begriffe	12
3.1 Allgemeine Begriffe	13
3.2 Schaltgerätekombinationen	16
3.3 Teile von Schaltgerätekombinationen	16
3.4 Schaltgeräte.....	16
3.5 Teile von Leistungsschaltern	17
3.6 Betätigung.....	19
3.7 Kenngrößen von Leistungsschaltern	21
3.8 Verzeichnis der Begriffe	27
4 Bemessungsgrößen	31
4.1 Bemessungsspannung (U_r)	32
4.2 Bemessungs-Isolationspegel.....	32
4.3 Bemessungsfrequenz (f_r)	32
4.4 Bemessungs(betriebs)strom (I_r) und Erwärmung	32
4.5 Bemessungs-Kurzzeitstrom (I_k)	33
4.6 Bemessungs-Stoßstrom (I_p)	33
4.7 Bemessungs-Kurzschlussdauer (t_k)	33
4.8 Bemessungs-Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfs- und Steuerstromkreise (U_a)	33
4.9 Bemessungsfrequenz der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise	33
4.10 Bemessungsdrücke der Druckgasversorgung für Isolation, Betätigung und Lichtbogenlöschung	33
4.101 Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom (I_{sc})	33
4.102 Dem Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom zugeordnete Einschwingspannung.....	35
4.103 Bemessungs-Kurzschlusseschaltstrom.....	44
4.104 Bemessungsschaltfolge.....	45
4.105 Kenngrößen bei Abstandskurzschluss	45
4.106 Bemessungs-Ein- und -Ausschaltstrom unter Asynchronbedingungen	46
4.107 Bemessungsströme für kapazitive Schaltfälle	47
4.108 Ausschaltwert für kleine induktive Ströme.....	50
4.109 Bemessungs-Schaltzeiten	50
4.110 Anzahl mechanischer Schalthandlungen	52
4.111 Klasseneinteilung von Leistungsschaltern im Hinblick auf die elektrische Lebensdauer.....	52

	Seite
5 Konstruktion und Bau.....	52
5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Leistungsschaltern	52
5.2 Anforderungen an Gase in Leistungsschaltern	52
5.3 Erdung von Leistungsschaltern	52
5.4 Hilfseinrichtungen	52
5.5 Schließen mit abhängiger Kraftbetätigung.....	53
5.6 Schließen mit Kraftspeicherbetätigung	53
5.7 Unabhängige Handbetätigung	53
5.8 Arbeitsbedingungen für Auslöser.....	54
5.9 Drucküberwachung	55
5.10 Leistungsschilder	55
5.11 Verriegelungseinrichtungen	57
5.12 Schaltstellungsanzeige	57
5.13 Schutzgrad von Gehäusen	57
5.14 Kriechwege	57
5.15 Dichtheit gegenüber Gasen und Vakuum.....	57
5.16 Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten.....	57
5.17 Entflammbarkeit	57
5.18 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	57
5.101 Anforderungen an den Gleichlauf der Pole bei einzelnen Ein- und Ausschaltungen	57
5.102 Allgemeine Betriebsanforderungen	58
5.103 Druckgrenzen des Mediums für Betätigung	58
5.104 Ausblasöffnungen	58
6 Typprüfungen.....	58
6.1 Allgemeines	60
6.2 Dielektrische Prüfungen.....	61
6.3 Störspannungsprüfungen	64
6.4 Messung des Widerstandes der Hauptstrombahn	64
6.5 Erwärmungsprüfungen.....	64
6.6 Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen.....	65
6.7 Schutzgradprüfung und mechanische Schlagprüfung.....	66
6.8 Dichtheitsprüfungen	66
6.9 Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).....	66
6.101 Mechanische Prüfungen und Klimaprüfungen.....	66
6.102 Verschiedene Bestimmungen für Ein- und Aus-Schaltprüfungen	77
6.103 Prüfkreise für Kurzschluss-Ein- und Ausschaltprüfungen	95
6.104 Prüfdaten für Kurzschlussprüfungen	97
6.105 Durchführung von Kurzschlussprüfungen	109
6.106 Standard-Kurzschlussprüfschaltfolgen	111

	Seite
6.107	Prüfungen im kritischen Strombereich 115
6.108	Einphasige Kurzschlussprüfung und Doppelerdschlussprüfung 116
6.109	Abstandskurzschlussprüfungen 117
6.110	Ein- und Ausschaltprüfungen unter Asynchronbedingungen 121
6.111	Prüfungen des kapazitiven Schaltvermögens 123
6.112	Besondere Anforderungen an Leistungsschalter der Klasse E2 bei Ein- und Ausschaltprüfungen 135
7	Stückprüfungen 137
7.1	Dielektrische Prüfung der Hauptstrombahn 137
7.2	Spannungsprüfung an Steuer- und Hilfsstromkreisen 137
7.3	Messung des Widerstandes der Hauptstrombahn 137
7.4	Dichtheitsprüfung 137
7.5	Sichtkontrollen und Überprüfung der Konstruktion 137
7.101	Mechanische Funktionsprüfungen 137
8	Auswahl von Leistungsschaltern für den Betrieb 139
8.101	Allgemeines 139
8.102	Auswahl der Bemessungswerte für den Betrieb 141
8.103	Auswahl der Bemessungswerte für Fehlerfälle 143
8.104	Auswahl bezüglich der elektrischen Lebensdauer in Netzen mit einer Bemessungsspannung von größer 1 kV bis einschließlich 52 kV 146
8.105	Auswahl bezüglich des kapazitiven Schaltvermögens 147
9	Angaben in Anfragen, Angeboten und Bestellungen 147
9.101	Angaben in Anfragen und Bestellungen 147
9.102	Angaben bei Angeboten 148
10	Hinweise für Transport, Lagerung, Aufstellung, Betrieb und Instandhaltung 150
10.1	Bedingungen während Transport, Lagerung und Aufstellung 150
10.2	Aufstellung 150
10.3	Betrieb 156
10.4	Instandhaltung 156
11	Sicherheit 156
Anhang A (normativ)	Berechnung der Einschwingspannung für Abstandskurzschlüsse aus den Bemessungs-Kenngrößen 204
Anhang B (normativ)	Toleranzen für Prüfwerte bei Typprüfungen 213
Anhang C (normativ)	Aufzeichnungen und Berichte von Typprüfungen 221
Anhang D (normativ)	Bestimmung des Kurzschluss-Leistungsfaktors 224
Anhang E (normativ)	Verfahren zum Zeichnen der Hüllkurve der unbeeinflussten Einschwingspannung eines Stromkreises und zur Bestimmung der Kenngrößen 226
Anhang F (normativ)	Verfahren zur Ermittlung der unbeeinflussten Einschwingspannung 230
Anhang G (normativ)	Begründung für die Einführung von Leistungsschaltern der Klasse E2 246
Anhang H (informativ)	Einschwingströme von Kondensatorbänken und Parallelkondensatorbänken 247

	Seite
Anhang I (informativ) Erläuternde Anmerkungen.....	252
Anhang J (informativ) Toleranzen für die Leitungslänge und den Prüfstrom für Abstandskurzschluss-Prüfungen	266
Anhang K (informativ) Liste der in IEC 62271-100 verwendeten Abkürzungen und Symbole	268
Literaturhinweise	276
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	277
 Bild 1 – Typisches Oszillogramm eines Ein-Aus-Schaltspiels bei einem dreiphasigen Kurzschluss	157
Bild 2 – Aus- und Einschaltung eines Leistungsschalters ohne Schaltwiderstände	159
Bild 3 – Ein-Aus-Schaltspiel eines Leistungsschalters ohne Schaltwiderstände.....	160
Bild 4 – Wiedereinschaltung (selbsttätige Wiedereinschaltung) eines Leistungsschalters ohne Schaltwiderstände.....	161
Bild 5 – Aus- und Einschaltung eines Leistungsschalters mit Schaltwiderständen	162
Bild 6 – Ein-Aus-Schaltspiel eines Leistungsschalters mit Schaltwiderständen.....	163
Bild 7 – Wiedereinschaltung (selbsttätige Wiedereinschaltung) eines Leistungsschalters mit Schaltwiderständen.....	164
Bild 8 – Bestimmung der Ein- und Ausschaltströme und der bezogenen Gleichstromkomponente	165
Bild 9 – Bezogene Gleichstromkomponente als Funktion des Zeitintervalls ($T_{op} + T_r$) für die Standard-Zeitkonstante τ_1 und die Zeitkonstanten für besondere Fälle τ_2 , τ_3 und τ_4	166
Bild 10 – Darstellung einer festgelegten Vier-Parameter-Einschwingspannung und einer Verzögerungslinie für T100, T60, Abstandskurzschluss und für das Schalten unter Asynchronbedingungen	166
Bild 11 – Darstellung einer festgelegten Einschwingspannung durch einen 2-Parameter-Linienzug und eine Verzögerungslinie	167
Bild 12a – Grundlegender Klemmenkurzschlusskreis mit Anfangs-Einschwingspannung.....	168
Bild 12b – Darstellung der Anfangs-Einschwingspannung mit dem weiteren Verlauf der Einschwingspannung	168
Bild 13 – Darstellung des dreiphasigen Kurzschlusses	169
Bild 14 – Alternative Darstellung zu Bild 13	170
Bild 15 – Grundlegender Prüfkreis für Abstandskurzschluss.....	171
Bild 16 – Beispiel einer leitungsseitigen Einschwingspannung mit Zeitverzögerung und gerundetem Verlauf im Bereich des Scheitelwertes mit Hilfslinien zur Bestimmung der Werte u_L^* , t_L und t_{dL}	171
Bild 17 – Prüffolgen bei Grenztemperaturprüfungen	172
Bild 18 – Feuchtigkeitsprüfung.....	173
Bild 19 – Statische Kräfte an den Anschlüssen	174
Bild 20 – Richtung für die statischen Kräfte an den Anschlüssen	175
Bild 21 – Zulässige Anzahl von Prüfmustern für Ein-, Aus- und Lastschaltprüfungen, bildliche Darstellung der Festlegungen in 6.102.2.....	176
Bild 22 – Definition eines einzelnen Prüfmusters nach IEC 60694, 3.2.2	177
Bild 23a – Bezugskennlinie (idealisierte Verlauf) der mechanischen Bewegung.....	178

Bild 23b – Bezugskennlinie (idealisierte Verlauf) der mechanischen Bewegung mit den vorgeschriebenen Grenzkurven, die auf die Bezugskennlinie zentriert sind (+5 %, –5 %), Kontakttrennung in diesem Bereich bei $t = 20 \text{ ms}$	178
Bild 23c – Bezugskennlinie (idealisierte Verlauf) der mechanischen Bewegung mit den vorgeschriebenen Grenzkurven, bezüglich der Bezugskennlinie vollständig nach oben verschoben (+10 %, –0 %), Kontakttrennung in diesem Beispiel bei $t = 20 \text{ ms}$	179
Bild 23d – Bezugskennlinie (idealisierte Verlauf) der mechanischen Bewegung mit den vorgeschriebenen Grenzkurven, bezüglich der Bezugskennlinie vollständig nach unten verschoben (+0 %, –10 %), Kontakttrennung in diesem Beispiel bei $t = 20 \text{ ms}$	179
Bild 24 – Gleichwertiger Prüfaufbau für die Prüfung einer einzelnen Unterbrechereinheit von Leistungsschaltern mit mehr als einer getrennten Unterbrechereinheit	180
Bild 25a – Bevorzugter Prüfkreis	181
Bild 25b – Alternativer Prüfkreis	181
Bild 25 – Erdung von Prüfkreisen für dreiphasige Kurzschlussprüfungen, Polfaktor 1,5	181
Bild 26a – Bevorzugter Prüfkreis	181
Bild 26b – Alternativer Prüfkreis	181
Bild 26 – Erdung von Prüfkreisen für dreiphasige Kurzschlussprüfungen, Polfaktor 1,3	181
Bild 27a – Bevorzugter Prüfkreis	182
Bild 27b – Alternativer Prüfkreis, nicht anwendbar für Leistungsschalter, bei denen die Isolation zwischen den Phasen und/oder zur Erde kritisch ist (z. B. gasisolierte Schaltanlagen oder Kessel-Leistungsschalter)	182
Bild 27 – Erdung von Prüfkreisen für einphasige Kurzschlussprüfungen, Polfaktor 1,5	182
Bild 28a – Bevorzugter Prüfkreis	182
Bild 28b – Alternativer Prüfkreis, nicht anwendbar für Leistungsschalter, bei denen die Isolation zwischen den Phasen und/oder zur Erde kritisch ist (z. B. gasisolierte Schaltanlagen oder Kessel-Leistungsschalter)	182
Bild 28 – Erdung von Prüfkreisen für einphasige Kurzschlussprüfungen, Polfaktor 1,3	182
Bild 29 – Graphische Darstellung der drei gültigen symmetrischen Ausschaltungen bei dreiphasigen Prüfungen in einem Netz mit nicht starr geerdetem Sternpunkt (Polfaktor 1,5)	183
Bild 30 – Graphische Darstellung der drei gültigen symmetrischen Ausschaltungen bei dreiphasigen Prüfungen in einem Netz mit starr geerdetem Sternpunkt (Polfaktor 1,3)	184
Bild 31 – Graphische Darstellung der drei gültigen asymmetrischen Ausschaltungen bei dreiphasigen Prüfungen in einem Netz mit nicht starr geerdetem Sternpunkt (Polfaktor 1,5)	185
Bild 32 – Graphische Darstellung der drei gültigen asymmetrischen Ausschaltungen bei dreiphasigen Prüfungen in einem Netz mit starr geerdetem Sternpunkt (Polfaktor 1,3)	186
Bild 33 – Graphische Darstellung der drei gültigen symmetrischen Ausschaltungen bei einphasigen Prüfungen als Ersatz für dreiphasige Bedingungen in einem Netz mit nicht starr geerdetem Sternpunkt (Polfaktor 1,5)	187
Bild 34 – Graphische Darstellung der drei gültigen asymmetrischen Ausschaltungen bei einphasigen Prüfungen als Ersatz für dreiphasige Bedingungen in einem Netz mit nicht starr geerdetem Sternpunkt (Polfaktor 1,5)	188
Bild 35 – Graphische Darstellung der drei gültigen symmetrischen Ausschaltungen bei einphasigen Prüfungen als Ersatz für dreiphasige Bedingungen in einem Netz mit starr geerdetem Sternpunkt (Polfaktor 1,3)	189
Bild 36 – Graphische Darstellung der drei gültigen asymmetrischen Ausschaltungen bei einphasigen Prüfungen als Ersatz für dreiphasige Bedingungen in einem Netz mit starr geerdetem Sternpunkt (Polfaktor 1,3)	190

Bild 37 – Graphische Darstellung des Lichtbogenfensters und des Spannungsfaktors k_p , durch welchen die Einschwingspannung für den jeweiligen Pol bestimmt wird, für Netze mit dem Polfaktor 1,3.....	191
Bild 38 – Graphische Darstellung des Lichtbogenfensters und des Spannungsfaktors k_p , durch welchen die Einschwingspannung für den jeweiligen Pol bestimmt wird, für Netze mit dem Polfaktor 1,5.....	191
Bild 39 – Beispiel einer unbeeinflussten Einschwingspannung des Prüfkreises mit Vier-Parameter-Hüllkurve, die den Bedingungen für die Typprüfung genügt: Fall einer festgelegten Einschwingspannung mit Vier-Parameter-Referenzlinienzug.....	192
Bild 40 – Beispiel einer unbeeinflussten Einschwingspannung des Prüfkreises mit 2-Parameter-Hüllkurve, die den Bedingungen für die Typprüfung genügt: Fall einer festgelegten Einschwingspannung mit 2-Parameter-Referenzlinienzug.....	192
Bild 41 – Beispiel einer unbeeinflussten Einschwingspannung des Prüfkreises mit Vier-Parameter-Hüllkurve, die den Bedingungen für die Typprüfung genügt: Fall einer festgelegten Einschwingspannung mit Zwei-Parameter-Referenzlinienzug	193
Bild 42 – Beispiel einer unbeeinflussten Einschwingspannung des Prüfkreises mit Zwei-Parameter-Hüllkurve, die den Bedingungen für die Typprüfung genügt: Fall einer festgelegten Einschwingspannung mit Vier-Parameter-Referenzlinienzug.....	193
Bild 43 – Beispiel für die Kurvenverläufe der Einschwingspannungen und deren kombinierte Hüllkurve bei Durchführung der Prüfungen in zwei Teilen	194
Bild 44 – Bestimmung der betriebsfrequenten wiederkehrenden Spannung	195
Bild 45 – Erfordernis zusätzlicher einphasiger Prüfungen und Prüfanforderungen.....	196
Bild 46 – Grundlegender Prüfkreis für Abstandskurzschlussprüfungen und unbeeinflusste Einschwingspannung – Prüfkreis Typ a) nach 6.109.3: Speiseseite und Leitungsseite mit Zeitverzögerung.....	197
Bild 47 – Grundlegender Prüfkreis für Abstandskurzschlussprüfungen und unbeeinflusste Einschwingspannung – Prüfkreis Typ b1) nach 6.109.3: Speiseseite mit Anfangs-Einschwingspannung und Leitungsseite mit Zeitverzug.....	198
Bild 48 – Grundlegender Prüfkreis für Abstandskurzschlussprüfungen und unbeeinflusste Einschwingspannung – Prüfkreis Typ b2) nach 6.109.3: Speiseseite mit Zeitverzug und Leitungsseite ohne Zeitverzug.....	199
Bild 49 – Flussdiagramm für die Auswahl des Prüfkreises für Abstandskurzschlussprüfungen	200
Bild 50 – Kompensation einer Überschreitung der speiseseitigen Verzögerungszeit durch eine Vergrößerung der leitungsseitigen Spannung	201
Bild 51 – Prüfkreis unter Asynchronbedingungen für einpolige Prüfungen	202
Bild 52 – Prüfkreis unter Asynchronbedingungen mit zwei Spannungen, die um 120 elektrische Grade verschoben sind.....	202
Bild 53 – Prüfkreis unter Asynchronbedingungen mit einem geerdeten Anschluss des Leistungsschalters (nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber).....	202
Bild 54 – Einschwingspannung bei der Prüfung des kapazitiven Schaltvermögens	203
Bild A.1 – Typischer Verlauf der speiseseitigen und der leitungsseitigen Einschwingspannung – Leitungsseite und Speiseseite mit Verzögerungszeit.....	212
Bild A.2 – Typischer Verlauf der speiseseitigen und der leitungsseitigen Einschwingspannung – Leitungsseite und Speiseseite mit Verzögerungszeit, Speiseseite mit Anfangs-Einschwingspannung	212
Bild E.1 – Vier-Parameter-Darstellung einer unbeeinflussten Einschwingspannung eines Prüfkreises – Fall nach E.2 c) 1).....	228

Bild E.2 – Vier-Parameter-Darstellung einer unbeeinflussten Einschwingspannung eines Prüfkreises – Fall nach E.2 c) 2)	228
Bild E.3 – Vier-Parameter-Darstellung einer unbeeinflussten Einschwingspannung eines Prüfkreises – Fall nach E.2 c) 3) i)	229
Bild E.4 – Zwei-Parameter-Darstellung einer unbeeinflussten Einschwingspannung eines Prüfkreises – Fall nach E.2 c) 3) ii)	229
Bild F.1 – Einfluss der Minderung (Depression) auf den Scheitelwert der Einschwingspannung	239
Bild F.2 – Einschwingspannung bei idealer Ausschaltung	239
Bild F.3 – Ausschaltung mit Lichtbogenspannung	240
Bild F.4 – Ausschaltung mit ausgeprägtem vorzeitigem Stromnulldurchgang	240
Bild F.5 – Ausschaltung mit Nachstrom	240
Bild F.6 – Vergleich von unbeeinflusstem und beeinflusstem Verlauf des Stromes und der Einschwingspannung	241
Bild F.7 – Prinzipschaltbild für die Einspeisung eines betriebsfrequenten Stromes	242
Bild F.8 – Zeitlicher Ablauf des Messvorganges bei der Einspeisung eines betriebsfrequenten Stromes	243
Bild F.9 – Prinzipschaltbild für die Einspeisung eines kapazitiven Schwingstromes	244
Bild F.10 – Zeitlicher Ablauf des Messvorganges bei der Einspeisung eines Schwingstromes	245
Bild H.1 – Schaltbild für Beispiel 1	248
Bild H.2 – Beispiel 2	249
Bild H.3 – Gleichungen für die Berechnung der Einschwingströme von Kondensatorbänken	251
Figure 1 – Typical short-circuit testing station parameter combinations	261
 Tabelle 1a – Normwerte der Einschwingspannung – Bemessungsspannungen unter 100 kV – Zweiparameter-Darstellung	 39
Tabelle 1b – Normwerte der Einschwingspannung ^{a)} – Bemessungsspannungen von 100 kV bis 170 kV für Netze mit starr geerdetem Sternpunkt – Vier-Parameter-Darstellung	40
Tabelle 1c – Normwerte der Einschwingspannung ^{a)} – Bemessungsspannungen von 100 kV bis 170 kV für Netze mit nicht starr geerdetem Sternpunkt – Vier-Parameter-Darstellung	41
Tabelle 1d – Normwerte der Einschwingspannung ^{a)} – Bemessungsspannungen ab 245 kV für Netze mit starr geerdetem Sternpunkt – Vier-Parameter-Darstellung	42
Tabelle 2 – Normwerte der Faktoren für die Ermittlung der Einschwingspannung für den zweit- und drittlöschenden Pol für Bemessungsspannungen größer als 72,5 kV	43
Tabelle 3 – Normwerte der Anfangseinschwingspannung für Bemessungsspannungen von 100 kV und darüber	44
Tabelle 4 – Normwerte der Kenngrößen der Leitung für Abstandskurzschluss	46
Tabelle 5 – Vorzugswerte für die Bemessungsgrößen kapazitiver Ströme	49
Tabelle 6 – Angaben auf Leistungsschildern	56
Tabelle 7 – Typprüfungen	60
Tabelle 8 – Anzahl der Schaltfolgen	70
Tabelle 9 – Beispiele horizontaler und vertikaler Kräfte für die Prüfung mit statischem Klemmenzug	77
Tabelle 10 – Stromscheitelwerte und Dauer der Teilschwingung während der Lichtbogenperiode bei 50 Hz in Bezug auf die Kurzschluss-Prüfschaltfolge T100a	92

Tabelle 11 – Stromscheitelwerte und Dauer der Teilschwingung während der Lichtbogenperiode bei 60 Hz in Bezug auf die Kurzschluss-Prüfschaltfolge T100a.....	92
Tabelle 12 – Löschenfenster für Prüfungen mit symmetrischem Strom.....	95
Tabelle 13 – Normwerte der unbeeinflussten Einschwingspannung – Bemessungsspannungen kleiner als 100 kV – Zwei-Parameter-Darstellung	104
Tabelle 14a – Normwerte der unbeeinflussten Einschwingspannung – Bemessungsspannungen zwischen 100 kV und 800 kV für Netze mit starr geerdetem Sternpunkt – Vier-Parameter-Darstellung (T100, T60, OP1 and OP2) oder Zwei-Parameter-Darstellung (T30 und T10).....	106
Tabelle 14b – Normwerte der unbeeinflussten Einschwingspannung – Bemessungsspannungen zwischen 100 kV und 170 kV für Netze mit nicht starr geerdetem Sternpunkt – Vier-Parameter-Darstellung (T100, T60, OP1 und OP2) oder Zwei-Parameter-Darstellung (T30 und T10).....	108
Tabelle 15 – Ungültige Prüfungen	111
Tabelle 16 – Parameter der Einschwingspannung bei einphasiger Kurzschlussprüfung und Doppelerdschlussprüfung	117
Tabelle 17 – Prüfschaltfolgen zum Nachweis der Bemessungswerte unter Asynchronbedingungen.....	122
Tabelle 18 – Prüfschaltfolgen für Klasse C2.....	128
Tabelle 19 – Prüfschaltfolgen für Klasse C1.....	132
Tabelle 20 – Vorgeschriebene Werte für u_1 , t_1 , u_c und t_2	134
Tabelle 21 – Schaltfolge für die Prüfung zur elektrischen Lebensdauer nach 6.112.2 an Leistungsschaltern der Klasse E2, die für den Betrieb mit automatischer Wiedereinschaltung bestimmt sind	136
Tabelle 22 – Anlegen der Spannung bei der dielektrischen Prüfung der Hauptstrombahn	137
Tabelle 23 – Beziehung zwischen Kurzschluss-Leistungsfaktor, Zeitkonstante und Netzfrequenz.....	143
Tabelle A.1 – Anteile des Spannungsfalls und der speiseseitigen Einschwingspannung	206
Tabelle B.1 – Toleranzen für Prüfgrößen bei Typprüfungen	214
Tabelle F.1 – Vergleich der Verfahren zur Ermittlung der unbeeinflussten Einschwingspannung	237
Table 1 – Circuit specific fault level study results for 275 kV transmission substation	262
Tabelle J.1 – Tatsächliche prozentuale Abstandskurzschluss-Ausschaltströme	267

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Wechselstrom-Leistungsschalter, die für Innenraum- und Freiluftaufstellung sowie für den Betrieb in Netzen mit Frequenzen von 50 Hz und 60 Hz und Spannungen über 1 kV gebaut sind.

Sie gilt nur für dreipolige Leistungsschalter, die in Dreiphasennetzen, und für einpolige Leistungsschalter, die in Einphasennetzen verwendet werden. Die Verwendung zweipoliger Leistungsschalter in Einphasennetzen und der Betrieb in Netzen mit einer Frequenz unterhalb von 50 Hz bedarf der Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber.

Diese Norm gilt auch für die Antriebe und Hilfseinrichtungen der Leistungsschalter. Leistungsschalter mit Antrieben für abhängige Handbetätigung sind in dieser Norm nicht vorgesehen, da für sie ein Bemessungs-Kurzschluss einschaltstrom nicht festgelegt werden kann und gegen die abhängige Handbetätigung aus Sicherheitsgründen Einwände vorgebracht werden können.

Diese Norm gilt nicht für Leistungsschalter für Triebfahrzeuge der elektrischen Zugförderung; diese sind durch IEC 60077 abgedeckt [4]¹⁾.

Generator-Leistungsschalter, die zwischen dem Generator und dem Blocktransformator eingesetzt werden, werden durch den Anwendungsbereich dieser Norm nicht erfasst.

Das Schalten induktiver Ströme wird in IEC 61233 behandelt.

Mit Ausnahme von Leistungsschaltern mit einpoliger selbsttätiger Wiedereinschaltung sind Leistungsschalter mit beabsichtigtem Ungleichlauf zwischen den Polen durch den Anwendungsbereich dieser Norm nicht erfasst.

Diese Norm gilt nicht für selbstauslösende Leistungsschalter mit mechanischer Auslösevorrichtung oder Vorrichtungen, die nicht blockiert werden können.

Umgehungs-Leistungsschalter, die parallel zu Reihenkondensatoren oder deren Schutzeinrichtungen geschaltet sind, sind durch den Anwendungsbereich dieser Norm nicht erfasst, sie werden in IEC 60143-2 behandelt [6].

ANMERKUNG Prüfungen zum Nachweis des Verhaltens unter außergewöhnlichen Bedingungen sollten Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender sein. Solche außergewöhnlichen Bedingungen sind z. B. Fälle, in denen die Spannung höher als die Bemessungsspannung des Leistungsschalters ist, wie es bei Lastabwurf bei langen Freileitungen oder Kabeln vorkommen kann.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Im Falle von Verweisungen mit Angabe des Erscheinungsdatums sind später erschienene Korrekturen oder überarbeitete Ausgaben nicht gültig. Jedoch sollen Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Norm beruhen, nach Möglichkeit die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen anwenden. Im Falle undatiert Verweisungen gilt die jeweils zuletzt erschienene Ausgabe des normativen Dokuments. Die Mitglieder von IEC und ISO führen ständig aktualisierte Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60050(151):1978, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*.

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

¹⁾ Ziffern in eckigen Klammern verweisen auf die Literatur im [Anhang L](#).

IEC 60050(601):1985, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*.

IEC 60050(604):1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*.

IEC 60059:1999, *IEC standard current ratings*.

IEC 60060 (all parts), *High-voltage test techniques*.

IEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*.

IEC 60129:1984, *Alternating current disconnectors and earthing switches*.

IEC 60137:1995, *Bushings for alternating voltages above 1 000 V*.

IEC 60255-3:1989, *Electrical relays – Part 3: Single output energizing quantity measuring relays with dependent or independent time*.

IEC 60296:1982, *Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*.

IEC 60376:1971, *Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride*.

IEC 60427:1989, *Synthetic testing of high-voltage alternating current circuit-breakers*.

IEC 60480:1974, *Guide to the checking of sulphur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment*.

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

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

IEC 61233:1994, *High-voltage alternating current circuit-breakers – Inductive load switching*.

IEC 61633:1995, *High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for short-circuit and switching test procedures for metal-enclosed and dead tank circuit-breakers*.

IEC 61634:1995, *High-voltage switchgear and controlgear – Use and handling of sulphur hexafluoride (SF₆) in high-voltage switchgear and controlgear*.

IEC 62215, *High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for asymmetrical short-circuit breaking test duty T100a*.^{2) N1)}

2 Betriebsbedingungen

Nach **IEC 60694, Abschnitt 2**.

3 Begriffe

Für diese Norm gelten die Begriffe der IEC 60050(441) sowie der **IEC 60694**. Einige Begriffe sind zur Vereinfachung nachstehend wiedergegeben.

Zusätzliche Begriffe werden entsprechend IEC 60050(441) klassifiziert.

²⁾ Noch nicht veröffentlicht.

^{N1)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurde IEC 62215 durch IEC TR 62271-308:2002, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 308: Guide for asymmetrical short-circuit breaking test duty T100a*, ersetzt.

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.101

Schaltanlagen und/oder Schaltgeräte

[IEV 441-11-01]

3.1.102

Innenraum-Schaltanlagen und/oder -Schaltgeräte

[IEV 441-11-04]

3.1.103

Freiluft-Schaltanlagen und/oder -Schaltgeräte

[IEV 441-11-05]

3.1.104

Kurzschlussstrom

[IEV 441-11-07]

3.1.105

Netz mit isoliertem Sternpunkt

[IEV 601-02-24]

3.1.106

Netz mit starr geerdetem Sternpunkt

[IEV 601-02-25]

3.1.107

Netz mit niederohmiger Sternpunkterdung

[IEV 601-02-26]

3.1.108

Netz mit Erdschlusskompensation, Kurzschlussstrom-Löschspule

[IEV 601-02-27]

3.1.109

Erdfehlerfaktor

an einer betrachteten Stelle eines Drehstromnetzes (im Allgemeinen Einbauort eines Gerätes) und für eine gegebene Netzschaltung das Verhältnis des Effektivwertes der höchsten betriebsfrequenten Leiter-Erde-Spannung eines ungestörten Leiters während eines Fehlers mit Erdberührung (ein- oder mehrphasige Fehler an beliebiger Stelle des Netzes) zum Effektivwert der betriebsfrequenten Leiter-Erde-Spannung, die an der betrachteten Stelle ohne den Fehler vorhanden wäre

ANMERKUNG 1 Der Erdfehlerfaktor ist ein reines Zahlenverhältnis (grundsätzlich größer als 1), das allgemein die Sternpunkterdung eines Netzes, bezogen auf die betrachtete Stelle, unabhängig von der dort herrschenden Betriebsspannung kennzeichnet. Der „Erdfehlerfaktor“ ist das $\sqrt{3}$ -fache des in der Vergangenheit benutzten „Erdungsfaktors“.

ANMERKUNG 2 Der Erdfehlerfaktor wird aus den Impedanzen der symmetrischen Komponenten für die betrachtete Stelle berechnet, wobei für rotierende Maschinen die subtransienten Reaktanzen verwendet werden.

ANMERKUNG 3 Wenn für alle denkbaren Netzkonfigurationen die Nullreaktanz kleiner als die dreifache Mitreaktanz und wenn der Wirkwiderstand im Nullsystem nicht größer als die Mitreaktanz ist, ist der Erdfehlerfaktor nicht größer als 1,4.

3.1.110

Umgebungstemperatur

[IEV 441-11-13]

3.1.111

Übertemperatur (eines Teiles eines Leistungsschalters)

Unterschied zwischen der Temperatur des Teiles und der Umgebungstemperatur

3.1.112

Einzel-Kondensatorbatterie

Batterie von Kondensatoren, für die der Einschaltstromstoß durch die Induktivität des speisenden Netzes und die Kapazität der an Spannung zu legenden Kondensatorbatterie begrenzt ist und keine anderen Parallel-Kondensatoren so eng benachbart sind, dass durch sie der Einschaltstrom wesentlich erhöht wird

3.1.113

Mehrfach-(Parallel-)Kondensatorbatterie

Batterie von Kondensatoren oder Kondensatorgruppen, die voneinander unabhängig an das speisende Netz geschaltet werden, wobei der Einschaltstromstoß einer Einheit wesentlich durch die Kondensatoren erhöht wird, die schon an das Netz geschaltet sind

3.1.114

Überspannung (in einem Netz)

jede Spannung zwischen einem Leiter und Erde oder zwischen den Leitern mit einem Scheitelwert oder mit Scheitelwerten über dem zugeordneten Scheitelwert der höchsten Betriebsspannung des Betriebsmittels
[IEV 604-03-09, modifiziert]

3.1.115

Asynchronbedingungen

ungewöhnliche Netzbedingungen, die durch Verlust oder Fehlen des Synchronismus zwischen den Netzteilen auf beiden Seiten eines Leistungsschalters hervorgerufen werden. Sie bestehen, wenn im Augenblick des Schaltens die Zeiger der treibenden Spannungen dieser Netzteile miteinander einen Phasenwinkel bilden, der den normalen Wert überschreitet. Im ungünstigsten Fall kann der Phasenwinkel 180° betragen (Phasenopposition)

3.1.116

Asynchron- (als Bestimmungswort bei Kenngrößen)

nähere Bestimmung zu einer Kenngröße, die darauf hinweist, dass sich die Kenngröße auf das Schalten eines Leistungsschalters unter Asynchronbedingungen bezieht

3.1.117

Elementprüfung

Prüfung an einem Einschalt- oder Ausschaltelement oder einer Gruppe von Elementen, mit dem für die Prüfung des vollständigen Poles eines Leistungsschalters vorgeschriebenen Einschaltstrom bzw. Ausschaltstrom und dem entsprechenden Anteil der anstehenden Spannung bzw. der wiederkehrenden Spannung, wie diese für die Prüfung des vollständigen Poles des Leistungsschalters festgelegt sind

3.1.118

Teilschwingung

Teil der Stromschwingung zwischen zwei aufeinander folgenden Nulldurchgängen

ANMERKUNG Es wird unterschieden zwischen einer großen und einer kleinen Teilschwingung, je nachdem, ob die Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Nulldurchgängen größer oder kleiner ist als eine halbe Periode der Wechselstromkomponente des Stromes.

3.1.119

Abstandskurzschluss

Kurzschluss auf einer Freileitung in einem kurzen, jedoch nicht vernachlässigbaren Abstand von den Anschlussklemmen des Leistungsschalters

ANMERKUNG In der Regel ist dieser Abstand nicht größer als einige Kilometer.

3.1.120

Leistungsfaktor (eines Stromkreises)

Verhältnis des Wirkwiderstandes zur Impedanz eines Ersatzstromkreises bei Betriebsfrequenz, der aus dem Wirkwiderstand und einer Induktivität in Reihenschaltung gebildet wird

3.1.121**äußere Isolierung**

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

[IEV 604-03-02, modifiziert]

3.1.122**innere Isolierung**

feste, flüssige oder gasförmige Teile der Isolierung im Inneren eines Betriebsmittels, die vor atmosphärischen Einwirkungen und anderen äußeren Einflüssen geschützt sind

[IEV 604-03-03]

3.1.123**selbstheilende Isolierung**

Isolierung, die ihr Isoliervermögen vollständig wiedererlangt, nachdem ein Durchschlag aufgetreten ist

[IEV 604-03-04]

3.1.124**nicht-selbstheilende Isolierung**

Isolierung, die ihr Isoliervermögen verliert oder nicht vollständig wiedererlangt, nachdem ein Durchschlag aufgetreten ist

[IEV 604-03-05]

3.1.125**Durchschlag**

Phänomen im Zusammenhang mit dem Versagen einer Isolierung, welche bei einer Spannungsprüfung elektrisch beansprucht wird; dabei wird die Isolierung durch eine Entladung vollständig überbrückt und die Spannung zwischen den Elektroden bricht auf Null oder nahezu Null zusammen

ANMERKUNG 1 Der Begriff Durchschlag beschreibt das Versagen von festen, flüssigen und gasförmigen Isoliermitteln und für Kombinationen daraus.

ANMERKUNG 2 Ein Durchschlag in einem festen Isolierstoff führt zu einem bleibenden Verlust des Isoliervermögens (nicht-selbstheilende Isolierung). In einem flüssigen oder gasförmigen Isolierstoff ist der Verlust möglicherweise nur vorübergehend (selbstheilende Isolierung).

ANMERKUNG 3 Der Begriff „Überschlag“ (sparkover) wird für Durchschläge in flüssigen oder gasförmigen Isolierstoffen verwendet. Der Begriff „Überschlag“ (flashover) wird außerdem für Entladungen benutzt, die längs der Oberfläche eines festen Isolierstoffes in einem gasförmigen oder flüssigen Isolierstoff auftreten. Der Begriff „Durchschlag“ (puncture) wird für Durchschläge durch feste Isolierstoffe verwendet.

3.1.126**nicht-aufrechterhaltener Durchschlag (NSDD)**

Durchschlag zwischen den Kontakten eines Vakuumschalters während des Intervalls der Wiederkehrspannung, der zu einem hochfrequenten Stromfluss führt, in den die Kapazitäten in unmittelbarer Umgebung der Schaltstrecke einbezogen sind

ANMERKUNG Nicht-aufrechterhaltene Durchschläge werden nach einer Teilschwingung oder mehreren Teilschwingungen des hochfrequenten Stromes unterbrochen.

3.1.127**Rückzündverhalten**

erwartete Rückzündungs-Wahrscheinlichkeit bei der vorgegebenen Typprüfung mit Bezug auf das Schalten kapazitiver Ströme

ANMERKUNG Bestimmte Angaben zur Wahrscheinlichkeit lassen sich auf die Lebensdauer des Leistungsschalters nicht anwenden.

3.2 Schaltgerätekombinationen

Keine speziellen Definitionen.

3.3 Teile von Schaltgerätekombinationen

Keine speziellen Definitionen.

3.4 Schaltgeräte

3.4.101

Schaltgerät

[IEV 441-14-01]

3.4.102

mechanisches Schaltgerät/Schalter

[IEV 441-14-02]

3.4.103

Leistungsschalter

[IEV 441-14-20]

3.4.104

Kessel-(Leistungs-)Schalter

[IEV 441-14-25]

3.4.105

Schaltkammer-(Leistungs-)Schalter

[IEV 441-14-26]

3.4.106

Luft-(Leistungs-)Schalter

[IEV 441-14-27]

3.4.107

Öl-(Leistungs-)Schalter

[IEV 441-14-28]

3.4.108

Vakuum-(Leistungs-)Schalter

[IEV 441-14-29]

3.4.109

Druckgas-(Leistungs-)Schalter

[IEV 441-14-30]

3.4.110

Schwefelhexafluorid-(SF₆-)Leistungsschalter

[IEV 441-14-31]

3.4.111

Druckluft-(Leistungs-)Schalter

[IEV 441-14-32]

3.4.112

Leistungsschalter der Klasse E1

Leistungsschalter mit normaler elektrischer Lebensdauer, der nicht in die Kategorie E2 nach [3.4.113](#) fällt

3.4.113**Leistungsschalter der Klasse E2**

Leistungsschalter, der so konstruiert ist, dass er während seiner erwarteten Lebensdauer keiner Wartung der Komponenten der Schaltkammer in der Hauptstrombahn bedarf und nur geringfügiger Wartung seiner anderen Teile (Leistungsschalter mit erweiterter elektrischer Lebensdauer)

ANMERKUNG 1 Geringfügige Wartung kann, soweit zutreffend, Fettung, Nachfüllen von Gas oder Reinigung der äußeren Oberflächen einschließen.

ANMERKUNG 2 Diese Begriffsbestimmung gilt ausschließlich für Verteilungs-Leistungsschalter mit einer Bemessungsspannung von mehr als 1 kV bis zu einschließlich 52 kV. Erläuterungen zur Einführung der Klasse E2 sind im [Anhang G](#) gegeben.

3.4.114**Leistungsschalter der Klasse C1**

Leistungsschalter mit geringer Rückzündungs-Wahrscheinlichkeit bei der vorgegebenen Typprüfung bezüglich des Schaltens kapazitiver Ströme

3.4.115**Leistungsschalter der Klasse C2**

Leistungsschalter mit sehr geringer Rückzündungs-Wahrscheinlichkeit bei der vorgegebenen Typprüfung bezüglich des Schaltens kapazitiver Ströme

3.4.116**Leistungsschalter der Klasse M1**

Leistungsschalter mit normaler mechanischer Lebensdauer (mechanische Typprüfung mit 2 000 Schaltspielen), der nicht in die Kategorie der Klasse M2 entsprechend der Begriffsbestimmung in 3.4.117 fällt

3.4.117**Leistungsschalter der Klasse M2**

häufig geschalteter Leistungsschalter für besondere Betriebsbedingungen, derart konstruiert, dass er nur geringfügiger Wartung bedarf, wie in der vorgeschriebenen Typprüfung nachzuweisen ist (Leistungsschalter mit erweiterter mechanischer Lebensdauer, mechanische Typprüfung mit 10 000 Schaltspielen)

ANMERKUNG Eine Kombination der verschiedenen Klassen von Leistungsschaltern im Hinblick auf elektrische und mechanische Lebensdauer sowie auf die Rückzündungs-Wahrscheinlichkeit beim Schalten kapazitiver Ströme ist möglich. Für die Klassifizierung dieser Leistungsschalter werden die Bezeichnungen der verschiedenen Klassen in alphabetischer Ordnung aneinander gereiht, z. B. C1-M2.

3.4.118**selbstausschaltender Leistungsschalter**

Leistungsschalter, welcher durch den Stromfluss im Hauptstromkreis ohne Zuhilfenahme irgendwelcher Hilfsenergien ausgelöst wird

3.5 Teile von Leistungsschaltern**3.5.101****Pol**

[IEV 441-15-01]

3.5.102**Hauptstrombahn**

[IEV 441-15-02]

3.5.103**Steuerstromkreis**

[IEV 441-15-03]

3.5.104**Hilfsstromkreis**

[IEV 441-15-04]

3.5.105

Kontakt

[IEV 441-15-05]

3.5.106

Kontaktstück/Schaltstück

[IEV 441-15-06]

3.5.107

Hauptkontakt

[IEV 441-15-07]

3.5.108

Lichtbogenkontakt/Abbrennkontakt

[IEV 441-15-08]

3.5.109

Steuerkontakt

[IEV 441-15-09]

3.5.110

Hilfskontakt

[IEV 441-15-10]

3.5.111

Hilfsschalter

[IEV 441-15-11]

3.5.112

Schließer

[IEV 441-15-12]

3.5.113

Öffner

[IEV 441-15-13]

3.5.114

Gleitkontakt

[IEV 441-15-15]

3.5.115

Wälzkontakt

[IEV 441-15-16]

3.5.116

Auslöser

[IEV 441-15-17]

3.5.117

Lichtbogen-Löscheinrichtung

[IEV 441-15-18]

3.5.118

Schaltstellungsanzeiger

[IEV 441-15-25]

3.5.119

Verbindung (geschraubt oder gleichwertig)

zwei oder mehr elektrische Leiter, die dazu bestimmt sind, elektrischen Durchgang auf Dauer sicherzustellen, wenn sie durch Schrauben oder gleichwertige Verbindungselemente zusammengepresst werden

3.5.120**Anschlussklemme, Anschluss**

leitfähiges Teil eines Leistungsschalters, das zur elektrischen Verbindung mit äußeren Stromkreisen vorgesehen ist

[IEV 151-01-03]

3.5.121**Schaltelement**

Teil eines Leistungsschalters, das selbst als Leistungsschalter wirkt und das in Reihenschaltung mit einem oder mehreren gleichen und gleichzeitig betätigten Schaltelementen den vollständigen Leistungsschalter bildet

ANMERKUNG 1 Einschaltelemente und Ausschaltelemente können getrennt oder kombiniert sein. Jedes Element kann mehrere Kontakte haben.

ANMERKUNG 2 Die Mittel zur Steuerung der Spannungsverteilung über die Schaltelemente können von Element zu Element verschieden sein.

3.5.122**Leistungsschaltermodul**

Baugruppe, die grundsätzlich Schaltelemente, Stützisolatoren und mechanische Teile umfasst und die mechanisch und elektrisch mit weiteren gleichen Baugruppen verbunden ist und so mit diesen zusammen den Pol eines Leistungsschalters bildet

3.5.123**Gehäuse**

Teil einer Schaltanlage oder eines Schaltgerätes, welches einen vorgegebenen Schutzgrad (nach **IEC 60529**) des Betriebsmittels gegen externe Beeinflussung sowie gegen Annäherung an spannungsführende Teile und Berührung von spannungsführenden und beweglichen Teilen gewährleistet

[IEV 441-13-01, modifiziert]

3.6 Betätigung**3.6.101****Betätigung**

[IEV 441-16-01]

3.6.102**Schaltspiel**

[IEV 441-16-02]

3.6.103**Schaltfolge**

[IEV 441-16-03]

3.6.104**Einschaltung**

[IEV 441-16-08]

3.6.105**Ausschaltung**

[IEV 441-16-09]

3.6.106**selbsttätiges Wiedereinschalten**

[IEV 441-16-10]

3.6.107**Zwangsausschaltung**

[IEV 441-16-11]

3.6.108

Zwangsführung (von Hilfskontakten)

[IEV 441-16-12]

3.6.109

abhängige Handbetätigung

[IEV 441-16-13]

3.6.110

abhängige Kraftbetätigung

[IEV 441-16-14]

3.6.111

Kraftspeicherbetätigung

Betätigung mittels Energie, die vor der Schaltbewegung im Antrieb selbst gespeichert wird und ausreicht, das festgelegte Schaltspiel unter den vorgegebenen Bedingungen auszuführen

3.6.112

unabhängige Handbetätigung

[IEV 441-16-16]

3.6.113

Einschaltstellung

[IEV 441-16-22]

3.6.114

Ausschaltstellung

[IEV 441-16-23]

3.6.115

unverzögerter Auslöser

[IEV 441-16-32]

3.6.116

Einschaltstromauslöser

Auslöser, der das Ausschalten eines Leistungsschalters während einer Einschaltbewegung ohne beabsichtigte Verzögerung zulässt, wenn der Einschaltstrom einen vorbestimmten Wert überschreitet, und der unwirksam ist, wenn der Leistungsschalter eingeschaltet ist

3.6.117

Überstromauslöser

[IEV 441-16-33]

3.6.118

unabhängig verzögerter Überstromauslöser

[IEV 441-16-34]

3.6.119

abhängig verzögerter Überstromauslöser

[IEV 441-16-35]

3.6.120

Primärstromauslöser

[IEV 441-16-36]

3.6.121

Sekundärstromauslöser

[IEV 441-16-37]

3.6.122**Spannungsauslöser**

[IEV 441-16-41]

3.6.123**Unterspannungsauslöser**

[IEV 441-16-42]

3.6.124**Rückstromauslöser (nur bei Gleichstrom)**

[IEV 441-16-43]

3.6.125**Ansprechstrom (eines Überstromauslösers)**

[IEV 441-16-45]

3.6.126**Strom-Einstellwert (eines Überstromauslösers)**

[IEV 441-16-46]

3.6.127**Strom-Einstellbereich (eines Überstromauslösers)**

[IEV 441-16-47]

3.6.128**Wiedereinschaltsperr**

[IEV 441-16-48]

3.6.129**Verriegelungsvorrichtung**

[IEV 441-16-49]

3.6.130**Leistungsschalter mit Einschaltsperr**

[IEV 441-14-23]

3.7 Kenngrößen von Leistungsschaltern

In den [Bildern 1 bis 7](#) werden einige Begriffe dieses Abschnitts dargestellt.

Zeitgrößen (siehe Begriffe [3.7.133 bis 3.7.142](#)) werden in Millisekunden oder in Perioden angegeben. Bei Angaben in Perioden sollte die Frequenz in Klammern angegeben werden. Im Falle von Leistungsschaltern, die Ein- oder Ausschaltwiderstände enthalten, ist, soweit anwendbar, unterschieden zwischen Zeitgrößen, die sich auf die Kontakte beziehen, welche den vollen Strom schalten, und Zeitgrößen, die sich auf die Kontakte beziehen, welche den durch den Widerstand begrenzten Strom schalten.

Falls nichts anders festgelegt, gelten die angegebenen Zeitgrößen für die Kontakte, welche den vollen Strom schalten.

3.7.101**Bemessungswert**

Wert einer (Kenn-)Größe, welcher – im Allgemeinen vom Hersteller – einem Bauteil, einem Gerät oder einer Anlage für festgelegte Betriebsbedingungen zugeordnet wird

[IEV 151-04-03]

3.7.102**unbeeinflusster Strom (in einem Stromkreis in Bezug auf einen Leistungsschalter oder eine Sicherung)**

[IEV 441-17-01]

3.7.103

unbeeinflusster Stoßstrom

Scheitelwert der ersten großen Teilschwingung des unbeeinflussten Stromes während des Ausgleichsvorganges nach Stromflussbeginn

ANMERKUNG Dieser Begriff setzt das Einschalten des Stromes durch einen idealen Leistungsschalter voraus, d. h. plötzlichen und gleichzeitigen Übergang der Impedanz zwischen den Anschlussklemmen jedes Poles von unendlich auf null. Der Scheitelwert kann von Pol zu Pol unterschiedlich sein. Er hängt vom Zeitpunkt des Stromflussbeginns in Bezug auf den Verlauf der an den Anschlussklemmen jedes einzelnen Poles anliegenden Spannung ab.

3.7.104

Stoßstrom

Scheitelwert der ersten großen Teilschwingung des Stromes während des Ausgleichsvorganges nach Stromflussbeginn

3.7.105

unbeeinflusster symmetrischer Strom (eines Wechselstromkreises)

[IEV 441-17-03]

3.7.106

maximaler unbeeinflusster Stoßstrom (eines Wechselstromkreises)

[IEV 441-17-04]

3.7.107

unbeeinflusster Einschaltstrom (für einen Pol eines Leistungsschalters)

[IEV 441-17-05]

3.7.108

Einschalt(stoß)strom

Scheitelwert der ersten großen Teilschwingung des Stromes in einem Pol eines Leistungsschalters während des Ausgleichsvorganges nach Stromflussbeginn bei einer Einschaltung

ANMERKUNG 1 Der Scheitelwert kann für die einzelnen Pole und von einer Einschaltung zur anderen unterschiedlich sein, da er vom Zeitpunkt des Stromflussbeginns in Bezug auf den Verlauf der anstehenden Spannung abhängt.

ANMERKUNG 2 Wenn für einen mehrphasigen Kreis ein einziger Wert des Einschaltstromes genannt wird, handelt es sich, wenn nicht anders angegeben, um den höchsten Wert in einer der Phasen.

3.7.109

unbeeinflusster Ausschaltstrom (für einen Pol eines Leistungsschalters)

unbeeinflusster Strom zum Zeitpunkt des Beginns der Lichtbogenphase beim Ausschaltvorgang

3.7.110

Ausschaltstrom

[IEV 441-17-07]

3.7.111

kritischer (Ausschalt-)Strom

Ausschaltstrom, kleiner als der Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom, bei dem die Lichtbogenzeit ein Maximum und wesentlich länger ist als beim Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom. Dies gilt als gegeben, wenn die minimale Lichtbogenzeit in irgendeiner der Prüfschaltfolgen T10, T30 und T60 um mindestens eine Halbperiode länger ist als in den benachbarten Prüfschaltfolgen.

3.7.112

Ausschaltvermögen

[IEV 441-17-08]

3.7.113

Freileitungsausschaltvermögen

Ausschaltvermögen beim Ausschalten einer unbelasteten Freileitung unter festgelegten Bedingungen für Anwendung und Verhalten

3.7.114**Kabelausschaltvermögen**

Ausschaltvermögen beim Ausschalten eines unbelasteten Kabels unter festgelegten Bedingungen für Anwendung und Verhalten

3.7.115**Einzel-Kondensatorbatterie-Ausschaltvermögen**

Ausschaltvermögen beim Ausschalten einer Kondensatorbatterie unter festgelegten Bedingungen für Anwendung und Verhalten

3.7.116**Einschaltvermögen**

[IEV 441-17-09]

3.7.117**Einzel-Kondensatorbatterie-Einschaltvermögen**

Einschaltvermögen beim Einschalten einer Kondensatorbatterie unter festgelegten Bedingungen für Anwendung und Verhalten

3.7.118**(Ein- oder Aus-)Schaltvermögen unter Asynchronbedingungen**

Ein- oder Ausschaltvermögen bei Verlust oder Fehlen des Synchronismus zwischen den Netzteilen vor und hinter dem Leistungsschalter unter festgelegten Bedingungen für Anwendung und Verhalten

3.7.119**Kurzschluss-Einschaltvermögen**

[IEV 441-17-10]

3.7.120**Kurzschluss-Ausschaltvermögen**

[IEV 441-17-11]

3.7.121**Halte-Kurzzeitstrom**

[IEV 441-17-17]

3.7.122**Halte-Stoßstrom**

[IEV 441-17-18]

3.7.123**anstehende Spannung**

[IEV 441-17-24]

3.7.124**wiederkehrende Spannung**

[IEV 441-17-25]

3.7.125**Einschwingspannung**

[IEV 441-17-26]

3.7.126**unbeeinflusste Einschwingspannung (eines Stromkreises)**

[IEV 441-17-29]

3.7.127**betriebsfrequente wiederkehrende Spannung**

[IEV 441-17-27]

3.7.128

Lichtbogenspannung (Spitzenwert)

[IEV 441-17-30]

3.7.129

Schlagweite/Luftstrecke

[IEV 441-17-31]

3.7.130

Schlagweite/Luftstrecke zwischen den Polen

[IEV 441-17-32]

3.7.131

Schlagweite/Luftstrecke zur Erde

[IEV 441-17-33]

3.7.132

Schaltstrecke

[IEV 441-17-34]

3.7.133

Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit

Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit eines Leistungsschalters je nach Art des Auslösers wie unten angegeben, wobei Verzögerungseinrichtungen, die integraler Bestandteil des Leistungsschalters sind, auf die kleinste Verzögerung eingestellt werden:

- a) bei einem Leistungsschalter, der mit einer beliebigen Hilfsenergie ausgelöst wird, zählt die Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit von dem Zeitpunkt an, in dem bei geschlossenem Leistungsschalter die Hilfsenergie dem Auslöser des Leistungsschalters zugeführt wird, bis zu dem Zeitpunkt, in dem die Kontakttrennung der Lichtbogenkontakte in allen Polen vollzogen ist;
- b) bei einem selbstauslösenden Leistungsschalter zählt die Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit von dem Zeitpunkt an, in dem bei geschlossenem Leistungsschalter der Strom in der Hauptstrombahn den Ansprechstrom des Überstromauslösers erreicht, bis zum Zeitpunkt, in dem die Kontakttrennung der Lichtbogenkontakte in allen Polen vollzogen ist.

ANMERKUNG 1 Die Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit kann vom Ausschaltstrom abhängen.

ANMERKUNG 2 Bei Leistungsschaltern mit mehr als einer Unterbrechereinheit je Pol gilt als Zeitpunkt, in dem die Kontakttrennung der Lichtbogenkontakte in allen Polen vollzogen ist, der Zeitpunkt der Kontakttrennung in der zuerst öffnenden Unterbrechereinheit des letzten Poles.

ANMERKUNG 3 Die Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit schließt die Eigenzeit aller Hilfseinrichtungen ein, die zum Öffnen des Leistungsschalters erforderlich sind und die integraler Bestandteil des Leistungsschalters sind.

3.7.134

Lichtbogenzeit (eines mehrpoligen Schaltgerätes)

Zeitspanne vom Beginn des ersten Lichtbogens bis zum endgültigen Erlöschen der Lichtbögen in allen Polen

[IEV 441-17-38]

3.7.135

Ausschaltzeit

Zeitspanne zwischen dem Beginn der Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit eines mechanischen Schaltgeräts und dem Ende der Lichtbogenzeit

[IEV 441-17-39, modifiziert]

3.7.136

Einschalteigenzeit/Schließzeit

Zeitspanne zwischen dem Anlegen der Spannung an den Einschaltstromkreis bei offenem Leistungsschalter und dem Zeitpunkt der Kontaktberührung in allen Polen

ANMERKUNG Die Einschalteigenzeit/Schließzeit schließt die Eigenzeit aller Hilfseinrichtungen ein, die zum Schließen des Leistungsschalters erforderlich sind und die integraler Bestandteil des Leistungsschalters sind.

3.7.137**Einschaltzeit**

Zeitspanne zwischen Anlegen der Spannung an den Einschaltstromkreis bei offenem Leistungsschalter und dem Zeitpunkt, in dem der Strom im ersten Pol zu fließen beginnt
[IEV 441-17-40, modifiziert]

ANMERKUNG 1 Die Einschaltzeit schließt die Eigenzeit aller Hilfseinrichtungen ein, die zum Schließen des Leistungsschalters erforderlich und integraler Bestandteil des Leistungsschalters sind.

ANMERKUNG 2 Die Einschaltzeit kann sich ändern, z. B. aufgrund von Schwankungen der Vorzündzeit.

3.7.138**Vorzündzeit**

Zeitspanne beim Einschalten zwischen dem Beginn des Stromflusses im ersten Pol und dem Zeitpunkt, in dem im dreiphasigen Fall alle Pole Kontaktberührung haben oder im einphasigen Fall bei Kontaktberührung im Pol mit Lichtbogen

ANMERKUNG 1 Die Vorzündzeit hängt vom Augenblickswert der während einer bestimmten Einschaltung anstehenden Spannung ab. Sie kann daher beträchtlich schwanken.

ANMERKUNG 2 Diese Festlegung der Vorzündzeit für Leistungsschalter darf nicht mit der Festlegung der Ansprechzeit einer Sicherung verwechselt werden.

3.7.139**Unterbrechungszeit (bei selbsttätigem Wiedereinschalten)**

Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt, in dem beim Öffnen die Kontakttrennung der Lichtbogenkontakte in allen Polen vollzogen ist, und dem Zeitpunkt, in dem beim Wiedereinschalten Kontaktberührung im ersten Pol auftritt

3.7.140**Pausenzeit (bei selbsttätigem Wiedereinschalten)**

Zeitspanne zwischen dem endgültigen Erlöschen der Lichtbögen in allen Polen beim Ausschalten und dem ersten Wiedereinsetzen des Stromes in einem beliebigen Pol beim nachfolgenden Einschalten

ANMERKUNG Die Pausenzeit kann sich verändern, z. B. aufgrund des Schwankens der Vorzündzeit.

3.7.141**Wiedereinschalt-Eigenzeit**

Zeitspanne bei einem Aus-Ein-Schaltspiel zwischen dem Beginn der Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit und dem Zeitpunkt, in dem alle Pole Kontaktberührung haben

3.7.142**Wiedereinschaltzeit**

Zeitspanne bei einem Aus-Ein-Schaltspiel zwischen Beginn der Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit und dem ersten Wiederbeginn des Stromflusses in einem beliebigen Pol im Verlauf der nachfolgenden Einschaltung

ANMERKUNG Die Wiedereinschaltzeit kann sich verändern, z. B. aufgrund von Schwankungen der Vorzündzeit.

3.7.143**Ein-Aus-Kontaktzeit**

Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt der Kontaktberührung im ersten Pol beim Schließen und dem Zeitpunkt, in dem beim nachfolgenden Öffnen die Kontakttrennung der Lichtbogenkontakte in allen Polen vollzogen ist
[IEV 441-17-42, modifiziert]

ANMERKUNG Soweit nicht anders festgelegt, wird davon ausgegangen, dass in dem Zeitpunkt Spannung an den Ausschaltauslöser des Leistungsschalters gelegt wird, in dem beim Schließen Kontaktberührung im ersten Pol auftritt. Dies entspricht der kürzesten Ein-Aus-Kontaktzeit.

3.7.144**Ein-Aus-Stromflussdauer**

Zeitspanne zwischen dem Stromflussbeginn im ersten Pol bei einer Einschaltung und dem Ende der Lichtbogenzeit bei der nachfolgenden Ausschaltung

ANMERKUNG 1 Soweit nicht anders festgelegt, wird davon ausgegangen, dass eine Halbperiode nachdem der Strom im Hauptstromkreis bei der Einschaltung zu fließen begonnen hat, Spannung an den Ausschaltauslöser gelegt wird. Es sei darauf hingewiesen, dass der Einsatz von Schutzrelais mit kürzeren Ansprechzeiten dazu führen kann, dass der Leistungsschalter mit asymmetrischen Strömen beansprucht wird, die höher sind als die in 6.106.5 vorgesehenen.

ANMERKUNG 2 Die Ein-Aus-Stromflussdauer kann sich aufgrund von Schwankungen der Vorzündzeit ändern.

3.7.145

Einfügezeit

Zeitspanne bei einer Ein-Schaltung zwischen der Kontaktberührung in der Schalteinheit des Einschaltwiderstandes in einem beliebigen Pol und der Kontaktberührung in der Hauptschaltkammer desselben Pols

ANMERKUNG Für Leistungsschalter mit in Reihe geschalteten Unterbrechereinheiten ist die Einfügezeit definiert als Zeitspanne zwischen der letzten Kontaktberührung in einer beliebigen Schalteinheit des Einschaltwiderstandes und der letzten Kontaktberührung in irgendeiner Hauptschaltkammer.

3.7.146

Ausbefehl-Mindestdauer

Mindestdauer des Anstehens der Spannung am Ausschaltauslöser, damit ein vollständiges Ausschalten des Leistungsschalters sichergestellt ist

3.7.147

Einbefehl-Mindestdauer

Mindestdauer des Anstehens der Spannung im Einschaltauslöser, damit ein vollständiges Einschalten des Leistungsschalters sichergestellt ist

3.7.148

Wiederzündung

[IEV 441-17-45]

3.7.149

Rückzündung

[IEV 441-17-46]

3.7.150

Betriebsstrom

Strom, den die Hauptstrombahn eines Leistungsschalters unter festgelegten Bedingungen für Anwendung und Verhalten dauernd führen kann

3.7.151

Scheitelfaktor (der leitungsseitigen transienten Spannung)

Verhältnis zwischen dem Scheitelwert und dem Anfangswert der leitungsseitigen transienten Leiter-Erdspannung eines Leiters einer Freileitung nach dem Ausschalten eines Abstandskurzschlussstromes

ANMERKUNG Als Anfangswert der leitungsseitigen transienten Spannung gilt der Wert in dem Zeitpunkt, in dem der Lichtbogen in dem betrachteten Pol erlischt.

3.7.152

Polfaktor des erstlöschenden Poles (in einem Dreiphasennetz)

bei der Unterbrechung eines symmetrischen dreiphasigen Stromes ist der Polfaktor des erstlöschenden Poles das Verhältnis der betriebsfrequenten Spannung über dem erstlöschenden Pol vor der Unterbrechung des Stromes in den beiden anderen Polen zur betriebsfrequenten Spannung über dem Pol oder den Polen nach der Unterbrechung des Stromes in allen drei Polen

3.7.153

Amplitudenfaktor

Verhältnis zwischen Scheitelwert der Einschwingspannung und dem Scheitelwert der betriebsfrequenten wiederkehrenden Spannung

3.7.154**Isolationspegel**

Kenngroße eines Leistungsschalters, die durch ein oder zwei Werte definiert ist, welche die Stehspannungen der Isolation wiedergeben

[IEV 604-03-47, modifiziert]

3.7.155**Stehwechselspannung**

Effektivwert der sinusförmigen, betriebsfrequenten Wechselspannung, dem der Leistungsschalter unter festgelegten Bedingungen und während einer festgelegten Zeit standhält

[IEV 604-03-40, modifiziert]

3.7.156**Stehstoßspannung**

Scheitelwert der Normstoßspannung, dem die Isolierung des Leistungsschalters unter festgelegten Prüfbedingungen standhält

ANMERKUNG Abhängig von der Wellenform der Stoßspannung wird die Stehstoßspannung mit Stehschaltstoßspannung oder Stehblitzstoßspannung bezeichnet.

3.7.157**Mindestbetriebsdruck für Betätigung**

der in Relativ- oder in Absolutwerten angegebene Wert des Druckes für die Betätigung, bezogen auf die atmosphärischen Normalbedingungen +20 °C und 101,3 kPa, bei dessen Einhalten und Überschreiten die Bemessungswerte des Leistungsschalters gewährleistet sind und bei dessen Erreichen ein Nachfüllen des Antriebs erforderlich ist

ANMERKUNG Dieser Druckwert wird oft als Sperrendruck bezeichnet (IEC 60694, 3.6.4.6).

3.7.158**Mindestbetriebsdruck für Unterbrechung und Isolation**

der in Relativ- oder in Absolutwerten angegebene Wert des Druckes für Isolation und Unterbrechung, bezogen auf die atmosphärischen Normalbedingungen +20 °C und 101,3 kPa, bei dessen Einhalten bzw. Überschreiten die Bemessungswerte des Schaltgerätes gewährleistet sind und bei dessen Erreichen eine Nachfüllung des Mediums für Unterbrechung und/oder Isolation erforderlich ist

ANMERKUNG 1 Siehe auch IEC 60694, 3.6.4.5.

ANMERKUNG 2 Im Falle von Leistungsschaltern mit geschlossenem Drucksystem (auch als „sealed-for-life“ bezeichnet) ist der Mindestbetriebsdruck für Unterbrechung und Isolation jener Druck, bei dem die Bemessungsgrößen des Leistungsschalters sichergestellt sind, wobei dem Druckabfall bis zum Ende der erwarteten Lebensdauer Rechnung zu tragen ist.

3.8 Verzeichnis der Begriffe**A**

Abbrennkontakt.....	3.5.108
abhängige Handbetätigung.....	3.6.109
abhängige Kraftbetätigung.....	3.6.110
abhängig verzögerter Überstromauslöser	3.6.119
Abstandskurzschluss	3.1.119
äußere Isolierung	3.1.121
Amplitudenfaktor	3.7.153
Anschlussklemme, Anschluss	3.5.120
Ansprechstrom (eines Überstromauslösers).....	3.6.125
anstehende Spannung.....	3.7.123
Asynchronbedingungen	3.1.115
Asynchron- (als Bestimmungswort bei Kenngrößen)	3.1.116
Ausbefehl-Mindestdauer	3.7.146
Auslöser	3.5.116
Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit	3.7.133

Ausschaltstellung	3.6.114
Ausschaltstrom.....	3.7.110
Ausschaltung.....	3.6.105
Ausschaltvermögen.....	3.7.112
Ausschaltzeit	3.7.135

B

Bemessungswert.....	3.7.101
Betätigung	3.6.101
betriebsfrequente wiederkehrende Spannung.....	3.7.127
Betriebsstrom	3.7.150

D

Druckgas-(Leistungs-)Schalter	3.4.109
Druckluft-(Leistungs-)Schalter	3.4.111
Durchschlag	3.1.125

E

Ein-Aus-Kontaktzeit.....	3.7.143
Ein-Aus-Stromflussdauer	3.7.144
Einbefehl-Mindestdauer	3.7.147
Einfügezeit.....	3.7.145
(Ein- oder Aus-)Schaltvermögen unter Asynchronbedingungen	3.7.118
Einschalteigenzeit/Schließzeit	3.7.136
Einschaltstellung	3.6.113
Einschaltstromauslöser	3.6.116
Einschalt(stoß)strom	3.7.108
Einschaltung.....	3.6.104
Einschaltvermögen.....	3.7.116
Einschaltzeit	3.7.137
Einschwingspannung	3.7.125
Einzel-Kondensatorbatterie-Ausschaltvermögen.....	3.7.115
Einzel-Kondensatorbatterie-Einschaltvermögen.....	3.7.117
Einzel-Kondensatorbatterie	3.1.112
Elementprüfung	3.1.117
Erdfehlerfaktor.....	3.1.109

F

Freileitungsausschaltvermögen	3.7.113
Freiluft-Schaltanlagen und/oder -Schaltgeräte	3.1.103

G

Gehäuse.....	3.5.123
Gleitkontakt	3.5.114

H

Halte-Kurzzeitstrom.....	3.7.121
Halte-Stoßstrom	3.7.122
Hauptkontakt	3.5.107
Hauptstrombahn.....	3.5.102
Hilfskontakt.....	3.5.110
Hilfsschalter	3.5.111
Hilfsstromkreis.....	3.5.104

I

Innenraum-Schaltanlagen und/oder -Schaltgeräte.....	3.1.102
innere Isolierung	3.1.122
Isolationspegel	3.7.154

K

Kabelausschaltvermögen	3.7.114
Kessel-(Leistungs-)Schalter.....	3.4.104
Kontakt	3.5.105
Kontaktstück/Schaltstück	3.5.106
Kraftspeicherbetätigung.....	3.6.111
kritischer (Ausschalt-)Strom.....	3.7.111
Kurzschluss-Ausschaltvermögen	3.7.120
Kurzschluss-Einschaltvermögen	3.7.119
Kurzschlussstrom	3.1.104

L

Leistungsfaktor (eines Stromkreises)	3.1.120
Leistungsschalter	3.4.103
Leistungsschalter der Klasse C1	3.4.114
Leistungsschalter der Klasse C2	3.4.115
Leistungsschalter der Klasse E1	3.4.112
Leistungsschalter der Klasse E2	3.4.113
Leistungsschalter der Klasse M1.....	3.4.116
Leistungsschalter der Klasse M2.....	3.4.117
Leistungsschalter mit Einschaltsperr	3.6.130
Leistungsschaltermodul	3.5.122
Lichtbogenkontakt/Abbrennkontakt	3.5.108
Lichtbogen-Löscheinrichtung.....	3.5.117
Lichtbogenspannung (Spitzenwert)	3.7.128
Lichtbogenzeit (eines mehrpoligen Schaltgerätes)	3.7.134
Luft-(Leistungs-)Schalter	3.4.106
Luftstrecke	3.7.129
Luftstrecke zur Erde.....	3.7.131
Luftstrecke zwischen den Polen	3.7.130

M

maximaler unbeeinflusster Stoßstrom (eines Wechselstromkreises)	3.7.106
mechanisches Schaltgerät/Schalter	3.4.102
Mehrfach-(Parallel-)Kondensatorbatterie	3.1.113
Mindestbetriebsdruck für Betätigung	3.7.157
Mindestbetriebsdruck für Unterbrechung und Isolation.....	3.7.158

N

Netz mit Erdschlusskompensation	3.1.108
Netz mit isoliertem Sternpunkt.....	3.1.105
Netz mit Kurzschlussstrom-Löschspule.....	3.1.108
Netz mit niederohmiger Sternpunkterdung.....	3.1.107
Netz mit starr geerdetem Sternpunkt.....	3.1.106
nicht-aufrechterhaltener Durchschlag (NSDD).....	3.1.126
nicht-selbstheilende Isolierung	3.1.124
NSDD	3.1.126

O

Öffner	3.5.113
Öffnungszeit.....	3.7.133
Öl-(Leistungs-)Schalter.....	3.4.107

P

Pausenzeit (bei selbsttätigem Wiedereinschalten)	3.7.140
Pol	3.5.101
Polfaktor des erstlöschenden Poles (in einem Dreiphasennetz)	3.7.152
Primärstromauslöser	3.6.120

R

Rückstromauslöser (nur bei Gleichstrom)	3.6.124
Rückzündung	3.7.149
Rückzündverhalten	3.1.127

S

Schaltanlagen und/oder Schaltgeräte	3.1.101
Schaltelement	3.5.121
Schaltfolge	3.6.103
Schaltgerät	3.4.101
Schaltkammer-(Leistungs-)Schalter	3.4.105
Schaltspiel	3.6.102
Schaltstellungsanzeiger	3.5.118
Schaltstrecke	3.7.132
Schaltstück	3.5.106
Scheitelfaktor (der leitungsseitigen transienten Spannung)	3.7.151
Schlagweite/Luftstrecke	3.7.129
Schlagweite/Luftstrecke zur Erde	3.7.131
Schlagweite/Luftstrecke zwischen den Polen	3.7.130
Schließer	3.5.112
Schließzeit	3.7.136
Schwefelhexafluorid-(SF ₆)-Leistungsschalter	3.4.110
Sekundärstromauslöser	3.6.121
selbstausschaltender Leistungsschalter	3.4.118
selbsteilende Isolierung	3.1.123
selbsttätiges Wiedereinschalten	3.6.106
Spannungsauslöser	3.6.122
Stehstoßspannung	3.7.156
Stehwechselspannung	3.7.155
Steuerkontakt	3.5.109
Steuerstromkreis	3.5.103
Stoßstrom	3.7.104
Strom-Einstellbereich (eines Überstromauslösers)	3.6.127
Strom-Einstellwert (eines Überstromauslösers)	3.6.126

T

Teilschwingung	3.1.118
----------------------	---------

U

Überspannung (in einem Netz)	3.1.114
Überstromauslöser	3.6.117
Übertemperatur (eines Teiles eines Leistungsschalters)	3.1.111
Umgebungstemperatur	3.1.110
unabhängige Handbetätigung	3.6.112
unabhängig verzögerter Überstromauslöser	3.6.118
unbeeinflusste Einschwingspannung (eines Stromkreises)	3.7.126
unbeeinflusster Ausschaltstrom (für einen Pol eines Leistungsschalters)	3.7.109
unbeeinflusster Einschaltstrom (für einen Pol eines Leistungsschalters)	3.7.107
unbeeinflusster Stoßstrom	3.7.103
unbeeinflusster Strom (in einem Stromkreis in Bezug auf einen Leistungsschalter oder eine Sicherung)	3.7.102
unbeeinflusster symmetrischer Strom (eines Wechselstromkreises)	3.7.105

Unterbrechungszeit (bei selbsttätigem Wiedereinschalten)	3.7.139
Unterspannungsauslöser	3.6.123
unverzögerter Auslöser	3.6.115

V

Vakuum-(Leistungs-)Schalter	3.4.108
Verbindung (geschraubt oder gleichwertig)	3.5.119
Verriegelungsvorrichtung	3.6.129
Vorzündzeit	3.7.138

W

Wälzkontakt	3.5.115
Wiedereinschalt-Eigenzeit	3.7.141
Wiedereinschaltsperrzeit	3.6.128
Wiedereinschaltzeit	3.7.142
wiederkehrende Spannung	3.7.124
Wiederzündung	3.7.148

Z

Zwangsausschaltung	3.6.107
Zwangsführung (von Hilfskontakten)	3.6.108

4 Bemessungsgrößen

Zur Bestimmung eines Leistungsschalters einschließlich seiner Betätigungs- und Hilfseinrichtungen sind die folgenden Größen zu verwenden:

Bemessungsgrößen, die bei allen Leistungsschaltern anzugeben sind:

- Bemessungsspannung;
- Bemessungs-Isolationspegel;
- Bemessungsfrequenz;
- Bemessungs(betriebs)strom;
- Bemessungs-Kurzzeitstrom;
- Bemessungs-Stoßstrom;
- Bemessungs-Kurzschlussdauer;
- Bemessungs-Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise;
- Bemessungsfrequenz der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise;
- Bemessungsdrücke der Druckgasversorgung und/oder der Hydraulik für Betätigung, Lichtbogenlöschung und Isolation, soweit anwendbar;
- Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom;
- Einschwingspannung in Verbindung mit dem Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom;
- Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom;
- Bemessungsschaltfolge;
- Bemessungs-Zeitgrößen.

Bemessungsgrößen, die in den folgenden besonderen Fällen anzugeben sind:

- Kenngrößen bei Abstandskurzschluss, bezogen auf den Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom, für Leistungsschalter, die für einen direkten Anschluss an Freileitungen vorgesehen sind und eine Bemessungsspannung von 52 kV und darüber und einen Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom von mehr als 12,5 kA aufweisen;

- q) Bemessungs-Freileitungs-Ausschaltstrom für dreipolige Leistungsschalter, die zum Schalten von Freileitungen vorgesehen sind (zwingend für Leistungsschalter mit Bemessungsspannungen von 72,5 kV und darüber);
- r) Bemessungs-Kabel-Ausschaltstrom für dreipolige Leistungsschalter, die zum Schalten von Kabeln vorgesehen sind (zwingend für Leistungsschalter mit Bemessungsspannungen von 52 kV und darunter).

Bemessungsgrößen, die auf Anforderung anzugeben sind:

- s) Bemessungs-Ein- und -Ausschaltstrom unter Asynchronbedingungen;
- t) Bemessungs-Kondensator-Ausschaltstrom;
- u) Bemessungs-Kondensator-Parallelausschaltstrom;
- v) Bemessungs-Kondensator-Einschaltstrom;
- w) Bemessungs-Kondensator-Paralleleinschaltstrom.

Die Bemessungsgrößen des Leistungsschalters sind auf die Bemessungsschaltfolge bezogen.

4.1 Bemessungsspannung (U_r)

Nach IEC 60694, 4.1.

4.2 Bemessungs-Isolationspegel

Nach IEC 60694, 4.2 mit folgenden Ergänzungen:

Die Normwerte der Bemessungs-Stehspannungen über dem ausgeschalteten Schalter sind in IEC 60694, Tabellen 1a, 1b, 2a und 2b wiedergegeben.

Für Leistungsschalter, die für die Durchführung von Synchronisierschaltungen vorgesehen sind, bei denen gleichzeitig eine erhebliche transiente oder temporäre Schaltüberspannung auftritt, kann jedoch möglicherweise die Isolationsfestigkeit eines Standard-Leistungsschalters nicht ausreichend sein. Es wird vorgeschlagen, in solchen Fällen entweder einen Leistungsschalter mit höherer Bemessungsspannung oder einen Leistungsschalter zu verwenden, bei dem eine dielektrische Prüfung mit höheren Prüfwerten über den offenen Leistungsschalter durchgeführt wird. Für letztgenannten Fall ist die Bemessungs-Stehwechselspannung für Trennstrecken nach Spalte (3) der oben genannten Tabellen über den offenen Leistungsschalter anzulegen. Die transiente Überspannungsbeanspruchung wird durch die Prüfmethode in 6.2.7.2 mit abgedeckt. Für Leistungsschalter mit Bemessungsspannungen von 300 kV und darüber ist der Normwert der Bemessungs-Stehwechselspannung und der Bemessungs-Stehschaltstoßspannung über dem offenen Leistungsschalter in IEC 60694, Spalte (3) bzw. Spalte (6) der Tabellen 2a und 2b wiedergegeben.

Wenn für das einphasige Schalten kapazitiver Ströme ein Spannungsfaktor von 1,4 p.u. vorgegeben ist, kann die Isolation über dem offenen Leistungsschalter nicht ausreichend sein. In solchen Fällen kann der Wert der Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung über dem offenen Leistungsschalter auf $2,8 U_r / \sqrt{3}$ erhöht werden.

4.3 Bemessungsfrequenz (f_r)

Nach IEC 60694, 4.3 mit folgender Ergänzung:

Die Normwerte der Bemessungsfrequenz für Hochspannungs-Leistungsschalter sind 50 Hz und 60 Hz.

4.4 Bemessungs(betriebs)strom (I_r) und Erwärmung

Nach IEC 60694, 4.4.

Ist der Leistungsschalter mit in Serie geschalteten Zusatzgeräten, wie Primärauslösern, ausgerüstet, so ist der Bemessungs(betriebs)strom des Zusatzgerätes der Effektivwert des Stromes, welchen das Zusatzgerät

dauernd ohne Beschädigung bei seiner Bemessungsfrequenz führen kann. Dabei darf die Übertemperatur die in IEC 60694, Tabelle 3 angegebenen Werte nicht übersteigen.

4.5 Bemessungs-Kurzzeitstrom (I_k)

Nach IEC 60694, 4.5 mit folgender Ergänzung:

Der Bemessungs-Kurzzeitstrom ist gleich dem Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom (siehe 4.101).

4.6 Bemessungs-Stoßstrom (I_p)

Nach IEC 60694, 4.6 mit folgender Ergänzung:

Der Bemessungs-Stoßstrom ist gleich dem Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom (siehe 4.103).

4.7 Bemessungs-Kurzschlussdauer (t_k)

Nach IEC 60694, 4.7 mit folgender Ergänzung:

Die Angabe einer Bemessungs-Kurzschlussdauer ist für selbstauslösende Leistungsschalter nicht erforderlich, vorausgesetzt, dass bei Einsatz in einem Stromkreis mit einem unbeeinflussten Ausschaltstrom gleich dem Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom der resultierende Strom während der Ausschaltzeit des mit der Bemessungs-Schaltfolge schaltenden Leistungsschalters vom Leistungsschalter geführt werden kann. Der Überstromauslöser ist hierbei auf die größte Zeitverzögerung eingestellt.

ANMERKUNG Primärauslöser schließen integrierte Auslösersysteme ein.

4.8 Bemessungs-Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfs- und Steuerstromkreise (U_a)

Nach IEC 60694, 4.8.

4.9 Bemessungsfrequenz der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfsstromkreise

Nach IEC 60694, 4.9.

4.10 Bemessungsdrücke der Druckgasversorgung für Isolation, Betätigung und Lichtbogenlöschung

Nach IEC 60694, 4.10.

4.101 Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom (I_{sc})

Der Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom ist der höchste Kurzschlussstrom, den der Leistungsschalter unter den in dieser Norm festgelegten Bedingungen bezüglich Anwendung und Verhalten in einem Stromkreis mit einer betriebsfrequenten wiederkehrenden Spannung entsprechend der Bemessungsspannung des Leistungsschalters und einer Einschwingspannung nach 4.102 ausschalten können muss. Für dreipolige Leistungsschalter bezieht sich die Wechselstromkomponente auf einen dreiphasigen Kurzschluss. Gegebenenfalls sind die den Abstandskurzschluss betreffenden Bestimmungen in 4.105 zu berücksichtigen.

Der Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom wird durch zwei Werte gekennzeichnet:

- den Effektivwert der Wechselstromkomponente und
- die bezogene Gleichstromkomponente.

ANMERKUNG Falls die Gleichstromkomponente 20 % nicht überschreitet, wird der Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom allein durch den Effektivwert der Wechselstromkomponente gekennzeichnet.

Zur Bestimmung der Wechsel- und Gleichstromkomponente siehe [Bild 8](#).

Der Leistungsschalter muss imstande sein, unter den oben erwähnten Bedingungen alle Kurzschlussströme bis zu seinem Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom auszuschalten, der eine beliebige Wechselstromkomponente bis zum Bemessungswert und eine zugehörige beliebige bezogene Gleichstromkomponente bis zum festgelegten Wert enthalten kann.

Für einen normalen Leistungsschalter gilt:

- a) bei Spannungen unterhalb und gleich der Bemessungsspannung ist der Leistungsschalter imstande, seinen Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom auszuschalten;
- b) für Spannungen oberhalb der Bemessungsspannung wird für Leistungsschalter mit Ausnahme des in [4.106](#) vorgesehenen Falles kein Kurzschluss-Ausschaltstrom festgelegt.

4.101.1 Wechselstromkomponente des Bemessungs-Kurzschlussausschaltstromes

Der Effektivwert der Wechselstromkomponente des Bemessungs-Kurzschlussausschaltstromes ist aus der Reihe R 10 auszuwählen, die in IEC 60059 wiedergegeben ist.

ANMERKUNG Die Reihe R 10 enthält die Werte 1 – 1,25 – 1,6 – 2 – 2,5 – 3,15 – 4 – 5 – 6,3 – 8 – 10 und deren Produkte mit 10^n .

4.101.2 Gleichstromkomponente des Bemessungs-Kurzschlussausschaltstromes

Die bezogene Gleichstromkomponente ist wie folgt zu ermitteln:

- a) bei einem selbstauslösenden Leistungsschalter muss die bezogene Gleichstromkomponente einem Zeitintervall entsprechen, das gleich der kürzesten Ausschalteigenzeit T_{op} des erstauschaltenden Pols des Leistungsschalters ist. Die Zeit T_r in der nachstehenden Gleichung ist gleich 0 zu setzen;
- b) bei einem Leistungsschalter, der nur durch Hilfsenergie in irgendeiner Form ausgelöst werden kann, muss die bezogene Gleichstromkomponente einem Zeitintervall entsprechen, das gleich der kürzesten Ausschalteigenzeit T_{op} des erstauschaltenden Pols des Leistungsschalters zuzüglich einer halben Periode (T_r) der Bemessungsfrequenz ist.

Die oben erwähnte kürzeste Ausschalteigenzeit ist vom Hersteller anzugeben.

ANMERKUNG 1 Die kürzeste Ausschalteigenzeit ist die geringste Ausschalteigenzeit, von welcher der Hersteller erwartet, dass sie die Gesamtheit der betroffenen Leistungsschalter unter allen Betriebsbedingungen beim Ausschalten asymmetrischer Ströme nach dieser Norm abdeckt (Klemmenkurzschluss Prüfschaltfolge T100a). Sie sollte derart festgelegt werden, dass die bei der Prüfschaltfolge T100a angewandte Gleichstromkomponente, welche u. a. von der kürzesten Ausschalteigenzeit abhängig ist, so groß ist, dass jeder Leistungsschalter, welcher während der Produktlebensdauer hergestellt wird, durch diese Prüfung abgedeckt wird.

Der bezogene Wert der Gleichstromkomponente (% dc) hängt vom Zeitintervall ($T_{op} + T_r$) und von der Zeitkonstanten τ ab. Er kann aus [Bild 9](#) abgelesen und mit Hilfe der nachstehenden Gleichung ermittelt werden:

$$\% \text{ dc} = 100 \times e^{-\frac{T_{op} + T_r}{\tau}}$$

Die in [Bild 9](#) dargestellten Kurven, welche die bezogene Gleichstromkomponente als Funktion der Zeit wiedergeben, gelten für folgende Bedingungen:

- a) Standard-Zeitkonstante 45 ms;
- b) spezielle Zeitkonstanten, welche auf die Bemessungsspannung des Leistungsschalters bezogen sind:
 - 120 ms für Bemessungsspannungen bis zu einschließlich 52 kV;
 - 60 ms für Bemessungsspannungen von 72,5 kV bis einschließlich 420 kV;
 - 75 ms für Bemessungsspannungen von 550 kV und darüber.

Diese speziellen Zeitkonstanten tragen der Tatsache Rechnung, dass die normale Zeitkonstante manchen Netzsituationen nicht gerecht wird. Sie sind vorgesehen als vereinheitlichte Werte für solche speziellen Anwendungen. Darin werden die Eigenheiten der verschiedenen Bereiche der Bemessungsspannungen berücksichtigt, so z. B. die jeweiligen besonderen Netzstrukturen oder die Auslegung von Leitungen usw.

ANMERKUNG 2 Darüber hinaus können in besonderen Einsatzfällen sogar noch höhere Werte erforderlich sein, so beispielsweise bei generatornahen Leistungsschaltern. In solchen Fällen sind die erforderliche Gleichstromkomponente und alle zusätzlichen Prüfanforderungen bei der Schalteranfrage anzugeben.

ANMERKUNG 3 Detaillierte Informationen zur Anwendung der normalen Zeitkonstante und der speziellen Zeitkonstanten sind in den Erläuterungen in [I.2.1](#) wiedergegeben.

4.102 Dem Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom zugeordnete Einschwingspannung

Die dem Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom nach [4.101](#) zugeordnete Einschwingspannung (Transient recovery voltage – TRV) ist die Bezugsspannung, welche den Grenzwert der unbeeinflussten Einschwingspannung von Stromkreisen bildet, die der Leistungsschalter im Fehlerfall ausschalten können muss.

4.102.1 Darstellung des Verlaufes der Einschwingspannung

Der Verlauf der Einschwingspannung hängt vom Aufbau der jeweils vorliegenden Stromkreise ab.

In einigen Fällen, insbesondere in Netzen mit Spannungen von 100 kV und darüber und dort, wo die Kurzschlussströme im Verhältnis zum maximalen Kurzschlussstrom des Netzes relativ groß sind, enthält die Einschwingspannung einen Anfangsteil mit großer Steilheit, an den sich ein Zeitintervall mit einer niedrigeren Steilheit anschließt. Dieser typische Verlauf wird im Allgemeinen genügend genau durch eine Hüllkurve dargestellt, welche aus drei geraden, durch vier Parameter definierten Linienzügen besteht. Methoden zum Zeichnen der Einhüllenden der Einschwingspannung sind in [Anhang E](#) wiedergegeben.

In anderen Fällen, insbesondere in Netzen mit einer Spannung kleiner als 100 kV oder in Netzen mit Spannungen größer als 100 kV unter Bedingungen, bei denen die Kurzschlussströme im Verhältnis zu den größten Kurzschlussströmen des Netzes klein sind und über Transformatoren eingespeist werden, ist die Einschwingspannung näherungsweise eine gedämpfte Schwingung mit einer einzigen Frequenz. Dieser Verlauf wird genügend genau durch eine Hüllkurve dargestellt, welche aus zwei geraden, durch zwei Parameter definierten Linienzügen besteht. Methoden zum Zeichnen der Einhüllenden der Einschwingspannung sind in [Anhang E](#) wiedergegeben.

Diese Darstellung durch zwei Parameter bildet einen Sonderfall der Darstellung durch vier Parameter.

Eine am Einbauort des Leistungsschalters auf der Speiseseite vorhandene Kapazität bewirkt eine kleinere Steilheit der Spannung während der ersten Mikrosekunden der Einschwingspannung. Dies wird durch Einführen einer Zeitverzögerung berücksichtigt.

Jeder Teil der Einschwingspannung kann die Ausschaltleistung eines Leistungsschalters beeinflussen. Für bestimmte Arten von Leistungsschaltern kann der allererste Beginn der Einschwingspannung von Bedeutung sein. Dieser Teil der Einschwingspannung, Anfangs-Einschwingspannung genannt (Initial transient recovery voltage – ITRV), wird durch Schwingungen kleiner Amplituden verursacht, die durch Reflexionen an der ersten größeren Diskontinuität an der Sammelschiene entstehen. Die Anfangs-Einschwingspannung ist hauptsächlich durch die Anordnung der Sammelschiene und des Leitungsfeldes in der Schaltanlage bestimmt. Die Anfangs-Einschwingspannung ist eine physikalische Erscheinung, die dem Abstandskurzschluss sehr ähnlich ist. Im Vergleich zum Abstandskurzschluss ist der erste Spannungsscheitel ziemlich niedrig, die Zeit bis zum ersten Scheitel ist jedoch außerordentlich kurz, d. h. er tritt innerhalb der ersten Mikrosekunden nach Strom-Null auf. Aus diesem Grunde kann die Ausschaltung im thermischen Bereich beeinflusst werden.

Falls für den Leistungsschalter ein Ausschaltvermögen für Abstandskurzschluss als Bemessungsgröße definiert ist, werden die Forderungen hinsichtlich der Anfangs-Einschwingspannung als erfüllt angenommen, wenn die Abstandskurzschlussprüfungen mit einer Leitung mit unwesentlicher Zeitverzögerung durchgeführt werden ([6.104.5.2](#) und [6.109.3](#)), außer wenn beide Anschlüsse im elektrischen Sinn nicht identisch sind (dies ist beispielsweise der Fall, wenn eine Zusatzkapazität verwendet wird, wie in [6.109.3](#), [Anmerkung 4](#) erläu-

tert). In diesem Fall können Prüfkreise verwendet werden, welche über dem Schalter eine gleichwertige Beanspruchung durch die Einschwingspannung hervorrufen.

Da die Anfangs-Einschwingspannung proportional dem Wellenwiderstand der Sammelschiene und dem Strom ist, kann sie wegen des niedrigen Wellenwiderstandes für Leistungsschalter in metallgekapelten Schaltanlagen (GIS), für alle Leistungsschalter mit Bemessungs-Kurzschlussausschaltströmen unter 25 kA und für Leistungsschalter mit Bemessungsspannungen unter 100 kV vernachlässigt werden.

4.102.2 Darstellung der Einschwingspannung

Zur Darstellung der Einschwingspannung werden folgende Parameter verwendet:

a) Vier-Parameter-Linienzug (siehe Bild 10):

u_1 erste Bezugsspannung, in kV;

t_1 Zeit, nach der u_1 erreicht wird, in μs ;

u_c zweite Bezugsspannung (Scheitelwert der Einschwingspannung), in kV;

t_2 Zeit, nach der u_c erreicht wird, in μs .

Die Parameter der Einschwingspannung sind als Funktion der Bemessungsspannung U_r , des Polfaktors k_{pp} und des Amplitudenfaktors k_{af} folgendermaßen definiert:

$$u_1 = 0,75 \times k_{pp} U_r \sqrt{\frac{2}{3}};$$

t_1 ist von u_1 und dem vorgegebenen Wert der Spannungssteilheit u_1/t_1 abgeleitet;

t_1 für das Schalten unter Asynchronbedingungen = $2 \times t_1$ (für Klemmenkurzschluss)

$$u_c = k_{af} \times k_{pp} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}, \text{ mit } k_{af} \text{ gleich:}$$

– 1,4 für Klemmenkurzschluss und Abstandskurzschluss,

– 1,25 für Schalten unter Asynchronbedingungen.

$t_2 = 4 \times t_1$ für Klemmenkurzschluss und Abstandskurzschluss;

t_2 für das Schalten unter Asynchronbedingungen ist zwischen t_2 (für Klemmenkurzschluss) und $2 \times t_2$ (für Klemmenkurzschluss).

b) Zwei-Parameter-Linienzug (siehe Bild 11):

u_c Bezugsspannung (Scheitelwert der Einschwingspannung), in kV;

t_3 Zeit, nach der u_c erreicht wird, in μs .

Die Parameter der Einschwingspannung sind als Funktion der Bemessungsspannung U_r , des Polfaktors k_{pp} und des Amplitudenfaktors k_{af} folgendermaßen definiert:

$$u_c = k_{pp} \times k_{af} U_r \sqrt{\frac{2}{3}}, \text{ mit } k_{af} \text{ gleich:}$$

– 1,4 für Klemmenkurzschluss und Abstandskurzschluss,

– 1,25 für Schalten unter Asynchronbedingungen.

t_3 ist von u_c und dem vorgegebenen Wert der Spannungssteilheit u_c/t_3 abgeleitet.

c) Verzögerungslinie der Einschwingspannung (siehe Bilder 10 und 11):

t_d Verzögerungszeit, in μs ;

u' Bezugsspannung, in kV;

t' Zeit, nach der u' erreicht wird, in μs .

Die Verzögerungslinie beginnt auf der Zeitachse bei der Bemessungs-Verzögerungszeit, verläuft dann parallel zum ersten Teil des Referenzlinienzuges der Einschwingspannung und endet bei der Spannung u' (Zeitpunkt t').

Für Bemessungsspannungen kleiner als 52 kV:

$t_d = 0,15 \times t_3$ (diese Gleichung gilt nicht für 48,3 kV, hierfür gilt $t_d = 0,05 \times t_3$);

$u' = u_c/3$ und

t' ist von u' , u_c/t_3 und t_d gemäß Bild 11 abgeleitet, $t' = t_d + \frac{u'}{u_c/t_3}$.

Für Bemessungsspannungen von 52 kV und 72,5 kV:

$t_d = 0,05 \times t_3$ für Klemmenkurzschluss und Abstandskurzschluss;

$u' = u_c/3$ und

t' ist von u' , u_c/t_3 und t_d gemäß Bild 11 abgeleitet, $t' = t_d + \frac{u'}{u_c/t_3}$.

Für Bemessungsspannungen größer als 72,5 kV:

$t_d = 2 \mu\text{s}$ für Klemmenkurzschluss;

$t_d = 2 \mu\text{s}$ für die Speiseseite bei Abstandskurzschluss;

$t_d = 2 \mu\text{s}$ bis $0,1 \times t_1$ für Schalten unter Asynchronbedingungen;

$u' = u_1/2$ und

t' ist von u' , u_1/t_1 und t_d gemäß Bild 10 abgeleitet, $t' = t_d + \frac{u'}{u_1/t_1}$.

d) Anfangs-Einschwingspannung (siehe Bild 12b):

u_i = Bezugsspannung (Scheitelwert der Anfangs-Einschwingspannung), in kV;

t_i = Zeit, nach der u_i erreicht wird, in μs .

Die Steilheit der Anfangs-Einschwingspannung hängt von der Größe des unterbrochenen Kurzschlussstroms, ihre Amplitude von der Entfernung der ersten Diskontinuität an der Sammelschiene ab. Die Anfangs-Einschwingspannung wird bestimmt durch die Spannung u_i und die Zeit t_i . Die unbeeinflusste Wellenform folgt einer Geraden, die durch die Punkte verläuft, die dem 20-%- und dem 80-%-Wert des Scheitelwertes u_i der Anfangs-Einschwingspannung entsprechen und die erforderliche Steilheit der Anfangs-Einschwingspannung aufweist.

4.102.3 Normwerte der dem Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom zugeordneten Einschwingspannung

Normwerte der Einschwingspannung werden für dreipolige Leistungsschalter mit Bemessungsspannungen unter 100 kV durch zwei Parameter festgelegt, Werte sind in Tabelle 1a angegeben.

Für Bemessungsspannungen von 100 kV und darüber werden vier Parameter verwendet. In Tabelle 1b sind Werte für Bemessungsspannungen von 100 kV bis 170 kV für Netze mit starr geerdetem Sternpunkt angegeben. In Tabelle 1c sind Werte für Bemessungsspannungen von 100 kV bis 170 kV für Netze mit nicht starr geerdetem Sternpunkt angegeben. In Tabelle 1d sind Werte für Bemessungsspannungen von 245 kV und größer angegeben.

Sowohl für die Zweiparameter- als auch für die Vierparameter-Darstellung wird in den Tabellen mit u_c/t_3 bzw. u_1/t_1 auch die Steilheit angegeben, welche zusammen mit dem Scheitelwert u_c der Einschwingspannung zu deren Kennzeichnung verwendet werden kann.

Die in den Tabellen angegebenen Werte sind unbeeinflusste Werte. Sie gelten für Leistungsschalter für allgemeine Übertragungs- und Verteilungsaufgaben in dreiphasigen Netzen mit Frequenzen von 50 Hz oder 60 Hz, die Transformatoren, Freileitungen und kurze Kabellängen enthalten.

Für Einphasensysteme oder falls die Leistungsschalter unter härteren Bedingungen eingesetzt werden, können die Werte abweichend sein, insbesondere in den folgenden Fällen:

- a) generatornahe Leistungsschalter;
- b) Leistungsschalter direkt hinter Transformatoren, die etwa 50 % oder mehr des Bemessungs-Kurzschlussausschaltstromes des Leistungsschalters liefern, ohne dass zwischen Leistungsschalter und Transformator eine merkliche zusätzliche Kapazität vorhanden ist;
- c) Leistungsschalter in Schaltanlagen mit Reihendrosselspulen;
- d) Leistungsschalter für Leitungen mit Reihenkompensation;
- e) Leistungsschalter in Schaltanlagen mit Kondensatorbänken.

Für Ausschaltprüfungen mit Kurzschlussströmen, die dem Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom gleich sind, wird die Einschwingspannung verwendet, die dem bei Klemmenkurzschluss auftretenden Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom zugeordnet ist. Für Prüfungen mit Kurzschlussausschaltströmen kleiner als dem Bemessungswert sind andere Einschwingspannungen festgelegt ([6.104.5](#)). Zusätzliche Anforderungen gelten für Leistungsschalter mit Bemessungsspannungen ab 52 kV und mit Bemessungs-Kurzschlussausschaltströmen über 12,5 kA, die möglicherweise unter Abstandskurzschlussbedingungen schalten müssen (siehe [4.105](#)).

**Tabelle 1a – Normwerte der Einschwingspannung –
Bemessungsspannungen unter 100 kV – Zweiparameter-Darstellung**

Bemessungs- spannung U_r kV	Schaltaufgabe	Polfaktor k_{pp} p.u.	Amplituden- faktor k_{af} p.u.	Scheitelwert der Einschwing- spannung u_c kV	Zeit t_3 μs	Verzögerungs- zeit t_d μs	Spannung u' kV	Zeit t' μs	Steilheit der Einschwing- spannung u_c / t_3 kV/ μs ^{b)}
3,6	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	6,2	41	6	2,1	20	0,15
	Phasenopposition	2,5	1,25	9,2	77	12	3,1	38	0,12
4,76 ^{c)}	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	8,2	51	8	2,7	24	0,16
	Phasenopposition	2,5	1,25	12,1	101	15	4,0	48	0,12
7,2	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	12,3	51	8	4,1	25	0,24
	Phasenopposition	2,5	1,25	18,4	102	15	6,1	49	0,18
8,25 ^{c)}	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	14,1	59	9	4,7	29	0,24
	Phasenopposition	2,5	1,25	21,0	117	18	7,0	57	0,18
12	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	20,6	61	9	6,9	29	0,34
	Phasenopposition	2,5	1,25	30,6	118	18	10	56	0,26
15 ^{c)}	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	25,7	76	11	8,6	36	0,34
	Phasenopposition	2,5	1,25	38,3	147	22	13	72	0,26
17,5	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	30	71	11	10	35	0,42
	Phasenopposition	2,5	1,25	45	145	22	15	70	0,31
24	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	41	87	13	14	43	0,47
	Phasenopposition	2,5	1,25	61	174	26	20	83	0,35
25,8 ^{c)}	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	44	105	16	15	52	0,42
	Phasenopposition	2,5	1,25	66	213	32	22	103	0,31
36	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	62	109	16	21	53	0,57
	Phasenopposition	2,5	1,25	92	214	32	31	104	0,43
38 ^{c)}	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	65	125	19	22	61	0,52
	Phasenopposition	2,5	1,25	97	249	37	32	119	0,39
48,3 ^{c)}	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	83	122	6	27	47	0,68
	Phasenopposition	2,5	1,25	123	262	39	41	126	0,47
52 ^{a)}	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	89	131	7	30	51	0,68
	Abstandskurzschluss	1	1,4	59	131	7	20	51	0,45
	Phasenopposition	2,5	1,25	133	266	40	44	128	0,50
72,5 ^{a)}	Klemmenkurzschluss	1,5	1,4	124	165	8	41	63	0,75
	Abstandskurzschluss	1	1,4	83	166	8	28	64	0,50
	Phasenopposition	2,5	1,25	185	336	50	62	163	0,55
^{a)} Im Falle des Abstandskurzschlusses: Einschwingspannung und Zeitgrößen der Speiseseite. ^{b)} Steilheit der Einschwingspannung. ^{c)} Anwendung in Nordamerika.									

Tabelle 1b – Normwerte der Einschwingspannung^{a)} – Bemessungsspannungen von 100 kV bis 170 kV für Netze mit starr geerdetem Sternpunkt – Vier-Parameter-Darstellung

Bemessungs- spannung U_r kV	Schaltaufgabe	Polfaktor k_{pp} p.u.	Amplituden- faktor k_{af} p.u.	Erste Bezugs- spannung u_1 kV	Zeit t_1 μs	Scheitelwert der Einschwing- spannung u_c kV	Zeit t_2 μs	Verzögerungs- zeit t_d μs	Spannung u' kV	Zeit t' μs	Spannungs- steilheit u_1/t_1 kV/ μs
100	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	80	40	149	160	2	40	22	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	61	31	114	124	2	31	17	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	122	80	204	160 – 320	2 – 8	61	48	1,54
123	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	98	49	183	196	2	49	26	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	75	38	141	152	2	38	21	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	151	98	251	196 – 392	2 – 10	75	59	1,54
145	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	115	58	215	232	2	58	31	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	89	44	166	176	2	44	24	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	178	116	296	232 – 464	2 – 12	89	70	1,54
170	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	135	68	253	272	2	68	36	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	104	52	194	208	2	52	28	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	208	136	347	272 – 544	2 – 14	104	81	1,54
a) Im Falle des Abstandskurzschlusses: Einschwingspannung und Zeitgrößen der Speiseseite.											

Tabelle 1c – Normwerte der Einschwingspannung^{a)} – Bemessungsspannungen von 100 kV bis 170 kV für Netze mit nicht starr geerdetem Sternpunkt – Vier-Parameter-Darstellung

Bemessungs- spannung U_r kV	Schaltaufgabe	Polfaktor k_{pp} p.u.	Amplituden- faktor k_{af} p.u.	Erste Bezugs- spannung u_1 kV	Zeit t_1 μs	Scheitelwert der Einschwing- spannung u_c kV	Zeit t_2 μs	Verzögerungs- zeit t_d μs	Spannung u' kV	Zeit t' μs	Spannungs- steilheit u_1/t_1 kV/ μs
100	Klemmenkurzschluss	1,5	1,40	92	46	171	184	2	46	25	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	61	31	114	124	2	31	17	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2,5	1,25	153	92	255	184 – 368	2 – 9	77	55	1,67
123	Klemmenkurzschluss	1,5	1,40	113	56	211	224	2	56	30	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	75	38	141	152	2	38	21	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2,5	1,25	188	112	314	224 – 448	2 – 11	94	67	1,67
145	Klemmenkurzschluss	1,5	1,40	133	67	249	268	2	67	35	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	89	44	166	176	2	44	24	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2,5	1,25	222	134	370	268 – 536	2 – 13	111	79	1,67
170	Klemmenkurzschluss	1,5	1,40	156	78	291	312	2	78	41	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	104	52	194	208	2	52	28	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2,5	1,25	260	156	434	312 – 624	2 – 16	130	94	1,67
a) Im Falle des Abstandskurzschlusses: Einschwingspannung und Zeitgrößen der Speiseseite.											

Um für den zweit- und drittlöschenden Pol die Werte der Steilheit der Einschwingspannung und des Scheitelwertes der Einschwingspannung zu erhalten, sind unter Berücksichtigung des Polfaktors die Werte der Steilheit der Einschwingspannung und des Scheitelwertes der Einschwingspannung des erstlöschenden Pols mit einem Faktor zu multiplizieren. Die Werte dieses Faktors sind in der [Tabelle 2](#) dargestellt.

Die Faktoren für die Bestimmung der Steilheit der Einschwingspannung beziehen sich auf u_1/t_1 ; die Zeiten t_1 und t_2 sind dieselben für den erst-, zweit- und drittlöschenden Pol.

Tabelle 1d – Normwerte der Einschwingspannung^{a)} – Bemessungsspannungen ab 245 kV für Netze mit starr geerdetem Sternpunkt – Vier-Parameter-Darstellung

Bemessungs- spannung U_r kV	Schaltaufgabe	Polfaktor k_{pp} p.u.	Amplituden- faktor k_{af} p.u.	Erste Bezugs- spannung u_1 kV	Zeit t_1 μs	Scheitelwert der Einschwing- spannung u_c kV	Zeit t_2 μs	Verzögerungs- zeit t_d μs	Spannung u' kV	Zeit t' μs	Spannungs- steilheit u_1/t_1 kV/ μs
245	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	195	98	364	392	2	98	51	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	150	75	280	300	2	75	40	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	300	196	500	392 – 784	2 – 20	150	117	1,54
300	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	239	119	446	476	2	119	62	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	184	92	343	368	2	92	48	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	367	238	612	476 – 952	2 – 24	184	143	1,54
362	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	288	144	538	576	2	144	74	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	222	111	414	444	2	111	57	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	443	288	739	576 – 1 152	2 – 29	222	173	1,54
420	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	334	167	624	668	2	167	86	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	257	129	480	516	2	129	66	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	514	334	857	668 – 1 336	2 – 33	257	202	1,54
550	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	438	219	817	876	2	219	111	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	337	168	629	672	2	168	86	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	674	438	1 123	876 – 1 752	2 – 44	337	263	1,54
800	Klemmenkurzschluss	1,3	1,40	637	318	1 189	1 272	2	318	161	2
	Abstandskurzschluss	1	1,40	490	245	914	980	2	245	124	2
	Schalten unter Asynchronbedingungen	2	1,25	980	636	1 633	1 272 – 2 544	2 – 64	490	382	1,54

^{a)} Im Falle des Abstandskurzschlusses: Einschwingspannung und Zeitgrößen der Speiseseite.