

	DIN EN 62271-201 (VDE 0671-201)	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 Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 201: Isolierstoffgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV (IEC 62271-201:2006); Deutsche Fassung EN 62271-201:2006 High-voltage switchgear and controlgear – Part 201: AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV (IEC 62271-201:2006); German version EN 62271-201:2006 Appareillage à haute tension – Partie 201: Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV (CEI 62271-201:2006); Version allemande EN 62271-201:2006 Gesamtumfang 86 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-10-01 angenommene EN 62271-201 gilt als DIN-Norm ab 2007-07-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62271-201 (VDE 0671-201):2005-05.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 432.2 „Typgeprüfte Hochspannungs-Schaltanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

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

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

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 in Tabelle NA.1 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	–
HD 588 S1:1991	IEC 60060-1:1989 + Corr.:1990	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06	VDE 0432-1
EN 60243-1:1998	IEC 60243-1:1998	DIN EN 60243-1 (VDE 0303-21):1999-03	VDE 0303-21
EN 60265-1:1998	IEC 60265-1:1998	DIN EN 60265-1 (VDE 0670-301):1999-05	VDE 0670-301

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60270:2001	IEC 60270:2000	DIN EN 60270 (VDE 0434):2001-08	VDE 0434
EN 60470:2000 + Corr.:2000	IEC 60470:2000	DIN EN 60470 (VDE 0670-501):2002-01	VDE 0670-501
EN 60480:2004	IEC 60480:2004	DIN EN 60480 (VDE 0373-2):2005-08	VDE 0373-2
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529:1989 + A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09	VDE 0470-1
EN 60694:1996 + A1:2000 + A2:2001	IEC 60694:1996 + A1:2000 + Corr. 1:2001 + A2:2001 + Corr. 1:2001	DIN EN 60694 (VDE 0670-1000):2002-09	VDE 0670-1000
EN 60909-0:2001	IEC 60909-0:2001	DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2002-07	VDE 0102
–	IEC 60932:1988	–	–
EN 62271-100:2001 + A1:2002	IEC 62271-100:2001 + A1:2002 + Corr. 1:2002 + A2:2003	DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100):2004-04	VDE 0671-100
EN 62271-102:2002	IEC 62271-102:2001 + Corr. 1:2002 + Corr. 2:2003	DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102):2003-10	VDE 0671-102
EN 62271-105:2003	IEC 62271-105:2002	DIN EN 62271-105 (VDE 0671-105):2003-12	VDE 0671-105
EN 62271-200:2004	IEC 62271-200:2003	DIN EN 62271-200 (VDE 0671-200):2004-10	VDE 0671-200
–	ISO/IEC 51:1999	DIN 820-120:2001-10	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN 820-120:2001-10, *Normungsarbeit – Teil 120: Leitfaden für die Aufnahme von Sicherheitsaspekten in Normen (ISO/IEC-Guide 51:1999).*

DIN EN 60243-1 (VDE 0303-21):1999-03, *Elektrische Durchschlagfestigkeit von isolierenden Werkstoffen – Prüfverfahren – Teil 1: Prüfungen bei technischen Frequenzen (IEC 60243-1:1998); Deutsche Fassung EN 60243-1:1998.*

DIN EN 60265-1 (VDE 0670-301):1999-05, *Hochspannungs-Lastschalter – Teil 1: Hochspannungs-Lastschalter für Bemessungsspannungen über 1 kV und unter 52 kV (IEC 60265-1:1998); Deutsche Fassung EN 60265-1:1998.*

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

DIN EN 62271-201 (VDE 0671-201):2007-07

DIN EN 60470 (VDE 0670-501):2002-01, Hochspannungs-Wechselstrom-Schütze und -Motorstarter mit Schützen (IEC 60470:2000); Deutsche Fassung EN 60470:2000 + Corrigendum Juni 2000.

DIN EN 60480 (VDE 0373-2):2005-08, Richtlinien für die Prüfung und Aufbereitung von Schwefelhexafluorid (SF_6) nach Entnahme aus elektrischen Betriebsmitteln und Spezifikation für dessen Wiederverwendung (IEC 60480:2004); Deutsche Fassung EN 60480:2004.

DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09, Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000.

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

DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2002-07, Kurzschlussströme in Drehstromnetzen – Teil 0: Berechnung der Ströme (IEC 60909-0:2001); Deutsche Fassung EN 60909-0:2001.

DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100):2004-04, 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.

DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102):2003-10, Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 102: Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter (IEC 62271-102:2001 + Corrigendum 1:2002 + Corrigendum 2:2003); Deutsche Fassung EN 62271-102:2002.

DIN EN 62271-105 (VDE 0671-105):2003-12, Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 105: Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen (IEC 62271-105:2002); Deutsche Fassung EN 62271-105:2003.

DIN EN 62271-200 (VDE 0671-200):2004-10, Hochspannungs-Schaltgeräte und Schaltanlagen – Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV (IEC 62271-200:2003); Deutsche Fassung EN 62271-200:2004

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

IEV Teil 151:2002-03, Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 115: Elektrische und magnetische Geräte und Einrichtungen – Hauptabschnitt 151-11: Allgemeines; Identisch mit IEC 60050-151:2001-07.

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

Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen –
Teil 201: Isolierstoffgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für
Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV
(IEC 62271-201:2006)

High-voltage switchgear and controlgear –
Part 201: AC insulation-enclosed switchgear
and controlgear for rated voltages above 1 kV
and up to and including 52 kV
(IEC 62271-201:2006)

Appareillage à haute tension –
Partie 201: Appareillage sous enveloppe
isolante pour courant alternatif de tensions
assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou
égales à 52 kV
(CEI 62271-201:2006)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-10-01 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2006 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62271-201:2006 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 17C/374/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 62271-201, ausgearbeitet von dem SC 17C „High-voltage switchgear and controlgear assemblies“ des IEC/TC 17 „Switchgear and controlgear“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-10-01 als EN 62271-201 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2007-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-10-01

Diese Norm ist anzuwenden in Verbindung mit EN 60694:1996 + A1:2000 + A2:2001, auf die sie Bezug nimmt und die gilt, falls nicht 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.

Die Anhänge ZA und ZB wurden von CENELEC hinzugefügt.

Der Inhalt des im November 2006 veröffentlichten Corrigendums ist in dieser Fassung enthalten.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62271-201:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelisteten Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 62271-200 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 62271-200:2004 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Allgemeines	6
1.1 Anwendungsbereich	6
1.2 Normative Verweisungen	6
2 Normale Betriebsbedingungen und Sonder-Betriebsbedingungen.....	7
3 Begriffe	7
4 Bemessungswerte	14
4.1 Bemessungsspannung (U_T).....	14
4.2 Bemessungs-Isolationspegel.....	14
4.3 Bemessungsfrequenz (f_T)	14
4.4 Bemessungs-Betriebsstrom und Erwärmung.....	14
4.5 Bemessungs-Kurzzeitstrom (I_k)	15
4.6 Bemessungs-Stoßstrom (I_p).....	15
4.7 Bemessungs-Kurzschlussdauer (t_k).....	15
4.8 Bemessungs-Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen und der Hilfs- und Steuerstromkreise (U_a).....	15
4.9 Bemessungsfrequenz der Geräte und der Hilfs- und Steuerstromkreise	15
4.10 Bemessungsdruck der Druckgasversorgung für Isolation und/oder Betätigung	15
5 Konstruktion und Aufbau	16
5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Schaltanlagen	16
5.2 Anforderungen an Gase in Schaltanlagen	16
5.3 Erdung der Schaltanlage	16
5.4 Hilfs- und Steuereinrichtungen	17
5.5 Schließen mit abhängiger Kraftbetätigung	18
5.6 Schließen mit Kraftspeicherbetätigung.....	18
5.7 Unabhängige Handbetätigung.....	18
5.8 Arbeitsbedingungen für Auslöser	18
5.9 Druckverriegelung und -überwachung	18
5.10 Leistungsschilder	18
5.11 Verriegelungen	19
5.12 Anzeige der Schaltstellung	20
5.13 Schutzart durch Gehäuse.....	20
5.14 Kriechwege	20
5.15 Dichtheit gegenüber Gasen und Vakuum	20
5.16 Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten	20
5.17 Brennverhalten	21
5.18 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	21
5.101 Innere Fehler mit Störlichtbogenfolgen	21
5.102 Isolierstoffkapselung.....	21
5.103 Schotträume	24

	Seite
5.104 Herausnehmbare Einschübe	26
5.105 Vorkehrungen für Spannungsprüfungen an Kabeln	27
6 Typprüfungen	27
6.1 Allgemeines	27
6.2 Dielektrische Prüfungen	29
6.3 Störspannungsprüfung	33
6.4 Messung des Widerstandes von Stromkreisen	33
6.5 Erwärmungsprüfungen	33
6.6 Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen	34
6.7 Überprüfung des Schutzgrades	36
6.8 Dichtheitsprüfungen	36
6.9 Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)	36
6.10 Zusätzliche Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen	37
6.101 Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens	37
6.102 Mechanische Funktionsprüfungen	38
6.103 Druckprüfung von gasgefüllten Schotträumen	38
6.104 Prüfungen zum Nachweis des Personenschutzes gegen elektrischen Schlag	39
6.105 Störlichtbogenprüfung	40
6.106 Prüfung der thermischen Beständigkeit	41
6.107 Feuchtigkeitsprüfung	41
7 Stückprüfungen	41
7.1 Dielektrische Prüfung der Hauptstrombahn	42
7.2 Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen	42
7.3 Widerstandsmessung der Hauptstrombahn	42
7.4 Dichtheitsprüfung	42
7.5 Konstruktions- und Sichtkontrollen	43
7.101 Teilentladungsmessung	43
7.102 Mechanische Funktionsprüfungen	43
7.103 Druckprüfungen gasgefüllter Schotträume	43
7.104 Prüfungen der elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Hilfseinrichtungen	43
7.105 Prüfungen nach der Montage vor Ort	43
7.106 Messung des Fluidzustandes nach der Füllung vor Ort	44
8 Anleitung zur Auswahl von isolierstoffgekapselten Schaltanlagen für den Betrieb	44
8.1 Auswahl der Bemessungswerte	44
8.2 Auswahl von Konstruktion und Aufbau	45
8.3 Störlichtbogenqualifikation	47
9 Angaben in Anfragen, Angeboten und Bestellungen	51
9.101 Angaben in Anfragen und Bestellungen	51
9.102 Angaben in Angeboten	52
10 Hinweise für Transport, Lagerung, Aufstellung und Instandhaltung	53
10.1 Bedingungen während Transport, Lagerung und Aufstellung	53
10.2 Aufstellung	53

	Seite
10.3 Betrieb	53
10.4 Instandhaltung	53
11 Sicherheit.....	54
11.101 Arbeitsanweisungen	54
11.102 Störlichtbögen.....	54
12 Einfluss des Produktes auf die Umwelt	54
 Anhang A (normativ) Störlichtbogenprüfung – Verfahren für die Prüfung von isolierstoffgekapselten Schaltanlagen	 55
Anhang B (normativ) Teilentladungsmessungen.....	68
Anhang C (normativ) Feuchtigkeitsprüfung	73
Anhang D (informativ) Berührungsschutzgrade	77
Literaturhinweise.....	79
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	80
Anhang ZB (informativ) A-Abweichungen.....	82
 Bild A.1 – Einspannrahmen für vertikale Indikatoren.....	 64
Bild A.2 – Horizontaler Indikator	64
Bild A.3 – Anordnung der Indikatoren (i) – Höhe der Anlage (h)	65
Bild A.4 – Raumnachbildung und Anordnung der Indikatoren für Zugänglichkeitsgrad Typ A, Schaltfeldhöhe 1,5 m oder höher	65
Bild A.5 – Raumnachbildung und Anordnung der Indikatoren für Zugänglichkeitsgrad Typ B, Schaltfeld über 2 m hoch.....	66
Bild A.6 – Raumnachbildung und Anordnung der Indikatoren für Zugänglichkeitsgrad Typ B, Schaltfeld weniger als 2 m hoch.....	67
Bild B.1 – Teilentladungsprüfkreis (dreiphasige Anordnung)	71
Bild B.2 – Teilentladungsprüfkreis (Netz ohne geerdeten Sternpunkt)	72
Bild C.1 – Prüfzyklus.....	76
Bild C.2 – Prüfkammer.....	76
Bild D.1 – Mögliche Ausführungen des Berührungsschutzgrades PA	77
Bild D.2 – Mögliche Ausführungen des Berührungsschutzgrades PB	78
 Tabelle 1 – Angaben auf dem Leistungsschild	 18
Tabelle 8.1 – Fehlerorte, Ursachen und Beispiele für Maßnahmen zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit von Störlichtbögen.....	48
Tabelle 8.2 – Zusammenfassung der technischen Anforderungen, Bemessungswerte und freigestellte Prüfungen für isolierstoffgekapselte Schaltanlagen.....	49
Tabelle B.1 – Prüfstromkreise und Verfahren	70

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62271 legt Anforderungen an fabrikfertige, isolierstoffgekapselte Schaltanlagen für Wechselstrom bei Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV für Innenraumstellung und für Betriebsfrequenzen bis einschließlich 60 Hz fest.

Isolierstoffgekapselte Schaltanlagen, die dieser Norm genügen, können im Prinzip sicher berührt werden.

An isolierstoffgekapselte Schaltanlagen für Sonderzwecke, z. B. in entzündlicher Atmosphäre, im Bergbau oder an Bord von Schiffen, können zusätzliche Anforderungen gestellt werden.

Bauteile, die in isolierstoffgekapselten Schaltanlagen enthalten sind, sollten nach den für sie geltenden Bestimmungen konstruiert und geprüft werden. Diese Norm ergänzt die Bestimmungen der einzelnen Bauteile hinsichtlich ihres Einbaus in Schaltanlagen.

Diese Norm schließt nicht aus, dass ein weiteres Betriebsmittel in ein und derselben Kapselung enthalten sein kann. In einem derartigen Fall sollte jeder mögliche Einfluss dieses Betriebsmittels auf die Schaltanlage in Betracht gezogen werden.

ANMERKUNG Für Schaltanlagen, die eine metallene Kapselung besitzen, gilt IEC 62271-200.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-151:1978^{N1)}, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

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

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

IEC 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60265-1:1998, *High-voltage switches – Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV*

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 60470:2000, *High-voltage alternating current contactors and contactor-based motor-starters*

IEC 60480:2004, *Guide to the checking and treatment of sulphur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment and specification for its re-use*

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

^{N1)} Nationale Fußnote: IEC 60050-151:1978 wurde ersetzt durch IEC 60050-151:2001.

IEC 60694:1996, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*¹⁾
Amendment 1 (2000)
Amendment 2 (2001)

IEC 60909-0:2001, *Short-circuit current in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC 60932:1988, *Additional requirements for enclosed switchgear and controlgear from 1 kV to 72,5 kV to be used in severe climatic conditions*

IEC 62271-100:2001, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: High-voltage alternating current circuit-breakers (früher IEC 60056)*

IEC 62271-102:2002, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches (früher IEC 60129)*

IEC 62271-105:2002, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 105: Alternating current switch-fuse combinations (früher IEC 60420)*

ISO/IEC Guide 51:1999, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

2 Normale Betriebsbedingungen und Sonder-Betriebsbedingungen

Es gilt IEC 60694, Abschnitt 2, mit folgender Ergänzung:

Sofern in dieser Norm nicht anders festgelegt, ist die isolierstoffgekapselte Schaltanlage für die Verwendung unter normalen Innenraum-Betriebsbedingungen ausgelegt.

ANMERKUNG Wenn die Umgebungstemperatur die Werte für normale Betriebsbedingungen übersteigt, kann ein Herabsetzen notwendig sein und die Prüfbedingungen sollten beachtet werden.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe genauso wie die in IEC 60050(441), IEC 60050(151) und IEC 60694 angegebenen Definitionen, Abweichungen werden gekennzeichnet. Zur Erleichterung der Anwendung sind einige Begriffsbestimmungen nachfolgend wiedergegeben.

Zusätzliche Begriffe werden derart gegliedert, dass sie mit der Klassifizierung in IEC 60050(441) übereinstimmen.

3.101

Schaltanlage

allgemeiner Begriff, der Kombinationen von Schaltgeräten mit zugehörigen Steuer-, Mess-, Schutz- und Regeleinrichtungen sowie Baugruppen aus derartigen Geräten und Einrichtungen mit den dazugehörigen Verbindungen, Zubehörteilen, Kapselungen und tragenden Gerüsten umfasst

[IEV 441-11-01]

3.102

Schaltgerätekombination

Kombination von Schaltgeräten für Energieverteilung und/oder den Energieverbrauch, vollständig zusammengebaut mit allen inneren elektrischen und mechanischen Verbindungen

[IEV 441-12-01]

¹⁾ Konsolidierte Fassung von 2002.

3.103

isolierstoffgekapselte Schaltanlage

bis auf die äußeren Anschlüsse komplett zusammengebaute Schaltanlage mit einer äußeren Isolierstoffkapselung

[IEV 441-12-06, modifiziert]

ANMERKUNG Die äußere Isolierstoffkapselung kann durch eine (halb-)leitende Schicht ergänzt sein.

3.104

Schaltfeld (einer Baugruppe)

Teil einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, der sämtliche Bauteile der Haupt- und Hilfsstromkreise enthält, die eine einzige Funktion ausführen

[IEV 441-13-04, modifiziert]

ANMERKUNG Schaltfelder dürfen nach Aufgaben unterschieden werden, für die sie bestimmt sind, z. B. Einspeisefeld, Abgangsfeld usw.

3.105

Transporteinheit

Teil einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, der ohne Demontage transportfähig ist

3.106

Isolierstoffkapselung

Teil einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, der einen festgelegten Schutzgrad für die Einbauten gegen äußere Einwirkungen und einen festgelegten Schutzgrad gegen Annähern oder Berühren unter Spannung stehender Teile und gegen Berühren sich bewegender Teile bietet

Der überwiegende Teil der Umhüllung besteht aus Isoliermaterial, und im Fall eingearbeiteter leitender Schichten kann der Widerstand zwischen einer beliebigen Stelle dieser leitenden Schicht und der vorgesehenen Erdanschlussstelle mehr als 100 mΩ betragen.

[IEV 441-13-01, modifiziert]

ANMERKUNG Ist der Widerstand der Umhüllung zu der vorgesehenen Erdanschlussstelle überall kleiner oder gleich 100 mΩ, dann ist **IEC 62271-200** anzuwenden.

3.107

Schottraum

Teil einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, der mit Ausnahme von Öffnungen für notwendige elektrische Verbindungen, Steuerung und Belüftung gekapselt ist

[IEV 441-13-05, modifiziert]

ANMERKUNG 1 Es werden vier Arten von Schotträumen unterschieden, von denen drei geöffnet werden können und als zugängliche Schotträume bezeichnet werden (siehe 3.107.1 bis 3.107.3), und eine Art, die nicht geöffnet werden kann und als nichtzugänglicher Schottraum bezeichnet wird (siehe [3.107.4](#)).

ANMERKUNG 2 Schotträume können nach dem (den) darin enthaltenen Hauptbauteil(en) benannt sein (siehe [5.103.1](#)).

3.107.1

verriegelungsgesteuert zugänglicher Schottraum

Hochspannungsteile enthaltender Schottraum, der nach Angabe des Herstellers für den normalen Betrieb und/oder die normale Instandhaltung geöffnet werden kann und zu dem der Zugang durch die Konstruktion der Schaltanlage kontrolliert wird

ANMERKUNG Aufbau, Erweiterung, Reparatur usw. werden nicht als normale Instandhaltung angesehen.

3.107.2**verfahrensabhängig zugänglicher Schottraum**

Hochspannungsteile enthaltender Schottraum, der nach Angabe des Herstellers für den normalen Betrieb und/oder die normale Instandhaltung geöffnet werden kann und zu dem der Zugang durch ein geeignetes Verfahren (Arbeitsanweisung), kombiniert mit einer Abschließvorrichtung, kontrolliert wird

ANMERKUNG Aufbau, Erweiterung, Reparatur usw. werden nicht als normale Instandhaltung angesehen.

3.107.3**werkzeugabhängig zugänglicher Schottraum**

Hochspannungsteile enthaltender Schottraum, der geöffnet werden kann, jedoch nicht für den normalen Betrieb oder die normale Instandhaltung. Erforderlich sind besondere Verfahren. Für das Öffnen sind Werkzeuge erforderlich.

3.107.4**nichtzugänglicher Schottraum**

Hochspannungsteile enthaltender Schottraum, der nicht geöffnet werden muss. Der Öffnungsvorgang kann die Unversehrtheit des Schottraumes zerstören. Auf dem Schottraum befindet sich eine deutliche Angabe, diesen Raum nicht zu öffnen.

ANMERKUNG Ein mit Isolierstoff umgebenes Bauteil, wie in 3.114 definiert, kann allgemein als nichtzugänglicher Schottraum angesehen werden.

3.108**Zwischenwand**

Teil einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, der einen Schottraum von anderen trennt

[IEV 441-13-06, modifiziert]

3.109**Schottungsklasse PI^{N2)}**

isolierstoffgekapselte Schaltanlage mit einer oder mehr nichtmetallischen Zwischenwänden oder Shuttern zwischen geöffnet zugänglichen Schotträumen und unter Spannung stehenden Teilen der Hauptstrombahn

3.110**Shutter**

Teil einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, der von einer Stellung, die den Eingriff der Kontakte eines herausnehmbaren Einschubs oder des sich bewegenden Kontaktes eines Trennschalters in die feststehenden Kontakte gestattet, in eine Stellung bewegt werden kann, in der dieser ein Teil der Kapselung oder der Zwischenwand wird und die feststehenden Kontakte abschirmt

[IEV 441-13-07, modifiziert]

3.111**Trennschottung (von Leitern)**

Anordnung von geerdeten Teilen zwischen Leitern derart, so dass Durchschläge nur nach Erde auftreten können

[IEV 441-11-11]

ANMERKUNG Eine Trennschottung kann sowohl zwischen Leitern als auch zwischen den offenen Kontakten eines Schaltgerätes oder Trennschalters angeordnet sein.

3.112**Durchführung**

Bauteil, das zum Durchführen eines oder mehrerer Leiter durch eine Kapselung oder Zwischenwand und zur Isolierung gegen diese dient, einschließlich der Mittel zur Befestigung

^{N2)} Nationale Fußnote: PI = partition of insulating material

3.113

Bauteil

wesentlicher Teil der Haupt- oder Erdungsstrombahnen einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, der einer bestimmten Aufgabe dient (z. B. Leistungsschalter, Trennschalter, Lastschalter, Sicherung, Messwandler, Durchführung, Sammelschiene)

3.114

isolierstoff-eingebettetes Bauteil

Bauteil, dessen unter Spannung stehender Teil vollständig von einer Feststoffisolation umhüllt ist, mit Ausnahme der Anschlüsse, der Schnittstellen für Antriebe und Sekundär-Verdrahtungen

ANMERKUNG Die Isolierung kann Teil der Isolierstoffkapselung sein.

3.115

Hauptstrombahn (einer Schaltanlage)

alle leitfähigen Teile einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage in einem Stromkreis, der elektrische Leistung übertragen soll

[IEV 441-13-02, modifiziert]

ANMERKUNG Verbindungen zu Spannungswandlern werden nicht als Teil der Hauptstrombahn angesehen.

3.116

Erdungsstrombahn

Verbindung jeder Erdungseinrichtung oder für die Erdung vorgesehener Punkte mit dem Anschluss, der für die Verbindung mit dem Erdungssystem der Anlage vorgesehen ist

3.117

Hilfsstromkreis

alle leitfähigen Teile einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage für Steuerung, Meldung, Messung und Regelung in einem Stromkreis, der nicht Bestandteil der Hauptstrombahn ist

[IEV 441-13-03, modifiziert]

ANMERKUNG Steuer- und Hilfsstromkreise von Schaltgeräten sind in die Hilfsstromkreise einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage eingeschlossen.

3.118

Druckentlastungsvorrichtung

Vorrichtung zur Begrenzung des Druckes in einem fluidgefüllten Schottraum

3.119

fluidgefüllter Schottraum

für Isolationszwecke mit einem Fluid, entweder mit einem Gas – außer Umgebungsluft – oder einer Flüssigkeit, gefüllter Schottraum einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage

3.119.1

gasgefüllter Schottraum

ANMERKUNG Siehe IEC 60694, 3.6.5.1.

3.119.2

flüssigkeitsgefüllter Schottraum

Schottraum einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, in dem die Flüssigkeit entweder unter atmosphärischem Druck oder unter einem Druck steht, der durch eines der folgenden Systeme aufrechterhalten wird:

- a) gesteuertes Drucksystem;
- b) geschlossenes Drucksystem;
- c) hermetisch abgeschlossenes Drucksystem

ANMERKUNG Zu Drucksystemen siehe IEC 60694, 3.6.4.

3.120**Überdruck**

Druck, der auf den Normalluftdruck von 101,3 kPa bezogen wird

3.121**Mindestfunktionspegel (von fluidgefüllten Schotträumen)**

Wert des Gasdrucks (Überdruck) in Pa (oder der Dichte) oder der Flüssigkeitsmasse, bei dem oder oberhalb dessen die Bemessungswerte der isolierstoffgekapselten Schaltanlage aufrechterhalten werden

3.122**Bemessungspegel (von fluidgefüllten Schaltanlagen)**

Wert des Gasdrucks (Überdruck) in Pa (oder der Dichte) oder der Flüssigkeitsmasse, der zur Bestimmung der Auslegung eines gasgefüllten Schottraumes oder zur Bestimmung der Masse für einen flüssigkeitsgefüllten Schottraum verwendet wird

3.123**Bemessungstemperatur (von fluidgefüllten Schotträumen)**

höchste Temperatur, die unter Betriebsbedingungen vom Gas oder von einer Flüssigkeit erreicht werden kann

3.124**Umgebungstemperatur (der isolierstoffgekapselten Schaltanlage)**

unter vorgeschriebenen Bedingungen ermittelte Temperatur der Luft, welche die Kapselung einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage umgibt

3.125**herausnehmbarer Einschub**

mit der Hauptstrombahn verbundenes Teil einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, das aus der isolierstoffgekapselten Schaltanlage vollständig entfernt und wieder eingesetzt werden kann, selbst wenn die Hauptstrombahn unter Spannung steht

[IEV 441-13-08, modifiziert]

3.126**Trenneinschub**

herausnehmbarer Einschub einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage, der in Stellungen gebracht werden kann, in denen eine Trennstrecke oder Trennschottung zwischen den offenen Kontakten hergestellt wird, während er mechanisch mit der Kapselung verbunden bleibt

[IEV 441-13-09, modifiziert]

3.127**Betriebsstellung (eingeschaltet) (eines herausnehmbaren Einschubes)**

Stellung eines herausnehmbaren Einschubs, in der dieser für seine vorgesehene Aufgabe vollständig abgeschlossen ist

[IEV 441-16-25]

3.128**Erdungsstellung**

Stellung eines herausnehmbaren Einschubs oder Zustand eines Trennschalters, in der durch das Schließen eines mechanischen Schaltgeräts die Hauptstrombahn kurzgeschlossen und geerdet wird

[IEV 441-16-26, modifiziert]

3.129**Prüfstellung (eines Trenneinschubs)**

Stellung eines Trenneinschubs, in der eine Trennstrecke oder Trennschottung in der Hauptstrombahn hergestellt ist und die Hilfsstromkreise angeschlossen sind

[IEV 441-16-27]

3.130

Trennstellung (eines Trenneinschubs)

Stellung eines Trenneinschubs, in der eine Trennstrecke oder Trennschottung in den Strombahnen des Trenneinschubs hergestellt ist, dieser jedoch mechanisch mit der Kapselung verbunden bleibt

[IEV 441-16-28, modifiziert]

ANMERKUNG In isolierstoffgekapselten Hochspannungs-Schaltanlagen brauchen die Hilfsstromkreise nicht getrennt zu werden.

3.131

Außenstellung (eines herausnehmbaren Einschubs)

Stellung eines herausnehmbaren Einschubs, in der dieser sich außerhalb der Kapselung befindet und mechanisch und elektrisch von der Kapselung getrennt ist

[IEV 441-16-29, modifiziert]

3.132

Kategorie der Betriebsverfügbarkeit

LSC^{N3)}

Kategorie, die die Möglichkeit beschreibt, andere Schotträume und/oder Schaltfelder unter Spannung zu halten, während ein Schottraum einer Hauptstrombahn geöffnet wird

ANMERKUNG 1 Die LSC-Kategorie beschreibt den Umfang, bis zu dem Schaltanlagen für den Fall betriebsfähig bleiben sollen, dass ein Zugang zum Schottraum, in dem sich die Hauptstrombahn befindet, erforderlich ist. Der Umfang, bis zu dem es als erforderlich angesehen wird, Schotträume der Hauptstrombahn einer unter Spannung stehenden Schaltanlage zu öffnen, kann von verschiedenen Aspekten abhängig sein (siehe auch 8.2).

ANMERKUNG 2 Die LSC-Kategorie beschreibt nicht den Grad der Zuverlässigkeit von Schaltanlagen (siehe auch 8.2).

3.132.1

Schaltanlagen der Kategorie LSC2

Schaltanlage mit zugänglichen Schotträumen, ausgenommen des Sammelschienen-Schottraumes von Einfachsammschienen-Schaltanlagen

Bei isolierstoffgekapselten Schaltanlagen, bei denen ein zugänglicher Schottraum in einem Schaltfeld geöffnet ist, sollen alle weiteren Schaltfelder unter Spannung und in normalem Betrieb verbleiben. Eine Ausnahme gilt für den Sammelschienen-Schottraum einer Einfachsammschienen-Schaltanlage, der beim Öffnen den unterbrechungsfreien Betrieb verhindert

Es gibt zwei Unterteilungen:

LSC2B: Schaltanlagen der Kategorie LSC2, bei denen der Kabelanschlussraum auch unter Spannung bleibt, wenn ein anderer zugänglicher Schottraum des betreffenden Schaltfeldes geöffnet ist.

LSC2A: Schaltanlagen der Kategorie LSC2 außer LSC2B.

3.132.2

Schaltanlagen der Kategorie LSC1

isolierstoffgekapselte Schaltanlage außer der Kategorie LSC2

3.133

Schaltanlagen mit Störlichtbogenqualifikation

IAC^{N4)}

isolierstoffgekapselte Schaltanlagen, die vorgeschriebene Bewertungsmerkmale für den Schutz von Personen im Falle eines Störlichtbogens erfüllen, nachgewiesen mit entsprechenden Prüfungen

ANMERKUNG Zu weiteren Angaben siehe [Anhang A](#).

^{N3)} Nationale Fußnote: LSC = Loss of service continuity

^{N4)} Nationale Fußnote: IAC = internal arc classified

3.134**Schutzgrad**

Umfang des Schutzes durch eine Kapselung, Zwischenwand oder Shutter gegen Berührung von gefährlichen Teilen, gegen das Eindringen von Festkörpern und/oder Wasser, überprüft durch genormte Prüfverfahren

[IEC 60529:1989, Begriff 3.3, modifiziert]

3.135**Bemessungswert**

üblicherweise vom Hersteller festgelegter Wert einer Größe für eine bestimmte Betriebsbedingung einer Komponente, eines Gerätes oder einer Anlage

[IEV 151-16-08, modifiziert]

ANMERKUNG Die einzelnen Bemessungswerte sind in [Abschnitt 4](#) aufgeführt.

3.136**Durchschlag**

Entladung, verbunden mit dem Versagen einer Isolation unter elektrischer Beanspruchung, bei der die Entladung die zu prüfende Isolation vollständig überbrückt und die Spannung zwischen den Elektroden auf Null oder nahezu Null zusammenbricht

ANMERKUNG 1 Dieser Begriff gilt für Entladungen in festen, flüssigen und gasförmigen Dielektrika und deren Kombinationen.

ANMERKUNG 2 Ein Durchschlag in einem festen Isolierstoff führt zu einem bleibenden Verlust des Isoliervermögens (nichtselbstheilende Isolation); in einem flüssigen oder gasförmigen Isolierstoff kann der Verlust des Isoliervermögens vorübergehend sein (selbstheilende Isolation).

ANMERKUNG 3 Der Begriff „Überschlag“ wird verwendet, wenn ein Durchschlag in einem gasförmigen oder flüssigen Dielektrikum auftritt.

- Der Begriff „Gleitüberschlag“ wird verwendet, wenn ein Durchschlag auf der Oberfläche eines festen Dielektrikums in gasförmigem oder flüssigem Medium auftritt.
- Der Begriff „Durchschlag“ wird verwendet, wenn ein Durchschlag durch ein festes Dielektrikum auftritt.

3.137**elektrischer Schlag**

physiologische Wirkung, hervorgerufen von einem elektrischen Strom durch den Körper eines Menschen oder Tieres

[IEV 195-01-04]

3.138**Berührungsschutz gegen elektrischen Schlag**

Grad des Berührungsschutzes der Isolierstoffkapselung gegen elektrischen Schlag

3.138.1**Berührungsschutzgrad PA**

für den Berührungsschutzgrad PA ist die Isolierung im Allgemeinen für die Teile der Kapselung ausreichend, die durch Personen nur unbeabsichtigt oder unachtsam berührt werden

3.138.2**Berührungsschutzgrad PB**

Berührungsschutzgrad PB ist geeignet für Teile, die andauernden Berührungen ausgesetzt sind. Zwei verschiedene Ausführungen für den Berührungsschutzgrad PB werden unterschieden:

- PB1 mit einer extra Isolierung zusätzlich zu der für den Berührungsschutzgrad PA schon gegebenen Isolierung als Vorsichtsmaßnahme für den Fall, dass die Isolierung für den Berührungsschutzgrad PA beschädigt ist;

- PB2 mit einer geerdeten leitenden Umhüllung/Schicht zusätzlich zu der für den Berührungsschutzgrad PA schon gegebenen Isolierung. Der Widerstand, gemessen zwischen Stellen dieser leitenden Schicht, die andauernden Berührungen ausgesetzt sind, und dem vorgesehenen Erdungspunkt, muss kleiner 100 mΩ sein (siehe 3.106).

4 Bemessungswerte

Die Bemessungswerte für isolierstoffgekapselte Schaltanlagen sind:

- a) Bemessungsspannung (U_r) und Anzahl der Leiter;
- b) Bemessungs-Isolationspegel;
- c) Bemessungsfrequenz (f_r);
- d) Bemessungs-Betriebsstrom (I_r) (für Hauptstrombahnen);
- e) Bemessungs-Kurzzeitstrom (I_k) (für Haupt- und Erdungsstrombahnen);
- f) Bemessungs-Stoßstrom (I_p), wenn zutreffend (für Haupt- und Erdungsstrombahnen);
- g) Bemessungs-Kurzschlussdauer (t_k) (für Haupt- und Erdungsstrombahnen);
- h) Bemessungswerte von Bauteilen isolierstoffgekapselter Schaltanlagen einschließlich ihrer Antriebe und Hilfseinrichtungen;
- i) Bemessungsfülldruck (von fluidgefüllten Schotträumen).

4.1 Bemessungsspannung (U_r)

Siehe IEC 60694, 4.1 und 4.1.1.

ANMERKUNG Bauteile, die Bestandteile einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage sind, dürfen nach ihren einschlägigen Normen eigene Werte für die Bemessungsspannung haben.

4.2 Bemessungs-Isolationspegel

Siehe IEC 60694, 4.2.

4.3 Bemessungsfrequenz (f_r)

Siehe IEC 60694, 4.3.

4.4 Bemessungs-Betriebsstrom und Erwärmung

4.4.1 Bemessungs-Betriebsstrom (I_r)

Siehe IEC 60694, 4.4.1, mit folgender Ergänzung:

Einzelne Hauptstrombahnen der isolierstoffgekapselten Schaltanlage (z. B. Sammelschienen, Einspeisungen usw.) dürfen unterschiedliche Bemessungs-Betriebsströme haben.

4.4.2 Erwärmung

Siehe IEC 60694, 4.4.2, mit folgender Ergänzung:

Die Erwärmung von Bauteilen in isolierstoffgekapselten Schaltanlagen, für die eigene Bestimmungen gelten, die nicht unter den Anwendungsbereich von IEC 60694 fallen, darf die Höchstwerte der Übertemperatur, wie sie in der jeweiligen für dieses Bauteil geltenden Norm zugelassen sind, nicht überschreiten.

Für Sammelschienen gelten als zulässige Temperaturen und Übertemperaturen diejenigen, die für Kontakte, Verbindungen und Metallteile in Verbindung mit Isolierung je nach Fall festgelegt sind.

Die Übertemperatur zugänglicher Kapselungen und Abdeckungen darf 30 K bei metallenen Oberflächen und 40 K bei isolierten Oberflächen nicht überschreiten. Bei zugänglichen Kapselungen und Abdeckungen, die während normaler Bedienungsvorgänge nicht berührt zu werden brauchen, darf der Höchstwert der Übertemperatur um 10 K erhöht werden, wenn sie nicht der allgemeinen Öffentlichkeit zugänglich sind.

4.5 Bemessungs-Kurzzeitstrom (I_k)

Siehe IEC 60694, 4.5, mit folgender Ergänzung:

Der Erdungsstrombahn muss auch ein Bemessungs-Kurzzeitstrom zugewiesen werden. Dieser Wert darf sich von dem der Hauptstrombahn unterscheiden.

4.6 Bemessungs-Stoßstrom (I_p)

Siehe IEC 60694, 4.6, mit folgender Ergänzung:

Der Erdungsstrombahn muss auch ein Bemessungs-Stoßstrom zugewiesen werden. Dieser Wert darf sich von dem der Hauptstrombahn unterscheiden.

ANMERKUNG Grundsätzlich dürfen der Bemessungs-Kurzzeitstrom und der Bemessungs-Stoßstrom einer Hauptstrombahn die entsprechenden Bemessungswerte des schwächsten in Reihe geschalteten Bauteils nicht überschreiten. In jeder Strombahn oder jedem Schottraum dürfen jedoch Vorrichtungen zur Begrenzung des Kurzschlussstromes angewendet werden, z. B. strombegrenzende Sicherungen, Strombegrenzungsdrosseln usw.

4.7 Bemessungs-Kurzschlussdauer (t_k)

Siehe IEC 60694, 4.7, mit folgender Ergänzung:

Der Erdungsstrombahn muss auch eine Bemessungs-Kurzschlussdauer zugewiesen werden. Dieser Wert darf sich von dem der Hauptstrombahn unterscheiden.

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

Siehe IEC 60694, 4.8.

4.9 Bemessungsfrequenz der Geräte und der Hilfs- und Steuerstromkreise

Siehe IEC 60694, 4.9.

4.10 Bemessungsdruck der Druckgasversorgung für Isolation und/oder Betätigung

Siehe IEC 60694, 4.10.

4.10.1 Bemessungsfüllpegel (fluidgefüllter Schotträume)

Der vom Hersteller angegebene Druck (Überdruck) in Pa (oder Dichte) oder die Flüssigkeitsmasse zur Füllung des gas- oder flüssigkeitsgefüllten Schottraums vor der Inbetriebsetzung, bezogen auf die Bedingungen in atmosphärischer Luft bei 20 °C.

5 Konstruktion und Aufbau

Isolierstoffgekapselte Schaltanlagen müssen so konstruiert sein, dass Normalbetrieb, Überprüfungs- und Instandhaltungsarbeiten, das Feststellen, ob die Hauptstrombahn unter Betriebsspannung steht oder nicht, einschließlich üblicher Überprüfung der Phasenfolge, das Erden angeschlossener Kabel, das Orten von Kabelfehlern, Spannungsprüfungen an angeschlossenen Kabeln oder sonstigen Betriebsmitteln sowie die Beseitigung gefährlicher elektrostatischer Ladungen gefahrlos durchgeführt werden kann.

Bei isolierstoffgekapselten Schaltanlagen müssen Kondensation und Feuchtigkeitsbedingungen berücksichtigt werden, da sie nicht nur im trockenen Zustand, sondern auch mit betauten Isolationsoberflächen berührungssicher sein müssen.

Alle herausnehmbaren Einschübe und Bauteile der gleichen Ausführung und mit gleichen Bemessungswerten und gleichem Aufbau müssen mechanisch und elektrisch untereinander austauschbar sein.

Herausnehmbare Einschübe oder Bauteile mit gleichen oder höheren Strom- und Isolationsbemessungswerten dürfen anstelle herausnehmbarer Einschübe oder Bauteile mit gleichen oder geringeren Strom- oder Isolationsbemessungswerten eingebaut werden, wenn die Konstruktion dieser herausnehmbaren Einschübe und Bauteile und die Schotträume die mechanische Austauschbarkeit zulassen. Dies gilt im Allgemeinen nicht für strombegrenzende Einrichtungen.

ANMERKUNG Der Einbau eines herausnehmbaren Einschubs oder Bauteils mit höheren Bemessungswerten erhöht nicht unbedingt das Leistungsvermögen eines Schaltfeldes und ist nicht dahingehend zu verstehen, dass das Schaltfeld bei den erhöhten Bemessungswerten des herausnehmbaren Einschubs oder Bauteils betrieben werden darf.

Die verschiedenen in der Isolierstoffkapselung enthaltenen Bauteile unterliegen den für sie gültigen Einzelbestimmungen.

Hauptstrombahnen mit strombegrenzenden Sicherungen darf der Hersteller der Schaltanlage einen durch die Sicherung begrenzten Kurzschlussstrom zuordnen.

5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Schaltanlagen

Siehe IEC 60694, 5.1.

5.2 Anforderungen an Gase in Schaltanlagen

Siehe IEC 60694, 5.2, mit folgender Ergänzung:

Schwefelhexafluorid (SF_6) darf verwendet werden, wenn es IEC 60480 entspricht.

ANMERKUNG Zum Umgang mit SF_6 siehe IEC 61634.

5.3 Erdung der Schaltanlage

Siehe IEC 60694, 5.3, mit folgender Ergänzung:

Alle zugänglichen, metallischen, nicht zu einem Haupt- oder Hilfsstromkreis gehörenden Teile, die gefährliche elektrische Ladungen ansammeln und somit einen elektrischen Schlag verursachen können, müssen direkt oder über metallische Konstruktionsteile mit der Erdanschlussstelle verbunden werden. Demzufolge müssen alle metallischen Rahmen und leitenden Schichten direkt oder über metallische Konstruktionsteile mit der Erdanschlussstelle verbunden werden.

Die auf die Erdungsstrombahnen anzuwendenden Bemessungswerte der Kurzschlussströme sind von der Art der Sternpunktterdung der Anlage abhängig, für die sie vorgesehen ist.

ANMERKUNG 1 Bei Netzen mit starrer Sternpunktterdung kann der höchste Kurzschlussstrom der Erdungsstrombahn Werte bis zum Bemessungs-Kurzzeitstrom der Hauptstrombahn erreichen.

ANMERKUNG 2 Bei anderen Netzen als mit starrer Sternpunktterdung kann der höchste Kurzzeitstrom der Erdungsstrombahn Werte bis zu 87 % des Bemessungs-Kurzzeitstromes der Hauptstrombahn (Kurzschluss unter Bedingungen von Doppelerdschlüssen) erreichen.

Die Erdungsstrombahn ist üblicherweise für das Auftreten eines einzelnen Kurzschlussereignisses ausgelegt.

5.3.1 Erdung der Hauptstrombahn

Um die Sicherheit von Personen bei Instandhaltungsarbeiten zu gewährleisten, müssen alle Teile der Hauptstrombahn, deren Zugänglichkeit gefordert oder beabsichtigt ist, geerdet werden können, bevor sie zugänglich werden. Dies gilt nicht für herausnehmbare Einschübe, die erst nach der Trennung von der Schaltanlage zugänglich werden.

5.3.2 Erdungsleitung

Entlang der gesamten isolierstoffgekapselten Schaltanlage ist eine Erdungsleitung vorzusehen. Die Stromdichte in einer aus Kupfer bestehenden Erdungsleitung darf unter festgelegten Erdschlussbedingungen 200 A/mm^2 für eine Bemessungsdauer des Kurzschlusses von 1 s bzw. 125 A/mm^2 bei einer Bemessungsdauer des Kurzschlusses von 3 s nicht überschreiten. Der Leiterquerschnitt muss jedoch mindestens 30 mm^2 betragen. Diese Erdungsleitung ist mit einer ausreichenden, für den Anschluss an das Erdungssystem der Anlage bestimmten Klemme zu versehen.

Bei Erdungsleitungen, die nicht aus Kupfer bestehen, sind gleichwertige thermische und mechanische Bedingungen zu erfüllen.

ANMERKUNG Als Empfehlung wird auf ein Berechnungsverfahren für Leiterquerschnitte in IEC 60724, Abschnitt 3, verwiesen.

5.3.3 Erdung von Erdungseinrichtungen

Wenn Erdungsverbindungen den vollen Dreiphasen-Kurzschlussstrom zu führen haben (wie es bei Kurzschlussverbindungen von Erdungseinrichtungen der Fall ist), müssen die Verbindungen dementsprechend ausgelegt werden.

5.3.4 Erdung von Trenneinschüben und herausnehmbaren Einschüben

Die Metallteile von Trenneinschüben, die üblicherweise geerdet sind, müssen sowohl in der Prüf- und Trennstellung als auch in jeder Zwischenstellung mit Erde verbunden bleiben. In jeder Stellung der Einschübe darf der Widerstand von Erdungsverbindungen zum vorgesehenen Erdanschlusspunkt $100 \text{ m}\Omega$ (bei 30 A d.c.) nicht übersteigen.

ANMERKUNG Diese Anforderung an den Widerstand ist nicht anwendbar auf feldsteuernde leitende Schichten, wenn Berührungsschutzgrad PA anwendbar ist (siehe [3.138.1](#)).

Beim Einsetzen der üblicherweise geerdeten metallischen Teile eines herausnehmbaren Einschubs müssen diese mit Erde verbunden sein, bevor der Kontakt zwischen den fest angeschlossenen und herausnehmbaren Teilen der Hauptstrombahn hergestellt wird.

Wenn der Trenneinschub oder herausnehmbare Einschub eine Erdungsvorrichtung besitzt, die zum Erden der Hauptstrombahn vorgesehen ist, dann muss diese Erdverbindung in der Betriebsstellung als Teil der Erdungsstrombahn mit den zugehörigen Bemessungswerten angesehen werden (siehe [4.5](#), [4.6](#) und [4.7](#)).

5.4 Hilfs- und Steuereinrichtungen

Siehe [IEC 60694](#), [5.4](#).

5.5 Schließen mit abhängiger Kraftbetätigung

Siehe IEC 60694, 5.5.

5.6 Schließen mit Kraftspeicherbetätigung

Siehe IEC 60694, 5.6.

5.7 Unabhängige Handbetätigung

Siehe IEC 60694, 5.7.

5.8 Arbeitsbedingungen für Auslöser

Siehe IEC 60694, 5.8.

5.9 Druckverriegelung und -überwachung

Siehe IEC 60694, 5.9.

5.10 Leistungsschilder

Siehe IEC 60694, 5.10, mit folgender Ergänzung:

Isolierstoffgekapselte Schaltanlagen müssen mit dauerhaften und gut lesbaren Leistungsschildern versehen sein, die Angaben nach Tabelle 1 enthalten müssen.

Tabelle 1 – Angaben auf dem Leistungsschild

	Abkürzung	Einheit	**	Kennzeichnung nur erforderlich, wenn
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Hersteller			X	
Typenbezeichnung			X	
Seriennummer			X	
Bedienungsanleitung (Nummer)			X	
Fertigungsjahr			X	
Geltende Norm			X	
Bemessungsspannung	U_r	kV	X	
Bemessungsfrequenz	f_r	Hz	X	
Bemessungs-Stehblitzstoßspannung	U_p	kV	X	
Bemessungs-Stehwechselspannung	U_d	kV	X	
Bemessungs-Betriebsstrom	I_r	A	X	
Bemessungs-Kurzzeitstrom (für Haupt- und Erdungsstrombahnen)	I_k	kA	X	
Bemessungs-Stoßstrom (für Haupt- und Erdungsstrombahnen)	I_p	kA	Y	abweichend von 2,5 für 50 Hz und 2,6 für 60 Hz

	Abkürzung	Einheit	**	Kennzeichnung nur erforderlich, wenn
Bemessungs-Kurzschlussdauer (für Haupt- und Erdungsstrombahnen)	t_k	s	X	
Masse des überwiegenden Isoliermaterials		kg	X	
Bemessungsfüllmenge für Isolation	P_{re}	Pa oder kg	(X)	
Pegel für Warnmeldung der Füllmenge für Isolation	P_{ac}	Pa oder kg	(X)	
Mindestfüllmenge für Isolation	P_{me}	Pa oder kg	(X)	
Masse des Isolierfluids		kg	(X)	
Störlichtbogenqualifikation	IAC		(X)	
Zugänglichkeitsgrad (Bezeichnung)		A (F, L, R), B (F, L, R) oder C	(X)	
Störlichtbogenprüfstrom		kA	(X)	
Dauer des Störlichtbogenprüfstromes		s	(X)	
** X = Kennzeichnung dieser Werte ist vorgeschrieben; (X) = Kennzeichnung dieser Werte je nach Anwendungsfall; Y = Kennzeichnung dieser Werte entsprechend den Bedingungen in Spalte (5).				
ANMERKUNG 1 Die Abkürzungen in Spalte (2) können anstelle der Benennungen in Spalte (1) verwendet werden. ANMERKUNG 2 Werden die Benennungen nach Spalte (1) verwendet, braucht das Wort „Bemessungs-“ nicht geschrieben zu werden.				

Das Leistungsschild jedes Schaltfeldes muss bei Normalbetrieb lesbar sein. Gegebenenfalls vorhandene herausnehmbare Einschübe müssen ein gesondertes Leistungsschild mit den Angaben haben, die sich auf die zugehörigen Schaltfelder beziehen; dieses Leistungsschild braucht jedoch nur lesbar zu sein, wenn sich der herausnehmbare Einschub in der Außenstellung befindet.

5.11 Verriegelungen

Siehe IEC 60694, 5.11, mit folgender Ergänzung:

Verriegelungen zwischen unterschiedlichen Komponenten des Betriebsmittels werden aus Gründen des Schutzes und zur Erleichterung des Betriebes vorgesehen. Für Hauptstrombahnen sind die folgenden Vorkehrungen verbindlich:

a) Isolierstoffgekapselte Schaltanlage mit herausnehmbaren Einschüben:

Das Herausziehen oder Einschieben eines Leistungsschalters, Lastschalters oder Schaltschützes darf nur möglich sein, wenn sich ein derartiges Teil in der geöffneten Stellung befindet.

Die Betätigung eines Leistungsschalters, Lastschalters oder Schaltschützes darf nur möglich sein, wenn sich dieses Schaltgerät in der Betriebs-, Trenn-, Außen-, Prüf- oder Erdungsstellung befindet.

Die Verriegelung muss das Schließen des Leistungsschalters, Lastschalters oder Schaltschützes in der Betriebsstellung verhindern, sofern nicht Hilfsstromkreise, die mit dem automatischen Öffnen dieser Einrichtungen in Verbindung stehen, angeschlossen sind. Im umgekehrten Fall muss sie bei geschlossenem Leistungsschalter in der Betriebsstellung das Trennen der Hilfsstromkreise verhindern.

b) Isolierstoffgekapselte Schaltanlage mit Trennschaltern:

Verriegelungen müssen vorgesehen werden, um die Betätigung von Trennschaltern unter Bedingungen zu verhindern, für die sie nicht vorgesehen sind (siehe IEC 62271-102). Die Betätigung eines Trennschalters darf nur möglich sein, wenn ein zugehöriger Leistungsschalter, Lastschalter oder Schaltschütz in der geöffneten Stellung ist.

ANMERKUNG 1 Diese Festlegung braucht nicht beachtet zu werden, wenn in einem Doppelsammelschienen-System ein Sammelschienenwechsel ohne Stromunterbrechung möglich ist.

Die Betätigung eines Leistungsschalters, Lastschalters oder Schaltschützes darf nur möglich sein, wenn sich der zugehörige Trennschalter in der geschlossenen, geöffneten oder geerdeten Stellung (wenn vorgesehen) befindet.

Zusätzliche oder alternative Verriegelungen müssen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden. Der Hersteller muss alle erforderlichen Angaben hinsichtlich der Art und Funktion der Verriegelungen bereitstellen.

Erdungsschalter mit einem kleineren Bemessungs-Kurzschlusseinschaltvermögen als dem Bemessungs-Stoßstrom der Hauptstrombahn sollten mit zugehörigen Trennschaltern verriegelt sein.

In den Hauptstrombahnen eingebaute Geräte, deren fehlerhafte Betätigung eine Beschädigung verursachen kann oder die zur Sicherung der Trennstrecken bei Instandhaltungsarbeiten verwendet werden, müssen mit Verriegelungseinrichtungen ausgerüstet werden (z. B. Vorkehrungen für Vorhängeschlösser).

Wenn die Erdung einer Strombahn durch eine Hauptschalteinrichtung (Leistungsschalter, Lastschalter oder Schaltschütz) in Reihe mit einem Erdungsschalter vorgesehen ist, dann muss der Erdungsschalter mit der Hauptschalteinrichtung verriegelt sein. Für die Hauptschalteinrichtung müssen Vorkehrungen getroffen werden, dass sie gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert ist, z. B. durch Trennung der Auslösekreise und Blockierung der mechanischen Auslösung.

ANMERKUNG 2 Anstelle eines Erdungsschalters ist auch ein Trennschalter in der Erdungsstellung möglich.

Wenn nichtmechanische Verriegelungen vorgesehen sind, muss die Konstruktion derart sein, dass bei einem Ausfall einer Hilfsversorgung keine unsachgemäßen Situationen entstehen können. Für die Notsteuerung darf der Hersteller jedoch zusätzliche Vorrichtungen für die manuelle Betätigung ohne Verriegelungseinrichtungen vorsehen. In einem derartigen Fall muss der Hersteller diese Möglichkeit eindeutig angeben und die Betätigungsverfahren festlegen.

5.12 Anzeige der Schaltstellung

Siehe IEC 60694, 5.12.

5.13 Schutzart durch Gehäuse

Siehe IEC 60694, 5.13. Aber: Für 5.13.3 wird der Stoßpegel auf 1 J begrenzt.

5.14 Kriechwege

Siehe IEC 60694, 5.14.

5.15 Dichtheit gegenüber Gasen und Vakuum

Siehe IEC 60694, 5.15, mit folgender Ergänzung:

Siehe 5.103.2.3.

5.16 Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten

Siehe IEC 60694, 5.16, mit folgender Ergänzung:

Siehe 5.103.2.3.

5.17 Brennverhalten

Siehe IEC 60694, 5.17.

5.18 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Siehe IEC 60694, 5.18.

5.101 Innere Fehler mit Störlichtbogenfolgen

Isolierstoffgekapselte Schaltanlagen, die die Anforderungen dieser Norm erfüllen, sind grundsätzlich so konstruiert und gefertigt, dass das Auftreten von Störlichtbögen verhindert ist.

Der Betreiber muss entsprechend den Kennwerten des Netzes, der Betätigungsverfahren und Betriebsbedingungen die richtige Auswahl treffen, siehe 8.3.

Wenn die Schaltanlage nach den Anweisungen des Herstellers installiert, betrieben und instandgehalten wird, sollte es nur eine geringe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Störlichtbogens während der gesamten Lebensdauer geben, was jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden kann.

Fehler innerhalb der Kapselung isolierstoffgekapselter Schaltanlagen, die durch Schäden, außergewöhnliche Betriebsbedingungen oder durch Fehlbedienung entstehen, können einen Störlichtbogen auslösen und stellen somit eine Gefährdung bei der Anwesenheit von Personen dar.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass bestimmte Bereiche im Inneren der Kapselung als Fehlerort eher in Frage kommen als andere. Tabelle 8.1 in Abschnitt 8 enthält eine Aufstellung derartiger Stellen, Fehlerursachen und möglicher Maßnahmen zur Senkung der Wahrscheinlichkeit von Störlichtbögen.

Es können weitere Maßnahmen angewendet werden, um im Falle eines Störlichtbogens die größtmögliche Personensicherheit zu bieten. Diese Maßnahmen zielen auf eine Begrenzung der äußeren Folgen eines derartigen Ereignisses.

Einige Beispiele für derartige Maßnahmen sind:

- schnelle Fehlerunterbrechung, die von licht-, druck- oder wärmeempfindlichen Meldern oder durch Sammelschienen-Differentialschutz ausgelöst wird;
- Einsatz von geeigneten Sicherungen in Verbindung mit Schaltgeräten, um den Durchlassstrom und die Fehlerdauer zu begrenzen;
- schnelle Beseitigung des Störlichtbogens durch einen metallischen Kurzschluss mit Hilfe von schnell erfassenden und schnell schließenden Einrichtungen (Lichtbogenlöscher);
- Fernsteuerung;
- Druckentlastungseinrichtung;
- Bewegung eines Trenneinschubs in die oder aus der Betriebsstellung nur bei geschlossener Fronttür.

Die Wirksamkeit der Konstruktion, um den beschriebenen Grad an Personenschutz im Falle eines Störlichtbogens, der ausschließlich in Luft innerhalb der Kapselung einer isolierstoffgekapselten Schaltanlage auftritt, sicherzustellen, kann durch Prüfung nach Anhang A nachgewiesen werden. Konstruktionen, die erfolgreich geprüft wurden, erhalten die Störlichtbogenqualifikation IAC.

5.102 Isolierstoffkapselung

5.102.1 Allgemeines

Die Isolierstoffkapselung insgesamt wie auch das verwendete Material muss den mechanischen, elektrischen und thermischen Beanspruchungen gewachsen sein, ebenso den Auswirkungen von Feuchtigkeit und Alterung, die unter normalen Betriebsbedingungen zu erwarten sind.

Die Hauptteile der Isolierstoffkapselung dürfen als aus nicht-selbstheilender Isolierung bestehend betrachtet werden.

Nach Montage der isolierstoffgekapselften Schaltanlage muss die Kapselung mindestens dem Schutzgrad IP2X nach [IEC 60529](#) genügen. Die Wände und der Boden eines Raumes dürfen nicht als Teil der Kapselung angesehen werden.

Teile der Kapselung, die einen nichtzugänglichen Schottraum begrenzen, müssen eine deutliche Kennzeichnung erhalten, dass sie nicht entfernt werden dürfen.

Die gesamte Isolierstoffkapselung muss Schutz gemäß den folgenden Bedingungen gewährleisten.

5.102.2 Berührungsschutz der Isolierstoffkapselung gegen elektrischen Schlag

Die Isolierstoffkapselung muss Personenschutz gegen elektrischen Schlag bieten, wenn die Umhüllung berührt oder die isolierstoffgekapselfte Schaltanlage bedient wird. Die folgenden beiden Berührungsschutzgrade werden unterschieden:

Berührungsschutzgrad PA mit einer Isolierung, die alle Anforderungen in 5.102.3 a) bis d) erfüllt, ist im Allgemeinen ausreichend für diejenigen Teile der Kapselung, die durch Personen nur zufällig oder unbeabsichtigt berührt werden.

Berührungsschutzgrad PB wird für solche Teile als angemessen angesehen, die beim Bedienen, beim Ersetzen herausnehmbarer Teile oder beim Durchführen anderer üblicher Instandhaltungsarbeiten berührt werden. Zwei verschiedene Konstruktionen werden für den Berührungsschutzgrad PB unterschieden:

- PB1 mit einer Isolierung, die zusätzlich zu den an Berührungsschutzgrad PA gestellten Anforderungen die Anforderungen in [5.102.3 e\)](#) oder [f\)](#) erfüllt, als Vorsichtsmaßnahme für den Fall, dass die Isolierung für den Berührungsschutzgrad PA beschädigt ist;
- PB2 mit einer Isolierung des Berührungsschutzgrades PA, ergänzt mit einer zusätzlichen leitenden und geerdeten Umhüllung oder Schicht. Diese zusätzliche leitende und geerdete Umhüllung oder Schicht muss die Anforderung in [5.102.3 g\)](#) erfüllen, als Vorsichtsmaßnahme, um zu beweisen, dass die Isolierung des Berührungsschutzgrades PA ausreichend ist.

5.102.3 Anforderungen an die Berührungsschutzgrade

Ausführliche Erläuterungen sind in [Anhang D](#) (informativ) zu finden.

Für den Berührungsschutzgrad PA muss die Isolierstoffkapselung die folgenden Bedingungen erfüllen:

- a) Die Isolierung zwischen Teilen der Hauptstrombahn und der zugänglichen Oberflächen der Isolierstoffkapselung der gesamten Anlage muss den Prüfspannungen nach [6.2.6](#) für Spannungsprüfungen gegen Erde und zwischen den Leitern standhalten.
- b) Abgesehen von mechanischen Gesichtspunkten muss die Dicke des Isoliermaterials der Isolierstoffkapselung die volle Spannungsfestigkeit nach a) haben. Die in IEC 60243 beschriebenen Prüfverfahren sollten für die Prüfungen angewendet werden, um die betreffenden Anforderungen nachzuweisen.
- c) Die Isolierung zwischen unter Spannung stehenden Teilen der Hauptstrombahn und den ihnen zugewandten inneren Oberflächen der isolierenden Zwischenwände und Shutter müssen mindestens einer Prüfspannung von 150 % der Bemessungsspannung der Anlage standhalten.
- d) Kapazitive Ströme und Ableitströme dürfen unter den festgelegten Prüfbedingungen nicht größer als 0,5 mA sein (siehe [6.104.2](#)). Ableitströme können die zugängliche Seite der Isolierung durch einen durchgehenden Pfad über die isolierenden Oberflächen oder durch einen Pfad, der nur durch kleine Zwischenräume im Gas oder der Flüssigkeit unterbrochen ist, erreichen.

Für den Berührungsschutzgrad PB1 muss die Isolierstoffkapselung den Bedingungen für den Berührungsschutzgrad PA entsprechen und zusätzlich eine der nachfolgenden Bedingungen erfüllen: