

	DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100)	
	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.	
<p>Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.</p> <p>ICS 29.130.20</p> <p>Ersatz für DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2008-04 Siehe Anwendungsbeginn</p> <p>Niederspannungsschaltgeräte – Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 60947-1:2007 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 60947-1:2007 + A1:2011</p> <p>Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules (IEC 60947-1:2007 + A1:2010); German version EN 60947-1:2007 + A1:2011</p> <p>Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales (CEI 60947-1:2007 + A1:2010); Version allemande EN 60947-1:2007 + A1:2011</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 254 Seiten</p> <p style="text-align: center;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p>		
<p>© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. und VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN, Berlin, und des VDE, Frankfurt am Main, gestattet.</p> <p>Preisgr. 89 K VDE-Vertr.-Nr. 0660169</p> <p>Einzelverkauf und Abonnements durch VDE VERLAG GMBH, 10625 Berlin Einzelverkauf auch durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin</p>		

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2007-07-01 angenommene Europäische Norm und die am 2011-01-01 angenommene Änderung A1 als DIN-Norm ist 2011-10-01.

Daneben darf DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2008-04 noch bis 2014-01-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60947-1/A1 (VDE 0660-100/A1):2010-01.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 431 „Niederspannungsschaltgeräte und -kombinationen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

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

Die Änderung A1 wurde in den Text eingearbeitet und durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2008-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anforderungen für schraubenlose Anschlüsse wurden neu aufgenommen.
- b) Anforderungen für elektronische Steuerstromkreise wurden neu aufgenommen.
- c) Die Entflammbarkeitsprüfungen in Anhang M wurden überarbeitet.
- d) Anhang T mit Anforderungen und Prüfungen für Zusatzfunktionen in elektronischen Überlastrelais wurde neu aufgenommen.
- e) Der informative Anhang U mit Beispielen für Steuerkreisanordnungen wurde neu aufgenommen.
- f) Neben den hauptsächlichen Änderungen unter a) bis e) wurden zahlreiche kleinere Änderungen und Korrekturen vorgenommen, wie Änderungen der Tabelle 15 (Mindestkriechstrecken) und der Tabelle 23 (EMV-Störfestigkeitsprüfungen).
- g) Die normativen Verweisungen wurden aktualisiert und die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0660-100 (VDE 0660-100): 1992-07
DIN EN 60947-1/A11 (VDE 0660-100/A11): 1994-11
DIN EN 60947-1/A1 (VDE 0660-100/A1): 1997-02, 1998-11, 2001-08
DIN EN 60947-1/A2 (VDE 0660-100/A2): 1996-04, 1999-05
DIN EN 60947-1 Berichtigung 1 (VDE 0660-100 Berichtigung 1): 2003-05, 2005-04
DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100): 1998-07, 1999-12, 2002-12, 2005-01, 2008-04

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
HD 472	IEC 60038	DIN IEC 60038 (VDE 0175)	VDE 0175
–	IEC 60050-151:2001	a	–
–	IEC 60050-441:1984	a	–
–	IEC 60050-604:1987	a	–
–	Corr. 1:1987		–
–	IEC 60050-604/A1:1998		–
–	IEC 60050-826:2004, modifiziert	DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06	VDE 0100-200
EN 60060 (alle Teile)	IEC 60060 (alle Teile)	DIN EN 60060 (VDE 0432) (alle Teile)	VDE 0432 (alle Teile)
EN 60068 (alle Teile)	IEC 60068 (alle Teile)	DIN EN 60068 (alle Teile)	–
EN 60068-1:1994	IEC 60068-1:1988 + Corr.:1988 + A1:1992	DIN EN 60068-1:1995-03	–
EN 60068-2-1:1993 + A1:1993 + A2:1994	IEC 60068-2-1:1990 + A1:1993 + A2:1994	DIN EN 60068-2-1:1995-03	–
EN 60068-2-2:1993 + A1:1993	IEC 60068-2-2:1974 + IEC 68-2-2A:1976 + A1:1993	DIN EN 60068-2-2:1994-08	–
EN 60068-2-2/A2:1994 ersetzt durch: EN 60068-2-2:2007	IEC 60068-2-2/A2:1994 ersetzt durch: IEC 60068-2-2:2007-07	DIN EN 60068-2-2/A2:1995-01 ersetzt durch: DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05	– VDE 0468-2-2
EN 60068-2-6:1995 ersetzt durch: EN 60068-2-6:2008	IEC 60068-2-6:1995 + Corr.:1995 ersetzt durch: IEC 60068-2-6:2007	DIN EN 60068-2-6:1996-05 ersetzt durch: DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10	– VDE 0468-2-6
EN 60068-2-27:1993	IEC 60068-2-27:1987	DIN EN 60068-2-27:1995-03	–
EN 60068-2-30:2005	IEC 60068-2-30:2005	DIN EN 60068-2-30:2006-06	–
EN 60068-2-52:1996	IEC 60068-2-52:1996	DIN EN 60068-2-52:1996-10	–

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-2-78:2001	IEC 60068-2-78:2001	DIN EN 60068-2-78:2002-09	–
EN 60071-1:2006	IEC 60071-1:1993 ersetzt durch: IEC 60071-1:2006	DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1):2006-11	VDE 0111-1
EN 60073:2002	IEC 60073:2002	DIN EN 60073 (VDE 0199):2003-05	VDE 0199
EN 60085:2004	IEC 60085:2004	DIN EN 60085 (VDE 0301-1):2005-05	VDE 0301-1
EN 60099-1	IEC 60099-1	DIN EN 60099-1 (VDE 0675-1)	VDE 0675-1
EN 60112:2003	IEC 60112:2003	DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11	VDE 0303-11
EN 60216 (alle Teile)	IEC 60216 (alle Teile)	DIN EN 60216 (VDE 0304) (alle Teile)	VDE 0304 (alle Teile)
EN 60228:2005 + Corr.:2005	IEC 60228:2004	DIN EN 60228 (VDE 0295):2005-09	VDE 0295
EN 60269-1:1998 + A1:2005	IEC 60269-1:1998 + A1:2005	DIN EN 60269-1 (VDE 0636-10):2005-11	VDE 0636-10
EN 60269-2:1995 + A1:1998 + A2:2002	IEC 60269-2:1986 + A1:1995 + A2:2001	DIN EN 60269-2 (VDE 0636-20):2002-09	VDE 0636-20
–	IEC 60344:1980 ersetzt durch: IEC/TR 60344:2007	–	–
HD 60364-4-443:2006	IEC 60364-4-44:2001 + A1:2003	DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 (nur Abschnitt 443 enthalten)	VDE 0100-443
–	IEC 60364-4-44/A2:2006 ersetzt durch: IEC 60364-4-44:2007	–	–
–	IEC 60417:2002 Datenbank	–	–
EN 60439 (alle Teile) teilweise ersetzt durch EN 61439 (alle Teile)	IEC 60439 (alle Teile) teilweise ersetzt durch IEC 61439 (alle Teile)	DIN EN 60439 (VDE 0660-50X) (alle Teile) teilweise ersetzt durch DIN EN 61439 (VDE 0660-600) (alle Teile)	VDE 0660-50X VDE 0660-600
EN 60439-1:1999 + A1:2004 ersetzt durch: EN 61439-1:2009	IEC 60439-1:1999 + A1:2004 ersetzt durch: IEC 61439-1:2009, modifiziert	DIN EN 60439-1 (VDE 0660-500):2005-01 ersetzt durch: DIN EN 61439-1 (VDE 0660-600-1):2010-06	VDE 0660-500 ersetzt durch: VDE 0660-600-1
EN 60445:20	IEC 60445:1999 ersetzt durch: IEC 60445:2006, modifiziert	DIN EN 60445 (VDE 0197):2007-11	VDE 0197

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60447:2004	IEC 60447:2004	DIN EN 60447 (VDE 0196):2004-12	VDE 0196
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529:1989 + A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09	VDE 0470-1
–	IEC 60617:2001 Datenbank	–	–
EN 60664-1:2003	IEC 60664-1:1992 + A1:2000 + A2:2002	DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2003-11	VDE 0110-1
EN 60664-3:2003 + A1:2010	IEC 60664-3:2003 + A1:2010	DIN EN 60664-3 (VDE 0110-3):2010-10	VDE 0110-3
EN 60664-5:2007	IEC 60664-5:2007	DIN EN 60664-5 (VDE 0110-5):2008-05	VDE 0110-5
EN 60695-11-5:2005	IEC 60695-2-2:1991 + A1:1994 ersetzt durch: IEC 60695-11-5:2004	DIN EN 60695-11-5 (VDE 0471-11-5):2005-11	VDE 0471-11-5
EN 60695-2-10:2001	IEC 60695-2-10:2000	DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471-2-10):2001-11	VDE 0471-2-10
EN 60695-2-11:2001	IEC 60695-2-11:2000	DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11):2001-11	VDE 0471-2-11
EN 60695-2-12	IEC 60695-2-12	DIN EN 60695-2-12 (VDE 0471-2-12)	VDE 0471-2-12
EN 60695-11-10:1999 + A1:2003	IEC 60695-11-10:1999 + A1:2003	DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471-11-10):2004-05	VDE 0471-11-10
EN 60721 (alle Teile)	IEC 60721 (alle Teile)	DIN EN 60721 (alle Teile)	–
EN 60947-2	IEC 60947-2	DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101)	VDE 0660-101
EN 60947-3	IEC 60947-3	DIN EN 60947-3 (VDE 0660-107)	VDE 0660-107
EN 60947-4-1	IEC 60947-4-1	DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660-102)	VDE 0660-102
EN 60947-4-2	IEC 60947-4-2	DIN EN 60947-4-2 (VDE 0660-117)	VDE 0660-117
EN 60947-4-3	IEC 60947-4-3	DIN EN 60947-4-3 (VDE 0660-109)	VDE 0660-109
EN 60947-5-1:2004	IEC 60947-5-1:2003	DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200):2005-02	VDE 0660-200
EN 60947-5-2	IEC 60947-5-2	DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208)	VDE 0660-208
EN 60947-6-1	IEC 60947-6-1	DIN EN 60947-6-1 (VDE 0660-114)	VDE 0660-114
EN 60947-6-2	IEC 60947-6-2	DIN EN 60947-6-2 (VDE 0660-115)	VDE 0660-115

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10**Tabelle NA.1 (fortgesetzt)**

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60947-7 (alle Teile)	IEC 60947-7 (alle Teile)	DIN EN 60947-7 (VDE 0611) (alle Teile)	VDE 0611 (alle Teile)
EN 60947-7-1	IEC 60947-7-1	DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611-1)	VDE 0611-1
EN 60947-8:2003 + A1:2006	IEC 60947-8:2003 + A1:2006	DIN EN 60947-8 (VDE 0660-302):2007-07	VDE 0660-302
–	IEC 60981:2004	–	–
EN 60998-2-2:2004	IEC 60998-2-2:2002, modifiziert	DIN EN 60998-2-2 (VDE 0613-2-2):2005-03	VDE 0613-2-2
EN 60999-1:2000	IEC 60999-1:1999	DIN EN 60999-1 (VDE 0609-1):2000-12	VDE 0609-1
EN 60999-2:2003	EC 60999-2:2003	DIN EN 60999-2 (VDE 0609-101):2004-04	VDE 0609-101
EN 61000-3-2:2006	IEC 61000-3-2:2005	DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838-2):2006-10	VDE 0838-2
EN 61000-3-3:1995 + A1:2001 + A2:2005	IEC 61000-3-3:1994 + A1:2001 + A2:2005	DIN EN 61000-3-3 (VDE 0838-3):2006-06	VDE 0838-3
EN 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2001	IEC 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2000	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2001-12	VDE 0847-4-2
EN 61000-4-3:2006	IEC 61000-4-3:2006	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2006-12	VDE 0847-4-3
EN 61000-4-4:2004	IEC 61000-4-4:2004	DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4):2005-07	VDE 0847-4-4
EN 61000-4-5:2006	IEC 61000-4-5:2005	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06	VDE 0847-4-5
EN 61000-4-6:1996 + A1:2001 ersetzt durch: EN 61000-4-6:2007	IEC 61000-4-6:1996 + A1:2000 ersetzt durch: IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006	DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2001-12 ersetzt durch: DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2009-12	VDE 0847-4-6 ersetzt durch: VDE 0847-4-6
EN 61000-4-8:1993 + A1:2001	IEC 61000-4-8:1993 + A1:2000	DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8):2001-12	VDE 0847-4-8
EN 61000-4-11:2004	IEC 61000-4-11:2004	DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847-4-11):2005-02	VDE 0847-4-11
EN 61000-4-13:2002	IEC 61000-4-13:2002	DIN EN 61000-4-13 (VDE 0847-4-13):2003-02	VDE 0847-4-13
EN 61000-6-2:2005	IEC 61000-6-2:2005	DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839-6-2):2006-03	VDE 0839-6-2
EN 61095	IEC 61095	DIN EN 61095 (VDE 0637-3)	VDE 0637-3

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 61131-2:2003 ersetzt durch: EN 61131-2:2007	IEC 61131-2:2003 ersetzt durch: IEC 61131-2:2007	DIN EN 61131-2 (VDE 0411-500):2004-02 ersetzt durch: DIN EN 61131-2 (VDE 0411-500):2008-04	VDE 0411-500 ersetzt durch: VDE 0411-500
EN 61140:2002 + A1:2006	IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert	DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03	VDE 0140-1
EN 61180 (alle Teile)	IEC 61180 (alle Teile)	DIN EN 61180 (VDE 0432) (alle Teile)	VDE 0432 (alle Teile)
EN 61557-2	IEC 61557-2	DIN EN 61557-2 (VDE 0413-2)	VDE 0413-2
EN 62208	IEC 62208	DIN EN 62208 (VDE 0660-511)	VDE 0660-511
–	IEC/TR 61912-1	DIN EN 60947-1 Beiblatt 1 (VDE 0660-100 Beiblatt 1):2008-02	VDE 0660-100 Beiblatt 1
–	IEC Guide 106:1996	–	–
–	IEC Guide 109:2003	–	–
EN ISO 14040:2006	ISO 14040:1997 ersetzt durch: ISO 14040:2006	DIN EN ISO 14040:2006-10	–
EN 55011:2007 + A2:2007	CISPR 11:2003 + A1:2004, modifiziert + A2:2006	DIN EN 55011 (VDE 0875-11):2007-11	VDE 0875-11

^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: <http://www.dke.de/dke-iev>.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 55011 (VDE 0875-11):2007-11, *Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM-Geräte) – Funkstörungen – Grenzwerte und Messverfahren (IEC/CISPR 11:2003 + A1:2004, modifiziert, + A2:2006); Deutsche Fassung EN 55011:2007 + A2:2007*

DIN IEC 60038 (VDE 0175), *IEC-Normspannungen (IEC 60038); Umsetzung von HD 472*

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

DIN EN 60068 (alle Teile), *Umweltprüfungen*

DIN EN 60068-1:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden (IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992); Deutsche Fassung EN 60068-1:1994*

DIN EN 60068-2-1:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2-1: Prüfungen – Prüfgruppe A: Kälte (IEC 60068-2-1:1990 + A1:1993 + A2:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-1:1993 + A1:1993 + A2:1994*

DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:2007*

DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig) (IEC 60068-2-6:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-6:2008*

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10

DIN EN 60068-2-27:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2-27: Prüfungen – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken (IEC 60068-2-27:1987); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:1993*

DIN EN 60068-2-30:2006-06, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-30: Prüfverfahren – Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden) (IEC 60068-2-30:2005); Deutsche Fassung EN 60068-2-30:2005*

DIN EN 60068-2-52:1996-10, *Umweltprüfungen – Teil 2-52: Prüfverfahren – Prüfung Kb: Salznebel, zyklisch (Natriumchloridlösung) (IEC 60068-2-52:1996); Deutsche Fassung EN 60068-2-52:1996*

DIN EN 60068-2-78:2002-09, *Umweltprüfungen – Teil 2-78: Prüfungen – Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant (IEC 60068-2-78:2001); Deutsche Fassung EN 60068-2-78:2001*

DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1):2006-11, *Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen (IEC 60071-1:2006); Deutsche Fassung EN 60071-1:2006*

DIN EN 60073 (VDE 0199):2003-05, *Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung – Codierungsgrundsätze für Anzeigengeräte und Bedienteile (IEC 60073:2002); Deutsche Fassung EN 60073:2002*

DIN EN 60085 (VDE 0301-1):2005-05, *Elektrische Isolierung – Thermische Klassifizierung (IEC 60085:2004); Deutsche Fassung EN 60085:2004*

DIN EN 60099-1 (VDE 0675-1), *Überspannungsableiter – Teil 1: Überspannungsableiter mit nichtlinearen Widerständen und Funkenstrecken für Wechselspannungsnetze (IEC 60099-1); Deutsche Fassung EN 60099-1*

DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11, *Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60112:2003); Deutsche Fassung EN 60112:2003*

DIN EN 60216 (VDE 0304) (alle Teile), *Elektroisolierstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens*

DIN EN 60228 (VDE 0295):2005-09, *Leiter für Kabel und isolierte Leitungen (IEC 60228:2004); Deutsche Fassung EN 60228:2005 + Corrigendum:2005*

DIN EN 60269-1 (VDE 0636-10):2005-11, *Niederspannungssicherungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60269-1:1998 + A1:2005); Deutsche Fassung EN 60269-1:1998 + A1:2005*

DIN EN 60269-2 (VDE 0636-20):2002-09, *Niederspannungssicherungen – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungen zum Gebrauch durch Elektrofachkräfte bzw. elektrotechnisch unterwiesene Personen (Sicherungen überwiegend für den industriellen Gebrauch) (IEC 60269-2:1986 + A1:1995 + A2:2001); Deutsche Fassung EN 60269-2:1995 + A1:1998 + A2:2002*

DIN EN 60439 (VDE 0660-50X) (alle Teile), *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen*

DIN EN 60445 (VDE 0197):2007-11, *Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle – Kennzeichnung der Anschlüsse elektrischer Betriebsmittel und angeschlossener Leiterenden (IEC 60445:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60445:2007*

DIN EN 60447 (VDE 0196):2004-12, *Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung – Bedienungsgrundsätze (IEC 60447:2004); Deutsche Fassung EN 60447:2004*

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 60664-1 (VDE 0110-1):2003-11, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:1992 + A1:2000 + A2:2002); Deutsche Fassung EN 60664-1:2003*

DIN EN 60664-3 (VDE 0110-3):2010-10, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 3: Anwendung von Beschichtungen, Eingießen oder Vergießen zum Schutz gegen Verschmutzung (IEC 60664-3:2003 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 60664-3:2003 + A1:2010*

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10

- DIN EN 60664-5 (VDE 0110-5):2008-05, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 5: Ein umfassendes Verfahren zur Bemessung der Luft- und Kriechstrecken für Abstände gleich oder unter 2 mm (IEC 60664-5:2007); Deutsche Fassung EN 60664-5:2007*
- DIN EN 60695-11-5 (VDE 0471-11-5):2005-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-5: Prüfflammen – Prüfverfahren mit der Nadelflamme – Versuchsaufbau, Vorkehrungen zur Bestätigungsprüfung und Leitfaden (IEC 60695-11-5:2004); Deutsche Fassung EN 60695-11-5:2005*
- DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471-2-10):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-10: Prüfungen mit dem Glühdraht – Glühdrahtprüfeinrichtungen und allgemeines Prüfverfahren (IEC 60695-2-10:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-10:2001*
- DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfungen mit dem Glühdraht zur Entzündbarkeit von Enderzeugnissen (IEC 60695-2-11:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-11:2001*
- DIN EN 60695-2-12 (VDE 0471-2-12), *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-12: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfung mit dem Glühdraht zur Entflammbarkeit von Werkstoffen (IEC 60695-2-12); Deutsche Fassung EN 60695-2-12*
- DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471-11-10):2004-05, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-10: Prüfflammen – Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal (IEC 60695-11-10:1999 + A1:2003); Deutsche Fassung EN 60695-11-10:1999 + A1:2003*
- DIN EN 60721 (alle Teile), *Klassifizierung von Umweltbedingungen*
- DIN EN 60947-1 Beiblatt 1 (VDE 0660-100 Beiblatt 1):2008-02, *Niederspannungsschaltgeräte – Überstrom-Schutzeinrichtungen – Teil 1: Anwendung der Kurzschlussbemessungswerte (IEC/TR 61912-1:2007)*
- DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 2: Leistungsschalter (IEC 60947-2); Deutsche Fassung EN 60947-2*
- DIN EN 60947-3 (VDE 0660-107), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten (IEC 60947-3); Deutsche Fassung EN 60947-3*
- DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660-102), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 4-1: Schütze und Motorstarter – Elektromechanische Schütze und Motorstarter (IEC 60947-4-1); Deutsche Fassung EN 60947-4-1*
- DIN EN 60947-4-2 (VDE 0660-117), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 4-2: Schütze und Motorstarter – Halbleiter-Motor-Steuergeräte und -Starter für Wechselspannungen (IEC 60947-4-2); Deutsche Fassung EN 60947-4-2*
- DIN EN 60947-4-3 (VDE 0660-109), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 4-3: Schütze und Motorstarter – Halbleiter-Steuergeräte und -Schütze für nichtmotorische Lasten für Wechselspannung (IEC 60947-4-3); Deutsche Fassung EN 60947-4-3*
- DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200):2005-02, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente – Elektromechanische Steuergeräte (IEC 60947-5-1:2003); Deutsche Fassung EN 60947-5-1:2004*
- DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-2: Steuergeräte und Schaltelemente – Näherungsschalter (IEC 60947-5-2); Deutsche Fassung EN 60947-5-2*
- DIN EN 60947-6-1 (VDE 0660-114), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 6-1: Multifunktionsschaltgeräte – Netzumschalter (IEC 60947-6-1); Deutsche Fassung EN 60947-6-1*
- DIN EN 60947-6-2 (VDE 0660-115), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 6-2: Multifunktions-Schaltgeräte – Steuer- und Schutz-Schaltgeräte (CPS) (IEC 60947-6-2); Deutsche Fassung EN 60947-6-2*
- DIN EN 60947-7 (VDE 0611) (alle Teile), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 7: Hilfseinrichtungen*
- DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611-1), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 7-1: Hilfseinrichtungen – Reihenklemmen für Kupferleiter (IEC 60947-7-1); Deutsche Fassung EN 60947-7-1*

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10

DIN EN 60947-8 (VDE 0660-302):2007-07, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 8: Auslösegeräte für den eingebauten thermischen Schutz (PTC) von rotierenden elektrischen Maschinen (IEC 60947-8:2003 + A1:2006)*; Deutsche Fassung EN 60947-8:2003 + A1:2006

DIN EN 60998-2-2 (VDE 0613-2-2):2005-03, *Verbindungsmaterial für Niederspannungs-Stromkreise für Haushalt und ähnliche Zwecke – Teil 2-2: Besondere Anforderungen für Verbindungsmaterial als selbständige Betriebsmittel mit schraubenlosen Klemmstellen (IEC 60998-2-2:2002, modifiziert)*; Deutsche Fassung EN 60998-2-2:2004

DIN EN 60999-1 (VDE 0609-1):2000-12, *Verbindungsmaterial – Elektrische Kupferleiter – Sicherheitsanforderungen für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und besondere Anforderungen für Klemmstellen für Leiter von 0,2 mm² bis einschließlich 35 mm² (IEC 60999-1:1999)*; Deutsche Fassung EN 60999-1:2000

DIN EN 60999-2 (VDE 0609-101):2004-04, *Verbindungsmaterial – Elektrische Kupferleiter – Sicherheitsanforderungen für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen – Teil 2: Besondere Anforderungen für Klemmstellen für Leiter über 35 mm² bis einschließlich 300 mm² (IEC 60999-2:2003)*; Deutsche Fassung EN 60999-2:2003

DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838-2):2006-10, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 3-2: Grenzwerte – Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangsstrom = 16 A je Leiter) (IEC 61000-3-2:2005)*; Deutsche Fassung EN 61000-3-2:2006

DIN EN 61000-3-3 (VDE 0838-3):2006-06, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 3-3: Grenzwerte – Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen für Geräte mit einem Bemessungsstrom = 16 A je Leiter, die keiner Sonderanschlussbedingung unterliegen (IEC 61000-3-3:1994 + A1:2001 + A2:2005)*; Deutsche Fassung EN 61000-3-3:1995 + A1:2001 + A2:2005

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (IEC 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2000)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2001

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2006-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3:2006)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-3:2006

DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4):2005-07, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst (IEC 61000-4-4:2004)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-4:2004

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:2005)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-5:2006

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2009-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:2008)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-6:2009

DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen (IEC 61000-4-8:1993 + A1:2000)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-8:1993 + A1:2001

DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847-4-11):2005-02, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren – Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen (IEC 61000-4-11:2004)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-11:2004

DIN EN 61000-4-13 (VDE 0847-4-13):2003-02, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-13: Prüf- und Messverfahren – Prüfungen der Störfestigkeit am Wechselstrom-Netzanschluss gegen Oberschwingungen und Zwischenharmonische einschließlich leitungsgeführter Störgrößen aus der Signalübertragung auf elektrischen Niederspannungsnetzen (IEC 61000-4-13:2002)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-13:2002

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10

DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839-6-2):2006-03, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2:2005); Deutsche Fassung EN 61000-6-2:2005*

DIN EN 61095 (VDE 0637-3), *Elektromechanische Schütze für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke (IEC 61095); Deutsche Fassung EN 61095*

DIN EN 61131-2 (VDE 0411-500):2008-04, *Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 2: Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen (IEC 61131-2:2007); Deutsche Fassung EN 61131-2:2007*

DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03, *Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61140:2002 + A1:2006*

DIN EN 61180 (VDE 0432) (alle Teile), *Hochspannungs-Prüftechnik für Niederspannungsgeräte*

DIN EN 61439 (VDE 0660-600) (alle Teile), *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen*

DIN EN 61439-1 (VDE 0660-600-1):2010-06, *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 61439-1:2009, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61439-1:2009*

DIN EN 61557-2 (VDE 0413-2), *Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 2: Isolationswiderstand (IEC 61557-2); Deutsche Fassung EN 61557-2*

DIN EN 62208 (VDE 0660-511), *Leergehäuse für Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Allgemeine Anforderungen (IEC 62208); Deutsche Fassung EN 62208*

DIN EN ISO 14040:2006-10, *Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2006*

DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 200: Begriffe (IEC 60050-826:2004, modifiziert)*

DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-44: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen – Abschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen*

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10

– Leerseite –

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 60947-1

Juli 2007

+ A1

Januar 2011

ICS 29.130.20

Ersetzt EN 60947-1:2004

Deutsche Fassung

**Niederspannungsschaltgeräte –
Teil 1: Allgemeine Festlegungen**
(IEC 60947-1:2007 + A1:2010)

Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 1: General rules
(IEC 60947-1:2007 + A1:2010)

Appareillage à basse tension –
Partie 1: Règles générales
(CEI 60947-1:2007 + A1:2010)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-07-01 und die A1 am 2011-01-01 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2011 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60947-1:2007 + A1:2011 D

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 17B/1550/FDIS, zukünftige 5. Ausgabe von IEC 60947-1, ausgearbeitet von dem SC 17B „Low-voltage switchgear and controlgear“ des IEC TC 17 „Switchgear and controlgear“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2007-07-01 als EN 60947-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60947-1:2004.

Die wesentlichen Änderungen bezüglich EN 60947-1:2004 sind folgende:

- Änderung und Restrukturierung von 7.1;
- Aufnahme neuer Bilder betreffend EMV-Prüfungen;
- Aufnahme der neuen Anhänge Q, R und S.

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): 2008-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-07-01

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erstellt, das von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone an CENELEC gegeben wurde. Diese Europäische Norm deckt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien EMC (98/336/EG) und EMC2 (2004/108/EG) ab. Siehe Anhang ZZ.

Die Anhänge ZA und ZZ wurden von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60947-1:2007 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Vorwort zu A1

Der Text des Schriftstücks 17B/1710/FDIS, zukünftige Änderung 1 zu IEC 60947-1:2007, ausgearbeitet von dem SC 17B „Low-voltage switchgear and controlgear“ des IEC TC 17 „Switchgear and controlgear“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2011-01-01 als Änderung A1 zu EN 60947-1:2007 angenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN und CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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): 2011-10-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2014-01-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2010 zur Internationalen Norm IEC 60947-1:2007 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

- [5] IEC 60947-7-1 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60947-7-1.
- [6] IEC 60998-2-2:2002 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60998-2-2:2004 (modifiziert).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Vorwort zu A1	3
1 Allgemeines	9
1.1 Anwendungsbereich und Zweck	9
1.2 Normative Verweisungen	10
2 Begriffe	13
2.1 Allgemeine Begriffe	18
2.2 Schaltgeräte	22
2.3 Teile von Schaltgeräten.....	26
2.4 Betätigung von Schaltgeräten	31
2.5 Kenngrößen.....	37
2.6 Prüfungen	48
2.7 Anschlüsse	48
3 Einteilung.....	49
4 Kennzeichnende Merkmale.....	49
4.1 Allgemeines	50
4.2 Art des Geräts	51
4.3 Bemessungs- und Grenzwerte für den Hauptstromkreis	51
4.4 Gebrauchskategorie	57
4.5 Steuerstromkreise	58
4.6 Hilfsstromkreise	59
4.7 Relais und Auslöser.....	59
4.8 Zuordnung von Kurzschlusschutzeinrichtungen (SCPD)	59
4.9 Schaltüberspannungen.....	59
5 Produktinformation	59
5.1 Art der Information.....	59
5.2 Aufschriften.....	60
5.3 Aufstellungs-, Bedienungs- und Wartungsanweisungen.....	61
6 Übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen	62
6.1 Übliche Betriebsbedingungen	62
6.2 Transport- und Lagerbedingungen.....	63
6.3 Einbau.....	63
7 Anforderungen an den Bau und das Verhalten.....	64
7.1 Bauanforderungen.....	64
7.2 Anforderungen an das Verhalten	71
7.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	78
8 Prüfungen	80

	Seite
8.1 Arten von Prüfungen	80
8.2 Übereinstimmung mit den Bauanforderungen	81
8.3 Verhalten	88
8.4 Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	108
Anhang A (informativ) Beispiele von Gebrauchskategorien für Niederspannungsschaltgeräte	145
Anhang B (informativ) Eignung des Geräts, wenn die Betriebsbedingungen von den üblichen Betriebsbedingungen abweichen	147
Anhang C (normativ) Schutzarten von Betriebsmitteln im Gehäuse	148
Anhang D (informativ) Beispiele für Klemmstellen und der Beziehung zwischen Klemmstellen und dem Verbindungsmaterial	155
Anhang E (informativ) Beschreibung eines Verfahrens für die Einstellung des Lastkreises	161
Anhang F (informativ) Bestimmung des Leistungsfaktors oder der Zeitkonstante des Kurzschlussstromkreises	163
Anhang G (informativ) Messung von Kriech- und Luftstrecken	165
Anhang H (informativ) Zusammenhang zwischen der Nennspannung des Versorgungssystems und der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit von Geräten	171
Anhang J (informativ) Punkte, die Vereinbarungen zwischen Hersteller und Anwender beinhalten	173
Anhang K Bleibt frei	174
Anhang L (normativ) Anschlusskennzeichnung und Kennziffer	175
Anhang M (normativ) Entflammbarkeitsprüfung	185
Anhang N (normativ) Anforderungen und Prüfungen für Geräte mit sicherer Trennung	189
Anhang O (informativ) Umweltaspekte und Werkstoffdeklaration	194
Anhang P (informativ) Kabelschuhe für Niederspannungsschaltgeräte zum Anschluss an Kupferleiter	201
Anhang Q (normativ) Sonderprüfungen – Feuchte Wärme, Salznebel, Schwingen und Schock	202
Anhang R (informativ) Anwendung der Metallfolie bei der Hochspannungsprüfung auf die Teile, die bei Betätigung und Einstellung berührbar sind	207
Anhang S (normativ) Digitale Ein- und Ausgänge	213
Anhang T (normativ) Zusatzfunktionen in einem elektronischen Überlastrelais	227
Anhang U (informativ) Beispiele für Steuerkreisanordnungen	233
Literaturhinweise	236
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	237
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EU-Richtlinien	242
Bild 1 – Prüfeinrichtung für die Biegeprüfung	126
Bild 2 – Lehren der Formen A und B	126
Bild 3 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens einpoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung	127
Bild 4 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens zweipoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung	128
Bild 5 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens dreipoliger Geräte	129

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

	Seite
Bild 6 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens vierpoliger Geräte.....	130
Bild 7 – Vereinfachte Darstellung der wiederkehrenden Spannung an den Kontakten des erstlöschenden Pols unter idealen Bedingungen.....	131
Bild 8a – Schaltbild zur Einstellung des Lastkreises: Sternpunkt der Last geerdet	132
Bild 8b – Schaltbild zur Einstellung des Lastkreises: Sternpunkt der Einspeisung geerdet.....	133
Bild 9 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens einpoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung	134
Bild 10 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens zweipoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung.....	135
Bild 11 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens dreipoliger Geräte	136
Bild 12 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens vierpoliger Geräte.....	137
Bild 13 – Beispiel der Aufzeichnung des Strom- und Spannungsverlaufs bei der Prüfung des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens eines einpoligen Geräts in einem einphasigen Wechselspannungskreis.....	138
Bild 14 – Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens bei Gleichspannung	139
Bild 15 – Bestimmung des unbeeinflussten Ausschaltstroms, wenn die erste Einstellung des Prüfkreises bei einem niedrigeren Strom als dem Bemessungsausschaltvermögen erfolgte	140
Bild 16 – Prüfkraft am Bedienteil	140
Bild 17 – Beispiele von Anschlüssen.....	141
Bild 18 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen Entladungen statischer Elektrizität	141
Bild 19 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen gestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder	142
Bild 20 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Bursts	142
Bild 21 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, erzeugt von hochfrequenten Feldern an Hauptleitern.....	143
Bild 22 – Beispiel eines Prüfaufbaus für den Nachweis der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, erzeugt durch hochfrequente Felder an Mess- und Steuerleitungen, wenn keine Kopplungs-Entkopplungsnetzwerke angewendet werden können	143
Bild 23 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen netzfrequente elektromagnetische Felder.....	144
Bild C.1 – IP-Schutzarten	154
Bild D.8 – Klemmstelle in einem Verbindungsmaterial.....	155
Bild D.1 – Schraubklemmen	156
Bild D.2 – Buchsenklemmen.....	157
Bild D.3 – Bolzenanschlüsse/-klemmen	158
Bild D.4 – Laschenanschlüsse/-klemmen.....	158
Bild D.5 – Schraubenflachanschlüsse	159
Bild D.6 – Mantelklemmen.....	160
Bild D.7 – Schraubenlose Klemmen.....	160

	Seite
Bild E.1 – Bestimmung des tatsächlichen Faktors γ	162
Bild G.1 – Messung von Rippen.....	166
Bild G.2 – Kriechstrecken über die feste und die bewegliche Isolierung von Kontaktträgern.....	166
Bild M.1 – Prüfvorrichtung für die Heißdrahtzündprüfung.....	185
Bild M.2 – Schaltung für Lichtbogenzündprüfung.....	187
Bild N.1 – Beispiel für den Einbau eines Bauteils zwischen sicher getrennten Schaltkreisen.....	193
Bild O.1 – Konzeptionelle Beziehung zwischen Festlegungen in Produktnormen und den dem Produkt während seines Lebenswegs zugeordneten Umweltauswirkungen.....	198
Bild P.1 – Maße.....	201
Bild R.1 – Betätigung außerhalb der Kapselung.....	209
Bild R.2 – Betätigungsraum bei Drucktasterbetätigung.....	210
Bild R.3 – Beispiele für eine Finger schützende Umgebung bei gefährlichen Strom führenden Teilen in einer Drucktaster-Umgebung (etwa 25 mm).....	211
Bild R.4 – Betätigungsraum für die Betätigung bei Drehhebeln.....	212
Bild S.1 – E/A-Parameter.....	215
Bild S.2 – <i>UII</i> -Arbeitsbereiche von Strom ziehenden Eingängen.....	216
Bild S.3 – Schwingungsverlauf bei kurzzeitiger Überlast für digitale Wechselspannungsausgänge.....	219
Bild S.4 – Schwingungsverlauf bei kurzzeitiger Überlast für digitale Gleichspannungsausgänge.....	221
Bild T.1 – Prüfkreis für den Nachweis der Ansprechcharakteristik von Fehlerstrom-empfindlichen elektronischen Relais.....	232
Bild U.1 – Schematische Darstellung einer ECD.....	233
Bild U.2 – Ein einziger Eingang für Speise- und Steuerspannung.....	234
Bild U.3 – Getrennte Eingänge für Speise- und Steuerspannung.....	234
Bild U.4 – Gerät mit nur interner Steuerversorgung und Steuereingang.....	235
Bild U.5 – Gerät mit mehreren externen Steuerversorgungen.....	235
Bild U.6 – Gerät mit Bus-Schnittstelle.....	235
Tabelle 1 – Normquerschnitte runder Kupferleiter und die angenäherte Beziehung zwischen mm^2 - und AWG/kcmil-Größen.....	111
Tabelle 2 – Grenzübertemperaturen von Anschlüssen/Klemmen.....	112
Tabelle 3 – Grenzübertemperaturen von berührbaren Teilen.....	112
Tabelle 4 – Anzugsdrehmomente für den Nachweis der mechanischen Festigkeit von Schraubanschlüssen/-klemmen.....	113
Tabelle 5 – Prüfwerte für die Biege- und Herausziehprüfungen von runden Kupferleitern.....	114
Tabelle 6 – Prüfwerte für die Herausziehprüfung von flachen Kupferleitern.....	114
Tabelle 7 – Größte Leiterquerschnitte und dazugehörige Lehren.....	115
Tabelle 7a – Zusammenhang zwischen Leiterquerschnitt und Durchmesser.....	116
Tabelle 8 – Grenzabweichungen der Prüfgrößen.....	117
Tabelle 9 – Prüfleiter aus Kupfer für Prüfströme bis 400 A.....	117
Tabelle 10 – Prüfleiter aus Kupfer für Prüfströme über 400 A bis 800 A.....	118

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

	Seite
Tabelle 11 – Prüfschienen aus Kupfer für Prüfströme über 400 A bis 3 150 A.....	118
Tabelle 12 – Stoßspannungen für die Prüfung der Isolationsfestigkeit.....	119
Tabelle 12A – Isolationsprüfspannung in Abhängigkeit von der Bemessungsisolationsspannung	119
Tabelle 13 – Mindestluftstrecken.....	120
Tabelle 14 – Prüfspannungen über die offenen Kontakte von Geräten mit Trennfunktion	120
Tabelle 15 – Mindestkriechstrecken	121
Tabelle 16 – Leistungsfaktoren und Zeitkonstanten in Abhängigkeit von den Prüfströmen sowie das Verhältnis n zwischen Scheitelwert und Effektivwert der Prüfströme	122
Tabelle 17 – Prüfkraft am Bedienteil.....	122
Tabelle 18 – Bleibt frei	122
Tabelle 19 – Bleibt frei	122
Tabelle 20 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Herausziehprüfung	122
Tabelle 21 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Biegeprüfung	123
Tabelle 22 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Drehmomentprüfung.....	123
Tabelle 23 – Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit – Störfestigkeit.....	124
Tabelle 24 – Annahmekriterien bei Vorliegen elektromagnetischer Störungen	125
Tabelle H.1 – Zusammenhang zwischen Nennspannung des Versorgungssystems und Bemessungsstoßspannungsfestigkeit des Geräts bei Schutz durch Überspannungsableiter nach IEC 60099-1	172
Tabelle M.1 – HWI- und AI-Kennwerte für Werkstoffe, die Strom führende Teile in Position halten	188
Tabelle M.2 – HWI- und AI-Kennwerte für Werkstoffe, die nicht durch die Tabelle M.1 abgedeckt sind	188
Tabelle P.1 – Beispiele für Kabelschuhe für Niederspannungsschaltgeräte zum Anschluss an Kupferleiter	201
Tabelle Q.1 – Prüffolgen.....	204
Tabelle S.1 – Bemessungswerte und Arbeitsbereiche der Netzeinspeisung.....	214
Tabelle S.2 – Normarbeitsbereiche für digitale Eingänge (Strom ziehend)	217
Tabelle S.3 – Nennwerte und Arbeitsbereiche für Strom liefernde digitale Wechselspannungsausgänge.....	218
Tabelle S.4 – Bemessungswerte und Arbeitsbereiche (DC) für Strom liefernde digitale Gleichspannungsausgänge.....	221
Tabelle S.5 – Überlast- und Kurzschlussprüfungen von digitalen Ausgängen	223
Tabelle T.1 – Ansprechzeit für elektronische Fehlerstrom-Überlastrelais.....	229

1 Allgemeines

Zweck dieser Norm ist es, so weit wie möglich alle Regeln und Anforderungen allgemeiner Art, die für Niederspannungsschaltgeräte anwendbar sind, zu vereinheitlichen, um einheitliche Anforderungen und Prüfungen über das Spektrum der Geräte zu erhalten und um zu vermeiden, dass nach unterschiedlichen Normen geprüft werden muss.

Alle Teile der verschiedenen Gerätenormen, die als allgemein angesehen werden können, sind in dieser Norm zusammengefasst, zusammen mit Anforderungen, die allgemein interessieren und angewandt werden, z. B. Erwärmung, Isolationseigenschaften betreffend.

Für jede Art von Niederspannungsschaltgeräten sind nur zwei Hauptdokumente notwendig, um alle Anforderungen und Prüfungen festzulegen:

- 1) diese Grundnorm, auf die als „Teil 1“ in den spezifischen Normen der verschiedenen Arten der Niederspannungsschaltgeräte Bezug genommen wird;
- 2) die zutreffende Gerätenorm, auf die im Folgenden mit dem Hinweis „jeweilige Gerätenorm“ oder „Gerätenorm“ Bezug genommen wird.

Um bei einer Gerätenorm eine allgemeine Regel anzuwenden, muss in der Gerätenorm ausdrücklich durch die Angabe des entsprechenden Abschnitts dieser Norm mit der zusätzlichen Angabe „IEC 60947-1“ Bezug genommen werden, z. B. „7.2.3 von IEC 60947-1“.

Eine spezifische Gerätenorm muss eine allgemeine Regel nicht anwenden (als nicht anwendbar) oder darf sie ergänzen (wenn sie im Einzelfall als unzureichend angesehen wird), aber sie darf von ihr nicht abweichen, es sei denn, es gibt einen wesentlichen technischen Grund.

ANMERKUNG Folgende Gerätenormen sind Teil der IEC-Normenreihe für Niederspannungsschaltgeräte:

IEC 60947-2: Teil 2: Leistungsschalter

IEC 60947-3: Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten

IEC 60947-4: Teil 4: Schütze und Motorstarter

IEC 60947-5: Teil 5: Steuergeräte und Schaltelemente

IEC 60947-6: Teil 6: Mehrfunktionsschaltgeräte

IEC 60947-7: Teil 7: Hilfseinrichtungen

IEC 60947-8: Teil 8: Auslösegeräte für den eingebauten thermischen Schutz (PTC) von rotierenden elektrischen Maschinen

1.1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt, wenn die jeweilige Gerätenorm es erfordert, für Schaltgeräte, nachfolgend auch „Geräte“ genannt, in Stromkreisen bis 1 000 V Wechselspannung oder 1 500 V Gleichspannung.

Sie gilt nicht für Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, die in IEC 60439 behandelt werden.

ANMERKUNG In einigen Abschnitten oder Unterabschnitten dieser Norm werden die Geräte, für die diese Norm gilt, auch „device“ genannt, um mit dem Text dieser Abschnitte oder Unterabschnitte übereinzustimmen.

Zweck dieser Norm ist die Festlegung der die Niederspannungsschaltgeräte betreffenden allgemeinen Regeln und Anforderungen, wie sie in 1.1 definiert sind, einschließlich z. B.:

- Begriffe;
- kennzeichnende Merkmale;
- mit den Geräten mitzuliefernde Informationen;
- übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen;
- Anforderungen an den Bau und das Verhalten;
- Nachweis der kennzeichnenden Merkmale und des Verhaltens.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Digitale Eingänge und/oder digitale Ausgänge von Niederspannungsschaltgeräten, die an speicherprogrammierbare Steuerungen angeschlossen werden sollen, sind in [Anhang S](#) beschrieben.

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):2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050(441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*
Amendment 1 (2000)

IEC 60050(604):1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*
Amendment 1 (1998)

IEC 60050(826):2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations*

IEC 60060, *High-voltage test techniques*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Tests A: Cold*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Tests B: Dry heat*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-52:1996, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Test Cab: Damp heat, steady state*

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

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*

IEC 60085:2004, *Electrical insulation – Thermal classification*

IEC 60112:2003, *Method for determining the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60216, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60269-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*
Amendment 1 (2005)

IEC 60269-2:1986, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)*
Amendment 1 (1995)
Amendment 2 (2001)

IEC 60344:1980, *Guide to the calculation of resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires*
Amendment 1 (1985)

IEC 60364-4-44:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*
Amendment 1 (2003)

IEC 60417-DB:2002¹⁾, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60439-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*
Amendment 1 (2004)

IEC 60445:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system*

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*
Amendment 1 (1999)

IEC 60617-DB:2001¹⁾, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests – Basic safety publication*
Amendment 1 (2000)
Amendment 2 (2002)

IEC 60664-3:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60664-5:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm*

IEC 60695-2-2:1991, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 2: Needle-flame test*
Amendment 1 (1994)

IEC 60695-2-10:2000, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60695-2-12, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for materials*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

¹⁾ „DB“ bezieht sich auf die IEC Online-Datenbank.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 60947-8:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 8: Control units for built-in thermal protection (PTC) for rotating electrical machines*
Amendment 1 (2006)

IEC 60981:2004, *Extra heavy-duty electrical rigid steel conduits*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

IEC 60999-2:2003, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm² up to 300 mm² (included)*

IEC 61000-3-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 3: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A*
Amendment 1 (2001)
Amendment 2 (2005)

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC publication*
Amendment 1 (1998)
Amendment 2 (2000)

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical test transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2003, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio- frequency fields*
Amendment 1 (2004)
Amendment 2 (2006)

IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test*
Amendment 1 (2000)

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power ports, low-frequency immunity tests*

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61131-2:2003, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*
Amendment 1 (2004)

IEC 61180 (alle Teile), *High-voltage test techniques for low-voltage equipment*

IEC 61557-2, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 2: Insulation resistance*

CISPR 11:2003, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

Amendment 1 (2004)

Amendment 2 (2006)

2 Begriffe

ANMERKUNG 1 Die meisten der in diesem Abschnitt aufgeführten Begriffe sind unverändert aus dem Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuch IEC (IEC 60050) übernommen worden. Soweit dies zutrifft, ist der Bezug auf das IEC in eckigen Klammern angegeben (die ersten drei Ziffern geben das IEC-Kapitel an).

Wenn ein Begriff geändert wurde, ist der IEC-Bezug nicht in eckigen Klammern, sondern in einer Anmerkung angegeben.

Alphabetisches Verzeichnis der Begriffe

ANMERKUNG 2 Das alphabetische Verzeichnis der Bemessungswerte, kennzeichnenden Merkmale und Formelzeichen ist in [Abschnitt 4](#) zusammengestellt.

	Verweisung	Seite
A		
abhängig verzögertes/r Überstromrelais oder -auslöser	2.4.27	35
abhängige Handbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.12	33
abhängige Kraftbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.13	33
aktives Teil	2.1.13	20
Anschluss	2.7.1	48
Ansprechstrom (eines Überstromrelais oder -auslösers)	2.4.36	36
anstehende Spannung (für ein Schaltgerät)	2.5.32	42
Arbeitsspannung	2.5.52	45
Auslöser (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.3.15	28
Auslösestrom (eines Überlastrelais oder -auslösers)	2.5.31	42
Auslösung (Auslösevorgang)	2.4.22	34
Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.5.39	43
Ausschaltstrom (eines Schaltgeräts oder einer Sicherung)	2.5.11	39
Ausschaltvermögen (eines Schaltgeräts oder einer Sicherung)	2.5.12	39
Ausschaltzeit	2.5.42	44
automatische Steuerung	2.4.5	32
B		
Back-up-Schutz	2.5.24	41
Bedienteil	2.3.17	28
bedingter Kurzschlussstrom (eines Stromkreises oder Schaltgeräts)	2.5.29	41
Bemessungsdaten	2.5.4	37
Bemessungswert	2.5.3	37
berührbares (inaktives) leitfähiges Teil (Körper)	2.1.11	20
Betätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.1	31

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

	Verweisung	Seite
Betätigungskraft (-moment)	2.4.17	34
Betätigungssystem (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.3.16	28
betriebsfrequente Spannungsfestigkeit (Stehwechselspannung)	2.5.56	46
betriebsfrequente wiederkehrende Spannung	2.5.35	43
Blitzüberspannung	2.5.54.2	46
D		
Drucktaster	2.2.19	25
Durchlassstrom	2.5.19	40
Durchlassstromkennlinie	2.5.21	40
E		
Einschalteigenzeit; Schließzeit	2.5.44	44
Einschaltvermögen (eines Schaltgeräts)	2.5.13	39
Einschaltzeit	2.5.43	44
Ein-Ausschaltzeit	2.5.45	44
Einschwingspannung	2.5.34	42
elektrischer Schlag	2.1.20	21
elektronisch gesteuerter Elektromagnet	2.3.32	31
elektronisches Überlastrelais mit Fehlerstrom(Erdschluss)-Funktion	T.2.1	227
elektronisches Überlastrelais mit Minderleistungsfunktion	T.2.6	228
elektronisches Überlastrelais mit Phasenumkehr-Funktion	T.2.3	227
elektronisches Überlastrelais mit Strom- oder Spannungsasymmetrie-Funktion	T.2.2	227
externe Steuereinrichtung	U.1.1	233
F		
Fernsteuerung	2.4.7	32
Freiauslösung (mechanisches Schaltgerät mit Freiauslösung)	2.4.23	35
fremdes leitfähiges Teil	2.1.12	20
Funktionserde-Anschluss	2.7.4	49
Funktionsüberspannung	2.5.54.3	46
G		
Gebrauchskategorie (eines Schaltgeräts oder einer Sicherung)	2.1.18	21
Gehäuse	2.1.16	21
Gehäuseanschluss	2.7.2	48
geschlossene Stellung (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.20	34
Grenzwert	2.5.2	37
H		
Halbleiterschaltgerät	2.2.3	22
Halbleiterschütz	2.2.13	24
Handsteuerung	2.4.4	32
Hauptanschluss	2.7.7	49
Hauptkontakt	2.3.7	27
Hauptstromkreis (eines Schaltgeräts)	2.3.2	26
Hersteller	2.1.21	22

Hilfskontakt	2.3.10	27
Hilfsschalter (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.3.11	27
Hilfsschütz	2.2.14	24
Hilfsstromkreis (eines Schaltgeräts)	2.3.4	26
Hilfsstromschalter als Begrenzer, Regler, Wächter	2.2.18	25
Hilfsstromschalter (für Steuer- und Hilfsstromkreise)	2.2.17	25
homogenes (gleichmäßiges) Feld	2.5.62	47
I		
inhomogenes (ungleichmäßiges) Feld	2.5.63	47
integriertes Gehäuse	2.1.17	21
Isolationskoordination	2.5.61	47
J		
Joule-Integral (I^2t -Wert)	2.5.18	40
K		
Klemme	2.3.23	29
Klemmstelle	2.3.26	30
Kontakt (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.3.5	26
Kontaktstück	2.3.6	26
Koordination von Überstromschutzeinrichtungen	2.5.22	40
Kraftspeicherbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.14	33
Kriechstrecke	2.5.51	45
Kriechwegbildung	2.5.64	47
kritischer Kurzschlussstrom	2.5.17	40
kritischer Laststrom	2.5.16	39
Kurzschluss	2.1.5	21
Kurzschlussausschaltvermögen	2.5.14	39
Kurzschlusseinschaltvermögen	2.5.15	39
Kurzschlussstrom	2.1.6	19
Kurzschlusschutzeinrichtung (SCPD)	2.2.21	25
Kurzzeitstromfestigkeit	2.5.27	41
Kurzzeitverzögerung	2.5.26	41
L		
Lastschalter (mechanisch)	2.2.9	23
Lasttrennschalter	2.2.10	23
Leistungsanschluss	2.7.3	48
Leistungsanschluss (Versorgungsanschluss für den Steuerkreis)	2.7.6	49
Leistungsschalter	2.2.11	24
leitfähiges Teil	2.1.10	20
Leuchtmelder	2.3.19	28
Lichtbogenkontakt (Abbrennkontakt)	2.3.8	27
Lichtbogenspannung (Spitzenwert) (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.5.38	43
Lichtbogenzeit (eines mehrpoligen Schaltgeräts)	2.5.41	44
Lichtbogenzeit (eines Pols oder einer Sicherung)	2.5.40	43
Luftstrecke	2.5.46	44

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Luftstrecke zur Erde	2.5.48	45
Luftstrecke zwischen den Polen	2.5.47	44
Luftstrecke zwischen offenen Kontakten (Schaltstrecke)	2.5.49	45
M		
magnetisches/r Überlastrelais oder -auslöser	2.4.32	36
maximaler unbeeinflusster Stoßstrom (eines Wechselstromkreises)	2.5.8	38
Maximalquerschnitt	2.3.31	31
mechanisches Schaltgerät	2.2.2	22
Mehrfinger-Kontaktsystem	2.3.29	30
Mess- und Steueranschluss	2.7.5	49
Mikroumgebung (einer Luft- oder Kriechstrecke)	2.5.59	47
Mindestquerschnitt	2.3.30	31
N		
Nennwert	2.5.1	37
Neutralleiter (N)	2.1.15	21
Nichtauslösestrom (eines Überstromrelais oder -auslösers)	2.5.30	42
O		
Öffnen (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.9	32
Öffner, „b“-Kontakt	2.3.13	27
offene Stellung (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.21	34
P		
Pol eines Schaltgeräts	2.3.1	26
Primärstromrelais oder -auslöser	2.4.28	35
R		
Reihenklemme	2.2.20	25
Relais (elektrisches)	2.3.14	28
Rückstellkraft (-moment)	2.4.18	34
Rückstromrelais oder -auslöser (nur bei Gleichstrom)	2.4.35	36
S		
Schalt- und Steuergeräte	2.1.1	18
Schalter-Sicherungs-Einheit	2.2.7	23
Schaltfolge (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.3	31
Schaltgerät	2.2.1	22
Schaltgeräte	2.1.2	19
Schaltspiel (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.2	31
Schaltstellungsanzeiger	2.3.18	28
Schaltstrecke (Luftstrecke zwischen offenen Kontakten)	2.5.49	45
Schaltüberspannung	2.5.54.1	46
Schließen (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.8	32
Schließer, „a“-Kontakt	2.3.12	27
Schließzeit	2.5.43	44
Schmelzleiter	2.2.6	23

Schraubklemme	2.3.24	29
schraubenlose Klemme	2.3.25	29
Schütz (mechanisch)	2.2.12	24
Schutzleiter (PE)	2.1.14	20
Sekundärstromrelais oder -auslöser	2.4.29	35
Sicherung	2.2.4	22
Sicherungseinsatz	2.2.5	23
Sonderprüfung	2.6.4	48
Spannungsauslöser	2.4.33	36
Sperrstrom	T.2.5	228
Spezialklemme	2.3.25.2	29
Spezialklemmstelle	2.3.26.2	30
Starter	2.2.15	24
Steckklemme	2.3.25.3	30
Steuergerät	2.2.16	24
Steuergeräte	2.1.3	19
Steuerkontakt	2.3.9	27
Steuerstromkreis (eines Schaltgeräts)	2.3.3	26
Stichprobenprüfung	2.6.3	48
Stoßspannungsfestigkeit (Stehstoßspannung)	2.5.55	46
Stoßstromfestigkeit	2.5.28	41
Stoßüberspannungen (transiente Überspannungen)	2.5.54	45
Stromeinstellbereich (eines Überstrom- bzw. Überlastrelais oder -auslösers)	2.4.38	37
Stromeinstellwert (eines Überstrom- bzw. Überlastrelais oder -auslösers)	2.4.37	36
Stückprüfung	2.6.2	48
T		
thermisches/r Überlastrelais oder -auslöser	2.4.31	36
Trennen (Trennfunktion)	2.1.19	21
Trennschalter	2.2.8	23
Trennstrecke (eines Pols eines mechanischen Schaltgeräts)	2.5.50	45
Typprüfung	2.6.1	48
U		
Überlast	2.1.7	19
Überlastrelais oder -auslöser	2.4.30	36
Überlaststrom	2.1.8	19
Übernahmestrom	2.5.25	41
Überspannungsableiter	2.2.22	25
überspannungsempfindliches elektronisches Überlastrelais	T.2.4	228
Überspannungskategorie (eines Stromkreises oder in einem elektrischen System)	2.5.60	47
Überstrom	2.1.4	19
Überstromrelais oder -auslöser	2.4.25	35
Überstromselektivität	2.5.23	41
Umgebungstemperatur	2.1.9	20
unabhängig verzögertes/r Überstromrelais oder -auslöser	2.4.26	35
unabhängige Handbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.15	33

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

unabhängige Kraftbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.16	33
unbeeinflusste Einschwingspannung (eines Stromkreises)	2.5.37	43
unbeeinflusster Ausschaltstrom (für einen Pol eines Schaltgeräts oder einer Sicherung)	2.5.10	38
unbeeinflusster Einschaltstrom (für einen Pol eines Schaltgeräts)	2.5.9	38
unbeeinflusster Stoßstrom	2.5.6	38
unbeeinflusster Strom (in einem Stromkreis in Bezug auf ein Schaltgerät oder eine Sicherung)	2.5.5	37
unbeeinflusster symmetrischer Strom (eines Wechselstromkreises)	2.5.7	38
Universalklemme	2.3.25.1	29
Universalklemmstelle	2.3.26.1	30
Unterspannungsrelais oder -auslöser	2.4.34	36
unverzögertes Relais oder unverzögerter Auslöser	2.4.24	35
unvorbereiteter Leiter	2.3.27	30
V		
Verbindungsmaterial	2.3.22	29
Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI)	2.5.65	47
Verriegelungseinrichtung	2.3.21	29
Verschmutzung	2.5.57	46
Verschmutzungsgrad (der Umgebung)	2.5.58	46
vorbereiteter Leiter	2.3.28	30
Vor-Ort-Steuerung	2.4.6	32
W		
Weg (eines mechanischen Schaltgeräts oder eines Teils desselben)	2.4.19	34
Wiedereinschaltsperr	2.3.20	28
wiederkehrende Dauergleichspannung	2.5.36	43
wiederkehrende Spannung	2.5.33	42
Z		
Zeit-Strom-Kennlinie	2.5.20	40
zeitweilige Überspannung	2.5.53	45
Zwangsführung	2.4.11	33
Zwangsöffnung (eines mechanischen Schaltgeräts)	2.4.10	32

2.1 Allgemeine Begriffe

2.1.1

Schalt- und Steuergeräte

en: switchgear and controlgear

fr: appareillage

allgemeiner Begriff, der Schaltgeräte und deren Kombination mit zugehörigen Steuer-, Mess-, Schutz- und Regeleinrichtungen sowie Baugruppen aus derartigen Geräten und Einrichtungen mit den dazugehörigen Verbindungen, Zubehörteilen, Gehäusen und tragenden Gerüsten umfasst

[IEV 441-11-01]

2.1.2

Schaltgeräte

en: switchgear

fr: appareillage de connexion

allgemeiner Begriff, der Schaltgeräte und deren Kombination mit zugehörigen Steuer-, Mess-, Schutz- und Regeleinrichtungen sowie Baugruppen aus derartigen Geräten und Einrichtungen mit den dazugehörigen Verbindungen, Zubehörteilen, Gehäusen und tragenden Gerüsten umfasst, die hauptsächlich für Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Umwandlung von elektrischer Energie eingesetzt werden

[IEV 441-11-02]

2.1.3

Steuergeräte

en: controlgear

fr: appareillage de commande

allgemeiner Begriff, der Schaltgeräte und deren Kombination mit zugehörigen Steuer-, Mess-, Schutz- und Regeleinrichtungen sowie Baugruppen aus derartigen Geräten und Einrichtungen mit den dazugehörigen Verbindungen, Zubehörteilen, Gehäusen und tragenden Gerüsten umfasst, die hauptsächlich der Steuerung von elektrischen Energieverbrauchsgeräten dienen

[IEV 441-11-03]

2.1.4

Überstrom

en: over-current

fr: surintensité

Strom, der den Bemessungsstrom überschreitet

[IEV 441-11-06]

2.1.5

Kurzschluss

en: short-circuit

fr: court-circuit

zufällige oder beabsichtigte leitende Verbindung zwischen zwei oder mehr leitenden Teilen, die dazu führt, dass die elektrischen Spannungsunterschiede zwischen diesen Teilen gegen null gehen

[IEV 151-12-04]

2.1.6

Kurzschlussstrom

en: short-circuit current

fr: courant de court-circuit

Überstrom, der bei einem Kurzschluss infolge eines Fehlers oder einer falschen Verbindung in einem elektrischen Stromkreis auftritt

[IEV 441-11-07]

2.1.7

Überlast

en: overload

fr: surcharge

Betriebsbedingungen in einem elektrisch fehlerfreien Stromkreis, die einen Überstrom verursachen

[IEV 441-11-08]

2.1.8

Überlaststrom

en: overload current

fr: courant de surcharge

Überstrom, der in einem elektrisch fehlerfreien Stromkreis auftritt

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.1.9

Umgebungstemperatur

en: ambient air temperature

fr: température de l'air ambiant

die unter festgelegten Bedingungen bestimmte Temperatur der das vollständige Schaltgerät oder die Sicherung umgebenden Luft

[IEV 441-11-13]

ANMERKUNG Für Schaltgeräte oder Sicherungen, die in ein Gehäuse eingebaut sind, ist es die Temperatur der Luft außerhalb des Gehäuses.

2.1.10

leitfähiges Teil

en: conductive part

fr: partie conductrice

Teil, das Strom leiten kann, auch wenn es nicht zum Übertragen des Betriebsstroms benutzt wird

[IEV 441-11-09]

2.1.11

berührbares (inaktives) leitfähiges Teil (Körper)

en: exposed conductive part

fr: partie conductrice accessible

leitfähiges Teil, das ohne Weiteres berührt werden kann und üblicherweise nicht unter Spannung steht, das aber im Störfall Spannung führen kann

[IEV 441-11-10]

ANMERKUNG Übliche berührbare (inaktive) leitfähige Teile sind Gehäusewandungen, Bedienungsgriffe usw.

2.1.12

fremdes leitfähiges Teil

en: extraneous conductive part

fr: élément conducteur

leitfähiges Teil, das nicht Teil der elektrischen Anlage ist, das jedoch ein elektrisches Potential, im Allgemeinen das Erdpotential, zuführen kann

[IEV 826-03-03]

2.1.13

aktives Teil

en: live part

fr: partie active

jeder Leiter oder jedes leitfähige Teil, das dazu bestimmt ist, bei ungestörtem Betrieb unter Spannung zu stehen, einschließlich des Neutralleiters, aber vereinbarungsgemäß nicht der PEN-Leiter

[IEV 826-03-01]

ANMERKUNG Diese Definition besagt nicht unbedingt, dass das Risiko eines elektrischen Schlags besteht.

2.1.14

Schutzleiter (PE)

en: protective conductor (symbol PE)

fr: conducteur de protection (symbole PE)

Leiter, der für einige Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag erforderlich ist, um die elektrische Verbindung folgender Teile herzustellen:

- Körper der elektrischen Betriebsmittel,
- fremde leitfähige Teile,
- Haupterdungsklemme,
- Erder,
- geerdeter Punkt der Stromquelle oder künstlicher Sternpunkt

[IEV 826-04-05]

2.1.15

Neutralleiter (N)

en: neutral conductor (symbol N)

fr: conducteur neutre (symbole N)

ein mit dem Mittelpunkt bzw. Sternpunkt des Systems verbundener Leiter, der geeignet ist, zur Übertragung elektrischer Energie beizutragen

[IEV 826-01-03]

ANMERKUNG In einigen Fällen dürfen die Funktionen von Neutralleiter und Schutzleiter unter bestimmten Bedingungen in ein und demselben Leiter kombiniert werden, der dann PEN-Leiter genannt wird (Kurzzeichen PEN).

2.1.16

Gehäuse

en: enclosure

fr: enveloppe

Teil, das eine festgelegte Schutzart für die Einbauten gegen bestimmte äußere Einwirkungen und eine festgelegte Schutzart gegen Annäherung an oder Berührung von aktiven und sich bewegenden Teilen bietet

ANMERKUNG Diese Definition ist ähnlich der in IEV 441-13-01, die für Schaltanlagen gilt.

2.1.17

integriertes Gehäuse

en: integral enclosure

fr: enveloppe intégrée

Gehäuse, das Konstruktionselement eines Geräts ist

2.1.18

Gebrauchskategorie (eines Schaltgeräts oder einer Sicherung)

en: utilization category (for a switching device or a fuse)

fr: catégorie d'emploi (pour un appareil de connexion ou un fusible)

eine Kombination festgelegter Anforderungen, die unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen eines Schaltgeräts oder einer Sicherung ausgewählt wurde, um einer wesentlichen Gruppe praktischer Anwendungsfälle zu entsprechen

[IEV 441-17-19]

ANMERKUNG Hierzu dürfen z. B. Einschaltvermögen (falls zutreffend), Ausschaltvermögen und andere kennzeichnende Merkmale, die Daten der zugehörigen Stromkreise, die entsprechenden Bedingungen für die Anwendung und das Betriebsverhalten gehören.

2.1.19

Trennen (Trennfunktion)

en: isolation (isolating function)

fr: sectionnement (fonction de)

Funktion zur Abschaltung der Spannungsversorgung der gesamten Anlage oder eines Anlageteils, wobei die Anlage oder der Anlagenteil aus Sicherheitsgründen von jeglicher elektrischer Energiequelle getrennt wird

2.1.20

elektrischer Schlag

en: electric shock

fr: choc électrique

pathophysiologischer Effekt, ausgelöst von einem elektrischen Strom, der den menschlichen Körper oder den Körper eines Tiers durchfließt

[IEV 826-03-04]

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.1.21

Hersteller

en: manufacturer

fr: constructeur

im Sinne dieser Norm jede Person, Firma oder Organisation mit der endgültigen Verantwortung für Folgendes:

- den Nachweis der Übereinstimmung mit der/den entsprechenden Norm(en) zu erbringen,
- die Produktinformation nach [Abschnitt 5](#) bereitzustellen

ANMERKUNG Zum Beispiel, im Fall von „Protected starters“, die nach der Anleitung der Einzelgerätehersteller zusammengebaut werden, ist der Hersteller der Funktionseinheit, der sie zusammengebaut hat.

2.2 Schaltgeräte

2.2.1

Schaltgerät

en: switching device

fr: appareil de connexion

Gerät zum Einschalten oder Ausschalten eines Stroms in einem oder mehreren Stromkreisen

[IEV 411-14-01]

ANMERKUNG Ein Schaltgerät darf eine oder beide Funktionen erfüllen.

2.2.2

mechanisches Schaltgerät

en: mechanical switching device

fr: appareil mécanique de connexion

Schaltgerät zum Schließen und Öffnen eines oder mehrerer Stromkreise durch Bewegen von Kontakten

[IEV 441-14-02]

ANMERKUNG Ein mechanisches Schaltgerät darf nach dem Medium, in dem sich seine Kontakte öffnen und schließen, benannt werden, z. B. Luft-, SF₆-, Ölschalter.

2.2.3

Halbleiterschaltgerät

en: semiconductor switching device

fr: appareil de connexion à semiconducteurs

Schaltgerät zum Einschalten und/oder Ausschalten des Stroms im Stromkreis durch die gesteuerte Leitfähigkeit eines Halbleiters

ANMERKUNG Diese Definition weicht von IEC 441-14-03 ab, da Halbleiterschaltgeräte auch für das Ausschalten des Stroms ausgelegt sind.

2.2.4

Sicherung

en: fuse

fr: coupe-circuit à fusibles (fusible)

Gerät, das durch Abschmelzen eines oder mehrerer seiner hierfür bestimmten und ausgelegten Teile den Stromkreis, in den es eingefügt ist, öffnet, indem es den Strom ausschaltet, wenn dieser über eine ausreichend lange Zeit einen gegebenen Wert überschreitet. Die Definition Sicherung umfasst alle Teile, die das vollständige Gerät bilden.

[IEV 441-18-01]

2.2.5

Sicherungseinsatz

en: fuse-link

fr: Élément de remplacement

der Teil einer Sicherung, der den (die) Schmelzleiter enthält und der dazu bestimmt ist, ersetzt zu werden, wenn die Sicherung ausgeschaltet hat

[IEV 441-18-09]

2.2.6

Schmelzleiter

en: fuse-element

fr: Élément fusible

Teil eines Sicherungseinsatzes, dazu bestimmt, unter Einwirkung eines Stroms, welcher einen bestimmten Wert über eine bestimmte Zeit übersteigt, abzuschmelzen

[IEV 441-18-08]

2.2.7

Schalter-Sicherungs-Einheit

en: fuse-combination unit

fr: combiné-fusibles

Kombination eines mechanischen Schaltgeräts mit einer oder mehreren Sicherungen zu einer baulichen Einheit, die vom Hersteller oder nach seinen Anweisungen zusammgebaut ist

[IEV 441-14-04]

2.2.8

Trennschalter

en: disconnecter

fr: sectionneur

mechanisches Schaltgerät, das in geöffneter Stellung den für die Trennfunktion festgelegten Anforderungen entspricht

ANMERKUNG Diese Definition weicht von IEV 441-14-05 ab, da die Anforderungen für Trennfunktion nicht nur auf der Trennstrecke basieren.

2.2.9

Lastschalter (mechanisch)

en: switch (mechanical)

fr: interrupteur (mécanique)

mechanisches Schaltgerät, das Ströme unter üblichen Bedingungen im Stromkreis einschließlich einer angegebenen betriebsmäßigen Überlast einschalten, führen und ausschalten und auch unter angegebenen außergewöhnlichen Bedingungen wie Kurzschluss während einer festgelegten Zeit führen kann

[IEV 441-14-10]

ANMERKUNG Ein Lastschalter darf ein Kurzschlusseinschaltvermögen, muss jedoch kein Kurzschlussausschaltvermögen haben.

2.2.10

Lasttrennschalter

en: switch-disconnector

fr: interrupteur-sectionneur

Lastschalter, der in der offenen Stellung die für einen Trennschalter festgelegten Anforderungen erfüllt

[IEV 441-14-12]

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.2.11

Leistungsschalter

en: circuit-breaker

fr: disjoncteur

mechanisches Schaltgerät, das Ströme unter Betriebsbedingungen im Stromkreis einschalten, führen und ausschalten kann sowie auch Ströme unter festgelegten außergewöhnlichen Bedingungen wie Kurzschluss einschalten, während einer festgelegten Zeit führen und ausschalten kann

[IEV 441-14-20]

2.2.12

Schütz (mechanisch)

en: contactor (mechanical)

fr: contacteur (mécanique)

mechanisches Schaltgerät mit nur einer Ruhestellung, das nicht von Hand betätigt wird und Ströme unter Betriebsbedingungen im Stromkreis einschließlich betrieblicher Überlast einschalten, führen und ausschalten kann

[IEV 441-14-33]

2.2.13

Halbleiterschütz

en: semiconductor contactor (solid state contactor)

fr: contacteur à semi-conducteurs (contacteur statique)

Gerät mit der Funktion eines Schützes unter Verwendung eines Halbleiterschaltgeräts

ANMERKUNG Ein Halbleiterschütz darf auch mechanische Schaltgeräte enthalten.

2.2.14

Hilfsschütz

en: contactor relay

fr: contacteur auxiliaire

Schütz für den Einsatz als Hilfsstromschalter

[IEV 441-14-35]

2.2.15

Starter

en: starter

fr: démarreur

Kombination aller zum Ingang- und Stillsetzen eines Motors erforderlichen Geräte in Verbindung mit geeignetem Überlastschutz

[IEV 441-14-38]

ANMERKUNG Starter dürfen nach der Art benannt werden, wie die Kraft für das Schließen der Hauptkontakte erzeugt wird.

2.2.16

Steuergerät

en: control circuit device

fr: appareil pour circuit de commande

elektrisches Gerät zur Steuerung, Meldung, Verriegelung usw. von Schalt- und Steuergeräten

ANMERKUNG Steuergeräte dürfen Geräte umfassen, die in anderen Normen behandelt werden, wie Messgeräte, Potentiometer, Relais, soweit diese für die festgelegten Zwecke verwendet werden.

2.2.17

Hilfsstromschalter (für Steuer- und Hilfsstromkreise)

en: control switch (for control and auxiliary circuits)

fr: auxiliaire de commande (pour circuits de commande et auxiliaires)

mechanisches Schaltgerät, das die Betätigung von Schalt- oder Steuergeräten steuert, einschließlich Meldung, elektrischer Verriegelung usw.

[IEV 441-14-46]

ANMERKUNG Ein Hilfsstromschalter besteht aus einem oder mehreren Kontaktelementen mit einem gemeinsamen Betätigungssystem.

2.2.18

Hilfsstromschalter als Begrenzer, Regler, Wächter

en: pilot switch

fr: auxiliaire automatique de commande

nicht handbetätigter Hilfsstromschalter, der unter festgelegten Bedingungen von einer physikalischen Eingangsgröße betätigt wird

[IEV 441-14-48]

ANMERKUNG Die physikalische Eingangsgröße darf Druck, Temperatur, Geschwindigkeit, Flüssigkeitspegel, Zeitablauf usw. sein.

2.2.19

Drucktaster

en: push-button

fr: bouton-poussoir

Hilfsstromschalter mit Kraftspeicherrückstellung (Feder) und einem Bedienteil, das durch eine von einem Menschen aufgebrachte Kraft betätigt wird, im Allgemeinen durch einen Finger oder die Handfläche

[IEV 441-14-53]

2.2.20

Reihenklemme

en: terminal block

fr: bloc de jonction

isolierendes Teil mit einer oder mehreren gegeneinander isolierten Anschlussklemmen zur Montage auf einem Träger

2.2.21

Kurzschlusschutzeinrichtung (SCPD)

en: short-circuit protective device (SCPD)

fr: dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)

Gerät, das einen Stromkreis oder Teile eines Stromkreises vor einem Kurzschlussstrom durch Ausschalten des Kurzschlussstroms schützt

2.2.22

Überspannungsableiter

en: surge arrester

fr: parafoudre

Gerät zum Schutz elektrischer Einrichtungen vor Stoßüberspannungen und zur Begrenzung der Dauer und häufig auch der Höhe des Folgestroms

[IEV 604-03-51]

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.3 Teile von Schaltgeräten

2.3.1

Pol eines Schaltgeräts

en: pole of a switching device

fr: pôle d'un appareil de connexion

Teil eines Schaltgeräts, der ausschließlich zu einem der elektrisch getrennten Strompfade des Hauptstromkreises gehört, ohne jene Teile, die der gemeinsamen Befestigung und Betätigung aller Pole dienen

[IEV 441-15-01]

ANMERKUNG Hat ein Schaltgerät nur einen Pol, so heißt es einpolig. Besteht es aus mehr als einem Pol, so darf es mehrpolig (zweipolig, dreipolig usw.) genannt werden, vorausgesetzt, die Pole sind zur gemeinsamen Betätigung gekuppelt oder können gekuppelt werden.

2.3.2

Hauptstromkreis (eines Schaltgeräts)

en: main circuit (of a switching device)

fr: circuit principal (d'un appareil de connexion)

alle leitfähigen Teile eines Schaltgeräts, die zu dem Stromkreis gehören, der ein- und ausgeschaltet werden soll

[IEV 441-15-02]

2.3.3

Steuerstromkreis (eines Schaltgeräts)

en: control circuit (of a switching device)

fr: circuit de commande (d'un appareil de connexion)

alle leitfähigen Teile eines Schaltgeräts (sofern sie nicht Teil des Hauptstromkreises sind), die zu einem Stromkreis gehören, der dazu verwendet wird, das Schließen und/oder Öffnen des Geräts zu steuern

[IEV 441-15-03]

2.3.4

Hilfsstromkreis (eines Schaltgeräts)

en: auxiliary circuit (of a switching device)

fr: circuit auxiliaire (d'un appareil de connexion)

alle leitfähigen Teile eines Schaltgeräts, die zu anderen Stromkreisen als dem Hauptstromkreis und den Steuerstromkreisen des Geräts gehören

[IEV 441-15-04]

ANMERKUNG Manche Hilfsstromkreise erfüllen zusätzliche Funktionen wie Meldung, Verriegelung usw. und dürfen so Teile des Steuerstromkreises eines anderen Schaltgeräts sein.

2.3.5

Kontakt (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: contact (of a mechanical switching device)

fr: contact (d'un appareil mécanique de connexion)

leitfähige Teile, die dazu bestimmt sind, elektrischen Durchgang herzustellen, wenn sie einander berühren, und die infolge ihrer relativen Bewegung während des Schaltens einen Stromkreis öffnen oder schließen oder bei Gelenk- oder Gleitkontakten elektrischen Durchgang aufrechterhalten

[IEV 441-15-05]

2.3.6

Kontaktstück

en: contact piece

fr: pièce de contact

eines der leitfähigen Teile, aus denen ein Kontakt besteht

[IEV 441-15-06]

2.3.7

Hauptkontakt

en: main contact

fr: contact principal

Kontakt im Hauptstromkreis eines mechanischen Schaltgeräts, der in der geschlossenen Stellung den Strom des Hauptstromkreises führen soll

[IEV 441-15-07]

2.3.8

Lichtbogenkontakt (Abbrennkontakt)

en: arcing contact

fr: contact d'arc

Kontakt, an dem sich der Lichtbogen bilden soll

[IEV 441-15-08]

ANMERKUNG Ein Lichtbogenkontakt darf als Hauptkontakt dienen. Er darf ein eigener Kontakt sein, der so ausgebildet ist, dass er sich nach anderen Kontakten, die er vor Beschädigung schützen soll, öffnet und vor diesen schließt.

2.3.9

Steuerkontakt

en: control contact

fr: contact de commande

Kontakt, der im Steuerstromkreis eines mechanischen Schaltgeräts liegt und von diesem mechanisch betätigt wird

[IEV 441-15-09]

2.3.10

Hilfskontakt

en: auxiliary contact

fr: contact auxiliaire

Kontakt, der in einem Hilfsstromkreis liegt und mechanisch vom Schaltgerät betätigt wird

[IEV 441-15-10]

2.3.11

Hilfsschalter (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: auxiliary switch (of a mechanical switching device)

fr: interrupteur auxiliaire (d'un appareil mécanique de connexion)

Schalter, der einen oder mehrere Steuer- und/oder Hilfskontakte besitzt und mechanisch von einem Schaltgerät betätigt wird

[IEV 441-15-11]

2.3.12

Schließer, „a“-Kontakt

en: „a“-contact – make contact

fr: contact à fermeture, contact „a“

Steuer- oder Hilfskontakt, der geschlossen ist, wenn die Hauptkontakte des mechanischen Schaltgeräts geschlossen sind, und offen, wenn diese offen sind

[IEV 441-15-12]

2.3.13

Öffner, „b“-Kontakt

en: „b“-contact – break contact

fr: contact à ouverture, contact „b“

Steuer- oder Hilfskontakt, der offen ist, wenn die Hauptkontakte des mechanischen Schaltgeräts geschlossen sind, und geschlossen, wenn diese offen sind

[IEV 441-15-13]

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.3.14

Relais (elektrisches)

en: relay (electrical)
fr: relais (électrique)

Gerät, um plötzliche, vorherbestimmte Veränderungen in einem oder mehreren elektrischen Ausgangskreisen herzustellen, wenn bestimmte Bedingungen im elektrischen Eingangskreis auftreten, die das Gerät steuern

[IEV 446-11-01]

2.3.15

Auslöser (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: release (of a mechanical switching device)
fr: déclencheur (d'un appareil mécanique de connexion)

mechanisch mit einem mechanischen Schaltgerät verbundene Einrichtung, die die Verklüpfung löst und das Öffnen oder Schließen des Schaltgeräts freigibt

[IEV 441-15-17]

ANMERKUNG Auslöser können unverzögert, verzögert usw. arbeiten. Die verschiedenen Auslösearten sind in [2.4.24](#) bis [2.4.35](#) definiert.

2.3.16

Betätigungssystem (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: actuating system (of a mechanical switching device)
fr: mécanisme transmetteur (d'un appareil mécanique de connexion)

alle Elemente eines mechanischen Schaltgeräts, die die Betätigungskraft auf die Kontaktstücke übertragen

ANMERKUNG Das Betätigungssystem darf mechanisch, elektromagnetisch, hydraulisch, pneumatisch, thermisch usw. arbeiten.

2.3.17

Bedienteil

en: actuator
fr: organe de commande

der Teil des Betätigungssystems, auf den von außen eine Betätigungskraft aufgebracht wird

[IEV 441-15-22]

ANMERKUNG Das Bedienteil darf ein Handgriff, ein Knopf, eine Taste, eine Rolle, ein Stößel usw. sein.

2.3.18

Schaltstellungsanzeiger

en: position indicating device
fr: indicateur de position

Teil eines mechanischen Schaltgeräts, das anzeigt, ob sich das Schaltgerät in der offenen, geschlossenen oder – falls zutreffend – in der Erdungsstellung befindet

[IEV 441-15-25]

2.3.19

Leuchtmelder

en: indicator light
fr: voyant lumineux

Lichtsignal, das durch Aufleuchten oder Erlöschen einen Zustand meldet

2.3.20

Wiedereinschaltsperr

en: anti-pumping device
fr: dispositif d'antipompage

Einrichtung, die das Wiedereinschalten nach einer EIN-AUS-Schaltung bei anstehendem EIN-Befehl verhindert

[IEV 441-16-48]

2.3.21

Verriegelungseinrichtung

en: interlocking device

fr: dispositif de verrouillage

Einrichtung, die das Betätigen eines Schaltgeräts von der Stellung oder der Betätigung eines oder mehrerer anderer Betriebsmittel abhängig macht

[IEV 441-16-49]

2.3.22

Verbindungsmaterial

en: connecting device

fr: dispositif de connexion

Betriebsmittel für den elektrischen Anschluss von einem (oder mehreren) Leiter(n), bestehend aus einer (oder mehreren) Klemme(n). Es ist entweder auf einer Befestigungsaufgabe fixiert oder ist integrierter Bestandteil eines Geräts.

[IEC 60999-1:1999, 3.3]

2.3.23

Klemme

en: terminal

fr: borne

leitender Teil eines Pols eines Geräts zum Zweck des elektrischen Anschlusses an einen externen Stromkreis, bestehend aus einer oder mehreren Klemmstelle(n) und gegebenenfalls der Isolierung

[IEC 60999-1:1999, 3.2, modifiziert]

2.3.24

Schraubklemme

en: screw-type terminal

fr: borne à vis

Klemme für den Anschluss und die Trennung von Leitern oder für die Verbindung von zwei oder mehr Leitern, wobei die Verbindung direkt oder indirekt durch Schrauben oder Muttern aller Art erfolgt

ANMERKUNG Beispiele siehe [Anhang D](#).

2.3.25

schraubenlose Klemme

en: screwless-type terminal

fr: borne sans vis

Klemme für den Anschluss und die Trennung von Leitern oder für die Verbindung von zwei oder mehr Leitern, wobei die Verbindung direkt oder indirekt durch Federn, Keile, Exzenter, Kegel usw. erfolgt

ANMERKUNG Beispiele siehe [Anhang D](#).

2.3.25.1

Universalklemme

en: universal terminal

fr: borne universelle

Klemme für das Anschließen und Lösen aller Leiterarten (starr und flexibel)

[IEC 60998-2-2:2002, 3.101.1]

2.3.25.2

Spezialklemme

en: non-universal terminal

fr: borne non universelle

Klemme für das Anschließen und Lösen eines bestimmten Leiters (z. B. nur eindrähtige Leiter oder nur starre (ein- und mehrdrähtige) Leiter)

[IEC 60998-2-2:2002, 3.101.2]

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.3.25.3

Steckklemme

en: push-wire terminal
fr: borne pousse-fil

Spezialklemme, in der der Anschluss durch Stecken von starren (ein- oder mehrdrähtigen) Leitern erfolgt

[IEC 60998-2-2:2002, 3.101.3]

2.3.26

Klemmstelle

en: clamping unit
fr: organe de serrage

Teil (Teile) einer Klemme, der (die) für die mechanische Klemmung und den elektrischen Anschluss des Leiters (der Leiter) notwendig ist (sind), einschließlich der Teile, die erforderlich sind, um den ordnungsgemäßen Kontaktdruck sicherzustellen

[IEC 60999-1:1999, 3.1]

2.3.26.1

Universalklemmstelle

en: universal clamping unit
fr: organe de serrage universel

Klemmstelle für alle Arten von Leitern

2.3.26.2

Spezialklemmstelle

en: non-universal clamping unit
fr: organe de serrage non universel

Klemmstelle, vorgesehen nur für bestimmte Arten von Leitern, z. B.:

- Steckklemmstelle nur für eindrätige Leiter,
- Steckklemmstelle nur für starre (eindrätige oder mehrdrätige) Leiter

ANMERKUNG Für Steckklemmen wird die Verbindung durch einfaches Einschieben von eindrätigen Leitern hergestellt (siehe [7.1.8.1](#)).

2.3.27

unvorbereiteter Leiter

en: unprepared conductor
fr: conducteur non préparé

Leiter, an dessen abgeschnittenem Ende vor dem Einführen in eine Klemme die Isolierung entfernt worden ist

ANMERKUNG Ein Leiter, dessen Form für die Einführung in eine Klemme hergerichtet wird oder dessen Adern zur Verfestigung des Endes verdreht werden, wird als unvorbereiteter Leiter angesehen.

2.3.28

vorbereiteter Leiter

en: prepared conductor
fr: conducteur préparé

Leiter, dessen Adern verlötet sind oder dessen Ende mit einem Kabelschuh, einer Öse usw. versehen ist

2.3.29

Mehrfinger-Kontaktsystem

en: multiple Tapp contact system
fr: système de contact à points multiples

Kontaktsystem, bestehend aus mehreren Kontaktstellen je Pol, die in Reihe und/oder parallel geschaltet werden können

2.3.30

Mindestquerschnitt

en: minimum cross-section

fr: section minimale

Mindestquerschnitt, der vom Hersteller für eine Klemme als geeignet angegeben ist

ANMERKUNG Der Hersteller kann, abhängig von der Art des Leiters, mehrere Mindestquerschnitte angeben, z. B. starr, mehrdrähtig, flexibel, mit oder ohne Aderendhülse.

2.3.31

Maximalquerschnitt

en: maximum cross-section

fr: section maximale

Maximalquerschnitt, der vom Hersteller für eine Klemme als geeignet angegeben ist

ANMERKUNG 1 Der Hersteller kann mehrere Maximalquerschnitte angeben, abhängig von der Art des Leiters, z. B. starr, mehrdrähtig, flexibel, mit oder ohne Aderendhülse.

ANMERKUNG 2 Die Begriffe „Bemessungsquerschnitt“, verwendet in IEC 60947-7-1 und in IEC 60999-2, und „Bemessungsanschlussvermögen“ einer Klemmstelle, verwendet in IEC 60999-1, werden als gleichwertig erachtet, wenn sie sich auf bestimmte thermische und elektrische Anforderungen beziehen, wie vom Hersteller angegeben und in der entsprechenden Produktnorm festgelegt.

2.3.32

elektronisch gesteuerter Elektromagnet

en: électro-aimant commandé électroniquement

fr: électro-aimant commandé électroniquement

Elektromagnet, in dem die Spule durch einen Schaltkreis mit aktiven elektronischen Komponenten gesteuert wird

2.4 Betätigung von Schaltgeräten

2.4.1

Betätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: operation (of a mechanical switching device)

fr: manœuvre (d'un appareil mécanique de connexion)

Übergang der (des) sich bewegenden Kontakte(s) von einer Schaltstellung in eine benachbarte

[IEV 441-16-01]

ANMERKUNG 1 Bei einem Leistungsschalter ist dies entweder Schließen oder Öffnen.

ANMERKUNG 2 Ist eine Unterscheidung notwendig, kann Schalten im elektrischen Sinne, z. B. Ein- oder Ausschalten, als „Schaltvorgang“ und Betätigen im mechanischen Sinne, z. B. Schließen oder Öffnen, als „Schaltbewegung“ bezeichnet werden.

2.4.2

Schaltspiel (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: operating cycle (of a mechanical switching device)

fr: cycle de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)

Folge von Betätigungen von einer Schaltstellung in eine andere und zurück zur Ausgangsstellung, wobei, falls vorhanden, alle Zwischenstellungen durchlaufen werden

[IEV 441-16-02]

2.4.3

Schaltfolge (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: operating sequence (of a mechanical switching device)

fr: séquence de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)

Folge von festgelegten Betätigungen in festgelegten Zeitabständen

[IEV 441-16-03]

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.4.4

Handsteuerung

en: manual control

fr: commande manuelle

Steuerung einer Betätigung durch menschliches Eingreifen

[IEV 441-16-04]

2.4.5

automatische Steuerung

en: automatic control

fr: commande automatique

Steuerung einer Betätigung ohne menschliches Eingreifen, abhängig vom Auftreten vorher festgelegter Bedingungen

[IEV 441-16-05]

2.4.6

Vor-Ort-Steuerung

en: local control

fr: commande directe

Steuerung einer Betätigung am zu steuernden Schaltgerät oder in dessen Nähe

[IEV 441-16-06]

2.4.7

Fernsteuerung

en: remote control

fr: commande à distance, télécommande

Steuerung einer Betätigung von einer Stelle fern vom zu steuernden Schaltgerät

[IEV 441-16-07]

2.4.8

Schließen (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: closing operation (of a mechanical switching device)

fr: manœuvre de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)

Betätigung, durch die das mechanische Schaltgerät aus der offenen in die geschlossene Stellung gebracht wird

[IEV 441-16-08]

2.4.9

Öffnen (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: opening operation (of a mechanical switching device)

fr: manœuvre d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

Betätigung, durch die das mechanische Schaltgerät aus der geschlossenen in die offene Stellung gebracht wird

[IEV 441-16-09]

2.4.10

Zwangsöffnung (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: positive opening operation (of a mechanical switching device)

fr: manœuvre positive d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

Öffnungsbewegung, die nach festgelegten Bedingungen sicherstellt, dass alle Hauptkontakte in offener Stellung sind, wenn sich das Bedienteil in der Stellung befindet, die der Offenstellung des Schaltgeräts entspricht

[IEV 441-16-11]

2.4.11

Zwangsführung

en: positively driven operation

fr: manœuvre effectuée positivement

Schaltbewegung, bei der nach festgelegten Bedingungen sichergestellt ist, dass sich die Hilfskontakte eines mechanischen Schaltgeräts stets in der jeweiligen Schaltstellung befinden, die der offenen oder der geschlossenen Stellung der Hauptkontakte entspricht

[IEV 441-16-12]

2.4.12

abhängige Handbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: dependent manual operation (of a mechanical switching device)

fr: manœuvre dépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)

Betätigung ausschließlich durch derart direkt angewandte menschliche Kraft, dass Geschwindigkeit und Kraft der Betätigung vom Handeln des Bedienenden abhängen

[IEV 441-16-13]

2.4.13

abhängige Kraftbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: dependent power operation (of a mechanical switching device)

fr: manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure (d'un appareil mécanique de connexion)

Betätigung durch andere als menschliche Kraft, bei der die Vollendung der Betätigung von der Kontinuität der Energiezufuhr (zu Magnetspulen, Elektromotoren, Druckluftantrieben usw.) abhängt

[IEV 441-16-14]

2.4.14

Kraftspeicherbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: stored energy operation (of a mechanical switching device)

fr: manœuvre à accumulation d'énergie (d'un appareil mécanique de connexion)

Betätigung durch Energie, die vor der Vollendung der Schaltbewegung im Antrieb selbst gespeichert wird und ausreicht, diese unter den vorgegebenen Bedingungen zu beenden

[IEV 441-16-15]

ANMERKUNG Bei dieser Betätigung/Schaltung wird unterschieden nach Art

- 1) der Energiespeicherung (Feder, Gewicht usw.),
- 2) der Energiequelle (von Hand, elektrisch usw.),
- 3) der Energiefreigabe (von Hand, elektrisch usw.).

2.4.15

unabhängige Handbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: independent manual operation (of a mechanical switching device)

fr: manœuvre indépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)

Kraftspeicherbetätigung, bei der die Energie von Hand aufgebracht, in einem Zug gespeichert und freigegeben wird, so dass Geschwindigkeit und Kraft der Betätigung vom Handeln des Bedienenden unabhängig sind

[IEV 441-16-16]

2.4.16

unabhängige Kraftbetätigung (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: independent power operation (of a mechanical switching device)

fr: manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure (d'un appareil mécanique de connexion)

Kraftspeicherbetätigung, bei der die gespeicherte Energie von einer externen Kraftquelle aufgebracht und in einem Zug freigegeben wird, so dass Geschwindigkeit und Kraft der Betätigung vom Verhalten der Kraftquelle unabhängig sind

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.4.17

Betätigungskraft (-moment)

en: actuating force (moment)

fr: effort (moment) de commande

auf ein Bedienteil auszuübende Kraft (Moment), die (das) zur Durchführung der vorgesehenen Betätigung notwendig ist

[IEV 441-16-17]

2.4.18

Rückstellkraft (-moment)

en: restoring force (moment)

fr: effort (moment) de rappel

Kraft (Moment), die (das) der Rückstellung eines Bedienteils oder eines Kontaktelements in seine Ausgangsposition dient

[IEV 441-16-19]

2.4.19

Weg (eines mechanischen Schaltgeräts oder eines Teils desselben)

en: travel (of a mechanical switching device or a part there-of)

fr: course (pour un appareil mécanique de connexion ou une partie de celui-ci)

zurückgelegte Entfernung (geradlinig oder kreisförmig) eines Punkts auf einem bewegbaren Teil

[IEV 441-16-21]

ANMERKUNG Man darf unterscheiden zwischen Vorlauf, Nachlauf usw.

2.4.20

geschlossene Stellung (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: closed position (of a mechanical switching device)

fr: position de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)

Schaltstellung, in der die vorgesehene leitende Verbindung des Hauptstromkreises des Schaltgeräts gesichert ist

[IEV 441-16-22]

2.4.21

offene Stellung (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: open position (of a mechanical switching device)

fr: position d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

Schaltstellung, in der die festgelegte Spannungsfestigkeit zwischen den offenen Kontakten des Hauptstromkreises des Schaltgeräts erfüllt ist

ANMERKUNG Diese Definition weicht von IEV 441-16-23 ab, um den Anforderungen an die Isolationseigenschaften zu genügen.

2.4.22

Auslösung (Auslösevorgang)

en: tripping (operation)

fr: déclenchement (manœuvre de)

Öffnen eines mechanischen Schaltgeräts durch einen Auslöser oder ein Relais

2.4.23

Freiauslösung (mechanisches Schaltgerät mit Freiauslösung)

en: trip-free mechanical switching device

fr: appareil mécanique de connexion à déclenchement libre

mechanisches Schaltgerät, dessen sich bewegende Kontakte in die offene Stellung zurückkehren und darin verharren, wenn das Öffnen (d. h. Auslösen) nach Beginn des Schließens eingeleitet wird, auch dann, wenn der Schließbefehl aufrechterhalten bleibt

ANMERKUNG 1 Um ein einwandfreies Unterbrechen des Stroms, der möglicherweise schon zu fließen begonnen hat, sicherzustellen, kann es nötig sein, dass die Kontakte kurzzeitig die geschlossene Stellung erreichen.

ANMERKUNG 2 Der Wortlaut des IEC 441-16-31 wurde durch „(d. h. Auslösen)“ ergänzt, da das Öffnen eines mechanischen Schaltgeräts mit Freiauslösung automatisch abläuft.

2.4.24

unverzögertes Relais oder unverzögerter Auslöser

en: instantaneous relay or release

fr: relais ou déclencheur instantané

Relais oder Auslöser, das/der ohne beabsichtigte Verzögerung anspricht

2.4.25

Überstromrelais oder -auslöser

en: over-current relay or release

fr: relais ou déclencheur à maximum de courant

Relais oder Auslöser, das/der das Öffnen eines mechanischen Schaltgeräts verzögert oder unverzögert freigibt, wenn der Strom in dem Relais oder Auslöser einen vorgegebenen Wert überschreitet

ANMERKUNG Dieser Wert kann in bestimmten Fällen von der Anstiegsgeschwindigkeit des Stroms abhängen.

2.4.26

unabhängig verzögertes/r Überstromrelais oder -auslöser

en: definite time-delay over-current relay or release

fr: relais ou déclencheur à maximum de courant à retard indépendant

Überstromrelais oder -auslöser, das/der mit einer von der Größe des Überstroms unabhängigen Verzögerung arbeitet, die einstellbar sein darf

2.4.27

abhängig verzögertes/r Überstromrelais oder -auslöser

en: inverse time-delay over-current relay or release

fr: relais ou déclencheur à maximum de courant à temps inverse

Überstromrelais oder -auslöser, das/der mit einer Verzögerung anspricht, die mit steigendem Überstrom kleiner wird

ANMERKUNG Ein solcher Auslöser oder ein solches Relais darf so ausgelegt sein, dass sich die Verzögerung bei hohen Überströmen einem bestimmten Kleinstwert nähert.

2.4.28

Primärstromrelais oder -auslöser

en: direct over-current relay or release

fr: relais ou déclencheur direct à maximum de courant

Überstromrelais oder -auslöser, das/der vom Strom in dem Hauptstromkreis eines Schaltgeräts erregt wird

2.4.29

Sekundärstromrelais oder -auslöser

en: indirect over-current relay or release

fr: relais ou déclencheur indirect à maximum de courant

Überstromrelais oder -auslöser, das/der vom Strom in dem Hauptstromkreis eines Schaltgeräts über einen Stromwandler oder einen Nebenwiderstand erregt wird

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.4.30

Überlastrelais oder -auslöser

en: overload relay or release

fr: relais ou déclencheur de surcharge

Überstromrelais oder -auslöser zum Schutz vor Überlastungen

2.4.31

thermisches/r Überlastrelais oder -auslöser

en: thermal overload relay or release

fr: relais ou déclencheur thermique de surcharge

abhängig verzögertes Überlastrelais oder -auslöser, dessen Betätigung (einschließlich seiner Verzögerung) von der Wärmewirkung des im Relais oder Auslöser fließenden Stroms abhängt

2.4.32

magnetisches/r Überlastrelais oder -auslöser

en: magnetic overload relay or release

fr: relais ou déclencheur magnétique de surcharge

Überlastrelais oder -auslöser, dessen Betätigung von der Kraft eines Elektromagneten abhängt, dessen Spule von dem im Hauptstromkreis fließenden Strom erregt wird

ANMERKUNG Ein derartiges Relais oder ein derartiger Auslöser hat üblicherweise eine abhängige Zeitverzögerung.

2.4.33

Spannungsauslöser

en: shunt release

fr: déclencheur shunt

Auslöser, der von einer Spannungsquelle gespeist wird

[IEV 441-16-41]

ANMERKUNG Die Spannungsquelle darf von der Spannung des Hauptstromkreises unabhängig sein.

2.4.34

Unterspannungsrelais oder -auslöser

en: Under-voltage relay or release

fr: relais ou déclencheur à minimum de tension

Relais oder Auslöser, das/der das Öffnen oder Schließen eines mechanischen Schaltgeräts verzögert oder unverzögert freigibt, wenn die Spannung an den Klemmen des Relais oder Auslösers unter einen vorgegebenen Wert sinkt

2.4.35

Rückstromrelais oder -auslöser (nur bei Gleichstrom)

en: reverse current relay or release (d.c. only)

fr: relais ou déclencheur à retour de courant (en courant continu seulement)

Relais oder Auslöser, das/der das Öffnen eines mechanischen Schaltgeräts verzögert oder unverzögert freigibt, wenn der Strom in die umgekehrte Richtung fließt und einen vorgegebenen Wert überschreitet

2.4.36

Ansprechstrom (eines Überstromrelais oder -auslösers)

en: operating current (of an over-current relay or release)

fr: courant de fonctionnement (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant)

Strom, bei dessen Erreichen oder Überschreiten das Relais oder der Auslöser anspricht

2.4.37

Stromeinstellwert (eines Überstrom- bzw. Überlastrelais oder -auslösers)

en: current-setting (of an over-current or overload relay or release)

fr: courant de réglage (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant ou de surcharge)

Strom im Hauptstromkreis, auf den sich die Ansprechlinien von Relais und Auslösern beziehen und auf den Relais oder Auslöser eingestellt werden

ANMERKUNG Relais oder Auslöser dürfen mehrere Stromeinstellwerte haben, die durch Einstellskalen, auswechselbare Heizelemente o. Ä. bestimmt werden.

2.4.38

Stromeinstellbereich (eines Überstrom- bzw. Überlastrelais oder -auslösers)

en: current-setting range (of an over-current or overload relay or release)

fr: domaine du courant de réglage (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant ou de surcharge)

Bereich zwischen dem kleinsten und dem größten Wert, in dem die Stromeinstellung des Relais oder Auslösers vorgenommen werden kann

2.5 Kenngrößen

2.5.1

Nennwert

en: nominal value

fr: valeur de dénomination (valeur nominale)

ein geeigneter gerundeter Wert einer Größe zur Bezeichnung oder Identifizierung eines Bauteils, eines Geräts oder einer Einrichtung

[IEV 151-16-09]

2.5.2

Grenzwert

en: limiting value

fr: valeur limite

der in einer Festlegung enthaltene größte oder kleinste zulässige Wert einer Größe

[IEV 151-16-10]

2.5.3

Bemessungswert

en: rated value

fr: valeur assignée

ein für eine vorgegebene Betriebsbedingung geltender Wert einer Größe, der im Allgemeinen vom Hersteller für ein Bauteil, ein Gerät oder eine Einrichtung festgelegt wird

[IEV 151-16-08]

2.5.4

Bemessungsdaten

en: rating

fr: caractéristiques assignées

Zusammenstellung von Bemessungswerten und Betriebsbedingungen

[IEV 151-16-11]

2.5.5

unbeeinflusster Strom (in einem Stromkreis in Bezug auf ein Schaltgerät oder eine Sicherung)

en: prospective current (of a circuit, and with respect to a switching device or a fuse)

fr: courant présumé (d'un circuit et relatif à un appareil de connexion ou un fusible)

Strom, der in dem Stromkreis fließen würde, wenn alle Pole des Schaltgeräts oder der Sicherung durch Leiter mit vernachlässigbarer Impedanz ersetzt wären

[IEV 441-17-01]

ANMERKUNG Wie der unbeeinflusste Strom auszuwerten und anzugeben ist, ist in den jeweiligen Gerätenormen festzulegen.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.5.6

unbeeinflusster Stoßstrom

en: prospective peak current

fr: valeur de crête du courant présumé

Scheitelwert des unbeeinflussten Stroms während des Ausgleichsvorgangs nach Stromflussbeginn

[IEV 441-17-02]

ANMERKUNG Diese Definition setzt das Einschalten des Stroms durch ein ideales Schaltgerät voraus, d. h. sofortiger Übergang der Impedanz von unendlich auf null. Bei Stromkreisen mit mehreren Strompfaden, z. B. mehrphasigen Stromkreisen, wird weiter angenommen, dass der Strom in allen Polen gleichzeitig eingeschaltet wird, auch dann, wenn er in nur einem Pol betrachtet wird.

2.5.7

unbeeinflusster symmetrischer Strom (eines Wechselstromkreises)

en: prospective symmetrical current (of an a.c. circuit)

fr: courant présumé symétrique (d'un circuit à courant alternatif)

unbeeinflusster Strom, wenn der Stromflussbeginn so liegt, dass kein Ausgleichsvorgang auftritt

[IEV 441-17-03]

ANMERKUNG 1 Bei mehrphasigen Stromkreisen kann die Bedingung, dass kein Ausgleichsvorgang auftritt, jeweils nur für den Strom in einem Pol erfüllt werden.

ANMERKUNG 2 Der unbeeinflusste symmetrische Strom wird als Effektivwert ausgedrückt.

2.5.8

maximaler unbeeinflusster Stoßstrom (eines Wechselstromkreises)

en: maximum prospective peak current (of an a.c. circuit)

fr: valeur maximale de crête du courant présumé (d'un circuit à courant alternatif)

unbeeinflusster Stoßstrom, wenn der Stromflussbeginn so liegt, dass der größtmögliche Wert auftritt

[IEV 441-17-04]

ANMERKUNG In einem mehrphasigen Stromkreis tritt der maximale unbeeinflusste Stoßstrom jeweils nur in einem Pol auf.

2.5.9

unbeeinflusster Einschaltstrom (für einen Pol eines Schaltgeräts)

en: prospective making current (for a pole of a switching device)

fr: courant établi présumé (pour un pôle d'un appareil de connexion)

unbeeinflusster Strom, der unter festgelegten Bedingungen zu fließen beginnt

[IEV 441-17-05]

ANMERKUNG Die festgelegten Bedingungen beziehen sich sowohl darauf, wie der Stromfluss eingeleitet wird, z. B. durch einen idealen Schalter, als auch auf den Augenblick des Stromflussbeginns, z. B. denjenigen, der in einem Wechselstromkreis zum maximalen unbeeinflussten Stoßstrom, oder denjenigen, der zur größten Stromteilheit führt. Die Festlegung dieser Bedingungen erfolgt in den jeweiligen Gerätenormen.

2.5.10

unbeeinflusster Ausschaltstrom (für einen Pol eines Schaltgeräts oder einer Sicherung)

en: prospective breaking current (for a pole of a switching device or a fuse)

fr: courant coupé présumé (pour un pôle d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

unbeeinflusster Strom, ausgewertet zu Beginn des Ausschaltvorgangs

[IEV 441-17-06]

ANMERKUNG Festlegungen bezüglich des Beginns des Ausschaltvorgangs finden sich in den jeweiligen Normen. Für die mechanischen Schaltgeräte oder Sicherungen ist im Allgemeinen der Beginn des beim Ausschaltvorgang auftretenden Lichtbogens hierfür festgelegt.

2.5.11

Ausschaltstrom (eines Schaltgeräts oder einer Sicherung)

en: breaking current (of a switching device or a fuse)

fr: courant coupé (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

Strom im Pol eines Schaltgeräts oder einer Sicherung zu Beginn des beim Ausschaltvorgang auftretenden Lichtbogens

[IEV 441-17-07]

ANMERKUNG Bei Wechselstrom wird der Strom durch den Effektivwert der symmetrischen Komponente des Stroms ausgedrückt.

2.5.12

Ausschaltvermögen (eines Schaltgeräts oder einer Sicherung)

en: breaking capacity (of a switching device or a fuse)

fr: pouvoir de coupure (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

unbeeinflusster Strom, den ein Schaltgerät oder eine Sicherung bei einer festgelegten Spannung unter vorgegebenen Bedingungen ausschalten kann

[IEV 441-17-08]

ANMERKUNG 1 Die Spannung und die genannten Bedingungen sind in den jeweiligen Gerätenormen festgelegt.

ANMERKUNG 2 Bei Wechselstrom wird der Strom durch den Effektivwert der symmetrischen Komponente des Stroms ausgedrückt.

ANMERKUNG 3 Zur Definition des Kurzschlussausschaltvermögens siehe 2.5.14.

2.5.13

Einschaltvermögen (eines Schaltgeräts)

en: making capacity (of a switching device)

fr: pouvoir de fermeture (d'un appareil de connexion)

unbeeinflusster Einschaltstrom, den ein Schaltgerät bei einer festgelegten Spannung unter vorgegebenen Bedingungen für Anwendung und Betriebsverhalten einschalten kann

[IEV 441-17-09]

ANMERKUNG 1 Die Spannung und die genannten Bedingungen sind in den jeweiligen Gerätenormen festgelegt.

ANMERKUNG 2 Zur Definition des Kurzschlusseinschaltvermögens siehe 2.5.15.

2.5.14

Kurzschlussausschaltvermögen

en: short-circuit breaking capacity

fr: pouvoir de coupure en court-circuit

Ausschaltvermögen, für das die vorgegebenen Bedingungen einen Kurzschluss an den Anschlüssen/Klemmen des Schaltgeräts einschließen

[IEV 441-17-11]

2.5.15

Kurzschlusseinschaltvermögen

en: short-circuit making capacity

fr: pouvoir de fermeture en court-circuit

Einschaltvermögen, für das die vorgegebenen Bedingungen einen Kurzschluss an den Anschlüssen/Klemmen des Schaltgeräts einschließen

[IEV 441-17-10]

2.5.16

kritischer Laststrom

en: critical load current

fr: courant critique de charge

Ausschaltstrom im Bereich der Betriebsbedingungen, bei dem die Lichtbogenzeit deutlich länger ist als üblich

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.5.17

kritischer Kurzschlussstrom

en: critical short-circuit current

fr: courant critique de court-circuit

Ausschaltstrom, der geringer ist als das Bemessungskurzschlussausschaltvermögen und bei dem die Lichtbogenenergie deutlich höher ist als beim Bemessungskurzschlussausschaltvermögen

2.5.18

Joule-Integral (I^2t -Wert)

en: Joule-integral

fr: intégral de Joule

Integral des Quadrats der Stromstärke über ein gegebenes Zeitintervall

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

[IEV 441-18-23]

2.5.19

Durchlassstrom

en: cut-off current – let-through current

fr: courant coupé limité

größter Augenblickswert des Stroms während der Ausschaltzeit eines Schaltgeräts oder einer Sicherung

[IEV 441-17-12]

ANMERKUNG Diese Definition ist von besonderer Bedeutung, wenn das Schaltgerät oder die Sicherung so ausschaltet, dass der unbeeinflusste Stoßstrom des Stromkreises nicht erreicht wird.

2.5.20

Zeit-Strom-Kennlinie

en: time-current characteristic

fr: caractéristique temps-courant

Kurve, die eine Zeit, z. B. die Zeit bis zum Entstehen des Lichtbogens oder die Ausschaltzeit, als Funktion des unbeeinflussten Stroms unter vorgegebenen Betätigungsbedingungen darstellt

[IEV 441-17-13]

2.5.21

Durchlassstromkennlinie

en: cut-off (current) characteristic – let-through (current) characteristic

fr: caractéristique de courant coupé limité

Kurve des Durchlassstroms als Funktion des unbeeinflussten Stroms unter vorgegebenen Betriebsbedingungen

[IEV 441-17-14]

ANMERKUNG Bei Wechselstrom ist der Durchlassstrom der größte Wert, der unter Berücksichtigung möglicher Asymmetrie des unbeeinflussten Stroms auftreten kann. Bei Gleichstrom ist der Wert des Durchlassstroms der größte Strom, bezogen auf die festgelegte Zeitkonstante.

2.5.22

Koordination von Überstromschutzeinrichtungen

en: over-current protective co-ordination of over-current protective devices

fr: coordination pour la protection contre les surintensités des dispositifs de protection à maximum de courant

Zuordnung von zwei oder mehr Überstromschutzeinrichtungen in Reihe zur Sicherung von Überstromselektivität und/oder zum Back-up-Schutz

2.5.23

Überstromselektivität

en: over-current discrimination

fr: sélectivité lors d'une surintensité

Koordination zwischen den Ansprechkennlinien von zwei oder mehr Überstromschutzeinrichtungen in der Weise, dass beim Auftreten von Überströmen zwischen bestimmten Grenzwerten die zum Ausschalten innerhalb dieses Bereichs vorgesehene Einrichtung ausschaltet, während die anderen nicht ansprechen

[IEV 441-17-15]

ANMERKUNG Es wird unterschieden zwischen Reihenselektivität, bei der unterschiedliche Überstromschutzeinrichtungen vom praktisch gleichen Überstrom durchflossen werden, und Parallelselektivität, bei der untereinander gleiche Schutzeinrichtungen von unterschiedlichen Anteilen des Gesamtüberstroms durchflossen werden.

2.5.24

Back-up-Schutz

en: back-up protection

fr: protection d'accompagnement

Zuordnung zweier Überstromschutzeinrichtungen in Reihe, wobei die allgemeiner-, aber nicht notwendigerweise auf der Einspeiseseite befindliche Schutzeinrichtung mit oder ohne Hilfe der zweiten Schutzeinrichtung den Schutz bewirkt und die übermäßige Beanspruchung der zweiten Schutzeinrichtung verhindert

2.5.25

Übernahmestrom

en: take-over current

fr: courant d'intersection

Stromkoordinate des Schnittpunkts der Zeit-Strom-Kennlinien zweier Überstromschutzeinrichtungen

[IEV 441-17-16]

2.5.26

Kurzzeitverzögerung

en: short-time delay

fr: retard de courte durée

jede absichtliche Auslöseverzögerung innerhalb der Grenzwerte der Bemessungskurzzeitstromfestigkeit

2.5.27

Kurzzeitstromfestigkeit

en: short-time withstand current

fr: courant de courte durée admissible

Strom, den ein Stromkreis oder ein Schaltgerät in geschlossener Stellung während einer festgelegten, kurzen Dauer unter vorgegebenen Bedingungen für Anwendung und Verhalten führen kann

[IEV 441-17-17]

2.5.28

Stoßstromfestigkeit

en: peak withstand current

fr: valeur de crête du courant admissible

Scheitelwert des Stroms, dem ein Stromkreis oder ein Schaltgerät in geschlossener Stellung unter vorgegebenen Bedingungen für Anwendung und Verhalten standhält

[IEV 441-17-18]

2.5.29

bedingter Kurzschlussstrom (eines Stromkreises oder Schaltgeräts)

en: conditional short-circuit current (of a circuit or a switching device)

fr: courant de court-circuit conditionnel (d'un circuit ou d'un appareil de connexion)

unbeeinflusster Strom, den der durch eine bestimmte Kurzschlussschutzeinrichtung geschützte Stromkreis oder das Schaltgerät für die gesamte Ausschaltzeit des Kurzschlussschutzgeräts unter vorgegebenen Bedingungen für Anwendung und Verhalten aushalten kann

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

ANMERKUNG 1 In dieser Norm ist die Kurzschlusschutzeinrichtung im Allgemeinen ein Leistungsschalter oder eine Sicherung.

ANMERKUNG 2 Diese Definition weicht von IEC 441-17-20 ab, da sie die Definition des strombegrenzenden Geräts erweitert, so dass sie auch Kurzschlusschutzeinrichtungen umfasst, deren Funktion nicht nur die Strombegrenzung ist.

2.5.30

Nichtauslösestrom (eines Überstromrelais oder -auslösers)

en: conventional non-tripping current (of an over-current relay or release)

fr: courant conventionnel de non-déclenchement (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant)

Strom, mit dem ein Relais oder Auslöser während einer bestimmten Dauer belastet werden kann, ohne auszulösen

2.5.31

Auslösestrom (eines Überstromrelais oder -auslösers)

en: conventional tripping current (of an over-current relay or release)

fr: courant conventionnel de déclenchement (d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant)

Strom, bei dem ein Relais oder Auslöser innerhalb einer bestimmten (festgelegten) Zeit auslöst

2.5.32

anstehende Spannung (für ein Schaltgerät)

en: applied voltage (for a switching device)

fr: tension appliquée (pour un appareil de connexion)

Spannung an den Anschlüssen/Klemmen eines Pols eines Schaltgeräts unmittelbar vor dem Einschalten des Stroms

[IEC 441-17-24]

ANMERKUNG Diese Definition gilt für ein einpoliges Gerät. Für ein mehrpoliges Gerät ist es die verkettete Spannung an den Einspeiseanschlüssen des Geräts.

2.5.33

wiederkehrende Spannung

en: recovery voltage

fr: tension de rétablissement

Spannung an den Anschlüssen/Klemmen eines Pols eines Schaltgeräts unmittelbar nach dem Ausschalten des Stroms

[IEC 441-17-25]

ANMERKUNG 1 Im Verlauf dieser Spannung dürfen zwei aufeinanderfolgende Zeitabschnitte unterschieden werden. Im ersten Zeitabschnitt findet ein Einschwingvorgang statt, im zweiten tritt nur die betriebsfrequente wiederkehrende Spannung bzw. die wiederkehrende Dauergleichspannung auf.

ANMERKUNG 2 Diese Definition gilt für einpolige Geräte. Für mehrpolige Geräte ist es die verkettete Spannung über den Einspeiseanschlüssen der Geräte.

2.5.34

Einschwingspannung

en: Transient recovery voltage (abbrev. TRV)

fr: Tension transitoire de rétablissement (en abrégé: TTR)

wiederkehrende Spannung in dem Zeitabschnitt, in dem sie einen ausgeprägten Einschwingcharakter aufweist

[IEC 441-17-26]

ANMERKUNG Die Einschwingspannung darf abhängig von den Kennwerten des Stromkreises, des Schaltgeräts oder der Sicherung einen periodischen, aperiodischen oder kombinierten Verlauf aufweisen. Sie schließt die Spannungsvorgabe des Sternpunkts in einem Mehrphasensystem ein.

2.5.35

betriebsfrequente wiederkehrende Spannung

en: power-frequency recovery voltage

fr: tension de rétablissement à fréquence industrielle

wiederkehrende Spannung nach Abklingen des Einschwingvorgangs

[IEV 441-17-27]

2.5.36

wiederkehrende Dauergleichspannung

en: d.c. steady-state recovery voltage

fr: tension de rétablissement en courant continu en régime établi

wiederkehrende Spannung in einem Gleichstromkreis nach Abklingen des Einschwingvorgangs, bei Welligkeit als Mittelwert ausgedrückt

[IEV 441-17-28]

2.5.37

unbeeinflusste Einschwingspannung (eines Stromkreises)

en: prospective transient recovery voltage (of a circuit)

fr: tension transitoire de rétablissement présumée (d'un circuit)

Einschwingspannung nach der Ausschaltung eines unbeeinflussten symmetrischen Stroms durch ein ideales Schaltgerät

[IEV 441-17-29]

ANMERKUNG Die Definition setzt voraus, dass das ideale Schaltgerät oder die Sicherung seine/ihre Impedanz genau im Augenblick des Stromnulldurchgangs (d. h. im „natürlichen“ Stromnulldurchgang) von null auf unendlich ändert. Bei Stromkreisen mit mehreren Strompfaden, z. B. mehrphasigen Stromkreisen, wird weiter angenommen, dass der Strom durch das ideale Schaltgerät nur in dem betrachteten Pol ausgeschaltet wird.

2.5.38

Lichtbogenspannung (Spitzenwert) (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: peak arc voltage (of a mechanical switching device)

fr: tension d'arc pour un appareil mécanique de connexion (en valeur de crête)

größter Augenblickswert der Spannung, der unter vorgegebenen Bedingungen zwischen den Anschlüssen/Klemmen eines Pols eines Schaltgeräts während der Lichtbogenzeit auftritt

[IEV 441-17-30]

2.5.39

Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit (eines mechanischen Schaltgeräts)

en: opening time (of a mechanical switching device)

fr: durée d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

Zeitspanne zwischen dem Augenblick des Einleitens der Öffnungsbewegung und dem Augenblick, von dem ab die Lichtbogenkontakte (Abbrennkontakte) in allen Polen getrennt sind

[IEV 441-17-36]

ANMERKUNG Der Augenblick des Einleitens der Öffnungsbewegung, d. h. der Augenblick des Öffnungsbefehls (z. B. durch Anregen des Auslösers usw.), ist in der jeweiligen Gerätenorm geregelt.

2.5.40

Lichtbogenzeit (eines Pols oder einer Sicherung)

en: arcing time (of a pole or a fuse)

fr: durée d'arc (d'un pôle ou d'un fusible)

Zeitspanne zwischen dem Beginn des Lichtbogens in einem Pol oder einer Sicherung und dem endgültigen Erlöschen des Lichtbogens in diesem Pol bzw. der Sicherung

[IEV 441-17-37]

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.5.41

Lichtbogenzeit (eines mehrpoligen Schaltgeräts)

en: arcing time (of a multipole switching device)

fr: durée d'arc (d'un appareil de connexion multipolaire)

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

[IEV 441-17-38]

2.5.42

Ausschaltzeit

en: break-time

fr: durée de coupure

Zeitspanne zwischen dem Beginn der Ausschaltzeit/Öffnungszeit eines mechanischen Schaltgeräts (oder der Schmelzzeit einer Sicherung) und dem Ende der Lichtbogenzeit

[IEV 441-17-39]

2.5.43

Einschaltzeit

en: make-time

fr: durée d'établissement

Zeitspanne zwischen dem Augenblick des Einleitens der Schließbewegung und dem Augenblick, in dem der Strom in den Hauptstromkreisen zu fließen beginnt

[IEV 441-17-40]

2.5.44

Einschalteigenzeit; Schließzeit

en: closing time

fr: durée de fermeture

Zeitspanne zwischen dem Augenblick des Einleitens der Schließbewegung und dem Augenblick der Kontaktberührung in allen Polen

[IEV 441-17-41]

2.5.45

Ein-Ausschaltzeit

en: make-break time

fr: durée d'établissement-coupure

Zeitspanne zwischen dem Stromflussbeginn in einem Pol und dem endgültigen Erlöschen der Lichtbögen in allen Polen, wobei der Ausschaltauslöser in dem Augenblick erregt wird, in dem der Strom in dem Hauptstromkreis zu fließen beginnt

[IEV 441-17-43]

2.5.46

Luftstrecke

en: clearance

fr: distance d'isolement

Abstand zwischen zwei leitfähigen Teilen längs eines Fadens, der auf dem kürzesten Weg zwischen diesen Teilen gespannt ist

[IEV 441-17-31]

2.5.47

Luftstrecke zwischen den Polen

en: clearance between poles

fr: distance d'isolement entre pôles

Luftstrecke zwischen beliebigen leitfähigen Teilen benachbarter Pole

[IEV 441-17-32]

2.5.48

Luftstrecke zur Erde

en: clearance to earth

fr: distance d'isolement à la terre

Luftstrecke zwischen beliebigen leitfähigen Teilen und geerdeten oder zur Erdung bestimmten Teilen

[IEV 441-17-33]

2.5.49

Luftstrecke zwischen offenen Kontakten (Schaltstrecke)

en: clearance between open contacts (gap)

fr: distance d'isolement entre contacts ouverts

die gesamte Luftstrecke zwischen den Kontakten oder mit ihnen verbundenen leitfähigen Teilen eines Pols eines mechanischen Schaltgeräts in der offenen Stellung

[IEV 441-17-34]

2.5.50

Trennstrecke (eines Pols eines mechanischen Schaltgeräts)

en: isolating distance (of a pole of a mechanical switching device)

fr: distance de sectionnement (d'un pôle d'un appareil mécanique de connexion)

Luftstrecke zwischen offenen Kontakten, die die für Trennschalter festgelegten Sicherheitsanforderungen erfüllt

[IEV 441-17-35]

2.5.51

Kriechstrecke

en: creepage distance

fr: ligne de fuite

kürzester Abstand zwischen zwei leitfähigen Teilen längs einer Isolierstoffoberfläche

ANMERKUNG Eine Fuge zwischen zwei Isolierstoffteilen wird als Teil der Isolierstoffoberfläche angesehen.

2.5.52

Arbeitsspannung

en: working voltage

fr: tension locale („working voltage“)

höchster Effektivwert der Wechselspannung oder höchster Wert der Gleichspannung, der (örtlich) an Isolierungen auftreten kann, wenn das Gerät mit Bemessungsspannung versorgt wird

ANMERKUNG 1 Einschwingspannungen werden nicht berücksichtigt.

ANMERKUNG 2 In Betracht kommen die beiden Bedingungen für geöffneten Stromkreis und bestimmungsgemäßen Betrieb.

2.5.53

zeitweilige Überspannung

en: temporary overvoltage

fr: surtension temporaire

relativ lange (mehrere Sekunden) andauernde Überspannung Außenleiter – Erde, Außenleiter – Neutralleiter oder Außenleiter – Außenleiter, die an einer bestimmten Stelle auftritt

2.5.54

Stoßüberspannungen (transiente Überspannungen)

en: transient overvoltages

fr: surtensions transitoires

Stoßüberspannungen im Sinne dieser Norm sind folgende:

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

2.5.54.1

Schaltüberspannung

en: switching overvoltage

fr: surtension de manœuvre

Stoßüberspannung, die aufgrund eines bestimmten Schaltvorgangs oder Fehlers an einer bestimmten Stelle des Systems auftritt

2.5.54.2

Blitzüberspannung

en: lightning overvoltage

fr: surtension de foudre

Stoßüberspannung, die aufgrund einer Blitzentladung an einer bestimmten Stelle des Systems auftritt (siehe auch IEC 60060 und IEC 60071-1)

2.5.54.3

Funktionsüberspannung

en: functional overvoltage

fr: surtension de fonctionnement

absichtlich herbeigeführte Überspannung, die für das Funktionieren eines Geräts benötigt wird

2.5.55

Stoßspannungsfestigkeit (Stehstoßspannung)

en: impulse withstand voltage

fr: tension de tenue aux chocs

höchster Spitzenwert von Stoßspannungen vorgeschriebener Form und Polarität, der unter festgelegten Prüfbedingungen keinen Durchschlag/Überschlag verursacht

2.5.56

betriebsfrequente Spannungsfestigkeit (Stehwechselfestigkeit)

en: power-frequency withstand voltage

fr: tension de tenue à fréquence industrielle

Effektivwert einer betriebsfrequenten Sinusspannung, die unter bestimmten Prüfbedingungen keinen Durchschlag/Überschlag verursacht

2.5.57

Verschmutzung

en: pollution

fr: pollution

jede fremde, feste, flüssige oder gasförmige (ionisierte Gase) Substanz, die möglicherweise die Spannungsfestigkeit oder den Oberflächenwiderstand beeinträchtigt

2.5.58

Verschmutzungsgrad (der Umgebung)

en: pollution degree (of environmental conditions)

fr: degré de pollution (des conditions d'environnement)

eine konventionelle Kennzahl, abhängig von der Menge an leitfähigem oder Feuchtigkeit aufnehmendem Staub, ionisiertem Gas oder Salz sowie der relativen Luftfeuchte und der Häufigkeit ihres Auftretens, die zur Aufnahme oder Kondensation von Feuchtigkeit führt, mit der Folge der Verringerung der Spannungsfestigkeit und/oder des Oberflächenwiderstands

ANMERKUNG 1 Der Verschmutzungsgrad, dem eine Einrichtung ausgesetzt ist, darf von den Umgebungsbedingungen im Raum, in dem die Einrichtung eingesetzt ist, unterschiedlich sein, wenn aufgrund eines Gehäuses oder einer Heizung im Inneren Aufnahme oder Kondensation von Feuchtigkeit verhindert wird.

ANMERKUNG 2 In dieser Norm ist der Verschmutzungsgrad derjenige der Mikroumgebung.

2.5.59

Mikroumgebung (einer Luft- oder Kriechstrecke)

en: micro-environment (of a clearance or creepage distance)

fr: micro-environnement (d'une distance d'isolement ou d'une ligne de fuite)

Umgebungsbedingungen in der Umgebung der betreffenden Luft- und Kriechstrecken

ANMERKUNG Die Mikroumgebung der Luft- und Kriechstrecken und nicht die Umgebung des Geräts bestimmt die Auswirkungen auf die Isolierung. Die Mikroumgebung kann besser oder schlechter als die Umgebung des Geräts sein. Sie umfasst alle die Isolierung beeinflussenden Faktoren wie Klima, Elektromagnetismus, Entstehung von Verschmutzung usw.

2.5.60

Überspannungskategorie (eines Stromkreises oder in einem elektrischen System)

en: overvoltage category (of a circuit or within an electrical system)

fr: catégorie de surtension (d'un circuit ou dans un réseau)

eine konventionelle Kennzahl, die von der Begrenzung (oder Steuerung) der Höhe der unbeeinflussten Stoßüberspannung (transiente Überspannung), die in einem Stromkreis (oder in einem elektrischen System mit unterschiedlichen Nennspannungen) auftritt, und von den Einrichtungen, die diese Überspannung beeinflussen, abhängt

ANMERKUNG In einem elektrischen System wird der Wechsel zu einer niedrigeren Überspannungskategorie durch geeignete Geräte erreicht, die die Anforderungen an die Schnittstelle erfüllen, wie z. B. Überspannungsableiter oder Netzfilter, die die Energie der Überspannung sperren, aufnehmen oder ableiten, um die Stoßüberspannung (transiente Überspannung) auf einen Wert der gewünschten niedrigeren Kategorie abzusinken.

2.5.61

Isolationskoordination

en: co-ordination of insulation

fr: co-ordination de l'isolement

Wechselbeziehung zwischen den Isolationsmerkmalen elektrischer Geräte, den erwarteten Überspannungen und den Eigenschaften von Überspannungsschutzeinrichtungen einerseits und der erwarteten Mikroumgebung sowie Maßnahmen gegen Verschmutzung andererseits

2.5.62

homogenes (gleichmäßiges) Feld

en: homogeneous (uniform) field

fr: champ homogène (uniforme)

elektrisches Feld mit im Wesentlichen konstanten Potentialgradienten zwischen den Elektroden, entsprechend dem Feld zwischen zwei Kugeln, deren Radius größer ist als ihr Abstand voneinander

2.5.63

inhomogenes (ungleichmäßiges) Feld

en: inhomogeneous (non-uniform) field

fr: champ non-homogène (non uniforme)

elektrisches Feld, das keinen konstanten Potentialgradienten zwischen den Elektroden hat

2.5.64

Kriechwegbildung

en: tracking

fr: cheminement

Ausbildung einer leitenden Verbindung an der Oberfläche fester Isolierstoffe unter Spannungsbeanspruchung bei elektrolytischer Verschmutzung

2.5.65

Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI)

en: comparative tracking index (CTI)

fr: indice de résistance au cheminement (IRC)

Zahlenwert der höchsten Spannung in Volt, bei der ein Werkstoff 50 Tropfen einer Prüflüssigkeit ohne Kriechwegbildung widersteht

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

ANMERKUNG 1 Der Wert jeder Prüfspannung und der CTI sollten durch 25 teilbar sein.

ANMERKUNG 2 Dieser Begriff entspricht 3.5^{N1)} der IEC 60112.

2.6 Prüfungen

2.6.1

Typprüfung

en: type test

fr: essai de type

Prüfung einer oder mehrerer Maschinen, die nach einer bestimmten Vorgabe gefertigt wurden, zum Nachweis, dass die Vorgabe bestimmten Spezifikationen entspricht

2.6.2

Stückprüfung

en: routine test

fr: essai individuel de série

Prüfung, der jedes Gerät während und/oder nach seiner Herstellung unterworfen wird, um sicherzustellen, dass es bestimmten Kriterien entspricht

2.6.3

Stichprobenprüfung

en: sampling test

fr: essai (de série) sur prélèvement

Prüfung einiger, einer Fertigungscharge beliebig entnommener Geräte

2.6.4

Sonderprüfung

en: special test

fr: essai spécial

Prüfung zusätzlich zur Typ- und Stückprüfung, entweder nach dem Ermessen des Herstellers oder nach Absprache zwischen Hersteller und Anwender

2.7 Anschlüsse

2.7.1

Anschluss

en: port

fr: accès

spezifische Schnittstelle eines bestimmten Geräts mit der äußeren elektromagnetischen Umgebung (siehe [Bild 17](#))

2.7.2

Gehäuseanschluss

en: enclosure port

fr: accès par l'enveloppe

technische Grenze des Geräts, die von elektromagnetischen Feldern durchstrahlt oder beaufschlagt werden kann

2.7.3

Leitungsanschluss

en: cable port

fr: accès par le câble

Anschluss, an den eine Leitung an das Gerät angeschlossen ist

ANMERKUNG Beispiele sind Mess- und Steueranschlüsse, die für die Datenübertragung benutzt werden.

^{N1)} Nationale Fußnote: Der Verweis in IEC 60947-1 auf 2.3 bezieht sich auf IEC 60112:1979 (3. Ausgabe).

2.7.4**Funktionserde-Anschluss**

en: functional earth port

fr: accès par la borne de terre fonctionnelle

Kabelanschluss, nicht jedoch ein Hauptanschluss, Steueranschluss oder Leistungsanschluss, der als Erdanschluss vorgesehen ist, jedoch nicht für eine elektrische Schutzmaßnahme

2.7.5**Mess- und Steueranschluss**

en: signal port

fr: accès par les bornes de signaux

Anschluss, über den eine Leitung oder ein Kabel an das Gerät angeschlossen wird, welches die Informationen für den Datenverkehr überträgt

ANMERKUNG Beispiele sind Datenbusse, Kommunikationsnetzwerke, Steuerungsnetzwerke.

2.7.6**Leistungsanschluss (Versorgungsanschluss für den Steuerkreis)**

en: power port (control supply port)

fr: accès de puissance (accès d'alimentation de commande)

Anschluss, über den eine Leitung oder ein Kabel an das Gerät angeschlossen ist, welches die eigentliche elektrische Leistung überträgt, die ein Gerät oder ein verbundenes Gerät für seinen Betrieb (Funktion) benötigt

2.7.7**Hauptanschluss**

en: main port

fr: accès principal

Anschluss, über den eine Leitung oder ein Kabel an den Hauptstromkreis eines Geräts angeschlossen wird

ANMERKUNG 1 Beispiele sind Phasenanschlüsse eines Schützes.

ANMERKUNG 2 In einigen Geräten ist der Hauptanschluss auch Leistungsanschluss.

3 Einteilung

Dieser Abschnitt dient dazu, die kennzeichnenden Merkmale eines Geräts aufzulisten, über die der Hersteller Angaben machen darf und die nicht unbedingt durch Prüfung nachgewiesen werden müssen.

Dieser Abschnitt ist in den Gerätenormen nicht unbedingt erforderlich; er sollte jedoch für eine möglicherweise notwendige Auflistung von Einteilungskriterien vorgesehen werden.

4 Kennzeichnende Merkmale**Alphabetisches Verzeichnis von kennzeichnenden Merkmalen
(einschließlich Bemessungsdaten) und Formelzeichen**

Kennzeichnendes Merkmal	Formelzeichen	Unterabschnitt
Acht-Stunden-Betrieb	–	4.3.4.1
Aussetzbetrieb	–	4.3.4.3
Bedingter Bemessungskurzschlussstrom	–	4.3.6.4
Bemessungsanlaufspannung eines Anlasstransformatorstarters	–	a
Bemessungsausschaltvermögen	–	4.3.5.3
Bemessungsbetätigungsspannung	U_c	4.5.1
Bemessungsbetriebskurzschlussausschaltvermögen	I_{cs}	a
Bemessungsbetriebsleistung	–	4.3.2.3
Bemessungsbetriebsspannung	U_e	4.3.1.1

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Kennzeichnendes Merkmal	Formelzeichen	Unterabschnitt
Bemessungsbetriebsstrom	I_e	4.3.2.3
Bemessungsdauerstrom	I_u	4.3.2.4
Bemessungseinschaltvermögen	–	4.3.5.2
Bemessungsfrequenz	–	4.3.3
Bemessungsgrenzkurzschlussausschaltvermögen	I_{cu}	a
Bemessungsisolationsspannung	U_i	4.3.1.2
Bemessungskurzschlussausschaltvermögen	I_{cn}	4.3.6.3
Bemessungskurzschluss-einschaltvermögen	I_{cm}	4.3.6.2
Bemessungskurzzeitstromfestigkeit	I_{cw}	4.3.6.1
Bemessungssteuerspeisespannung	U_s	4.5.1
Bemessungsstoßspannungsfestigkeit	U_{imp}	4.3.1.3
Bemessungsstrom	I_n	a
Dauerbetrieb	–	4.3.4.2
Gebrauchskategorie	–	4.4
Grenzstrom bei Selektivität	I_s	a
Konventioneller thermischer Strom in freier Luft	I_{th}	4.3.2.1
Konventioneller thermischer Strom von Geräten im Gehäuse	I_{the}	4.3.2.2
Läuferbemessungsbetriebsspannung	U_{er}	a
Läuferbemessungsbetriebsstrom	I_{er}	a
Läuferbemessungsisolationsspannung	U_{ir}	a
Periodischer Betrieb	–	4.3.4.5
Ständerbemessungsbetriebsspannung	U_{es}	a
Ständerbemessungsbetriebsstrom	I_{es}	a
Ständerbemessungsisolationsspannung	U_{is}	a
Thermischer Läuferstrom	I_{thr}	a
Thermischer Ständerstrom	I_{ths}	a
Überlastfestigkeit beim Schalten von Motoren	–	4.3.5.1
Übernahmestrom	I_B	2.5.25
Zeitweiliger Betrieb	–	4.3.4.4

a Diese Bemessung ist in der betreffenden Produktnorm festgelegt.

ANMERKUNG Obiges Verzeichnis ist nicht vollständig.

4.1 Allgemeines

Die kennzeichnenden Merkmale eines Geräts müssen in der jeweiligen Gerätenorm angegeben werden. Sie umfassen, soweit zutreffend:

- Art des Geräts (siehe 4.2);
- Bemessungs- und Grenzwerte für den Hauptstromkreis (siehe 4.3);
- Gebrauchskategorie (siehe 4.4);
- Steuerstromkreise (siehe 4.5);
- Hilfsstromkreise (siehe 4.6);
- Relais und Auslöser (siehe 4.7);
- Zuordnung von Kurzschlusschutzeinrichtungen (siehe 4.8);
- Schaltüberspannungen (siehe 4.9).

4.2 Art des Geräts

Die Gerätenorm muss folgende Angaben enthalten, soweit zutreffend:

- Geräteart (z. B. Schütz, Leistungsschalter);
- Anzahl der Pole;
- Stromart;
- Medium, in dem der Strom unterbrochen wird;
- Betätigungsbedingungen (Art der Betätigung, Art der Steuerung usw.).

ANMERKUNG Diese Aufzählung ist nicht vollständig.

4.3 Bemessungs- und Grenzwerte für den Hauptstromkreis

Die Bemessungswerte werden vom Hersteller festgelegt. Sie müssen in Übereinstimmung mit 4.3.1 bis 4.3.6 nach den Festlegungen der jeweiligen Gerätenorm angegeben werden. Es ist nicht erforderlich, alle aufgeführten Werte festzulegen.

4.3.1 Bemessungsspannungen

Ein Gerät wird durch nachfolgende Bemessungsspannungen bestimmt.

ANMERKUNG Bestimmte Gerätearten dürfen mehr als eine Bemessungsspannung oder einen Bemessungsspannungsbereich haben.

4.3.1.1

Bemessungsbetriebsspannung (U_e)

en: rated operational voltage (U_e)

fr: tension assigné d'emploi (U_e)

Die Bemessungsbetriebsspannung eines Geräts ist die Spannung, die zusammen mit dem Bemessungsbetriebsstrom die Anwendung des Geräts bestimmt und auf die sich die verschiedenen Prüfungen und die Gebrauchskategorien beziehen.

Bei einpoligen Geräten ist die Bemessungsbetriebsspannung im Allgemeinen die Spannung über den Pol.

Bei mehrpoligen Geräten wird sie im Allgemeinen als verkettete Spannung angegeben.

ANMERKUNG 1 Für bestimmte Geräte und einzelne Anwendungen darf U_e anders festgelegt werden; dies sollte in der jeweiligen Gerätenorm angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Für mehrpolige Geräte für den Einsatz in mehrphasigen Stromkreisen darf unterschieden werden zwischen:

- a) Geräten für den Einsatz in Systemen, in denen ein Fehler gegen Erde nicht die volle verkettete Spannung über einen Pol auftreten lässt:
 - Systeme mit geerdetem Neutralleiter;
 - nicht geerdete und über eine Impedanz geerdete Systeme;
- b) Geräten für den Einsatz in Systemen, in denen ein Fehler gegen Erde die volle verkettete Spannung über einen Pol auftreten lässt (z. B. phasengeerdete Systeme).

ANMERKUNG 3 Ein Gerät darf mehrere Kombinationen aus Bemessungsbetriebsspannungen und Bemessungsbetriebsströmen oder -leistungen für unterschiedliche Betriebsarten und Gebrauchskategorien haben.

ANMERKUNG 4 Ein Gerät darf mehrere Bemessungsbetriebsspannungen und dementsprechende Einschalt- und Ausschaltvermögen für unterschiedliche Betriebsarten und Gebrauchskategorien haben.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

ANMERKUNG 5 Es ist zu beachten, dass die Betriebsspannung von der Arbeitsspannung (siehe 2.5.52) in einem Gerät abweichen darf.

4.3.1.2

Bemessungsisolationsspannung (U_i)

en: rated insulation voltage (U_i)

fr: tension assignée d'isolement (U_i)

Die Bemessungsisolationsspannung eines Geräts ist die Spannung, auf die sich Isolationsprüfungen und Kriechstrecken beziehen. Die höchste Bemessungsbetriebsspannung darf auf keinen Fall größer als die Bemessungsisolationsspannung sein.

ANMERKUNG Bei Geräten ohne festgelegte Bemessungsisolationsspannung ist die höchste Bemessungsbetriebsspannung als Bemessungsisolationsspannung anzusehen.

4.3.1.3

Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (U_{imp})

en: rated impulse withstand voltage (U_{imp})

fr: tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Spitzenwert einer Stoßspannung festgelegter Form und Polarität, mit dem das Gerät unter vorgegebenen Prüfbedingungen ohne Ausfall beansprucht werden kann und auf den sich die Luftstrecken beziehen.

Die Bemessungsstoßspannungsfestigkeit eines Geräts muss den Stoßüberspannungen (transiente Überspannungen), die in dem System auftreten, in dem das Gerät eingesetzt wird, entsprechen oder größer sein.

ANMERKUNG Vorzugswerte für die Bemessungsstoßspannungsfestigkeit sind in [Tabelle 12](#) angegeben.

4.3.2 Ströme

Ein Gerät wird durch folgende Ströme bestimmt:

4.3.2.1

konventioneller thermischer Strom in freier Luft (I_{th})

en: conventional free air thermal current (I_{th})

fr: courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th})

Der konventionelle thermische Strom in freier Luft ist der größte Prüfstrom für Erwärmungsprüfungen offener Geräte in freier Luft (siehe 8.3.3.3).

Der konventionelle thermische Strom in freier Luft muss mindestens dem größten Bemessungsbetriebsstrom (siehe 4.3.2.3) des offenen Geräts bei Acht-Stunden-Betrieb (siehe 4.3.4.1) entsprechen.

Unter freier Luft ist Luft in üblichen Innenräumen annähernd frei von Luftzug und Strahlung zu verstehen.

ANMERKUNG 1 Dieser Strom ist kein Bemessungswert und muss nicht auf dem Gerät angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Ein offenes Gerät ist ein vom Hersteller ohne Gehäuse geliefertes Gerät oder ein Gerät mit integriertem Gehäuse, das üblicherweise nicht die alleinigen Schutzfunktionen übernimmt.

4.3.2.2

konventioneller thermischer Strom von Geräten im Gehäuse (I_{the})

en: conventional enclosed thermal current (I_{the})

fr: courant thermique conventionnel sous enveloppe (I_{the})

Der konventionelle thermische Strom von Geräten im Gehäuse ist der vom Hersteller für Erwärmungsprüfungen des Geräts angegebene Strom, wenn das Gerät in ein festgelegtes Gehäuse eingebaut ist. Solche Prüfungen müssen mit 8.3.3.3 übereinstimmen und sind erforderlich, wenn das Gerät im Herstellerkatalog als mit Gehäuse beschrieben wird und üblicherweise in einem oder mehreren Gehäusen vorgegebener Art und Größe verwendet werden soll (siehe Anmerkung 3).

Der konventionelle thermische Strom von Geräten im Gehäuse muss mindestens dem größten Bemessungsbetriebsstrom (siehe 4.3.2.3) des Geräts im Gehäuse bei Acht-Stunden-Betrieb (siehe 4.3.4.1) entsprechen.

Wenn das Gerät üblicherweise in nicht vorgegebene Gehäuse eingebaut werden soll, ist diese Prüfung nicht vorgeschrieben, wenn die Prüfung mit dem konventionellen thermischen Strom in freier Luft (I_{th}) durchgeführt wurde. In diesem Fall muss der Hersteller eine Anleitung zur Ermittlung des Stroms für das Gerät im Gehäuse oder den Reduktionsfaktor angeben können (siehe Anmerkung 1).

ANMERKUNG 1 Unterstützung kann erfolgen durch die Veröffentlichung des größten Bemessungsstroms für eine bestimmte örtliche Umgebungstemperatur (umgebend, in unmittelbarer Umgebung des Geräts) (Beispiel 1: AC-1 $I_e = 45$ A bei 40 °C örtliche Umgebungsluft, AC-1 $I_e = 40$ A bei 60 °C örtliche Umgebungsluft – Beispiel 2: $I_{th} = 200$ A bei 40 °C lokale Umgebungsluft, $I_{th} = 150$ A bei 60 °C örtliche Umgebungsluft). Durch die Veröffentlichung dieser Werte informiert der Hersteller den Anwender über die Anwendungsgrenzen des Produkts unabhängig von der Art und der Größe der Gehäuse.

ANMERKUNG 2 Dieser Strom ist kein Bemessungswert und muss nicht auf dem Gerät angegeben werden.

ANMERKUNG 3 Der konventionelle thermische Strom von Geräten im Gehäuse darf für unbelüftete Gehäuse gelten, wobei bei der Prüfung das kleinste vom Hersteller für den Betrieb vorgesehene Gehäuse verwendet werden muss. Wahlweise darf der Wert auch für ein belüftetes Gerät nach den Herstellerangaben gelten.

ANMERKUNG 4 Geräte im Gehäuse sind Geräte, die üblicherweise in ein Gehäuse bestimmter Art und Größe oder in mehrere Gehäusearten eingebaut werden.

4.3.2.3

Bemessungsbetriebsstrom (I_e) oder Bemessungsbetriebsleistung

en: rated operational current (I_e) or rated operational power

fr: courant assignée d'emploi (I_e) ou puissance assignée d'emploi

Der Bemessungsbetriebsstrom eines Geräts wird vom Hersteller angegeben und berücksichtigt die Bemessungsbetriebsspannung (siehe 4.3.1.1), die Bemessungsfrequenz (siehe 4.3.3), die Bemessungsbetriebsart (siehe 4.3.4), die Gebrauchskategorie (siehe 4.4) und die Gehäuseart, falls vorhanden.

Bei Geräten für direktes Schalten von einzelnen Motoren darf statt oder ergänzend zum Bemessungsbetriebsstrom die höchste Bemessungsleistung des Motors, für den das Gerät bestimmt ist, bezogen auf die Bemessungsbetriebsspannung angegeben werden. Der Hersteller muss zu der Zuordnung von Betriebsstrom zu Betriebsleistung Angaben machen können, soweit zutreffend.

4.3.2.4

Bemessungsdauerstrom (I_u)

en: rated uninterrupted current (I_u)

fr: courant assigné ininterromptu (I_u)

Der Bemessungsdauerstrom eines Geräts ist ein vom Hersteller angegebener Strom, den das Gerät im Dauerbetrieb führen kann (siehe 4.3.4.2).

4.3.3 Bemessungsfrequenz

Frequenz der Stromversorgung, für die ein Gerät bestimmt ist und auf die sich die übrigen Kenndaten beziehen.

ANMERKUNG Ein Gerät darf mehrere Bemessungsfrequenzen oder einen Bemessungsfrequenzbereich haben oder sowohl für Wechsel- als auch für Gleichspannung ausgelegt sein.

4.3.4 Bemessungsbetriebsarten

Übliche Bemessungsbetriebsarten sind:

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

4.3.4.1

Acht-Stunden-Betrieb

en: eight-hour duty

fr: service continu (Service de 8 heures)

Betriebsart, bei der die Hauptkontakte eines Geräts unter gleich bleibender Strombelastung geschlossen bleiben, bis die Beharrungstemperatur erreicht ist, jedoch nicht länger als acht Stunden ohne Unterbrechung.

ANMERKUNG 1 Dies ist die Grundbetriebsart, auf die sich die konventionellen thermischen Ströme I_{th} und I_{the} beziehen.

ANMERKUNG 2 Unterbrechung bedeutet ein Ausschalten des Stroms durch das Gerät.

4.3.4.2

Dauerbetrieb

en: uninterrupted duty

fr: service ininterromptu

Betriebsart mit ständiger Belastung, bei der die Hauptkontakte eines Geräts unter gleich bleibender Strombelastung ohne Unterbrechung länger als acht Stunden geschlossen bleiben (für Wochen, Monate oder sogar Jahre).

ANMERKUNG Diese Betriebsart ist vom Acht-Stunden-Betrieb zu unterscheiden, da durch Oxidation und Verschmutzung der Kontakte eine fortschreitende Erwärmung eintreten kann. Der Dauerbetrieb kann durch einen Reduktionsfaktor oder durch besondere konstruktive Maßnahmen (z. B. Silberschaltkontakte) berücksichtigt werden.

4.3.4.3

periodischer Aussetzbetrieb oder Aussetzbetrieb

en: intermittent periodic duty or intermittent duty

fr: service intermittent périodique ou service intermittent

Betriebsart, bei der die Hauptkontakte geschlossen bleiben und der durch das Gerät fließende Strom periodisch ein- und ausgeschaltet wird, wobei Belastungsdauer und Pausen so kurz sind, dass das Gerät sein thermisches Gleichgewicht nicht erreicht.

Aussetzbetrieb wird gekennzeichnet durch den Strom, die Belastungsdauer und die relative Einschaltdauer, die das Verhältnis der Belastungsdauer zu Spieldauer (Summe aus Belastungsdauer und stromloser Pause) ist und meist als Prozentsatz angegeben wird.

Genormte Werte der relativen Einschaltdauer sind 15 %, 25 %, 40 % und 60 %.

Die Geräte werden nach der Anzahl der Schaltspiele, die sie je Stunde ausführen müssen, in folgende Klassen eingeteilt:

- Klasse 1: 1 Schaltspiel/h;
- Klasse 3: 3 Schaltspiele/h;
- Klasse 12: 12 Schaltspiele/h;
- Klasse 30: 30 Schaltspiele/h;
- Klasse 120: 120 Schaltspiele/h;
- Klasse 300: 300 Schaltspiele/h;
- Klasse 1 200: 1 200 Schaltspiele/h;
- Klasse 3 000: 3 000 Schaltspiele/h;
- Klasse 12 000: 12 000 Schaltspiele/h;
- Klasse 30 000: 30 000 Schaltspiele/h;
- Klasse 120 000: 120 000 Schaltspiele/h;
- Klasse 300 000: 300 000 Schaltspiele/h.

Für den Aussetzbetrieb mit hoher Schalthäufigkeit muss der Hersteller den Bemessungsbetriebsstrom angeben, entweder für die Werte des tatsächlichen Schaltspiels, wenn dies bekannt ist, oder für die Werte eines

konventionellen Schaltspiels, das von ihm zugeordnet wird. Der Bemessungsbetriebsstrom muss folgende Bedingungen erfüllen:

$$\int_0^T i^2 dt \leq I_{th}^2 \cdot T \text{ oder } I_{the}^2 \cdot T$$

je nachdem, was zutrifft.

Dabei ist T die Spieldauer.

ANMERKUNG Obige Formel berücksichtigt nicht die beim Schalten auftretende Lichtbogenenergie.

Schaltgeräte für Aussetzbetrieb dürfen nach den kennzeichnenden Merkmalen des Aussetzbetriebs benannt werden.

BEISPIEL Ein Aussetzbetrieb, bei dem während eines Schaltspiels von 5 min ein Strom von 100 A für die Dauer von 2 min fließt, darf bezeichnet werden als: „100 A, Klasse 12, 40 %“.

4.3.4.4 zeitweiliger Betrieb

en: temporary duty
fr: service temporaire

Betrieb, bei dem die Hauptkontakte eines Geräts während einer Zeitspanne geschlossen bleiben, die zu kurz ist, als dass das Gerät thermisches Gleichgewicht erreichen könnte. Die Belastungsperioden werden durch Pausen von ausreichender Dauer unterbrochen, in denen sich die Gerätetemperatur auf die Kühlmitteltemperatur abkühlt.

Genormte Werte des zeitweiligen Betriebs mit geschlossenen Kontakten sind 3 min, 10 min, 30 min, 60 min und 90 min.

4.3.4.5 periodischer Betrieb

en: periodic duty
fr: service périodique

Betriebsart, bei der der Betrieb mit konstanter oder wechselnder Last sich regelmäßig wiederholt.

[IEV 151-04-11]

4.3.5 Kennzeichnende Merkmale für bestimmungsgemäße Last und Überlast

Dieser Unterabschnitt enthält allgemeine Anforderungen an die Bemessungsdaten bei bestimmungsgemäßer Last und Überlast.

ANMERKUNG Soweit zutreffend, dürfen die Gebrauchskategorien nach 4.4 Anforderungen an das Verhalten bei Überlast enthalten.

Einzelheiten der Anforderungen enthält 7.2.4.

4.3.5.1 Überlastfestigkeit beim Schalten von Motoren

en: ability to withstand motor switching overload currents
fr: aptitude à supporter les courants de surcharge occasionnés par le démarrage de moteurs

Ein Gerät zum Schalten von Motoren muss den thermischen Beanspruchungen beim Anlassen und Beschleunigen eines Motors auf Betriebsdrehzahl und bei betriebsmäßiger Überlast widerstehen.

Einzelheiten der Anforderungen zur Erfüllung dieser Bedingung enthält die jeweilige Gerätenorm.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

4.3.5.2

Bemessungseinschaltvermögen

en: rated making capacity

fr: pouvoir assigné de fermeture

Das Bemessungseinschaltvermögen eines Geräts ist der vom Hersteller angegebene Strom, den das Gerät unter festgelegten Bedingungen einschalten kann.

Die festzulegenden Einschaltbedingungen sind:

- die anstehende Spannung (siehe 2.5.32);
- die kennzeichnenden Merkmale des Prüfkreises.

Die Angabe des Bemessungseinschaltvermögens erfolgt unter Bezug auf die Bemessungsbetriebsspannung und den Bemessungsbetriebsstrom nach der jeweiligen Gerätenorm.

ANMERKUNG 1 Die jeweilige Gerätenorm gibt die Zuordnung von Bemessungseinschaltvermögen zur Gebrauchskategorie an, falls zutreffend.

Bei Wechselspannung wird das Bemessungseinschaltvermögen durch den Effektivwert der symmetrischen Komponente des Stroms ausgedrückt, die als konstant angenommen wird.

ANMERKUNG 2 Bei Wechselspannung darf der Scheitelwert des Stroms während der ersten Halbperioden nach dem Schließen der Hauptkontakte des Geräts merklich höher sein als der Scheitelwert des stationären Stroms, der für die Bestimmung des Einschaltvermögens verwendet wird. Dies hängt vom Leistungsfaktor des Stromkreises und dem Augenblickswert der Spannung beim Einschalten ab.

Ein Gerät sollte einen Strom einschalten können, dessen Wechselstromkomponente dem Bemessungseinschaltvermögen des Geräts entspricht, unabhängig vom Wert der Gleichstromkomponente, deren Grenzen durch die in der jeweiligen Gerätenorm angegebenen Leistungsfaktoren gesetzt sind.

4.3.5.3

Bemessungsausschaltvermögen

en: rated breaking capacity

fr: pouvoir assigné de coupure

Das Bemessungsausschaltvermögen eines jeden Geräts ist der vom Hersteller angegebene Strom, den das Gerät unter festgelegten Ausschaltbedingungen ausschalten kann.

Die festzulegenden Ausschaltbedingungen sind:

- die kennzeichnenden Merkmale des Prüfkreises;
- die betriebsfrequente wiederkehrende Spannung.

Die Angabe des Bemessungsausschaltvermögens erfolgt unter Bezug auf die Bemessungsbetriebsspannung und den Bemessungsbetriebsstrom nach der jeweiligen Gerätenorm.

Ein Gerät muss jeden Strom bis und einschließlich seines Bemessungsausschaltvermögens ausschalten können.

ANMERKUNG 1 Ein Schaltgerät darf mehrere Bemessungsausschaltvermögen haben, wobei jedes Bemessungsausschaltvermögen einer Betriebsspannung und einer Gebrauchskategorie entspricht.

Bei Wechselspannung wird das Bemessungsausschaltvermögen durch den Effektivwert der symmetrischen Komponente des Stroms ausgedrückt.

ANMERKUNG 2 Die jeweilige Gerätenorm gibt die Zuordnung von Bemessungsausschaltvermögen und Gebrauchskategorie an, falls zutreffend.

4.3.6 Kennzeichnende Merkmale unter Kurzschlussbedingungen

Dieser Unterabschnitt enthält allgemeine Anforderungen an die Bemessungswerte bei Kurzschlussbedingungen.

4.3.6.1**Bemessungskurzzeitstromfestigkeit (I_{cw})**en: rated short-time withstand current (I_{cw})fr: courant assigné de courte durée admissible (I_{cw})

Die Bemessungskurzzeitstromfestigkeit eines Geräts ist der vom Hersteller angegebene Kurzzeitstrom, den das Gerät unter den in der jeweiligen Gerätenorm angegebenen Prüfbedingungen führen kann, ohne beschädigt zu werden.

4.3.6.2**Bemessungskurzschlusseinschaltvermögen (I_{cm})**en: rated short-circuit making capacity (I_{cm})fr: pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (I_{cm})

Das Bemessungskurzschlusseinschaltvermögen eines Geräts ist der vom Hersteller angegebene Kurzschlussstrom, den das Gerät bei Bemessungsbetriebsspannung, Bemessungsfrequenz und festgelegtem Leistungsfaktor bei Wechselspannung oder festgelegter Zeitkonstante bei Gleichspannung einschalten kann. Es wird durch den größten Scheitelwert des unbeeinflussten Stroms ausgedrückt, den das Gerät unter festgelegten Bedingungen einschalten kann.

4.3.6.3**Bemessungskurzschlussausschaltvermögen (I_{cn})**en: rated short-circuit breaking capacity (I_{cn})fr: pouvoir assigné de coupure en court-circuit (I_{cn})

Das Bemessungskurzschlussausschaltvermögen eines Geräts ist der vom Hersteller angegebene Kurzschlussstrom, den das Gerät bei Bemessungsbetriebsspannung, Bemessungsfrequenz und festgelegtem Leistungsfaktor bei Wechselspannung oder festgelegter Zeitkonstante bei Gleichspannung ausschalten kann. Es wird durch den unbeeinflussten Strom (bei Wechselstrom den Effektivwert der Wechselstromkomponente) unter festgelegten Bedingungen ausgedrückt.

4.3.6.4**bedingter Bemessungskurzschlussstrom**

en: rated conditional short-circuit current

fr: courant assigné de court-circuit conditionnel

Der bedingte Bemessungskurzschlussstrom eines Geräts ist der vom Hersteller angegebene unbeeinflusste Strom, den das durch eine vom Hersteller vorgegebene Kurzschlusschutzeinrichtung geschützte Gerät während der Abschaltzeit dieser Einrichtung unter den in der jeweiligen Gerätenorm festgelegten Prüfbedingungen führen kann.

Der Hersteller muss Einzelheiten zu der vorgeschriebenen Kurzschlusschutzeinrichtung angeben.

ANMERKUNG 1 Bei Wechselspannung wird der bedingte Bemessungskurzschlussstrom durch den Effektivwert der Wechselstromkomponente ausgedrückt.

ANMERKUNG 2 Die Kurzschlusschutzeinrichtung darf entweder fester Bestandteil des Geräts oder ein separates Gerät sein.

4.4 Gebrauchskategorie

Die Gebrauchskategorie eines Geräts legt den vorgesehenen Anwendungsfall fest und muss in der jeweiligen Gerätenorm angegeben werden. Sie ist durch eine oder mehrere der nachstehenden Betriebsbedingungen gekennzeichnet:

- Strom (Ströme), ausgedrückt durch das Vielfache des Bemessungsbetriebsstroms;
- Spannung(en), ausgedrückt durch das Vielfache der Bemessungsbetriebsspannung;
- Leistungsfaktor oder Zeitkonstante;
- Verhalten bei Kurzschluss;

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

- Selektivität;
- andere Betriebsbedingungen, soweit zutreffend.

Beispiele für Gebrauchskategorien von Niederspannungsschaltgeräten siehe [Anhang A](#).

4.5 Steuerstromkreise

4.5.1

elektrisch und elektronisch gesteuerte Stromkreise

en: electrically or electronically controlled circuits

fr: circuits commandés électriquement ou électroniquement

Die kennzeichnenden Merkmale von elektrischen und elektronischen Steuerstromkreisen sind:

- Stromart;
- Bemessungsfrequenz oder Gleichspannung;
- Bemessungsbetätigungsspannung U_c (Gleichspannung, Wechselspannung);
- Bemessungssteuerspeisespannung U_s (Gleichspannung, Wechselspannung), wo zutreffend.
- Art der externen Steuerstromkreisgeräte (Kontakte, Sensoren, Optokoppler, aktive elektronisch Bauelemente usw.);
- Leistungsaufnahme.

ANMERKUNG 1 Im Falle eines elektrischen Steuerstromkreises wurde oben eine Unterscheidung gemacht zwischen der Steuerstromkreisspannung U_c , welche die Spannung ist, die über die Kontakte „a“ (siehe [2.3.12](#)) im Steuerstromkreis anliegt, und der Speisespannung U_s , welche die Spannung ist, die über die Eingangsklemmen des Steuerstromkreises des Geräts anliegt und sich von der Steuerstromkreisspannung wegen der Anwesenheit eines eingebauten Transformators, Gleichrichters, Widerstands usw. unterscheiden kann.

ANMERKUNG 2 Es wird unterschieden zwischen der Betätigungsspannung, die an dem Schließer (siehe [2.3.12](#)) im Steuerstromkreis auftritt, und der Speisespannung, die an die Eingangsklemmen des Steuerstromkreises des Geräts angelegt wird. Diese beiden Spannungen dürfen infolge eingebauter Transformatoren, Gleichrichter, Widerstände usw. voneinander abweichen.

Auf die Bemessungssteuerspannung und gegebenenfalls die Bemessungsfrequenz werden die Kenndaten für die Betätigung und die Erwärmung des Steuerstromkreises bezogen. Das Gerät muss innerhalb der Grenzen von 85 % und 110 % der Bemessungssteuerspeisespannung bei fließendem Steuerstrom einwandfrei betätigt werden können.

Der elektronische Teil des elektronisch gesteuerten Elektromagnetes kann einen integrierten Teil oder ein getrenntes Teil darstellen, vorausgesetzt, es ist eine wesentliche Funktion des Gerätes.

[Anhang U](#) zeigt Beispiele und Darstellungen unterschiedlicher Stromkreisanordnungen.

Bemessungsdaten und kennzeichnende Merkmale von Steuergeräten müssen den Anforderungen der IEC 60947-5 entsprechen (siehe Anmerkung [Abschnitt 1](#)).

4.5.2

Druckluft-Steuerkreise (mit Druckluftantrieb oder elektrisch betätigtem Druckluftantrieb)

en: air supply control circuits (pneumatic or electro-pneumatic)

fr: circuits de commande à air comprimé (pneumatiques ou électropneumatiques)

Kennzeichnende Merkmale von Druckluft-Steuerkreisen sind:

- Schalterbemessungsbetriebsdruck und zulässige Abweichungen;
- erforderliche Luftmenge je Einschaltung und je Ausschaltung bei Atmosphärendruck.

Der Schalterbemessungsbetriebsdruck eines Geräts mit Druckluft oder elektrisch betätigtem Druckluftantrieb ist der Druck, auf den die Kenndaten für die Druckluftbetätigung bezogen werden.

4.6 Hilfsstromkreise

Kennzeichnende Merkmale von Hilfsstromkreisen sind Anzahl und Art der Kontakte (Schließer, Öffner usw.) in jedem dieser Stromkreise sowie ihre Bemessungsdaten nach IEC 60947-5 (siehe Anmerkung von [Abschnitt 1](#)).

Die kennzeichnenden Merkmale von Hilfskontakten und -schaltern müssen den Anforderungen der obigen Norm entsprechen.

4.7 Relais und Auslöser

Die kennzeichnenden Merkmale von Relais und Auslösern müssen, soweit zutreffend, in der jeweiligen Gerätenorm wie folgt festgelegt werden:

- Art des Relais oder Auslösers;
- Bemessungswerte;
- Stromeinstellwert oder Stromeinstellbereich;
- Zeit-Strom-Abhängigkeit (Darstellung der Zeit-Strom-Kennlinien siehe 4.8);
- Einfluss der Umgebungstemperatur;
- erweiterte Funktionen wie in [Anhang T](#) angegeben.

4.8 Zuordnung von Kurzschlusschutzeinrichtungen (SCPD)

Der Hersteller muss die Art oder die kennzeichnenden Merkmale der Kurzschlusschutzeinrichtungen, die je nachdem mit oder in dem Gerät verwendet werden sollen, sowie den größten unbeeinflussten Kurzschlussstrom, für den die Kombination einschließlich der Kurzschlusschutzeinrichtung (SCPD) bei der zugehörigen Betriebsspannung geeignet ist, festlegen.

ANMERKUNG IEC/TR 61912-1 enthält einen Leitfaden für die Koordination mit SCPD.

4.9 Schaltüberspannungen

Der Hersteller muss die größte Schaltüberspannung angeben, die durch den Betrieb des Schaltgeräts verursacht wird, wenn durch die jeweilige Gerätenorm gefordert.

Dieser Wert darf die Bemessungsstoßspannungsfestigkeit nicht überschreiten (siehe [4.3.1.3](#)).

5 Produktinformation

5.1 Art der Information

Nach den Anforderungen der jeweiligen Gerätenorm muss der Hersteller folgende Angaben machen: Angaben zur Identifizierung:

- Name des Herstellers oder Ursprungszeichen;
- Typbezeichnung oder Katalognummer;
- Angabe der jeweiligen Gerätenorm, falls der Hersteller die Übereinstimmung mit dieser in Anspruch nimmt.

Kennzeichnende Merkmale:

- Bemessungsbetriebsspannung (siehe [4.3.1.1](#) und Anmerkung zu [5.2](#));
- Gebrauchskategorie und Bemessungsbetriebsströme (oder Bemessungsbetriebsleistungen oder Bemessungsdauerströme) bei den Bemessungsbetriebsspannungen des Geräts (siehe [4.3.1.1](#), [4.3.2.3](#), [4.3.2.4](#) und [4.4](#)); in bestimmten Fällen dürfen diese Angaben um den Wert der Referenzumgebungstemperatur ergänzt werden, bei der das Gerät kalibriert wurde;

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

- die Bemessungsfrequenz(en), z. B.: 50 Hz, 50 Hz/60 Hz und/oder die Angabe „Gleichspannung“ oder das Bildzeichen ;
- Bemessungsbetriebsart, gegebenenfalls mit Angabe der Klasse des Aussetzbetriebs (siehe 4.3.4);
- Bemessungsein- und/oder -ausschaltvermögen; diese Angaben dürfen durch die Angabe der Gebrauchskategorie ersetzt werden, falls zutreffend;
- Bemessungsisolationsspannung (siehe 4.3.1.2);
- Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (siehe 4.3.1.3);
- kennzeichnende Merkmale von Relais oder Auslösern (siehe 4.7);
- Schaltüberspannung (siehe 4.9);
- Bemessungskurzzeitstromfestigkeit mit Dauer, falls zutreffend (siehe 4.3.6.1);
- Bemessungskurzschlussein- und/oder -ausschaltvermögen, falls zutreffend (siehe 4.3.6.2 und 4.3.6.3);
- bedingter Bemessungskurzschlussstrom, falls zutreffend (siehe 4.3.6.4);
- IP-Schutzart bei Geräten im Gehäuse (siehe Anhang C);
- Verschmutzungsgrad (siehe 6.1.3.2);
- Art und größte Bemessungswerte der Kurzschlusschutzeinrichtung, falls zutreffend;
- Schutzklasse für den Schutz gegen elektrischen Schlag (siehe IEC 61140), falls zutreffend;
- Bemessungsbetätigungsspannung, Stromart und Frequenz;
- Bemessungssteuerspeisespannung, Stromart und Frequenz, falls diese von der Spannung der Spule abweichen;
- Schalterbemessungsbetriebsdruck sowie oberer und unterer Grenzwert desselben (für Geräte mit Druckluftbetätigung);
- Trennfunktion;
- Länge der Isolierung, die vor dem Einsetzen des Leiters in die Klemme zu entfernen ist;
- maximale Anzahl von Leitern, die angeschlossen werden dürfen.

Schraubenlose Spezialklemmen:

- Klemmen für starre-eindrätige Leiter sind mit den Buchstaben „s“ oder „sol“ zu kennzeichnen.
- Klemmen für starre (eindrätige oder mehrdrätige) Leiter sind mit dem Buchstaben „r“ zu kennzeichnen.
- Klemmen für flexible Leiter sind mit dem Buchstaben „f“ zu kennzeichnen.

Im Falle eines elektronisch gesteuerten Elektromagnets können auch andere Informationen notwendig sein, z. B. Steuerstromkreisanordnungen (siehe 4.5 und Anhang U).

ANMERKUNG Diese Aufstellung ist nicht vollständig.

5.2 Aufschriften

Jede relevante Angabe, wie sie nach 5.1 aufgeführt und auf dem Gerät anzubringen ist, muss in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

Aufschriften müssen dauerhaft und leicht lesbar sein.

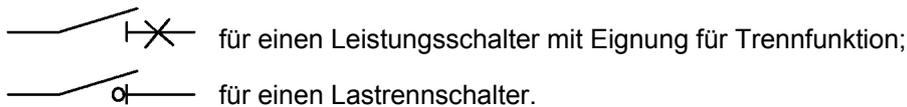
Herstellernamen oder Ursprungszeichen sowie Typbezeichnung oder Katalognummer müssen auf dem Gerät angebracht werden, vorzugsweise auf dem Typschild, soweit vorhanden, damit alle technischen Daten beim Hersteller erfragt werden können.

ANMERKUNG In den USA und in Kanada darf die Bemessungsbetriebsspannung U_e wie folgt angegeben werden:

- a) bei Geräten für dreiphasige 4-Leitersysteme durch die Phasen- und die verkettete Spannung, z. B. 277/480 V;
- b) bei Geräten für dreiphasige 3-Leitersysteme durch die verkettete Spannung, z. B. 480 V.

Folgende Angaben müssen so angebracht sein, dass sie nach der Montage sichtbar sind:

- Bewegungsrichtung des Bedienteils, falls zutreffend (siehe 7.1.5.2);
- Stellungsanzeige des Bedienteils (siehe 7.1.6.1 und 7.1.6.2);
- Approbations- oder Zertifizierungszeichen, falls zutreffend;
- Bildzeichen, Farbcode oder Buchstabencode bei Kleingeräten;
- Anschlussbezeichnung (siehe 7.1.8.4);
- IP-Schutzart und Schutzklasse für den Berührungsschutz, falls zutreffend (die Angaben sollten vorzugsweise auf dem Gerät erfolgen, soweit möglich);
- Trennfunktion, falls zutreffend, mit dem Bildzeichen für Trennfunktion nach IEC 60617-7, Bezugszeichen 07-01-03, kombiniert mit dem entsprechenden Trennfunktionsbildzeichen für das Gerät, z. B.:



Diese Bildzeichen müssen:

- deutlich und unverwechselbar sein;
- sichtbar sein, wenn das Gerät im Betrieb installiert ist und das Bedienteil zugänglich ist.

Diese Anforderung gilt, egal ob das Gerät ohne Gehäuse oder im Gehäuse in Übereinstimmung mit 7.1.11 ist.

Diese Anforderung gilt auch, wenn das Bildzeichen im Schaltplan integriert ist und dieser Plan die einzige Kennzeichnung für die Eignung zur Trennung ist.

Im Fall von elektronisch gesteuerten Elektromagneten können auch andere Informationen als die gegebenen in 5.1 erforderlich sein; siehe auch 4.5 und [Anhang U](#).

Die Kennzeichen „s“, „sol“, „r“ oder „f“ für Spezialklemmen müssen auf dem Gerät angebracht werden, oder, wenn der Platz dafür nicht ausreicht, auf der kleinstmöglichen Verpackungseinheit oder in der mit dem Produkt mitgelieferten technischen Information.

Im Fall einer Gruppe von aneinandergereihten Klemmen wird eine einzige Kennzeichnung auf dem Gerät akzeptiert.

5.3 Aufstellungs-, Bedienungs- und Wartungsanweisungen

Der Hersteller muss in seinen Unterlagen die Bedingungen für Aufstellung, Betrieb und Wartung des Geräts, falls zutreffend, während des Betriebs und nach einem Fehler festlegen.

Der Hersteller muss auch die eventuell erforderlichen Maßnahmen angeben, die im Hinblick auf die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) für das Gerät zu ergreifen sind. Für ein Gerät, das nur für Umgebung A (siehe 7.3.1) geeignet ist, muss der Hersteller folgenden Hinweis in die Dokumentation aufnehmen:

Hinweis

Dies ist ein Produkt für Umgebung A. In Haushaltsumgebung kann dieses Gerät unerwünschte Funkstörungen verursachen; in diesem Fall kann der Anwender verpflichtet sein, angemessene Maßnahmen durchzuführen.

Wenn nötig, müssen Transport-, Aufstellungs- und Bedienungsanweisungen besonders wichtige Maßnahmen für ordnungsgemäße Montage, Inbetriebnahme und Betrieb des Geräts enthalten.

Diese Unterlagen müssen gegebenenfalls Angaben über Umfang und Häufigkeit der Wartung enthalten.

ANMERKUNG Nicht alle Geräte, für die diese Norm gilt, sind zu warten.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

6 Übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen

6.1 Übliche Betriebsbedingungen

Geräte nach dieser Norm müssen unter folgenden genormten Bedingungen betrieben werden können.

ANMERKUNG Für abweichende Bedingungen siehe [Anhang B](#). Dies kann eine Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender erfordern.

6.1.1 Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur darf nicht höher als +40 °C und ihr Mittelwert über eine Dauer von 24 h nicht höher als +35 °C sein.

Die untere Grenze der Umgebungstemperatur ist –5 °C.

Umgebungstemperatur ist die Temperatur, die bei offenen Geräten das Gerät oder bei Geräten im Gehäuse das Gehäuse umgibt.

ANMERKUNG 1 Geräte für eine Verwendung in Umgebungstemperaturen oberhalb +40 °C (z. B. in Schmieden, Kesselhäusern, tropischen Ländern) oder unter –5 °C (z. B. –25 °C, wie es in IEC 60439-1 für im Freien betriebene Niederspannungsschaltanlagen gefordert wird) sollten, soweit anwendbar, nach der jeweiligen Gerätenorm oder nach einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender ausgeführt und verwendet werden. Angaben im Herstellerkatalog dürfen als eine solche Vereinbarung betrachtet werden.

ANMERKUNG 2 Die Referenzumgebungstemperatur für bestimmte Arten von Geräten, z. B. Leistungsschalter oder Überstromrelais für Starter, ist in der jeweiligen Gerätenorm angegeben.

6.1.2 Höhenlage

Die Höhenlage des Verwendungsorts darf nicht mehr als 2 000 m über NN betragen.

ANMERKUNG Bei Anlagen in größeren Höhenlagen sind die verringerte Isolationsfestigkeit und die verringerte Kühlwirkung der Luft zu berücksichtigen. Für elektrische Geräte, die unter solchen Bedingungen arbeiten sollen, sind Ausführung und Anwendung zwischen Hersteller und Anwender zu vereinbaren.

6.1.3 Atmosphärische Bedingungen

6.1.3.1 Luftfeuchte

Die relative Feuchte der Umgebungsluft übersteigt 50 % beim höchsten Wert der Temperatur von +40 °C nicht. Bei niedrigeren Temperaturen darf eine höhere Luftfeuchte zugelassen werden, z. B. 90 % bei +20 °C. Für gelegentlich auftretende Betauung infolge von Temperaturschwankungen können besondere Vorkehrungen notwendig sein.

ANMERKUNG Verschmutzungsgrade, wie nach 6.1.3.2 angegeben, legen die Umgebungsbedingungen genauer fest.

6.1.3.2 Verschmutzungsgrad

Der Verschmutzungsgrad (siehe [2.5.58](#)) bezieht sich auf die Umgebungsbedingungen, unter denen das Gerät arbeiten soll.

ANMERKUNG 1 Die Mikroumgebung der Kriech- oder Luftstrecken, nicht die Umgebung des Geräts, bestimmt die Auswirkungen auf die Isolierung. Die Mikroumgebung kann besser oder schlechter als die Umgebung des Geräts sein. Sie umfasst alle Einflüsse auf die Isolierung, wie z. B. Klima, elektromagnetische Felder, Entstehung von Verschmutzung usw.

Für Geräte, die für die Verwendung in einem Gehäuse vorgesehen sind oder die ein integriertes Gehäuse haben, gilt der Verschmutzungsgrad der Umgebung im Gehäuse.

Zur Bewertung von Luftstrecken und Kriechstrecken dienen folgende vier Verschmutzungsgrade in der Mikro-umgebung. (Den verschiedenen Verschmutzungsgraden entsprechende Luft- und Kriechstrecken sind in den Tabellen 13 und 15 angegeben.)

Verschmutzungsgrad 1:

Keine oder nur trockene, nicht leitende Verschmutzung.

Verschmutzungsgrad 2:

Üblicherweise nur nicht leitende Verschmutzung. Es muss jedoch gelegentlich mit einer zeitweiligen Leitfähigkeit durch Betauung gerechnet werden.

Verschmutzungsgrad 3:

Leitende Verschmutzung oder trockene, nicht leitende Verschmutzung, die durch Betauung leitfähig wird.

Verschmutzungsgrad 4:

Verschmutzung, die dauernde Leitfähigkeit, z. B. aufgrund von leitendem Staub, Regen oder Schnee, hervorruft.

Norm-Verschmutzungsgrad für in der Industrie verwendete Geräte:

Wenn in der jeweiligen Gerätenorm nichts anderes angegeben ist, gilt für in der Industrie verwendete Geräte der Verschmutzungsgrad 3. Es dürfen jedoch auch andere Verschmutzungsgrade nach dem einzelnen Einsatz oder der Mikroumgebung angewendet werden.

ANMERKUNG 2 Der Verschmutzungsgrad der Mikroumgebung des Geräts darf durch Einbau des Geräts in ein Gehäuse beeinflusst werden.

Norm-Verschmutzungsgrad für Geräte im Hausgebrauch und für ähnliche Zwecke verwendete Geräte:

Wenn in der jeweiligen Gerätenorm nichts anderes angegeben ist, gilt für Geräte im Hausgebrauch und für ähnliche Zwecke verwendete Geräte der Verschmutzungsgrad 2.

6.1.4 Schocken und Schwingen

Bedingungen für Schocken und Schwingen, denen das Gerät ausgesetzt werden kann, sind in Vorbereitung.

6.2 Transport- und Lagerbedingungen

Zwischen Hersteller und Anwender müssen Sondervereinbarungen abgeschlossen werden, wenn die Transport- und Lagerbedingungen, z. B. für Temperatur und Feuchte, von den Werten in 6.1 abweichen, es sei denn, wenn nichts anderes festgelegt ist, folgender Temperaturbereich bei Transport und Lagerung wird nicht überschritten: zwischen -25 °C und $+55\text{ °C}$ und für kurze Zeit, nicht über 24 Stunden, bis $+70\text{ °C}$.

Geräte, die diesen extremen Temperaturen, ohne betätigt zu werden, ausgesetzt sind, dürfen keinen bleibenden Schaden nehmen und müssen danach vorschriftsmäßig arbeiten.

6.3 Einbau

Der Einbau der Geräte muss nach den Angaben des Herstellers erfolgen.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

7 Anforderungen an den Bau und das Verhalten

7.1 Bauanforderungen

7.1.1 Allgemeines

Das Gerät mit seinem Gehäuse (integriert oder gesondert), falls vorhanden, muss so projektiert und ausgeführt sein, dass es die während der Installation und des bestimmungsgemäßen Gebrauchs auftretenden Beanspruchungen aushält, und es muss außerdem einem festgelegten Grad der Wärme- und Feuerbeständigkeit entsprechen.

Anforderungen an die Glühdrahtprüfung für nicht integrierte Gehäusematerialien sind in den entsprechenden Normen angegeben, z. B. IEC 62208.

ANMERKUNG Die Notwendigkeit, die Belastung der Umwelt, die von einem Produkt während seiner Lebenszyklusphase ausgeht, zu minimieren, ist erkannt. Unterstützung hinsichtlich der Berücksichtigung von Umweltaspekten für Produkte, die IEC 60947 entsprechen, wird im [Anhang O](#) gegeben.

7.1.2 Werkstoffe

7.1.2.1 Allgemeine Werkstoffanforderungen

Isolierstoffteile, die aufgrund elektrischer Effekte innerhalb des Geräts thermischen Belastungen ausgesetzt sein können, dürfen durch abnorme Hitze oder Feuer nicht beeinträchtigt werden.

Der Hersteller muss angeben, welches Prüfverfahren, 7.1.2.2 oder [7.1.2.3](#), benutzt werden soll.

7.1.2.2 Glühdrahtprüfung

Die Eignung der verwendeten Materialien wird nachgewiesen durch:

- a) die Durchführungen von Prüfungen am Gerät oder
- b) die Durchführungen von Prüfungen an Teilstücken, die dem Gerät entnommen wurden, oder
- c) die Durchführungen von Prüfungen an Proben aus identischem Material mit repräsentativer Dicke oder
- d) das Vorhalten von Daten des Isoliermaterialherstellers, welche die Anforderungen entsprechend IEC 60695-2-12 erfüllen.

Die Eignung muss im Hinblick auf Wärme- und Feuerbeständigkeit bestimmt werden.

Der Hersteller muss angeben, welche von den Prüfungen a), b), c) und d) zu verwenden ist.

Wenn ein identischer Werkstoff mit repräsentativen Querschnitten bereits die Anforderungen aller Prüfungen nach [8.2.1](#) erfüllt hat, dann brauchen diese Prüfungen nicht wiederholt zu werden.

Prüfungen am Gerät müssen mit der Glühdrahtprüfung für Endprodukte nach IEC 60695-2-10 und IEC 60695-2-11 durchgeführt werden.

Isolierstoffteile, die Strom führende Teile in ihrer Lage fixieren, müssen die Glühdrahtprüfungen nach [8.2.1.1.1](#) bei einer Prüftemperatur von 850 °C oder 960 °C, je nach der zu erwartenden Brandgefahr, aushalten. Produktnormen müssen den für das Produkt geeigneten Wert festlegen, wobei der Anhang A zu IEC 60695-2-11 zu berücksichtigen ist.

Andere Isolierstoffteile als die im vorstehenden Absatz festgelegten müssen den Anforderungen der Glühdrahtprüfung nach [8.2.1.1.1](#) bei einer Temperatur von 650 °C entsprechen.

ANMERKUNG Für kleine Teile, wie sie in IEC 60695-2-11 beschrieben sind, darf die betreffende Gerätenorm eine andere Prüfung festlegen (z. B. Nadelflammenprüfung nach IEC 60695-2-2). Das gleiche Verfahren darf aus anderen praktischen Gründen anwendbar sein, wenn das Metallteil im Vergleich zu dem Isolierstoff groß ist (wie Reihenklemmen).

7.1.2.3 Prüfung auf der Basis der Entflammbarkeitskategorie

Für Isolierstoffteile müssen auf der Grundlage der Entflammbarkeitskategorie Prüfungen der Heißdrahtzündung und, falls zutreffend, Lichtbogenzündung, wie in 8.2.1.1.2 festgelegt, durchgeführt werden.

Die Prüfungen der Werkstoffe müssen nach [Anhang M](#) durchgeführt werden. Die Anforderungen an den Prüfwert für die Heißdrahtzündung (HWI) und die Lichtbogenzündung (AI) mit Bezug auf die Werkstoff-Entflammbarkeitskategorie müssen der [Tabelle M.1](#) oder [Tabelle M.2](#) entsprechen.

Alternativ darf der Hersteller auch Daten des Herstellers von Isolierstoffen vorhalten, die die in [Anhang M](#) angegebenen Anforderungen erfüllen.

7.1.3 Strom führende Teile und ihre Verbindungen

Strom führende Teile müssen für ihren Anwendungszweck die notwendige mechanische Festigkeit und Stromtragfähigkeit haben.

Bei elektrischen Verbindungen darf kein Kontaktdruck über Isolierstoff übertragen werden, außer über Keramik oder über andere, ebenso geeignete Isolierstoffe, falls nicht die Metallteile eine ausreichende Federung aufweisen, die jede mögliche Schrumpfung oder Verformung des Isolierstoffs ausgleicht.

Übereinstimmung ist durch Besichtigung und mittels Durchführung der Prüffolgen entsprechend den jeweiligen Gerätenormen nachzuweisen.

ANMERKUNG In den USA ist unter folgenden Umständen die Anwendung von Klemmstellen, bei denen Druck über nichtkeramische Isolierstoffe übertragen wird, zulässig:

- 1) wenn die Klemmstelle Teil einer Reihenklemme ist;
- 2) wenn eine Temperaturprüfung zeigt, dass die Temperaturbegrenzungen von Isolierstoff und von den Anschlüssen in Übereinstimmung mit der Gerätenorm nicht überschritten werden;
- 3) wenn in dem Aufbau der Klemmstelle ein federndes Metall zum Ausgleichen des durch die Verformung des Isolierstoffs entstehenden Klemmdruckverlustes angewendet wird.

7.1.4 Luft- und Kriechstrecken

Für Geräte, die nach 8.3.3.4 dieser Norm geprüft werden, sind Mindestwerte in den [Tabellen 13](#) und [15](#) angegeben.

Elektrische Anforderungen sind in [7.2.3](#) festgelegt.

Für andere Fälle sind Hinweise auf die Mindestwerte in den jeweiligen Gerätenormen angegeben.

7.1.5 Bedienteil

7.1.5.1 Isolierung

Das Bedienteil eines Geräts muss für die Bemessungsisolationsspannung und, wenn zutreffend, für die Bemessungsstoßspannung gegen aktive Teile isoliert werden.

Außerdem muss das Bedienteil,

- wenn es aus Metall ist, mit einem Schutzleiter verbunden werden können, es sei denn, es hat eine zusätzliche, zuverlässige Isolierung;
- wenn es aus Isolierstoff ist oder mit Isolierstoff umhüllt ist und innere Metallteile hat, die im Fehlerfall berührt werden können, ebenfalls für die Bemessungsisolationsspannung gegen aktive Teile isoliert werden.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

7.1.5.2 Bewegungsrichtung

Die Betätigungsrichtung des Bedienteils muss den Anforderungen der IEC 60447 entsprechen. Wenn Geräte diesen Anforderungen nicht entsprechen, z. B. aufgrund besonderer Anwendungen oder alternativer Einbaulagen, ist eine Kennzeichnung erforderlich, aus der eindeutig die „I“- und „O“-Stellung sowie die Betätigungsrichtung hervorgehen.

7.1.6 Anzeige der Kontaktstellung

7.1.6.1 Anzeigeeinrichtungen

Wenn ein Gerät mit einer Anzeige der geschlossenen und der geöffneten Stellung ausgerüstet ist, müssen diese klar und eindeutig angezeigt werden. Dies erfolgt durch eine Schaltstellungsanzeige (siehe [2.3.18](#)).

ANMERKUNG Bei Geräten im Gehäuse darf die Anzeige von außen sichtbar sein oder nicht.

Die jeweilige Gerätenorm darf angeben, ob das Gerät solch eine Anzeige haben muss.

Werden Bildzeichen verwendet, muss die geschlossene bzw. geöffnete Stellung in Übereinstimmung mit IEC 60417-2 angezeigt werden:

60417-2-IEC 5007 | EIN (unter Spannung setzen);

60417-2-IEC 5008 ○ AUS (außer Spannung setzen).

Bei Geräten, die mit zwei Drucktastern betätigt werden, muss der Drucktaster für die Öffnungsbetätigung entweder rot oder mit dem Bildzeichen „O“ gekennzeichnet sein.

Die Farbe Rot darf für keinen anderen Drucktaster verwendet werden.

Die Farben der anderen Drucktaster, Leuchtdrucktaster und Leuchtmelder müssen IEC 60073 entsprechen.

7.1.6.2 Anzeige durch das Bedienteil

Dient das Bedienteil als Kontaktstellungsanzeiger, so muss es automatisch die der Stellung des beweglichen Kontakts entsprechende Stellung einnehmen oder, wenn es losgelassen wird, in ihr verharren. In diesem Fall muss das Bedienteil zwei Ruhstellungen haben, die denen der bewegbaren Kontakte entsprechen. Bei automatischer Öffnung darf das Bedienteil eine dritte Stellung einnehmen.

7.1.7 Zusätzliche Anforderungen an Geräte mit Trennfunktion

7.1.7.1 Zusätzliche Bauanforderungen

ANMERKUNG 1 In den USA werden Geräte, die diesen zusätzlichen Anforderungen entsprechen, nicht als Geräte akzeptiert, die durch sich selbst die Trennung sicherstellen. Trennungsanforderungen und Verfahren werden in den jeweiligen Bundesvorschriften und Wartungsnormen behandelt.

Geräte mit Trennfunktion müssen in der offenen Stellung (siehe [2.4.21](#)) eine den Anforderungen für die Trennfunktion entsprechende Trennstrecke aufweisen (siehe [7.2.3.1](#) und [7.2.7](#)). Die Anzeige der Stellung der Hauptkontakte muss durch eine oder mehrere der folgenden Möglichkeiten gegeben sein:

- die Stellung des Bedienteils;
- einen separaten mechanischen Anzeiger;
- die Sichtbarkeit aller beweglichen Hauptkontakte.

Die Wirksamkeit jeder dieser Anzeigemöglichkeiten am Gerät und seine mechanische Festigkeit müssen in Übereinstimmung mit [8.2.5](#) nachgewiesen werden.

Sind Mittel zum Verschließen des Geräts in der offenen Stellung vorhanden oder vom Hersteller vorgesehen, darf das Abschließen in dieser Stellung nur möglich sein, wenn die Hauptkontakte in der offenen Stellung sind. Dies muss in Übereinstimmung mit 8.2.5 nachgewiesen werden.

Die Geräte müssen so ausgeführt sein, dass das Bedienteil, die Frontplatte oder die Abdeckung derart am Gerät befestigt sind, dass die einwandfreie Schaltstellungsanzeige und das Verschließen, falls vorgesehen, sichergestellt sind.

ANMERKUNG 2 Verschließen in der geschlossenen Stellung ist für besondere Verwendungszwecke erlaubt.

ANMERKUNG 3 Sind Hilfskontakte für Verriegelungszwecke vorgesehen, sollte die Betätigungszeit der Hilfs- und der Hauptkontakte durch den Hersteller angegeben werden. Weitere spezifische Anforderungen dürfen in den jeweiligen Gerätenormen festgelegt werden.

Die angezeigte offene Stellung ist die einzige Stellung, in der die festgelegte Trennstrecke zwischen den Kontakten sichergestellt ist.

Bei Geräten mit Stellungen wie „Auslösestellung“ oder „Bereitschaftsstellung“, die nicht eine angezeigte offene Stellung darstellen, müssen die Stellungen einwandfrei erkennbar sein. Die Kennzeichnung dieser Stellungen darf nicht mit den Symbolen „I“ oder „O“ erfolgen.

Ein Bedienteil, das nur eine Ruhestellung besitzt, ist nicht zur Anzeige der Lage der Hauptkontakte geeignet.

7.1.7.2 Ergänzende Anforderungen an Geräte mit einer Vorrichtung zur elektrischen Verriegelung durch Schütze oder Leistungsschalter

Falls Geräte mit Trennfunktion, die mit Hilfsschaltern zum Zweck der elektrischen Verriegelung durch Schütze oder Leistungsschalter ausgerüstet sind, in Motorschaltkreisen verwendet werden sollen, gelten folgende Anforderungen, sofern das Gerät nicht zur Gebrauchskategorie AC-23 gehört.

Ein Hilfsschalter ist entsprechend IEC 60947-5-1 zu bemessen, wie vom Hersteller angegeben.

Das Zeitintervall zwischen dem Öffnen der Kontakte des Hilfsschalters und den Hauptkontakten muss so lang sein, dass das zugeordnete Schütz oder der zugeordnete Leistungsschalter den Stromkreis unterbricht, bevor die Hauptkontakte des Geräts öffnen.

Falls in den technischen Unterlagen des Herstellers nicht anders angegeben, darf das Intervall nicht kürzer als 20 ms sein, wenn das Gerät entsprechend den Anweisungen des Herstellers eingesetzt wird.

Die Übereinstimmung ist nachzuweisen durch Messen des Intervalls zwischen dem Moment des Öffnens des Hilfsschalters und dem Moment des Öffnens der Hauptkontakte im Leerlauf bei Betätigung entsprechend den Herstellerangaben.

Während des Schließvorgangs müssen die Kontakte des Hilfsschalters gleichzeitig oder nach den Hauptkontakten schließen.

Ein geeignetes Zeitintervall darf auch durch eine Mittelstellung (zwischen EIN und AUS) erzielt werden, in der der (die) Verriegelungskontakt(e) offen ist (sind), die Hauptkontakte aber geschlossen bleiben.

7.1.7.3 Ergänzende Anforderungen an Geräte mit einer Vorrichtung zum mechanischen Abschließen in Offenstellung mit Vorhängeschloss

Die Schließvorrichtung muss so konstruiert sein, dass sie auf Grund des (der) jeweils installierten Vorhängeschlosses (-schlösser) nicht entfernt werden kann. Auch wenn das Gerät mit nur einem Vorhängeschloss verriegelt ist, darf es nicht möglich sein, durch Betätigung des Bedienteils die Luftstrecke zwischen offenen Kontakten so weit zu reduzieren, dass die Anforderungen nach 7.2.3.1 b) nicht mehr erfüllt sind.

Alternativ darf eine mit Vorhängeschloss abschließbare Vorrichtung den Zugang zum Bedienteil verhindern.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10 EN 60947-1:2007 + A1:2011

Die anforderungsgerechte Verriegelung des Bedienteils durch ein Vorhängeschloss muss durch Verwendung eines Schlosses nach Herstellerangaben oder eines gleichwertigen Mittels, das den gewünschten Zustand erzeugt, sichergestellt sein. Zur Umstellung der Geräteposition von offen nach geschlossen wird die Kraft F nach 8.2.5.2.1 am Bedienteil angelegt. Solange die Kraft F angelegt ist, muss eine Prüfspannung über den offenen Kontakten des Geräts anliegen. Das Gerät muss der in [Tabelle 14](#) geforderten Prüfspannung widerstehen, entsprechend der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit.

7.1.8 Anschlüsse/Klemmen

7.1.8.1 Bauanforderungen

Alle Teile der Anschlüsse/Klemmen, die den Kontakt aufrechterhalten und in denen Strom fließt, müssen aus Metall mit ausreichender mechanischer Festigkeit sein.

Klemmverbindungen müssen so ausgeführt sein, dass die Kraft, um die Leiter durch Schrauben, schraubenlose Klemmen oder eine andere gleichwertige Einrichtung zu verbinden, sicherstellt, dass der notwendige Kontaktdruck aufrechterhalten wird.

Die Klemmen müssen so beschaffen sein, dass die Leiter zwischen geeignete Metallflächen ohne nennenswerte Beschädigung der Leiter und Klemmen geklemmt werden können.

Die Klemmen dürfen keine Verschiebung, auch keine selbsttätige, der Leiter zulassen, die den Betrieb des Geräts beeinträchtigt und die Isolationsspannung unter die Bemessungswerte herabsetzt.

Wenn die Anwendung es erfordert, dürfen Klemmen und Leiter nur mit Kabelschuhen für Kupferleiter abgeschlossen werden.

ANMERKUNG 1 Beispiele für die Maße von Kabelschuhen für den direkten Anschluss an Schraubverbindungen von Geräten sind im [Anhang P](#) aufgeführt.

Schraubenlose Klemmstellen, sofern vom Hersteller nicht anders angegeben, müssen starre und flexible Leiter wie in [Tabelle 1](#) angegeben aufnehmen können.

Bei schraubenlosen Klemmstellen muss das Anschließen oder Lösen der Leiter wie folgt durchgeführt werden:

- bei Universalklemmstellen durch die Verwendung eines allgemein üblichen Werkzeuges oder einer geeigneten mit der Klemme integrierten Vorrichtung zum Öffnen der Klemmstelle und zum Unterstützen des Einführens oder des Herausziehens der Leiter;
- für Steckklemmstellen durch einfaches Einführen. Für das Lösen der Leiter muss eine andere Handhabung als nur das Ziehen am Leiter erforderlich sein. Die Verwendung eines allgemein üblichen Werkzeuges oder einer geeigneten mit der Klemme integrierten Vorrichtung zum Öffnen der Klemmstelle ist erlaubt, um sie zu öffnen und so das Einführen oder das Herausziehen des Leiters zu unterstützen.

Beispiele für Klemmen siehe [Anhang D](#).

Die Anforderungen dieses Unterabschnitts müssen durch Prüfungen nach [8.2.4.2](#), [8.2.4.3](#) und [8.2.4.4](#), soweit zutreffend, nachgewiesen werden.

ANMERKUNG 2 Nordamerikanische Länder haben besondere Anforderungen an Klemmen, die für Aluminiumleiter geeignet sind, und an deren Kennzeichnung.

7.1.8.2 Anschlussmöglichkeit

Der Hersteller muss die Leiterart (starr, mehrdrähtig oder feindrähtig), den kleinsten und den größten Leiterquerschnitt, für die der Anschluss/die Klemme geeignet ist, und gegebenenfalls die Anzahl der gleichzeitig anschließbaren Leiter angeben. Der größte Leiterquerschnitt darf jedoch nicht kleiner sein als nach [8.3.3.3](#) für die Erwärmungsprüfung angegeben, und der Anschluss/die Klemme muss einen nach [Tabelle 1](#) um zwei Größen kleineren Leiter der gleichen Leiterart (starr, mehrdrähtig oder feindrähtig) aufnehmen können.

ANMERKUNG 1 Die verschiedenen Gerätenormen dürfen kleinere Leiterquerschnitte als den Mindestquerschnitt fordern.

ANMERKUNG 2 Wegen des Spannungsfalls und anderer Überlegungen dürfen die Gerätenormen fordern, dass die Anschlüsse/Klemmen größere Leiterquerschnitte aufnehmen können als für die Erwärmungsprüfung festgelegt. Die Abhängigkeit von Leiterquerschnitten zu Bemessungsströmen darf in den jeweiligen Gerätenormen angegeben werden.

Leiterquerschnitte für runde Kupferleiter (sowohl metrische als auch AWG-/kcmil-Größen) sind in [Tabelle 1](#) enthalten, die auch den Zusammenhang von metrischen ISO-Querschnitten und AWG-/kcmil-Größen zeigt.

7.1.8.3 Verbindung

Anschlüsse/Klemmen für die Verbindung mit den außen anschließbaren Leitern müssen zur Installation leicht zugänglich sein.

Klemmschrauben und -mutter dürfen nicht für die Befestigung eines anderen Geräteteils verwendet werden, außer zum Halten der Anschlüsse/Klemmen in ihrer Lage oder zum Verhindern, dass sie sich verdrehen.

7.1.8.4 Anschlussbezeichnung und -kennzeichnung

Anschlüsse/Klemmen müssen eindeutig und dauerhaft in Übereinstimmung mit IEC 60445 und [Anhang L](#) gekennzeichnet sein, wenn das nicht durch die Anforderungen der jeweiligen Gerätenorm ersetzt wurde.

Anschlüsse/Klemmen, die ausschließlich für Neutralleiter verwendet werden sollen, müssen nach IEC 60445 mit dem Buchstaben „N“ gekennzeichnet werden.

Der Schutzleiteranschluss muss nach [7.1.10.3](#) gekennzeichnet werden.

7.1.9 Zusätzliche Anforderungen an Geräte mit Neutralleiter

Wenn ein Gerät einen Pol nur für Neutralleiter hat, muss dieser Pol deutlich mit dem Buchstaben „N“ gekennzeichnet sein (siehe [7.1.8.4](#)).

Der geschaltete Pol für den Neutralleiter darf nicht vor den anderen Polen ausschalten und nicht nach den anderen Polen einschalten.

Wenn ein Pol mit einem angemessenen Kurzschlussaus- und -einschaltvermögen (siehe [2.5.14](#) und [2.5.15](#)) als Neutralleiter verwendet wird, dürfen alle Pole einschließlich Neutralleiter praktisch gleichzeitig schalten.

ANMERKUNG Der Pol für Neutralleiter darf mit einem Überstromauslöser versehen werden.

Bei Geräten mit einem konventionellen thermischen Strom (in freier Luft oder im Gehäuse, siehe [4.3.2.1](#) und [4.3.2.2](#)) bis 63 A muss dieser Wert für alle Pole gleich sein.

Bei größeren konventionellen thermischen Strömen darf der Pol für den Neutralleiter einen von den anderen Polen unterschiedlichen konventionellen thermischen Strom haben, aber nicht weniger als 50 % dieses Werts, mindestens aber 63 A.

7.1.10 Anforderungen an Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter

7.1.10.1 Bauanforderungen

Körper (z. B. Grundplatte, Rahmen und feste Teile von Metallgehäusen), die eine Gefahr darstellen können, müssen elektrisch miteinander und mit einem Schutzleiteranschluss, der an einen Erdanschluss oder einen externen Schutzleiter angeschlossen wird, verbunden sein.

Die Anforderung kann durch übliche Konstruktionselemente erfüllt werden, die eine ausreichende elektrische Verbindung sicherstellen. Dies gilt sowohl für Einzelgeräte als auch für Kombinationen.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

ANMERKUNG Wenn erforderlich, dürfen Anforderungen und Prüfungen in der jeweiligen Gerätenorm vorgeschrieben werden.

Körper werden als ungefährlich betrachtet, wenn sie nicht großflächig berührt oder nicht von der Hand umfasst werden können oder wenn sie klein (etwa 50 mm × 50 mm) oder so angebracht sind, dass jedes Berühren aktiver Teile ausgeschlossen ist.

Beispiele hierfür sind Schrauben, Nieten, Leistungsschilder, Transformatorkerne, Elektromagnete von Schaltgeräten und bestimmte Teile von Auslösern, unabhängig von ihrer Größe.

7.1.10.2 Schutzleiteranschluss

Schutzleiteranschlüsse müssen leicht zugänglich und so angeordnet sein, dass bei Abnahme der Abdeckung oder eines anderen entfernbaren Teils die Verbindung des Geräts zum Erdanschluss oder zum Schutzleiter nicht unterbrochen wird.

Schutzleiteranschlüsse müssen ausreichend gegen Korrosion geschützt werden.

Bei Geräten mit leitfähigen Konstruktionselementen, Gehäusen usw. muss, wenn nötig, die leitende Verbindung zwischen dem Körper des Geräts und der Metallummantelung der Anschlussleitungen durch geeignete Maßnahmen gesichert werden.

Schutzleiteranschlüsse dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden, außer einer Verbindung mit dem PEN-Leiter (siehe 2.1.15, Anmerkung). In diesem Fall muss der Anschluss/die Klemme die Funktion eines Neutralleiteranschlusses zusätzlich zu den Erfordernissen eines Schutzleiteranschlusses übernehmen.

7.1.10.3 Bezeichnung und Kennzeichnung des Schutzleiteranschlusses

Schutzleiteranschlüsse/-klemmen müssen eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet sein.

Die Kennzeichnung muss entweder durch Farbe (grün-gelb), das Zeichen PE bzw. PEN nach 5.3 von IEC 60445 oder im Falle von PEN durch ein Bildzeichen auf dem Gerät erfolgen.

Das zu verwendende Bildzeichen ist

60417-2-IEC-5019  Schutzerde

in Übereinstimmung mit IEC 60417-2.

ANMERKUNG Das früher empfohlene Bildzeichen  (60417-2-IEC-5017) muss nach und nach durch das o. g. Zeichen 60417-2-IEC-5019 ersetzt werden.

7.1.11 Gehäuse für Geräte

Die nachfolgenden Anforderungen gelten nur für mitgelieferte Gehäuse oder Gehäuse, die mit dem Gerät verwendet werden sollen.

7.1.11.1 Ausführung

Gehäuse müssen so ausgeführt sein, dass im geöffneten Zustand und nach Entfernen anderer gegebenenfalls vorhandener Schutzvorrichtungen alle Teile, die nach den Herstellervorschriften bei Einbau und Wartung zugänglich sein müssen, leicht zugänglich sind.

In den Gehäusen muss ein ausreichender Anschlussraum für die von außen anschließbaren Leiter zwischen den Leitereinführungen und Anschlüssen/Klemmen vorgesehen sein.

Feste Teile von Metallgehäusen müssen mit den anderen Körpern des Geräts und einem Anschluss/einer Klemme elektrisch verbunden sein, so dass sie geerdet oder an einen Schutzleiter angeschlossen werden können.

Entfernbar Metallteile des Gehäuses dürfen im Einbauzustand unter keinen Umständen von dem den Schutzleiteranschluss tragenden Teil isoliert sein.

Entfernbar Teile des Gehäuses müssen mit den festen Teilen so zuverlässig verbunden sein, dass sie sich weder durch den Betrieb des Geräts noch durch Erschütterungen unbeabsichtigt lockern oder lösen können.

Bei Gehäusen, deren Abdeckungen ohne Anwendung von Werkzeugen geöffnet werden können, müssen die Befestigungsteile unverlierbar sein.

Ein integriertes Gehäuse wird als nicht entfernbares Teil angesehen.

Werden Drucktaster in das Gehäuse eingebaut, sollte der Ausbau der Druckknöpfe von innen erfolgen. Der Ausbau von außen darf nur unter Einsatz eines dafür vorgesehenen Werkzeugs möglich sein.

7.1.11.2 Isolierung

Wenn zur Verhinderung zufälliger Berührung zwischen Gehäuse und aktiven Teilen das Gehäuse teilweise oder vollständig mit Isolierstoff ausgekleidet ist, dann muss diese Auskleidung zuverlässig am Gehäuse befestigt sein.

7.1.12 Schutzart für gekapselte Geräte

Schutzarten für gekapselte Geräte und die entsprechenden Prüfungen sind im [Anhang C](#) festgelegt.

7.1.13 Herausziehen, Verdrehen und Biegen eines Schutzrohrs mit Metall-Schutzrohren

Mit Schutzrohr-Gewindeeinführungen ausgerüstete Polymergehäuse (integriert oder gesondert) von Geräten, die für die Verbindung mit biegesteifen Metall-Schutzrohren nach IEC 60981 mit Gewinde unter sehr rauen Betriebsbedingungen vorgesehen sind, müssen die während der Installation auftretenden Beanspruchungen – wie Zugeinwirkung, Verdrehung und Biegung – aushalten.

Die Einhaltung der Forderung ist mit den Prüfungen nach [8.2.7](#) nachzuweisen.

7.2 Anforderungen an das Verhalten

Die nachfolgenden Anforderungen gelten für saubere, neue Geräte, wenn die jeweilige Gerätenorm nichts anderes festlegt.

7.2.1 Betätigungsbedingungen

7.2.1.1 Allgemeines

Das Gerät muss in Übereinstimmung mit den Herstelleranweisungen oder der jeweiligen Gerätenorm betätigt werden. Dies gilt besonders bei Geräten mit abhängiger Handbetätigung, wo Einschalt- und Ausschaltvermögen von der Fertigkeit des Bedienpersonals abhängen können.

7.2.1.2 Grenzwerte für die Betätigung von Geräten mit Kraftantrieb

Wenn die jeweilige Gerätenorm nichts anderes festlegt, müssen Geräte mit elektromagnetischem oder elektropneumatischem Antrieb zwischen 85 % und 110 % der Bemessungssteuerspeisespannung U_s und bei einer Umgebungstemperatur zwischen -5 °C und $+40\text{ °C}$ sicher schließen. Diese Grenzwerte gelten für Gleich- und Wechselspannung.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Bei Geräten mit Druckluftantrieb oder elektropneumatischem Antrieb müssen die Grenzwerte für den Schalterbetriebsdruck 85 % und 110 % des Schalterbemessungsbetriebsdrucks betragen, wenn nichts anderes angegeben ist.

Wenn ein Bereich angegeben wird, muss das Gerät zwischen 85 % des unteren Grenzwerts und 110 % des oberen Grenzwerts sicher arbeiten.

ANMERKUNG Bei verklinkten Geräten müssen die Grenzwerte für die Betätigung zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden.

Bei Geräten mit elektromagnetischem oder elektropneumatischem Antrieb darf die Abfallspannung nicht höher als 75 % und nicht niedriger als 20 % der Bemessungssteuerspeisespannung U_s bei Wechselspannung bei Bemessungsfrequenz oder 10 % bei Gleichspannung sein.

Die Grenzwerte, zwischen denen Schütze mit elektronisch gesteuertem elektromagnetischem Antrieb abfallen und voll öffnen müssen, sind:

- bei Gleichspannung: 75 % bis 10 % ihrer Bemessungssteuerspeisespannung U_s ;
- bei Wechselspannung: 75 % bis 20 % ihrer Bemessungssteuerspeisespannung U_s oder 75 % bis 10 % ihrer Bemessungssteuerspeisespannung U_s , wenn vom Hersteller angegeben.

Wenn keine anderen Werte angegeben werden, müssen Geräte mit Druckluftantrieb oder elektropneumatischem Antrieb zwischen 75 % und 10 % des Schalterbemessungsbetriebsdrucks öffnen.

Wird für die Betätigung ein Bereich angegeben, muss der jeweils zutreffende Wert 20 % oder 10 % auf den oberen Grenzwert des Bereichs und der Wert 75 % auf den unteren Grenzwert des Bereichs bezogen werden.

Für Spulen gilt der Abfallwert bei einem Spulenwiderstand, der einer Temperatur von -5 °C entspricht. Dies darf durch eine Berechnung nachgewiesen werden, die auf Ergebnissen bei üblicher Raumtemperatur basiert.

Die Abfallzeit kann möglicherweise für besondere Anwendungen vorgeschrieben sein. In diesem Fall ist die Abfallzeit während der Prüfung zu messen, verbunden mit dem Nachweis in diesem Unterabschnitt.

7.2.1.3 Ansprechgrenzen von Unterspannungsrelais und -auslösern

a) Ansprechspannung

Unterspannungsrelais und -auslöser, die einem Schaltgerät zugeordnet sind, müssen das Öffnen des Geräts bei einem Wert zwischen 70 % und 35 % ihrer Bemessungsspannung bewirken, auch wenn die Spannung langsam fällt.

ANMERKUNG Nullspannungsauslöser sind besondere Unterspannungsauslöser, die zwischen 35 % und 10 % der Bemessungsversorgungsspannung ansprechen.

Wenn die Versorgungsspannung niedriger als 35 % der Bemessungsspannung des Auslösers oder Relais ist, muss ein Unterspannungsauslöser oder -relais das Schließen des Geräts verhindern; das Schließen des Geräts muss möglich sein, wenn die Versorgungsspannung gleich oder größer als 85 % der Bemessungsspannung ist.

Wenn die jeweilige Gerätenorm nichts anderes vorschreibt, ist der Höchstwert der Versorgungsspannung 110 % der Bemessungsspannung.

Die oben angegebenen Werte gelten für Gleichspannung und für Wechselspannung bei Bemessungsfrequenz.

b) Auslösezeit

Die Auslösezeit eines verzögerten Unterspannungsauslösers oder -relais muss zwischen dem Zeitpunkt, bei dem die Spannung den Ansprechwert erreicht, und dem Entklinken des Geräts durch das Relais oder den Auslöser gemessen werden.

7.2.1.4 Ansprechgrenzen von Spannungsauslösern

Spannungsauslöser für das Öffnen von Geräten müssen deren Auslösen bei allen Betriebszuständen bewirken, wenn die gemessene Versorgungsspannung während des Auslösevorgangs zwischen 70 % und 110 % der Bemessungssteuerspeisespannung und bei Wechselspannung bei Bemessungsfrequenz bleibt.

7.2.1.5 Ansprechgrenzen von stromabhängigen Relais und Auslösern

Die Ansprechgrenzen von stromabhängigen Relais und Auslösern müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

ANMERKUNG Der Ausdruck „stromabhängige Relais und Auslöser“ umfasst Überstromrelais oder -auslöser, Überlastrelais oder -auslöser, Rückstromrelais oder -auslöser usw.

7.2.2 Erwärmung

Die Erwärmung der Geräteteile, die während der Prüfung unter den in 8.3.3.3 angegebenen Bedingungen gemessen wird, darf die in diesem Unterabschnitt festgelegten Werte nicht überschreiten.

ANMERKUNG 1 Die Erwärmung im üblichen Betrieb darf sich von den Prüfwerten durch die Einbaubedingungen und Größe der angeschlossenen Leiter unterscheiden.

ANMERKUNG 2 Die in den Tabellen 2 und 3 angegebenen Grenzübertemperaturen gelten für neue und saubere Geräte. Abweichende Werte bei anderen Prüfbedingungen und für kleine Geräte dürfen in den Gerätenormen vorgeschrieben werden; sie dürfen die festgelegten Werte bis 10 K übersteigen.

7.2.2.1 Anschlüsse

Die Erwärmung von Anschlüssen/Klemmen darf die in Tabelle 2 angegebenen Werte nicht überschreiten.

7.2.2.2 Berührbare Teile

Die Erwärmung berührbarer Teile darf die in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht überschreiten.

ANMERKUNG Die Grenzübertemperaturen anderer Teile sind in 7.2.2.8 angegeben.

7.2.2.3 Umgebungstemperatur

Die in den Tabellen 2 und 3 angegebenen Grenzübertemperaturen gelten nur für Umgebungstemperaturen innerhalb der in 6.1.1 angegebenen Grenzen.

7.2.2.4 Hauptstromkreis

Der Hauptstromkreis eines Geräts muss den konventionellen thermischen Strom des Geräts führen können, ohne dass die Erwärmung die in den Tabellen 2 und 3 festgelegten Grenzwerte bei einer Prüfung nach 8.3.3.3.4 überschreitet.

7.2.2.5 Steuerstromkreise

Die Steuerstromkreise eines Geräts einschließlich Steuereinrichtungen für das Schließen und Öffnen des Geräts müssen die Bemessungsbetriebsarten nach 4.3.4 ermöglichen und die Erwärmungsprüfungen nach 8.3.3.3.5 bestehen, ohne dass die Erwärmung die in den Tabellen 2 und 3 festgelegten Grenzwerte überschreitet.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

7.2.2.6 Wicklungen von Spulen und Elektromagneten

Wicklungen von Spulen und Elektromagneten müssen bei belastetem Hauptstromkreis mit Bemessungsspannung betrieben werden können, ohne dass die Erwärmung die in 7.2.2.8 angegebenen Grenzwerte bei der Prüfung nach 8.3.3.3.6 überschreitet.

ANMERKUNG Dieser Unterabschnitt gilt nicht für intermittierend betätigte Spulen, deren Betriebsbedingungen vom Hersteller festzulegen sind.

7.2.2.7 Hilfsstromkreise

Hilfsstromkreise eines Geräts einschließlich Hilfsschalter müssen ihren konventionellen thermischen Strom führen können, ohne dass die Erwärmung die in den Tabellen 2 und 3 festgelegten Grenzwerte bei der Prüfung nach 8.3.3.3.7 überschreitet.

ANMERKUNG Wenn ein Hilfsstromkreis integraler Bestandteil eines Geräts ist, genügt es, ihn mit dem Hauptgerät gemeinsam zu prüfen, aber mit seinem tatsächlichen Betriebsstrom.

7.2.2.8 Andere Teile

Die Erwärmung bei der Prüfung darf das Verhalten des Produkts nicht beeinträchtigen. Für Kunststoffe und Isolierwerkstoffe muss der Hersteller dies nachweisen, entweder unter Bezugnahme auf den Temperaturindex des Isolierstoffs (der beispielsweise nach den Verfahren in IEC 60216 bestimmt ist) oder durch die Übereinstimmung mit der IEC 60085.

7.2.3 Isolationseigenschaften

Die Isolationseigenschaften basieren auf den Sicherheits-Grundnormen IEC 60664-1 und IEC 61140. Für verminderte Luft- und Kriechstreckenabstände auf Grund des Einsatzes von Beschichtungen siehe IEC 60664-3; für Luft- und Kriechstreckenabstände von höchstens 2 mm siehe IEC 60664-5.

- a) Die folgenden Anforderungen stellen Hilfsmittel zum Erreichen der Isolationskoordination des Geräts für die Bedingungen innerhalb einer Anlage vor.
- b) Das Gerät muss folgende Fähigkeiten aufweisen:
 - die Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (siehe 4.3.1.3) in Übereinstimmung mit der Überspannungskategorie nach Anhang H;
 - die Stoßspannungsfestigkeit über offene Kontakte für Geräte mit Trennfunktion nach Tabelle 14;
 - die betriebsfrequente Spannungsfestigkeit.

ANMERKUNG Der Zusammenhang zwischen den Nennspannungen des Versorgungssystems und der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit des Geräts ist in Anhang H festgelegt.

Die Bemessungsstoßspannungsfestigkeit für eine gegebene Bemessungsbetriebsspannung (siehe Anmerkungen 1 und 2 in 4.3.1.1) darf nicht kleiner sein als die, die in Anhang H der Nennspannung des Systems an dem Einsatzpunkt des Geräts und der Überspannungskategorie entspricht.

- c) Das Einhalten der Anforderungen dieses Unterabschnitts ist durch Prüfungen nach 8.3.3.4 nachzuweisen.

7.2.3.1 Stoßspannungsfestigkeit

1) Hauptstromkreis

- a) Die Luftstrecken zwischen aktiven Teilen und geerdeten Teilen sowie zwischen den Polen müssen der in Tabelle 12 angegebenen Prüfspannung entsprechend der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit widerstehen.
- b) Die Festigkeit der Luftstrecken zwischen offenen Kontakten muss entsprechen:
 - der Stoßspannungsfestigkeit, die in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt ist, soweit anwendbar;
 - für Geräte mit Trennfunktion der Prüfspannung in Tabelle 14 nach der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit.

ANMERKUNG Feste Isolierung der Geräte in Verbindung mit Luftstrecken a) und/oder b) muss den Stoßspannungen, die in a) und/oder b) festgelegt sind, widerstehen, wie zutreffend.

2) Hilfs- und Steuerstromkreise

- a) Bei Hilfs- und Steuerstromkreisen, die direkt an den Hauptstromkreis mit der Bemessungsbetriebsspannung angeschlossen sind, müssen die Luftstrecken zwischen aktiven Teilen und Teilen, die geerdet werden sollen, und zwischen den Polen der Prüfspannung nach [Tabelle 12](#), entsprechend der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit der Hilfs- und Steuerstromkreise und der entsprechenden Überspannungskategorie des Hauptstromkreises (siehe auch die Anmerkung von [7.2.3.1, 1](#)), widerstehen.
- b) Hilfs- und Steuerstromkreise, die nicht direkt an den Hauptstromkreis angeschlossen sind, dürfen eine vom Hauptstromkreis abweichende Überspannungsfestigkeit haben. Luftstrecken und zugeordnete feste Isolierungen solcher Kreise, sowohl AC als auch DC, müssen der entsprechenden Spannung nach [Anhang H](#) widerstehen.

7.2.3.2 Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit von Haupt-, Hilfs- und Steuerstromkreisen

a) Prüfungen der betriebsfrequenten Spannungsfestigkeit werden in folgenden Fällen angewendet:

- Prüfungen der Isolation als Typprüfungen zum Nachweis der festen Isolierung;
- Nachweis der Isolationsfestigkeit als ein Fehlerkriterium nach Schalt- oder Kurzschluss-Typprüfungen;
- Stückprüfungen.

b) Typprüfungen der Isolationseigenschaften

Die Prüfungen der Isolationseigenschaften müssen als Typprüfungen nach [8.3.3.4](#) durchgeführt werden.

Geräte mit Trennfunktion müssen nach [8.3.3.4](#) geprüft werden, der höchste Ableitstrom muss nach [7.2.7](#) nachgewiesen werden.

c) Nachweis der Isolationsfestigkeit nach Schalt- und Kurzschlussprüfungen

Der Nachweis der Isolationsfestigkeit nach Schalt- und Kurzschlussprüfungen als ein Fehlerkriterium muss immer mit betriebsfrequenter Spannung nach 4) von [8.3.3.4.1](#) durchgeführt werden.

Für Geräte mit Trennfunktion muss der höchste Ableitstrom nach [7.2.7](#) nachgewiesen und nach [8.3.3.4](#) geprüft werden und darf die in der jeweiligen Gerätenorm festgelegten Werte nicht überschreiten.

d) Bleibt frei.

e) Nachweis der Isolationsfestigkeit bei Stückprüfungen

Prüfungen zum Auffinden von Werkstoff- oder Fertigungsfehlern werden bei betriebsfrequenter Spannung nach 2) von [8.3.3.4.2](#) durchgeführt.

7.2.3.3 Luftstrecken

Luftstrecken müssen ausreichend sein, um die Prüfung mit der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit nach [7.2.3.1](#) zu bestehen.

Die Luftstrecken müssen größer sein als die in [Tabelle 13](#) für Fall B (homogenes Feld) festgelegten Werte (siehe [2.5.62](#)) und durch eine Stichprobenprüfung nach [8.3.3.4.3](#) nachgewiesen werden. Diese Prüfung ist nicht erforderlich, wenn die Luftstrecken, bezogen auf die Bemessungsstoßspannungsfestigkeit und den Verschmutzungsgrad, größer sind als die in [Tabelle 13](#) für Fall A (inhomogenes Feld) festgelegten Werte.

Das Verfahren der Messung der Luftstrecken ist in [Anhang G](#) angegeben.

7.2.3.4 Kriechstrecken

a) Dimensionierung

Für die Verschmutzungsgrade 1 und 2 dürfen die Kriechstrecken nicht kleiner sein als die Luftstrecken, die nach [7.2.3.3](#) bestimmt sind. Für die Verschmutzungsgrade 3 und 4 dürfen die Kriechstrecken nicht kleiner sein als die Luftstrecken für Fall A ([Tabelle 13](#)), um die Gefahr von Überschlügen als Folge von

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Überspannungen zu vermindern. Dies gilt auch, wenn die Luftstrecken kleiner als die Werte für Fall A sind, wie in 7.2.3.3 erlaubt.

Das Verfahren der Messung der Kriechstrecken ist in [Anhang G](#) angegeben.

Die Kriechstrecken müssen dem Verschmutzungsgrad nach 6.1.3.2 oder den Festlegungen der Geräternorm und der entsprechenden Werkstoffgruppe bei Bemessungsisolations-(oder Arbeits-)spannung nach [Tabelle 15](#) entsprechen.

Folgende Werkstoffgruppen sind nach dem Wertebereich der Vergleichszahl für Kriechwegbildung (CTI) festgelegt (siehe 2.5.65):

- Werkstoffgruppe I $600 \leq \text{CTI}$;
- Werkstoffgruppe II $400 \leq \text{CTI} < 600$;
- Werkstoffgruppe IIIa $175 \leq \text{CTI} < 400$;
- Werkstoffgruppe IIIb $100 \leq \text{CTI} < 175$.

ANMERKUNG 1 Die CTI-Werte beziehen sich auf die Ergebnisse, die nach IEC 60112, Verfahren A, für den Isolierstoff ermittelt sind.

ANMERKUNG 2 Für anorganische Isolierstoffe, z. B. Glas oder Keramik, die keine Kriechwege bilden, brauchen die Kriechstrecken nicht größer als die zugehörigen Luftstrecken zu sein. Die Gefahr von Überschlügen sollte jedoch berücksichtigt werden.

b) Verwendung von Rippen

Eine Kriechstrecke kann durch Rippen von mindestens 2 mm Höhe auf das 0,8fache der entsprechenden Werte der [Tabelle 15](#) vermindert werden, unabhängig von der Anzahl der Rippen. Die kleinste Breite der Rippen wird durch die mechanischen Anforderungen bestimmt (siehe [G.2](#)).

c) Besondere Anwendungen

Bei Geräten für Anwendungen, bei denen ein Isolationsfehler besonders schwere Folgen hat, müssen eine oder mehrere Einflussgrößen der [Tabelle 15](#) (Kriechstrecken, Isolierstoffe, Verschmutzung der Mikroumgebung) so angewendet werden, dass eine höhere Isolationsspannung erreicht wird als die Bemessungsisolationsspannung, die dem Gerät nach [Tabelle 15](#) zugeordnet wird.

7.2.3.5 Feste Isolierung

Die feste Isolierung muss entweder durch betriebsfrequente Prüfungen nach [8.3.3.4.1 3](#)) oder DC-Prüfungen an DC-Geräten nachgewiesen werden.

Regeln für die Dimensionierung für feste Isolierung und DC-Prüfspannungen sind in Vorbereitung.

7.2.3.6 Abstände zwischen getrennten Stromkreisen

Für die Dimensionierung von Luft- und Kriechstrecken und der festen Isolierung zwischen getrennten Stromkreisen muss die höchste Bemessungsspannung zugrunde gelegt werden (Bemessungsstoßspannungsfestigkeit für die Luftstrecken und die zugehörige feste Isolierung und die Bemessungsisolationsspannung oder Arbeitsspannung für die Kriechstrecken).

7.2.3.7 Anforderungen an Geräte mit sicherer Trennung

Anforderungen an Geräte mit sicherer Trennung sind in [Anhang N](#) aufgeführt.

7.2.4 Ein- und Ausschalten und Belastbarkeit ohne Last, bei bestimmungsgemäßer Last und Überlast

7.2.4.1 Ein- und Ausschaltvermögen

Die Geräte müssen Last- und Überlastströme unter den in der jeweiligen Gerätenorm für die jeweilige Gebrauchskategorie angegebenen Bedingungen für die in der jeweiligen Gerätenorm festgelegte Anzahl von Schaltspielen fehlerfrei ein- und ausschalten können (siehe auch Allgemeine Prüfbedingungen nach [8.3.3.5](#)).

7.2.4.2 Betriebsverhalten

Die Prüfungen zum Nachweis des Betriebsverhaltens eines Geräts sollen zeigen, dass das Gerät Ströme in seinem Hauptstromkreis nach der festgelegten Gebrauchskategorie fehlerfrei ein-, ausschalten und führen kann, soweit zutreffend.

Besondere Anforderungen und Prüfbedingungen müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden und betreffen gegebenenfalls:

- das Betriebsverhalten ohne Last; während der Prüfungen führen die Steuerstromkreise Strom und der Hauptstromkreis nicht; die Prüfungen sollen nachweisen, dass das Gerät die Betriebsbedingungen für die Ober- und Untergrenze der Speisespannung bzw. des Luftdrucks während des Öffnens und des Schließens einhält;
- das Betriebsverhalten unter Last; das Gerät muss den seiner Gebrauchskategorie entsprechenden Strom so oft ein- und ausschalten, wie in der jeweiligen Gerätenorm angegeben.

Der Nachweis des Betriebsverhaltens ohne und unter Last darf zu einer Prüfung zusammengefasst werden, wenn die jeweilige Gerätenorm dies vorsieht.

7.2.4.3 Lebensdauer

ANMERKUNG Anstelle von „Standfestigkeit“ (endurance) wurde der Ausdruck „Lebensdauer“ (durability) gewählt, um zu zeigen, dass es sich um die zu erwartende Anzahl von Schaltspielen handelt, die ohne Reparatur oder Ersatz von Teilen durchgeführt werden können. Außerdem ist der Ausdruck „Standfestigkeit“ allgemein gebräuchlich im Sinne des nach 7.2.4.2 definierten Betriebsverhaltens, und es wurde als notwendig erachtet, den Ausdruck „Standfestigkeit“ nicht zu verwenden, um damit eine falsche Auslegung beider Definitionen in dieser Norm zu vermeiden.

7.2.4.3.1 Mechanische Lebensdauer

Die mechanische Lebensdauer von Geräten wird ausgedrückt durch die in der jeweiligen Gerätenorm festgelegte Anzahl von Schaltspielen bei Betrieb ohne Last (d. h. ohne Strom über die Hauptkontakte), die durchgeführt werden können, bevor Wartung oder Austausch mechanischer Teile erforderlich wird. Die übliche Wartung nach den Herstelleranweisungen darf jedoch erlaubt werden für die Geräte, für die Wartung vorgesehen ist.

Jedes Schaltspiel besteht aus einem Schließvorgang mit nachfolgendem Öffnungsvorgang.

Das Gerät muss für die Prüfung nach den Herstelleranweisungen montiert werden.

Die bevorzugte Anzahl der Schaltspiele ohne Last muss in der jeweiligen Gerätenorm angegeben sein.

7.2.4.3.2 Elektrische Lebensdauer

Die elektrische Lebensdauer von Geräten wird ausgedrückt durch die Anzahl von Schaltspielen unter Last nach den in der jeweiligen Gerätenorm angegebenen Betriebsbedingungen, die ohne Reparatur oder Ersatz von Teilen durchgeführt werden können.

Die bevorzugte Anzahl der Schaltspiele mit Last muss in der jeweiligen Gerätenorm angegeben sein.

7.2.5 Ein- und Ausschalten und Belastbarkeit unter Kurzschlussbedingungen

Geräte müssen so ausgelegt sein, dass sie unter den in der jeweiligen Gerätenorm angegebenen Bedingungen die thermische, dynamische und elektrische Belastung durch Kurzschlussströme aushalten. Insbesondere müssen sie sich so verhalten, dass sie die Anforderungen nach [8.3.4.1.8](#) erfüllen.

Kurzschlussströme dürfen während

- des Einschaltens,
- der Führung des Stroms in geschlossener Schaltstellung,

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

- der Stromunterbrechung

auftreten.

Die Fähigkeit des Geräts, Kurzschlussströme einzuschalten, zu führen und auszuschalten, ist festgelegt durch einen oder mehrere der folgenden Bemessungswerte:

- Bemessungskurzschlusseinschaltvermögen (siehe 4.3.6.2);
- Bemessungskurzschlussaus Schaltvermögen (siehe 4.3.6.3);
- Bemessungskurzzeitstromfestigkeit (siehe 4.3.6.1);
- bei Geräten mit zugeordneten Kurzschlussschutzeinrichtungen:
 - a) den bedingten Bemessungskurzschlussstrom (4.3.6.4),
 - b) andere in der jeweiligen Gerätenorm festgelegte Zuordnungsarten.

Der Hersteller muss bei Bemessungs- und Grenzwerten nach a) und b) Art und kennzeichnende Merkmale (z. B. Bemessungsstrom, Ausschaltvermögen, Durchlassstrom, I^2t) der zum Schutz des Geräts notwendigen Kurzschlussschutzeinrichtung angeben.

7.2.6 Schaltüberspannungen

Gerätenormen können Prüfungen der Schaltüberspannung vorsehen, falls anwendbar.

In diesem Fall müssen der Ablauf der Prüfung und die Anforderungen in der Gerätenorm festgelegt werden.

7.2.7 Ableitströme von Geräten mit Trennfunktion

Für Geräte mit Trennfunktion und einer Bemessungsbetriebsspannung U_e über 50 V muss der Ableitstrom über jedem offenen Kontakt gemessen werden.

Der Wert des Ableitstroms darf bei einer Prüfspannung, die dem 1,1fachen der Bemessungsbetriebsspannung entspricht, nicht größer sein als:

- 0,5 mA je Pol bei Geräten im Neuzustand;
- 2 mA je Pol bei Geräten, bei denen bereits die Ein- und Ausschaltprüfungen in Übereinstimmung mit den Prüfanforderungen der jeweiligen Gerätenorm durchgeführt worden sind.

Ein Ableitstrom von 6 mA bei der 1,1fachen Bemessungsbetriebsspannung ist für Geräte mit Trennfunktion ein Grenzwert, der unter keinen Umständen überschritten werden darf. Prüfungen, die die Erfüllung der Anforderungen nachweisen, dürfen in den jeweiligen Gerätenormen festgelegt werden.

7.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

7.3.1 Allgemeines

Für Produkte, die im Anwendungsbereich der vorliegenden Norm liegen, werden zwei Bereiche von Umgebungsbedingungen in Betracht gezogen und wie folgt bezeichnet:

- a) Umgebung A;
- b) Umgebung B.

Umgebung A bezieht sich auf nicht öffentliche Niederspannungs- oder Industrie-Netze/-Orte/-Anlagen, einschließlich hochgradiger Störquellen.

ANMERKUNG 1 Umgebung A entspricht Geräten der Klasse A bei CISPR 11.

Umgebung B bezieht sich auf öffentliche Niederspannungsanlagen wie Orte/Anlagen für Wohnungen, Handelseinrichtungen und Leichtindustrie. Hochgradige Störquellen wie Lichtbogenschweißeinrichtungen sind von dieser Umgebung nicht erfasst.

ANMERKUNG 2 Umgebung B entspricht Geräten der Klasse B bei CISPR 11.

Für die Zwecke dieses Unterabschnitts schließt der Begriff „elektronische Schaltkreise“ Schaltkreise aus, in denen alle Bauelemente passiv sind (z. B. Dioden, Widerstände, Varistoren, Kondensatoren, Überspannungsbegrenzer, Induktionsspulen).

7.3.2 Störfestigkeit

7.3.2.1 Geräte, die keine elektronischen Schaltkreise enthalten

Geräte, die keine elektronischen Schaltkreise enthalten, sind unter üblichen Betriebsbedingungen gegen elektromagnetische Störungen unempfindlich, und deshalb werden keine Störfestigkeitsprüfungen gefordert.

7.3.2.2 Geräte, die elektronische Schaltkreise enthalten

Geräte, die elektronische Schaltkreise enthalten, müssen eine ausreichende Störfestigkeit gegen elektromagnetische Störungen haben.

Zu geeigneten Prüfungen, um die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen nachzuweisen, siehe [8.4](#).

Leistungskriterien müssen in der betreffenden Gerätenorm, basierend auf den Anerkennungskriterien in [Tabelle 24](#), gegeben sein.

7.3.3 Störaussendung

7.3.3.1 Geräte, die keine elektronischen Schaltkreise enthalten

Bei Geräten, die keine elektronischen Schaltkreise enthalten, können elektromagnetische Störungen von Geräten nur bei gelegentlichen Schaltvorgängen erzeugt werden. Die Dauer der Störungen liegt in der Größenordnung von ms.

Die Häufigkeit der Pegel und die Folgen dieser Störaussendungen werden als Teil des üblichen elektromagnetischen Umfelds von Niederspannungsanlagen angesehen.

Deshalb werden die Anforderungen für die elektromagnetischen Störaussendungen als erfüllt angenommen, und es ist kein Nachweis erforderlich.

7.3.3.2 Geräte, die elektronische Schaltkreise enthalten

7.3.3.2.1 Grenzwerte für hochfrequente Störaussendungen

Geräte, die elektronische Schaltkreise enthalten (wie Schaltnetzteile und Schaltkreise, die Mikroprozessoren mit Hochfrequenztakt enthalten), können ständige elektromagnetische Störungen erzeugen.

Derartige Störaussendungen dürfen die in der betreffenden Gerätenorm festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten, entsprechend CISPR 11 für Umgebung A und für Umgebung B.

Prüfungen sind nur dann erforderlich, wenn die Steuer- und Hilfsstromkreise Bauelemente mit Grund-Schaltfrequenzen über 9 kHz enthalten.

Die Gerätenorm muss Einzelheiten der Prüfverfahren festlegen.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

7.3.3.2.2 Grenzwerte für niederfrequente Störaussendungen

Für Geräte, die niederfrequente Oberschwingungen erzeugen, gelten, wenn anwendbar, die Anforderungen von IEC 61000-3-2.

Für Geräte, die niederfrequente Spannungsschwankungen erzeugen, gelten, wenn anwendbar, die Anforderungen von IEC 61000-3-3.

8 Prüfungen

8.1 Arten von Prüfungen

8.1.1 Allgemeines

Prüfungen müssen zum Nachweis der Einhaltung der Anforderungen nach dieser Norm, soweit zutreffend, und nach der jeweiligen Gerätenorm durchgeführt werden.

Es gibt folgende Prüfungen:

- Typprüfungen (siehe [2.6.1](#)) müssen an repräsentativen Mustern jedes Geräts durchgeführt werden;
- Stückprüfungen (siehe [2.6.2](#)) müssen, soweit zutreffend, an jedem nach dieser Norm und nach der jeweiligen Gerätenorm hergestellten Gerät durchgeführt werden;
- Stichprobenprüfungen (siehe [2.6.3](#)) sind durchzuführen, wenn es die jeweilige Gerätenorm fordert; Stichprobenprüfungen zum Nachweis der Luftstrecken siehe [8.3.3.4.3](#).

Die oben erwähnten Prüfungen dürfen aus Prüffolgen nach den Anforderungen der jeweiligen Gerätenorm bestehen.

Wo solche Prüffolgen in einer Gerätenorm festgelegt sind, dürfen die Prüfungen, bei denen das Ergebnis durch vorhergehende Prüfungen nicht beeinflusst wurde und die für nachfolgende Prüfungen einer gegebenen Prüffolge nicht von Bedeutung sind, aus dieser Prüffolge weggelassen und, nach Vereinbarung mit dem Hersteller, an gesonderten neuen Proben durchgeführt werden.

Die Gerätenorm muss solche Prüfungen festlegen, falls zutreffend.

Die Prüfungen müssen vom Hersteller in seinem Werk oder in einem anderen geeigneten Prüflabor seiner Wahl durchgeführt werden.

In bestimmten Fällen dürfen aufgrund von Festlegungen der jeweiligen Gerätenorm und entsprechenden Vereinbarungen zwischen Hersteller und Anwender auch Sonderprüfungen (siehe [2.6.4](#)) durchgeführt werden.

8.1.2 Typprüfungen

Mit den Typprüfungen soll die Übereinstimmung der Bauart eines bestimmten Geräts mit dieser Norm, soweit zutreffend, und der jeweiligen Gerätenorm nachgewiesen werden.

Sie dürfen, soweit zutreffend, den Nachweis folgender Anforderungen umfassen:

- Bauanforderungen;
- Erwärmung;
- Isolationseigenschaften (siehe [8.3.3.4.1](#), wenn anwendbar);
- Ein- und Ausschaltvermögen;
- Kurzschlussein- und -ausschaltvermögen;
- Grenzen der Betätigung;
- Betriebsverhalten;

- Schutzart von gekapselten Geräten;
- Prüfungen der elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

ANMERKUNG Obige Aufzählung ist nicht vollständig.

Die Typprüfungen, denen ein Gerät zu unterziehen ist, die zu erreichenden Prüfergebnisse, möglicherweise auch die Prüffolgen und die Anzahl der Prüfmuster müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.1.3 Stückprüfungen

Durch Stückprüfungen sollen Material- und Fertigungsfehler erkannt und die einwandfreie Funktion des Geräts sichergestellt werden. Stückprüfungen müssen an jedem einzelnen Gerät durchgeführt werden.

Stückprüfungen dürfen umfassen:

- a) Funktionsprüfungen;
- b) Isolationsprüfungen.

Einzelheiten der Stückprüfungen und ihre Durchführung müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.1.4 Stichprobenprüfungen

Wenn technische und statistische Analysen zeigen, dass Stückprüfungen (an jedem Gerät) nicht erforderlich sind, dürfen stattdessen Stichprobenprüfungen durchgeführt werden, wenn die jeweilige Gerätenorm dies festgelegt hat.

Stichprobenprüfungen dürfen umfassen:

- a) Funktionsprüfungen;
- b) Isolationsprüfungen.

Stichprobenprüfungen dürfen auch zum Nachweis spezifischer Eigenschaften oder kennzeichnender Merkmale eines Geräts durchgeführt werden. Sie dürfen entweder allein vom Hersteller oder aufgrund von Vereinbarungen zwischen Hersteller und Anwender eingeführt werden.

8.2 Übereinstimmung mit den Bauanforderungen

Der Nachweis der Übereinstimmung mit den in 7.1 aufgeführten Bauanforderungen betrifft z. B.:

- die Werkstoffe;
- die Geräte;
- die Schutzarten für gekapselte Geräte;
- die mechanischen Eigenschaften der Klemmen;
- das Bedienteil;
- den Schaltstellungsanzeiger (siehe 2.3.18).

8.2.1 Werkstoffe

8.2.1.1 Prüfung auf Beständigkeit gegen außergewöhnliche Wärme und Feuer

8.2.1.1.1 Glühdrahtprüfung (am Gerät)

Die Glühdrahtprüfung muss in Übereinstimmung mit IEC 60695-2-10 und IEC 60695-2-11 unter den in 7.1.2.2 festgelegten Bedingungen durchgeführt werden.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Bei dieser Prüfung wird ein Schutzleiter nicht als Strom führendes Teil angesehen.

ANMERKUNG Wenn die Prüfung an mehr als einer Stelle an demselben Prüfmuster durchzuführen ist, muss sichergestellt sein, dass irgendeine Verschlechterung, die durch vorhergehende Prüfungen verursacht wurde, die durchzuführende Prüfung nicht beeinträchtigt.

8.2.1.1.2 Prüfungen der Entflammbarkeit, Heißdrahtzündung und Lichtbogenzündung (an Werkstoffen)

Geeignete Werkstoffproben müssen folgenden Prüfungen unterzogen werden:

- a) Entflammbarkeitsprüfung, in Übereinstimmung mit IEC 60695-11-10;
- b) Prüfung auf Heißdrahtzündung (HWI), wie in [Anhang M](#) beschrieben;
- c) Prüfung auf Lichtbogenzündung (AI), wie in [Anhang M](#) beschrieben.

Die Prüfung nach c) ist nur dann erforderlich, wenn der Werkstoff innerhalb 13 mm von Teilen, auf denen sich Lichtbogenfußpunkte bilden können, oder von Verbindungen von aktiven Teilen, die sich lockern können, angeordnet ist. Werkstoffe, die innerhalb 13 mm von Teilen, auf denen sich Lichtbogenfußpunkte bilden können, angeordnet sind, sind von dieser Prüfung ausgenommen, wenn das Gerät der Einschalt-/Ausschalt-Prüfung unterzogen wird.

8.2.2 Geräte

Wird in den verschiedenen Unterabschnitten von [8.2](#) behandelt.

8.2.3 Gehäuse für Geräte

Schutzarten für Geräte in Gehäusen siehe [Anhang C](#).

8.2.4 Mechanische und elektrische Eigenschaften von Anschlüssen

Dieser Unterabschnitt gilt weder für Anschlüsse/Klemmen aus Aluminium noch für Anschlüsse/Klemmen zum Anschluss von Aluminiumleitern.

8.2.4.1 Allgemeine Prüfbedingungen

Jede Prüfung muss an sauberen und neuen Anschlüssen/Klemmen durchgeführt werden, wenn es vom Hersteller nicht anders angegeben wird.

Wenn die Prüfungen mit runden Kupferleitern durchgeführt werden, muss das Kupfer IEC 60028 entsprechen.

Wenn die Prüfungen mit flachen Kupferleitern durchgeführt werden, müssen sie folgende Eigenschaften haben:

- Reinheit: mindestens 99,5 %;
- Zugfestigkeit: 200 N/mm² bis 280 N/mm²;
- Vickers-Härte: 40 bis 65.

8.2.4.2 Prüfungen der mechanischen Festigkeit von Anschlüssen

Die Prüfungen müssen mit der vorgesehenen Leiterart mit dem größten anschließbaren Querschnitt durchgeführt werden.

Schraubenlose Klemmstellen entsprechend [7.1.8.1](#) werden mit dem maximalen Querschnitt geprüft.

Der Leiter muss fünfmal an- und abgeklemmt werden.

Bei Schraubanschlüssen/-klemmen muss das Anzugsdrehmoment den Werten in [Tabelle 4](#) oder 110 % des vom Hersteller angegebenen Drehmoments entsprechen, je nachdem, welcher Wert höher ist.

Die Prüfung muss an zwei voneinander unabhängigen Klemmstellen durchgeführt werden.

Bei Sechskantschrauben mit Schlitz, die mit einem Schraubendreher angezogen werden können und bei denen die Anzugsdrehmomente in den Spalten II und III unterschiedlich sind, wird die Prüfung zweimal durchgeführt. Zuerst wird ein Satz Prüflinge mit dem in Spalte III angegebenen Drehmoment am Sechskantkopf und danach ein weiterer Satz mit dem in Spalte II angegebenen Drehmoment für einen Schraubendreher geprüft.

Stimmen die Werte in den Spalten II und III überein, wird nur die Prüfung mit dem Schraubendreher durchgeführt.

Bei jedem Lösen der Klemmschraube oder -mutter muss für die nachfolgende Drehmomentprüfung ein neuer Leiter verwendet werden.

Bei der Prüfung dürfen sich Klemmstellen und Anschlüsse/Klemmen nicht lockern und es dürfen keine Schäden, wie etwa Bruch der Schraube, Beschädigungen des Schlitzes des Schraubkopfs, des Gewindes, der Scheiben oder der Bügel auftreten, die eine weitere Verwendung der Schraubenverbindung beeinträchtigen würden.

8.2.4.3 Prüfung der Leiter auf Beschädigung und unbeabsichtigtes Lösen (Biegeprüfung)

Die Prüfung gilt für Anschlüsse/Klemmen für unvorbereitete runde Kupferleiter der Anzahl, des Querschnitts und der Art (feindrätig und/oder starr (mehrdrätig und/oder eindrätig)), wie vom Hersteller festgelegt.

ANMERKUNG Eine entsprechende Prüfung von flachen Kupferleitern darf nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender durchgeführt werden.

Folgende Prüfungen müssen an zwei neuen Prüflingen durchgeführt werden:

- a) mit der größten Anzahl Leiter des kleinsten Querschnitts am Anschluss/an der Klemme;
- b) mit der größten Anzahl Leiter des größten Querschnitts am Anschluss/an der Klemme;
- c) mit der größten Anzahl Leiter der kleinsten und größten Querschnitte am Anschluss/an der Klemme.

Anschlüsse/Klemmen, die sowohl für den Anschluss feindrätiger als auch starrer (eindrätiger und/oder mehrdrätiger) Leiter vorgesehen sind, müssen mit jeder Leiterart an verschiedenen Sätzen von Prüflingen geprüft werden.

Anschlüsse/Klemmen, die für den gleichzeitigen Anschluss von feindrätigen und starren (eindrätigen und/oder mehrdrätigen) Leitern vorgesehen sind, müssen wie unter c) angegeben geprüft werden.

Die Prüfung muss mit geeigneten Prüfeinrichtungen durchgeführt werden. Die festgelegte Anzahl Leiter muss angeschlossen werden. Die Leiter sollten 75 mm länger sein als die nach [Tabelle 5](#) angegebene Höhe H . Die Anschlussschrauben müssen mit dem in [Tabelle 4](#) oder mit dem vom Hersteller festgelegten Drehmoment angezogen werden. Der Prüfling muss wie in [Bild 1](#) gezeigt befestigt werden.

Jeder Leiter wird mit einer Drehbewegung wie folgt beansprucht:

Das Ende des Prüfleiters muss durch ein Loch passender Größe in einer Platte geführt werden, die im Abstand H nach [Tabelle 5](#) unter dem Prüfling angeordnet ist. Die übrigen Leiter müssen so weggebogen werden, dass sie die Prüfung nicht beeinflussen. Das Durchführungsloch muss in der horizontal angeordneten Platte konzentrisch zum Leiter liegen. Das Durchführungsloch muss sich so bewegen, dass seine Mittelachse einen Kreis von 75 mm Durchmesser um die Achse der horizontalen Platte beschreibt mit einer Geschwindigkeit von (10 ± 2) Umdrehungen je min. Der Abstand zwischen der Klemmenöffnung und der Oberfläche der Platte mit dem Durchführungsloch muss der Höhe H nach [Tabelle 5](#) mit einer zulässigen Abweichung von ± 15 mm entsprechen. Das Durchgangsloch ist zu fetten, um ein Festklemmen, Verdrillen

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

oder ein Drehen des isolierten Leiters zu verhindern. Am Ende des Leiters muss die in [Tabelle 5](#) festgelegte Masse hängen. Die Prüfung muss mit 135 Umdrehungen, ohne Unterbrechung, durchgeführt werden.

Während der Prüfung darf der Leiter weder aus der Klemme herausrutschen, noch in der Nähe der Klemmstelle brechen.

Sofort nach der Biegeprüfung muss jeder geprüfte Leiter der Prüfung nach 8.2.4.4 (Herausziehprüfung) unterzogen werden.

8.2.4.4 Herausziehprüfung

8.2.4.4.1 Runde Kupferleiter

Nach der Prüfung nach [8.2.4.3](#) muss der entsprechend [8.2.4.3](#) geprüfte Leiter mit einer Zugkraft nach [Tabelle 5](#) belastet werden.

Die Klemmschrauben dürfen für diese Prüfung nicht nachgezogen werden.

Die Prüfkraft muss 1 min ruckfrei in Richtung der Achse der Leiter einwirken.

Während der Prüfung darf der Leiter weder aus der Klemme herausrutschen, noch in der Nähe der Klemmstelle brechen.

8.2.4.4.2 Flache Kupferleiter

Der Leiter muss mit einer geeigneten Länge im Anschluss/in der Klemme befestigt werden und mit einer in [Tabelle 6](#) angegebenen Zugkraft für 1 min ruckfrei entgegen der Einführungsrichtung des Leiters belastet werden.

Während der Prüfung darf der Leiter weder aus dem Anschluss/der Klemme herausrutschen, noch in der Nähe der Klemmstelle brechen.

8.2.4.5 Prüfung der Einführbarkeit von unvorbereiteten runden Kupferleitern mit dem größten Querschnitt

8.2.4.5.1 Prüfverfahren

Die Prüfung muss unter Verwendung von geeigneten Lehren der Form A oder Form B, die in [Tabelle 7](#) festgelegt sind, durchgeführt werden.

Der Messzapfen der Lehre muss sich bis zum Anschlag frei in die Klemmenöffnung einführen lassen (siehe auch Anmerkung in [Tabelle 7](#)).

Alternativ kann die Prüfung durchgeführt werden, indem der größte der vom Hersteller empfohlenen Leitungstypen und Querschnitte eingeführt wird. Der Durchmesser muss dem theoretischen Durchmesser nach [Tabelle 7a](#) entsprechen, nachdem die Isolation entfernt und das Leitungsende geeignet präpariert wurde. Das abisolierte Leitungsende muss ohne den Gebrauch einer unangemessenen Kraft vollständig in die Öffnung des Anschlusses eingeführt werden können.

ANMERKUNG Der Hersteller kann die Prüfverfahren beschreiben.

8.2.4.5.2 Ausführung der Lehren

[Bild 2](#) zeigt die Ausführung der Lehren.

Die Maße a und b und die zulässige Abweichung sind in [Tabelle 7](#) angegeben. Der Messzapfen der Lehre muss aus Lehrenstahl bestehen.

8.2.4.6 Prüfungen zur Einsatzfähigkeit flacher Kupferleiter mit rechteckigem Querschnitt

In Vorbereitung.

8.2.4.7 Elektrisches Verhalten von schraubenlosen Klemmstellen

Es sind 9.8 der IEC 60999-1 und 9.8 der 60999-2 anzuwenden.

ANMERKUNG 1 Die Begriffe „kleinster Querschnitt“ und „größter Querschnitt“ der Reihe IEC 60999 entsprechen „Mindestquerschnitt“ (2.3.30) und „Maximalquerschnitt“ (2.3.31), definiert in dieser Norm.

ANMERKUNG 2 Der allgemein angewendete Prüfstrom ist I_{th} oder I_{the} , für das Produkt angegeben.

Genauere Prüfanforderungen dürfen in die Produktnormen aufgenommen werden.

ANMERKUNG 3 Die Produktnorm sollte die Praxistauglichkeit der detaillierten Prüfanforderungen berücksichtigen.

8.2.4.8 Alterungsprüfung für schraubenlose Klemmstellen

Es sind 9.10 der IEC 60999-1 und 9.10 der 60999-2 anzuwenden.

ANMERKUNG 1 Die Begriffe „kleinster Querschnitt“ und „größter Querschnitt“ der Reihe IEC 60999 entsprechen „Mindestquerschnitt“ (2.3.30) und „Maximalquerschnitt“ (2.3.31), definiert in dieser Norm.

ANMERKUNG 2 Der allgemein angewendete Prüfstrom ist I_{th} oder I_{the} , für das Produkt angegeben.

Genauere Prüfanforderungen dürfen in die Produktnormen aufgenommen werden.

ANMERKUNG 3 Die Produktnorm sollte die Praxistauglichkeit der detaillierten Prüfanforderungen berücksichtigen.

8.2.5 Nachweis der Wirksamkeit der Stellungsanzeige der Hauptkontakte von Geräten mit Trennfunktion

Die Wirksamkeit der Anzeige der Hauptkontakte ist nachzuweisen, wie in 7.1.7 gefordert. Es muss nachgewiesen werden, dass alle Anzeigemöglichkeiten der Kontaktstellung nach den durchgeführten Typ- und Sonderprüfungen weiterhin einwandfrei funktionieren.

8.2.5.1 Zustand des Geräts für die Prüfung

Der Zustand des Geräts für die Prüfungen muss in den jeweiligen Gerätenormen festgelegt werden.

8.2.5.2 Prüfverfahren

8.2.5.2.1 Abhängige und unabhängige Handbetätigung

Die zum Öffnen des Geräts erforderliche Betätigungskraft muss am äußersten Punkt des Bedienteils gemessen werden. Der Mittelwert der größten gemessenen Betätigungskräfte von drei aufeinanderfolgenden Betätigungen am sauberen und neuen Gerät ergibt die Kraft F . Diese Kraft muss dann zum Festlegen der Prüfkraft in Tabelle 17 verwendet werden.

Bei geschlossener Stellung des Geräts müssen die festen und bewegbaren Kontakte des Pols, der bei der Prüfung die höchste Beanspruchung erfährt, geschlossen gehalten werden, z. B. durch Verschweißung.

Das Bedienteil muss entsprechend seiner Ausführungsart mit einer Prüfkraft von $3 F$, jedoch nicht niedriger als der Mindest- und nicht höher als der Höchstwert nach Tabelle 17, beansprucht werden.

Wenn das Gerät mehr als eine Kontaktstelle in Reihe aufweist, müssen alle in Reihe geschalteten Kontaktstellen geschlossen bleiben.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Bei Mehrfinger-Kontaktsystemen müssen mindestens so viele parallele Kontaktfinger verbunden werden, wie nötig sind, um das Kontaktsystem geschlossen zu halten, damit die Prüfkraft angewendet werden kann, ohne dass sich die Kontakte öffnen.

Die geeigneten Mittel, den (die) Kontakt(e) geschlossen zu halten, und die ausreichende Anzahl der Kontakte müssen vom Hersteller angegeben werden. Die Anzahl der Kontakte und das Verfahren zum Zusammenhalten der Kontakte sind im Prüfbericht anzugeben.

Die Prüfkraft muss ruckfrei in Öffnungsrichtung der Kontakte am äußersten Ende des Bedienteils während 10 s aufgebracht werden.

Die in **Bild 16** angegebene Wirkrichtung der Prüfkraft, bezogen auf das Bedienteil, muss während der Prüfung beibehalten werden.

Der Nachweis muss nach **8.2.5.3.1** erfolgen.

8.2.5.2.2 Abhängige Betätigung mit Kraftantrieb

Bei geschlossener Stellung des Geräts müssen die festen und bewegbaren Kontakte des Pols, der bei der Prüfung die höchste Beanspruchung erfährt, geschlossen gehalten werden, z. B. durch Verschweißung.

Wenn das Gerät mehr als eine Kontaktstelle in Reihe aufweist, müssen alle in Reihe geschalteten Kontaktstellen geschlossen bleiben.

Bei Mehrfinger-Kontaktsystemen müssen mindestens so viele parallele Kontaktfinger verbunden werden, wie nötig sind, um das Kontaktsystem geschlossen zu halten, damit die Prüfkraft angewendet werden kann, ohne dass sich die Kontakte öffnen.

Die geeigneten Mittel, den (die) Kontakt(e) geschlossen zu halten, und die ausreichende Anzahl der Kontakte müssen vom Hersteller angegeben werden. Die Anzahl der Kontakte und das Verfahren zum Zusammenhalten der Kontakte sind im Prüfbericht anzugeben.

Die Versorgungsspannung des Kraftantriebs muss 110 % des üblichen Bemessungswerts betragen, um das Öffnen des Kontaktsystems des Geräts zu versuchen.

Drei Versuche zur Betätigung des Geräts müssen durch den Kraftantrieb in einem zeitlichen Abstand von 5 min, jeder über die Zeitdauer von 5 s, durchgeführt werden, außer eine zugeordnete Schutzeinrichtung des Kraftantriebs begrenzt die Zeit auf eine kürzere Dauer.

Der Nachweis muss nach **8.2.5.3.2** erfolgen.

ANMERKUNG In Kanada und den USA sind Geräte, die diese Anforderungen erfüllen, nicht als Trennschalter akzeptiert.

8.2.5.2.3 Unabhängige Betätigung mit Kraftantrieb

Bei geschlossener Stellung des Geräts müssen die festen und bewegbaren Kontakte des Pols, der bei der Prüfung die höchste Beanspruchung erfährt, geschlossen gehalten werden, z. B. durch Verschweißung.

Wenn das Gerät mehr als eine Kontaktstelle in Reihe aufweist, müssen alle in Reihe geschalteten Kontaktstellen geschlossen bleiben.

Bei Mehrfinger-Kontaktsystemen müssen mindestens so viele parallele Kontaktfinger verbunden werden, wie nötig sind, um das Kontaktsystem geschlossen zu halten, damit die Prüfkraft angewendet werden kann, ohne dass sich die Kontakte öffnen.

Die geeigneten Mittel, den (die) Kontakt(e) geschlossen zu halten, und die ausreichende Anzahl der Kontakte müssen vom Hersteller angegeben werden. Die Anzahl der Kontakte und das Verfahren zum Zusammenhalten der Kontakte sind im Prüfbericht anzugeben.

Die gespeicherte Energie des Kraftantriebs muss freigegeben werden, um das Öffnen des Kontaktsystems des Geräts zu bewirken.

Drei Versuche zur Betätigung des Geräts durch Freigabe der gespeicherten Energie müssen durchgeführt werden.

Der Nachweis muss nach 8.2.5.3.2 erfolgen.

ANMERKUNG In Kanada und den USA sind Geräte, die diese Anforderungen erfüllen, nicht als Trennschalter akzeptiert.

8.2.5.3 Zustand des Geräts während und nach der Prüfung

8.2.5.3.1 Abhängige und unabhängige Handbetätigung

Wenn nach der Prüfung die Prüfkraft weggenommen und das Bedienteil freigelassen ist, darf die offene Stellung durch keines der Stellungsanzeigemittel angezeigt werden, und das Gerät darf keine Schäden aufweisen, die die übliche Betätigung beeinträchtigen könnten.

Wenn das Gerät mit einer Einrichtung zum Abschließen in der offenen Stellung versehen ist, darf es nicht möglich sein, das Gerät in dieser Stellung, während die Prüfkraft anliegt, zu verschließen.

8.2.5.3.2 Abhängige und unabhängige Betätigung mit Kraftantrieb

Während und nach der Prüfung darf die Offen-Stellung durch keine der entsprechenden Einrichtungen angezeigt werden, und das Gerät darf keine Beschädigungen aufweisen, die seinen üblichen Betrieb beeinträchtigen.

Falls das Gerät mit Einrichtungen für das Abschließen in der Offen-Stellung versehen ist, darf es nicht möglich sein, das Gerät während der Prüfung abzuschließen.

8.2.6 Bleibt frei

8.2.7 Schutzrohr-Herausziehprüfung, Drehmomentprüfung und Biegeprüfung mit Metallschutzrohren

Die Prüfung muss mit einem geeignet bemessenen Metall-Schutzrohr, (300 ± 10) mm lang, durchgeführt werden.

Das Polymergehäuse muss nach den Anweisungen des Herstellers in der ungünstigsten Lage installiert werden.

Die Prüfungen müssen an derselben Schutzrohr-Einführung durchgeführt werden.

Die Prüfungen müssen in der Reihenfolge 8.2.7.1, 8.2.7.2 und 8.2.7.3 durchgeführt werden.

8.2.7.1 Herausziehprüfung

Das Schutzrohr muss ruckfrei in die Einführung geschraubt werden, wobei das angewendete Drehmoment zwei Drittel der in [Tabelle 22](#) angegebenen Werte beträgt. Auf das Schutzrohr ist für 5 min eine direkte Zugkraft rucklos auszuüben.

Wenn in der jeweiligen Gerätenorm nichts anderes festgelegt ist, muss die Zugkraft der [Tabelle 20](#) entsprechen.

Nach der Prüfung darf sich das Schutzrohr, bezogen auf die Einführung, nur weniger als eine Gewindetiefe verschoben haben, und es darf kein Anzeichen für eine Beschädigung geben, die die weitere Verwendung des Gehäuses beeinträchtigt.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

8.2.7.2 Biegeprüfung

Auf das freie Schutzrohrende ist ruckfrei ein langsam ansteigendes Biegemoment einwirken zu lassen.

Wenn das Biegemoment zu einer Auslenkung des Schutzrohrs von 25 mm je 300 mm Länge führt oder wenn das Biegemoment den in [Tabelle 21](#) angegebenen Wert erreicht hat, ist das Moment für 1 min beizubehalten. Die Prüfung wird dann in einer senkrechten Richtung wiederholt.

Nach der Prüfung darf es kein Anzeichen für eine Beschädigung geben, die die weitere Verwendung des Gehäuses beeinträchtigt.

8.2.7.3 Drehmomentprüfung

Das Schutzrohr muss mit einem Drehmoment nach [Tabelle 22](#) ruckfrei festgezogen werden.

Die Drehmomentprüfung gilt nicht für ein Gehäuse, das nicht mit einer vormontierten Schutzrohreinführung ausgerüstet ist und für das in den Anweisungen festgelegt ist, dass die Schutzrohreinführung mechanisch mit dem Schutzrohr zu verbinden ist, bevor es mit dem Gehäuse verbunden wird.

Für Gehäuse, die nur für eine einzelne Schutzrohreinführung $\leq 16 H$ vorgesehen sind, wird das Festzieh-Drehmoment auf $25 N \cdot m$ reduziert.

Nach der Prüfung muss es möglich sein, das Schutzrohr abzuschrauben, und es darf kein Anzeichen für eine Beschädigung geben, die die weitere Verwendung des Gehäuses beeinträchtigt.

8.3 Verhalten

8.3.1 Prüffolgen

Soweit anwendbar, muss die jeweilige Gerätenorm die Prüffolgen angeben, denen das Gerät zu unterziehen ist.

8.3.2 Allgemeine Prüfbedingungen

ANMERKUNG Die Prüfungen nach den Anforderungen dieser Norm schließen nicht aus, dass an Geräten, die zu Schaltgerätekombinationen zusammengefasst werden, zusätzliche Prüfungen, z. B. nach IEC 60439, notwendig sind.

8.3.2.1 Allgemeine Anforderungen

Das zu prüfende Gerät muss in allen wesentlichen Details mit der Konstruktion der Bauart, die es repräsentiert, übereinstimmen.

Wenn die jeweilige Gerätenorm nichts anderes angibt, muss jede Prüfung, ob Einzelprüfung oder Prüffolge, an einem sauberen und neuen Gerät durchgeführt werden.

Wenn nichts anderes angegeben ist, muss die Prüfung mit derselben Stromart (bei Wechselspannung mit derselben Bemessungsfrequenz und Anzahl von Phasen), wie für den Betrieb vorgesehen, erfolgen.

Prüfwerte, die in dieser Norm nicht festgelegt sind, müssen in der jeweiligen Gerätenorm angegeben werden.

Wenn es zur Erleichterung der Prüfung wünschenswert erscheint, die Prüfbedingungen zu verschärfen (z. B. zur Verkürzung der Prüfdauer eine höhere Betätigungshäufigkeit anzuwenden), darf dies nur mit Zustimmung des Herstellers geschehen.

Zu prüfende Geräte sind in Übereinstimmung mit den Herstelleranweisungen und den nach [6.1](#) angegebenen Umgebungsbedingungen vollständig mit ihrer eigenen oder einer gleichwertigen Befestigung anzubringen und wie für bestimmungsgemäßen Gebrauch anzuschließen.

Die Anzugsdrehmomente für die Anschlussschrauben müssen mit den Herstelleranweisungen übereinstimmen. Wenn derartige Anweisungen fehlen, gilt [Tabelle 4](#).

Geräte mit integriertem Gehäuse (siehe [2.1.17](#)) müssen vollständig aufgebaut sein, und jede üblicherweise betriebsmäßig geschlossene Öffnung muss während der Prüfungen geschlossen sein.

Geräte, die nur in einem Einzelgehäuse verwendet werden sollen, müssen in dem kleinsten vom Hersteller angegebenen Gehäuse geprüft werden.

ANMERKUNG Ein Einzelgehäuse ist ein Gehäuse, das für nur ein Gerät ausgelegt und konstruiert ist.

Alle anderen Geräte müssen in freier Luft geprüft werden. Wenn derartige Geräte auch in festgelegten Einzelgehäusen verwendet werden dürfen und sie in freier Luft geprüft wurden, müssen sie zusätzlich in dem kleinsten vom Hersteller angegebenen Gehäuse geprüft werden. Diese besonderen Prüfungen müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt und im Prüfbericht angegeben sein.

Wenn derartige Geräte auch in festgelegten Einzelgehäusen verwendet werden dürfen und sie in dem kleinsten vom Hersteller angegebenen Gehäuse geprüft wurden, braucht die Prüfung in freier Luft nicht durchgeführt zu werden, vorausgesetzt, dass dieses Gehäuse vollständig aus blankem Metall ist und keine Isolation aufweist. Einzelheiten einschließlich der Gehäuseabmessungen müssen im Prüfbericht angegeben werden.

Für die Prüfung in freier Luft muss, wenn in der jeweiligen Gerätenorm nichts anderes festgelegt ist, bei der Prüfung des Ein- und Ausschaltvermögens und des Verhaltens unter Kurzschlussbedingungen ein metallener Schirm an allen Stellen des Geräts angebracht werden, von denen voraussichtlich ein Überschlag ausgehen kann; Anordnungen und Abstände nach Angaben des Herstellers. Einzelheiten einschließlich des Abstands zwischen Prüfling und metallenen Schirm müssen im Prüfbericht angegeben werden.

Der metallene Schirm muss wie folgt beschaffen sein:

- Ausführung: geflochtenes Drahtgitter
oder Lochblech
oder Streckmetall;
- Werkstoff: Stahl;
- Dicke oder Durchmesser des Werkstoffs: mindestens 1,5 mm;
- Verhältnis Lochfläche zur Gesamtfläche: 0,45 bis 0,65;
- Lochgröße: nicht über 30 mm²;
- Oberfläche: unbehandelt oder leitfähige Beschichtung;
- Widerstand: muss in der Berechnung für den unbeeinflussten Fehlerstrom im Fehlerstromkreis (siehe [8.3.3.5.2, g](#)), und [8.3.4.1.2, d](#))) mit enthalten sein, wobei vom äußersten Punkt des metallenen Schirms gemessen wird, der von der Lichtbogenemission erreicht werden kann.

Wartung oder Austausch von Teilen ist nicht gestattet, wenn die jeweilige Gerätenorm nichts anderes angibt.

Vor Beginn einer Prüfung darf das Gerät ohne Last betätigt werden.

Der Antrieb mechanischer Schaltgeräte muss wie im vorgesehenen Betrieb nach den Herstellerangaben und bei den Bemessungswerten der Steuergrößen (wie Spannung oder Druck) betätigt werden, wenn diese Norm oder die jeweilige Gerätenorm nichts anderes angibt.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

8.3.2.2 Prüfgrößen

8.3.2.2.1 Prüfwerte

Alle Prüfungen müssen mit den Prüfwerten durchgeführt werden, die den vom Hersteller festgelegten Bemessungswerten entsprechen. Diese Werte müssen mit den jeweiligen Tabellen und Angaben der jeweiligen Gerätenorm übereinstimmen.

8.3.2.2.2 Grenzabweichungen der Prüfgrößen

Die im Prüfbericht genannten Werte müssen innerhalb der in [Tabelle 8](#) genannten Grenzabweichungen liegen, wenn die jeweiligen Unterabschnitte nichts anderes vorschreiben. Mit Zustimmung des Herstellers dürfen die Prüfungen jedoch auch unter härteren Prüfbedingungen als vorgeschrieben durchgeführt werden.

8.3.2.2.3 Wiederkehrende Spannung

a) Betriebsfrequente wiederkehrende Spannung

Bei allen Prüfungen des Ausschaltvermögens und des Kurzschlussausschaltvermögens muss die betriebsfrequente wiederkehrende Spannung 105 % der Bemessungsbetriebsspannung betragen, die vom Hersteller zugeordnet oder von der jeweiligen Gerätenorm festgelegt ist.

ANMERKUNG 1 Es wird angenommen, dass die betriebsfrequente wiederkehrende Spannung vom 1,05fachen der Bemessungsbetriebsspannung einschließlich der Grenzabweichung der Prüfspannung nach [Tabelle 8](#), also resultierend in einer höchsten Spannung vom 1,1fachen der Bemessungsspannung, die Auswirkungen der Schwankungen der Netzspannung entsprechend IEC 60038 abdeckt.

ANMERKUNG 2 Dies darf eine Erhöhung der angelegten Spannung erfordern, wobei jedoch der Scheitelwert des unbeeinflussten Einschaltstroms nur mit Zustimmung des Herstellers überschritten werden darf.

ANMERKUNG 3 Die Obergrenze der netzfrequenten wiederkehrenden Spannung darf mit Zustimmung des Herstellers heraufgesetzt werden (siehe 8.3.2.2.2).

b) Einschwingspannung

Einschwingspannungen werden in Übereinstimmung mit [8.3.3.5.2](#) bestimmt, wenn dies in der jeweiligen Gerätenorm gefordert ist.

8.3.2.3 Beurteilung von Prüfergebnissen

Das Verhalten des Geräts während der Prüfung und sein Zustand nach der Prüfung müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden. Für Kurzschlussprüfungen siehe auch [8.3.4.1.7](#) und [8.3.4.1.9](#).

8.3.2.4 Prüfbericht

Der Hersteller muss schriftliche Prüfberichte über die Typprüfung bereithalten, die die Übereinstimmung mit der jeweiligen Gerätenorm nachweisen. Der Prüfbericht muss Einzelheiten der Prüfanordnung, wie Art und Größe des Gehäuses, falls vorhanden, Leiterquerschnitte, den Abstand aktiver Teile vom Gehäuse oder von im Betrieb geerdeten Teilen, die Betätigungsart des Antriebs usw. enthalten.

Prüfwerte und Parameter müssen im Prüfbericht enthalten sein.

8.3.3 Verhalten ohne Last sowie bei bestimmungsgemäßer Last und Überlast

8.3.3.1 Betätigung

Prüfungen zum Nachweis der einwandfreien Betätigung in Übereinstimmung mit den Anforderungen nach [7.2.1.1](#) müssen durchgeführt werden.

8.3.3.2 Grenzwerte für die Betätigung

8.3.3.2.1 Geräte mit Kraftantrieb

Das einwandfreie Öffnen und Schließen des Geräts innerhalb der in der jeweiligen Gerätenorm festgelegten Grenzwerte für die Steuergrößen wie Spannung, Strom, Luftdruck und Temperatur muss nachgewiesen werden. Wenn nichts anderes festgelegt ist, werden die Prüfungen ohne Strom im Hauptstromkreis durchgeführt.

Im Falle eines Geräts mit Kraftantrieb mit einem elektronisch gesteuerten Elektromagnet, der mit Wechselspannung versorgt wird und für den ein Bereich zwischen 75 % und 10 % ihrer Bemessungssteuerspeisespannung U_s angegeben ist, muss das Gerät zusätzlich einem kapazitiven Abfalltest unterzogen werden wie folgt:

In den Versorgungskreis, dessen Zuleitungen eine Gesamtlänge von ≤ 3 m haben, wird eine Kapazität C in Reihe geschaltet. Der Kondensator ist durch einen Schalter mit vernachlässigbarer Impedanz kurzgeschlossen. Die Versorgungsspannung ist auf 110 % U_s einzustellen.

Es muss nachgewiesen werden, dass das Schütz abfällt, wenn der Schalter geöffnet wird.

Der Wert des Kondensators muss sein

$$C \text{ (nF)} = 30 + 200\,000 / (f \times U_s)$$

Dabei ist

f die Mindest-Bemessungsfrequenz (Hz);

U_s die höchste Bemessungsversorgungsspannung (V).

Zum Beispiel: Für eine für 12 ... 24 V – 50 Hz bemessene Spule ist der Kondensatorwert 196 nF (die Berechnung wurde mit U_s max. vorgenommen).

Die Prüfspannung ist der Höchstwert des angegebenen Bereichs der Bemessungsversorgungsspannung U_s .

ANMERKUNG Der Wert des Kondensators ist so berechnet, dass er eine 100-m-Steuerleitung mit einem Querschnitt von $1,5 \text{ mm}^2$ simuliert ($0,3 \text{ nF/m}$ entspricht 30 nF für 100 m), die an einen Halbleiterausgang mit $1,3 \text{ mA}$ Durchlassstrom angeschlossen ist ($200\,000$ in der Formel $\approx 10 \text{ E} + 9 \cdot 1,3 \text{ E} - 3/2 \cdot \pi$).

8.3.3.2.2 Relais und Auslöser

Die Ansprechgrenzen von Relais und Auslösern müssen den Anforderungen nach [7.2.1.3](#), [7.2.1.4](#) und [7.2.1.5](#) entsprechen und durch das in der jeweiligen Gerätenorm festgelegte Prüfverfahren nachgewiesen werden.

Unterspannungsrelais und -auslöser siehe [7.2.1.3](#).

Spannungsauslöser siehe [7.2.1.4](#).

Stromabhängige Relais und Auslöser siehe [7.2.1.5](#).

8.3.3.3 Erwärmung

8.3.3.3.1 Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur muss während des letzten Viertels der Prüfdauer mit mindestens zwei gleichmäßig um das Gerät verteilten Thermometern oder Thermoelementen gemessen werden. Diese sind in etwa halber Höhe des Geräts und in etwa 1 m Abstand vom Gerät anzubringen. Die Thermometer oder Thermo-

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

elemente müssen gegen Luftströmungen, Wärmestrahlung und Anzeigefehler infolge schneller Temperaturänderung geschützt werden.

Während der Prüfung muss die Umgebungstemperatur zwischen +10 °C und +40 °C liegen und darf sich um nicht mehr als 10 K verändern.

Übersteigt die Umgebungstemperaturänderung 3 K, sollte ein angemessener Korrekturfaktor bei den für die Teile gemessenen Erwärmungen, abhängig von der thermischen Zeitkonstante des Geräts, berücksichtigt werden.

8.3.3.3.2 Messung der Temperatur von Teilen

Die Temperatur von Teilen, mit Ausnahme von Spulen, muss mit geeigneten Temperaturfühlern dort gemessen werden, wo wahrscheinlich die höchste Temperatur auftritt. Die Messstellen müssen im Prüfbericht angegeben werden.

Die Öltemperatur bei Geräten unter Öl muss im oberen Teil des Öls gemessen werden. Die Messung darf mit einem Thermometer erfolgen.

Die Temperaturfühler dürfen die Erwärmung nicht wesentlich beeinflussen.

Temperaturfühler und die Oberfläche des zu prüfenden Teils müssen gut wärmeleitend miteinander verbunden sein.

Bei Spulen von Elektromagneten muss die Temperatur üblicherweise aus der Widerstandszunahme ermittelt werden. Andere Messverfahren sind nur dann zulässig, wenn das Widerstandsmessverfahren nicht durchführbar ist, z. B. für einen elektronisch gesteuerten Elektromagneten. Bei einem anderen Messverfahren als dem Widerstandsmessverfahren müssen die Grenzen des zulässigen Temperaturanstiegs entsprechend angepasst werden. Die Produktnorm muss das Verfahren und die Grenzen festlegen.

Im Fall eines elektronisch gesteuerten Elektromagneten kann das Messverfahren für die Spulentemperatur durch die Widerstandszunahme nicht durchführbar sein; in einem solchen Fall sind andere Verfahren zulässig, z. B. Temperaturfühler oder andere geeignete Verfahren. Bei einem anderen Messverfahren als dem Widerstandsmessverfahren müssen die Grenzen des zulässigen Temperaturanstiegs entsprechend angepasst werden. Der Produktnorm muss das Verfahren und die Grenzen festlegen.

Die Spulentemperatur darf vor Prüfbeginn um nicht mehr als 3 K von der Temperatur des umgebenden Mediums abweichen.

Bei Kupferleitern darf die warme Temperatur T_2 aus der kalten Temperatur T_1 als Funktion des Verhältnisses von Warmwiderstand R_2 zum Kaltwiderstand R_1 nach folgender Formel ermittelt werden:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1}(T_1 + 234,5) - 234,5$$

Dabei sind T_1 und T_2 in °C angegeben.

Die Prüfung muss so lange dauern, bis die Erwärmung den Endwert erreicht hat, aber nicht länger als 8 h. Es wird angenommen, dass der Endwert erreicht ist, wenn die Erwärmungsänderung 1 K je Stunde nicht überschreitet.

8.3.3.3.3 Erwärmung eines Teils

Die Erwärmung eines Teils ist die Differenz zwischen der Temperatur des Teils, gemessen nach 8.3.3.3.2, und der Umgebungstemperatur, gemessen nach 8.3.3.3.1.

8.3.3.3.4 Erwärmung des Hauptstromkreises

Das Gerät muss nach 8.3.2.1 aufgebaut und gegen unübliche Erwärmung oder Kühlung von außen geschützt werden.

Geräte mit integriertem Gehäuse und Geräte, die nur für die Verwendung in einem vorgeschriebenen Gehäuse vorgesehen sind, müssen in ihrem Gehäuse mit dem konventionellen thermischen Strom geprüft werden. Öffnungen, die eine nicht vorgesehene Belüftung ergeben, sind nicht erlaubt.

Geräte, die für die Verwendung in verschiedenen Gehäusetyten vorgesehen sind, müssen entweder im kleinsten vom Hersteller als geeignet angegebenen Gehäuse oder ohne Gehäuse geprüft werden. Bei einer Prüfung ohne Gehäuse muss der Hersteller einen Wert für den konventionellen thermischen Strom im Gehäuse angeben können (siehe 4.3.2.2).

Bei Prüfungen mit mehrphasigen Strömen dürfen die Ströme in den einzelnen Außenleitern um höchstens $\pm 5\%$ voneinander abweichen, und der Mittelwert dieser Ströme darf nicht kleiner als der vorgegebene Prüfstrom sein.

Wenn die jeweilige Gerätenorm nichts anderes angibt, ist die Erwärmungsprüfung des Hauptstromkreises mit einem oder beiden konventionellen thermischen Strömen durchzuführen, wie in 4.3.2.1 und 4.3.2.2 festgelegt, der Wert der Prüfspannung ist beliebig.

Falls die gegenseitige Beeinflussung der Erwärmung zwischen Hauptstromkreis, Steuerstromkreis und Hilfsstromkreisen erheblich sein kann, müssen die Erwärmungsprüfungen nach 8.3.3.3.4, 8.3.3.3.5, 8.3.3.3.6 und 8.3.3.3.7 gleichzeitig durchgeführt werden, soweit dies durch die jeweilige Gerätenorm gestattet ist.

Prüfungen an Geräten für Gleichstrom dürfen zur Vereinfachung der Prüfung mit Wechselstrom durchgeführt werden, jedoch nur mit Zustimmung des Herstellers.

Bei mehrpoligen Geräten mit identischen Polen, die mit Wechselstrom geprüft werden, darf die Prüfung mit Zustimmung des Herstellers mit einphasigem Strom bei Reihenschaltung aller Pole durchgeführt werden, wenn magnetische Einflüsse vernachlässigt werden können.

Bei dreipoligen Geräten mit einem weiteren, zu den Außenleiterpolen unterschiedlichen Neutralleiterpol muss die Prüfung Folgendes umfassen:

- dreiphasige Prüfung an den drei gleichartigen Polen;
- einphasige Prüfung am Pol für Neutralleiter in Reihe mit dem benachbarten Pol, wobei der Prüfstrom dem konventionellen thermischen Strom (in freier Luft oder im Gehäuse) des Pols für den Neutralleiter entspricht (siehe 7.1.9).

Geräte mit Kurzschlusschutzeinrichtungen müssen nach den in der jeweiligen Gerätenorm angegebenen Anforderungen geprüft werden.

Am Ende der Prüfung darf die Erwärmung an den verschiedenen Teilen des Hauptstromkreises die in den Tabellen 2 und 3 gegebenen Werte nicht überschreiten, wenn es nicht in der jeweiligen Gerätenorm anders festgelegt ist.

Je nach Größe des konventionellen thermischen Stroms (in freier Luft oder im Gehäuse) muss eine der folgenden Prüfanordnungen für die Anschlussleitungen verwendet werden:

- i) Für Prüfströme bis 400 A:
 - a) Die Anschlussleitungen müssen aus einadrigen PVC-isolierten Kupferleitern bestehen mit Querschnitten nach Tabelle 9.
 - b) Die Anschlussleitungen müssen frei in Luft in einem Mittenabstand angeordnet werden, der etwa dem Mittenabstand zwischen den Anschlüssen/Klemmen entspricht.
 - c) Bei ein- und mehrphasigen Prüfungen muss die Mindestlänge jeder Prüfleitung von einem Anschluss/einer Klemme des Geräts zum/zur anderen oder zur Stromquelle oder zum Sternpunkt betragen:

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

- 1 m für Querschnitte $\leq 35 \text{ mm}^2$ (oder AWG 2);
 - 2 m für Querschnitte $> 35 \text{ mm}^2$ (oder AWG 2).
- ii) Für Prüfströme über 400 A bis 800 A:
- a) Die Anschlussleitungen müssen aus einadrigen PVC-isolierten Kupferleitern mit Querschnitten nach [Tabelle 10](#) oder aus gleichwertigen Kupferschienen mit Querschnitten nach [Tabelle 11](#) bestehen, je nach Empfehlung des Herstellers.
 - b) Die unter ii) a) festgelegten Anschlussleitungen müssen mit einem Mittenabstand angeordnet werden, der etwa dem Mittenabstand zwischen den Anschlüssen/Klemmen entspricht. Kupferschienen müssen mattschwarz gestrichen sein. Parallele Leiter je Anschluss/Klemme müssen in einem freien Abstand von ungefähr 10 mm zusammengehalten sein. Parallele Schienen je Anschluss/Klemme müssen einen freien Abstand zueinander haben, der etwa der Schienendicke entspricht. Wenn Schienen in den angegebenen Maßen nicht an die Anschlüsse/Klemmen passen oder nicht zur Verfügung stehen, ist die Verwendung anderer Schienen zulässig, die ungefähr den gleichen Querschnitt und ungefähr die gleiche oder eine kleinere kühlende Oberfläche haben. Kupferleiter/-schienen dürfen nicht lamelliert sein.
 - c) Bei ein- oder mehrphasigen Prüfungen muss die Mindestlänge jeder Prüflleitung von einem Anschluss/einer Klemme des Geräts zum/zur anderen oder zur Stromquelle 2 m betragen. Die Mindestlänge zum Sternpunkt darf auf 1,2 m verringert werden.
- iii) Für Prüfströme über 800 A bis 3 150 A:
- a) Die Anschlussleitungen müssen aus Kupferschienen mit Querschnitten nach [Tabelle 11](#) bestehen, es sei denn, das Gerät ist ausschließlich für den Anschluss von Kabeln oder Leitungen vorgesehen. In diesem Fall müssen Querschnitt und Anordnung der Kabel oder der Leitungen den Angaben des Herstellers entsprechen.
 - b) Kupferschienen müssen in einem Mittenabstand angeordnet werden, der dem Mittenabstand zwischen den Anschlüssen entspricht. Kupferschienen müssen mattschwarz gestrichen sein. Parallele Schienen je Anschluss müssen einen freien Abstand zueinander haben, der etwa der Schienendicke entspricht. Wenn es nicht möglich ist, Schienen mit den angegebenen Maßen an den Anschlüssen zu verwenden oder diese nicht zur Verfügung stehen, ist die Verwendung anderer Schienen zulässig, die ungefähr den gleichen Querschnitt und ungefähr die gleiche oder eine kleinere kühlende Oberfläche haben. Kupferschienen dürfen nicht lamelliert sein.
 - c) Bei ein- oder mehrphasigen Prüfungen muss die Mindestlänge jeder Prüflleitung von einem Anschluss/einer Klemme des Geräts zum/zur anderen oder zur Stromquelle 3 m betragen; sie kann jedoch auf 2 m verringert werden, wenn die Prüflleitung an der Stelle, an der sie mit der Stromquelle verbunden ist, höchstens 5 K kälter ist als in der Mitte der Prüflleitung. Die Mindestlänge zum Sternpunkt muss 2 m betragen.
- iv) Für Prüfströme über 3 150 A:
- Alle wesentlichen Einzelheiten der Prüfung, wie Art der Stromquelle, Anzahl der Phasen und Frequenzen (soweit zutreffend), Querschnitt der Prüflleitungen usw., müssen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart und im Prüfbericht vermerkt werden.

8.3.3.3.5 Erwärmung der Steuerstromkreise

Die Erwärmungsprüfung von Steuerstromkreisen muss mit dem festgelegten Strom und bei Wechselspannung mit der Bemessungsfrequenz durchgeführt werden. Steuerstromkreise müssen bei ihrer Bemessungsspannung geprüft werden.

Stromkreise für Dauerbetrieb müssen so lange geprüft werden, bis die Erwärmung den Endwert erreicht hat.

Stromkreise für Aussetzbetrieb müssen nach den Angaben der jeweiligen Gerätenorm geprüft werden.

Am Ende der Prüfung darf die Erwärmung der verschiedenen Teile der Steuerstromkreise die nach [7.2.2.5](#) festgelegten Werte nicht überschreiten, wenn in der jeweiligen Gerätenorm nichts anderes festgelegt ist.

8.3.3.3.6 Erwärmung von Spulen von Elektromagneten

Spulen und Elektromagnete müssen nach 7.2.2.6 geprüft werden.

Sie müssen so lange geprüft werden, bis die Erwärmung einen Endwert erreicht hat.

Die Temperatur muss gemessen werden, wenn sowohl im Hauptstromkreis als auch in der Spule des Elektromagneten die Enderwärmung erreicht ist.

Spulen und Elektromagnete von Geräten für Aussetzbetrieb müssen nach den Festlegungen der jeweiligen Gerätenorm geprüft werden.

Am Ende der Prüfung darf die Erwärmung der verschiedenen Teile die in 7.2.2.6 festgelegten Werte nicht überschreiten.

8.3.3.3.7 Erwärmung der Hilfsstromkreise

Die Erwärmungsprüfung der Hilfsstromkreise muss unter den in 8.3.3.3.5 festgelegten Bedingungen durchgeführt werden, wobei jede geeignete Spannung verwendet werden darf.

Am Ende der Prüfung darf die Erwärmung der verschiedenen Teile die in 7.2.2.7 festgelegten Werte nicht überschreiten.

8.3.3.4 Isolationseigenschaften

8.3.3.4.1 Typprüfungen

1) Allgemeine Bedingungen für Prüfungen der Spannungsfestigkeit

Der Prüfling muss den allgemeinen Anforderungen in 8.3.2.1 entsprechen.

Darüber hinaus muss er, sofern er zum Einsatz ohne Gehäuse vorgesehen ist, auf eine Metallplatte montiert werden, und alle berührbaren leitfähigen Teile (Rahmen usw.), die bei üblichem Betrieb geerdet sind, müssen mit dieser Metallplatte verbunden werden.

Wenn der Sockel des Geräts aus Isolierstoff besteht, müssen an allen den üblichen Einbaubedingungen entsprechenden Befestigungsstellen metallene Teile angebracht werden; diese Teile sind als Teil des Rahmens des Geräts zu betrachten.

Jedes Bedienteil aus Isolierstoff sowie ein nicht aus Metall bestehendes integriertes Gehäuse des Geräts, das zum Einsatz ohne zusätzliches Gehäuse vorgesehen ist, müssen mit einer Metallfolie bedeckt und diese muss mit dem Rahmen oder der Montageplatte verbunden werden. Die Folie muss bei allen Oberflächen verwendet werden, die mit dem Prüffinger im Betrieb oder während der Einstellung berührt werden können. Falls der isolierende Teil eines integrierten Gehäuses wegen eines zusätzlichen Gehäuses nicht mit dem Prüffinger berührt werden kann, wird keine Folie verlangt.

ANMERKUNG 1 Dies betrifft die vom Bediener bei bestimmungsgemäßem Gebrauch berührbaren Teile (z. B. Bedienteil eines Drucktasters). Anhang R gibt Hinweise für die Anwendung der Metallfolie bezüglich berührbarer Teile während der Betätigung oder Einstellung.

Falls die Isolationsfestigkeit der Geräte auf der Bandagierung von Leitungen oder besonderer Isolierung beruht, muss diese Bandagierung oder besondere Isolierung auch für die Prüfungen vorgenommen werden.

ANMERKUNG 2 Prüfungen der Isolation für Halbleitergeräte sind in Vorbereitung.

Für die Hochspannungsprüfung zwischen den Polen dürfen alle Schaltkreise zwischen den Polen für die Prüfung entfernt werden.

ANMERKUNG 3 Zweck dieser Prüfung ist es nur, die Funktionsisolierung zu überprüfen.

Wenn die Schaltkreise Geräte wie Motoren, Instrumente, Schnappschalter, Kondensatoren und Halbleitergeräte enthalten, die nach ihren kennzeichnenden Merkmalen abhängig von den dielektrischen Prüfspannungen kleiner als die in dieser Norm angegebenen sind, müssen solche Geräte für die Prüfung abgeklemmt werden.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Wenn die Steuerstromkreise, die üblicherweise mit dem Hauptstromkreis verbunden sind, abgeklemmt werden, muss das verwendete Verfahren, die Hauptkontakte geschlossen zu halten, im Prüfbericht angegeben werden.

Für die Hochspannungsprüfung zwischen Pol und Erde müssen alle Stromkreise angeschlossen sein.

ANMERKUNG 4 Der Anschluss aller Stromkreise für die Prüfung berücksichtigt die Schutzfunktion der Isolierung zwischen Pol und Erde gegen elektrischen Schlag.

Flachbaugruppen und Einheiten mit Mehrkontaktsteckverbindern dürfen für die Isolationsprüfungen getrennt oder durch Attrappen ersetzt werden. Das gilt jedoch nicht für Hilfskreise, bei denen im Falle eines Fehlers der Isolierung die Spannung auf ein berührbares Teil, das nicht mit dem Gehäuse verbunden ist oder von der Seite der höheren Spannung zur Seite der niedrigeren Spannung, z. B. bei Hilfstransformatoren, Messgeräten, Pulsumformern verschleppt wird, deren Belastung der Isolierung gleich der des Hauptstromkreises ist.

2) Nachweis der Stoßspannungsfestigkeit

a) Allgemeines

Das Gerät muss den Anforderungen in [7.2.3.1](#) entsprechen.

Der Nachweis ausreichender Isolierung wird durch eine Prüfung mit der Bemessungsstoßspannung erbracht.

Bei Geräten, die Teile enthalten, deren Isolationseigenschaften nicht empfindlich gegen die Höhe sind (z. B. Optokoppler, gekapselte Teile), darf der Nachweis der Isolation durch eine Prüfung der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit ohne Anwendung des Höhenkorrekturfaktors erfolgen. Solche Geräte dürfen dann abgeklemmt werden, und die übrigen Geräte müssen mit der Bemessungsstoßspannung unter Verwendung des Höhenkorrekturfaktors geprüft werden.

Luftstrecken gleich oder größer den Werten für Fall A von [Tabelle 13](#) dürfen durch Messung nachgewiesen werden mit dem Verfahren in [Anhang G](#).

b) Prüfspannung

Die Prüfspannung muss den in [7.2.3.1](#) festgelegten Werten entsprechen.

Bei Geräten mit Überspannungsbegrenzern darf der Energieinhalt des Prüfstroms die Bemessungsenergie des Überspannungsbegrenzers nicht überschreiten. Letztere müssen für die Anwendung geeignet sein.

ANMERKUNG 1 Diese Bemessungswerte sind in Vorbereitung.

Die Prüfgeräte müssen für die Erzeugung der 1,2/50 μ s Kurvenform kalibriert werden, wie in IEC 61180 definiert. Der Ausgang wird dann an das zu prüfende Gerät angeschlossen und der Impuls dann bei jeder Polarität fünfmal in Zeitabständen von mindestens 1 s angewendet. Der Einfluss des Prüflings auf die Kurvenform wird, falls vorhanden, nicht berücksichtigt.

Wenn während eines Prüfablaufs wiederholte Isolationsprüfungen erforderlich werden, muss die jeweilige Gerätenorm die Isolationsprüfbedingungen festlegen.

ANMERKUNG 2 Ein Beispiel einer Prüfeinrichtung ist in Vorbereitung.

c) Anlegen der Prüfspannung

Nachdem das Gerät wie unter a) festgelegt montiert und vorbereitet ist, wird die Prüfspannung wie folgt angelegt:

i) Zwischen allen miteinander verbundenen Anschlüssen des Hauptstromkreises (einschließlich der mit dem Hauptstromkreis verbundenen Steuer- und Hilfsstromkreise) und dem Gehäuse oder der Montageplatte bei allen üblichen Betriebsstellungen der Kontakte.

ii) Zwischen jedem Pol des Hauptstromkreises und den anderen miteinander und mit dem Gehäuse oder der Montageplatte verbundenen Polen bei allen üblichen Stellungen der Kontakte.

iii) Zwischen jedem Steuer- und Hilfsstromkreis, der üblicherweise nicht mit dem Hauptstromkreis verbunden ist, und

- dem Hauptstromkreis,
- den anderen Stromkreisen,

- den berührbaren leitfähigen Teilen,
 - dem Gehäuse oder der Montageplatte,
- die, wenn möglich, zusammengeschaltet werden dürfen.

- iv) Bei Geräten mit Trennfunktion über die Pole des Hauptstromkreises, wobei die Eingangs- und die Ausgangsanschlüsse/-klemmen des Geräts jeweils miteinander verbunden sind.

Die Prüfspannung muss bei offenen Kontakten zwischen den Eingangs- und den Ausgangsanschlüssen/-klemmen angelegt werden; die Höhe der Prüfspannung ist in [7.2.3.1 1\) b\)](#) festgelegt.

Bei Geräten ohne Trennfunktion müssen die Anforderungen für die Prüfung über die offenen Kontakte in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

- d) Anerkennungskriterien

Es darf kein unbeabsichtigter Durchschlag während der Prüfung erfolgen.

ANMERKUNG 1 Eine Ausnahme bildet ein beabsichtigter Durchschlag, z. B. durch Mittel zur Überspannungsbegrenzung.

ANMERKUNG 2 Die Definition „Durchschlag“ (disruptive discharge) steht für Vorgänge, die bei einem Isolationsfehler bei elektrischer Beanspruchung auftreten. Hierbei wird die geprüfte Isolation durch die Entladung überbrückt, so dass die Spannung zwischen den Elektroden null oder nahezu null ist.

ANMERKUNG 3 Die Definition „Gas-/Flüssigkeitsdurchschlag“ (sparkover) wird verwendet, wenn der Durchschlag in einem gasförmigen oder in einem flüssigen Isoliermittel erfolgt.

ANMERKUNG 4 Die Definition „Überschlag“ (flashover) wird verwendet, wenn der Durchschlag über eine Oberfläche eines Isoliermittels in einem Gas oder in einer Flüssigkeit erfolgt.

ANMERKUNG 5 Die Definition „Feststoffdurchschlag“ (puncture) wird verwendet, wenn der Durchschlag durch einen festen Isolierstoff erfolgt.

ANMERKUNG 6 Ein Durchschlag durch einen festen Isolierstoff verursacht den dauernden Verlust der Spannungsfestigkeit; in einem flüssigen oder gasförmigen Isoliermittel wird der Verlust der Spannungsfestigkeit nur zeitweise sein.

- 3) Nachweis der betriebsfrequenten Spannungsfestigkeit von fester Isolierung

- a) Allgemeines

Diese Prüfung wird zum Nachweis der festen Isolierung und der Fähigkeit, zeitweisen Überspannungen standzuhalten, angewendet.

Es wird angenommen, dass die Werte in [Tabelle 12A](#) die Fähigkeit zum Widerstehen der zeitweiligen Überspannungen abdecken (siehe Fußnote b in [Tabelle 12A](#)).

- b) Prüfspannung

Die Prüfspannung muss eine praktisch sinusförmige Schwingungsform und eine Frequenz zwischen 45 Hz und 65 Hz aufweisen.

ANMERKUNG „Praktisch sinusförmig“ bedeutet, dass das Verhältnis zwischen Spitzenwert und Effektivwert $\sqrt{2} \pm 3$ % beträgt.

Der für die Prüfung benötigte Hochspannungstransformator muss so ausgelegt sein, dass, wenn die Ausgangsklemmen kurzgeschlossen sind, nachdem die Ausgangsspannung auf die geeignete Prüfspannung eingestellt wurde, der Ausgangsstrom mindestens 200 mA beträgt.

Das Überstromrelais darf nicht auslösen, wenn der Ausgangsstrom kleiner als 100 mA ist.

Der Wert der Prüfspannung muss wie folgt sein:

- i) für den Hauptstromkreis und für die Steuer- und die Hilfsstromkreise in Übereinstimmung mit [Tabelle 12A](#). Die Messunsicherheit der Prüfspannung darf ± 3 % nicht überschreiten.
- ii) Falls eine Prüfwechselfrequenz nicht angewendet werden kann, z. B. wegen EMV-Filter-Komponenten, darf eine Prüfgleichspannung mit einem Wert entsprechend [Tabelle 12A](#) verwendet werden. Die Messunsicherheit der Prüfspannung darf ± 3 % nicht überschreiten.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

- c) Anlegen der Prüfspannung
Die Prüfspannung muss 5 s in Übereinstimmung mit i), ii) und iii) von 2) c) oben anliegen.
ANMERKUNG Die Produktnorm kann die Prüfdauer auf 60 s erhöhen.
- d) Annahmekriterien
Während der Prüfung dürfen kein Überschlag, innerer (puncture) oder äußerer (tracking) Durchschlag der Isolation oder beliebige andere Erscheinung einer den Durchschlag herbeiführenden Entladung auftreten. Glimmentladungen bleiben unberücksichtigt.
Bauteile, angeschlossen zwischen Außenleiter und Erde, dürfen während der Prüfungen beschädigt werden; diese Beschädigungen dürfen aber nicht zu einer gefährlichen Situation führen. Produktnormen dürfen dafür die entsprechenden Anerkennungskriterien angeben.
ANMERKUNG Die Höhe der Spannung gegen Erde basiert auf IEC 60664-1 unter schlechtesten Bedingungen, die in der Praxis nicht vorkommen.
- 4) Nachweis der Festigkeit gegen betriebsfrequente Wechselfeldspannung nach Schalt- und Kurzschlussprüfungen
- a) Allgemeines
Die Prüfung sollte an den für die Schalt- und Kurzschlussprüfungen montierten Geräten durchgeführt werden. Sollte das nicht möglich sein, dürfen sie von der Prüfeinrichtung abgeklemmt und demontiert werden. Dabei müssen Vorkehrungen getroffen werden, um sicherzustellen, dass dieses keinen Einfluss auf die Prüfergebnisse hat.
- b) Prüfspannung
Die Anforderungen von 3) b) oben müssen eingehalten werden mit der Ausnahme, dass der Wert der Prüfspannung $2 U_e$, mindestens 1 000 V (Effektivwert) oder 1 415 Gleichspannung, falls Wechselfeldspannung nicht angewendet werden kann, betragen muss. Der erwähnte Wert von U_e ist der, mit dem Schalt- und/oder Kurzschlussprüfungen durchgeführt wurden.
ANMERKUNG Die Gerätenormen sollten bei Neuauflage an diese Festlegung angepasst werden.
- c) Anlegen der Prüfspannung
Es gelten die Anforderungen von 3) c) oben. Die Anwendung der Metallfolie nach 8.3.3.4.1 1) ist nicht erforderlich.
- d) Anerkennungskriterien
Es gelten die Anforderungen von 3) d) oben.
- 5) Bleibt frei.
- 6) Nachweis der DC-Spannungsfestigkeit
In Vorbereitung.
- 7) Nachweis der Kriechstrecken
Die kürzesten Kriechstrecken zwischen den Außenleitern, zwischen Leitern mit anderen Spannungen und aktiven und berührbaren leitfähigen Teilen müssen gemessen werden. Die gemessene Kriechstrecke muss unter Berücksichtigung der Werkstoffgruppe und des Verschmutzungsgrads mit den in 7.2.3.4 angegebenen Anforderungen übereinstimmen.
- 8) Nachweis des Ableitstroms bei Geräten mit Trennfunktion
Die Prüfungen müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.3.3.4.2 Stückprüfungen

- 1) Stoßspannungsfestigkeit
Die Prüfungen müssen nach 2) von 8.3.3.4.1 durchgeführt werden. Die Prüfspannung darf nicht weniger als 30 % der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (ohne Höhenkorrekturfaktor) oder $2 U_i$ betragen, je nachdem, welcher Wert höher ist.

2) Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit

a) Prüfspannung

Die Prüfeinrichtung muss dieselbe wie in 3) b) von 8.3.3.4.1 sein, nur die Überstromauslösung sollte auf 25 mA eingestellt sein.

Es können aber nach Belieben des Herstellers aus Sicherheitsgründen auch Prüfeinrichtungen mit einer niedrigeren Auslösegrenze eingesetzt werden, jedoch muss der Kurzschlussstrom der Prüfeinrichtung mindestens den 8fachen Wert des Bemessungsauslösestroms der Überstromeinrichtung haben. So muss z. B. für einen Transformator mit einem Kurzschlussstrom von 40 mA der höchste Auslösestrom der Überstromeinrichtung (5 ± 1) mA betragen.

ANMERKUNG 1 Die Kapazität des Geräts darf mitberücksichtigt werden.

Der Wert der Prüfspannung muss $2 U_e$, mindestens 1 000 V (Effektivwert), betragen.

ANMERKUNG 2 Bei mehreren Werten bezieht sich U_e auf den höchsten auf dem Gerät oder in den Unterlagen des Herstellers angegebenen Wert.

b) Anlegen der Prüfspannung

Die Anforderungen nach 3) c) von 8.3.3.4.1 müssen erfüllt werden mit der Ausnahme, dass die Prüfspannung nur 1 s anliegen muss.

Als eine Alternative darf jedoch ein vereinfachter Prüfablauf benutzt werden, wenn beachtet wird, dass die Isolierung einer vergleichbaren Isolationsbeanspruchung unterzogen wird.

c) Annahmekriterium

Die Überstromeinrichtung darf nicht auslösen.

3) Kombinierte Stoßspannungs- und betriebsfrequente Wechselspannungsfestigkeit

Die Prüfungen von 1) und 2) oben können ersetzt werden durch eine einzige Prüfung der Festigkeit gegen betriebsfrequente Wechselspannung, wobei der Scheitelwert der sinusförmigen Schwingung mit dem in 1) oder 2) angegebenen Wert übereinstimmt, je nachdem, welcher größer ist.

4) In keinem Fall ist die Verwendung von Metallfolie nach 8.3.3.4.1 1) erforderlich.

8.3.3.4.3 Stichprobenprüfungen zum Nachweis der Luftstrecken

1) Allgemeines

Diese Prüfungen sind als Wiederholungsprüfungen zum Nachweis der Einhaltung der Luftstrecken gedacht und sind nur bei Geräten anzuwenden, deren Luftstrecken kleiner sind als in Tabelle 13, Fall A, angegeben.

2) Prüfspannung

Die Prüfspannung muss der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit entsprechen.

Die jeweilige Gerätenorm muss Prüfpläne und Prüfverfahren angeben.

3) Anlegen der Prüfspannung

Die Anforderungen von 2) c) von 8.3.3.4.1 müssen erfüllt sein, jedoch muss die Metallfolie nicht am Bedienteil oder am Gehäuse angebracht werden.

4) Anerkennungskriterium

Es darf kein Durchschlag während der Prüfung erfolgen.

8.3.3.4.4 Prüfungen für Geräte mit sicherer Trennung

Prüfungen für Geräte mit sicherer Trennung sind in Anhang N angegeben.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

8.3.3.5 Ein- und Ausschaltvermögen

8.3.3.5.1 Allgemeine Prüfbedingungen

Prüfungen zum Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens müssen in Übereinstimmung mit den allgemeinen Prüfbedingungen nach [8.3.2](#) durchgeführt werden.

Die Grenzabweichungen für Außenleiter müssen [Tabelle 8](#) entsprechen, falls nichts anderes festgelegt ist.

Vierpolige Geräte müssen als dreipolige Geräte geprüft werden, wobei der unbenutzte Pol (bei Geräten mit Neutralleiter ist dies der Neutralleiter) mit dem Rahmen verbunden werden muss. Sind alle Pole gleichartig, genügt eine Prüfung an drei benachbarten Polen. Ist dies nicht der Fall, so muss eine zusätzliche Prüfung nach [Bild 4](#) zwischen dem Pol für den Neutralleiter und dem benachbarten Pol mit dem Bemessungsstrom des Pols für Neutralleiter bei der Spannung Außenleiter/Neutralleiter durchgeführt werden, wobei die beiden unbenutzten Pole mit dem Rahmen verbunden werden.

Für die Prüfung des Ausschaltvermögens bei bestimmungsgemäßer Last und bei Überlast müssen die Werte für die Einschwingspannung in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.3.3.5.2 Prüfkreis

- a) Die [Bilder 3, 4, 5](#) und [6](#) zeigen die Schaltbilder der Prüfkreise für die Prüfung
- einpoliger Geräte bei Einphasenwechselspannung oder Gleichspannung ([Bild 3](#)),
 - zweipoliger Geräte bei Einphasenwechselspannung oder Gleichspannung ([Bild 4](#)),
 - dreipoliger Geräte oder drei einpoliger Geräte bei Dreiphasenwechselspannung ([Bild 5](#)),
 - vierpoliger Geräte mit Dreiphasenwechselspannung bei Anschluss von vier Leitern ([Bild 6](#)).

Der Prüfbericht muss ein genaues Schaltbild des Prüfkreises enthalten.

- b) Der unbeeinflusste Strom an den Netzanschlüssen des Geräts muss mindestens das 10fache des Prüfstroms oder 50 kA betragen, je nachdem, welcher Wert niedriger ist.
- c) Der Prüfkreis umfasst die Stromquelle, den Prüfling D und den Lastkreis.
- d) Der Lastkreis muss aus in Reihe geschalteten Widerständen und Luftdrosseln bestehen. Parallel zu den Luftdrosseln sind in jeden Außenleiter Nebenwiderstände zu schalten, die etwa 0,6 % des Stroms durch die Spulen führen.

Ist jedoch eine Einschwingspannung festgelegt, so müssen anstelle der 0,6 % Nebenwiderstände Widerstände und Kondensatoren parallel zur Last vorgesehen werden. Den vollständigen Lastkreis zeigt [Bild 8](#).

ANMERKUNG Bei Gleichstromprüfungen mit einer Zeitkonstante $L/R > 10$ ms darf, falls notwendig, eine Drosselspule mit Eisenkern in Reihe mit Widerständen verwendet werden. Mit einem Oszilloskop ist nachzuweisen, dass L/R dem festgelegten Wert $^{+15}_0\%$ entspricht und dass die Zeit bis zum Erreichen von 95 % des Einschaltstroms gleich $3 \times L/R \pm 20\%$ ist.

Ist eine kurzzeitige Einschaltstromspitze vorgeschrieben (z. B. bei den Gebrauchskategorien AC-5b, AC-6 und DC-6), darf ein anderer Lastkreis in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

- e) Die Lastkreise müssen so eingestellt werden, dass bei der festgelegten Spannung folgende Werte erreicht werden:
- Strom und Leistungsfaktor oder Zeitkonstante wie in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt;
 - die netzfrequente wiederkehrende Spannung;
 - die Einschwingfrequenz der Einschwingspannung und der Wert des Faktors γ , wenn vorgeschrieben.

Der Faktor γ ist das Verhältnis des Werts U_1 der höchsten Spitze der Einschwingspannung zum Augenblickswert U_2 der netzfrequenten wiederkehrenden Spannung im Augenblick des Stromnulldurchgangs (siehe [Bild 7](#)).

- f) Der Prüfkreis muss an einem einzigen Punkt geerdet werden. Dies kann der Sternpunkt entweder der Last oder der Einspeisung sein. Die Lage dieses Punkts muss im Prüfbericht angegeben werden.

ANMERKUNG Die Anschlussreihenfolge von R und X (siehe [Bilder 8a](#) und [8b](#)) sollte zwischen dem Einstellen und Prüfen nicht getauscht werden.

- g) Alle betriebsmäßig geerdeten Teile des Geräts, einschließlich seines Gehäuses oder der Schirme, müssen gegen Erde isoliert und nach den [Bildern 3, 4, 5](#) oder [6](#) angeschlossen sein.

Dieser Anschluss muss ein Sicherungselement F enthalten, das aus einem mindestens 50 mm langen Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,8 mm oder einem gleichwertigen Schmelzleiter zur Fehlerstromüberwachung besteht.

Der unbeeinflusste Fehlerstrom im Fehlerstromkreis muss $1\,500\text{ A} \pm 10\%$ betragen, außer wie in den Anmerkungen 2 und 3 festgelegt. Wenn notwendig, muss ein Widerstand verwendet werden, um den Strom auf diesen Wert zu begrenzen.

ANMERKUNG 1 Ein Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,8 mm schmilzt bei 1 500 A etwa innerhalb einer Halbperiode bei Frequenzen zwischen 45 Hz und 67 Hz (oder 0,01 s bei Gleichstrom).

ANMERKUNG 2 Wenn die Stromquelle einen künstlichen Sternpunkt hat, darf ein kleinerer unbeeinflusster Fehlerstrom mit Einverständnis des Herstellers verwendet werden, und der Draht darf einen kleineren Durchmesser nach folgender Tabelle haben.

Durchmesser des Kupferdrahts	Unbeeinflusster Fehlerstrom im Fehlerstromkreis
mm	A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

ANMERKUNG 3 Widerstandswert für den Fehlerstromkreis siehe [8.3.2.1](#).

8.3.3.5.3 Kennzeichnende Merkmale der Einschwingspannung

Zur Nachbildung der Bedingungen in Stromkreisen mit Motorlasten (induktiven Lasten) ist die Einschwingfrequenz des Lastkreises auf folgenden Wert einzustellen:

$$f = 2000 \cdot I_c^{0,2} \cdot U_e^{-0,8} \pm 10\%$$

Dabei ist

f die Einschwingfrequenz, in Kilohertz;

I_c der Ausschaltstrom, in Ampere;

U_e die Bemessungsbetriebsspannung des Geräts, in Volt.

Der Faktor γ ist einzustellen auf den Wert

$$\gamma = 1,1 \pm 0,05$$

Der für die Prüfung erforderliche Wert des Blindwiderstands darf durch Parallelschalten von mehreren Drosseln erreicht werden, vorausgesetzt, die Einschwingspannung hat annähernd nur eine Einschwingfrequenz. Dies ist im Allgemeinen der Fall, wenn die Drosseln die praktisch gleiche Zeitkonstante haben.

Die lastseitigen Anschlüsse/Klemmen des Geräts müssen mit den Anschlüssen/Klemmen des fertig eingestellten Lastkreises so kurz wie möglich verbunden sein. Die Einstellung des Lastkreises sollte mit diesen Verbindungen vorgenommen werden.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

In Anhang E werden je nach Lage der Erdung zwei Verfahren zur Einstellung des Lastkreises beschrieben.

8.3.3.5.4 Bleibt frei

8.3.3.5.5 Prüfverfahren der Prüfung des Ein- und Ausschaltvermögens

Die Anzahl der Schaltspiele, die „Ein“- und „Aus“-Zeiten und die Umgebungsbedingungen müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.3.3.5.6 Verhalten des Geräts während und nach der Prüfung des Ein- und Ausschaltvermögens

Die Kriterien für das Bestehen der Prüfungen müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.3.3.6 Betriebsverhalten

Die Prüfungen müssen zum Nachweis der in [7.2.4.2](#) enthaltenen Anforderungen durchgeführt werden. Der Prüfkreis muss den Anforderungen in [8.3.3.5.2](#) und [8.3.3.5.3](#) entsprechen.

Einzelheiten zu den Prüfbedingungen müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.3.3.7 Lebensdauer

Lebensdauerprüfungen sollen die Anzahl der Schaltspiele nachweisen, die ein Gerät wahrscheinlich durchführen kann, ohne dass eine Reparatur oder ein Austausch von Teilen notwendig wird.

Wenn Produktionsmengen dies zulassen, bilden Lebensdauerprüfungen die Grundlage einer statistischen Lebensdauerschätzung.

8.3.3.7.1 Mechanische Lebensdauer

Während der Prüfung muss der Hauptstromkreis strom- und spannungslos sein. Das Gerät darf vor der Prüfung geschmiert werden, wenn Schmieren für den üblichen Betrieb vorgeschrieben ist.

Der Steuerstromkreis ist mit seiner Bemessungsspannung und, soweit zutreffend, seiner Bemessungsfrequenz zu speisen.

Geräte mit Druckluftantrieb oder elektrisch betätigtem Druckluftantrieb müssen mit Druckluft bei Schalterbemessungsbetriebsdruck gespeist werden.

Handbetätigte Geräte müssen wie im üblichen Betrieb betätigt werden.

Die Anzahl der Schaltspiele darf nicht geringer sein als in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt.

Bei Geräten mit Ausschaltrelais oder -auslösern muss die Gesamtanzahl der von diesen Relais oder Auslösern durchzuführenden Ausschaltvorgänge in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

Die Auswertung der Prüfergebnisse muss in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.3.3.7.2 Elektrische Lebensdauer

Die Prüfbedingungen entsprechen den in [8.3.3.7.1](#) beschriebenen, mit der Ausnahme, dass der Hauptstromkreis nach den Anforderungen der jeweiligen Gerätenorm belastet wird.

Die Bewertung der Prüfergebnisse muss in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.3.4 Verhalten unter Kurzschlussbedingungen

Dieser Unterabschnitt legt allgemeine Prüfbedingungen für den Nachweis der Bemessungsgrößen und Grenzwerte nach 7.2.5 fest. Die jeweilige Gerätenorm enthält zusätzliche Anforderungen an Prüfverfahren, Betätigung und Prüffolgen, den Gerätezustand nach der Prüfung und an Prüfungen der Koordination des Geräts mit Kurzschlussschutzeinrichtungen (SCPD).

8.3.4.1 Allgemeine Bedingungen für Kurzschlussprüfungen

8.3.4.1.1 Allgemeine Anforderungen

Es gelten die allgemeinen Anforderungen in 8.3.2.1. Die Steuerung des Prüflings muss nach den in der jeweiligen Gerätenorm festgelegten Bedingungen erfolgen. Elektrisch oder mit Druckluft betätigte Steuereinrichtungen müssen mit der kleinsten Spannung oder dem kleinsten Schalterbetriebsdruck nach den Angaben der jeweiligen Gerätenorm gespeist werden. Es muss nachgewiesen werden, dass das Gerät ohne Last einwandfrei arbeitet, wenn es unter den oben genannten Bedingungen betätigt wird.

Zusätzliche Prüfbedingungen dürfen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.3.4.1.2 Prüfkreis

- a) Die Bilder 9, 10, 11 und 12 zeigen die Schaltbilder der Prüfkreise für die Prüfung
- einpoliger Geräte bei Einphasenwechselspannung oder Gleichspannung (Bild 9),
 - zweipoliger Geräte bei Einphasenwechselspannung oder Gleichspannung (Bild 10),
 - dreipoliger Geräte bei Dreiphasenwechselspannung (Bild 11),
 - vierpoliger Geräte bei Dreiphasenwechselspannung bei Anschluss von vier Leitern (Bild 12).

Der Prüfbericht muss ein genaues Schaltbild des Prüfkreises enthalten.

ANMERKUNG Bei Kombinationen mit Kurzschlussschutzeinrichtungen sollte die jeweilige Gerätenorm die relative Anordnung zwischen Kurzschlussschutzeinrichtung und Prüfling festlegen.

- b) Die Einspeisung S versorgt einen Stromkreis, der Widerstände R_1 , Drosseln X und den Prüfling D umfasst.

In allen Fällen muss die Leistung der Einspeisung S ausreichend groß sein, damit die vom Hersteller angegebenen kennzeichnenden Merkmale nachgewiesen werden können.

Die Widerstände und Drosseln des Prüfkreises müssen so eingestellt werden können, dass die vorgeschriebenen Prüfbedingungen erfüllt werden. Die Drosseln X müssen Luftdrosselspulen sein. Sie müssen mit den Widerständen R_1 in Reihe geschaltet sein. Der geforderte Wert der Induktivität muss durch Reihenschaltung einzelner Drosselspulen erreicht werden. Parallelschaltung von Drosselspulen ist zulässig, wenn deren Zeitkonstanten praktisch gleich sind.

Da die Kennwerte der Einschwingspannung in Prüfkreisen mit großen Luftdrosselspulen nicht den üblichen Betriebsbedingungen entsprechen, muss der Luftdrosselspule in jedem Außenleiter ein Widerstand parallel geschaltet werden, der etwa 0,6 % des in der Drosselspule fließenden Stroms führt, wenn zwischen Hersteller und Anwender nichts anderes vereinbart ist.

- c) In jedem Prüfkreis (Bilder 9, 10, 11 und 12) liegen die Widerstände und Drosseln zwischen der Einspeisung S und dem Prüfling D. Die Positionen der Einschaltvorrichtung A und der Strommessinstrumente (I_1 , I_2 , I_3) sind veränderlich. Die Einschaltvorrichtung A kann auf der Niederspannungsseite oder alternativ auf der Primärseite liegen. Im letzteren Fall muss die Prüfstelle demonstrieren, dass die Spannungswelle nicht den verbleibenden Fluss des Kurzschluss-Transformators verzerrt. Die Verbindung des Prüflings zum Prüfkreis muss in der relevanten Produktnorm angegeben werden.

Wenn Prüfungen mit Strömen unterhalb des Bemessungswerts durchgeführt werden, sollte die erforderliche zusätzliche Impedanz vorzugsweise auf der Lastseite des Prüflings zwischen diesem und dem Kurzschlusspunkt eingefügt werden. Sie darf aber auch auf der Einspeiseseite eingefügt werden, wobei dies im Prüfbericht angegeben werden muss.

Dies gilt nicht für Prüfungen der Kurzzeitstromfestigkeit (siehe 8.3.4.3).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Wenn keine besonderen Vereinbarungen zwischen Hersteller und Anwender bestehen und Einzelheiten nicht im Prüfbericht festgehalten sind, muss das Schaltbild des Prüfkreises mit den Bildern übereinstimmen.

Nur ein einziger Punkt des Prüfkreises darf geerdet sein. Dies darf die Kurzschlussverbindung des Prüfkreises oder der Nullpunkt der Einspeisung oder ein anderer geeigneter Punkt sein; die Lage dieses Punkts muss im Prüfbericht angegeben werden.

- d) Alle betriebsmäßig geerdeten Teile des Geräts, einschließlich seines Gehäuses oder der Schirme, müssen gegen Erde isoliert und mit einem Punkt, wie in den Bildern 9, 10, 11 und 12 angegeben, verbunden sein.

Diese Verbindung muss ein Sicherungselement F enthalten, das aus einem mindestens 50 mm langen Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,8 mm oder einem vergleichbaren Schmelzleiter zur Fehlerstromüberwachung besteht.

Der unbeeinflusste Fehlerstrom im Fehlerstromkreis muss mindestens $1\,500\text{ A} \pm 10\%$ betragen, außer wie in den Anmerkungen 2 und 3 angegeben. Wenn erforderlich, muss ein Widerstand verwendet werden, der den unbeeinflussten Fehlerstrom auf diesen Wert begrenzt.

ANMERKUNG 1 Ein Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,8 mm schmilzt bei 1 500 A etwa innerhalb einer Halbperiode bei Frequenzen zwischen 45 Hz und 67 Hz (oder 0,01 s bei Gleichstrom).

ANMERKUNG 2 Wenn die Stromquelle einen künstlichen Sternpunkt hat, darf ein kleinerer unbeeinflusster Fehlerstrom mit Einverständnis des Herstellers verwendet werden, und der Draht darf einen kleineren Durchmesser nach folgender Tabelle haben.

Durchmesser des Kupferdrahts	Unbeeinflusster Fehlerstrom im Fehlerstromkreis
mm	A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

ANMERKUNG 3 Widerstandswert für den Fehlerstromkreis siehe 8.3.2.1.

8.3.4.1.3 Leistungsfaktor des Prüfkreises

Bei Wechselspannung sollte der Leistungsfaktor jeder Phase des Prüfkreises nach einem anerkannten Verfahren ermittelt werden, das im Prüfbericht angegeben werden muss.

Anhang F enthält zwei Beispiele.

Als Leistungsfaktor eines mehrphasigen Stromkreises gilt der Mittelwert der Leistungsfaktoren der Phasen.

Der Leistungsfaktor muss mit den in Tabelle 16 angegebenen Werten übereinstimmen.

Der Unterschied zwischen dem Mittelwert und dem größten und kleinsten Wert der Leistungsfaktoren der verschiedenen Phasen muss innerhalb von $\pm 0,05$ bleiben.

8.3.4.1.4 Zeitkonstante des Prüfkreises

Bei Gleichspannung muss die Zeitkonstante des Prüfkreises mit dem in Anhang F, Abschnitt F.2 angegebenen Verfahren ermittelt werden.

Die Zeitkonstante muss mit den in Tabelle 16 angegebenen Werten übereinstimmen.

8.3.4.1.5 Einstellen des Prüfkreises

Der Prüfkreis wird eingestellt, indem temporäre Prüfverbindungen B mit vernachlässigbarer Impedanz so nahe wie möglich an den Anschlüssen für die Verbindung mit dem Prüfling angebracht werden.

Bei Wechselspannung werden die Widerstände R_1 und die Drosseln X so eingestellt, dass bei der anstehenden Spannung der Strom gleich dem Bemessungskurzschlussausschaltvermögen ist und der Leistungsfaktor 8.3.4.1.3 entspricht.

Um das Kurzschlusseinschaltvermögen des Prüflings aus dem Einstellozillogramm zu bestimmen, muss die Einstellung des Prüfkreises so erfolgen, dass in einer Phase der unbeeinflusste Einschaltstrom erreicht wird.

ANMERKUNG Die anstehende Spannung ist die Leerlaufspannung, die notwendig ist, um die festgelegte betriebsfrequente wiederkehrende Spannung zu erzeugen (siehe auch Anmerkung 1 in 8.3.2.2.3).

Bei Gleichspannung werden die Widerstände R_1 und die Drosseln X so eingestellt, dass bei der Prüfspannung der Höchstwert des Stroms gleich dem Bemessungskurzschlussausschaltvermögen ist und die Zeitkonstante 8.3.4.1.4 entspricht.

Der Prüfkreis wird gleichzeitig in allen Polen eingeschaltet, und der Stromverlauf wird mindestens 0,1 s lang aufgezeichnet.

Bei Gleichstrom-Schaltgeräten, die ihre Kontakte öffnen, bevor der Scheitelwert der Einstellkurve erreicht ist, genügt es, den Prüfkreis mit einem zusätzlichen ohmschen Widerstand einzustellen, um zu zeigen, dass die Stromanstiegsgeschwindigkeit in A/s die gleiche wie beim Prüfstrom und der festgelegten Zeitkonstante ist (siehe Bild 15). Der zusätzliche Widerstand muss so gewählt sein, dass der Scheitelwert des Einstellstroms mindestens gleich dem Scheitelwert des Ausschaltstroms ist. Der Zusatzwiderstand ist für die eigentliche Prüfung zu entfernen (siehe 8.3.4.1.8 b)).

8.3.4.1.6 Prüfverfahren

Nach der Einstellung des Prüfkreises nach 8.3.4.1.5 werden die temporären Verbindungen durch den Prüfling und, falls vorhanden, seine Anschlussleitungen ersetzt.

Prüfungen für das Verhalten unter Kurzschlussbedingungen müssen nach den Anforderungen der jeweiligen Gerätenorm durchgeführt werden.

8.3.4.1.7 Verhalten des Geräts bei Kurzschlussein- und -ausschaltprüfungen

Es darf kein Lichtbogen oder Überschlag zwischen den Polen oder zwischen Pol und Rahmen auftreten. Das Sicherungselement F im Fehlerstromkreis darf nicht schmelzen (siehe 8.3.4.1.2).

Zusätzliche Anforderungen dürfen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.3.4.1.8 Auswertung von Aufzeichnungen

- a) Bestimmung der angelegten Spannung und der netzfrequenten wiederkehrenden Spannung

Die angelegte Spannung und die netzfrequente wiederkehrende Spannung werden aus den bei der Ausschaltprüfung des Prüflings erstellten Aufzeichnungen bei Wechselspannung nach Bild 13 und bei Gleichspannung nach Bild 14 bestimmt.

Nach dem Erlöschen des Lichtbogens in allen Polen und nach dem Abklingen der Einschwingspannung muss die Spannung an der Einspeiseseite während der ersten vollen Periode gemessen werden (siehe Bild 13).

Sind zusätzliche Informationen erforderlich, die z. B. die Spannung über den einzelnen Polen, die Lichtbogendauer, die Lichtbogenenergie, die Schaltüberspannung usw. betreffen, dürfen diese durch zusätzliche Messsensoren über jeden Pol erhalten werden. Dabei darf der Widerstand jedes Messkreises nicht kleiner als 100Ω je V (Effektivwert) der Spannung über die einzelnen Pole sein. Dieser Wert muss im Prüfbericht angegeben werden.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

b) Bestimmung des unbeeinflussten Ausschaltstroms

Der unbeeinflusste Ausschaltstrom wird durch Vergleich der Aufzeichnungen der Stromverläufe bei der Einstellung des Prüfkreises mit denen bei der Ausschaltprüfung des Prüflings ermittelt (siehe [Bild 13](#)).

Bei Wechselspannung wird die Wechselstromkomponente des unbeeinflussten Ausschaltstroms dem Effektivwert der Wechselstromkomponente des Einstellstroms im Augenblick der Öffnung der Lichtbogenkontakte gleichgesetzt (der Wert entspricht $A_2/2\sqrt{2}$ in [Bild 13 a](#)). Der unbeeinflusste Ausschaltstrom muss gleich dem Mittelwert der unbeeinflussten Ausschaltströme in allen Außenleitern mit einer zulässigen Abweichung nach [Tabelle 8](#) sein. Der unbeeinflusste Strom in jedem Außenleiter muss innerhalb $\pm 10\%$ des Bemessungswerts liegen.

ANMERKUNG Mit Einverständnis des Herstellers darf der Strom in jedem Außenleiter vom Mittelwert $\pm 10\%$ abweichen.

Bei Gleichspannung wird der unbeeinflusste Ausschaltstrom für Geräte, die vor Erreichen des Stromendwerts öffnen, gleich dem Wert A_2 , wie er aus der Einstellaufzeichnung bestimmt wurde, gesetzt und für Geräte, die nach Erreichen des Stromendwerts öffnen, gleich dem Wert A gesetzt (siehe [Bild 14 a](#) und [b](#))).

Wenn bei Geräten für Gleichspannung, die nach den Anforderungen in [8.3.4.1.5](#) geprüft wurden, die Einstellung des Prüfkreises mit einem Strom I_1 erfolgt, der kleiner als das Bemessungsausschaltvermögen ist, wird die Prüfung als ungültig betrachtet, wenn der tatsächliche Ausschaltstrom I_2 größer als I_1 war. Die Prüfung muss nach einer Neueinstellung des Prüfkreises mit dem Stromwert I_3 , der über dem Wert I_2 liegt (siehe [Bild 15](#)), wiederholt werden.

Der unbeeinflusste Ausschaltstrom $A_2 = U/R$ muss aus dem Widerstand R des Prüfkreises, der aus den Widerständen R_1 der entsprechenden Einstellkreise zu errechnen ist, bestimmt werden. Die Zeitkonstante des Prüfkreises ergibt sich aus

$$T = \frac{A_2}{di/dt}$$

Die Abweichung muss innerhalb der Grenzen nach [Tabelle 8](#) liegen.

c) Ermittlung des Scheitelwerts des unbeeinflussten Einschaltstroms

Der unbeeinflusste Einschaltstrom wird aus dem bei der Einstellung des Prüfkreises aufgezeichneten Stromverlauf ermittelt. Sein Wert muss bei Wechselspannung A_1 in [Bild 13 a](#)) und bei Gleichspannung A_2 in [Bild 14](#) gleichgesetzt werden. Bei einer Dreiphasenprüfung muss der höchste der in den drei Phasen ermittelten Werte A_1 genommen werden.

ANMERKUNG Für Prüfungen einpoliger Geräte darf der Scheitelwert des unbeeinflussten Einschaltstroms, der aus der Einstellaufzeichnung bestimmt wird, von dem tatsächlichen Einschaltstrom nach der Prüfung, abhängig vom Einschaltaugenblick, abweichen.

8.3.4.1.9 Zustand des Geräts nach den Prüfungen

Nach den Prüfungen muss das Gerät die Anforderungen der jeweiligen Gerätenormen einhalten.

8.3.4.2 Kurzschluss- und -ausschaltvermögen

Das Prüfverfahren zum Nachweis des Bemessungskurzschluss- und -ausschaltvermögens des Geräts muss in der jeweiligen Gerätenorm angegeben werden.

8.3.4.3 Nachweis der Bemessungskurzzeitstromfestigkeit

Die Prüfung muss mit dem eingeschalteten Gerät bei einem unbeeinflussten Strom gleich der Bemessungskurzzeitstromfestigkeit und der entsprechenden Bemessungsbetriebsspannung unter den allgemeinen Prüfbedingungen nach [8.3.4.1](#) durchgeführt werden.

Sollte das Prüflabor Schwierigkeiten bei der Durchführung der Prüfung bei der Betriebsspannung haben, darf die Prüfung bei einer geeigneten niedrigeren Spannung durchgeführt werden, wobei in diesem Fall der Prüfstrom gleich dem Bemessungskurzzeitstrom I_{cw} ist. Dies muss im Prüfbericht angegeben werden. Im Falle einer kurzzeitigen Kontaktabhebung während der Prüfung muss die Prüfung bei Bemessungsbetriebsspannung wiederholt werden.

Bei dieser Prüfung müssen eventuell vorhandene Überstromauslöser, die während der Prüfung ansprechen könnten, funktionsunfähig gemacht werden.

a) Für Wechselspannung

Die Prüfungen müssen mit Bemessungsfrequenz des Geräts mit einer Grenzabweichung von $\pm 25\%$ und mit einem Leistungsfaktor, der der Bemessungskurzzeitstromfestigkeit in [Tabelle 16](#) entspricht, durchgeführt werden.

Der Strom bei der Einstellung ist der Mittelwert des Effektivwerts der Wechselstromkomponente in allen Außenleitern (siehe [4.3.6.1](#)). Er muss gleich dem Bemessungswert sein und innerhalb der in [Tabelle 8](#) festgelegten zulässigen Abweichungen liegen.

Der Strom in jedem Außenleiter muss innerhalb $\pm 5\%$ des Bemessungswerts liegen.

Wird die Prüfung bei Bemessungsbetriebsspannung durchgeführt, ist der Einstellstrom der unbeeinflusste Strom.

Wird die Prüfung bei einer niedrigeren Spannung als der Bemessungsbetriebsspannung durchgeführt, ist der Einstellstrom der tatsächliche Prüfstrom.

Der Strom muss für die vorgeschriebene Dauer fließen, der Effektivwert der Wechselstromkomponente des Stroms muss während dieser Zeit konstant bleiben.

ANMERKUNG Mit Einverständnis des Herstellers darf der Strom in jedem Außenleiter vom Mittelwert $\pm 10\%$ abweichen, falls es Schwierigkeiten im Prüffeld gibt.

Der Scheitelwert des Stroms während der ersten Periode der Prüfung muss mindestens das n -fache der Bemessungskurzzeitstromfestigkeit betragen, wobei für den Wert n der diesem Stromwert entsprechende Wert in [Tabelle 16](#) gilt.

Wenn jedoch das Prüflabor die für die oben genannten Anforderungen notwendigen Prüfeinrichtungen nicht hat, sind folgende Ersatzprüfungen erlaubt, vorausgesetzt, dass

$$\int_0^{t_{\text{test}}} i_{\text{test}}^2 dt \geq I^2 \cdot t_{\text{st}}$$

Dabei ist

t_{test} die Dauer der Prüfung;

t_{st} die Kurzzeit;

i_{test} der Einstellstrom, wenn die Wechselstromkomponente nicht konstant oder $\geq I_{cw}$ ist;

I der aktuelle Einstellstrom mit als konstant angenommener Wechselstromkomponente.

Wenn der Prüfstrom im Prüflabor gegenüber dem in der ersten Periode erreichten Wert so stark absinkt, dass die Bemessungskurzzeitstromfestigkeit über die Bemessungszeit nicht erfüllt werden kann, ohne dass zu Beginn der Prüfung ein zu hoher Prüfstrom fließt, darf der Effektivwert des Stroms während der Prüfung unter den angegebenen Wert absinken, wenn die Prüfdauer entsprechend verlängert wird. Voraussetzung ist, dass der höchste Scheitelwert des Stroms nicht kleiner als der festgelegte Wert ist.

Muss der Effektivwert des Stroms über den festgelegten Wert erhöht werden, um den vorgeschriebenen Scheitelwert zu erreichen, so muss die Prüfdauer entsprechend verkürzt werden.

b) Für Gleichspannung

Der Strom muss während der festgelegten Zeit fließen, und sein aus den Messunterlagen ermittelter Mittelwert muss mindestens dem festgelegten Wert entsprechen.

Wenn durch die Beschaffenheit des Prüflabors die obigen Anforderungen über die Bemessungszeit nicht erfüllt werden können, ohne dass zu Beginn der Prüfung ein zu hoher Prüfstrom fließt, so darf der Wert des Stroms während der Prüfung unter den festgelegten Wert fallen, wenn die Prüfdauer entsprechend verlängert wird. Voraussetzung ist, dass der Scheitelwert des Stroms nicht unter dem festgelegten Wert liegt.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Wenn das Prüflabor die Prüfungen bei Gleichspannung nicht durchführen kann, darf nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender bei Wechselfspannung geprüft werden, vorausgesetzt, entsprechende Vorkehrungen werden getroffen; so darf zum Beispiel der Scheitelwert des Stroms den zulässigen Stromwert nicht überschreiten.

c) Verhalten des Geräts während und nach der Prüfung

Das Verhalten des Geräts während der Prüfung muss in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

Nach der Prüfung muss das Gerät mit den üblichen Bedienteilen betätigt werden können.

8.3.4.4 Koordination von Kurzschlusschutzeinrichtungen und bedingtem Bemessungskurzschlussstrom

Prüfbedingungen und -verfahren, soweit anwendbar, müssen in der jeweiligen Gerätenorm festgelegt werden.

8.4 Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Störaussendungs- und Störfestigkeitsprüfungen sind Typprüfungen, die sowohl funktionsmäßig als auch im Hinblick auf die Umgebung unter repräsentativen Bedingungen durchgeführt werden müssen, wobei die Anweisungen des Herstellers für die Installation zu befolgen sind.

Die Prüfungen müssen in Übereinstimmung mit der EMV-Grundnorm durchgeführt werden, die Produktnorm muss jedoch alle besonderen Maßnahmen angeben (z. B. Verwendung eines Gehäuses) und die zusätzlichen Maßnahmen, die zum Nachweis der Verhaltenskriterien für das Produkt erforderlich sind (z. B. die Anwendung von Verweilzeiten).

8.4.1 Störfestigkeit

8.4.1.1 Geräte, die keine elektronischen Schaltkreise enthalten

Es sind keine Prüfungen erforderlich. Siehe [7.3.2.1](#).

8.4.1.2 Geräte, die elektronische Schaltkreise enthalten

8.4.1.2.1 Allgemeines

Geräte, die Schaltkreise verwenden, in denen alle Bauelemente passiv sind (siehe [7.3.2.2](#)), brauchen nicht geprüft zu werden.

Verhaltenskriterien müssen von der Produktnorm basierend auf den Annahmekriterien in [Tabelle 24](#) angegeben werden.

8.4.1.2.2 Entladungen statischer Elektrizität

Die Prüfungen sind in Übereinstimmung mit IEC 61000-4-2 durchzuführen mit den in [Tabelle 23](#) angegebenen Werten, vorausgesetzt, es wird in der Produktnorm kein anderer Prüfpegel vorgegeben, und sie muss 10-mal bei jedem Messpunkt wiederholt werden mit einem Zeitabstand zwischen den Impulsen von mindestens 1 s.

Der Prüfaufbau muss [Bild 18](#) entsprechen.

8.4.1.2.3 Abgestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder

Die Prüfungen sind in Übereinstimmung mit IEC 61000-4-3 durchzuführen mit den in [Tabelle 23](#) angegebenen Werten, vorausgesetzt, es wird in der Produktnorm keine anderer Prüfpegel vorgegeben und gerechtfertigt.

Der Prüfaufbau muss [Bild 19](#) entsprechen.

Die Prüfung ist in zwei Schritten durchzuführen: einem ersten Schritt (Schritt 1), bei dem der Prüfling auf die Festigkeit gegen eine unerwünschte Betätigung über den ganzen Frequenzbereich geprüft wird, und einem zweiten Schritt (Schritt 2), bei dem der Prüfling auf die richtige Betätigung bei bestimmten Frequenzen geprüft wird.

Im Schritt 1 muss die Frequenz in Übereinstimmung mit Abschnitt 8 der IEC 61000-4-3 die Bereiche 80 MHz bis 1 000 MHz und 1 400 MHz bis 2 000 MHz durchlaufen. Die Verweilzeit der amplitudenmodellierten Trägerwelle bei jeder Frequenz soll zwischen 500 ms und 1 000 ms liegen, vorausgesetzt, es wird nicht anders in der Produktnorm vorgegeben. Die Schrittgröße muss 1 % der vorherigen Frequenz betragen. Die tatsächliche Verweilzeit muss im Prüfbericht angegeben werden.

Im Schritt 2, für den Nachweis der kennzeichnenden Funktionsmerkmale bei bestimmten Frequenzen, muss die Prüfung in Übereinstimmung mit der entsprechenden Produktnorm durchgeführt werden.

8.4.1.2.4 Schnelle transiente elektrische Störgrößen/Bursts (EFT/B)

Die Prüfung muss in Übereinstimmung mit IEC 61000-4-4 und den Werten, die in [Tabelle 23](#) angegeben sind, durchgeführt werden. Dabei ist die Wiederholungsrate 5 kHz, vorausgesetzt, es wird kein anderer Prüfpegel und/oder keine andere Wiederholungsrate in der Produktnorm vorgegeben und gerechtfertigt.

Der Prüfaufbau muss für alle Eingänge in Übereinstimmung mit [Bild 20](#) sein, außer für die Hilfs- und Steuereingänge.

Bei Prüfungen an Hilfs- und Steuereingängen müssen die Anschlüsse in kapazitive Koppelzangen platziert werden, wobei die gesamte Kabellänge zwischen dem Burstgenerator und der kapazitiven Koppelzange höchsten 1 m betragen darf.

8.4.1.2.5 Stoßspannungen

Die Prüfung muss in Übereinstimmung mit IEC 61000-4-5 durchgeführt werden. Dabei sind die in [Tabelle 23](#) angegebenen Werte und die Fußnote d der Tabellen 2 und 3 der IEC 61000-6-2 zu berücksichtigen.

Es sind Impulse sowohl positiver als auch negativer Polarität aufzubringen mit den bevorzugten Phasenwinkeln 0°, 90° und 270°.

Fünf Impulse jeder Polarität und jedes Phasenwinkels sind aufzubringen, wobei der Abstand zwischen zwei Impulsen etwa 1 min betragen muss.

Wenn bei dreipoligen Geräten an alle Pole identische Stromkreise angeschlossen sind, sind die Prüfungen nur bei einem Pol erforderlich.

8.4.1.2.6 Leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder

Die Prüfung muss mit den in [Tabelle 23](#) angegebenen Werten in Übereinstimmung mit IEC 61000-4-6 durchgeführt werden. Die Prüfungen müssen mit dem Prüfling in freier Luft durchgeführt werden.

Auf die Hauptleiter sind die Störgrößen mit Hilfe der Kopplungs-Entkopplungsnetzwerke M1, M2 oder M3 einzubringen, je nach Anwendbarkeit.

Auf Hilfs- und Steuerleitungen sind die Störgrößen mit Hilfe der Kopplungs-Entkopplungsnetzwerke einzubringen. Wenn das nicht machbar ist, dürfen elektromagnetische Koppelzangen verwendet werden.

Der besondere Prüfaufbau muss in Übereinstimmung mit [Bild 21](#) oder [Bild 22](#) sein. Er ist näher im Prüfbericht zu beschreiben.

Die Prüfung ist in zwei Schritten durchzuführen: einem ersten Schritt (Schritt 1), bei dem der Prüfling auf die Festigkeit gegen eine unerwünschte Betätigung über den ganzen Frequenzbereich geprüft wird, und einem

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

zweiten Schritt (Schritt 2), bei dem der Prüfling auf die richtige Betätigung bei bestimmten Frequenzen geprüft wird.

Im Schritt 1 muss die Frequenz in Übereinstimmung mit Abschnitt 8 der IEC 61000-4-6 den Bereich 150 kHz bis 80 MHz durchlaufen. Die Verweilzeit der amplitudenmodellierten Trägerwelle bei jeder Frequenz soll zwischen 500 ms und 1 000 ms liegen, vorausgesetzt, es wird nicht anders in der Produktnorm vorgegeben. Die Schrittgröße muss 1 % der vorherigen Frequenz betragen. Die tatsächliche Verweilzeit muss im Prüfbericht angegeben werden.

Im Schritt 2, für den Nachweis der kennzeichnenden Funktionsmerkmale bei bestimmten Frequenzen, muss die Prüfung in Übereinstimmung mit der entsprechenden Produktnorm durchgeführt werden.

8.4.1.2.7 Netzfrequente elektromagnetische Felder

Diese Prüfung ist nur auf Geräte anzuwenden, welche Komponenten enthalten, die entsprechend ihrer Produktnorm gegen netzfrequente elektromagnetische Felder empfindlich sind.

Die Prüfung ist in Übereinstimmung mit IEC 61000-4-8 mit dem Prüfling in freier Luft durchzuführen, vorausgesetzt, er darf nicht nur ausschließlich in einem speziellen Gehäuse eingesetzt werden. Die Prüfpegel sind in [Tabelle 23](#) angegeben. Das Feld ist auf den Prüfling aus drei zueinander senkrecht stehenden Richtungen aufzubringen (siehe [Bild 23](#)).

8.4.1.2.8 Spannungseinbrüche und Kurzzeitunterbrechungen

Diese Prüfung ist nur auf Geräte anzuwenden, die entsprechend ihrer Produktnorm im Fall von Spannungseinbrüchen und unerwünschten Kurzzeitunterbrechungen zu unerwünschten Betätigungen neigen könnten.

Die Prüfung ist in Übereinstimmung mit IEC 61000-4-11 durchzuführen. Der Prüfling muss an den Prüfgenerator mit dem kürzesten vom Hersteller vorgeschriebenen Anschlusskabel angeschlossen werden. Falls keine Kabellänge angegeben ist, muss dies die kürzeste für den Prüfling anwendbare Länge sein. Die Prüfpegel sind in [Tabelle 23](#) angegeben, die angegebenen Prozentsätze sind Prozent der Bemessungsbetriebsspannung.

8.4.2 Störaussendung

8.4.2.1 Geräte, die keine elektronischen Schaltkreise enthalten

Es sind keine Prüfungen erforderlich. Siehe [7.3.3.1](#).

8.4.2.2 Geräte, die elektronische Schaltkreise enthalten

Die Gerätenorm muss Einzelheiten der Prüfverfahren festlegen. Siehe [7.3.3.2](#).

**Tabelle 1 – Normquerschnitte runder Kupferleiter
und die angenäherte Beziehung zwischen mm²- und AWG/kcmil-Größen
(siehe 7.1.8.2)**

Bemessungsquerschnitt mm ²	AWG/kcmil-Größe	Entsprechender metrischer Querschnitt mm ²
0,2	24	0,205
0,34	22	0,324
0,5	20	0,519
0,75	18	0,82
1	–	–
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4	12	3,3
6	10	5,3
10	8	8,4
16	6	13,3
25	4	21,2
35	2	33,6
–	1	42,4
50	0	53,5
70	00	67,4
95	000	85,0
–	0000	107,2
120	250 kcmil	127
150	300 kcmil	152
185	350 kcmil	177
240	500 kcmil	253
300	600 kcmil	304

ANMERKUNG Der waagerechte Strich, soweit er auftritt, zählt als Größe mit zugeordneter Anschlussmöglichkeit (siehe 7.1.8.2).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle 2 – Grenzüberemperaturen von Anschlüssen/Klemmen
(siehe 7.2.2.1 und 8.3.3.3.4)

Werkstoff des Anschlusses	Grenzüberemperatur^{a, c} K
Kupfer, blank	60
Kupfer-Zink-Legierung, blank	65
Kupfer oder Kupfer-Zink-Legierung, verzinkt	65
Kupfer oder Kupfer-Zink-Legierung, versilbert oder vernickelt	70
Andere Metallteile	b

^a Die Verwendung von Leitern, die deutlich kleinere Querschnitte haben als in den Tabellen 9 und 10 angegeben, kann zu höheren Temperaturen von Anschlüssen/Klemmen und inneren Teilen führen. Solche Leiter sollten nicht ohne Zustimmung des Herstellers verwendet werden, da höhere Temperaturen zu einem Geräteausfall führen können.

^b Die Grenzüberemperatur muss auf durch den Betrieb gewonnenen Erfahrungen oder Lebensdauerprüfungen basieren, darf jedoch 65 K nicht übersteigen.

^c Andere Werte dürfen in den Gerätenormen für andere Prüfbedingungen und kleine Geräte festgelegt werden. Sie dürfen die Werte dieser Tabelle bis 10 K überschreiten.

Tabelle 3 – Grenzüberemperaturen von berührbaren Teilen
(siehe 7.2.2.2 und 8.3.3.3.4)

Berührbares Teil	Grenzüberemperatur^a K
Handbetätigte Bedienteile:	
aus Metall	15
nicht aus Metall	25
Teile, die berührt, jedoch nicht in die Hand genommen werden:	
aus Metall	30
nicht aus Metall	40
Teile, die bei üblicher Betätigung nicht berührt werden müssen:^b	
Außenseite von Gehäusen in der Nähe von Kabel- oder Leitungseinführungen	
aus Metall	40
nicht aus Metall	50
Außenseite von Gehäusen, die Widerstände enthalten	200 ^b
Luft aus Lüftungsöffnungen von Gehäusen, die Widerstände enthalten	200 ^b

^a Andere Werte dürfen in den Gerätenormen für andere Prüfbedingungen und kleine Geräte festgelegt werden. Sie dürfen die Werte dieser Tabelle bis 10 K überschreiten.

^b Diese Geräte müssen gegen Berührung mit brennbarem Material oder versehentliches Berühren durch Personen geschützt werden. Der Grenzwert 200 K darf aufgrund von Herstellerangaben überschritten werden. Der Errichter ist verantwortlich für den Schutz und die Auswahl des Standorts des Geräts, um Gefahr vorzubeugen. Der Hersteller muss zweckdienliche Informationen nach 5.3 geben.

Tabelle 4 – Anzugsdrehmomente für den Nachweis der mechanischen Festigkeit von Schraubanschlüssen/-klemmen
(siehe 8.3.2.1, 8.2.6 und 8.2.6.2)

Gewindedurchmesser mm		Anzugsdrehmoment N · m		
Metrische Normwerte	Durchmesserbereich	I	II	III
1,6	≤ 1,6	0,05	0,1	0,1
2,0	> 1,6 bis 2,0	0,1	0,2	0,2
2,5	> 2,0 bis 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	> 2,8 bis 3,0	0,25	0,5	0,5
–	> 3,0 bis 3,2	0,3	0,6	0,6
3,5	> 3,2 bis 3,6	0,4	0,8	0,8
4	> 3,6 bis 4,1	0,7	1,2	1,2
4,5	> 4,1 bis 4,7	0,8	1,8	1,8
5	> 4,7 bis 5,3	0,8	2,0	2,0
6	> 5,3 bis 6,0	1,2	2,5	3,0
8	> 6,0 bis 8,0	2,5	3,5	6,0
10	> 8,0 bis 10,0	–	4,0	10,0
12	> 10 bis 12	–	–	14,0
14	> 12 bis 15	–	–	19,0
16	> 15 bis 20	–	–	25,0
20	> 20 bis 24	–	–	36,0
24	> 24	–	–	50,0

Spalte I: Gilt für Schrauben ohne Kopf, die nicht aus dem Gewindeloch hervorstehen, und für Schrauben, die nur mit Schraubendrehern angezogen werden können, deren Schneide schmäler als der Gewindekerndurchmesser der Schraube ist.

Spalte II: Gilt für Muttern und Schrauben, die mit Schraubendrehern angezogen werden.

Spalte III: Gilt für Muttern und Schrauben, die mit anderen Werkzeugen als mit Schraubendrehern angezogen werden können.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle 5 – Prüfwerte für die Biege- und Herausziehprüfungen von runden Kupferleitern
(siehe 8.2.4.4.1)

Leiterquerschnitt		Durchmesser des Durchführungslochs ^{a, b}	Höhe H^a	Masse	Zugkraft
mm ²	AWG/kcmil				
0,2	24	6,5	260	0,2	10
0,34	22	6,5	260	0,2	15
0,5	20	6,5	260	0,3	20
0,75	18	6,5	260	0,4	30
1,0	–	6,5	260	0,4	35
1,5	16	6,5	260	0,4	40
2,5	14	9,5	280	0,7	50
4,0	12	9,5	280	0,9	60
6,0	10	9,5	280	1,4	80
10	8	9,5	280	2,0	90
16	6	13,0	300	2,9	100
25	4	13,0	300	4,5	135
–	3	14,5	320	5,9	156
35	2	14,5	320	6,8	190
–	1	15,9	343	8,6	236
50	0	15,9	343	9,5	236
70	00	19,1	368	10,4	285
95	000	19,1	368	14	351
–	0000	19,1	368	14	427
120	250 kcmil	22,2	406	14	427
150	300 kcmil	22,2	406	15	427
185	350 kcmil	25,4	432	16,8	503
–	400 kcmil	25,4	432	16,8	503
240	500 kcmil	28,6	464	20	578
300	600 kcmil	28,6	464	22,7	578

^a Grenzabweichung: für Höhe $H \pm 15$ mm, für den Durchmesser des Durchführungslochs ± 2 mm.

^b Ist das Durchführungsloch mit dem angegebenen Durchmesser zu klein für die Aufnahme des Leiters, so dass dieser eingeklemmt wird, darf das nächstgrößere Durchführungsloch verwendet werden.

Tabelle 6 – Prüfwerte für die Herausziehprüfung von flachen Kupferleitern
(siehe 8.2.4.4.2)

Maximale Breite des Flachleiters	Zugkraft
mm	N
12	100
14	120
16	160
20	180
25	220
30	280

Tabelle 7 – Größte Leiterquerschnitte und dazugehörige Lehren
(siehe 8.2.4.5.1)

Leiterquerschnitt		Lehre (siehe Bild 2)					
Flexible Leiter mm ²	Starre Leiter (ein- oder mehrdrähtig) mm ²	Form A			Form B		Zulässige Abweichung für <i>a</i> und <i>b</i> mm
		Bezeichnung	Durchmesser <i>a</i> mm	Breite <i>b</i> mm	Bezeichnung	Durchmesser <i>a</i> mm	
1,5	1,5	A1	2,4	1,5	B1	1,9	0 -0,05
2,5	2,5	A2	2,8	2,0	B2	2,4	
2,5	4	A3	2,8	2,4	B3	2,7	
4	6	A4	3,6	3,1	B4	3,5	0 -0,06
6	10	A5	4,3	4,0	B5	4,4	
10	16	A6	5,4	5,1	B6	5,3	
16	25	A7	7,1	6,3	B7	6,9	0 -0,07
25	35	A8	8,3	7,8	B8	8,2	
35	50	A9	10,2	9,2	B9	10,0	
50	70	A10	12,3	11,0	B10	12,0	0 -0,08
70	95	A11	14,2	13,1	B11	14,0	
95	120	A12	16,2	15,1	B12	16,0	
120	150	A13	18,2	17,0	B13	18,0	
150	185	A14	20,2	19,0	B14	20,0	
185	240	A15	22,2	21,0	B15	22,0	0 -0,09
240	300	A16	26,5	24,0	B16	26,0	

ANMERKUNG Für Leiterquerschnitte von anders geformten ein- oder mehrdrähtigen genormten Leitern, die nicht in der Tabelle enthalten sind, darf ein geeignetes Stück dieses unvorbereiteten Leiters als Lehre verwendet werden, wobei die Einführungskraft nicht größer als 5 N sein darf.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle 7a – Zusammenhang zwischen Leiterquerschnitt und Durchmesser

Leiter- querschnitt	Theoretischer Durchmesser des größten Leiters						
	Metrisch			AWG/kcmil			
	Starr		Flexibel	Starr			Flexibel
	Eindräftig	Mehrdräftig		Lehre	b	b	
Klasse B			Klassen I, K, M				
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,2	0,51	0,53	0,61	24	0,54	0,61	0,64
0,34	0,63	0,66	0,8	22	0,68	0,71	0,80
0,5	0,9	1,1	1,1	20	0,85	0,97	1,02
0,75	1,0	1,2	1,3	18	1,07	1,23	1,28
1,0	1,2	1,4	1,5	–	–	–	–
1,5	1,5	1,7	1,8	16	1,35	1,55	1,60
2,5	1,9	2,2	2,3 ^a	14	1,71	1,95	2,08
4,0	2,4	2,7	2,9 ^a	12	2,15	2,45	2,70
6,0	2,9	3,3	3,9 ^a	10	2,72	3,09	3,36
10,0	3,7	4,2	5,1	8	3,43	3,89	4,32
16,0	4,6	5,3	6,3	6	4,32	4,91	5,73
25,0	–	6,6	7,8	4	5,45	6,18	7,26
35,0	–	7,9	9,2	2	6,87	7,78	9,02
50		9,1	11,0 ^a	0		9,64	12,08
70		11,0	13,1 ^a	00		11,17	13,54
95		12,9	15,1 ^a	000		12,54	15,33
–		–	–	0000		14,08	17,22
120		14,5	17,0 ^a	250		15,34	19,01
150		16,2	19,0 ^a	300		16,80	20,48
185		18,0	21,0 ^a	350		18,16	22,05
–		–	–	400		19,42	24,05
240		20,6	24,0 ^a	500		21,68	26,57
300		23,1	27,0 ^a	600		23,82	30,03

ANMERKUNG Der Durchmesser des größten eindräftigen und des größten mehrdräftigen Leiters ist aus Tabelle 1 und Tabelle 3 der IEC 60228A und der IEC 60344 abgeleitet, und die AWG-Leiter basieren auf der ASTM B172-71 [1], ICEA-Veröffentlichung S-19-81 [2], ICEA-Veröffentlichung S-66-524 [3] und der ICEA-Veröffentlichung S-66-516 [4].

Die Zahlen in eckiger Klammer verweisen auf die [Literaturhinweise](#).

^a Maße gelten nur für die mehrdräftigen Klasse-5-Leiter, in Übereinstimmung mit IEC 60228A.

^b Nenndurchmesser + 5 %.

^c Größter Durchmesser für die Klassen I, K, M + 5 %.

Tabelle 8 – Grenzabweichungen der Prüfgrößen
(siehe 8.3.4.3 a))

Alle Prüfungen	Prüfungen ohne Last, bei bestimmungsgemäßer Last und bei Überlast	Prüfungen unter Kurzschlussbedingungen
– Strom ${}^{+5}_0\%$ – Spannung ${}^{+5}_0\%$ (einschließlich betriebsfrequenter wiederkehrender Spannung)	– Leistungsfaktor $\pm 0,05$ – Zeitkonstante ${}^{+15}_0\%$ – Frequenz $\pm 5\%$	– Leistungsfaktor ${}^0_{-0,05}\%$ – Zeitkonstante ${}^{+25}_0\%$ – Frequenz $\pm 5\%$
ANMERKUNG 1 Bei Angabe von Höchst- und/oder Mindestwerten der Betriebsgrenzen in der Gerätenorm gelten die oben genannten Grenzabweichungen nicht.		
ANMERKUNG 2 Prüfungen bei 50 Hz dürfen auch für 60 Hz und umgekehrt gelten, wenn Hersteller und Anwender das vereinbaren.		

Tabelle 9 – Prüfleiter aus Kupfer für Prüfströme bis 400 A
(siehe 8.3.3.3.4)

Prüfstrombereich ^a		Leiterquerschnitt ^{b, c, d}	
A		mm ²	AWG/kcmil
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	0000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500

^a Der Prüfstrom muss größer sein als der erste Wert in der ersten Spalte und kleiner oder gleich dem zweiten Wert dieser Spalte.

^b Zur Vereinfachung der Prüfung und mit Zustimmung des Herstellers dürfen Leiter mit kleinerem Querschnitt als dem für einen festgelegten Prüfstrom angegebenen verwendet werden.

^c In der Tabelle sind wahlweise Querschnitte von Leitern im metrischen und im AWG-/kcmil-System und von Schienen in mm und inch angegeben. Der Vergleich zwischen AWG/kcmil- und metrischen Querschnitten ist in [Tabelle 1](#) angegeben.

^d Wahlweise darf einer der beiden Leiter, die für einen Prüfstrombereich angegeben sind, verwendet werden.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle 10 – Prüfleiter aus Kupfer für Prüfströme über 400 A bis 800 A
(siehe 8.3.3.3.4)

Prüfstrombereich ^a		Leiter ^{b, c, d}			
		metrisch		kcmil	
		Anzahl	Querschnitt mm ²	Anzahl	Querschnitt kcmil
A					
400	500	2	150	2	250
500	630	2	185	2	350
630	800	2	240	3	300

^a Der Prüfstrom muss größer sein als der erste Wert in der ersten Spalte und kleiner oder gleich dem zweiten Wert dieser Spalte.

^b Zur Vereinfachung der Prüfung und mit Zustimmung des Herstellers dürfen Leiter mit kleinerem Querschnitt als dem für einen festgelegten Prüfstrom angegebenen verwendet werden.

^c In der Tabelle sind wahlweise Querschnitte von Leitern im metrischen und im AWG-/kcmil-System und von Schienen in mm und inch angegeben. Der Vergleich zwischen AWG/kcmil- und metrischen Querschnitten ist in [Tabelle 1](#) angegeben.

^d Wahlweise darf einer der beiden Leiter, die für einen Prüfstrombereich angegeben sind, verwendet werden.

Tabelle 11 – Prüfschienen aus Kupfer für Prüfströme über 400 A bis 3 150 A
(siehe 8.3.3.3.4)

Prüfstrombereich ^a		Kupferschienen ^{b, c, d, e, f}		
		Anzahl	Abmessungen	Abmessungen
			mm	inch
A				
400	500	2	30 × 5	1 × 0,250
500	630	2	40 × 5	1,25 × 0,250
630	800	2	50 × 5	1,5 × 0,250
800	1 000	2	60 × 5	2 × 0,250
1 000	1 250	2	80 × 5	2,5 × 0,250
1 250	1 600	2	100 × 5	3 × 0,250
1 600	2 000	3	100 × 5	3 × 0,250
2 000	2 500	4	100 × 5	3 × 0,250
2 500	3 150	3	100 × 10	6 × 0,250

^a Der Prüfstrom muss größer sein als der erste Wert in der ersten Spalte und kleiner oder gleich dem zweiten Wert dieser Spalte.

^b Zur Vereinfachung der Prüfung und mit Zustimmung des Herstellers dürfen Leiter mit kleinerem Querschnitt als dem für einen festgelegten Prüfstrom angegebenen verwendet werden.

^c In der Tabelle sind wahlweise Querschnitte von Leitern im metrischen und im AWG-/kcmil-System und von Schienen in mm und inch angegeben. Der Vergleich zwischen AWG/kcmil- und metrischen Querschnitten ist in [Tabelle 1](#) angegeben.

^d Wahlweise darf einer der beiden Leiter, die für einen Prüfstrombereich angegeben sind, verwendet werden.

^e Es wird vorausgesetzt, dass Schienen mit der größeren Oberfläche senkrecht angeordnet werden. Schienen dürfen waagrecht angeordnet werden, wenn der Hersteller dies festlegt.

^f Bei Verwendung von vier Schienen müssen diese in zwei Paaren mit einem Mittenabstand von höchstens 100 mm angeordnet werden.

Tabelle 12 – Stoßspannungen für die Prüfung der Isolationsfestigkeit

Bemessungs- stoßspannungs- festigkeit U_{imp} kV	Prüfspannungen und zugehörige Höhen				
	$U_{1,2/50}$ kV				
	NN	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,35	0,35	0,35	0,34	0,33
0,5	0,55	0,54	0,53	0,52	0,5
0,8	0,91	0,9	0,9	0,85	0,8
1,5	1,75	1,7	1,7	1,6	1,5
2,5	2,95	2,8	2,8	2,7	2,5
4,0	4,8	4,8	4,7	4,4	4,0
6,0	7,3	7,2	7,0	6,7	6,0
8,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8,0
12	14,8	14,5	14	13,3	12

ANMERKUNG Tabelle 12 verwendet die kennzeichnenden Merkmale eines homogenen Felds, Fall B (siehe 2.5.62).

Tabelle 12A – Isolationsprüfspannung in Abhängigkeit von der Bemessungsisolationsspannung

Bemessungsisolationsspannung U_i V	Prüfwechselfspannung (effektiv) V	Prüfgleichspannung ^{b, c} V
$U_i \leq 60$	1 000	1 415
$60 < U_i \leq 300$	1 500	2 120
$300 < U_i \leq 690$	1 890	2 670
$690 < U_i \leq 800$	2 000	2 830
$800 < U_i \leq 1 000$	2 200	3 110
$1 000 < U_i \leq 1 500^a$	–	3 820

^a Gilt nur für Gleichspannung.

^b Prüfspannungen basierend auf IEC 60664-1, dritter Absatz von 4.1.2.3.1.

^c Eine Prüfgleichspannung darf verwendet werden, wenn eine Prüfwechselfspannung nicht angewendet werden kann. Siehe auch 8.3.3.4.1 3) b) ii).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle 13 – Mindestluftstrecken

Bemessungs- stoßspannungs- festigkeit U_{imp} kV	Mindestluftstrecken							
	mm							
	Fall A inhomogenes Feld (siehe 2.5.63)				Fall B homogenes Feld, ideale Bedingungen (siehe 2.5.62)			
	Verschmutzungsgrad				Verschmutzungsgrad			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01				0,01			
0,5	0,04	0,2			0,04	0,2		
0,8	0,1		0,8		0,1		0,8	
1,5	0,5	0,5		1,6	0,3	0,3		1,6
2,5	1,5	1,5	1,5		0,6	0,6		
4,0	3	3	3	3	1,2	1,2	1,2	
6,0	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2
8,0	8	8	8	8	3	3	3	3
12	14	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5

ANMERKUNG Die angegebenen kleinsten Luftstrecken beruhen auf der 1,2/50- μ s-Stoßspannung bei einem Luftdruck von 80 kPa, was dem Luftdruck bei 2 000 m über NN entspricht.

Tabelle 14 – Prüfspannungen über die offenen Kontakte von Geräten mit Trennfunktion

Bemessungs- stoßspannungs- festigkeit U_{imp} kV	Prüfspannungen und zugehörige Höhen				
	$U_{1,2/50}$ kV				
	NN	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
0,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
0,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
1,5	2,3	2,3	2,2	2,2	2
2,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3
4,0	6,2	6,0	5,8	5,6	5
6,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8
8,0	12,3	12,1	11,7	11,1	10
12	18,5	18,1	17,5	16,7	15

Tabelle 15 – Mindestkriechstrecken

Bemessungs- isolationsspannung des Geräts oder Arbeitsspannung a.c. (effektiv) oder d.c. ^{b, c}	Kriechstrecken für Geräte für Dauerbeanspruchung														
	Gedruckte Verdrahtung														
	Verschmutzungsgrad			Verschmutzungsgrad			Verschmutzungsgrad			Verschmutzungsgrad					
	1	2	1	2			3			4					
	Werkstoffgruppe			Werkstoffgruppe			Werkstoffgruppe				Werkstoffgruppe				
	Alle	Alle außer IIIb	Alle	I	II	III	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4	1	1	1	1,6	1,6	1,6			
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05	1,6	1,6	1,6			
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6			
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2	1,6	1,6	1,6			
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5	1,25	1,25	1,25	1,7	1,7	1,7			
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8			
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8	1,9	2,4	3			
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9	2	2,5	3,2			
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2	2,1	2,6	3,4			
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1	2,2	2,8	3,6			
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4	1,8	2	2,2	2,4	3	3,8			
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4	2,5	3,2	4			
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2	2,2	2,5	3,2	4	5			
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2	2,5	2,8	3,2	4	5	6,3			
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4	5	6,3	8			
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5	6,3	8	10	a		
400	1	2	1	2	2,8	4	5	5,6	6,3	8	10	12,5			
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8	10	12,5	16			
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10	12,5	16	20			
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5	16	20	25			
1 000	3,2	5	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16	20	25	32			
1 250			4,2	6,3	9	12,5	16	18	20	25	32	40			
1 600			5,6	8	11	16	20	22	25	32	40	50			
2 000			7,5	10	14	20	25	28	32	40	50	63			
2 500			10	12,5	18	25	32	36	40	a	50	63	80		
3 200			12,5	16	22	32	40	45	50		63	80	100		
4 000			16	20	28	40	50	56	63		80	100	125		
5 000			20	25	36	50	63	71	80		100	125	160		
6 300			25	32	45	63	80	90	100		125	160	200		
8 000			32	40	56	80	100	110	125		160	200	250		
10 000			40	50	71	100	125	140	160		200	250	320		

^a Werte für Kriechstrecken wurden für diesen Bereich nicht festgelegt. Werkstoffgruppe IIIb wird im Allgemeinen nicht für Verschmutzungsgrad 3 über 630 V und für Verschmutzungsgrad 4 empfohlen.

^b Ausnahmsweise dürfen für Bemessungsisolationsspannungen 127 V, 208 V, 415/440 V, 660/690 V und 830 V Kriechstrecken nach den jeweiligen niedrigeren Werten 125 V, 200 V, 400 V, 630 V und 800 V angewendet werden.

^c Die für 250 V angegebenen Werte der Kriechstrecken dürfen auch bei 230 V ($\pm 10\%$) Nennspannung verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Bekanntlich tritt keine Kriechwegbildung oder Aushöhlung bei Isolierstoffen auf, die Arbeitsspannungen bis 32 V ausgesetzt sind. Jedoch ist die Gefahr der elektrolytischen Korrosion zu beachten, und aus diesem Grund wurden Mindestkriechstrecken festgelegt.

ANMERKUNG 2 Die gewählten Spannungswerte entsprechen der Reihe R₁₀.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle 16 – Leistungsfaktoren und Zeitkonstanten in Abhängigkeit von den Prüfströmen sowie das Verhältnis n zwischen Scheitelwert und Effektivwert der Prüfströme
(siehe 8.3.4.3 a))

Prüfstrom A	Leistungsfaktor	Zeitkonstante ms	n □
$I \leq 1\,500$	0,95	5	1,41
$1\,500 < I \leq 3\,000$	0,9	5	1,42
$3\,000 < I \leq 4\,500$	0,8	5	1,47
$4\,500 < I \leq 6\,000$	0,7	5	1,53
$6\,000 < I \leq 10\,000$	0,5	5	1,7
$10\,000 < I \leq 20\,000$	0,3	10	2,0
$20\,000 < I \leq 50\,000$	0,25	15	2,1
$50\,000 < I$	0,2	15	2,2

Tabelle 17 – Prüfkraft am Bedienteil
(siehe 8.2.5.2.1)

Art des Bedienteils ^a	Prüfkraft ^a	Mindestprüfkraft N	Höchstprüfkraft N
Druckknopf (a)	$3F$	50	150
Einfingerbetätigung (b)	$3F$	50	150
Zweifingerbetätigung (c)	$3F$	100	200
Einhandbetätigung (d) und (e)	$3F$	150	400
Zweihandbetätigung (f) und (g)	$3F$	200	600

^a F ist die übliche Betätigungskraft im Neuzustand. Die Prüfkraft muss $3F$ betragen unter Berücksichtigung der angegebenen Minimal- und Maximalwerte, die anzuwenden sind wie in Bild 16 dargestellt.

Tabelle 18 – Bleibt frei

Tabelle 19 – Bleibt frei

Tabelle 20 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Herausziehprüfung
(siehe 8.2.7.1)

Schutzrohr-Bezeichnung nach IEC 60981	Schutzrohrdurchmesser		Zugkraft N
	Innen mm	Außen mm	
12 H	12,5	17,1	900
16 H bis 41 H	16,1 bis 41,2	21,3 bis 48,3	900
53 H bis 155 H	52,9 bis 154,8	60,3 bis 168,3	900

Tabelle 21 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Biegeprüfung
(siehe 8.2.7.2)

Schutzrohr-Bezeichnung nach IEC 60981	Schutzrohrdurchmesser		Biegemoment N · m
	Innen mm	Außen mm	
12 H	12,5	17,1	35 ^a
16 H bis 41 H	16,1 bis 41,2	21,3 bis 48,3	70
53 H bis 155 H	52,9 bis 154,8	60,3 bis 168,3	70

^a Dieser Wert wird auf 17 N · m reduziert für Gehäuse, die nur für eine Schutzrohreführung, aber nicht für einen Schutzrohrausgang vorgesehen sind.

Tabelle 22 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Drehmomentprüfung
(siehe 8.2.7.1 und 8.2.7.3)

Schutzrohr-Bezeichnung nach IEC 60981	Schutzrohrdurchmesser		Drehmoment N · m
	Innen mm	Außen mm	
12 H	12,5	17,1	90
16 H bis 41 H	16,1 bis 41,2	21,3 bis 48,3	120
53 H bis 155 H	52,9 bis 154,8	60,3 bis 168,3	180

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle 23 – Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit – Störfestigkeit
(siehe 8.4.1.2)

Art der Prüfung	Geforderter Prüfschärfegrad	
Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität IEC 61000-4-2	8 kV/Luftentladung oder 4 kV/Kontaktentladung	
Prüfung der Störfestigkeit gegen abgestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder (80 MHz bis 1 GHz) IEC 61000-4-3	10 V/m	
Prüfung der Störfestigkeit gegen abgestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder (1,4 GHz bis 2 GHz) IEC 61000-4-3	3 V/m	
Prüfung der Störfestigkeit gegen abgestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder (2 GHz bis 2,7 GHz) IEC 61000-4-3	1 V/m	
Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst IEC 61000-4-4	2 kV/5 kHz an den Versorgungsanschlüssen 1 kV/5 kHz am Eingang/Ausgang	
Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen ^a 1,2/50 µs bis 8/20 µs IEC 61000-4-5	2 kV (Versorgungsanschluss gegen Erde) 1 kV (zwischen den Versorgungsanschlüssen)	
Prüfung der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (150 kHz bis 80 MHz) IEC 61000-4-6	10 V	
Störfestigkeit gegen netzfrequente elektromagnetische Felder ^b IEC 61000-4-8	30 A/m	
Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche IEC 61000-4-11 ^e	Klasse 2 ^{c, d, e} 0 % während 0,5 Zyklen und während 1 Zyklus 70 % während 25 Zyklen	Klasse 3 ^{c, d, e} 0 % während 0,5 Zyklen und während 1 Zyklus 40 % während 10/12 Zyklen 70 % während 25/30 Zyklen 80 % während 250/300 Zyklen
Prüfung der Störfestigkeit gegen Kurzzeitunterbrechungen IEC 61000-4-11	Klasse 2 ^{c, d, e} 0 % während 250/300 Zyklen	Klasse 3 ^{c, d, e} 0 % während 250/300 Zyklen
Störfestigkeit gegen Oberschwingungen in der Versorgung IEC 61000-4-13	Keine Anforderungen ^f	
ANMERKUNG Leistungskriterien sind in der betreffenden Gerätenorm, basierend auf den Anerkennungskriterien in Tabelle 24 , gegeben.		
^a Bezüglich der Anwendbarkeit siehe 7.2 und 8.2 der IEC 61000-4-5 (nicht anwendbar für Niederspannungs-Gleichspannungsein- und -ausgänge (≤ 60 V), falls der Sekundärstromkreis keinen transienten Überspannungen ausgesetzt ist (getrennt vom Wechselstrom-Hauptstromkreis)).		
^b Anwendbar nur für Betriebsmittel, die Geräte enthalten, die empfindlich gegen betriebsfrequente magnetische Felder sind (siehe 8.4.1.2.7).		
^c Der angegebene Prozentsatz bedeutet Prozentsatz der Bemessungsbetriebsspannung, z. B. 0 % bedeutet 0 V.		
^d Klasse 2 wird allgemein angewandt auf eine übliche Kopplung und eine werksinterne übliche Kopplung in der Industrieumgebung. Klasse 3 wird nur für eine werksinterne Kopplung in der Industrieumgebung angewandt. Diese Klasse sollte in Betracht gezogen werden, wenn der Hauptanteil der Last durch Umrichter versorgt wird, Schweißmaschinen existieren, große Motoren häufig angelassen werden oder Lasten sich sehr rasch ändern. Die Produktnorm muss die anzuwendende Klasse angeben.		
^e Der Wert vor dem Schrägstrich (/) gilt für 50-Hz- und der Wert dahinter für 60-Hz-Prüfungen.		
^f Prüfpegel für die Zukunft sind in Erarbeitung.		

Tabelle 24 – Annahmekriterien bei Vorliegen elektromagnetischer Störungen

Merkmal	Annahmekriterien (während der Prüfung: Verhaltenskriterien)		
	A	B	C
Gesamtverhalten	Keine merklichen Änderungen der Betriebseigenschaften. Betrieb wie vorgesehen.	Zeitweise Absenkung oder Verlust des Verhaltens, selbstheilend.	Zeitweise Absenkung oder Verlust des Verhaltens, verlangt den Eingriff des Bedieners oder das Zurücksetzen des Systems. ^a
Funktion der Hauptstromkreise und Steuerstromkreise	Keine unerwünschte Störung.	Zeitweise Absenkung oder Verlust des Verhaltens, selbstheilend. ^a	Zeitweise Absenkung oder Verlust des Verhaltens, verlangt den Eingriff des Bedieners oder das Zurücksetzen des Systems. ^a
Funktion der Anzeigen und Steuerteile	Keine Veränderungen der sichtbaren Anzeige. Nur geringfügige Schwankungen in der Lichtintensität der LEDs oder geringfügige Bewegungen der Zeichen.	Zeitweise sichtbare Änderungen oder Verlust an Informationsgehalt. Unbeabsichtigtes LED-Aufleuchten.	Abschalten oder andauernder Verlust an Informationsgehalt. Falschinformation oder unzulässiger Betriebszustand, der offensichtlich oder angezeigt sein sollte. Nicht selbstheilend.
Informationsverarbeitende und messwertaufnehmende Funktionen	Ungestörte Kommunikation und ungestörter Datenaustausch zu externen Geräten.	Zeitweise Störung der Kommunikation, bei möglichen Fehlerberichten für interne und externe Geräte.	Fehlerhafte Informationsverarbeitung. Verlust von Daten und Informationsgehalt. Fehler in der Kommunikation. Nicht selbstheilend.
^a Besondere Anforderungen müssen in den Produktnormen festgelegt werden.			

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

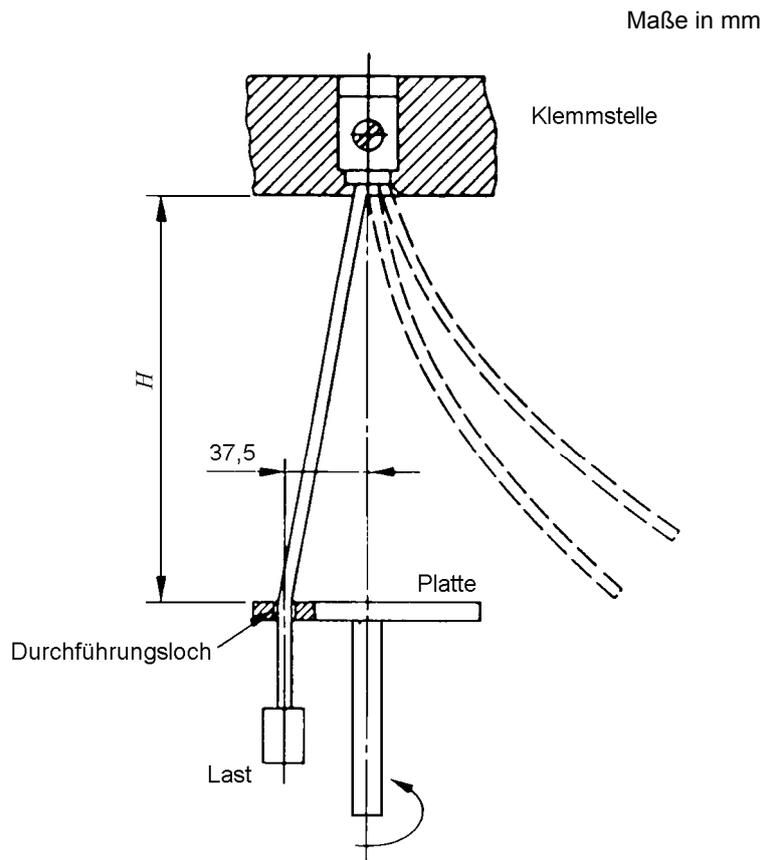


Bild 1 – Prüfeinrichtung für die Biegeprüfung
(siehe 8.2.4.3 und Tabelle 5)

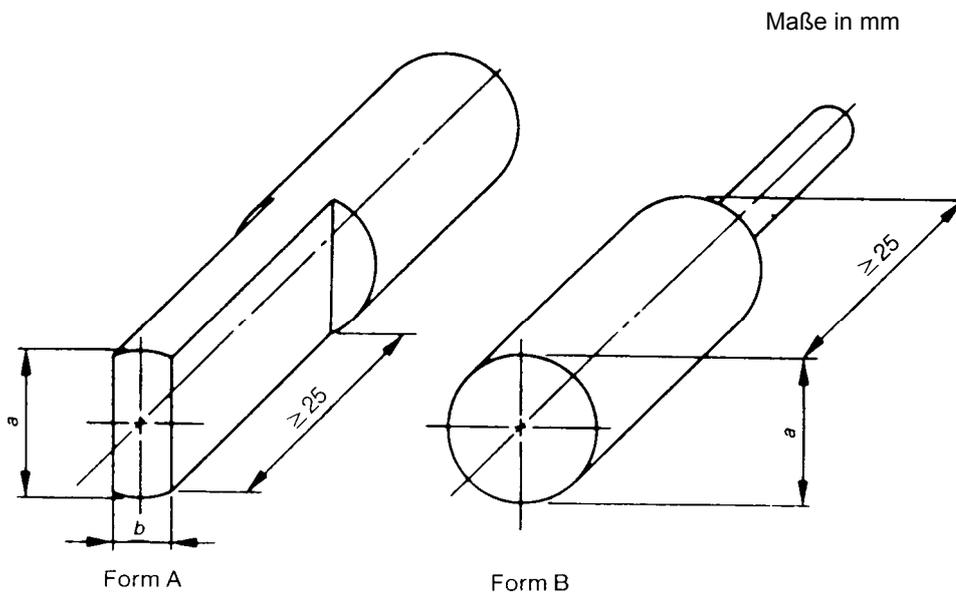
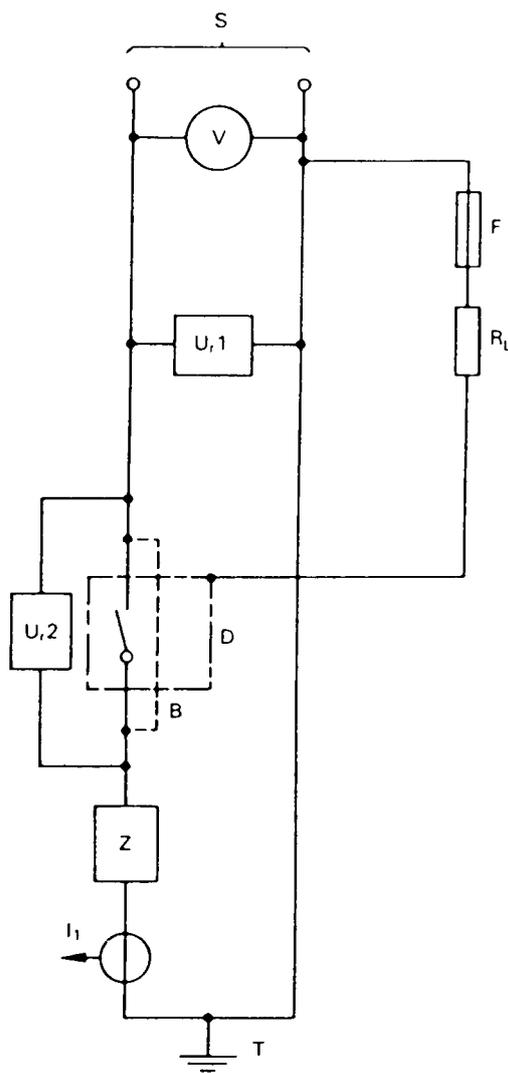


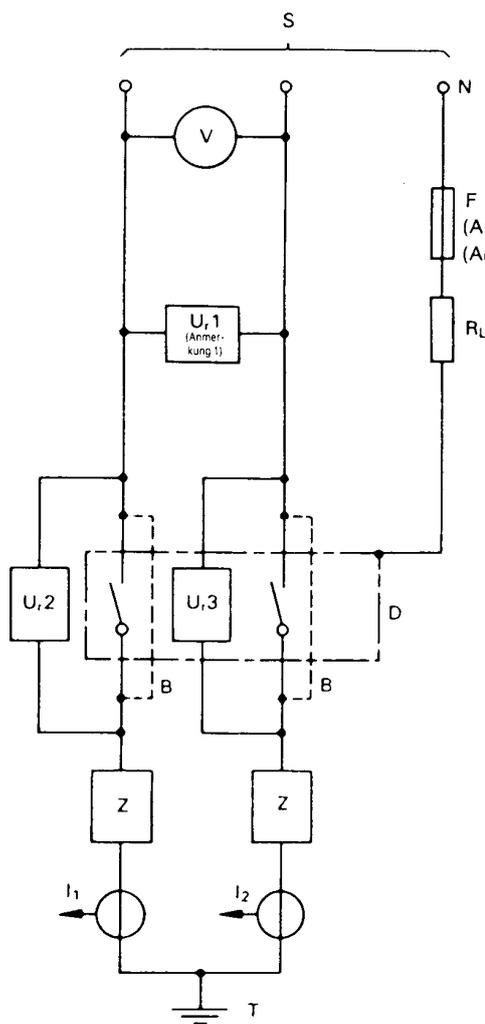
Bild 2 – Lehren der Formen A und B
(siehe 8.2.4.5.2 und Tabelle 7)



- S Einspeisung
- $U_{r,1}, U_{r,2}$ Sensoren zur Aufzeichnung der Spannungen
- V Spannungsmesser
- F Sicherungselement (8.3.3.5.2 g))
- Z Lastkreis (siehe Bild 8)
- R_L Fehlerstrombegrenzungswiderstand
- D Prüfling (Anschlussleitungen eingeschlossen)
- ANMERKUNG Die Außenlinie beinhaltet den metallenen Schirm oder ein Gehäuse.
- B Temporäre Prüfverbindung zur Einstellung des unbeeinflussten Stroms
- I_1 Sensor zur Aufzeichnung des Stroms
- T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeise-seitig)

Bild 3 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens einpoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 8.3.3.5.2)

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011



- S Einspeisung
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} Sensoren zur Aufzeichnung der Spannungen
- V Spannungsmesser
- N Neutralleiter der Einspeisung (oder künstlicher Nullpunkt)
- F Sicherungselement (8.3.3.5.2 g)
- Z Lastkreis (siehe Bild 8)
- R_L Fehlerstrombegrenzungswiderstand
- D Prüfling (Anschlussleitungen eingeschlossen)
- ANMERKUNG Die Außenlinie beinhaltet den metallenen Schirm oder ein Gehäuse.
- B Temporäre Prüfverbindung zur Einstellung des unbeeinflussten Stroms
- I_1, I_2 Sensoren zur Aufzeichnung des Stroms
- T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeiseseitig)

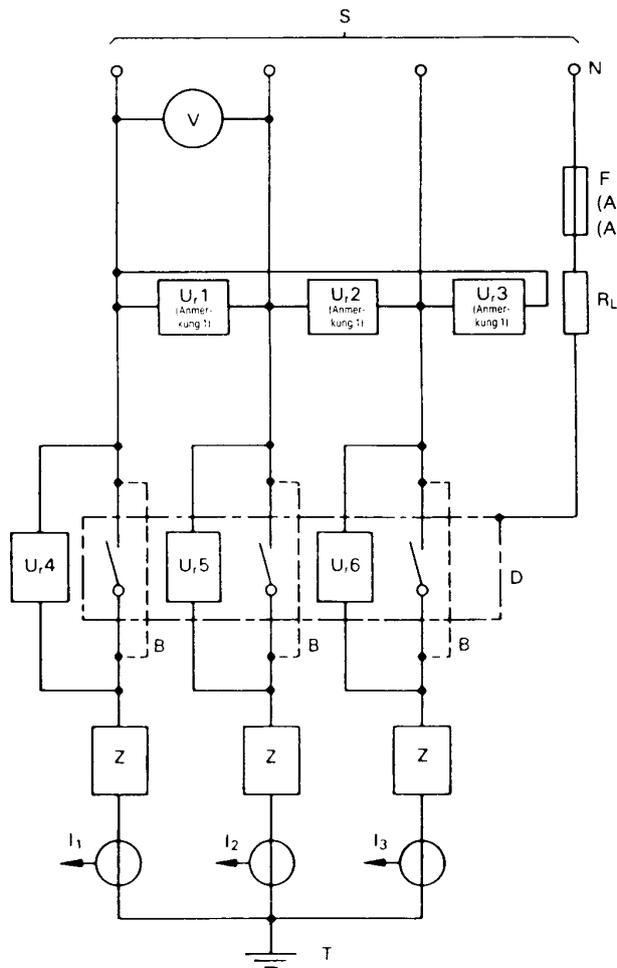
ANMERKUNG 1 U_{r1} darf wahlweise zwischen Außenleiter und Neutralleiter angeschlossen werden.

ANMERKUNG 2 Wenn die Geräte in phasengeerdeten Systemen eingesetzt werden sollen oder wenn der Prüfkreis für die Prüfung des Pols für den Neutralleiter und des benachbarten Pols bei vierpoligen Geräten verwendet wird, muss F an einen Außenleiter der Einspeisung angeschlossen werden. Bei Gleichspannung muss F an den negativen Pol der Einspeisung angeschlossen werden.

ANMERKUNG 3 In den USA und Kanada muss F wie folgt angeschlossen werden:

- an einen Außenleiter der Einspeisung, wenn die Geräte nur mit einem Wert U_e gekennzeichnet sind;
- an den Neutralleiter, wenn die Geräte mit einem Wertepaar U_e gekennzeichnet sind (siehe Anmerkung zu 5.2).

Bild 4 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens zweipoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 8.3.3.5.2)



- S Einspeisung
 $U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}, U_{r4}, U_{r5}, U_{r6}$ Sensoren zur Aufzeichnung der Spannungen
 V Spannungsmesser
 N Neutraleiter der Einspeisung (oder künstlicher Nullpunkt)
 F Sicherungselement (8.3.3.5.2 g))
 Z Lastkreis (siehe Bild 8)
 R_L Fehlerstrombegrenzungswiderstand
 D Prüfling (Anschlussleitungen eingeschlossen)
 ANMERKUNG Die Außenlinie beinhaltet den metallenen Schirm oder ein Gehäuse.
 B Temporäre Prüfverbindung zur Einstellung des unbeeinflussten Stroms
 I_1, I_2, I_3 Sensoren zur Aufzeichnung des Stroms
 T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeiseseitig)

ANMERKUNG 1 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} dürfen wahlweise zwischen Außenleiter und Neutraleiter angeschlossen werden.

ANMERKUNG 2 Wenn die Geräte in phasengeerdeten Systemen eingesetzt werden sollen oder wenn der Prüfkreis für die Prüfung des Pols für den Neutraleiter und des benachbarten Pols bei vierpoligen Geräten verwendet wird, muss F an einen Außenleiter der Einspeisung angeschlossen werden.

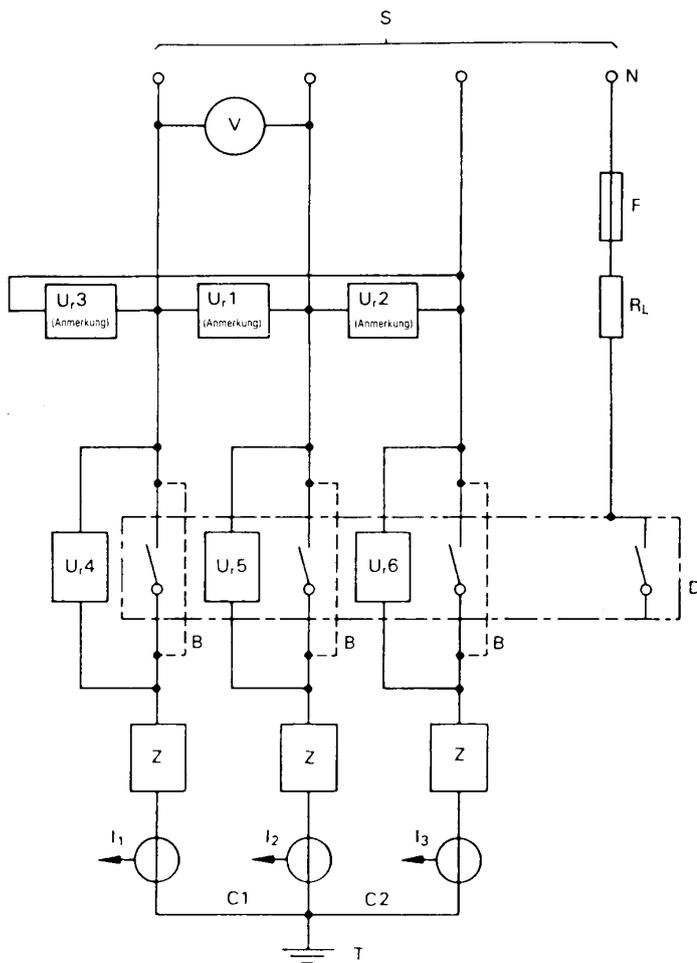
Bei Gleichspannung muss F an den negativen Pol der Einspeisung angeschlossen werden.

ANMERKUNG 3 In den USA und Kanada muss F wie folgt angeschlossen werden:

- an einen Außenleiter der Einspeisung, wenn die Geräte nur mit einem Wert U_e gekennzeichnet sind;
- an den Neutraleiter, wenn die Geräte mit einem Wertepaar U_e gekennzeichnet sind (siehe Anmerkung zu 5.2).

Bild 5 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens dreipoliger Geräte
(siehe 8.3.3.5.2)

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011



- S Einspeisung
- $U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}, U_{r4}, U_{r5}, U_{r6}$ Sensoren zur Aufzeichnung der Spannungen
- V Spannungsmesser
- N Neutraleiter der Einspeisung (oder künstlicher Nullpunkt)
- F Sicherungselement (8.3.3.5.2 g))
- Z Lastkreis (siehe Bild 8)
- R_L Fehlerstrombegrenzungswiderstand
- D Prüfling (Anschlussleitungen eingeschlossen)
- ANMERKUNG Die Außenlinie beinhaltet den metallenen Schirm oder ein Gehäuse.
- B Temporäre Prüfverbindung zur Einstellung des unbeeinflussten Stroms
- I_1, I_2, I_3 Sensoren zur Aufzeichnung des Stroms
- T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeiseseitig)

ANMERKUNG U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} dürfen wahlweise zwischen Außenleiter und Neutraleiter angeschlossen werden.

Bild 6 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens vierpoliger Geräte
 (siehe 8.3.3.5.2)

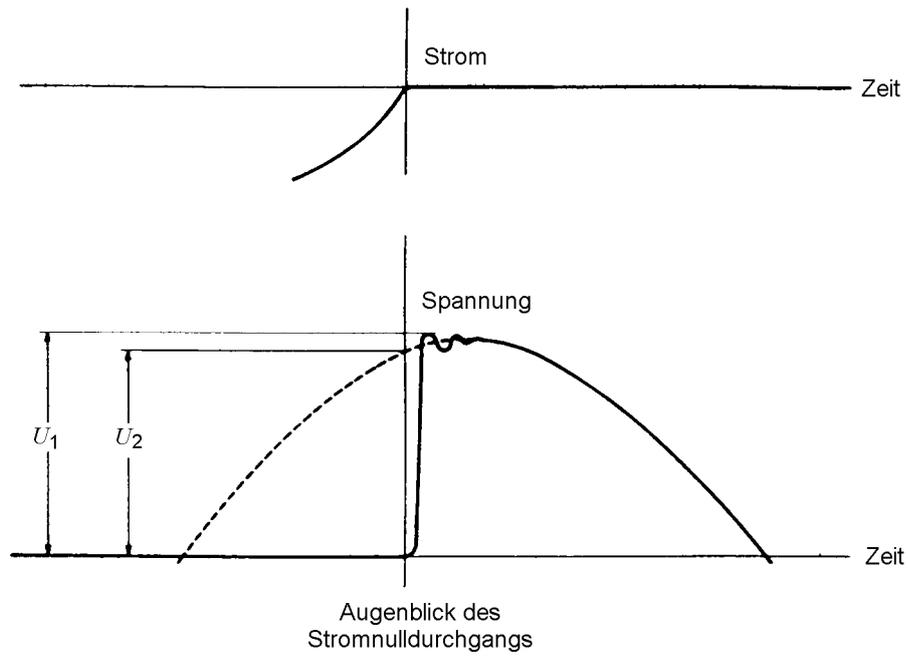
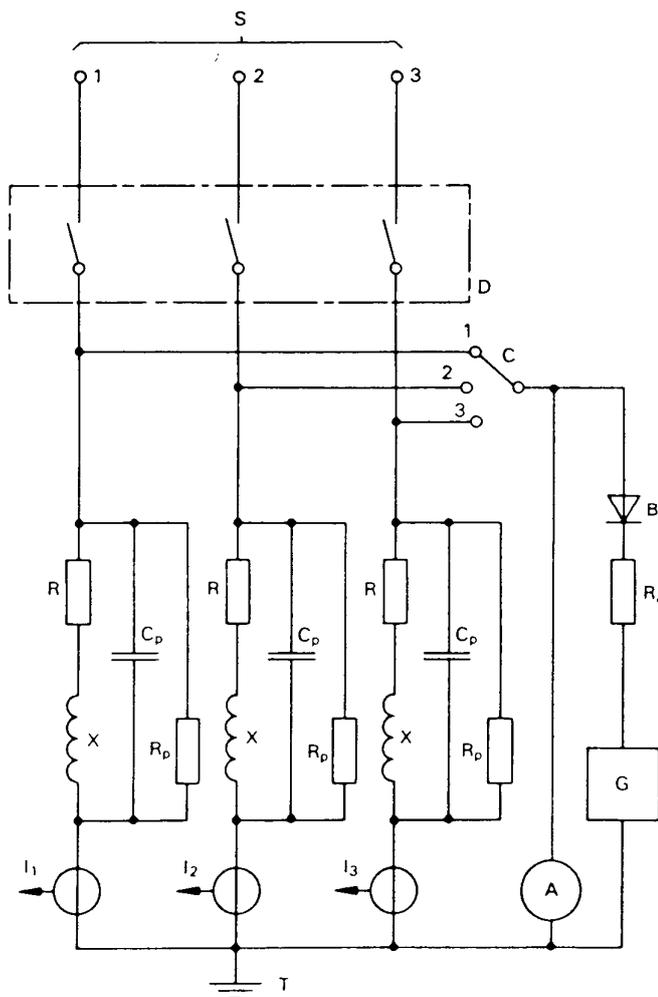


Bild 7 – Vereinfachte Darstellung der wiederkehrenden Spannung an den Kontakten des erstlöschenden Pols unter idealen Bedingungen
(siehe [8.3.3.5.2 e](#))

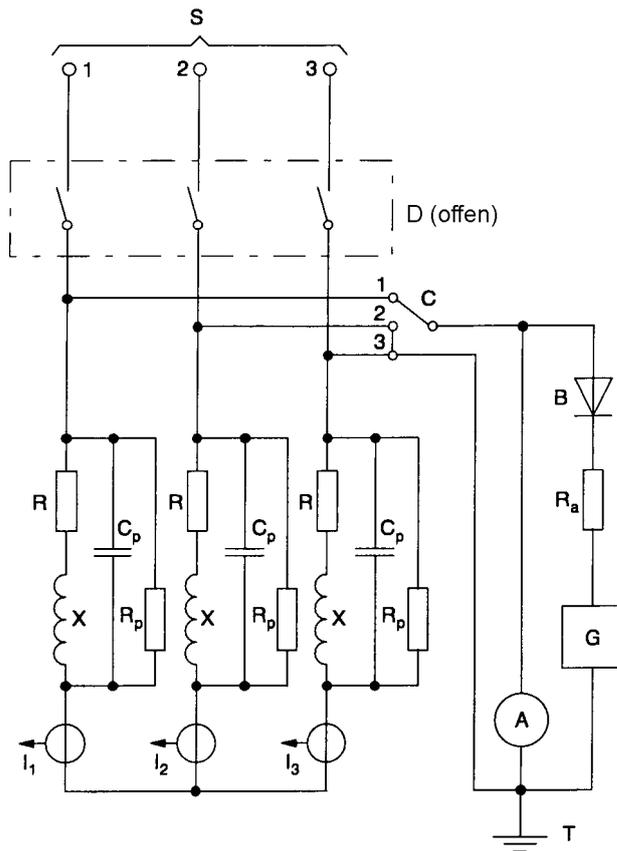
DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011



- S Einspeisung
- D Prüfling
- C Wahlschalter zum Umschalten der Außenleiter bei der Einstellung
- B Diode
- A Messgerät
- R_a Widerstand
- G Hochfrequenzgenerator
- R Widerstand im Lastkreis
- X Reaktanz im Lastkreis (siehe 8.3.3.5.2 d))
- R_p Parallelwiderstand
- C_p Parallelkapazität
- I_1, I_2, I_3 Sensoren zur Aufzeichnung des Stroms
- T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeise-seitig)

Die Anordnung von Hochfrequenz-Generator G und der Diode muss der Darstellung entsprechen. Kein anderer Punkt der Schaltung darf geerdet sein.

Bild 8a – Schaltbild zur Einstellung des Lastkreises: Sternpunkt der Last geerdet



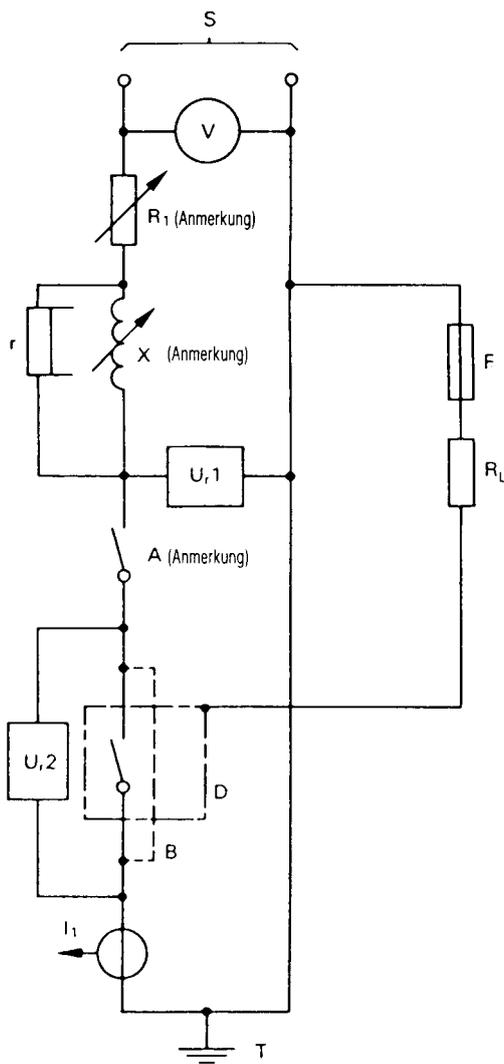
- S Einspeisung
- D Prüfling
- C Wahlschalter zum Umschalten der Außenleiter bei der Einstellung
- B Diode
- A Messgerät
- R_a Widerstand
- G Hochfrequenzgenerator
- R Widerstand im Lastkreis
- X Reaktanz im Lastkreis (siehe 8.3.3.5.2 d))
- R_p Parallelwiderstand
- C_p Parallelkapazität
- I_1, I_2, I_3 Sensoren zur Aufzeichnung des Stroms
- T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeiseseitig)

Die Anordnung von Hochfrequenz-Generator G und der Diode muss der Darstellung entsprechen. Kein anderer Punkt der Schaltung als der angezeigte darf geerdet sein.

Als Beispiel sind in diesem Bild 1, 2 und 3 für die Schaltung entsprechend der Einstellung von Phase 1 (Klärung der ersten Phase) in Reihe mit den parallel liegenden Phasen 2 und 3 dargestellt.

Bild 8b – Schaltbild zur Einstellung des Lastkreises: Sternpunkt der Einspeisung geerdet

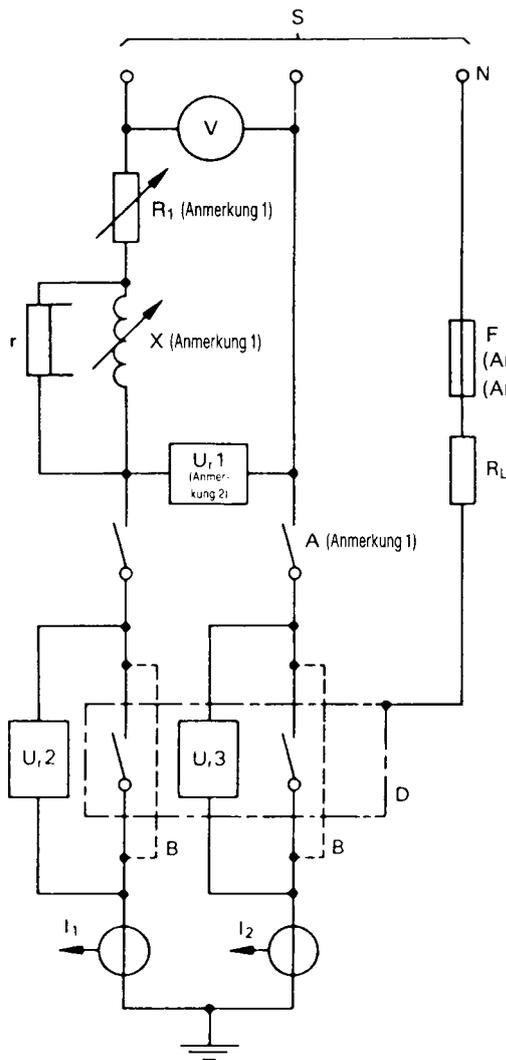
DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011



- S Einspeisung
- U_{r1} , U_{r2} Sensoren zur Aufzeichnung der Spannungen
- V Spannungsmessgerät
- A Draufschalter
- R_1 Einstellbarer Widerstand
- F Sicherungselement (8.3.4.1.2 d))
- X Einstellbare Reaktanz
- R_L Fehlerstrombegrenzungswiderstand
- D Prüfling (Anschlussleitungen eingeschlossen)
- ANMERKUNG Die Außenlinie beinhaltet den metallenen Schirm oder ein Gehäuse.
- B Temporäre Prüfverbindung zur Einstellung des unbeeinflussten Stroms
- I_1 Sensor zur Aufzeichnung des Stroms
- T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeisungsseitig)
- r Parallelwiderstand (siehe 8.3.4.1.2 b))

ANMERKUNG Einstellbare Lasten X und R_1 dürfen entweder auf der Hochspannungsseite oder der Niederspannungsseite der Einspeisung angeordnet werden.

Bild 9 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens einpoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung
(siehe 8.3.4.1.2)



- S Einspeisung
 U_{r1} , U_2 , U_3 Sensoren zur Aufzeichnung der Spannungen
 V Spannungsmesser
 A Draufschalter
 R_1 Einstellbarer Widerstand
 N Neutraleiter bei Einspeisung (oder künstlicher Nullpunkt)
 F Sicherungselement (8.3.4.1.2 d)
 X Einstellbare Reaktanz
 R_L Fehlerstrombegrenzungswiderstand
 D Prüfling (Anschlussleitungen eingeschlossen)
 ANMERKUNG Die Außenlinie beinhaltet den metallenen Schirm oder ein Gehäuse.
 B Temporäre Prüfverbindung zur Einstellung des unbeeinflussten Stroms
 I_1 , I_2 Sensoren zur Aufzeichnung des Stroms
 T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeiseseitig)
 r Parallelwiderstand (siehe 8.3.4.1.2 b))

ANMERKUNG 1 Einstellbare Lasten X und R_1 dürfen entweder auf der Hochspannungsseite oder der Niederspannungsseite der Einspeisung angeordnet werden.

ANMERKUNG 2 U_{r1} darf wahlweise zwischen Außenleiter und Neutraleiter angeschlossen werden.

ANMERKUNG 3 Wenn die Geräte in phasengeerdeten Systemen eingesetzt werden sollen oder wenn der Prüfkreis für die Prüfung des Pols für den Neutraleiter und des benachbarten Pols bei vierpoligen Geräten verwendet wird, muss F an einen Außenleiter der Einspeisung angeschlossen werden.

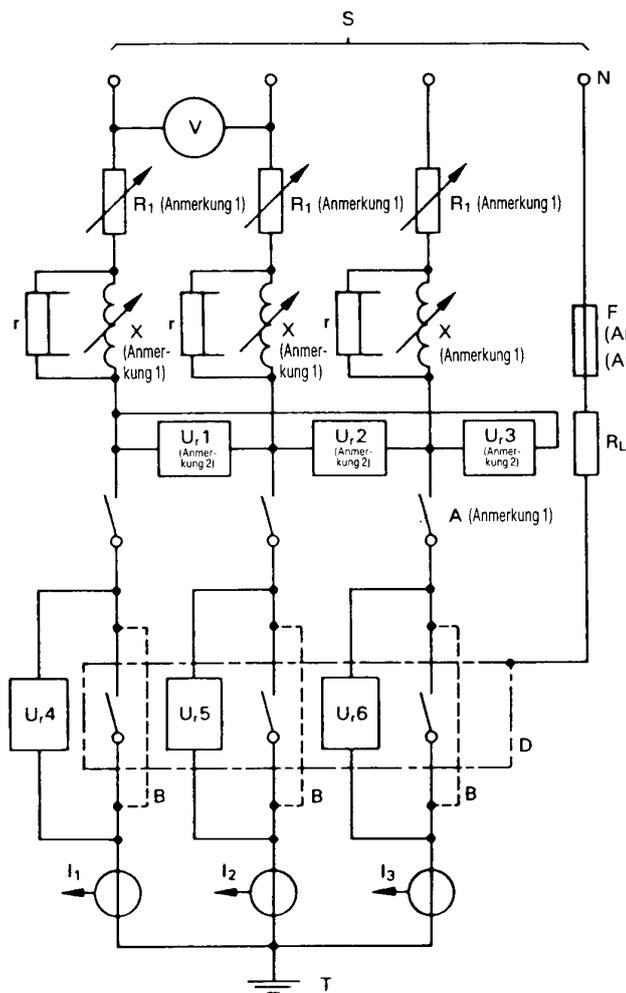
Bei Gleichspannung muss F an den negativen Pol der Einspeisung angeschlossen werden.

ANMERKUNG 4 In den USA und Kanada muss F wie folgt angeschlossen werden:

- an einen Außenleiter der Einspeisung, wenn die Geräte nur mit einem Wert U_e gekennzeichnet sind;
- an den Neutraleiter, wenn die Geräte mit einem Wertepaar U_e gekennzeichnet sind (siehe Anmerkung zu 5.2).

Bild 10 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens zweipoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung
(siehe 8.3.4.1.2)

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011



- S Einspeisung
 $U_{r,1}, U_{r,2}, U_{r,3}, U_{r,4}, U_{r,5}, U_{r,6}$ Sensoren zur Aufzeichnung der Spannungen
 V Spannungsmesser
 A Draufschalter
 R_1 Einstellbarer Widerstand
 N Neutralleiter bei Einspeisung (oder künstlicher Nullpunkt)
 F Sicherungselement (8.3.4.1.2 d)
 X Einstellbare Reaktanz
 R_L Fehlerstrombegrenzungswiderstand
 D Prüfling (Anschlussleitungen eingeschlossen)
 ANMERKUNG Die Außenlinie beinhaltet den metallenen Schirm oder ein Gehäuse.
 B Temporäre Prüfverbindung zur Einstellung des unbeeinflussten Stroms
 I_1, I_2, I_3 Sensoren zur Aufzeichnung des Stroms
 T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeiseseitig)
 r Parallelwiderstand (siehe 8.3.4.1.2 b))

ANMERKUNG 1 Einstellbare Lasten X und R_1 dürfen entweder auf der Hochspannungsseite oder der Niederspannungsseite der Einspeisung angeordnet werden.

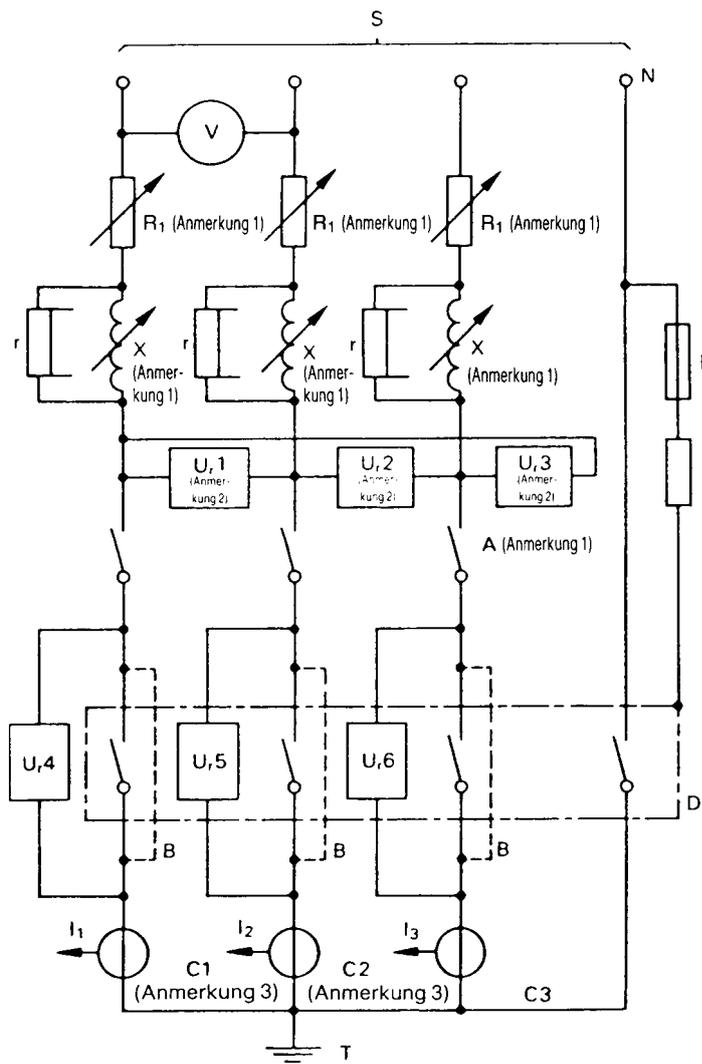
ANMERKUNG 2 $U_{r,1}, U_{r,2}, U_{r,3}$ dürfen wahlweise zwischen Außenleiter und Neutralleiter angeschlossen werden.

ANMERKUNG 3 Wenn die Geräte in phasengeerdeten Systemen eingesetzt werden sollen oder wenn der Prüfkreis für die Prüfung des Pols für den Neutralleiter und des benachbarten Pols bei vierpoligen Geräten verwendet wird, muss F an einen Außenleiter der Einspeisung angeschlossen werden.

ANMERKUNG 4 In den USA und Kanada muss F wie folgt angeschlossen werden:

- an einen Außenleiter der Einspeisung, wenn die Geräte nur mit einem Wert U_e gekennzeichnet sind;
- an den Neutralleiter, wenn die Geräte mit einem Wertepaar U_e gekennzeichnet sind (siehe Anmerkung zu 5.2).

Bild 11 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens dreipoliger Geräte
(siehe 8.3.4.1.2)



- S Einspeisung
- $U_{r,1}, U_{r,2}, U_{r,3}, U_{r,4}, U_{r,5}, U_{r,6}$ Sensoren zur Aufzeichnung der Spannungen
- V Spannungsmessgerät
- R_1 Einstellbarer Widerstand
- N Neutraleiter bei Einspeisung (oder künstlicher Nullpunkt)
- F Sicherungselement (8.3.4.1.2 d))
- X Einstellbare Reaktanz
- R_T Fehlerstrombegrenzungswiderstand
- A Draufschalter
- D Prüfung (Anschlussleitungen eingeschlossen)
- ANMERKUNG Die Außenlinie beinhaltet den metallenen Schirm oder ein Gehäuse.
- B Temporäre Prüfverbindung zur Einstellung des unbeeinflussten Stroms
- I_1, I_2, I_3 Sensoren zur Aufzeichnung des Stroms
- T Erde – nur ein Erdpunkt (lastseitig oder einspeiseseitig)
- r Parallelwiderstand (siehe 8.3.4.1.2 b))

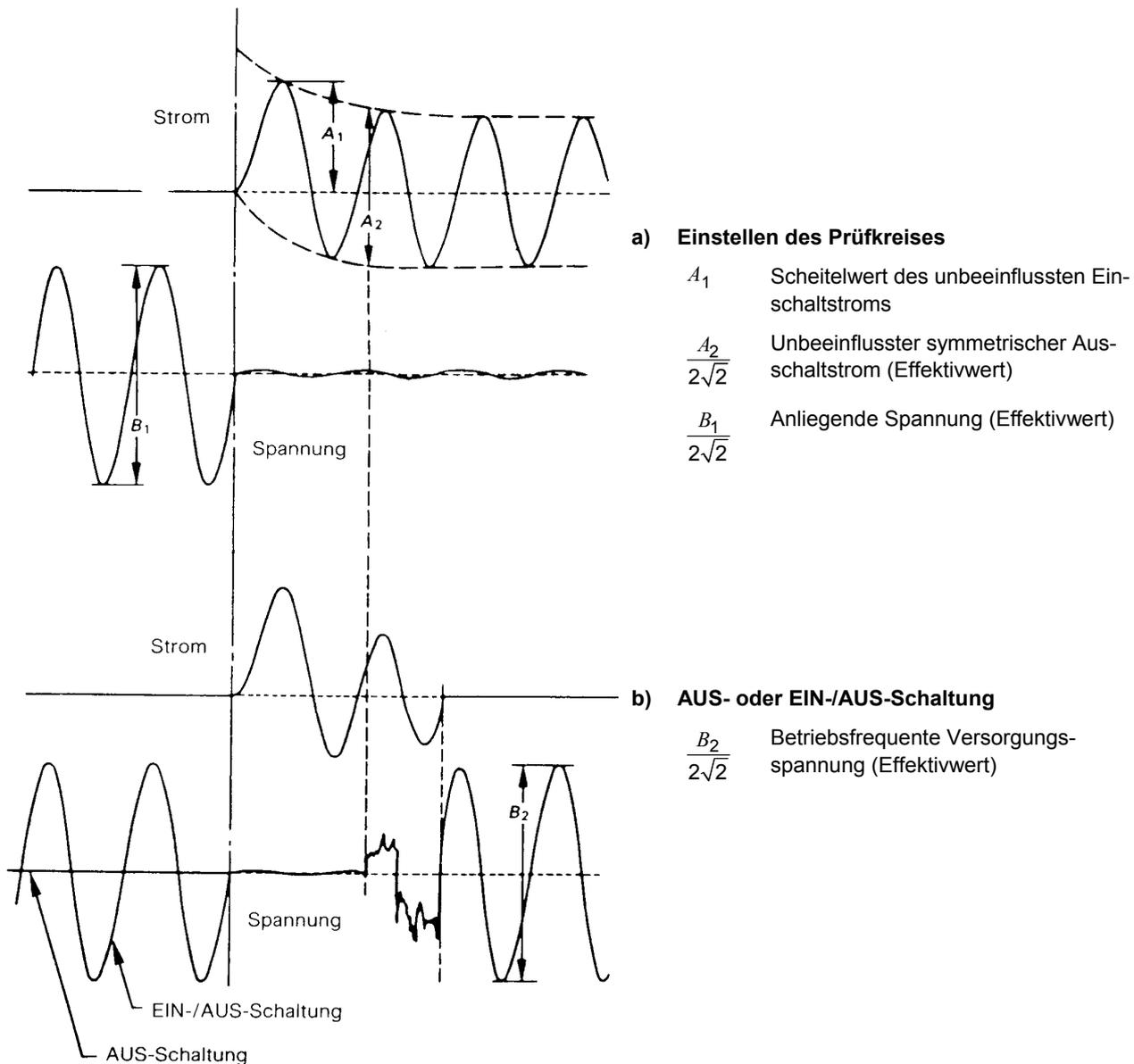
ANMERKUNG 1 Einstellbare Lasten X und R_1 dürfen entweder auf der Hochspannungsseite oder der Niederspannungsseite der Einspeisung angeordnet werden.

ANMERKUNG 2 $U_{r,1}, U_{r,2}, U_{r,3}$ dürfen wahlweise zwischen Außenleiter und Neutraleiter angeschlossen werden.

ANMERKUNG 3 Wenn eine zusätzliche Prüfung zwischen dem Pol des Neutraleiters und dem benachbarten Pol erforderlich ist, sind die Verbindungen C1 und C2 zu entfernen.

Bild 12 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens vierpoliger Geräte
(siehe 8.3.4.1.2)

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011



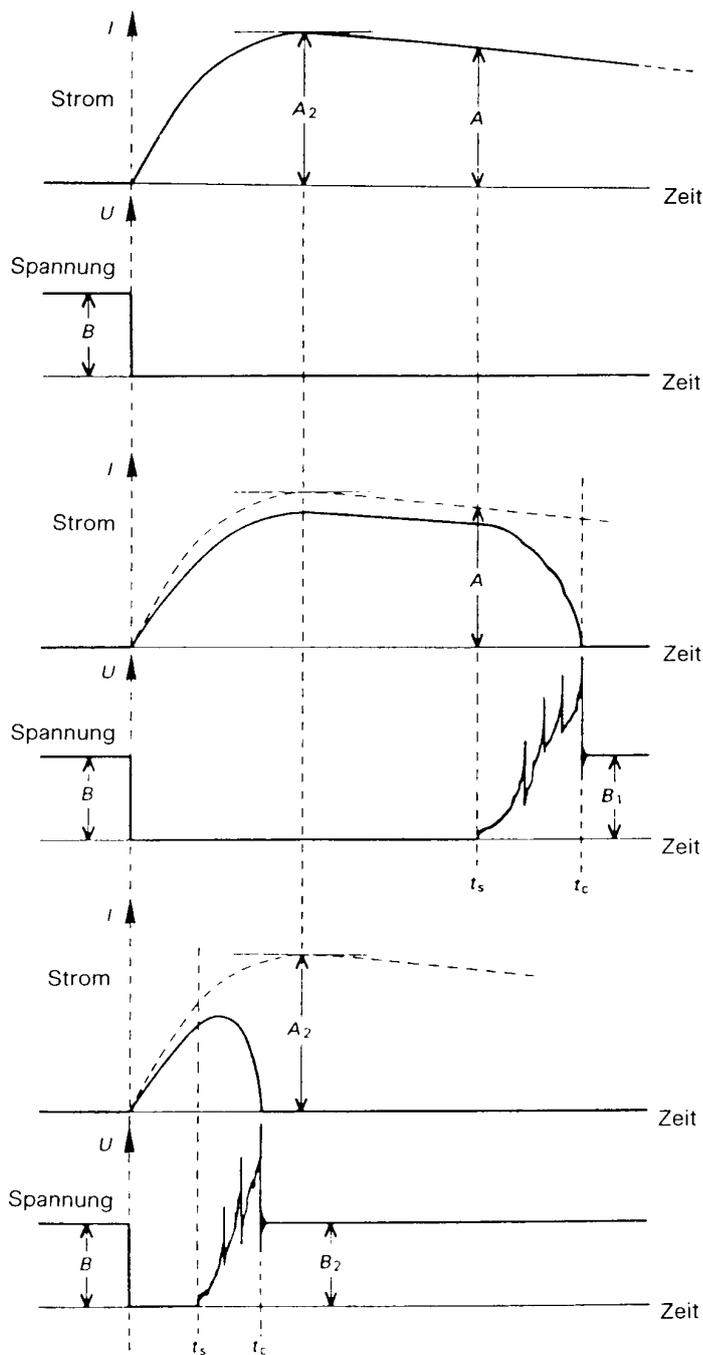
Einschaltvermögen (Scheitelwert) = A_1 (siehe 8.3.4.1.8 b) und c))

Ausschaltvermögen (Effektivwert) = $\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ (siehe 8.3.4.1.8 b) und c))

ANMERKUNG 1 Die Amplitude des Spannungsverlaufs nach dem Einschalten des Prüfstroms verändert sich abhängig von der Anordnung des Draufschalters, der einstellbaren Impedanz, der Sensoren für die Spannungsmessung und der Schaltung des Prüfkreises.

ANMERKUNG 2 Es wird angenommen, dass der Einschaltzeitpunkt bei der Einstellung und der Prüfung derselbe ist.

Bild 13 – Beispiel der Aufzeichnung des Strom- und Spannungsverlaufs bei der Prüfung des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens eines einpoligen Geräts in einem einphasigen Wechselspannungskreis
(siehe 8.3.4.1.8)



a) Einstellung des Prüfkreises

Höchstwert des unbeeinflussten Einschaltstroms = A_2

b) Aufzeichnung einer Ausschaltung nach Überschreiten des Höchstwerts des Stroms

Kurzschlussausschaltvermögen:
Strom $I = A$ bei Spannung $U = B_1$

Kurzschlusseinschaltvermögen:
Strom $I = A_2$ bei Spannung $U = B$

c) Aufzeichnung einer Ausschaltung vor Erreichen des Höchstwerts des Stroms

Kurzschlussausschaltvermögen:
Strom $I = A_2$ bei Spannung $U = B_2$

Kurzschlusseinschaltvermögen:
Strom $I = A_2$ bei Spannung $U = B$

Bild 14 – Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens bei Gleichspannung
(siehe 8.3.4.1.8)

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011

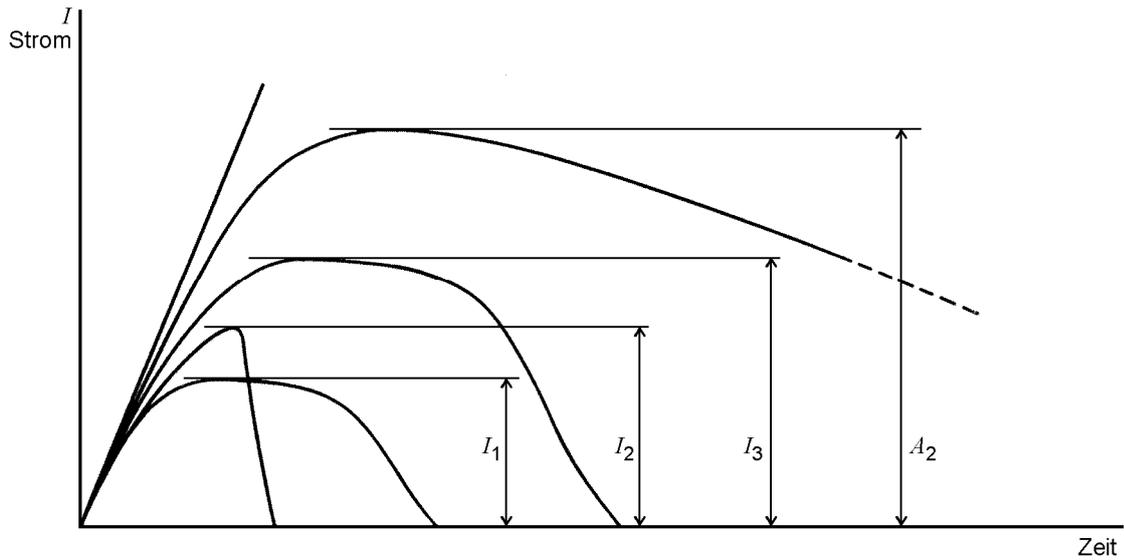


Bild 15 – Bestimmung des unbeeinflussten Ausschaltstroms, wenn die erste Einstellung des Prüfkreis bei einem niedrigeren Strom als dem Bemessungsausschaltvermögen erfolgte (siehe 8.3.4.1.8 b)

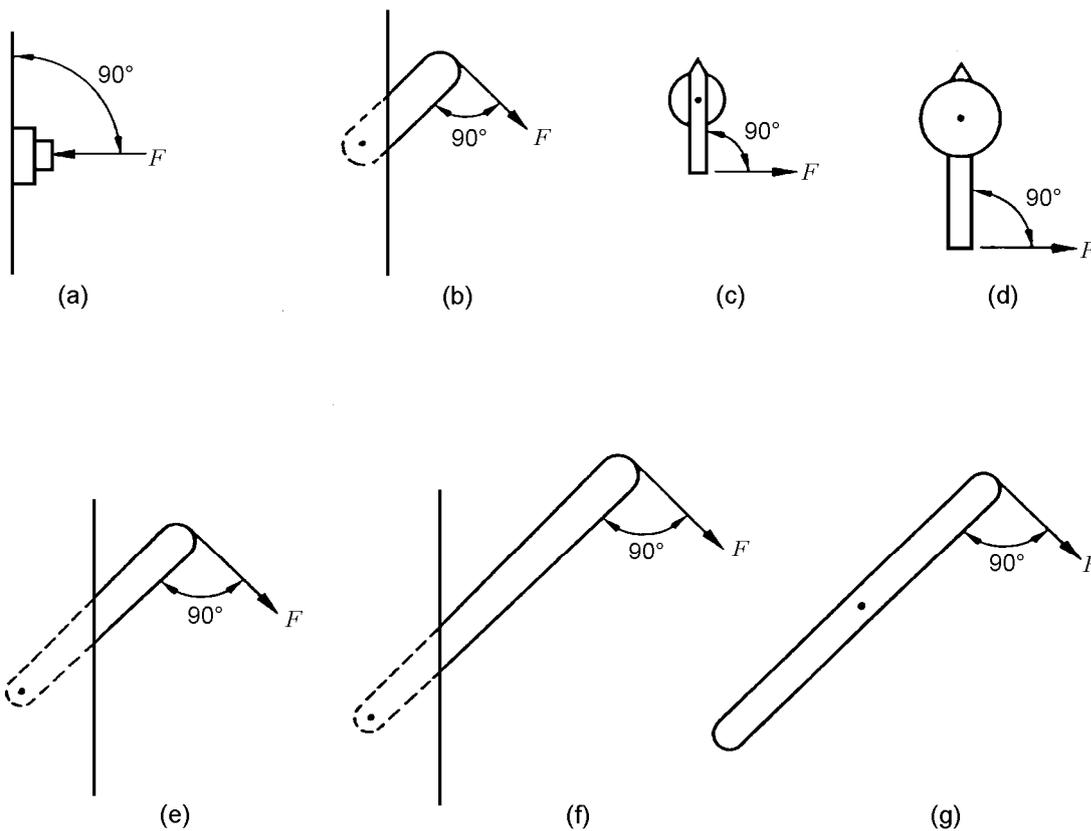


Bild 16 – Prüfkraft am Bedienteil (siehe 8.2.5.2.1 und Tabelle 17)



Bild 17 – Beispiele von Anschlüssen

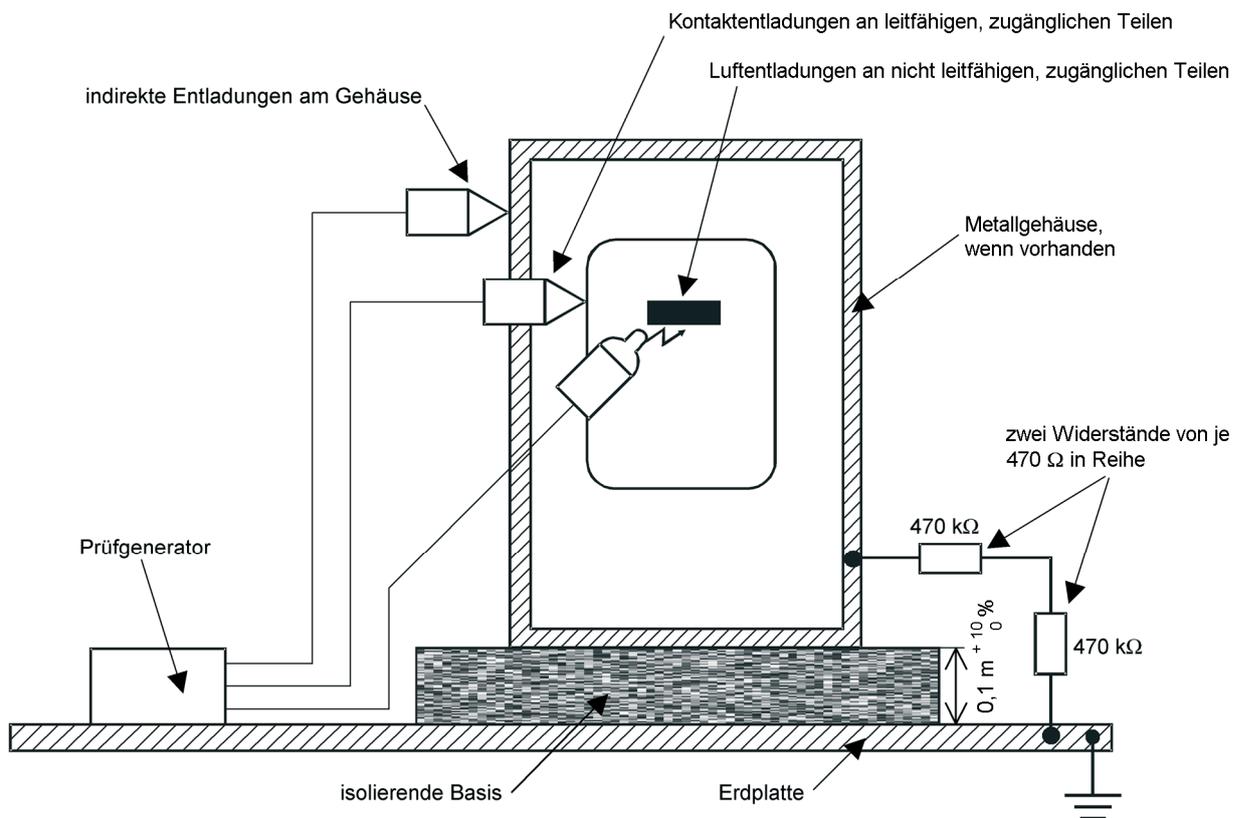
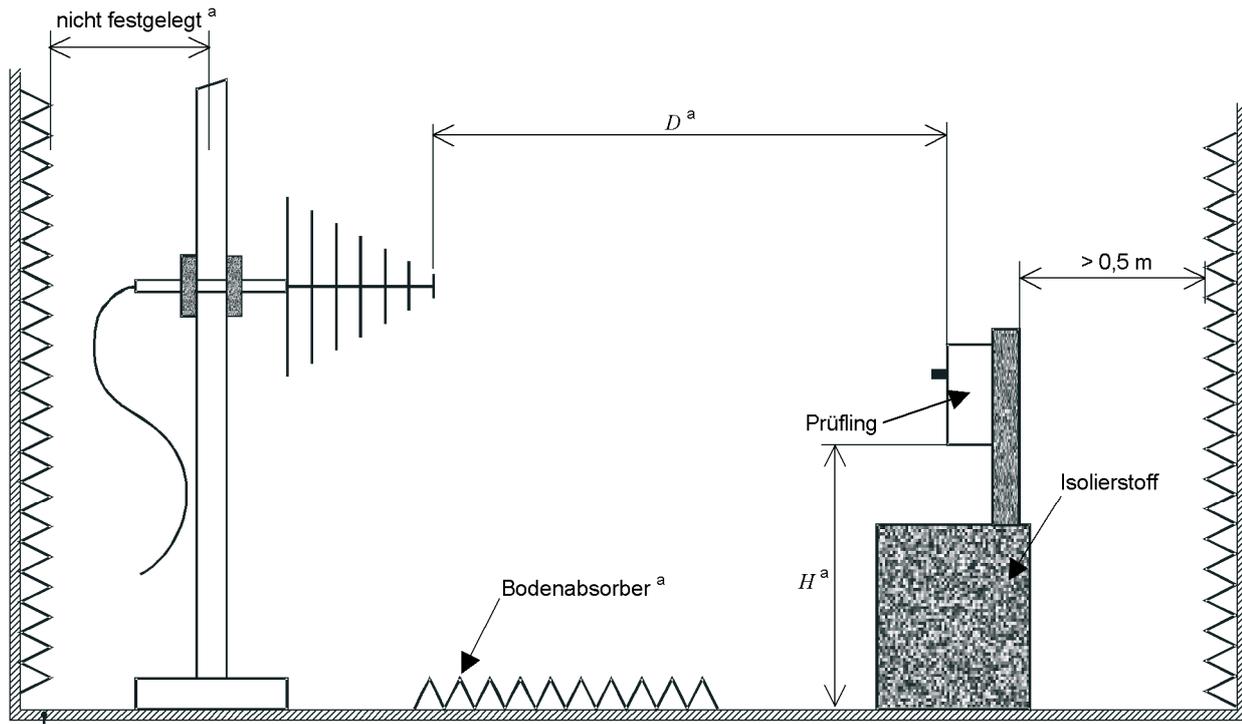


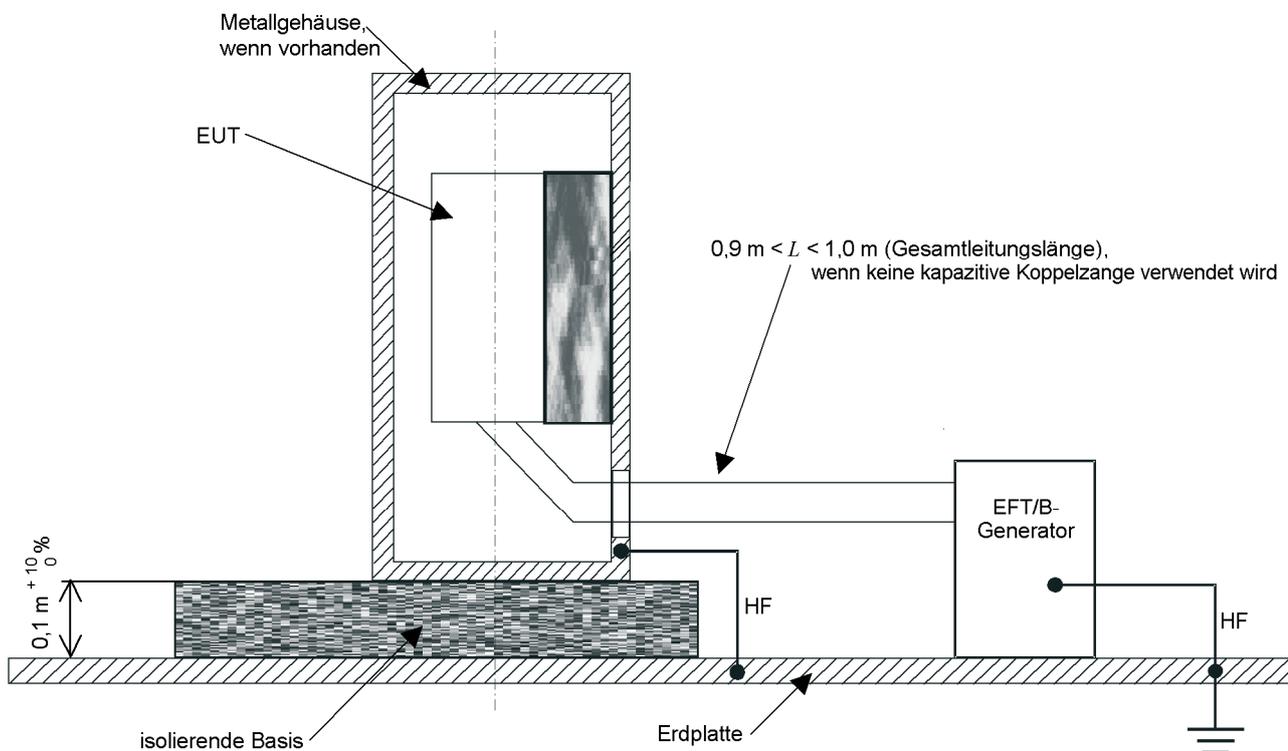
Bild 18 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen Entladungen statischer Elektrizität

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011



a Siehe IEC 61000-4-3.

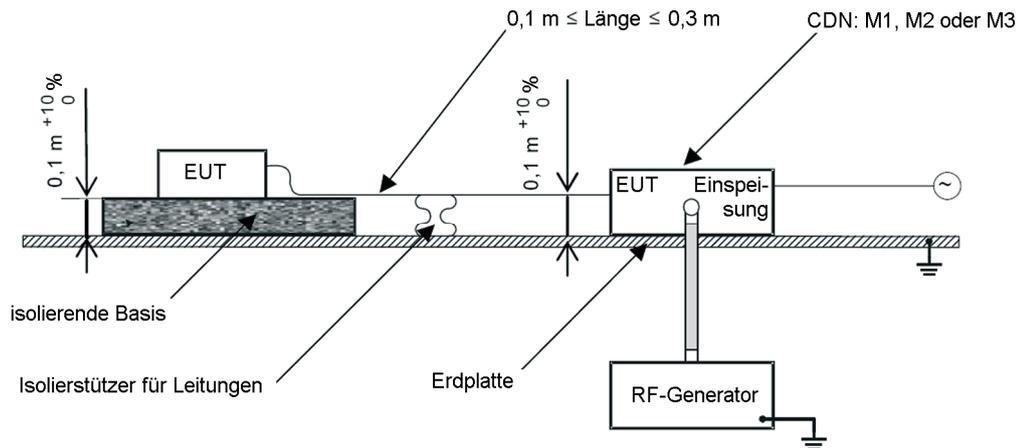
Bild 19 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen gestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder



Legende

HF Hochfrequenzverbindung

Bild 20 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Bursts

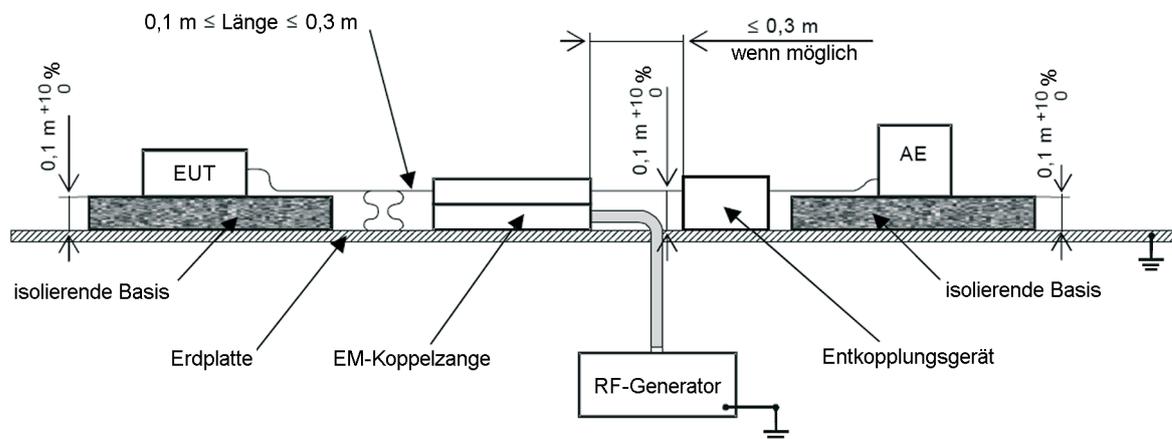


Legende

CDN Kopplungs-Entkopplungsnetzwerk

ANMERKUNG Als eine Alternative für das Kopplungs-Entkopplungsnetzwerk M1 können die Kopplungs-Entkopplungsnetzwerke M2 oder M3 verwendet werden, wobei die zwei oder drei Verbindungsdrähte, je nach Anwendung, an denselben Punkt des Prüflings angeschlossen werden.

Bild 21 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, erzeugt von hochfrequenten Feldern an Hauptleitern



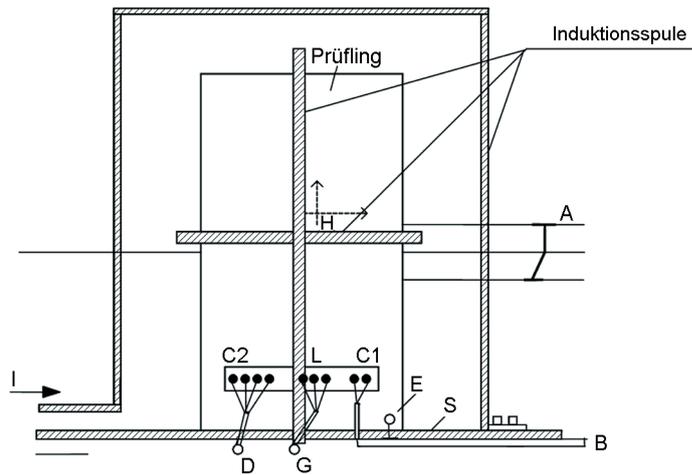
Legende

AE Hilfsgerät

EM-Koppelzange Elektromagnetische Koppelzange

Bild 22 – Beispiel eines Prüfaufbaus für den Nachweis der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, erzeugt durch hochfrequente Felder an Mess- und Steuerleitungen, wenn keine Kopplungs-Entkopplungsnetzwerke angewendet werden können

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011



Legende

A	Schutzerde	D	zur Mess- und Steuer- kreisversorgung, Simulator	I	Induktionsstrom
B	zum Versorgungsanschluss	E	Erdungsklemme	L	Kommunikationsleitung
C1	Anschluss des Versorgungs- stromkreises	G	zum Prüfgenerator	S	Isolierplatte
C2	Mess- und Steuerkreis	H	Magnetfeldstärke		

Bild 23 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen netzfrequente elektromagnetische Felder

Anhang A (informativ)

Beispiele von Gebrauchskategorien für Niederspannungsschaltgeräte

Stromart	Gebrauchskategorie	Übliche Anwendung	Zutreffende IEC-Gerätenorm
Wechselspannung	AC-20	Ein- und Ausschalten ohne Last	60947-3
	AC-21	Schalten ohmscher Last einschließlich mäßiger Überlast	
	AC-22	Schalten gemischter ohmscher und induktiver Last einschließlich mäßiger Überlast	
	AC-23	Schalten von Motorlast oder anderen stark induktiven Lasten	
	AC-1	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen	60947-4-1
	AC-2	Schleifringläufermotoren: Anlassen, Ausschalten	
	AC-3	Käfigläufermotoren: Anlassen, Ausschalten während des Laufes	
	AC-4	Käfigläufermotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen ^a oder Reversieren ^a , Tippen ^b	
	AC-5a	Schalten von Gasentladungslampen	
	AC-5b	Schalten von Glühlampen	
	AC-6a	Schalten von Transformatoren	
	AC-6b	Schalten von Kondensatorbatterien	
	AC-7a	Schwach induktive Last in Haushaltsgeräten u. ä. Anwendung	
	AC-7b	Motorlast für Haushaltsanwendungen	
	AC-8a	Steuern von hermetisch abgeschlossenen Kühlkompressormotoren mit manueller Rückstellung der Überlastauslöser	
	AC-8b	Steuern von hermetisch abgeschlossenen Kühlkompressormotoren mit automatischer Rückstellung der Überlastauslöser	
	AC-52a	Steuern der Statorwicklung eines Schleifringläufermotors: 8-Stunden-Betrieb mit Anlaufströmen für Startvorgänge, Maneuvering, Betrieb	60947-4-2
	AC-52b	Steuern der Statorwicklung eines Schleifringläufermotors: Aussetzbetrieb	
	AC-53a	Steuern eines Käfigläufermotors: 8-Stunden-Betrieb mit Anlaufströmen für Startvorgänge, Maneuvering, Betrieb	
	AC-53b	Steuern eines Käfigläufermotors: Aussetzbetrieb	
AC-58a	Steuern eines hermetisch gekapselten Kühlkompressormotors mit automatischer Rückstellung der Überlastauslösungen: 8-Stunden-Betrieb mit Anlaufströmen für Startvorgänge, Maneuvering, Betrieb		
AC-58b	Steuern eines hermetisch gekapselten Kühlkompressormotors mit automatischer Rückstellung der Überlastauslösungen: Aussetzbetrieb		
AC-51	Induktionsfreie oder leicht induktive Lasten, Widerstandsöfen	60947-4-3	
AC-55a	Schalten von elektrischen Steuerungen von Entladungslampen		
AC-55b	Schalten von Glühlampen		
AC-56a	Schalten von Transformatoren		
AC-56b	Schalten von Kondensatorbatterien		
AC-12	Steuern von ohmscher Last und Halbleiterlast mit Trennung durch Optokoppler	60947-5-1	
AC-13	Steuern von Halbleiterlast mit Trenntransformatoren		
AC-14	Steuern von kleiner elektromagnetischer Last		
AC-15	Steuern von elektromagnetischer Last bei Wechselspannung		
AC-12	Steuerung von Widerstandslasten und Halbleiterlasten mit Trennung durch Optokoppler	60947-5-2	
AC-140	Steuerung kleiner elektromagnetischer Lasten mit Haltestrom $\leq 0,2$ A; z. B. Hilfsschütze		
AC-31	Nicht induktive oder schwach induktive Lasten	60947-6-1	
AC-33	Motorlasten oder gemischte Lasten einschließlich Motoren, Widerständen und bis zu 30 % Glühlampenlast		
AC-35	Gasentladungslampenlast		
AC-36	Glühlampenlast		

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Stromart	Gebrauchs-kategorie	Übliche Anwendung	Zutreffende IEC-Gerätenorm
	AC-40 AC-41 AC-42 AC-43 AC-44 AC-45a AC-45b	Verteilungsstromkreise aus gemischten ohmschen und induktiven Lasten Nicht induktive oder schwach induktive Lasten, Widerstandsöfen Schleifringläufermotoren: Anlassen, Ausschalten Käfigläufermotoren: Anlassen, Ausschalten während des Laufs Käfigläufermotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen ^a oder Reversieren ^a , Tippen ^b Schalten von Gasentladungslampen Schalten von Glühlampen	60947-6-2
	AC-7a AC-7b	Schwach induktive Last für Haushalts- und ähnliche Anwendungen Motorlasten für Haushaltsanwendungen	61095
Wechsel- und Gleichspannung	A B	Schutz von Stromkreisen ohne Bemessungskurzzeitstromfestigkeit Schutz von Stromkreisen mit Bemessungskurzzeitstromfestigkeit	60947-2
Gleichspannung	DC-20 DC-21 DC-22 DC-23	Ein- und Ausschalten ohne Last Schalten ohmscher Last einschließlich mäßiger Überlast Schalten gemischter ohmscher und induktiver Last einschließlich mäßiger Überlast (z. B. Nebenschlussmotoren) Schalten stark induktiver Last (z. B. Reihenschlussmotoren)	60947-3
	DC-1 DC-3 DC-5 DC-6	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen Nebenschlussmotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen ^a oder Reversieren ^a , Tippen ^b , Widerstandsbremung von Motoren Reihenschlussmotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen ^a oder Reversieren ^a , Tippen ^b , Widerstandsbremung von Motoren Schalten von Glühlampen	60947-4-1
	DC-12 DC-13 DC-14	Steuern von ohmscher Last und Halbleiterlast mit Trennung durch Optokoppler Steuern von Elektromagneten bei Gleichspannung Steuern von elektromagnetischer Last bei Gleichspannung mit Sparwiderständen im Stromkreis	60947-5-1
	DC-12 DC-13	Steuerung von Widerstandslasten und Halbleiterlasten mit Trennung durch Optokoppler Steuerung von Elektromagneten	60947-5-2
	DC-31 DC-33 DC-36	Widerstandslasten Motorlasten oder gemischte Lasten einschließlich Motoren Glühlampenlast	60947-6-1
	DC-40 DC-41 DC-43 DC-45 DC-46	Verteilungsstromkreise aus gemischten ohmschen und induktiven Lasten Nicht induktive oder schwach induktive Lasten, Widerstandsöfen Nebenschlussmotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen ^a , Tippen ^b , Widerstandsbremung von Gleichstrommotoren Reihenschlussmotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen ^a , Tippen ^b , Widerstandsbremung von Gleichstrommotoren Schalten von Glühlampen	60947-6-2
^a Gegenstrombremsen oder Reversieren des Motors ist das schnelle Bremsen oder Umkehren der Drehrichtung durch Vertauschen von zwei Zuleitungen bei laufendem Motor. ^b Unter Tippen versteht man das einmalige oder wiederholte kurzzeitige Einschalten eines Motors, um kleine Bewegungen von Maschinen zu bewirken.			

Anhang B (informativ)

Eignung des Geräts, wenn die Betriebsbedingungen von den üblichen Betriebsbedingungen abweichen

Wenn die Betriebs- und Anwendungsbedingungen von den in dieser Norm angegebenen Bedingungen abweichen, muss der Anwender die Abweichungen angeben und beim Hersteller erfragen, ob das Gerät für die Anwendung unter solchen Bedingungen geeignet ist.

B.1 Beispiele für Abweichungen von den üblichen Bedingungen

B.1.1 Umgebungstemperatur

Der erwartete Bereich der Umgebungstemperatur kann niedriger als -5 °C oder höher als $+40\text{ °C}$ sein.

B.1.2 Höhenlage

Der Verwendungsort liegt oberhalb 2 000 m über NN.

B.1.3 Atmosphärische Bedingungen

Die Atmosphäre, in der das Gerät verwendet werden soll, darf eine höhere relative Feuchte als nach [6.1.3](#) angegeben aufweisen oder einen unüblich hohen Anteil an Staub, Säuren, korrosiven Gasen usw. enthalten.

Das Gerät wird in der Nähe des Meeres eingebaut.

B.1.4 Einbaubedingungen

Das Gerät darf auf einer bewegbaren Einrichtung befestigt sein, oder seine Unterlage darf entweder vorübergehend oder dauernd eine geneigte Lage einnehmen (Geräte auf Schiffen), oder es darf im Betrieb unüblichen Stößen oder Erschütterungen ausgesetzt sein.

B.2 Verbindungen mit anderen Geräten

Der Anwender muss dem Hersteller Art und Abmessungen der elektrischen Verbindungen mit anderen Geräten angeben, um diesem die Möglichkeit zu geben, Gehäuse und Anschlüsse/Klemmen vorzusehen, die den Einbau- und Erwärmungsbedingungen dieser Norm und/oder der jeweiligen Gerätenorm entsprechen und, falls erforderlich, genügend Raum zum Anschluss der Leiter innerhalb des Gehäuses vorzusehen.

B.3 Hilfskontakte

Der Anwender muss Anzahl und Art der bereitzustellenden Hilfskontakte für Meldung, Verriegelung und ähnliche Funktionen angeben.

B.4 Besondere Anwendungen

Der Anwender muss dem Hersteller angeben, wenn das Gerät möglicherweise für Einsatzbedingungen vorgesehen ist, die nicht von dieser Norm und/oder der jeweiligen Gerätenorm abgedeckt werden.

Anhang C (normativ)

Schutzarten von Betriebsmitteln im Gehäuse

Einleitung

Wenn eine IP-Schutzart für Betriebsmittel im Gehäuse oder für Geräte mit integriertem Gehäuse vom Hersteller angegeben wird, muss sie die Anforderungen der IEC 60529 einschließlich folgender Änderungen und Ergänzungen erfüllen.

ANMERKUNG In [Bild C.1](#) sind Informationen zum Verständnis der in IEC 60529 festgelegten IP-Schutzart zusammengestellt.

Die Abschnitte der IEC 60529, die für die Schutzarten von Betriebsmitteln im Gehäuse gelten, sind in diesem Anhang im Einzelnen festgelegt.

Die Nummerierung der Abschnitte dieses Anhangs entspricht der Nummerierung der Abschnitte der IEC 60529.

C.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang gilt für die Schutzart von Schaltgeräten im Gehäuse für Bemessungsspannungen bis 1 000 V Wechselfspannung oder 1 500 V Gleichspannung, nachfolgend „Betriebsmittel“ genannt.

C.2 Zweck

Es gelten Abschnitt 2 der IEC 60529 und die zusätzlichen Anforderungen dieses Anhangs.

C.3 Begriffe

Es gilt Abschnitt 3 der IEC 60529 mit der Ausnahme, dass die Definition für „Gehäuse“ (3.1) wie folgt ersetzt wird, wobei die Anmerkungen 1 und 2 unverändert bleiben.

„Teil, das eine festgelegte Schutzart des Betriebsmittels gegen bestimmte äußere Einwirkungen und eine festgelegte Schutzart gegen die Annäherung an oder die Berührung von aktiven Teilen und sich bewegenden Teilen bietet“

ANMERKUNG Diese Definition nach 2.1.16 dieser Norm ist ähnlich der in IEC 441-13-01, die für Schaltanlagen gilt.

C.4 Bezeichnungen

Es gilt Abschnitt 4 der IEC 60529, ausgenommen für die Buchstaben H, M und S.

C.5 Schutzart gegen die Berührung gefährlicher Teile und gegen das Eindringen fester Fremdkörper, bezeichnet durch die erste Kennziffer

Es gilt Abschnitt 5 der IEC 60529.

C.6 Schutzart gegen das Eindringen von Wasser, bezeichnet durch die zweite Kennziffer

Es gilt Abschnitt 6 der IEC 60529.

C.7 Schutzart gegen die Berührung gefährlicher Teile, bezeichnet durch einen zusätzlichen Buchstaben

Es gilt Abschnitt 7 der IEC 60529.

C.8 Ergänzende Buchstaben

Es gilt Abschnitt 8 der IEC 60529, ausgenommen für die Buchstaben H, M und S.

C.9 Beispiele für die Bezeichnung mit der IP-Schutzart

Es gilt Abschnitt 9 der IEC 60529.

C.10 Kennzeichnung

Es gilt Abschnitt 10 der IEC 60529 mit folgender Ergänzung:

Wenn die Schutzart nur für eine bestimmte Einbaulage gilt, muss diese Lage des Betriebsmittels durch das Bildzeichen 0623 nach ISO 7000 nahe der Angabe der IP-Schutzart angegeben werden, z. B. „senkrecht“:



C.11 Allgemeine Anforderungen an die Prüfungen

C.11.1 Es gilt 11.1 der IEC 60529.

C.11.2 Es gilt 11.2 der IEC 60529 mit folgenden Ergänzungen:

Alle Prüfungen werden im spannungslosen Zustand durchgeführt.

Bei gewissen Geräten (z. B. vorstehende Flächen von Drucktastern) darf die Schutzart durch Sichtprüfung nachgewiesen werden.

Die Temperatur des Prüflings darf nicht mehr als 5 K von der Umgebungstemperatur abweichen.

Wenn ein Betriebsmittel in ein Leergehäuse eingebaut ist, das bereits eine IP-Schutzart hat (siehe 11.5 der IEC 60529), gelten die folgenden Anforderungen:

- a) Für IP1X bis IP4X und die zusätzlichen Buchstaben A bis D
Dies muss durch Sichtprüfung und nach den Angaben des Gehäuseherstellers nachgewiesen werden.
- b) Für IP6X Staubprüfung
Dies muss durch Sichtprüfung und nach Angaben des Gehäuseherstellers nachgewiesen werden.
- c) Für IP5X Staubprüfung und IPX1 bis IPX8 Wasserprüfung
Die Prüfung des Betriebsmittels im Gehäuse ist nur gefordert, wenn das Eindringen von Staub oder Wasser den Betrieb des Betriebsmittels beeinträchtigen würde.

ANMERKUNG IP5X Staubprüfung und IPX1 bis IPX8 Wasserprüfung erlauben das Eindringen einer bestimmten Menge Staub oder Wasser, vorausgesetzt, dass dies keine schädlichen Auswirkungen hat. Deshalb sollte jedes eingebaute Betriebsmittel gesondert betrachtet werden.

C.11.3 Es gilt 11.3 der IEC 60529 mit folgender Ergänzung:

Entwässerungs- und Lüftungsöffnungen werden als übliche Öffnungen betrachtet.

C.11.4 Es gilt 11.4 der IEC 60529.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

C.11.5 Wenn ein Leergehäuse als Bestandteil eines Betriebsmittels im Gehäuse verwendet wird, gilt 11.5 der IEC 60529.

C.12 Prüfungen für den Schutz gegen das Berühren gefährlicher Teile, bezeichnet durch die erste Kennziffer

Es gilt Abschnitt 12 der IEC 60529, mit Ausnahme von 12.3.2.

C.13 Prüfungen für den Schutz gegen das Eindringen fester Fremdkörper, bezeichnet durch die erste Kennziffer

Es gilt Abschnitt 13 der IEC 60529, mit Ausnahme von:

C.13.4 Staubprüfung für die ersten Kennziffern 5 und 6

Betriebsmittel im Gehäuse mit der Schutzart IP5X müssen entsprechend Kategorie 2 nach 13.4 von IEC 60529 geprüft werden.

ANMERKUNG 1 Eine besondere Gerätenorm für Betriebsmittel mit Schutzart IP5X kann eine Prüfung entsprechend Kategorie 1 nach 13.4 von IEC 60529 erfordern.

Betriebsmittel im Gehäuse mit der Schutzart IP6X müssen entsprechend Kategorie 1 nach 13.4 von IEC 60529 geprüft werden.

ANMERKUNG 2 Für Betriebsmittel im Gehäuse nach IEC 60947-1 wird eine Schutzart IP5X normalerweise als zufriedenstellend angesehen.

C.13.5.2 Abnahmebedingungen für die erste Kennziffer 5

Folgendes ist zu ergänzen:

Wenn Staubablagerungen Zweifel an der Funktionsfähigkeit und Sicherheit des Betriebsmittels aufkommen lassen, müssen eine Vorkonditionierung und eine Spannungsprüfung wie folgt ausgeführt werden:

Die Vorkonditionierung muss nach der Staubprüfung durch die Prüfung Ca: Feuchte Wärme, konstant, nach IEC 60068-2-78 unter folgenden Prüfbedingungen durchgeführt werden.

Das Betriebsmittel muss so vorbereitet werden, dass die Staubablagerungen durch die Prüfung in der Weise beansprucht werden, dass der Deckel und auch Abdeckungen, die ohne Werkzeug entfernt werden können, offen bleiben.

Vor dem Einsetzen in die Prüfkammer muss das Betriebsmittel mindestens 4 h bei Raumtemperatur gelagert werden.

Die Prüfdauer muss 24 h fortlaufend betragen.

Danach ist das Betriebsmittel aus der Prüfkammer herauszunehmen und innerhalb von 15 min einer betriebsfrequenten Spannungsprüfung für 1 min zu unterziehen, wobei die Prüfspannung $2 U_c \text{ max.}$, mindestens aber 1 000 V betragen muss. Anwendung der Prüfspannung und die Annahmekriterien müssen 8.3.3.4.1 3) c) und 3) d) entsprechen.

C.14 Prüfungen für den Schutz gegen Wasser, bezeichnet durch die zweite Kennziffer

C.14.1 Prüfmittel

Es gilt 14.1 der IEC 60529.

C.14.2 Prüfbedingungen

Es gilt 14.2 der IEC 60529.

C.14.3 Annahmebedingungen

Es gilt 14.3 der IEC 60529 mit folgender Ergänzung:

Danach ist das Betriebsmittel einer betriebsfrequenten Spannungsprüfung für 1 min zu unterziehen. Die Prüfspannung muss $2 U_e \text{ max.}$, mindestens aber 1 000 V betragen. Die Anwendung der Prüfspannung und die Kriterien für die Annahme müssen [8.3.3.4.1 3\) c\)](#) und [3\) d\)](#) entsprechen.

C.15 Prüfungen für den Schutz gegen das Berühren gefährlicher Teile, bezeichnet durch einen zusätzlichen Buchstaben

Es gilt Abschnitt 15 der IEC 60529.

C.16 Zusammenstellung von Verantwortlichkeiten zuständiger Technischer Komitees

Die jeweiligen Gerätenormen legen die erforderlichen Informationen nach den Leitlinien der IEC 60529, Anhang B, fest, wobei sie die Ergänzungen dieses [Anhangs C](#) berücksichtigen.

Weitere Darstellungen sind aufgeführt, um das Verständnis der IP-Schutzart zu erleichtern (siehe [Bild C.1](#)).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011

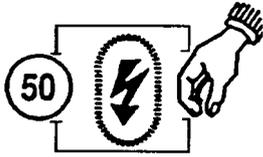
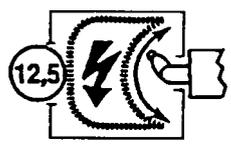
C.1a: ERSTE KENNZIFFER			
Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern			Schutz von Personen gegen Berühren gefährlicher Teile mit:
IP	Anforderungen	Beispiel	
0	Kein Schutz.		nicht geschützt
1	Kugel mit Ø 50 mm darf nicht voll eindringen. Berühren gefährlicher Teile nicht erlaubt.		Handrücken
2	Kugel mit Ø 12,5 mm darf nicht voll eindringen. Der Gelenkfinger muss ausreichenden Abstand von gefährlichen Teilen haben.		Finger
3	Der Prüfdraht mit Ø 2,5 mm darf nicht eindringen.		Werkzeug
4	Der Prüfdraht mit Ø 1,0 mm darf nicht eindringen.		Draht
5	Begrenztes Eindringen von Staub erlaubt (keine schädliche Ablagerung).		Draht
6	Vollständiger Schutz gegen Eindringen von Staub.		Draht

Bild C.1 – IP-Schutzarten

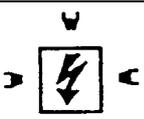
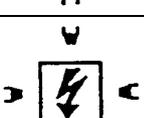
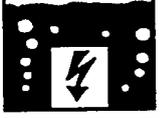
C.1b: ZWEITE KENNZIFFER			
Schutz gegen schädliches Eindringen von Wasser			Schutz vor Wasser
IP	Anforderungen	Beispiel	
0	Kein Schutz.		nicht geschützt
1	Geschützt gegen senkrecht fallendes Tropfwasser. Begrenztes Eintreten erlaubt.		senkrecht fallende Tropfen
2	Geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist. Begrenztes Eintreten erlaubt.		bis zu einem Winkel von 15° aus der Senkrechten fallende Tropfen
3	Geschützt gegen Sprühwasser bis zu einem Winkel von 60° von der Senkrechten. Begrenztes Eintreten erlaubt.		eingeschränkt Sprühwasser
4	Geschützt gegen Spritzwasser aus jeder Richtung. Begrenztes Eintreten erlaubt.		Spritzwasser aus jeder Richtung
5	Geschützt gegen Strahlwasser. Begrenztes Eintreten erlaubt.		Wasser aus jeder Richtung als Strahl
6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser. Begrenztes Eintreten erlaubt.		Wasser aus jeder Richtung als starker Strahl
7	Geschützt gegen die Wirkung bei Untertauchen zwischen 150 mm und 1 000 mm.		zeitweiliges Untertauchen
8	Geschützt gegen die Wirkung bei längerem Untertauchen unter Druck.		dauerndes Untertauchen

Bild C.1 – IP-Schutzarten

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011

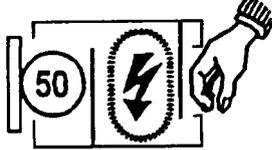
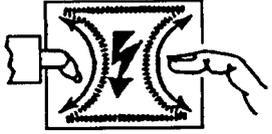
C.1c: ZUSÄTZLICHER BUCHSTABE (freigestellt)			
IP	Anforderungen	Beispiel	Schutz von Personen gegen Berühren gefährlicher Teile mit:
A Für Verwendung mit erster Kennziffer 0	Kugel mit Ø 50 mm darf bis Anschlagplatte eindringen, ohne gefährliche Teile zu berühren.		Handrücken
B Für Verwendung mit ersten Kennziffern 0 und 1	Prüffinger darf bis 80 mm eindringen, ohne gefährliche Teile zu berühren.		Finger
C Für Verwendung mit ersten Kennziffern 1 und 2	Draht mit Ø 2,5 mm, 100 mm lang, darf, wenn in kugelförmige Anschlagfläche zum Teil eingedrungen, keine gefährlichen Teile berühren.		Werkzeug
D Für Verwendung mit ersten Kennziffern 2 und 3	Draht mit Ø 1 mm, 100 mm lang, darf, wenn in kugelförmige Anschlagfläche zum Teil eingedrungen, keine gefährlichen Teile berühren.		Draht

Bild C.1 – IP-Schutzarten

Anhang D (informativ)

Beispiele für Klemmstellen und der Beziehung zwischen Klemmstellen und dem Verbindungsmaterial

D.1 Die Klemmstelle in einem Verbindungsmaterial

Zur Verdeutlichung der Begriffe siehe Bild D.8.

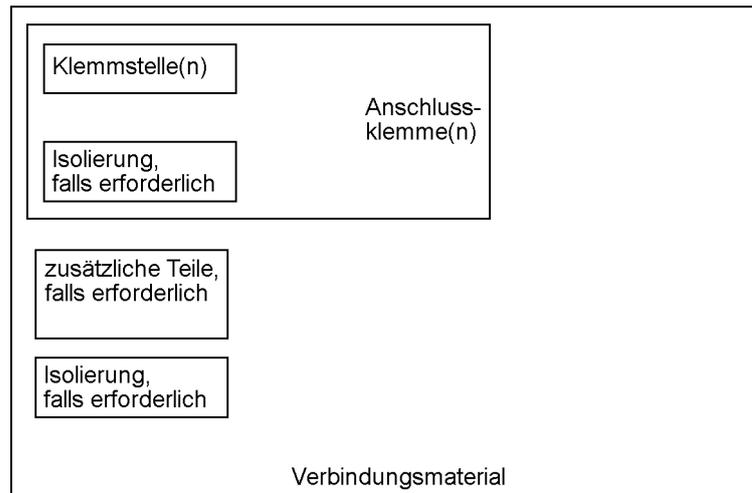
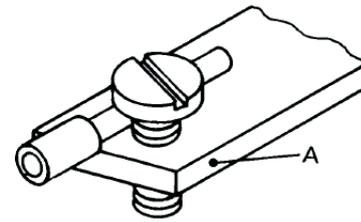
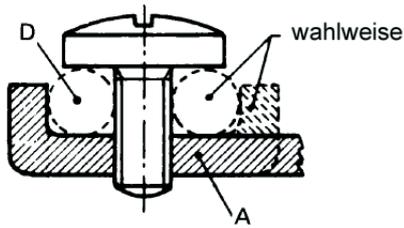


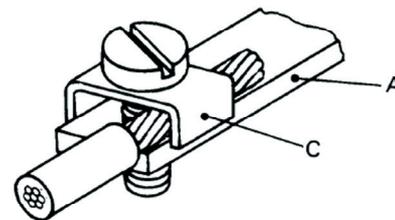
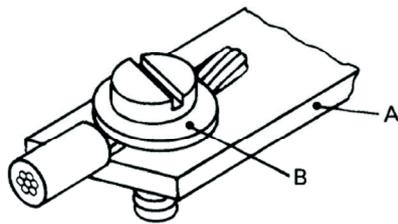
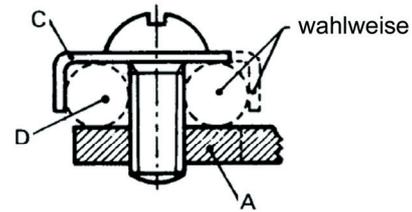
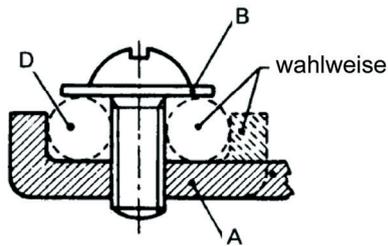
Bild D.8 – Klemmstelle in einem Verbindungsmaterial

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

D.2 Beispiele für Klemmstellen



Direkte Kraftübertragung durch den Schraubenkopf



Indirekte Kraftübertragung über ein Zwischenglied

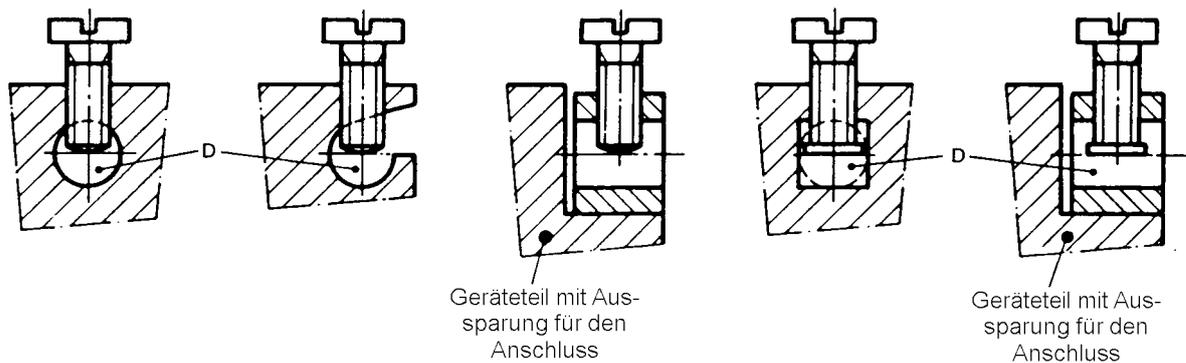
- A Feststehendes Teil
- B Scheibe oder Klemmscheibe
- C Vorrichtung, die das Spreizen des Leiters verhindert
- D Leiteranschlussraum

ANMERKUNG Die gezeigten Beispiele verbieten nicht, dass der Leiter zum Klemmen auf beiden Seiten geteilt wird.

Schraubklemme

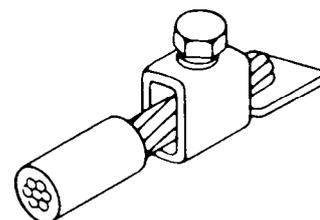
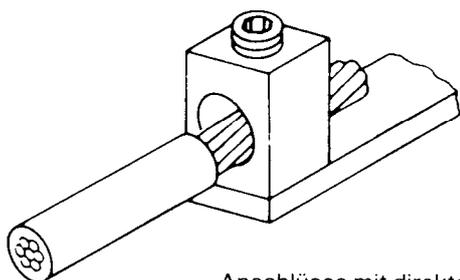
Schraubklemme, bei der der Leiter unter dem Kopf einer oder mehrerer Schrauben geklemmt wird. Die Kontaktkraft darf direkt durch den Schraubenkopf oder über ein Zwischenglied, z. B. eine Scheibe, eine Klemmscheibe oder eine Vorrichtung, die das Spreizen des Leiters verhindert, übertragen werden.

Bild D.1 – Schraubklemmen

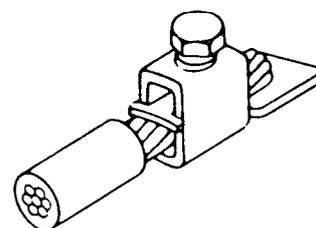
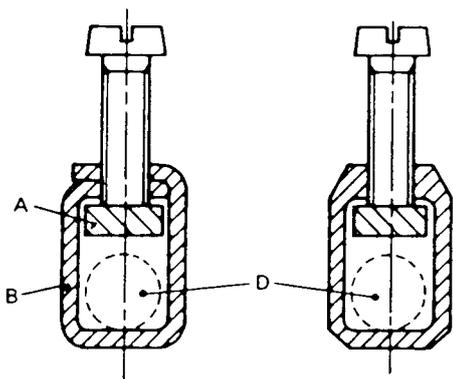


Anschlüsse ohne Kraftübertragungsteil

Anschlüsse mit Kraftübertragungsteil



Anschlüsse mit direkter Kraftübertragung



Anschlüsse mit indirekter Kraftübertragung

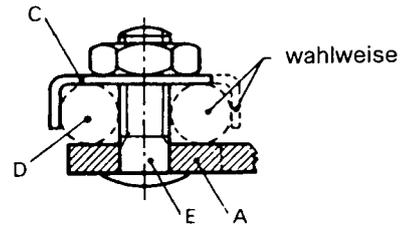
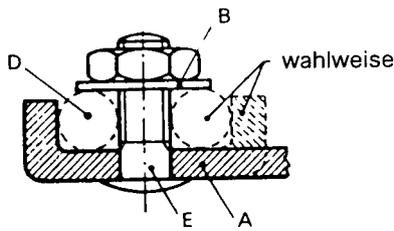
- A Feststehendes Teil
- B Klemmkörper
- D Leiteranschlussraum

Buchsenklemme

Schraubklemme, bei der der Leiter in eine Bohrung oder einen Hohlraum eingeführt wird, wo er unter den Schaft der Schraube oder der Schrauben geklemmt wird. Der Kontaktdruck darf direkt durch den Schaft der Schraube ausgeübt oder durch ein Zwischenstück übertragen werden, auf das der Druck durch den Schraubenschaft ausgeübt wird.

Bild D.2 – Buchsenklemmen

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011



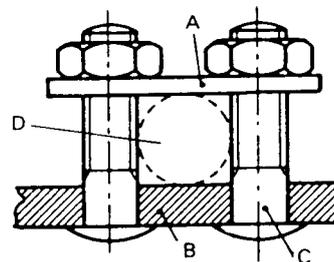
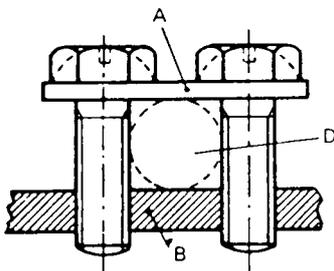
- A Feststehendes Teil
- B Scheibe oder Klemmplatte
- C Vorrichtung, die das Spreizen des Leiters verhindert
- D Leiteranschlussraum
- E Gewindebolzen

ANMERKUNG Die Teile, die den Leiter positionieren, dürfen aus Isolierstoff sein, vorausgesetzt, die Klemmkraft zum Klemmen des Leiters wird nicht über den Isolierstoff übertragen.

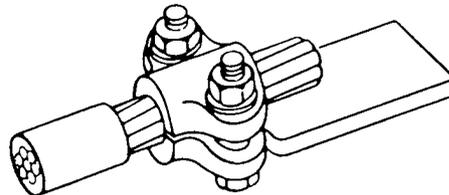
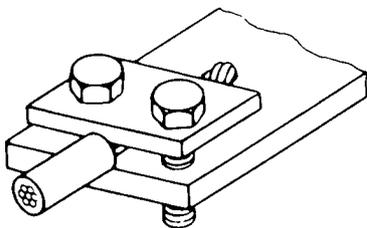
Bolzenanschluss/-klemme

Anschluss/Klemme, bei dem/der der Leiter unter den Kopf einer oder mehrerer Schrauben geklemmt wird. Der Kontaktdruck darf direkt durch den Schraubenkopf oder durch ein Zwischenstück, wie z. B. eine Unterscheibe, eine Klemmplatte oder eine Vorrichtung, die das Spreizen des Leiters verhindert, übertragen werden.

Bild D.3 – Bolzenanschlüsse/-klemmen



- A Klemmflasche
- B Feststehendes Teil
- C Gewindebolzen
- D Leiteranschlussraum



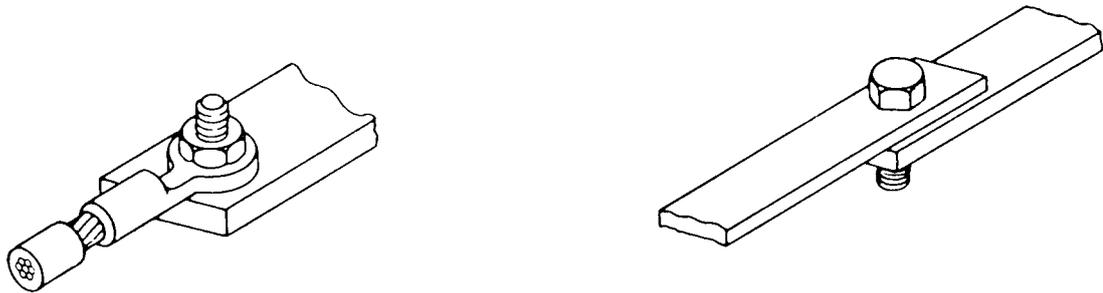
Laschenanschluss/-klemme

Anschluss/Klemme, bei dem/der der Leiter unter eine Klemmflasche durch zwei oder mehr Schrauben oder Muttern geklemmt wird.

Bild D.4 – Laschenanschlüsse/-klemmen

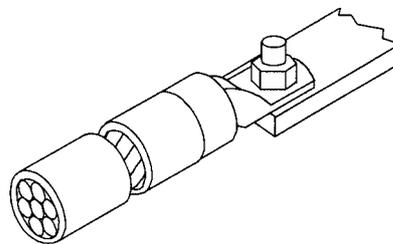


- A Federelement (Sicherungsmittel)
- B Kabelschuh oder Stromschiene
- E Feststehendes Teil
- F Gewindebolzen



Schraubenflachanschluss

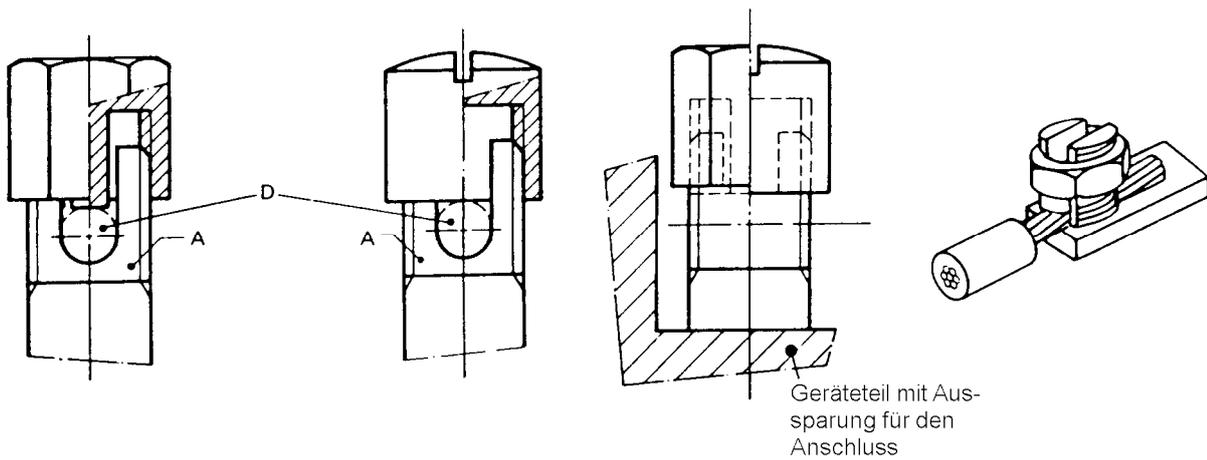
Schrauben- oder Bolzenanschluss für den Anschluss eines Kabelschuhs oder einer Stromschiene durch eine Schraube oder eine Mutter.



ANMERKUNG Beispiele für Abmessungen von Kabelschuhen sind in [Anhang P](#) wiedergegeben.

Bild D.5 – Schraubenflachanschlüsse

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011



- A Feststehendes Teil
- D Leiteranschlussraum

Mantelklemme

Eine Schraubklemme, bei der der Leiter an das untere Ende eines Schlitzes in einen Gewindebolzen geklemmt wird, und zwar mittels einer Mutter, durch eine entsprechend geformte Unterlegscheibe, durch einen Mittelstift, falls die Mutter eine Überwurfmutter ist, oder durch sonstige Mittel mit der gleichen Wirkung zur Übertragung des Drucks von der Mutter auf den im Schlitz befindlichen Leiter.

Bild D.6 – Mantelklemmen

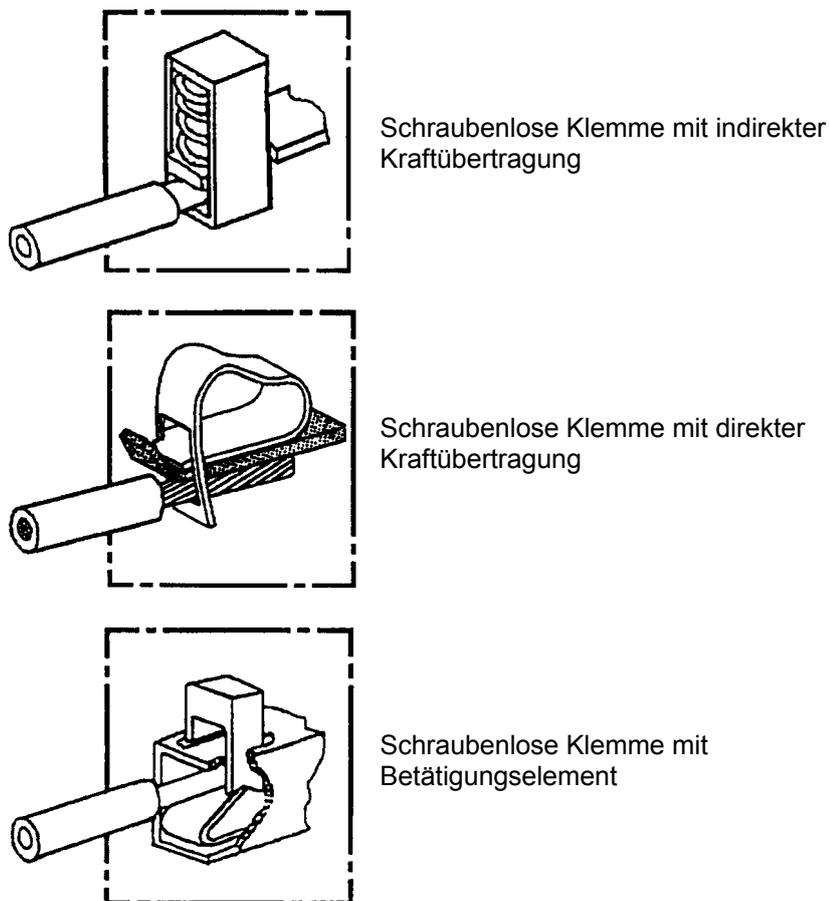


Bild D.7 – Schraubenlose Klemmen

Anhang E (informativ)

Beschreibung eines Verfahrens für die Einstellung des Lastkreises

Zur Einstellung des Lastkreises auf die vorstehend vorgeschriebenen kennzeichnenden Merkmale dürfen in der Praxis verschiedene Verfahren angewendet werden. Eines von diesen ist nachstehend beschrieben.

Das Prinzip ist in [Bild 8](#) dargestellt.

Die Frequenz f der Einschwingspannung und der Faktor γ sind im Wesentlichen durch die Eigenfrequenz und die Dämpfung des Lastkreises bestimmt. Da diese von der Speisespannung und -frequenz unabhängig sind, kann für die Einstellung der Lastkreis aus einer Hilfsstromquelle für Wechselspannung gespeist werden, deren Spannung und Frequenz von der Spannung und der Frequenz bei der Prüfung abweichen. Der Stromkreis wird bei Nulldurchgang des Stroms mit einer Diode unterbrochen; dabei werden die Schwingungen der wiederkehrenden Spannung auf dem Bildschirm eines Elektronenstrahloszilloskops beobachtet, dessen Zeitablenkung mit der Frequenz der Hilfsstromquelle synchronisiert ist (siehe [Bild E.1](#)).

Um zuverlässige Messergebnisse zu erhalten, wird der Lastkreis von einem Hochfrequenzgenerator G gespeist, der eine für die Diode geeignete Spannung liefert. Als Frequenz dieses Generators wählt man zweckmäßig:

- a) 2 kHz für Prüfströme bis 1 000 A;
- b) 4 kHz für Prüfströme über 1 000 A.

Mit dem Generator G werden in Reihe geschaltet:

- ein Vorwiderstand, dessen Widerstand R_a gegenüber dem Scheinwiderstand des Lastkreises groß ist ($R_a \geq 10 Z$; dabei ist $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ und $\omega = 2 \pi 2\,000 \text{ s}^{-1}$ oder $2 \pi 4\,000 \text{ s}^{-1}$ nach Fall a) bzw. Fall b));
- eine schnellsperrende Schaltdiode B; für diesen Zweck eignen sich Schaltdioden, wie sie gewöhnlich in Rechnern verwendet werden, z. B. diffundierte Siliziumschaltdioden für höchstens 1 A Bemessungsstrom.

Bei der Frequenz des Generators G ist der Lastkreis praktisch rein induktiv, so dass die an der Last liegende Spannung im Augenblick des Stromnulldurchgangs ihren Scheitelwert hat. Um sicherzustellen, dass die Elemente des Lastkreises richtig gewählt wurden, muss auf dem Bildschirm überprüft werden, ob der Verlauf der wiederkehrenden Spannung im Augenblick ihres Beginns (Punkt A in [Bild E.1](#)) eine praktisch horizontale Tangente besitzt.

Der tatsächliche Faktor γ ist das Verhältnis U_{11}/U_{12} . Auf dem Bildschirm wird U_{11} abgelesen, U_{12} wird zwischen der Ordinate des Punkts A und der Nulllinie abgelesen, wenn der Stromkreis nicht mehr vom Generator gespeist wird (siehe [Bild E.1](#)).

Beobachtet man die Einschwingspannung im Lastkreis ohne Parallelwiderstand R_p oder Parallelkondensator C_p , so ergibt sich auf dem Bildschirm die Eigenfrequenz des Lastkreises. Es ist darauf zu achten, dass die kapazitiven Widerstände des Oszilloskops und seiner Verbindungsleitungen die Eigenfrequenz des Lastkreises nicht beeinflussen.

Ist die gemessene Eigenfrequenz höher als die geforderte Frequenz f , so lassen sich die Frequenz und der Faktor γ durch Parallelschalten von Kondensatoren C_p und Widerständen R_p einstellen. Die Widerstände R_p müssen praktisch induktionsfrei sein.

Entsprechend der Lage des Erdungspunkts werden die folgenden zwei Verfahren zur Einstellung des Lastkreises empfohlen:

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

- a) Im Falle des geerdeten Sternpunkts der Last: Jede der drei Phasen des Lastkreises muss individuell nach Bild 8a eingestellt werden.
- b) Im Falle des geerdeten Sternpunkts der Einspeisung: Eine Phase muss in Reihe mit den zwei übrigen parallel liegenden Phasen nach Bild 8b geschaltet werden. Die Einstellung muss durch Anschließen der drei Phasen an den Hochfrequenzgenerator nacheinander in allen möglichen Kombinationen wiederholt werden.

ANMERKUNG 1 Eine höhere Frequenz des Generators G gestattet eine bequemere Beobachtung auf dem Bildschirm und verbessert die Auflösung.

ANMERKUNG 2 Auch andere Verfahren zur Bestimmung der Frequenz und des Faktors γ (z. B. Anstoß des Lastkreises mit einem rechteckförmigen Strom) dürfen angewendet werden.

ANMERKUNG 3 Zum Anschluss der Last in Sternschaltung kann dort entweder die R- oder die X-Seite der Last angeschlossen werden. Die Art der Schaltung oder das Kurzschließen der Last zum Erzeugen des Sternpunkts darf jedoch zwischen Einstellung und Prüfung nicht verändert werden. Begründung: Je nachdem, welche Seite der Last geerdet ist, erhält man unterschiedliche Oszillatorfrequenzen.

ANMERKUNG 4 Es ist zu beachten, dass die Ableitkapazität des Hochfrequenz-Generators gegen Erde keinen Einfluss auf die natürliche Einschwingfrequenz des Lastkreises hat.

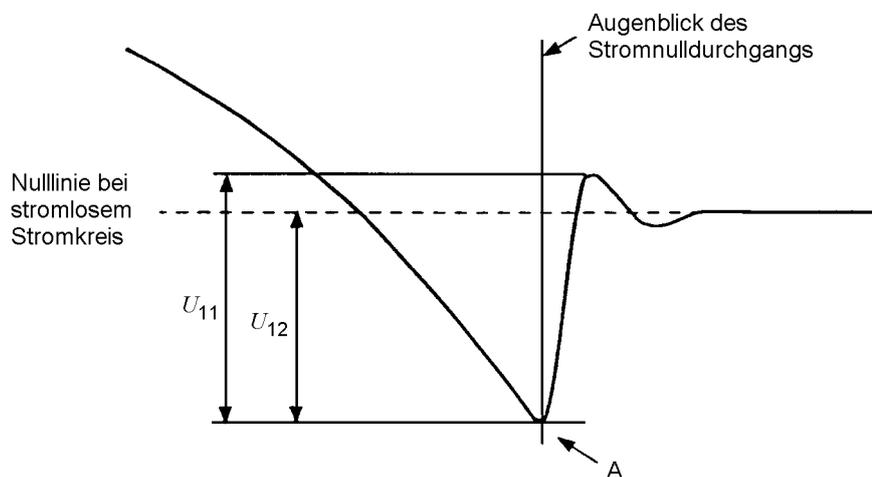


Bild E.1 – Bestimmung des tatsächlichen Faktors γ

Anhang F (informativ)

Bestimmung des Leistungsfaktors oder der Zeitkonstante des Kurzschlussstromkreises

Es gibt kein Verfahren zur genauen Bestimmung des Leistungsfaktors oder der Zeitkonstante des Kurzschlussstromkreises. Es wird im Sinne dieser Norm empfohlen, den Leistungsfaktor oder die Zeitkonstante des Prüfkreises nach einem der folgenden Verfahren zu ermitteln.

F.1 Bestimmung des Leistungsfaktors des Kurzschlussstromkreises

Verfahren I: Bestimmung aus der Gleichstromkomponente

Der Winkel φ darf aus dem Verlauf der Gleichstromkomponente der unsymmetrischen Stromwelle zwischen dem Augenblick des Kurzschlusses und dem Augenblick der Kontakttrennung wie folgt festgelegt werden:

- 1) Bestimmung der Zeitkonstanten L/R aus der Formel für die Gleichstromkomponente

Die Formel für die Gleichstromkomponente lautet:

$$i_d = I_{do} e^{-Rt/L}$$

Dabei ist

i_d die Größe der Gleichstromkomponente im Zeitpunkt t ;

I_{do} die Größe der Gleichstromkomponente in dem Augenblick, der als Ausgangszeitpunkt genommen wird;

L/R die Zeitkonstante des Stromkreises in Sekunden;

t die Zeit in Sekunden, gemessen vom Ausgangszeitpunkt;

e die Basis der natürlichen Logarithmen.

Die Zeitkonstante L/R lässt sich wie folgt ermitteln:

- a) Die Größe von I_{do} wird im Augenblick des Kurzschlusses und die Größe von i_d zu einem anderen Zeitpunkt t vor der Kontakttrennung gemessen.
- b) $e^{-Rt/L}$ wird aus dem Verhältnis i_d/I_{do} bestimmt.
- c) Aus einer Tabelle für e^{-X} wird der Wert für $-X$ entnommen, der dem Verhältnis i_d/I_{do} entspricht.

Der Wert X entspricht dann Rt/L , woraus R/L ermittelt werden kann.

- 2) Bestimmung des Winkels φ aus:

$$\varphi = \arctan \frac{\omega L}{R}$$

Dabei ist

$\omega = 2 \pi$ multipliziert mit der aktuellen Frequenz.

Dieses Verfahren sollte bei Messung der Ströme über Stromwandler nicht angewendet werden, es sei denn, folgende Fehlereinflüsse der Stromwandler können vernachlässigt werden:

- die Zeitkonstante des Wandlers und seiner Bürde, bezogen auf den Primärstromkreis;
- die magnetische Sättigung, die sich aus dem Einschwingvorgang des magnetischen Flusses in Verbindung mit einer möglichen Remanenz ergibt.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Verfahren II: Bestimmung mit einem Hilfsgenerator/einer Hilfsstromquelle

Bei einem auf der Welle des Prüfgenerators angeordneten Hilfsgenerator darf die Phasenlage der Spannung des Hilfsgenerators auf dem Oszillogramm erst mit der Spannung des Prüfgenerators und dann mit dem Strom des Prüfgenerators verglichen werden.

Die Differenz der Phasenwinkel zwischen der Spannung des Hilfsgenerators und der des Hauptgenerators einerseits sowie der Spannung des Hilfsgenerators und dem Strom des Prüfgenerators andererseits ergibt den Phasenwinkel zwischen Spannung und dem Strom des Prüfgenerators, aus dem der Leistungsfaktor bestimmt werden kann.

F.2 Bestimmung der Zeitkonstante (Verfahren mit Oszillograph)

Die Zeitkonstante ist durch den Wert der Abszisse gegeben, die sich bei $0,632 A_2$ der ansteigenden Kurve des Einstellozillogramms des Prüfkreises ergibt (siehe [Bild 14](#)).

Anhang G (informativ)

Messung von Kriech- und Luftstrecken

G.1 Grundregeln

Die Breite x der Nuten in den Beispielen 1 bis 11 gilt generell für alle Beispiele mit folgender Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad:

Verschmutzungsgrad	Kleinste Breite x von Nuten mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5
4	2,5

Für Kriechstrecken über die feste und die bewegliche Isolierung beweglicher Kontaktträger wird über isolierte bewegliche Teile, die sich relativ zueinander bewegen, kein Mindestwert des Abstands x gefordert (siehe [Bild G.2](#)).

Wenn die zugehörige Luftstrecke kleiner als 3 mm ist, darf die kleinste Breite x auf 1/3 dieser Luftstrecke reduziert werden.

Die Regeln für die Messung der Kriech- und Luftstrecken sind in den folgenden Beispielen 1 bis 11 angegeben. Diese Beispiele unterscheiden nicht zwischen Spalten und Nuten oder zwischen den Arten der Isolation.

Weiterhin gilt:

- Jede Ecke gilt mit einem Isolierstück von x mm Breite als überbrückt, das in der ungünstigsten Stellung angebracht ist (siehe Beispiel 3).
- Ist die obere Breite der Nut x mm oder mehr, folgt die Kriechstrecke den Konturen der Nut (siehe Beispiel 2).
- Luft- und Kriechstrecken zwischen sich relativ zueinander bewegenden Teilen werden in der Lage gemessen, in der sie den geringsten Abstand haben.

G.2 Anwendung von Rippen

Wegen ihres Einflusses auf die Verschmutzung und ihres guten Einflusses auf die Trocknung vermindern Rippen das Entstehen von Kriechströmen erheblich. Kriechstrecken können deshalb auf das 0,8fache des geforderten Werts reduziert werden, sofern die kleinste Höhe der Rippen 2 mm beträgt.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011

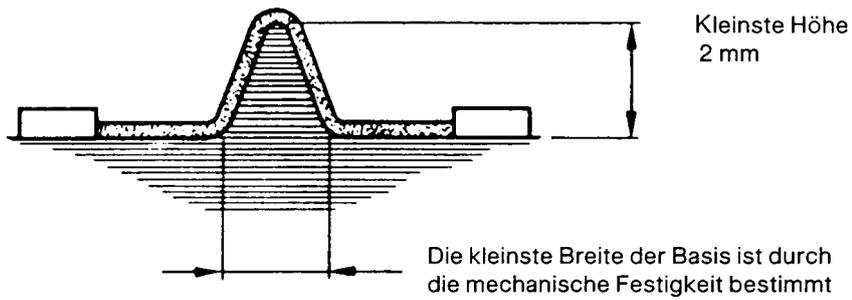


Bild G.1 – Messung von Rippen

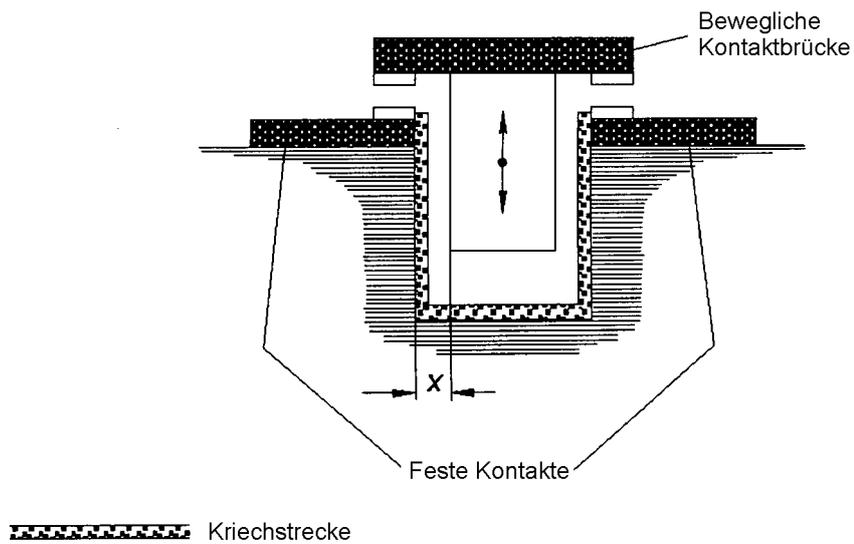
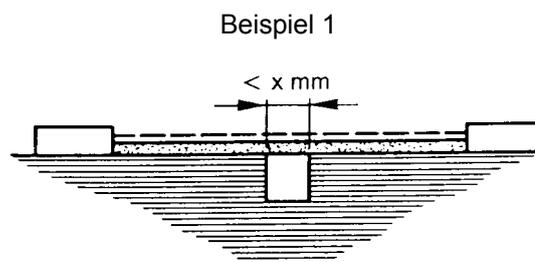


Bild G.2 – Kriechstrecken über die feste und die bewegliche Isolierung von Kontaktträgern

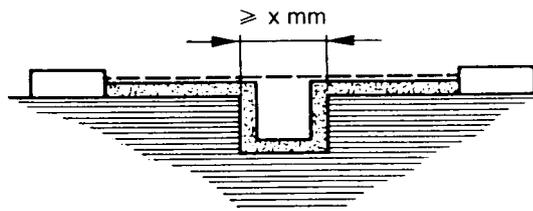


Bedingung: Diese Kriechstrecke schließt die Nut mit parallelen oder schrägen Seiten beliebiger Tiefe mit einer Breite kleiner als x mm ein.

Regel: Luft- und Kriechstrecken werden direkt, wie gezeigt, über die Nut gemessen.

--- Luftstrecke Kriechstrecke

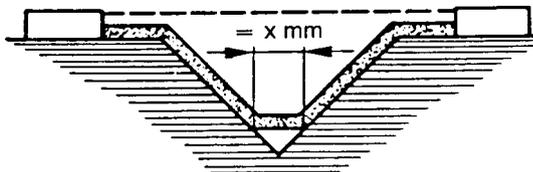
Beispiel 2



Bedingung: Diese Kriechstrecke schließt eine Nut mit parallelen Seiten beliebiger Tiefe und einer Breite von gleich oder größer x mm ein.

Regel: Die Luftstrecke ist der kürzeste Abstand. Die Kriechstrecke folgt den Konturen der Nut.

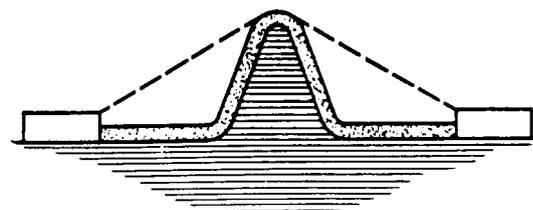
Beispiel 3



Bedingung: Diese Kriechstrecke schließt eine V-förmige Nut mit einer Breite größer als x mm ein.

Regel: Die Luftstrecke ist der kürzeste Abstand. Die Kriechstrecke folgt der Kontur der Nut, aber der Boden der Nut wird mit x mm Länge angenommen.

Beispiel 4



Bedingung: Diese Kriechstrecke schließt eine Rippe ein.

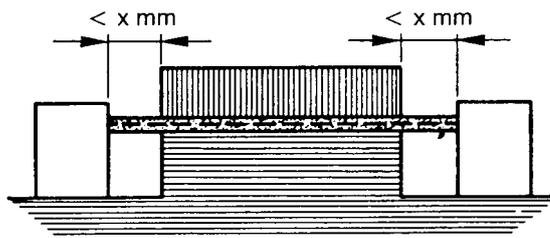
Regel: Die Luftstrecke ist der kürzeste Luftweg über die Spitze der Rippe. Die Kriechstrecke folgt der Kontur der Rippe.

----- Luftstrecke

 Kriechstrecke

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

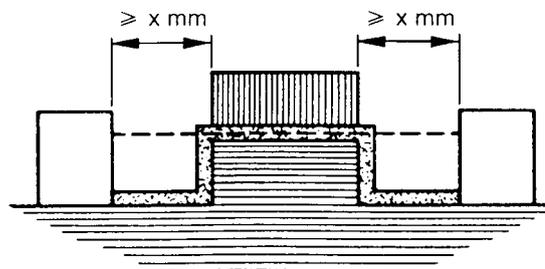
Beispiel 5



Bedingung: Diese Kriechstrecke schließt eine unverklebte Fuge mit Nuten kleiner als $x \text{ mm}$ Breite auf jeder Seite ein.

Regel: Die Luft- und Kriechstrecken sind der kürzeste Abstand.

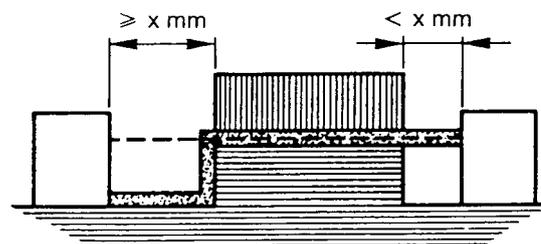
Beispiel 6



Bedingung: Diese Kriechstrecke schließt eine unverklebte Fuge mit Nuten größer oder gleich $x \text{ mm}$ Breite auf jeder Seite ein.

Regel: Die Luftstrecke ist der kürzeste Abstand. Die Kriechstrecke folgt der Kontur der Nut.

Beispiel 7



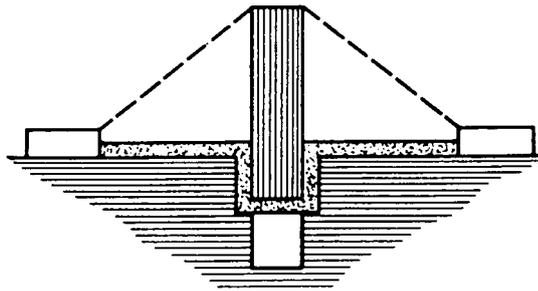
Bedingung: Diese Kriechstrecke schließt eine unverklebte Fuge mit einer Nut kleiner als $x \text{ mm}$ Breite auf der einen Seite und einer Nut größer als $x \text{ mm}$ Breite auf der anderen Seite ein.

Regel: Der Verlauf der Luft- und Kriechstrecken ist wie dargestellt.

--- Luftstrecke

 Kriechstrecke

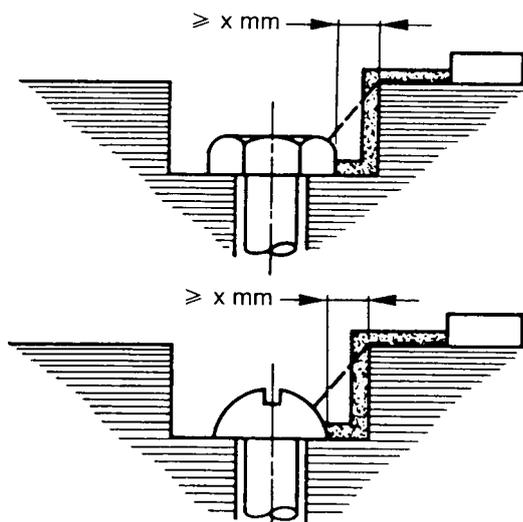
Beispiel 8



Bedingung: Die Kriechstrecke über die unverklebte Rippe in einer Nut ist geringer als die Kriechstrecke über die Rippe.

Regel: Die Luftstrecke ist der kürzeste Luftweg über die Spitze der Rippe.

Beispiel 9



Bedingung: Der Abstand des Schraubenkopfs von den Wänden der Vertiefung ist groß genug, um berücksichtigt zu werden.

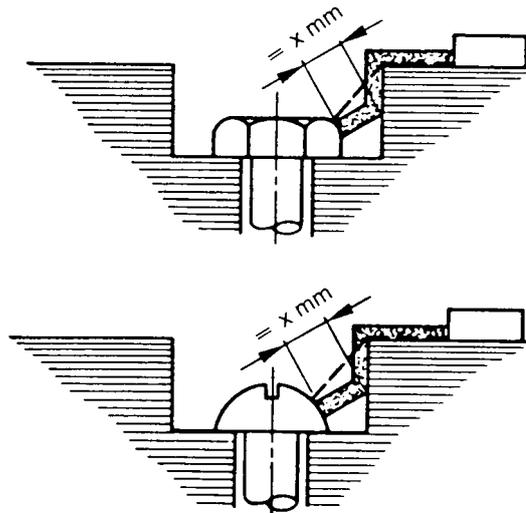
Regel: Der Verlauf der Luft- und Kriechstrecken ist wie dargestellt.

----- Luftstrecke

██████████ Kriechstrecke

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

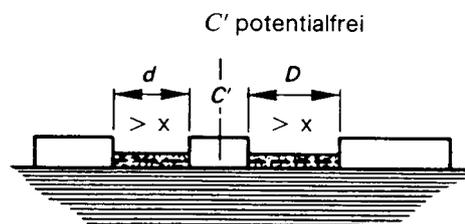
Beispiel 10



Bedingung: Der Abstand des Schraubenkopfs von den Wänden der Vertiefung ist zu klein, um berücksichtigt zu werden.

Regel: Die Messung der Kriechstrecke erfolgt, wenn der Abstand des Schraubenkopfs zur Wand x mm ist.

Beispiel 11



Die Luftstrecke ist $d + D$

Die Kriechstrecke ist ebenfalls $d + D$

--- Luftstrecke

 Kriechstrecke

Anhang H (informativ)

Zusammenhang zwischen der Nennspannung des Versorgungssystems und der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit von Geräten

Einleitung

Dieser Anhang gibt die erforderlichen Informationen zur Auswahl von Geräten für die Verwendung in elektrischen Systemen oder Teilen davon.

[Tabelle H.1](#) bietet Beispiele für die Beziehung zwischen der Nennspannung des Systems und der zugehörigen Bemessungsstoßspannungsfestigkeit des Geräts.

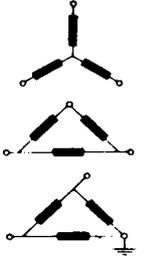
Die in der [Tabelle H.1](#) angegebenen Bemessungsstoßspannungsfestigkeiten basieren auf den kennzeichnenden Verhaltensmerkmalen der Überspannungsableiter.

Es sollte beachtet werden, dass die Begrenzung von Überspannungen unter Bezug auf die Werte der [Tabelle H.1](#) auch durch Bedingungen im System erreicht werden kann wie das Vorhandensein geeigneter Impedanzen oder Leitungslängen.

In den Fällen, in denen die Begrenzung der Überspannungen durch andere Mittel als Überspannungsableiter erreicht wird, wird ein Leitfaden für den Zusammenhang zwischen der Netzspannung und der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit des Geräts in IEC 60364-4-443 gegeben.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle H.1 – Zusammenhang zwischen Nennspannung des Versorgungssystems und Bemessungsstoßspannungsfestigkeit des Geräts bei Schutz durch Überspannungsableiter nach IEC 60099-1

Größte Bemessungsbetriebsspannung gegen Erde	Nennspannung des Systems (≤ Bemessungsisolationsspannung des Geräts)				Vorzugswerte der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (1,2/50 μs) bei 2 000 m über NN			
					Überspannungskategorie			
					IV	III	II	I
Effektivwert Wechselspannung oder Gleichspannung V	Effektivwert Wechselspannung V	Effektivwert Wechselspannung V	Effektivwert Wechselspannung oder Gleichspannung V	Effektivwert Wechselspannung oder Gleichspannung V	Versorgungssystemniveau (Einspeisung)	Verteilungssystemniveau	Lastniveau (Installationsbereich)	Besonders geschütztes Niveau
50	–	–	12,5, 24, 25, 30, 42, 48	60–30	1,5	0,8	0,5	0,33
100	66/115	66	60	–	2,5	1,5	0,8	0,5
150	120/208 127/220	115, 120, 127	110, 120	220–110 240–120	4	2,5	1,5	0,8
300	220/380 230/400 240/415 260/440 277/480	220, 230, 240, 260, 277	220	440–220	6	4	2,5	1,5
600	347/600 380/660 400/690 415/720 480/830	347, 380, 400, 415, 440, 480, 500, 577, 600	480	960–480	8	6	4	2,5
1000	–	660, 690, 720, 830, 1000	1000	–	12	8	6	4

Anhang J (informativ)

Punkte, die Vereinbarungen zwischen Hersteller und Anwender beinhalten

ANMERKUNG Im Sinne dieses Anhangs bedeuten:

- „Vereinbarung“ wird in sehr weitem Sinne verwendet;
- „Anwender“ schließt Prüfstellen ein.

Unterabschnitt dieser Norm	Punkt
2.6.4	Sonderprüfung
6.1	Siehe Anhang B bezüglich nicht genormter Betriebsbedingungen.
6.1.1	Geräte für den Einsatz bei höheren oder niedrigeren Umgebungstemperaturen in dem Bereich von -5 °C bis $+40\text{ °C}$. Siehe Anmerkung.
6.1.2	Geräte für den Einsatz in Höhen über 2 000 m über NN. Siehe Anmerkung.
6.2	Transport und Lagerbedingungen, wenn sie von den in diesem Unterabschnitt festgelegten abweichen
7.2.1.2	Grenzwerte der Betätigung bei verklinkten Geräten
7.2.2.1 (Tabelle 2)	Betriebsmäßige Verwendung von Leitern mit deutlich kleinerem Querschnitt als in den Tabellen 9 und 10 angegeben
7.2.2.2 (Tabelle 3)	Angaben des Herstellers über Erwärmungswerte von Widerständen für Gehäuse
7.2.2.6	Betätigungsbedingungen von zeitweilig betätigten Spulen (sind vom Hersteller festzulegen)
7.2.2.8	Nachweis, dass der Isolierstoff mit den Anforderungen der IEC 60085 und/oder der IEC 60216 übereinstimmt (ist vom Hersteller nachzuweisen)
8.1.1	Sonderprüfungen
8.1.4	Stichprobenprüfungen
8.2.4.3	Biegeprüfung von flachen Kupferleitern
8.3.2.1	Anhebung des Schärfegrads zur Erleichterung der Prüfdurchführung. Das kleinste Gehäuse für zu prüfende Geräte, die in mehrere Gehäusearten oder -größen eingebaut werden.
8.3.2.2.2	Härtere Prüfbedingungen (mit Einverständnis des Herstellers). Verwendung von Geräten, die bei 50 Hz geprüft wurden, für 60 Hz (oder umgekehrt). Siehe Anmerkung 2 von Tabelle 8 .
8.3.2.2.3	Überschreiten des oberen Grenzwerts der netzfrequenten wiederkehrenden Spannung (mit Einverständnis des Herstellers). Siehe Anmerkung 3.
8.3.3.3.4 Erwärmungsprüfung des Hauptstromkreises	Prüfung von Gleichspannungsgeräten mit Wechselspannung (mit Einverständnis des Herstellers) Prüfung mehrpoliger Geräte mit Einphasenstrom Prüfaufbau bei Prüfströmen über 3 150 A Verwendung von Leitern mit kleinerem Querschnitt als in Tabellen 9 , 10 und 11 festgelegt (mit Einverständnis des Herstellers). Siehe Anmerkung 2 zu den Tabellen 9 , 10 und 11 .
8.3.3.4.1	Isolationsprüfungen mit netzfrequenter Spannung oder Gleichspannung (mit Einverständnis des Herstellers)
8.3.3.5.2 (Anmerkung 3) 8.3.4.1.2 (Anmerkung 3)	Bedingungen für die Anerkennung eines unbeeinflussten Fehlerstroms $< 1\,500\text{ A}$ (mit Einverständnis des Herstellers) b) Parallelschaltung von Widerständen mit anderen Werten als in b) festgelegt, zu Luftdrosseln im Prüfkreis für die Kurzschlussprüfung c) Schaltbild des Prüfkreises für die Kurzschlussprüfung, wenn er von denen der Bilder 9 , 10 , 11 oder 12 abweicht
8.3.4.3	Höhere Prüfströme für I_{cw} Nachweis der Fähigkeit, I_{cw} bei Wechselstrom zu führen, bei Gleichspannungsgeräten

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Anhang K

Bleibt frei

Anhang L (normativ)

Anschlusskennzeichnung und Kennziffer

L.1 Allgemeines

Der Zweck der Anschluss-Identifizierung von Schaltgeräten besteht darin, Informationen zu liefern, und zwar im Hinblick auf die Funktion jedes Anschlusses oder seine Anordnung mit Bezug auf andere Anschlüsse oder für eine andere Verwendung.

Die Anschlusskennzeichnung gilt für Schaltgeräte, so wie sie vom Hersteller geliefert werden, und sie muss unzweideutig sein, das bedeutet, dass jede Kennzeichnung nur einmal vorhanden sein darf. Jedoch dürfen zwei Anschlüsse, die konstruktionsgemäß miteinander verbunden sind, dieselbe Kennzeichnung haben.

Die Kennzeichnung unterschiedlicher Anschlüsse eines Stromkreiselements muss anzeigen, dass sie sich in demselben Strompfad befinden.

Die Kennzeichnung der Anschlüsse einer Impedanz muss stets alphanumerisch erfolgen und einen oder zwei Buchstaben enthalten, die die Funktion anzeigen, gefolgt von einer Zahl. Die Buchstaben dürfen nur Antiqua-Großbuchstaben sein, und die Zahlen müssen aus arabischen Ziffern bestehen.

Bei Anschlüssen von Kontaktelementen wird ein Anschluss mit einer ungeraden Zahl gekennzeichnet, die übrigen Anschlüsse desselben Kontaktelements werden mit der nächsthöheren geraden Zahl gekennzeichnet.

Wenn Eingangs- und Ausgangs-Anschlüsse eines Elements speziell als solche zu kennzeichnen sind, dann muss die niedrigere Zahl für den Eingang gewählt werden (demzufolge Eingang 11 und Ausgang 12, Eingang A1 und Ausgang A2).

ANMERKUNG 1 Die in den folgenden Abschnitten L.2 und L.3 behandelten Geräte sind in Übereinstimmung mit IEC 60617-7 auch mit Bildzeichen dargestellt. Das ist jedoch so zu verstehen, dass diese Bildzeichen nicht für die Anschlusskennzeichnung des Geräts vorgesehen sind.

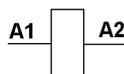
ANMERKUNG 2 Mit der in den Darstellungen gezeigten Lage der Anschlüsse ist nicht beabsichtigt, Informationen zur aktuellen Lage der Anschlüsse auf dem Gerät selbst zu übermitteln.

Bei Niederspannungsschaltgeräten, die nicht durch die folgenden Abschnitte und Beispiele abgedeckt sind, darf der Hersteller eine geeignete Anschlusskennzeichnung auswählen, die den Prinzipien dieses Abschnitts folgt.

L.2 Anschlusskennzeichnung bei Impedanzen (alphanumerisch)

L.2.1 Spulen

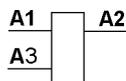
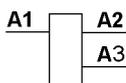
L.2.1.1 Die beiden Anschlüsse einer Spule für einen elektromagnetisch betätigten Antrieb müssen mit A1 und A2 gekennzeichnet sein.



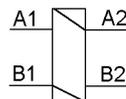
L.2.1.2 Bei einer Spule mit Anzapfungen sind die Anschlüsse der Anzapfungen in fortlaufender Reihenfolge zu kennzeichnen, d. h. A3, A4 usw.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

BEISPIELE:



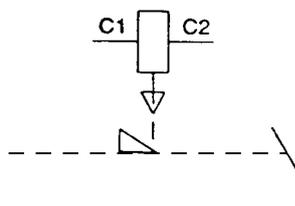
L.2.1.3 Bei einer Spule mit zwei Wicklungen müssen die Anschlüsse der ersten Wicklung mit A1, A2 und die der zweiten Wicklung mit B1, B2 gekennzeichnet sein.



L.2.2 Elektromagnetische Auslöser

L.2.2.1 Nebenschlussauslöser

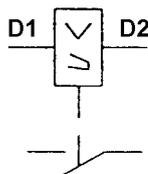
Die beiden Anschlüsse eines Nebenschlussauslösers müssen mit C1 und C2 gekennzeichnet sein.



ANMERKUNG Bei einem Gerät mit zwei Nebenschlussauslösern (zum Beispiel mit unterschiedlichen Bemessungsdaten) sollte der Anschluss des zweiten Auslösers vorzugsweise mit C3 und C4 gekennzeichnet sein.

L.2.2.2 Unterspannungsauslöser

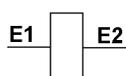
Die beiden Anschlüsse einer Spule, die ausschließlich zur Verwendung als Unterspannungsauslöser vorgesehen ist, müssen mit D1 und D2 gekennzeichnet sein.



ANMERKUNG Bei einem Gerät mit zwei Unterspannungsauslösern (zum Beispiel mit unterschiedlichen Bemessungsdaten) sollte der Anschluss des zweiten Auslösers vorzugsweise mit D3 und D4 gekennzeichnet sein.

L.2.3 Elektromagnetische Verriegelung

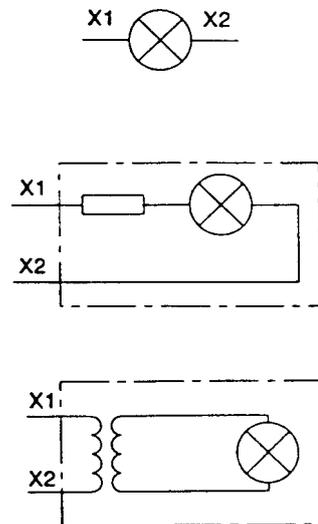
Die beiden Anschlüsse einer elektromagnetischen Verriegelung müssen mit E1 und E2 gekennzeichnet sein.



L.2.4 Leuchtmeldeeinrichtungen

Die beiden Anschlüsse einer Leuchtmeldeeinrichtung müssen mit X1 und X2 gekennzeichnet sein.

BEISPIELE:



ANMERKUNG Die Benennung „Leuchtmeldeeinrichtung“ umfasst auch einen eingebauten Widerstand oder Transformator.

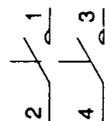
L.3 Anschlusskennzeichnung von Kontaktelementen für Schaltgeräte mit zwei Stellungen (numerisch)

L.3.1 Kontaktelemente für Hauptstromkreise (Hauptkontaktelemente)

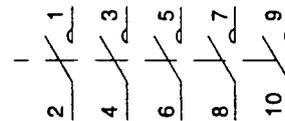
Die Anschlüsse der Hauptschalt Elemente sind mit einzelnen Zahlen gekennzeichnet.

Jeder mit einer ungeraden Zahl gekennzeichnete Anschluss ist dem Anschluss mit der folgenden geraden Zahl zugeordnet.

BEISPIELE:



Zwei Hauptkomponenten



Fünf Hauptkomponenten

Wenn ein Schaltgerät mehr als fünf Hauptkontaktelemente hat, muss die alphanumerische Kennzeichnung nach IEC 60445 gewählt werden.

L.3.2 Kontaktelemente für Hilfsstromkreise (Hilfskontaktelemente)

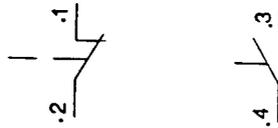
Die Anschlüsse von Hilfskontaktelementen sind mit zweistelligen Zahlen gekennzeichnet:

- die Einerziffer ist eine Funktionsziffer;
- die Zehnerziffer ist eine Folgeziffer.

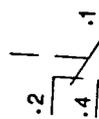
DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

L.3.2.1 Funktionsziffer

L.3.2.1.1 Die Funktionsziffern 1 und 2 sind Öffner-Kontaktelementen und die Funktionsziffern 3 und 4 sind Schließer-Kontaktelementen zugeordnet (Öffner-Kontaktelement, Schließer-Kontaktelement, so wie in der IEC 60050(441) definiert).



Die Anschlüsse von Wechsler-Kontaktelementen sind mit den Funktionsziffern 1, 2 und 4 gekennzeichnet.



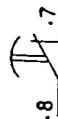
L.3.2.1.2 Hilfskontaktelemente mit speziellen Funktionen, wie zeitverzögerte Hilfskontaktelemente, sind mit den Funktionsziffern 5 und 6 für Öffner-Kontaktelemente bzw. mit 7 und 8 für Schließer-Kontaktelemente gekennzeichnet.

BEISPIELE:

Beim Schließen verzögerter Öffner



Beim Schließen verzögerter Schließer



Die Anschlüsse von Wechsler-Kontaktelementen mit speziellen Funktionen sind mit den Funktionsziffern 5, 6 und 8 gekennzeichnet.

BEISPIEL:

In beiden Richtungen verzögerter Wechsler

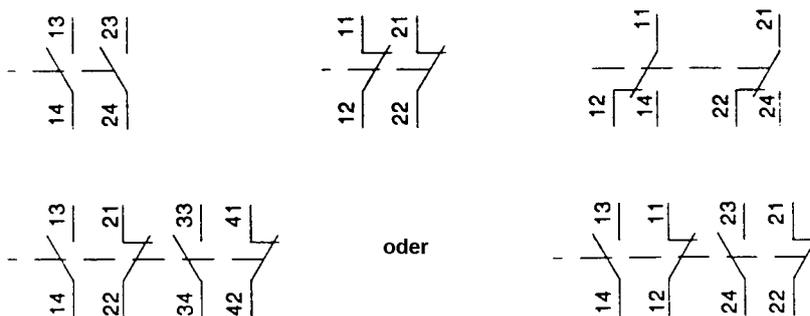


L.3.2.2 Folgeziffer

Alle Anschlüsse, die zu denselben Kontaktelementen gehören, sind mit denselben Folgeziffern gekennzeichnet.

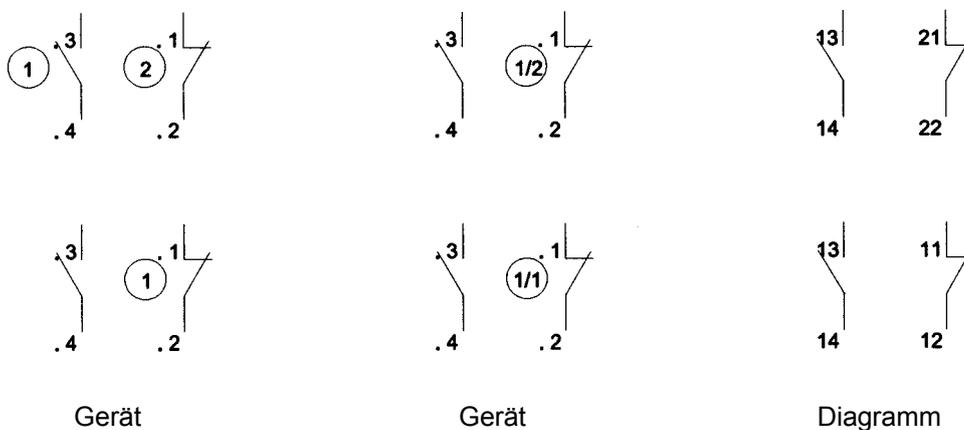
Alle Kontaktelemente, die die gleiche Funktion haben, müssen unterschiedliche Folgeziffern haben.

BEISPIELE:



L.3.2.2.2 Die Folgeziffer darf nur dann bei den Anschlüssen weggelassen werden, wenn zusätzliche Informationen, die vom Hersteller oder Betreiber zu liefern sind, eindeutig eine solche Ziffer enthalten.

BEISPIELE:

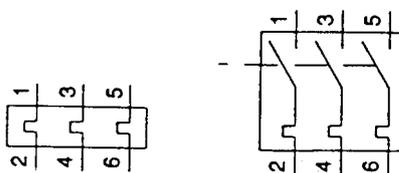


ANMERKUNG Die in den Beispielen von L.3.2 dargestellten Punkte wurden nur verwendet, um die Beziehung zu verdeutlichen, sie brauchen in der Praxis nicht angewendet zu werden.

L.4 Anschlusskennzeichnung von Überlastschutzeinrichtungen

Die Anschlüsse von Hauptstromkreisen einer Überlastschutzeinrichtung sind in der gleichen Weise gekennzeichnet wie die Anschlüsse von Haupt-Schaltelementen.

BEISPIELE:

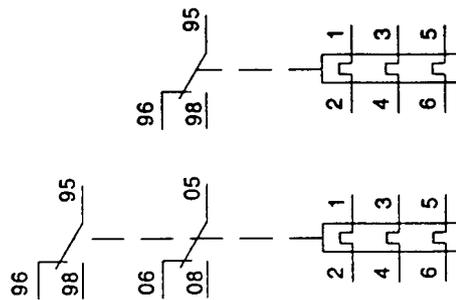


Die Anschlüsse eines Hilfskontaktelements einer Überlastschutzeinrichtung sind in der gleichen Weise gekennzeichnet wie die Anschlüsse eines speziellen Kontaktelements (siehe [L.3.2.1.2](#)), aber mit der Folgeziffer 9.

Wenn eine zweite Folgeziffer erforderlich ist, sollte es die Ziffer 0 sein.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

BEISPIELE:

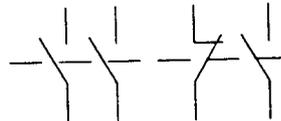


L.5 Kennziffer

Einem Gerät mit einer feststehenden Anzahl von Schließer-Kontaktelementen und Öffner-Kontaktelementen kann eine zweistellige Kennziffer zugeordnet werden.

Die erste Ziffer gibt die Anzahl der Schließer-Kontaktelemente und die zweite Ziffer die Anzahl der Öffner-Kontaktelemente an.

Kennziffer 31



L.6 Anschlusskennzeichnung von externen angeschlossenen elektronischen Schaltkreiskomponenten, Kontakten und kompletten Geräten

L.6.1 Anschlusskennzeichnung von externen angeschlossenen elektronischen Schaltkreiskomponenten und Kontakten

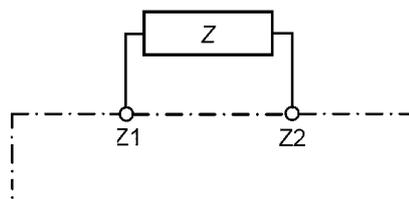
L.6.1.1 Allgemeines

Anschlüsse von externen angeschlossenen elektronischen Schaltkreiskomponenten und Kontakten müssen mit folgender Zahlen- und Buchstabenmethodik gekennzeichnet werden.

L.6.1.2 Anschlusskennzeichnung von externen angeschlossenen Impedanzen

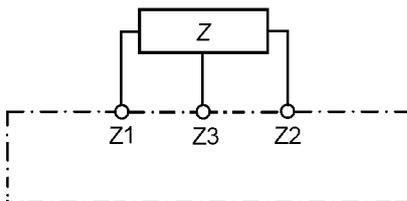
L.6.1.2.1 Die zwei Anschlussklemmen einer externen angeschlossenen Impedanz Z muss mit $Z1$ und $Z2$ gekennzeichnet werden.

BEISPIEL



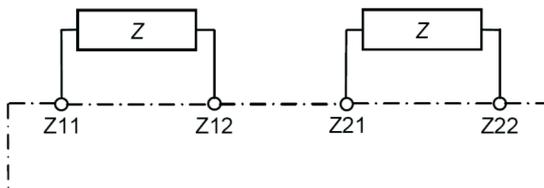
L.6.1.2.2 Bei einer Impedanz Z mit Anzapfungen müssen die Anschlussklemmen für die Anzapfungen in der aufsteigenden Reihenfolge $Z3$, $Z4$ usw. gekennzeichnet werden.

BEISPIEL



L.6.1.2.3 Falls mehrere Impedanzen vorhanden sind, müssen die Anschlussklemmen mit einem Z und einer zweiziffrigen Nummer gekennzeichnet werden, wobei die erste Ziffer fortlaufend ist.

BEISPIEL

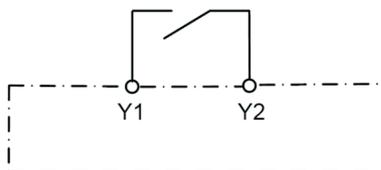


L.6.1.2.4 Bei der speziellen Anwendung auf ein Steuergerät in Verbindung von einem Temperaturschutz durch in elektrische Maschinen eingebaute Termistoren sind die Kennzeichnungsregeln T1, T2, ... oder 1T1, 2T2, ... und 2T1, 2T2, ... in der IEC 60947-8 beschrieben.

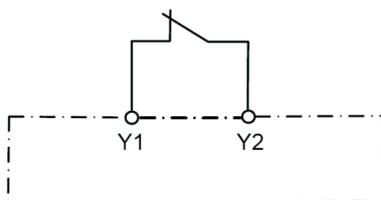
L.6.1.3 Anschlusskennzeichnung von externen angeschlossenen Kontakten

L.6.1.3.1 Die zwei Anschlussklemmen eines extern angeschlossenen Schließer- oder Öffnerkontakts oder einer Gruppe von Kontakten müssen mit Y1 und Y2 gekennzeichnet sein.

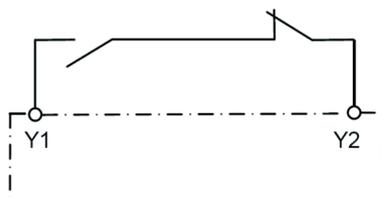
BEISPIEL 1



BEISPIEL 2

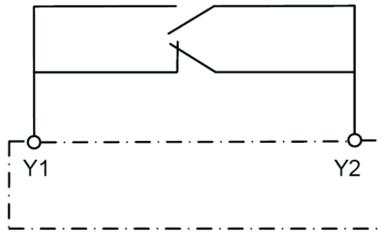


BEISPIEL 3

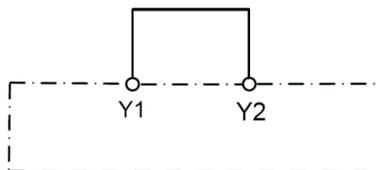
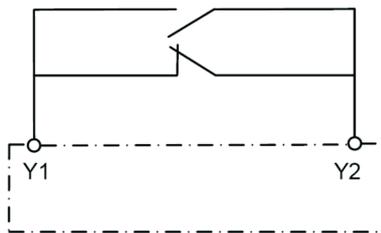


DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

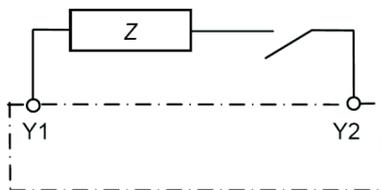
BEISPIEL 4



BEISPIEL 5



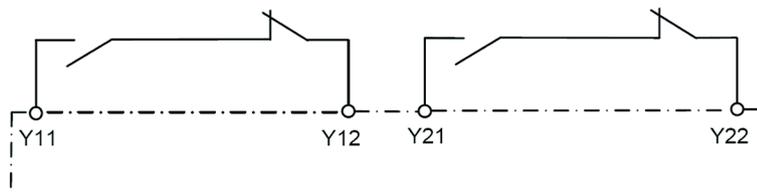
ANMERKUNG 1 Eine Brücke zwischen zwei Anschlussklemmen wird als dauernd geschlossener Kontakt betrachtet, und die zugeordneten Anschlussklemmen sind mit Y1 und Y2 zu kennzeichnen.



ANMERKUNG 2 Bei externen Schaltkreisen, die eine Verbindung von Impedanz(en) und Kontakt(en) darstellen, sind die Anschlussklemmen mit Y1 und Y2 zu kennzeichnen.

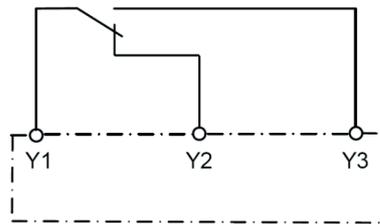
L.6.1.3.2 Falls mehrere Kontakte oder eine Gruppe von Kontakten vorhanden sind, müssen die Anschlussklemmen mit einem Y und einer zweiziffrigen Nummer gekennzeichnet werden, wobei die erste Ziffer fortlaufend ist.

BEISPIEL

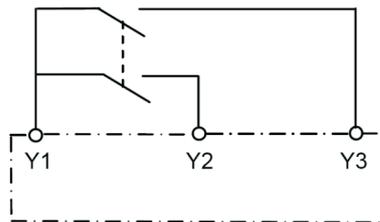


L.6.1.3.3 Die drei Anschlussklemmen, die notwendig sind für den Anschluss von mehreren Kontakten, die gleichzeitig betätigt werden, (z. B. ein Wechsler), sind mit Y1, Y2 und Y3 zu kennzeichnen, wobei Y1 der gemeinsame Anschluss ist.

BEISPIEL 1



BEISPIEL 2



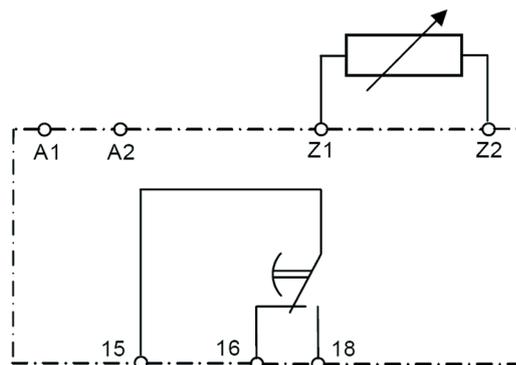
L.6.2 Kennzeichnung von Anschlussklemmen von kompletten externen Geräten

Um den Zusammenhang mit den allgemeinen Regeln zu zeigen, werden im Folgenden vier Beispiele für die Anschlusskennzeichnung eines kompletten externen Geräts gezeigt.

BEISPIEL 1

Schaltgerät, das Folgendes beinhaltet:

- zwei Versorgungsanschlussklemmen A1 und A2 für den Steuerkreis,
- zwei Anschlussklemmen Z1 und Z2 für einen extern angeschlossenen veränderlichen Widerstand und
- drei Anschlussklemmen 15, 16 und 18 für einen internen verzögerten Wechsler.

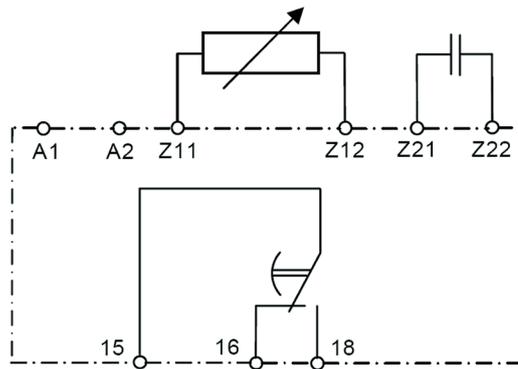


BEISPIEL 2

Schaltgerät, das Folgendes beinhaltet:

- zwei Versorgungsanschlussklemmen A1 und A2 für den Steuerkreis,
- vier Anschlussklemmen für zwei extern angeschlossene Impedanzen (Z11 und Z12 für einen veränderlichen Widerstand und Z21 und Z22 für einen Kondensator) und
- drei Anschlussklemmen 15, 16 und 18 für einen internen verzögerten Wechsler.

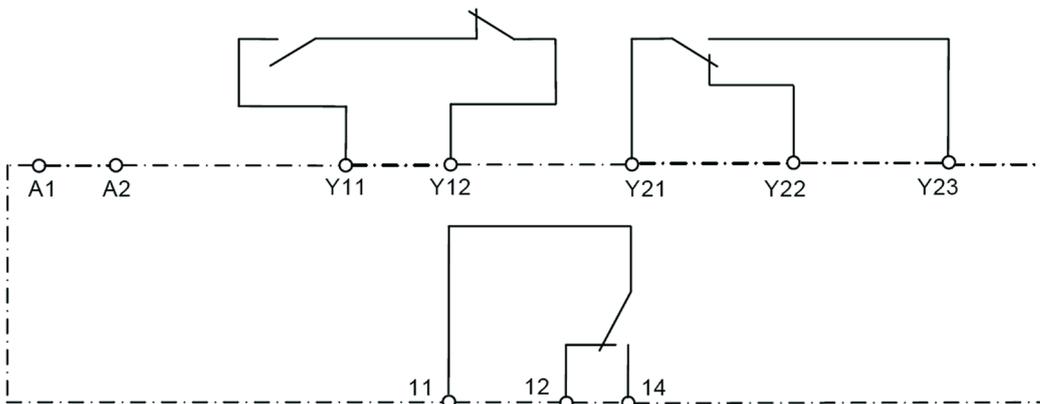
DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011



BEISPIEL 3

Schaltgerät, das Folgendes beinhaltet:

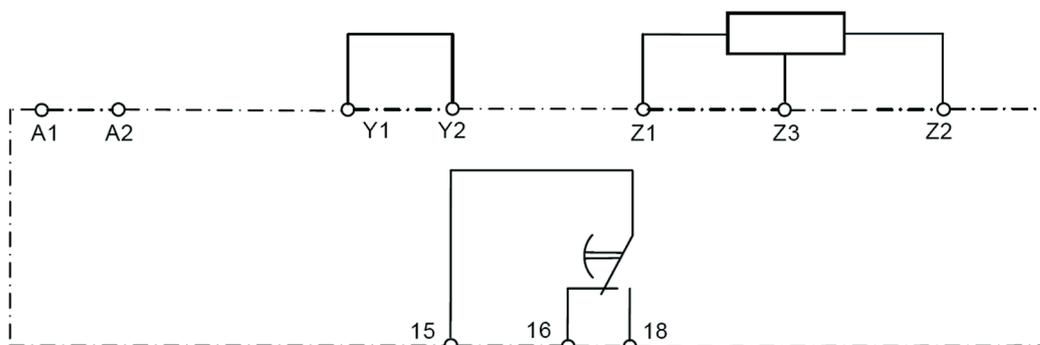
- zwei Versorgungsanschlussklemmen A1 und A2 für den Steuerkreis,
- zwei Anschlussklemmen Y11 und Y12 für eine extern angeschlossene Kontaktgruppe,
- drei Anschlussklemmen Y21, Y22 und Y23 für einen extern angeschlossenen Wechsler und
- drei Anschlussklemmen 11, 12 und 14 für einen internen Wechsler.



BEISPIEL 4

Schaltgerät, das Folgendes beinhaltet:

- zwei Versorgungsanschlussklemmen A1 und A2 für den Steuerkreis,
- zwei Anschlussklemmen Y1 und Y2 für eine externe Brücke,
- drei Anschlussklemmen Z1, Z3 und Z2 für einen extern angeschlossenen Widerstand mit einer Anzapfung und
- drei Anschlussklemmen 15, 16 und 18 für einen internen verzögerten Wechsler.



Anhang M (normativ)

Entflammbarkeitsprüfung

M.1 Heißdrahtzündprüfung (HWI)

M.1.1 Prüfling

Von jedem Werkstoff müssen fünf Proben geprüft werden.

Die rechteckigen, barrenförmigen Proben müssen bei $13 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ Breite $125 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ lang und gleichförmig dick sein, die Dicke ist vom Werkstoffhersteller anzugeben. Das Prüfverfahren ist auf gespritzte Werkstoffe oder Werkstoffplatten mit einer Dicke von $0,25 \text{ mm}$ bis $6,4 \text{ mm}$ anzuwenden.

Kanten müssen gratfrei sein und die Eckenradien dürfen $1,3 \text{ mm}$ nicht übersteigen.

M.1.2 Beschreibung des Prüfgerätes

Das Prüfmuster ist in einer Vorrichtung zu befestigen, die zwei Auflager in einem Abstand von 70 mm hat, um den Prüfling in waagrechter Position in einer Höhe von 60 mm über dem Boden der Kammer in ungefähre Mitte der Prüfkammer zu halten (siehe Bild M.1).

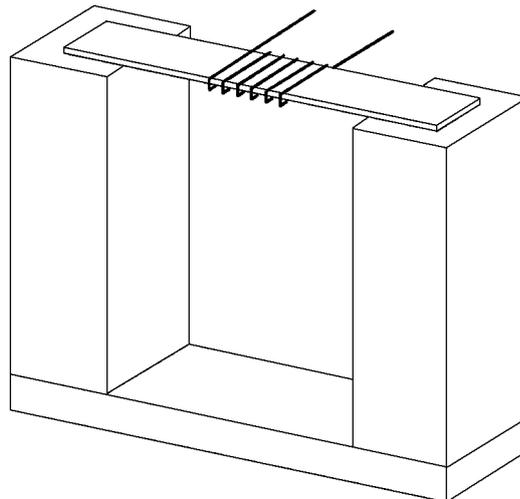


Bild M.1 – Prüfvorrichtung für die Heißdrahtzündprüfung

Es ist eine Länge $250 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ aus Nichromdraht (80 % Nickel, 20 % Chrom, ohne Eisen) mit etwa $0,5 \text{ mm}$ Durchmesser zu verwenden, dessen Kalt-Widerstand annähernd $5,28 \Omega/\text{m}$ beträgt und ein Länge-Masse-Verhältnis von 580 m/kg haben muss. Der Draht muss in gerader Länge mit einer einstellbaren Energiequelle verbunden werden, die so eingestellt ist, dass sie in einem Zeitraum von 8 s bis 12 s in dem Draht eine Verlustleistung von $0,26 \text{ W/mm}$ bewirkt.

Nach dem Abkühlen muss der Draht so um eine Probe gewickelt werden, dass sich fünf vollständige Windungen ergeben, die $6,35 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ Abstand voneinander haben. Es muss eine Wickelvorrichtung benutzt werden, die einheitlich den Draht in der Mitte des Prüfmusters anbringt, mit einer Wicklungskraft von $5,4 \text{ N} \pm 0,02 \text{ N}$.

Die Enden des Drahts müssen an einer einstellbaren Stromquelle angeschlossen werden.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Die Leistung des Versorgungsstromkreises muss ausreichen, um eine andauernde Leistungsdichte bei 48 Hz bis 42 Hz aufrechtzuerhalten von mindestens 0,31 W/mm über die Länge des Heizdrahtes bei etwa einem Leistungsfaktor von Eins. Die Leistungsdichte des Versorgungskreises bei 60 A und 1,5 V muss annähernd 0,3 W/mm haben. Es muss möglich sein, den Leistungspegel langsam und kontinuierlich einzustellen und die Leistung mit $\pm 2\%$ zu messen.

M.1.3 Vorbehandlung

Vor der Prüfung sind die Prüflinge in einem pressfrischen Zustand zu halten, oder, falls das nicht möglich ist, müssen die Prüflinge alternativ in einem Umluftofen bei $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 168 Stunden lang getrocknet und mit Kieselerde oder anderen Trocknungsmitteln mindestens vier Stunden lang abgekühlt werden. Unmittelbar vor der Prüfung sind die Prüflinge mindestens 40 h bei $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ und $50\% \pm 5\%$ relativer Luftfeuchtigkeit zu lagern.

M.1.4 Prüfvorgang

Zu Beginn der Prüfung wird der Stromkreis eingeschaltet, so dass Strom durch den Heizdraht fließt und dabei eine lineare Leistungsdichte von 0,26 W/mm über die ganze Länge während der Prüfung ergibt.

Das Erwärmen ist so lange fortzusetzen, bis sich der Prüfling entzündet. Wenn die Zündung erfolgt, ist die Energie abzuschalten und die Zeit bis zum Zünden zu registrieren. Zündung bedeutet eine Flammenbildung erzeugt durch die Verbrennung von Gasen, die begleitet ist durch Aussendung von Licht. Die Prüfung ist zu unterbrechen, wenn die Zündung nicht innerhalb von 120 s erfolgt. Bei Proben, die durch den Draht schmelzen, ohne sich zu entzünden, ist die Prüfung zu unterbrechen, wenn die Probe nicht mehr in engem Kontakt mit allen fünf Windungen des Heizdrahts steht. Die Prüfung muss mit den verbleibenden Proben wiederholt werden.

Die Dicke jedes Prüflings und die Entzündungszeit des Prüflings oder die Zeit bis zum Durchschmelzen des Drahts ist festzuhalten.

Das Prüfergebnis für einen vorgegebenen Werkstoff mit der geprüften Dicke ist die Durchschnittszeit in Sekunden, die für die Entzündung benötigt wird.

M.2 Lichtbogenzündprüfung (AI)

M.2.1 Prüfling

Von jedem Werkstoff müssen fünf Proben geprüft werden.

Die rechteckigen, barrenförmigen Proben müssen bei $13\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ Breite $125\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ lang und gleichförmig dick sein, die Dicke ist vom Werkstoffhersteller anzugeben. Kanten müssen gratfrei sein und die Eckenradien dürfen 1,3 mm nicht übersteigen.

M.2.2 Beschreibung des Prüfgerätes

Die Prüfung muss mit einem Paar Prüfelektroden und einem einstellbaren induktiven Scheinwiderstand durchgeführt werden, der mit einer Stromquelle 230 V Wechselspannung, 50 Hz oder 60 Hz, in Reihenschaltung verbunden ist (siehe [Bild M.2](#)).

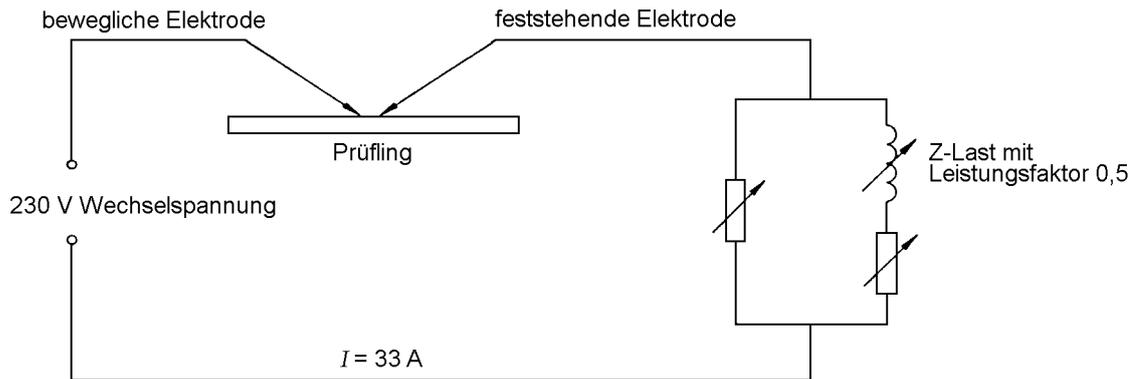


Bild M.2 – Schaltung für Lichtbogenzündprüfung

Eine Elektrode muss feststehend und die zweite beweglich sein. Die feststehende Elektrode muss aus einem massiven Kupferleiter bestehen, der eine horizontale Querschnitte mit einem Gesamtwinkel von 30° hat. Die Gesamtlänge dieser feststehenden Elektrode soll annähernd 152 mm mit einem Durchmesser von 3,2 mm sein.

Die bewegliche Elektrode muss aus einem nichtrostenden Stahlstab (X8CrNiS 18-9), 3,2 mm Durchmesser und 152 mm lang, bestehen, dessen symmetrische Kegelspitze einen Gesamtwinkel von 60° hat und die sich entlang der eigenen Achse bewegen lässt. Zu Beginn einer jeden Prüfung darf der Rundungsradius der Elektrodenspitzen 0,1 mm nicht überschreiten. Die Elektroden müssen in einem Winkel von 45° zur Horizontalen einander entgegengerichtet angeordnet sein.

Der einstellbare induktive Scheinwiderstand ist bei kurzgeschlossenen Elektroden so einzustellen, dass bei einem Leistungsfaktor 0,5 der Strom 32,5 A beträgt.

M.2.3 Vorbehandlung

Außer anderweitig vorgegeben, ist eine besondere Vorbehandlung nicht notwendig.

M.2.4 Prüfungsvorgang

Die zu prüfende Probe muss in Luft horizontal so gestützt sein, dass die Elektroden, wenn sie sich berühren, mit der Oberfläche der Probe in Berührung stehen. Die bewegliche Elektrode muss von Hand oder anderweitig gesteuert werden, so dass sie entlang ihrer Achse vom Kontakt mit der feststehenden Elektrode zurückgezogen werden kann, um den Stromkreis zu unterbrechen, und sie muss sich senken lassen, um den Stromkreis wieder zu schließen, so dass mit einer Geschwindigkeit von etwa 40 Lichtbogen/min eine Reihe von Lichtbogen erzeugt werden kann, wobei die Geschwindigkeit bei der Trennung etwa $254 \text{ mm/s} \pm 25 \text{ mm/s}$ beträgt. Die Prüfung ist so lange fortzusetzen, bis sich der Prüfling entzündet, ein Loch durch den Prüfling gebrannt ist oder insgesamt 200 Zyklen vergangen sind.

Wenn durch irgendeinen Prüfling der Probenmenge ein Loch gebrannt wird oder es sich entzündet, muss eine weitere Probenmenge von drei Prüflingen geprüft werden, wobei die Elektroden sich in 1,6 mm über der Oberfläche des Prüflings berühren. Wenn sich irgendeiner dieser Prüflinge entzündet oder ein Loch entsteht, muss ein weiterer Satz von drei Prüflingen geprüft werden, wobei die Elektroden sich in 3,2 mm über der Oberfläche des Prüflings berühren.

Die mittlere Anzahl der Lichtbögen bis zur Entzündung oder die maximale Anzahl von 200 Zyklen sowie die Dicke jeder Probenmenge müssen registriert werden.

M.3 HWI und AI Anforderungen

Die Anforderungswerte der Heißdrahtzündprüfung (HWI) und der Lichtbogenzündprüfung (AI) bezüglich der Entflammbarkeitskategorie des Materials sind in [Tabelle M.1](#) und [Tabelle M.2](#) angegeben. Jede Spalte repräsentiert HWI- und AI-Mindest-Kennwerte mit Bezug auf die Entflammbarkeitskategorie.

ANMERKUNG Der Hersteller kann alternativ Daten des Werkstoffherstellers vorhalten, welche die in [Anhang M](#) gegebenen Anforderungen erfüllen.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle M.1 – HWI- und AI-Kennwerte für Werkstoffe, die Strom führende Teile in Position halten

Entflammbarkeitskategorie (IEC 60695-11-10)	V-0	V-1	V-2	HB
Dicke des Teils ^a mm	beliebig ^b	beliebig ^b	beliebig ^b	beliebig ^b
HWI, Mindestentzündungszeit s	7	15	30	30
AI, Lichtbogenanzahl bis zur Entzündung mindestens	15	30	30	60
^a Nach 8.2.1.1.2.				
^b In Übereinstimmung mit der kleinsten verwendeten Dicke.				
ANMERKUNG 1 Es gibt keinen direkten Zusammenhang zwischen den Glühdrahttemperaturen und dieser Tabelle.				
ANMERKUNG 2 Ein Hersteller kann jede Entflammbarkeitskategorie seiner eigenen Wahl nutzen, aber die Anforderungen der HWI und falls zutreffend der AI sollten erfüllt werden.				
BEISPIEL Ein Werkstoff einer beliebigen Dicke mit der Entflammbarkeitskategorie V-1 muss einen Heißdrahtzündwert von mindestens 15 s haben und, falls zutreffend, einen Lichtbogenzündwert von mindestens 30 Lichtbögen.				

**Tabelle M.2 – HWI- und AI-Kennwerte für Werkstoffe, die nicht durch die
Tabelle M.1 abgedeckt sind**

Entflammbarkeitskategorie (IEC 60695-11-10)	V-0	V-1	V-2	HB
Dicke des Teils mm	beliebig ^a	beliebig ^a	beliebig ^a	beliebig ^a
HWI, Mindestentzündungszeit s	–	–	7	7
AI, Lichtbogenanzahl bis zur Entzündung mindestens	–	–	15	15
^a In Übereinstimmung mit der kleinsten verwendeten Dicke.				

Anhang N (normativ)

Anforderungen und Prüfungen für Geräte mit sicherer Trennung

Dieser Anhang ist für ein Gerät eines Stromkreises anzuwenden, in dem ein SELV-(PELV-)Stromkreis zur Anwendung kommt (das Gerät selbst muss nicht der Schutzklasse III entsprechen, siehe 7.4 von IEC 61140).

N.1 Allgemeines

Der Zweck dieses Anhangs ist es, so weit als möglich alle Regeln und Anforderungen für Niederspannungsschaltgeräte zu harmonisieren, um eine sichere Trennung zwischen Teilen, die in SELV-(PELV-)Stromkreisen angewendet werden, und anderen Teilen zu bekommen, um einheitliche Anforderungen und Prüfungen zu erreichen und um zu vermeiden, dass nach unterschiedlichen Normen geprüft werden muss.

N.2 Begriffe

N.2.1

Funktionsisolierung

en: functional insulation

fr: isolation fonctionnelle

Isolierung zwischen leitfähigen Teilen, welche nur für die richtige Funktion der Betriebsmittel erforderlich ist

N.2.2

Basisisolierung

en: basic insulation

fr: isolation principale

Isolierung von gefährlichen aktiven Teilen als Basisschutz gegen elektrischen Schlag

ANMERKUNG Der Begriff Basisisolierung gilt nicht für Isolierung, die ausschließlich Funktionszwecken (siehe N.2.1) dient.

N.2.3

zusätzliche Isolierung

en: supplementary insulation

fr: isolation supplémentaire

unabhängige Isolierung, die zusätzlich zur Basisisolierung dafür angewendet wird, den Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle eines Fehlers der Basisisolierung sicherzustellen

N.2.4

doppelte Isolierung

en: double insulation

fr: double isolation

Isolierung, die sowohl die Basisisolierung als auch die zusätzliche Isolierung beinhaltet

N.2.5

verstärkte Isolierung

en: reinforced insulation

fr: isolation renforcée

Isolierung, vorgesehen an aktiven Teilen, um den Grad des Schutzes gegen elektrischen Schlag, vergleichbar mit der doppelten Isolierung, zu gewährleisten

ANMERKUNG Verstärkte Isolierung kann aus mehreren Schichten bestehen, die nicht einzeln als Basis- oder zusätzliche Isolierung geprüft werden können.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

N.2.6

(elektrische) sichere Trennung

en: (electrically) protective separation

fr: séparation de protection

Trennung eines elektrischen Schaltkreises von einem anderen durch die Einrichtung von

- doppelter Isolierung oder
- Basisisolierung und elektrischer Schutzschirmung (Schirmung) oder
- verstärkter Isolierung

[IEV 195-06-19]

N.2.7

SELV-Stromkreis

en: SELV circuit

fr: circuits TBTS

elektrischer Stromkreis, in dem die Spannung die ELV nicht überschreiten kann

- unter üblichen Bedingungen und
- unter Ein-Fehler-Bedingungen einschließlich Erdschlüssen in anderen Stromkreisen

ANMERKUNG Begriff ist übernommen von der Definition des SELV-Systems, wie sie in IEC 61140 angegeben ist.

N.2.8

PELV-Stromkreis

en: PELV circuit

fr: circuits TBTP

elektrischer Stromkreis, in dem die Spannung die ELV nicht überschreiten kann

- unter üblichen Bedingungen und
- unter Ein-Fehler-Bedingungen außer Erdschlüssen in anderen Stromkreisen

ANMERKUNG Begriff ist übernommen von der Definition des PELV-Systems, wie sie in IEC 61140 angegeben ist.

N.2.9

Begrenzung von Beharrungsberührstrom und Ladung

en: limitation of steady-state touch current and charge

fr: limitation du courant de contact en régime établi et de la charge électrique

Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Ausführung des Stromkreises oder des Betriebsmittels, damit unter normalen und unter Fehlerbedingungen Beharrungsberührstrom und Ladung auf ungefährliche Werte begrenzt werden

[IEV 826-03-16 modifiziert]

N.2.10

Schutzimpedanzeinrichtung

en: protective impedance device

fr: dispositif d'impédance de protection

Bauteil oder Anordnung von Bauteilen, deren Impedanz und Aufbau Beharrungsberührstrom und Ladung zuverlässig auf ungefährliche Werte begrenzen

N.3 Anforderungen

N.3.1 Allgemeines

Wenn in den jeweiligen Produktnormen nichts anderes festgelegt ist, gilt:

- Das einzige Verfahren, das in dieser Norm erwogen wird, die sichere Trennung zu erreichen, basiert auf doppelter (oder verstärkter) Isolierung zwischen SELV-(PELV-)Stromkreisen und anderen Stromkreisen. Falls ein Bauteil zwischen sicher getrennten Stromkreisen angeschlossen ist, muss dieses Bauteil die

Anforderungen für Schutzimpedanzeinrichtungen in Übereinstimmung mit 5.3.4 von IEC 61140 (siehe Bild N.1) erfüllen.

- Wenn die Wirkung von elektrischen Lichtbögen, die in der Lichtbogenkammer von Schaltgeräten und Steuergeräten beim Trennen entstehen, bei der Dimensionierung der Kriechstrecken berücksichtigt wird, sind keine speziellen Prüfungen erforderlich.
- Teilentladungseffekte brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

N.3.2 Isolationsanforderungen

N.3.2.1 Kriechstrecken

Zwischen einem SELV-(PELV-)Stromkreis und anderen Stromkreisen sind Kriechstrecken nachzuweisen, die gleich oder größer sind als die doppelten Werte der für die Basisisolierung in Tabelle 15 angegebenen Kriechstrecken und die der Spannung des Stromkreises mit dem höchsten Bemessungsspannungswert entsprechen.

ANMERKUNG Diese Anforderung folgt den Prinzipien, die in IEC 60664-1 vorgegeben sind.

Die Kriechstrecken müssen in Übereinstimmung mit N.4.2.1 geprüft werden.

N.3.2.2 Luftstrecken

Die Luftstrecken zwischen einem SELV-(PELV-)Stromkreis und anderen Stromkreisen eines Geräts müssen so dimensioniert werden, dass sie der Bemessungsstoßspannung, die in Anhang H festgelegt ist, widerstehen in Übereinstimmung mit der Basisisolierung für die spezifizierte Überspannungskategorie, aber eine Stufe höher als die Reihe dieser Werte in der Tabelle (oder einem Wert entsprechend 160 % des Spannungswerts, der vorgesehen ist für Basisisolierung). Entsprechende Anforderungen sind in 3.1.5 von IEC 60664-1 enthalten. Die Prüfbestimmungen sind in N.4.2.2 enthalten.

N.3.3 Konstruktive Anforderungen

Konstruktive Maßnahmen sollten vorgesehen werden bezüglich:

- Alterung verwendeter Werkstoffe;
- thermischer Beanspruchungen oder Risiken mechanischer Fehler, welche die Isolation zwischen den Stromkreisen beanspruchen;
- Risiko eines elektrischen Kontakts zwischen verschiedenen Stromkreisen im Falle zufälliger Unterbrechung der Verdrahtung.

Beispiele von konstruktiven Risiken, die zu berücksichtigen sind, sind in N.4.3 angegeben.

N.4 Prüfungen

N.4.1 Allgemeines

Diese Prüfungen sind normalerweise als Typprüfungen auszuführen. Wo die konstruktive Ausführung nicht zweifelsfrei sicherstellt, dass die vorgesehene Isolierung für die sichere Trennung nicht durch die Produktionsbedingungen beeinträchtigt wird, darf der Hersteller oder die jeweilige Produktnorm fordern, die ganze Prüfung oder Teile der Prüfung als Stückprüfung durchzuführen.

Prüfungen müssen durchgeführt werden zwischen einem SELV-(PELV-)Stromkreis und jedem anderen Stromkreis wie Hauptstromkreis, Steuer- und Hilfsstromkreisen.

Prüfungen müssen bei allen Betriebsbedingungen des Geräts durchgeführt werden: offen, geschlossen, ausgelöst.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

N.4.2 Isolationsprüfungen

N.4.2.1 Kriechstreckenprüfung

Anforderungen für die Messung sind in [8.3.3.4.1](#) und in [Anhang G](#) gegeben.

N.4.2.2 Luftstreckenprüfung

N.4.2.2.1 Anforderung an das zu prüfende Gerät

Prüfungen müssen an Geräten einschließlich der inneren Verdrahtung, montiert für den Betrieb, in sauberer und trockener Umgebung durchgeführt werden.

N.4.2.2.2 Anlegen der Prüfspannung

Bei der Prüfung jedes Stromkreises eines Geräts müssen die äußeren Anschlüsse miteinander verbunden sein.

N.4.2.2.3 Prüfstoßspannung

Es muss eine Prüfstoßspannung 1,2/50 ms mit einer Kurvenform wie in [8.3.3.4.1](#) beschrieben angelegt werden. Die Spannungshöhe ist gewählt nach N.3.1.2.

N.4.2.2.4 Prüfung

Luftstrecken sind durch Anlegen der Prüfspannung nach N.4.2.2.3 zu prüfen. Die Prüfung muss mit mindestens fünf Impulsen jeder Polarität, mit einer Pause von mindestens 1 s zwischen den Pulsen, in Übereinstimmung mit [8.3.3.4.1](#) durchgeführt werden.

Das Anlegen der Prüfspannung darf für Luftstrecken entfallen, die gleich oder größer als die in [Tabelle 13](#) für die festgelegten Werte der Prüfspannung angegebenen sind.

N.4.2.2.5 Erzielte Ergebnisse

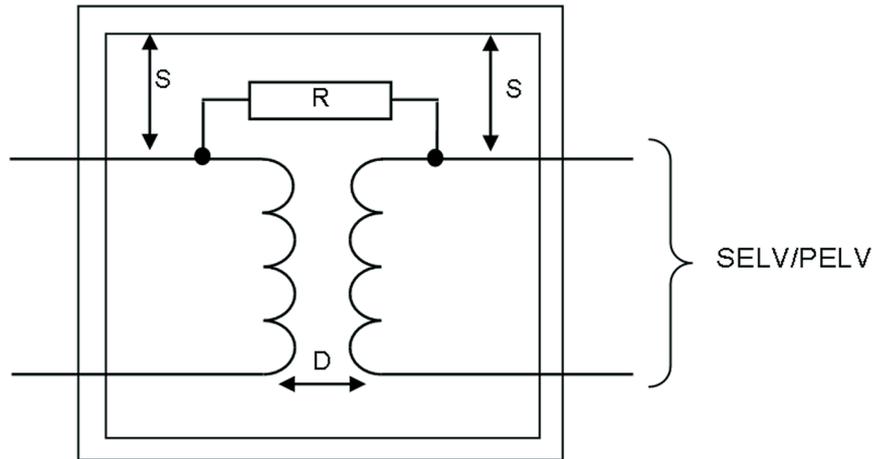
Wenn bei angelegter Spannung kein Durchschlag oder Überschlag auftritt, gilt die Prüfung als bestanden.

N.4.3 Beispiele von konstruktiven Maßnahmen

Maßnahmen sollten vorgesehen werden, damit ein einzelner mechanischer Fehler, z. B. ein verbogener Lötstift, ein loser Lötanschluss oder eine gebrochene Wicklung (Windung), eine gelöste und herabgefallene Schraube, die Isolation nicht so beeinträchtigt, dass sie nicht mehr die Anforderungen für die Basisisolierung erfüllen kann; jedoch braucht nicht berücksichtigt zu werden, dass zwei oder mehr von diesen Ereignissen gleichzeitig auftreten.

Beispiele von konstruktiven Maßnahmen:

- ausreichende mechanische Festigkeit;
- mechanische Hindernisse;
- Verwendung von unverlierbaren Schrauben;
- Imprägnieren oder Vergießen von Komponenten;
- Einfügen von Anschlussstiften in Isolierhüllen;
- Vermeiden von scharfen Kanten in der Nähe von Leitern.



Legende

- D doppelte (oder verstärkte) Isolierung zwischen Schaltkreisen (einschließlich SELV/PELV-Schaltkreisen)
- R Bauteil, das die Anforderungen an Schutzimpedanzeinrichtungen einhält
- S Basisisolierung

Bild N.1 – Beispiel für den Einbau eines Bauteils zwischen sicher getrennten Schaltkreisen

Anhang O (informativ)

Umweltaspekte und Werkstoffdeklaration

Einleitung

Die Notwendigkeit, die von einem Produkt während aller Phasen seines Lebenswegs – von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung, den Vertrieb, die Nutzung und Wiederverwendung, das Recycling bis zur Entsorgung – ausgehenden Auswirkungen auf die Umwelt zu vermindern, ist in den meisten Ländern der Welt anerkannt. Die getroffenen Entscheidungen bestimmen zu einem großen Teil die zu erwartenden Umweltbelastungen in allen Lebensabschnitten eines Produkts. Es gibt jedoch beträchtliche Hindernisse, welche die Wahl der umweltverträglichsten Lösungen sehr komplex werden lassen. Zum Beispiel kann die Festlegung von Konstruktionsmerkmalen, die zu einer Minimierung der Umweltbelastung führen sollen, unerwünschte Begleiteffekte nach sich ziehen wie etwa eine geringe Recyclingfähigkeit, wenn eine verbesserte Energieeffizienz erreicht wurde.

Die kontinuierliche Einführung neuer Produkte und Werkstoffe kann die Bewertung zunehmend schwieriger machen, da zusätzliche Informationen ermittelt werden müssen, um die Umweltauswirkungen entlang des Lebenswegs solcher neuen Produkte und Werkstoffe zu bewerten. Darüber hinaus sind die Daten über die Umweltauswirkungen der verwendeten Werkstoffe zurzeit nur in sehr begrenztem Umfang verfügbar. Die existierenden Daten können jedoch als Basis für die umweltorientierte Verbesserung von Produkten genutzt werden. Eine Produkt-Öko-Bilanz (LCA) und umweltgerechte Produktgestaltung (DFE) – oder auch Leitlinien der umweltgerechten Produktgestaltung (ECD) – stellen zusätzliche Werkzeuge dar, die in diesem Sinn nützlich sein können.

Bis mehr Daten verfügbar sind, können Hersteller die zur Produktgestaltung getroffenen Entscheidungen und deren Hintergründe umfassender als bisher dokumentieren. Dies erweitert das Wissen hinsichtlich solcher Optionen und Festlegungen und kann darüber hinaus das Recycling und die Entsorgung am Ende der Produktlebensdauer (EOL) vereinfachen.

Dieser Anhang kann nur soweit unterstützen, wie der jeweilig aktuelle Stand der Technik es erlaubt. Sobald mehr Studien- und Untersuchungsergebnisse vorliegen und auf umfassendere Lebenszyklusdaten zurückgegriffen werden kann, werden bessere umweltorientierte Festlegungen ermöglicht. Bis dahin gilt die Empfehlung, diesen Anhang umsichtig, vorurteilsfrei und mit einer kritischen Hinterfragung einzusetzen.

O.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang ist dafür vorgesehen, Unterstützung zu geben hinsichtlich der Berücksichtigung von Auswirkungen auf die natürliche Umwelt, die von Produkten der Reihe IEC 60947 ausgehen.

ANMERKUNG 1 Dieser Anhang schließt die Verpackung nicht mit ein.

Der Begriff Umwelt, wie er in diesem Anhang verwandt wird, unterscheidet sich von der Verwendung dieses Begriffs in anderen IEC-Publikationen, in denen die Wirkung von Umweltzuständen auf elektrotechnische Produkte behandelt wird.

ANMERKUNG 2 Für die Wirkung von Umweltzuständen auf die Leistung von Produkten wird auf Reihe IEC 60068, Reihe IEC 60721 und IEC-Leitfaden 106 verwiesen.

O.2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Anhangs gelten die folgenden Begriffe.

O.2.1

Umwelt

en: environment

fr: environnement

Umgebung, in der eine Organisation tätig ist; dazu gehören Luft, Wasser, Land, natürliche Ressourcen, Flora, Fauna, der Mensch sowie deren Wechselwirkungen

ANMERKUNG 1 Der Begriff „Organisation“ schließt hier die durch die Organisation hergestellten Produkte mit ein.

ANMERKUNG 2 Mit „Umwelt“ ist hier weder die umgebende Atmosphäre gemeint, die ein elektrotechnisches Produkt beeinflusst (wie z. B. hinsichtlich Feuchte oder Temperatur), noch die geschäftliche Umwelt. Der Begriff steht hier für „Umwelt im ökologischen Sinne“.

[IEC Guide 109, Definition 3.3]

O.2.2

Organisation

en: organization

fr: organisme

Gesellschaft, Körperschaft, Betrieb, Unternehmen, Behörde oder Institution oder Teil oder Kombination davon, eingetragen oder nicht, öffentlich oder privat, mit eigenen Funktionen und eigener Verwaltung

ANMERKUNG Bei Organisationen mit mehr als einer Betriebseinheit kann eine einzelne Einheit als Organisation bezeichnet werden.

[ISO 14001, Definition 3.16]

O.2.3

Lebensweg

en: life cycle

fr: cycle de vie

aufeinanderfolgende und miteinander verbundene Stufen eines Produktsystems von der Rohstoffgewinnung oder Gewinnung natürlicher Ressourcen bis zur endgültigen Beseitigung

[IEC Guide 109, Definition 3.8]

O.2.4

Produkt-Öko-Bilanz (LCA)

en: Life Cycle Assessment (LCA)

fr: Analyse du cycle de vie (LCA)

systematische Vorgehensweise, bestehend aus Verfahren zur Ermittlung und Bewertung der In- und Outputströme von Materialien und Energie und den hiermit verknüpften Umweltauswirkungen, die mit einem Produktsystem entlang seines Lebenswegs direkt verbunden sind

[IEC Guide 109, Definition 3.9]

O.2.5

Umweltaspekt

en: environmental aspect

fr: aspect environnemental

derjenige Bestandteil der Tätigkeiten, Produkte oder Dienstleistungen einer Organisation, der in Wechselwirkung mit der Umwelt treten kann

ANMERKUNG 1 Ein bedeutender Umweltaspekt ist ein Umweltaspekt, der eine bedeutende Umweltauswirkung hat oder haben kann.

ANMERKUNG 2 Beispielsweise ist in vielen Fällen der Energieverbrauch der bedeutendste Umweltaspekt elektrischer oder elektronischer Produkte.

[IEC Guide 109, Definition 3.4]

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

O.2.6

Umweltauswirkung

en: environmental impact

fr: impact environnemental

jede Veränderung der Umwelt, ob ungünstig oder günstig, die vollständig oder teilweise das Ergebnis der Tätigkeiten, Produkte oder Dienstleistungen der Organisation ist

ANMERKUNG Beispielsweise hat der Energieverbrauch eines Produkts durch den Prozess der Energiegewinnung mehrere Umweltauswirkungen, wie den Beitrag zur globalen Erwärmung oder Versauerung von Gewässern und Böden.

[IEC Guide 109, Definition 3.5]

O.2.7

Lebenswegdenken (LCT)

en: Life-Cycle Thinking (LCT)

fr: démarche cycle de vie (LCT)

Betrachtung aller relevanten Umweltaspekte (eines Produkts) über den gesamten Produktlebensweg

[IEC Guide 109, Definition 3.10]

O.2.8

Recycling

en: recycling

fr: recyclage

Wiedereinbringen von Abfallmaterialien in einen Herstellungsprozess zur Aufbereitung für den ursprünglichen Verwendungszweck oder für andere Verwendungszwecke. Die energetische Verwertung ist dabei ausgeschlossen.

[IEC Guide 109, Definition 3.16]

O.2.9

Recyclingfähigkeit

en: recyclability

fr: aptitude au recyclage

Eignung einer Substanz, eines Materials oder eines daraus hergestellten Teils oder Produkts für das Recycling

ANMERKUNG Die Recyclingfähigkeit eines Produkts wird nicht allein durch die Recyclingfähigkeit der darin enthaltenen Materialien bestimmt. Der Produktaufbau und die Verwertungslogistik sind ebenfalls sehr wichtige Einflussgrößen.

[IEC Guide 109, Definition 3.15]

O.2.10

Lebenszyklusende (EOL)

en: End of Life (EOL)

fr: fin de vie (EOL)

Status eines Produkts, wenn es endgültig seiner beabsichtigten Nutzung oder seinem ursprünglichen Zweck entzogen ist

[IEC Guide 109, Definition 3.1]

O.2.11

umweltverträgliche Produktgestaltung (DFE)

en: Design for Environment (DFE)

fr: Conception pour l'environnement (DFE)

Verfahren zur Produktentwicklung, um die Umwelteigenschaften eines Produkts unter Beachtung vorhandener technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte zu optimieren

ANMERKUNG Für den Prozess der Berücksichtigung von Umweltaspekten bei der Produktgestaltung und Entwicklung werden verschiedene Begriffe, wie z. B. umweltverträgliche Produktgestaltung (DFE), Öko-Design, umweltbewusste Produktgestaltung (ECD) usw., verwendet.

O.2.12

gefährliche Substanz

en: hazardous substance

fr: substance dangereuse

Substanz, die geeignet ist, die menschliche Gesundheit oder die Umwelt sofort oder verzögert zu schädigen

ANMERKUNG Das Risiko von schädlichen Wirkungen auf die Umwelt, die von einer gefährlichen Substanz ausgehen, wird nicht nur durch die Gefährlichkeit der Substanz bestimmt, sondern auch von ihrer Menge und von der Wahrscheinlichkeit der Freisetzung. Dieses Risiko muss daher unter Berücksichtigung all dieser Faktoren und des gesamten Produktlebens abgeschätzt werden.

[IEC Guide 109, Definition 3.6]

O.2.13

energetische Verwertung

en: energy recovery

fr: récupération d'énergie

Einsatz von Abfall zum Zweck der Energiegewinnung durch direkte Verbrennung; mit oder ohne weitere Abfälle, aber unter Nutzung der Wärme

[IEC Guide 109, Definition 3.2]

O.3 Allgemeine Betrachtungen

Es sollte darauf geachtet werden, dass die Berücksichtigung folgender Punkte zu einer Reduzierung der Umweltbelastung durch das Produkt während seines Lebenszyklus führt:

- Materialerhaltung;
- effektive Nutzung von Energie und Ressourcen;
- Reduzierung von Schadstoffausstoß und Abfall;
- minimaler Materialeinsatz für das Produkt (einschließlich Verpackungsmaterial);
- Reduzierung der Anzahl unterschiedlicher Werkstoffe;
- Ersatz oder Reduzierung im Gebrauch gefährlicher Substanzen;
- Wiederverwendung/Erneuerung von Baugruppen oder Einzelteilen;
- Möglichkeit einer technischen Aufrüstung;
- Konstruktion mit Blick auf Kundendienst, Demontage und Wiederverwendung;
- Oberflächenschutz oder andere Materialverbindungen, die ein Recycling erschweren;
- Kennzeichnung;
- angemessene Umwelanweisungen bzw. Informationen für den Anwender.

O.4 Betrachtung der Ein- und Ausgangsgrößen

O.4.1 Allgemeines

Das auf den Arbeiten von ISO/TC 207/WG1 basierende [Bild O.1](#) veranschaulicht den Zusammenhang zwischen den prinzipiellen Abschnitten entlang des Lebenswegs eines Produkts, der Produktfunktion, der Konstruktion, der Leistung sowie weiterer externer Faktoren. Die Schwerpunkte von Umweltnormen sind ebenfalls aufgeführt; es handelt sich um Rohstoff- und Energieverbrauch, die Emissionen, Recyclingfähigkeit und Demontage. In jeder Phase des Produktlebenswegs sollte die Ausgewogenheit von Materialien und Energie betrachtet werden. Falls Daten zur Verfügung stehen, wird die Untersuchung den gesamten Lebensweg „von der Wiege bis zur Bahre“ abdecken. Das [Bild O.1](#) veranschaulicht auch einen Produktverbesserungskreislauf, der zur Verhütung von Umweltbelastung und zu einer Ressourcenschonung führt.

O.4.2 Ein- und Ausgangsgrößen

Die Umweltauswirkungen eines Produkts werden bei allen Stadien des Lebenszyklus weitgehend durch die verwendeten Eingangsgrößen und die erzeugten Ausgangsgrößen bestimmt. Die Änderung einer einzelnen Eingangsgröße, entweder Stoff- oder Energieeinsatz, oder die Beeinflussung einer einzelnen Ausgangsgröße kann andere Ein- und Ausgangsgrößen beeinflussen (siehe [Bild O.1](#)).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
 EN 60947-1:2007 + A1:2011

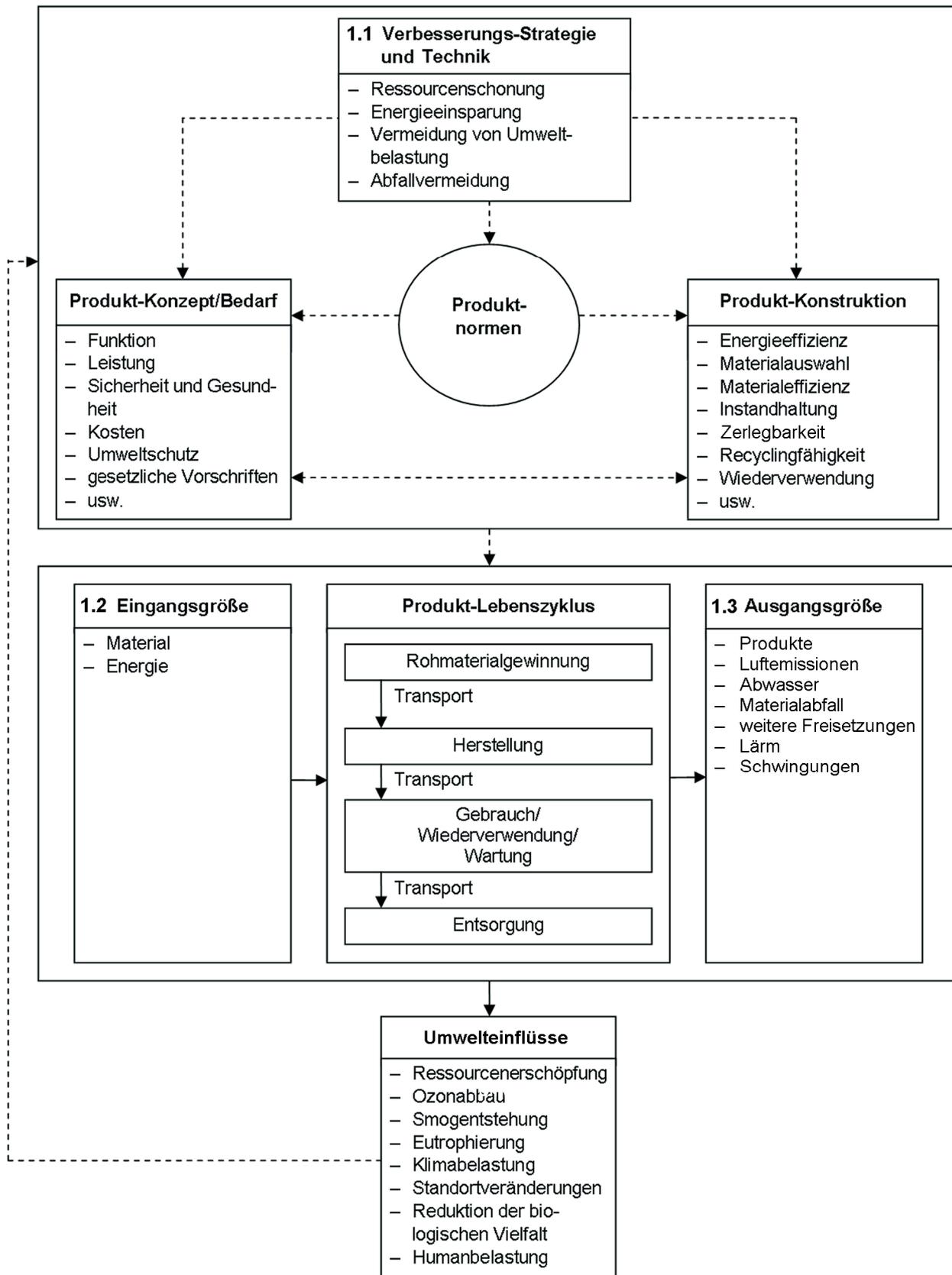


Bild O.1 – Konzeptionelle Beziehung zwischen Festlegungen in Produktnormen und den dem Produkt während seines Lebenswegs zugeordneten Umweltauswirkungen

O.4.3 Eingangsgroßen

Eingangsgroßen sind in zwei große Kategorien zu unterteilen: Materialien und Energie.

O.4.3.1 Der Stoffeinsatz bei der Produktentwicklung sollte ebenfalls berücksichtigt werden. Zu diesen Umweltauswirkungen gehören auch die Erschöpfung erneuerbarer und nicht-erneuerbarer Ressourcen, die schädigende Bodennutzung und das Einwirken gefährlicher Substanzen auf die Umwelt oder den Menschen. Stoffeinsatz kann auch zur Abfallentstehung, zu Emissionen in die Luft, Einleitungen in Gewässer und weiteren Freisetzungen beitragen. Stoffeinsatz für Rohstoffgewinnung, Herstellung, Transport (einschließlich Verpackung und Lagerung), Gebrauch/Wartung, Wiederverwendung/Recycling und Entsorgung von Produkten kann eine Vielzahl von Umweltauswirkungen verursachen.

O.4.3.2 Energieeinsatz ist in den meisten Phasen im Lebensweg eines Produkts erforderlich. Energiequellen können fossile Brennstoffe, Kernenergie, Abfallverwertung, Wasserkraft, Erdwärme, Solar- und Windenergie sein. Jede Energiequelle hat spezifische Umweltauswirkungen.

O.4.4 Ausgangsgroßen

O.4.4.1 Die im Lebensweg eines Produkts erzeugten Ausgangsgroßen bestehen im Allgemeinen aus dem Produkt selbst, Zwischen- und Nebenprodukten, Emissionen in die Luft, Einleitungen in Gewässer, Abfällen und weiteren Freisetzungen.

O.4.4.2 Emissionen in die Luft umfassen die Freisetzung von Gasen oder Dämpfen oder Stoffpartikeln in die Luft. Die Freisetzung von giftigen, ätzenden, brennbaren, explosiven, sauren oder geruchsbelästigenden Stoffen kann die Pflanzen- und Tierwelt, Menschen, Gebäude usw. beeinträchtigen oder zu anderen Umweltauswirkungen beitragen, wie z. B. zum Abbau der Ozonschicht oder zur Bildung von Smog. Emissionen in die Luft schließen sowohl punktuelle Emissionen als auch Emissionen aus diffusen Quellen ein, behandelte sowie unbehandelte Emissionen und Emissionen im Normalbetrieb sowie im Störfall.

O.4.4.3 Einleitungen in Wasser und in Gewässer umfassen die in ein Gewässer, entweder Oberflächen- oder Grundwasser, eingeleiteten Substanzen. Die Einleitung von Nährstoffen oder toxischen, korrosiven, radioaktiven, persistenten, akkumulierenden oder sauerstoffzehrenden Substanzen kann nachteilige Umweltauswirkungen wie verschiedenartige Belastungen des aquatischen Ökosystems sowie unerwünschte Eutrophierung von Gewässern verursachen. Einleitungen in Gewässer schließen sowohl punktuelle Einleitungen als auch die Einleitungen aus diffusen Quellen, behandelte sowie unbehandelte Einleitungen und Einleitungen im Normalbetrieb sowie im Störfall ein.

O.4.4.4 Abfälle umfassen feste und flüssige Stoffe sowie Produkte, die beseitigt werden. Abfälle können in allen Stufen im Lebensweg eines Produkts entstehen. Abfälle werden Recycling-, Behandlungs-, Aufbereitungs- oder Entsorgungsverfahren unterzogen, die mit weiteren Eingangs- und Ausgangsgroßen verbunden sind und zu nachteiligen Umweltauswirkungen beitragen können.

O.4.4.5 Weitere Freisetzungen können Bodenverunreinigungen, Lärm, Schwingungen, Strahlung und Abwärme umfassen.

O.5 Werkzeuge zur Berücksichtigung von Umweltaspekten beim Entwerfen und Entwickeln von Produkten

Das Erkennen und die Bewertung, welche Umweltauswirkungen Produkte haben, ist komplex und erfordert eine sorgfältige Betrachtung; die Hinzuziehung von Sachverständigen kann erforderlich sein. Es bilden sich bestimmte Werkzeuge und Techniken zur Unterstützung der Berücksichtigung von Umweltaspekten beim Entwerfen und Entwickeln von Produkten heraus. Diese können eine Hilfe sein bei der Entwicklung von Schlüssel-Gestaltungselementen, bei Entscheidungsprozessen und bei der Integration mit geschäftlichen und wirtschaftlichen Faktoren. Beispiele für solche Werkzeuge sind:

- a) Analyse der Umweltaspekte eines Produkts – z. B. Produktökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA) und Umwelt-Benchmarking auf der Basis von physikalischen Kenngrößen (beispielsweise Gewicht, Energieverbrauch, Volumen);

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

- b) Bestimmung der Produkt-Umweltstrategie: qualitative Werkzeuge zur Entscheidungsfindung, z. B. Öko-Matrizes, Checklisten, Pareto-Diagramme, SWOT-Analyse (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), Spinnendiagramme und Portfolio-Diagramme;
- c) Übersetzung von Umweltaspekten in Produkteigenschaften – z. B. QFD-(Quality Function Deployment)- und FMEA-(Failure Mode and Effects Analysis)-Techniken.

Bei der Auswahl der zu vereinbarenden Werkzeuge ist es hilfreich, die grundlegenden produktbezogenen Konzepte der Integration von Umweltaspekten beim Entwerfen und Entwickeln von Produkten in Betracht zu ziehen.

O.6 Relevante Technische Komitees bei ISO

- TC 61 Plastics
- TC 79 Light metals and their alloys
- TC 122 Packaging
- TC 146 Air quality
- TC 147 Water quality
- TC 190 Soil quality
- TC 200 Solid wastes
- TC 203 Technical energy systems
- TC 205 Building environmental design
- TC 207 Environmental management
 - SC 1 Environmental management systems
 - SC 2 Environmental auditing and related environmental investigations
 - SC 3 Environmental labelling
 - SC 4 Environmental performance evaluation
 - SC 5 Life cycle assessment
 - SC 6 Terms and definitions
 - WG 1 Environmental aspects in product standards

O.7 Anleitung zu den Leitlinien für die Analyse der Umweltauswirkung (EIA)

In Bearbeitung.

O.8 Anleitung zu den Leitlinien zur umweltgerechten Produktgestaltung (DFE)

In Bearbeitung.

O.9 Normative Verweisungen

IEC Guide 106:1996, *Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating*

IEC Guide 109:2003, *Environmental aspects – Inclusion in electrotechnical product standards*

IEC 60068 (alle Teile), *Environmental testing*

IEC 60721 (alle Teile), *Classification of environmental conditions*

ISO 14040:1997, *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*

Anhang P (informativ)

Kabelschuhe für Niederspannungsschaltgeräte zum Anschluss an Kupferleiter

Tabelle P.1 – Beispiele für Kabelschuhe für Niederspannungsschaltgeräte
zum Anschluss an Kupferleiter

Leiternennquerschnitt mm ²		Maße (siehe Bild P.1) mm						Lichte Öffnung für Befestigungs- schraube
feindrähtig	ein- oder mehrdrähtig	L_{\max}	N_{\max}	W_{\max}	W_{Lehre}	Z_{\max}	M_{\min}	H
6	10	22	6	10		12	6	M5
10	16	26	6	10		12	6	M5
16	25	28	6	10		12	6	M5
25	35	33	7	12	12,5	17	7	M6
35	50	38	7	12	12,5	17	7	M6
50	70	41	7	12	12,5	17	7	M6
70	95	48	8,5	16	16,5	20	8,5	M8
95	120	51	10,5	20	20,5	25	10,5	M10
120	150	60	10,5	20	20,5	25	10,5	M10
150	185	72	11	25	25,5	25	11	M10
185	240	78	12,5	31	32,5	31	12,5	M12
240	300	89	12,5	31	32,5	31	12,5	M12
300	400	105	17	40	40,5	40	17	M16
400	500	110	17	40	40,5	40	17	M16

ANMERKUNG Weitere sich unterscheidende Maße für Kabelschuhe sind verfügbar.

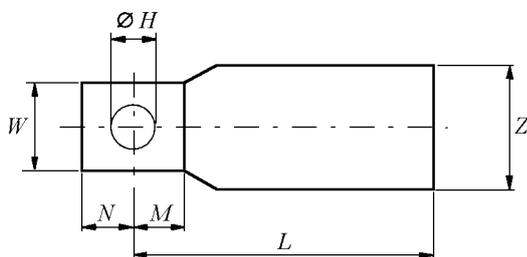


Bild P.1 – Maße

Anhang Q (normativ)

Sonderprüfungen – Feuchte Wärme, Salznebel, Schwingen und Schock

Q.1 Allgemeines

Das Ziel dieses Anhangs ist es, Anforderungen zu beschreiben, die eine Bewertung der Einsatzfähigkeit von Schalt- und Steuergeräten unter bestimmten klimatischen Bedingungen ermöglichen, die sich unterscheiden von den üblichen Betriebsbedingungen, wie sie in 6.1 beschrieben sind.

Dieser Anhang beschreibt die Prüfbedingungen, Prüfabläufe und die zu erzielenden Ergebnisse.

Die folgenden Sonderprüfungen müssen nur durchgeführt werden auf Beschluss des Herstellers oder wenn Hersteller und Anwender dies so vereinbaren (siehe 2.6.4). Als Sonderprüfungen sind diese zusätzlichen Prüfungen keine Pflichtprüfungen, und es ist für ein Gerät nicht erforderlich, irgendeine dieser Prüfungen zu erfüllen, um der vorliegenden Norm zu entsprechen.

Q.2 Geräteklassen

Geräteklassen sind definiert durch sechs Gruppen von Umweltprüfungen, die entstehen aus der Zusammenstellung unterschiedlicher Parametereinstellungen (Temperatur und Luftfeuchte, Schwingen, Schocken und Salznebel).

- Temperatur- und Luftfeuchteprüfbereiche:
 - CC1: –5 °C bis +55 °C (erster Bereich: trockene Wärme bei +55 °C/feuchte Wärme bei +40 °C/
Kälteprüfung bei –5 °C)
 - CC2: –25 °C bis +70 °C (zweiter Bereich: trockene Wärme bei +70 °C/feuchte Wärme bei +55 °C/
Kälteprüfung bei –25 °C)
- Schwing- und Schock-Bereiche:
 - MC1: kein Schwingen
 - MC2: Schwingen
 - MC3: Schwingen und Schock
- Salznebel:
 - SC1: kein Salznebel
 - SC2: Salznebel (Prüfung in Übereinstimmung mit IEC 60068-2-52)

Die Zusammenstellung dieser Umweltprüfungen führt zu folgenden sechs Kategorien: A, B, C, D, E und F.

- A: geregelte Temperatur- und Luftfeuchteumgebung (Temperaturbereich –5 °C bis +55 °C)
= MC1 + CC1 + SC1
ANMERKUNG 1 Diese Umgebungsbedingungen können als „Feuchte Atmosphäre“ beschrieben werden.
- B: Temperatur- und Luftfeuchteumgebung (Temperaturbereich –25 °C bis +70 °C) = MC1 + CC2 + SC1
ANMERKUNG 2 Diese Umgebungsbedingungen können als „Feuchte und kalte Atmosphäre“ beschrieben werden.
- C: Temperatur-, Luftfeuchte- und Salznebelumgebung = MC1 + CC2 + SC2
ANMERKUNG 3 Diese Umgebungsbedingungen können als „Feuchte und Salznebelatmosphäre“ oder „Hafenumgebung“ bezeichnet werden.

- D: Temperatur-, Luftfeuchte- und Schwingungsumgebung = MC2 + CC2 + SC1
ANMERKUNG 4 Diese Umgebungsbedingungen können als „Feuchte und kalte Atmosphäre auf Schiffen, mit Schwingungen“ bezeichnet werden.
- E: Temperatur-, Luftfeuchte-, Schwingungs- und Schockumgebung = MC3 + CC2 + SC1
ANMERKUNG 5 Diese Umgebungsbedingungen können als „Offenes Deck, feuchte und kalte Atmosphäre ohne Salznebel“ oder „Schwierige, nicht Meeresbedingung“ bezeichnet werden.
- F: Temperatur-, Luftfeuchte-, Schwingungs-, Schock- und Salznebelumgebung = MC3 + CC2 + SC2
ANMERKUNG 6 Diese Umgebungsbedingungen können als „Offenes Deck, feuchte, kalte Salznebelatmosphäre“ oder „Schwierige Meeresbedingung“ bezeichnet werden.

Q.3 Prüfungen

Q.3.1 Allgemeine Prüfbedingungen

Wenn nicht anders vorgeschrieben gilt [8.3.2](#) mit folgenden Ergänzungen.

Diese Prüfungen weisen die Fähigkeit der Geräte nach, ihre vorgesehene Funktion unter den angegebenen Prüfbedingungen zu erfüllen. Die vorgesehene Funktion ist in der Prüffolge festgelegt.

Die Geräte sind (falls anwendbar) in der geöffneten Schaltstellung zu prüfen, wobei sich das Gerät mindestens 24 h in der üblichen Umgebungsbedingung befunden hat. Übliche Umgebungsbedingung bedeutet:

- Temperatur: $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;
- relative Luftfeuchte: $60\% \pm 30\%$;
- Luftdruck: $96\text{ kPa} \pm 10\text{ kPa}$.

Während der Prüfung innerhalb einer Klimakammer müssen die Anschlussleitungen mindestens eine Länge von 5 cm und im Falle eines Geräts mit einer Kapselung mindestens 5 cm außerhalb der Kapselung haben, und der Durchgang durch die Kapselung muss in Übereinstimmung mit den Herstelleranweisungen ausgeführt sein.

Um die Prüfungen zu erleichtern und mit dem Einverständnis des Herstellers dürfen Anschlussleitungen mit Querschnitten verwendet werden, die kleiner sind als die in den in [8.3.3.3.4](#) angegebenen [Tabellen 9, 10, und 11](#). Falls bei Geräten mit einer Hochstrombemessung der Platz in der Klimakammer begrenzt ist, ist es erlaubt, die Kabelanschlüsse wegzulassen.

ANMERKUNG Da [6.1.4](#) „Schocken und Schwingen“ unter Normbedingungen noch in Bearbeitung ist, nimmt dieser Anhang nicht vorweg, was schließlich als Normbedingung für Schocken und Schwingen angenommen werden wird, und er wird deshalb möglicherweise überarbeitet, wenn [6.1.4](#) vervollständigt wird.

Q.3.2 Prüffolgen

Nach der Auswahl der erforderlichen Umgebung werden die entsprechenden Prüfungen als Prüffolge in Übereinstimmung mit der [Tabelle Q.1](#) durchgeführt. Siehe auch Fußnote f von [Tabelle Q.1](#).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle Q.1 – Prüffolgen

Umgebungen	Geregelte Temperatur- und Luftfeuchte-umgebung	Temperatur- und Luftfeuchte-umgebung	Temperatur-, Luftfeuchte- und Salznebel-umgebung	Temperatur-, Luftfeuchte- und Schwingungs-umgebung	Temperatur-, Luftfeuchte- und Schwingungs-umgebung	Temperatur-, Luftfeuchte-, Schwingungs-, Schock- und Salznebel-umgebung
Kategorien	A	B	C	D	E	F
Prüftemperaturbereich	-5 °C/+55 °C	-25 °C/+70 °C				
1 Isolationswiderstand vor der Prüfung und Sichtprüfung	a	a	a	a	a	a
2 Schwing-Prüfung	nicht zutreffend	nicht zutreffend	nicht zutreffend	Schwingen IEC 60068-2-6 Prüfung Fc ^b	Schwingen IEC 60068-2-6 Prüfung Fc ^b	Schwingen IEC 60068-2-6 Prüfung Fc ^b
3 Schock-Prüfung	nicht zutreffend	nicht zutreffend	nicht zutreffend	nicht zutreffend	IEC 60068-2-27 Prüfung Ea ^c	IEC 60068-2-27 Prüfung Ea ^c
4 Nachweis des Betriebsverhaltens	nicht zutreffend	nicht zutreffend	nicht zutreffend	entsprechend der Produktnorm ^d	entsprechend der Produktnorm ^d	entsprechend der Produktnorm ^d
5 Trockene-Wärme-Prüfung	IEC 60068-2-2 Prüfung Bd 16 h 55 °C ^e	IEC 60068-2-2 Prüfung Bd 16 h 70 °C ^e	IEC 60068-2-2 Prüfung Bd 16 h 70 °C ^e	IEC 60068-2-2 Prüfung Bd 16 h 70 °C ^{e, f}	IEC 60068-2-2 Prüfung Bd 16 h 70 °C ^{e, f}	IEC 60068-2-2 Prüfung Bd 16 h 70 °C ^{e, f}
6 Feuchte-Wärme-Prüfung	Zyklisch IEC 60068-2-30 Prüfung Db 2 Zyklen 40 °C Variante 2 stromlos	Zyklisch IEC 60068-2-30 Prüfung Db 2 Zyklen 55 °C Variante 2 ^g	Zyklisch IEC 60068-2-30 Prüfung Db 2 Zyklen 55 °C Variante 2 stromlos	Zyklisch IEC 60068-2-30 Prüfung Db 2 Zyklen 55 °C Variante 2 ^g	Zyklisch IEC 60068-2-30 Prüfung Db 2 Zyklen 55 °C Variante 2 ^g	Zyklisch IEC 60068-2-30 Prüfung Db 2 Zyklen 55 °C Variante 2 ^g
7 Erholung	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h
8 Isolationswiderstand	i	i	i	i	i	i
9 Kälte-Prüfung	IEC 60068-2-1 Prüfung Ab oder Ad, abhängig ob das Gerät Wärme abstrahlt (> 5 K) Die Prüfkammer ist von der Umgebungstemperatur auf -5 °C abzukühlen; diese Temperatur ist mit einer Toleranz von ± 3 °C 16 h lang zu halten.	IEC 60068-2-1 Prüfung Ab oder Ad, abhängig ob das Gerät Wärme abstrahlt (> 5 K) Die Prüfkammer ist von der Umgebungstemperatur auf -25 °C abzukühlen; diese Temperatur ist mit einer Toleranz von ± 3 °C 16 h lang zu halten.	IEC 60068-2-1 Prüfung Ab oder Ad, abhängig ob das Gerät Wärme abstrahlt (> 5 K) Die Prüfkammer ist von der Umgebungstemperatur auf -25 °C abzukühlen; diese Temperatur ist mit einer Toleranz von ± 3 °C 16 h lang zu halten.	IEC 60068-2-1 Prüfung Ab oder Ad, abhängig ob das Gerät Wärme abstrahlt (> 5 K) Die Prüfkammer ist von der Umgebungstemperatur auf -25 °C abzukühlen; diese Temperatur ist mit einer Toleranz von ± 3 °C 16 h lang zu halten.	IEC 60068-2-1 Prüfung Ab oder Ad, abhängig ob das Gerät Wärme abstrahlt (> 5 K) Die Prüfkammer ist von der Umgebungstemperatur auf -25 °C abzukühlen; diese Temperatur ist mit einer Toleranz von ± 3 °C 16 h lang zu halten.	IEC 60068-2-1 Prüfung Ab oder Ad, abhängig ob das Gerät Wärme abstrahlt (> 5 K) Die Prüfkammer ist von der Umgebungstemperatur auf -25 °C abzukühlen; diese Temperatur ist mit einer Toleranz von ± 3 °C 16 h lang zu halten.
10 Erholung	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h	Die Erholung hat 24 h lang bei Raumtemperatur zu erfolgen. ^h
11 Isolationswiderstand	i	i	i	i	i	i
12 Hochspannungsprüfung	IEC 60947-1, 8.3.3.4.1 3)	IEC 60947-1, 8.3.3.4.1 3)	IEC 60947-1, 8.3.3.4.1 3)	IEC 60947-1, 8.3.3.4.1 3)	IEC 60947-1, 8.3.3.4.1 3)	IEC 60947-1, 8.3.3.4.1 3)

Tabelle Q.1 (fortgesetzt)

Umgebungen	Geregelte Temperatur- und Luftfeuchte-umgebung	Temperatur- und Luftfeuchte-umgebung	Temperatur-, Luftfeuchte- und Salznebel-umgebung	Temperatur-, Luftfeuchte- und Schwingungs-umgebung	Temperatur-, Luftfeuchte- und Schwingungs-umgebung	Temperatur-, Luftfeuchte-, Schwingungs-, Schock- und Salznebel-umgebung
Kategorien	A	B	C	D	E	F
13 Nachweis des Betriebsverhaltens	entsprechend der Produktnorm ^d	entsprechend der Produktnorm ^d	entsprechend der Produktnorm ^d	entsprechend der Produktnorm ^d	entsprechend der Produktnorm ^d	entsprechend der Produktnorm ^d
14 Salznebel	nicht zutreffend	nicht zutreffend	IEC 60068-2-52 Prüfung Kb Schärfe 2 ^j	nicht zutreffend	nicht zutreffend	IEC 60068-2-52 Prüfung Kb Schärfe 1 ^j
15 Isolationswiderstand	nicht zutreffend	nicht zutreffend	i	i	i	i
16 Nachweis des Betriebsverhaltens	nicht zutreffend	nicht zutreffend	entsprechend der Produktnorm ^d	nicht zutreffend	nicht zutreffend	entsprechend der Produktnorm ^d
17 Sichtprüfung	nicht zutreffend	nicht zutreffend	k	nicht zutreffend	nicht zutreffend	k

ANMERKUNG 1 Die verwendete Einteilung unterscheidet sich von der Einteilung in IEC 60721-3.

ANMERKUNG 2 Die in den Fußnoten a und i angegebenen Werte unterscheiden sich von denen der IEC 60092-504.

^a Der Isolationswiderstand muss zwischen allen Stromkreisen und zwischen allen Stromkreisen und der Erde mit einem Prüfgerät, das IEC 61557-2 entspricht, gemessen werden (bestimmte Bauteile, z. B. Überspannungsableiter, müssen ggf. für diese Prüfung vorher abgeklemt werden).

Maximale Bemessungsbetriebsspannungen

Bis 65 V

Über 65 V

Prüfgleichspannung

2 × Versorgungsspannung
(mindestens 24 V)

500 V

Mindestisolationswiderstand

10 MΩ

100 MΩ

^b Parameter für die Schwingprüfung:

– **Frequenzbereich**

2⁺³₀ Hz bis 13,2 Hz

13,2 Hz bis 100 Hz

– Dauer, wenn keine Resonanzbedingung existiert: 90 min bei 30 Hz.

– Dauer bei jeder Resonanzfrequenz, bei der $Q \geq 2$ gemessen wurde: 90 min.

– Während der Schwingungsprüfung muss das Betriebsverhalten nachgewiesen werden.

– Die Prüfungen sind in drei senkrecht zueinander stehenden Ebenen durchzuführen.

– Als Hilfestellung wird empfohlen, dass Q den Wert 5 nicht übersteigt.

– Kritische Frequenzen sind die Bereiche von Resonanzfrequenzen, in denen der Überhöhungsfaktor ohne Unterbrechung größer als 2 ist.

– Falls sich im Bereich des 0,8- bis 1,2fachen (Zeitablenkung) der kritischen Frequenzen mehrere Resonanzfrequenzen befinden, muss die Dauer der Prüfung 120 min mit einer Beschleunigung von 0,7 g sein.

Einzuhaltende Ergebnisse: Während der Schwingprüfung ist ein unbeabsichtigtes Öffnen und Schließen der Kontakte für mehr als 3 ms als Fehler zu betrachten, außer der Hersteller gibt eine längere Zeit in seinen Veröffentlichungen an.

Diese vorgegebene Unterbrechungszeit kann in einigen Anwendungsfällen Probleme verursachen (z. B. Hochgeschwindigkeitseingänge bei speicherprogrammierbaren Steuerungen); diese kennzeichnenden Merkmale müssen in der Anwendung entsprechend berücksichtigt werden.

^c Drei positive und drei negative Schocks, aufgebracht in jede Richtung der drei Raumachsen:

– Impulsverlauf: Halbsinus;

– Spitzenbeschleunigung: 150 m/s² (dieser Wert soll in Betracht gezogen werden, und falls erforderlich, können vom Produktkomitee andere Werte festgelegt werden);

– Dauer des Impulses: 11 ms.

Nach der Prüfung muss der Nachweis in Tabellenzeile 4 zeigen, dass das Betriebsverhalten, das im Produktstandard festgelegt ist, sich nicht verändert hat.

^d Mit dieser Prüfung soll kontrolliert werden, ob das Gerät einige Mindest-Betriebscharakteristika erfüllt, und diese müssen durch die Produktnormen festgelegt werden.

^e Die entsprechenden Produktnormen beschreiben die Gerätebetätigung während der Vorbereitung, der Prüfung und der Funktionsprüfung. Die Erholung ist unter Raumtemperatur 1 h bis 2 h oder länger durchzuführen, wenn dies von der Produktnorm vorgeschrieben wird. Es gilt 5.3 von IEC 60068-1 (übliche Umgebungsbedingungen).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Tabelle Q.1 (fortgesetzt)

f	Die Prüfungen in den Tabellenzeilen 5 bis 17 dürfen an einem neuen Prüfling durchgeführt werden. Alle Prüflinge sind einer angemessenen Erst- und Abschlussuntersuchung nach den Tabellenzeilen 1, 15 und 16 zu unterziehen. Die Anzahl der dafür verwendeten Prüflinge ist im Prüfbericht anzugeben.		
g	Eine Funktionsprüfung ist während der ersten 2 h des ersten Zyklus bei Prüftemperatur durchzuführen und ebenso während der letzten 2 h des zweiten Zyklus bei Prüftemperatur.		
h	Die entsprechende Produktnorm kann eine andere Erholungszeit festsetzen.		
i	Der Isolationswiderstand muss während der ersten Stunde nach der Erholungszeit gemessen werden. Der Isolationswiderstand ist zwischen allen Stromkreisen und jedem Stromkreis und Erde zu messen mit einem Prüfgerät, das IEC 61557-2 entspricht, (bestimmte Bauteile, z. B. Überspannungsableiter, sind möglicherweise dafür abzuklemmen).		
	Maximale Bemessungsbetriebsspannungen	Prüfgleichspannung	Mindestisolationswiderstand
	Bis 65 V	2 × Versorgungsspannung (mindestens 24 V)	1 MΩ
	Über 65 V	500 V	10 MΩ
j	Erholung nach der Salznebel-Prüfung: Es gilt Abschnitt 10 von IEC 60068-2-52 mit folgender Ergänzung:		
j	Nach dem Waschen wird das Gerät entsprechend der Vorgabe des Herstellers entweder 24 h in freier Luft oder 1 h bei +55 °C ± 2 °C getrocknet und anschließend unter geregelten Erholungsbedingungen (nach 5.4.1 von IEC 60068-1) nicht weniger als 1 h und nicht länger als 2 h gelagert.		
	Bei manchen Produkten könnte das Waschen die Funktion beeinträchtigen. In diesen Fällen müssen in der Produktnorm entsprechende Vereinbarungen getroffen werden.		
k	Sichtprüfung: Die Betrachtung mechanischer Teile, die eine funktionale oder Sicherheitsaufgabe haben, muss bezüglich der Oxidation nachgewiesen werden: Drehachsen, Magnete, Scharniere, Schlösser usw. Darüber hinaus wird eine Sichtprüfung von Teilen, die vom Anwender zu Kundendienstzwecken zu entfernen sind, gemacht. Kennzeichnungen müssen lesbar bleiben. Folgende begrenzte Beschädigungen sind erlaubt:		
	<ul style="list-style-type: none"> – Spuren von Rost auf dem Magnetsystem; – Vorhandensein von Rostpunkten auf Schrauben; – Vorhandensein von Grünspanpunkten auf Kupferverbindungen und elektrischen Kontaktstücken; – Punkte von weißem Rost auf oberflächenbehandelten Teilen. 		
	Die entsprechende Produktnorm kann zusätzlich sicherheitsrelevante Kriterien ergänzen für die Entscheidung, ob das Prüfmuster die Prüfung erfüllt hat oder nicht.		

Anhang R (informativ)

Anwendung der Metallfolie bei der Hochspannungsprüfung auf die Teile, die bei Betätigung und Einstellung berührbar sind

Einleitung

In vielen Ländern gibt es eine Reihe von Auflagen, die bezüglich Gesundheit und Sicherheit unter anderem auf elektrische Geräte im Einsatz Einfluss nehmen. Eine Reihe von Kriterien ist zu beachten, und die nachfolgende Liste enthält Beispiele, die im Falle der Schalt- und Steuergeräte und ihrer Betätigung angewandt werden können:

- a) Beseitige im Fall von Geräteanordnungen die Gefahr, wenn zum Zwecke der Betätigung und für bestimmte Einstellungen der Zugang erforderlich ist. Das kann entweder dadurch erreicht werden, dass der Schaltschrank stromlos gemacht wird, bevor der Zugang ermöglicht wird, oder durch die Gewährleistung einer Schutzart der zu betätigenden Oberfläche äußerlich (Kapselung oder Schaltschrank geschlossen) und innerhalb (Kapselung oder Schaltschrank offen) nicht niedriger als IPXXB nach IEC 60529.

Oder, wenn das nicht machbar ist,

- b) Trennen der Person von der Gefahr durch die Anbringung von Schutzschirmen, Barrieren und Hindernissen.

Oder, wenn das nicht machbar ist,

- c) persönliche Schutzeinrichtung zur Verfügung stellen, um die Gesundheit und Sicherheit der Person zu sichern. Dieses ist die letzte Maßnahme und wird nicht als geeignet im Sinne dieser Norm betrachtet.

Der bevorzugte Ansatz für die Schaltschrankgeräte ist die Gewährleistung einer Schutzart höher als IPXXB an den Betätigungsoberflächen. Alternativ dazu sollte der Schaltschrank so entworfen und aufgebaut sein, dass die Steuereinrichtungen getrennt in einem sicheren Bereich im Schaltschrank angeordnet sind, in dem sich keine gefährlichen Strom führenden Teile befinden. Es ist anzumerken, dass die grundlegende Sicherheitsnorm (siehe auch 8.1.2 von IEC 61140) einen Mindestschutzgrad gegen den elektrischen Schock von IPXXB für Geräte vorschreibt.

ANMERKUNG Die Anforderungen der IEC 60529 unterscheiden sich vom Anhang R und der darin beschriebenen Anwendung der Metallfolie.

R.1 Zweck

Zweck dieses Anhangs ist es, zu verdeutlichen, wo die Metallfolie bei der Hochspannungsprüfung anzubringen ist.

Die Beschreibung, die in diesem Anhang gegeben wird, soll nicht alle gebräuchlichen Situationen abdecken, und die Produktnormen können die üblichen Betätigungs- und Einstellbedingungen genauer beschreiben (z. B. den Bedienhebel außerhalb einer Kapselung, während andere Teile des Geräts sich innerhalb der Kapselung befinden).

Der Hersteller kann zusätzliche Informationen angeben, an Hand derer die Labors prüfen (z. B. Geräte sind für die Anwendung ohne Kapselung vorgesehen; in diesem Fall ist die Anwendung der Metallfolie nicht auf die Teile beschränkt, die bei Betätigung oder Einstellung berührbar sind).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

R.2 Beschreibung der Zonen

R.2.1 Allgemeines

Um die Anwesenheit von berührbaren Teilen während einer Betätigung oder Einstellung für die Hochspannungsprüfung zu beschreiben, wurden drei Zonen für die Anwendung der Metallfolie definiert:

- a) Handbetätigungs- und -einstellungsvorrichtungen;
- b) Teile, die dafür vorgesehen sind, während einer üblichen Betätigung oder Einstellung berührt, aber nicht in die Hand genommen zu werden;
- c) Teile, die während einer Betätigung oder Einstellung nicht berührt werden müssen.

ANMERKUNG 1 Ähnlicher Ansatz wie bei den Erwärmungsgrenzen.

Falls erforderlich, kann die Produktnorm zusätzliche Informationen geben.

R.2.2 Anwendung der Metallfolie bezüglich berührbarer Teile bei der Betätigung und Einstellung

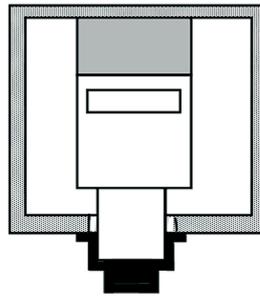
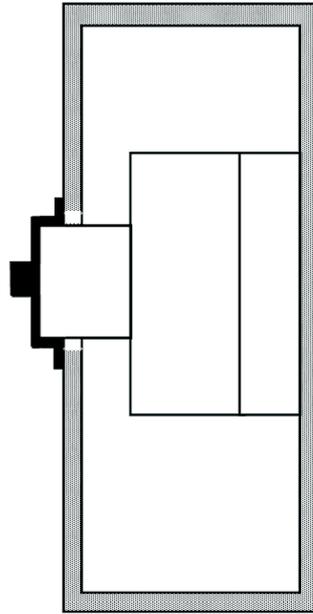
Außer es wird in der Produktnorm anders angegeben, sind die nur Teile, die bei der Betätigung oder Einstellung berührt werden sollen, zu berücksichtigen.

Teile, die sich außerhalb der Kapselung befinden, müssen mit der Metallfolie abgedeckt werden (siehe [Bild R.1](#)).

Die Metallfolie wird innerhalb der geometrischen Zonen wie folgt aufgebracht (siehe auch [Bilder R.2, R.3](#) und [R.4](#)):

- a) innerhalb eines Gebiets, festgelegt durch eine Fläche, die sich 30 mm von allen Ecken eines Betätigers und/oder den Einstellvorrichtungen erstreckt und auf alle Oberflächen innerhalb dieses Gebiets bis zu einer Tiefe von 80 mm;
- b) innerhalb eines Gebiets, festgelegt durch eine Fläche, die sich 100 mm von allen Ecken eines Betätigers oder/und den Einstellvorrichtungen erstreckt und auf alle Oberflächen innerhalb dieses Gebiets bis zu einer Tiefe von 25 mm.

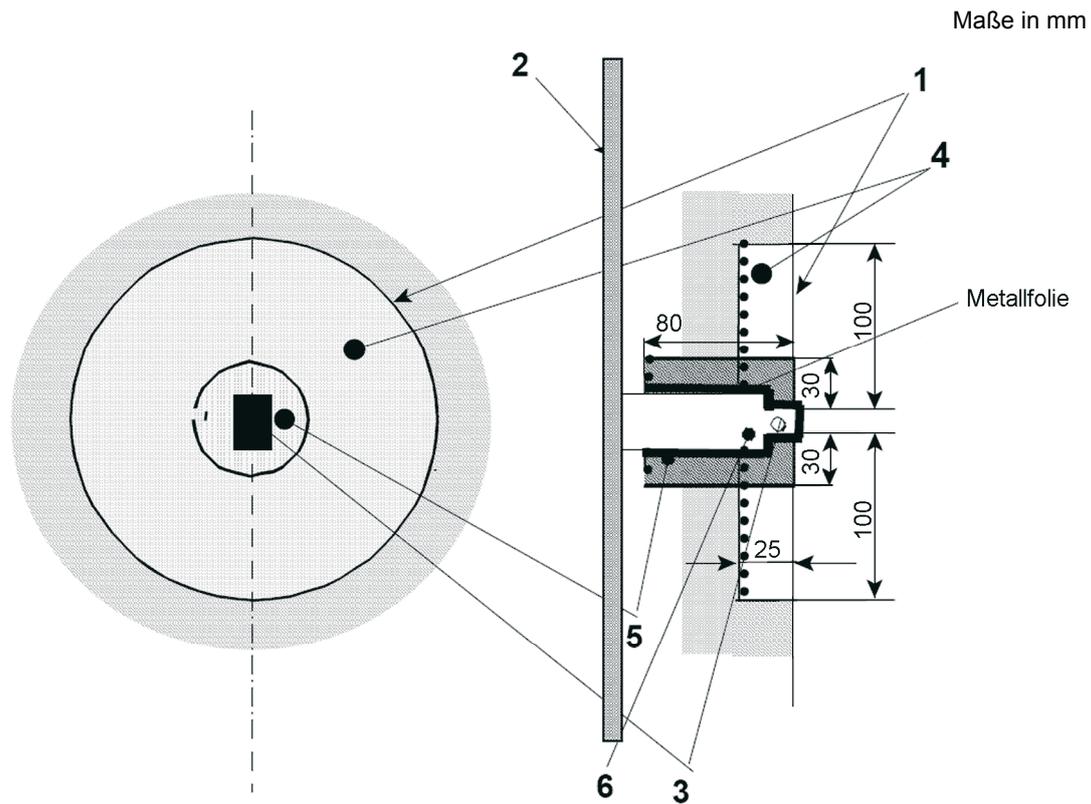
Die Metallfolie darf in keine Öffnungen und Riefen gedrückt werden (siehe [Bild R.3](#)).



— Metallfolie

Bild R.1 – Betätigung außerhalb der Kapselung

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011



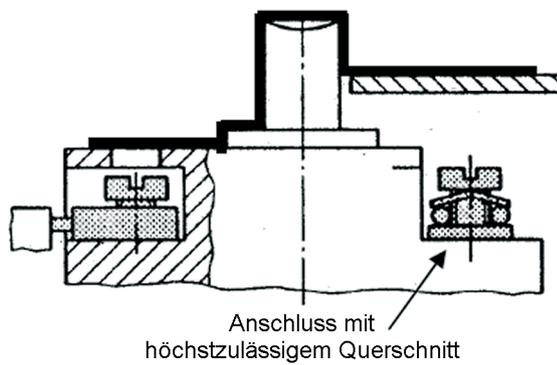
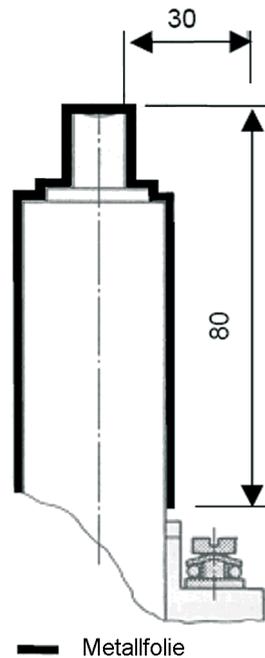
— oder Metallfolie

Legende

- 1 Ebene, definiert durch die Oberfläche des Betätigers
- 2 Montageplatte
- 3 Druckknopf
- 4 Fläche mit Handrückenschutz
- 5 Fläche mit Fingerschutz
- 6 Schalterunterteil

Bild R.2 – Betätigungsraum bei Drucktasterbetätigung

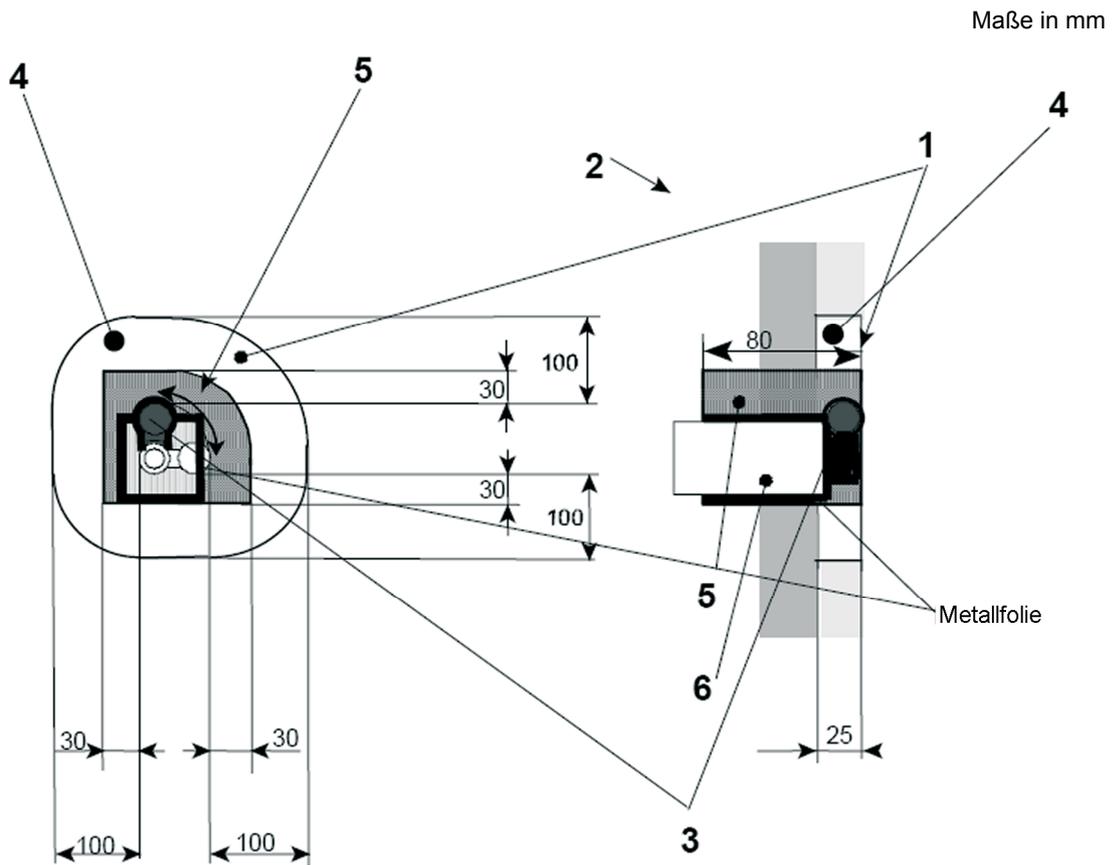
Maße in mm



ANMERKUNG Alternativ dazu kann eine Öffnung, in die der Prüffinger nicht eindringen kann, aus der Metallfolie ausgespart werden. Dieses liegt im Ermessen des Herstellers.

Bild R.3 – Beispiele für eine Finger schützende Umgebung bei gefährlichen Strom führenden Teilen in einer Drucktaster-Umgebung (etwa 25 mm)

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011



Legende

- 1 Bezugsfläche
- 2 Montageplatte
- 3 Knebel
- 4 Fläche mit Handrückenschutz
- 5 Fläche mit Fingerschutz
- 6 Schalterunterteil

Bild R.4 – Betätigungsraum für die Betätigung bei Drehhebeln

Anhang S (normativ)

Digitale Ein- und Ausgänge

ANMERKUNG Für IEC 60947-1 vereinigt dieser Anhang alle entsprechenden Auszüge der zweiten Ausgabe der IEC 61131-2, für die es keine französische Ausgabe gibt. Aus diesem Grund wurde es als nicht notwendig erachtet, einen französischen Text herauszugeben, der nicht von dem für die IEC 61131-2 zuständigen Unterkomitee erarbeitet wurde (außer Abschnitt S.1).

S.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang gilt für die digitalen Ein- und Ausgänge, die in Schalt- und Steuergeräten enthalten sind und mit speicherprogrammierbaren Steuerungen (PLC) kompatibel sein sollen. Ihm liegen die entsprechenden Abschnitte der IEC 61131-2 zu Grunde.

S.2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Anhangs gelten die folgenden Begriffe.

S.2.1

digitaler Eingang Typ 1

en: digital input, type 1

fr: –

Eingang, geeignet für Signale von elektromechanischen Schaltgeräten wie Relaiskontakten, Drucktastern, Schaltern usw. Wandelt ein Signal mit zwei möglichen Zuständen in eine Ein-Bit-Binärzahl um.

ANMERKUNG Digitale Eingänge vom Typ 1 sind nicht unbedingt geeignet für den Anschluss von Halbleiterschaltern wie Sensoren, Näherungsschaltern usw.

S.2.2

digitaler Eingang Typ 2

en: digital input, type 2

fr: –

Eingang, geeignet für Signale von Halbleiterschaltern, wie z. B. 2-Draht-Näherungsschaltern. Wandelt ein Signal mit zwei möglichen Zuständen in eine Ein-Bit-Binärzahl um.

ANMERKUNG 1 2-Draht-Näherungsschalter, wie sie hier beschrieben sind, sind in IEC 60947-5-2 definiert.

ANMERKUNG 2 Diese Klasse kann auch als Typ 1 verwendet werden.

S.2.3

digitaler Ausgang

en: digital output

fr: –

Ausgang, der eine Ein-Bit-Binärzahl in ein Signal mit zwei möglichen Zuständen umwandelt

S.2.4

Strom ziehend

en: current sinking

fr: –

Eigenschaft, Strom aufzunehmen

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

S.2.5

Strom liefernd

en: current sourcing

fr: –

Eigenschaft, Strom zu liefern

S.3 Funktionsanforderungen

S.3.1 Bemessungswerte und Arbeitsbereiche

Extern versorgte Ein-/Ausgabemodule müssen den Werten in Tabelle S.1 entsprechen.

Tabelle S.1 – Bemessungswerte und Arbeitsbereiche der Netzeinspeisung

Spannung		Frequenz		Empfohlene Verwendung: (R)		Normative Punkte und Anmerkungen ^c
Bemessungswert (U_n)	Toleranz min./max.	Bemessungswert (F_n)	Toleranz min./max.	Stromver- sorgung	Ein-/Aus- gangssignale	
24 V d.c.	– 15 %/+ 20 %			R	R	a
48 V d.c.				R	R	a, b
125 V d.c.				–	–	–
24 V a.c. effektiv	– 15 %/+ 10 %	50 Hz oder 60 Hz	– 6 %/+ 4 %	–	–	(siehe Anmerkung)
48 V a.c. effektiv				–	–	(siehe Anmerkung)
100 V a.c. effektiv				R	R	–
110 V a.c. effektiv				R	R	–
120 V a.c. effektiv				R	R	(siehe Anmerkung)
200 V a.c. effektiv				R	R	–
230 V a.c. effektiv				R	R	(siehe Anmerkung)
240 V a.c. effektiv				R	R	–
400 V a.c. effektiv				R	–	(siehe Anmerkung) ^d

^a Neben den Spannungstoleranzen ist eine Gesamt-Wechselspannungskomponente mit einem Scheitelwert von 5 % der Bemessungsspannung zulässig. Die absoluten Grenzen liegen bei 30/19,2 V d.c. für 24 V Gleichspannung und 60/38,4 V d.c. für 48 V Gleichspannung.

^b Siehe Fußnote e in [Tabelle S.2](#), wenn wahrscheinlich ist, dass digitale Eingänge des Typs 2 eingesetzt werden.

^c Für Eingangsspannungen, die nicht der Tabelle entsprechen, wie z. B. 110 V Gleichspannung, gelten die in der Tabelle und in der Fußnote a genannten Toleranzen. Diese Spannungstoleranzen müssen zur Berechnung der Eingangsgrenzwerte nach [Tabelle S.2](#) unter Verwendung der in [Abschnitt S.6](#) angegebenen Gleichungen angewendet werden.

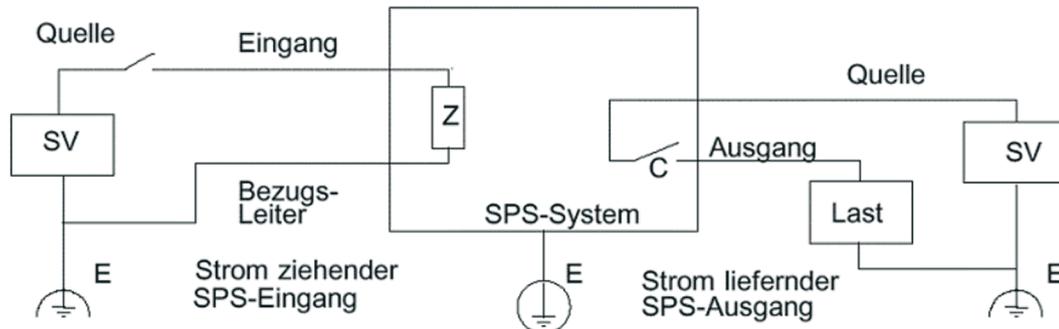
^d Drehstromspeisung.

ANMERKUNG Diese Bemessungsspannungen sind aus IEC 60038 abgeleitet.

S.3.2 Digitale Ein- und Ausgänge

S.3.2.1 Allgemeines

Bild S.1 zeigt die Definitionen für einige E/A-Parameter.



Legende

- C Ausgang
Mechanischer oder elektronischer Kontakt (z. B. Relaiskontakt, Triac, Transistor)
- E Erdungen
Die dargestellten Erdungen sind als eine Möglichkeit zu verstehen.
Die Erdungen richten sich nach den nationalen Vorschriften und/oder Erfordernissen der jeweiligen Anwendung.
- Z Eingang
Eingangsimpedanz
- SV Externe Stromversorgung

ANMERKUNG Bei einigen Anwendungen genügt eine gemeinsame Versorgung für Eingänge, Ausgänge und SPS.

Bild S.1 – E/A-Parameter

Digitale Ein-/Ausgänge müssen folgenden Anforderungen genügen.

Digitale Eingänge müssen den Anforderungen der Normspannungsbemessungen nach S.3.2.2 entsprechen.

Digitale Ausgänge müssen den Anforderungen der Normbemessungen nach S.3.2.3.2 für a.c. oder S.3.2.4.2 für d.c. entsprechen.

Es muss möglich sein, Eingänge und Ausgänge bei richtiger Auswahl anderer Signalein- und -ausgänge miteinander zu verbinden, so dass ein störungsfreier Betrieb des SPS-Systems gewährleistet ist (ist eine zusätzliche äußere Last erforderlich, muss diese vom Hersteller spezifiziert werden).

Der Stromkreis muss den Anforderungen für die Luft- und Kriechstrecken und der Hochspannungsprüfung gemäß der Phasenspannung entsprechen.

ANMERKUNG Strom liefernde Eingänge und Strom ziehende Ausgänge, die in speziellen Anwendungsfällen benötigt werden können, werden in diesem Anhang nicht behandelt. Ihre Verwendung erfordert besondere Sorgfalt (bei Verwendung Strom ziehender Eingänge und Strom liefernder Ausgänge in positiver Logik wird jeder Kurzschluss gegenüber dem Bezugspotential und ein Drahtbruch von den Eingängen und Verbrauchern als „Aus-Zustand“ erkannt; andererseits werden bei Strom liefernden Eingängen und Strom ziehenden Ausgängen Erdschlüsse als „Ein-Zustand“ erkannt) (siehe Bild S.1).

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

S.3.2.2 Digitale Eingänge (Strom ziehend)

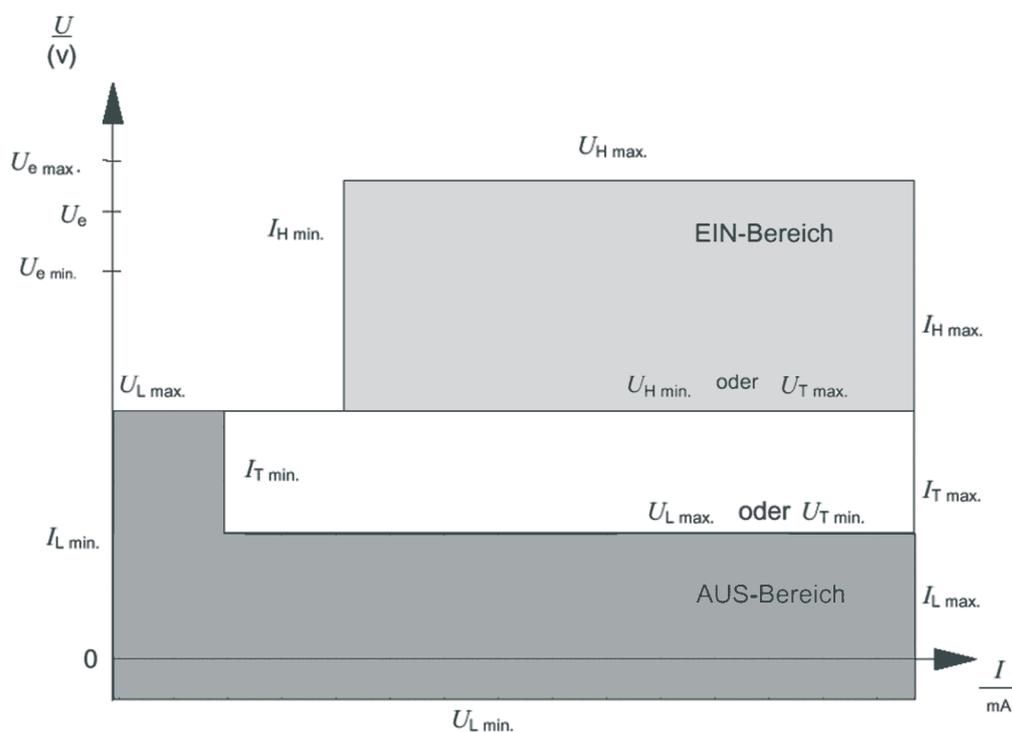
S.3.2.2.1 Allgemeines

Die Anforderungen dieses Unterabschnitts werden nach S.4.2 überprüft.

S.3.2.2.2 Terminologie (UII-Arbeitsbereiche)

Das Bild S.2 zeigt graphisch die hier benutzten Grenzen und Betriebsbereiche für Strom ziehende digitale Eingangstromkreise.

Der Betriebsbereich besteht aus dem „EIN-Bereich“, dem „Übergangs-Bereich“ und dem „AUS-Bereich“. Es ist notwendig, dass beide, $U_{T \min}$ und $I_{T \min}$, überschritten werden, um den „AUS-Bereich“ zu verlassen, und dass $I_{H \min}$ vor $U_{H \min}$ überschritten wird, um in den „EIN-Bereich“ zu gelangen: Alle Eingangs-UII-Kennlinien müssen sich innerhalb dieser Grenzbedingungen bewegen. Der Bereich unterhalb 0 Volt ist nur bei Gleichspannungs-Eingängen ein gültiger Teil des „AUS-Bereichs“.



ANMERKUNG

$U_{H \max}$ und $U_{H \min}$	Spannungsgrenzen für die EIN-Bedingungen (1-Zustand)
$I_{H \max}$ und $I_{H \min}$	Stromgrenzen für die EIN-Bedingungen (1-Zustand)
$U_{T \max}$ und $U_{T \min}$	Spannungsgrenzen für den Übergangszustand (EIN oder AUS)
$I_{T \max}$ und $I_{T \min}$	Stromgrenzen für den Übergangszustand (EIN oder AUS)
$U_{L \max}$ und $U_{L \min}$	Spannungsgrenzen für die AUS-Bedingungen (0-Zustand)
$I_{L \max}$ und $I_{L \min}$	Stromgrenzen für die AUS-Bedingungen (0-Zustand)
$U_{L \max}$ ist gleich $U_{H \min}$ bis zu $I_{T \min}$ und ist gleich $U_{T \min}$ oberhalb $I_{T \min}$	
U_e , $U_{e \max}$ und $U_{e \min}$	Bemessungsspannung und deren Grenzwerte für die externe Stromversorgung

Bild S.2 – UII-Arbeitsbereiche von Strom ziehenden Eingängen

S.3.2.2.3 Normarbeitsbereiche für digitale Eingänge (Strom ziehend)

Strom ziehende digitale Eingänge müssen innerhalb der in nachstehender Tabelle S.2 angegebenen Grenzen arbeiten.

Tabelle S.2 – Normarbeitsbereiche für digitale Eingänge (Strom ziehend)

Bemes- sungs- span- nung U_e	Bemes- sungs- fre- quenz F_n Hz	Art der Be- gren- zung	Grenzwerte ⁹ Typ 1						Grenzwerte ⁹ Typ 2						Norma- tive Punkte
			0-Zustand		Übergangs- bereich		1-Zustand		0-Zustand		Übergangs- bereich		1-Zustand		
			U_L V	I_L mA	U_T V	I_T mA	U_H V	I_H mA	U_L V	I_L mA	U_T V	I_T mA	U_H V	I_H mA	
24 V d.c.	–	max.	15/5	15	15	15	30	15	11/5	30	11	30	30	30	a, b, d, e
			min.	– 3	ND	5	0,5	15	2	– 3	ND	5	2	11	
48 V d.c.	–	max.	34/10	15	34	15	60	15	30/10	30	30	30	60	30	a, b, d
			min.	– 6	ND	10	0,5	34	2	– 6	ND	10	2	30	
24 V a.c. effektiv	50/60	max.	14/5	15	14	15	27	15	10/5	30	10	30	27	30	a, c
			min.	0	0	5	1	14	2	0	0	5	4	10	
48 V a.c. effektiv	50/60	max.	34/10	15	34	15	53	15	29/10	30	29	30	53	30	a, c
			min.	0	0	10	1	34	2	0	0	10	4	29	
100 V a.c. 110 V a.c. 120 V a.c. effektiv	50/60	max.	79/20	15	79	15	$1,1 U_e$	15	74/20	30	74	30	$1,1 U_e$	30	a, c, d, f
			min.	0	0	20	1	79	2	0	0	20	4	74	
200 V a.c. 230 V a.c. 240 V a.c. effektiv	50/60	max.	164/ 40	15	164	15	$1,1 U_e$	15	159/ 40	30	159	30	$1,1 U_e$	30	a, c, d, f
			min.	0	40	2	164	3	0	40	5	159	7		

a Alle Logiksignale gelten für positive Logik. Offene Eingänge müssen als 0-Signal erkannt werden. Die Gleichungen und Voraussetzungen für die Ermittlung der Tabellenwerte sowie zusätzliche Erläuterungen sind in [Abschnitt S.6](#) aufgeführt.

b Die angegebenen Spannungsgrenzen beinhalten alle Wechselspannungskomponenten.

c Elektronische Schalter können den Effektivwert aller Oberschwingungen des Eingangssignals beeinflussen und deshalb die Kompatibilität der Eingangsschnittstelle mit Näherungsschaltern beeinträchtigen, besonders bei Typ 2, 24 V a.c. Bezüglich der Anforderungen siehe [S.3.1](#).

d Empfohlen für allgemeine Anwendung und zukünftige Entwicklungen.

e Die kleinste externe Versorgungsgleichspannung für Typ-2-Eingänge mit 24 V zum Anschluss an 2-Draht-Näherungsschalter sollte höher als 20 V sein oder $U_{H \min}$ niedriger als 11 V, um einen ausreichenden Sicherheitsabstand zu erreichen.

f Im Rahmen der derzeitigen Technologie und zur Förderung der Entwicklung einzelner Eingangsmodule, die mit allen gängigen Bemessungsspannungen kompatibel sind, sind die Grenzen absolut und unabhängig von der Bemessungsspannung (ausgenommen $U_{H \max}$) angegeben und basieren auf den Gleichungen nach [Abschnitt S.6](#) bzw. 100 V und 200 V Wechselspannung.

g Siehe Definitionen [S.2.1](#), [S.2.2](#) und [S.2.3](#).

ANMERKUNG Kompatibilität mit 2-Draht-Näherungsschaltern nach IEC 60947-5-2 ist mit Typ 2 möglich. Siehe auch Fußnote c.

ND = nicht definiert

S.3.2.2.4 Zusätzliche Anforderungen

Jeder Eingangskanal muss mit einem Leuchtmelder oder einer ähnlichen Einrichtung ausgestattet sein, um den 1-Zustand anzuzeigen.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

S.3.2.3 Digitale Ausgänge für Wechselspannung (Strom liefernd)

S.3.2.3.1 Allgemeines

Die Anforderungen dieses Unterabschnitts werden nach S.4.3 überprüft.

S.3.2.3.2 Nennwerte und Arbeitsbereiche (Wechselspannung)

Digitale Ausgänge müssen den in nachstehender Tabelle S.3 aufgeführten Werten entsprechen für Ausgangsspannungen, die der Hersteller nach S.3.1 angibt.

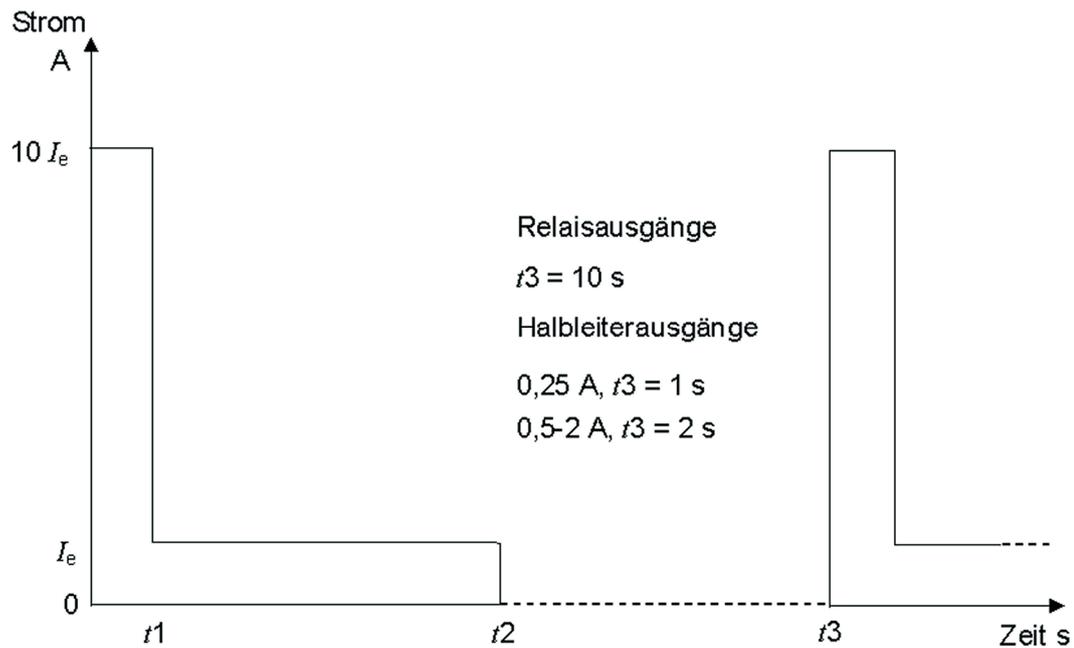
Tabelle S.3 – Nennwerte und Arbeitsbereiche für Strom liefernde digitale Wechselspannungsausgänge

Bemessungsstrom (1-Zustand)	I_e A	0,25	0,5	1	2	Normative Punkte
Strombereich für 1-Zustand (dauernd bei größter Spannung)	min. (mA)	10 [5]	20	100	100	a, b
	max. (A)	0,28	0,55	1,1	2,2	a
Spannungsfall U_d im 1-Zustand	U_d	–	–	–	–	–
– Nicht geschützte Ausgänge	max. (V)	3	3	3	3	a
– Geschützte und kurzschlussfeste Ausgänge	max. (V)	5	5	5	5	a
Ableitstrom im 0-Zustand		–	–	–	–	–
– Halbleiterausgänge	max. (mA)	5 [3]	10	10	10	a, b, c
– Relaisausgänge	max. (mA)	2,5	2,5	2,5	2,5	a, c
Wiederholrate für vorübergehende Überlast (siehe Bild S.3)	Zykluszeit (s)	–	–	–	–	
– Halbleiterausgänge	max.	1	2	2	2	
– Relaisausgänge	max.	10	10	10	10	

^a Effektivwerte für Strom und Spannung.

^b Zahlen in eckigen Klammern gelten für ein Modul, das nicht durch ein RC-Glied oder einen gleichwertigen Spannungsbegrenzer geschützt ist. Alle anderen Werte gelten für Module mit Begrenzung.

^c Ableitströme für Halbleiterausgänge größer 3 mA setzen den Einsatz einer zusätzlichen externen Last voraus, um mit Eingängen des Typs 2 verbunden werden zu können.



- $t1$ 2 Schwingungen bei F_n (F_n = Bemessungsfrequenz des Netzes)
 $t2$ Einschaltzeit
 $t3 - t2$ Ausschaltzeit (Ausschaltzeit = Einschaltzeit)
 $t3$ Zykluszeit

Bild S.3 – Schwingungsverlauf bei kurzzeitiger Überlast für digitale Wechselspannungsausgänge

S.3.2.3.3 Zusätzliche Anforderungen

S.3.2.3.3.1 Melder für Ausgänge

Jeder Ausgangskanal muss mit einem Leuchtmelder oder einer ähnlichen Einrichtung ausgestattet sein, um das Ausgangs-1-Signal anzuzeigen.

S.3.2.3.3.2 Geschützte Ausgänge

Für Ausgänge, die vom Hersteller als geschützt angegeben sind, gilt:

- Der Ausgang muss der Belastung entweder standhalten, und/oder die zugehörige Schutzeinrichtung muss den Ausgang schützen für alle Dauer-Ausgangsströme, die über dem 1,1fachen des Bemessungswerts liegen;
- nach dem Rücksetzen oder dem Ersatz der Schutzeinrichtung muss das SPS-System in den normalen Betrieb zurückgehen;
- zusätzliche Wiederanlauffähigkeiten können unter den drei folgenden Arten ausgewählt werden:
 - geschützter Ausgang mit automatischem Wiederanlauf: ein geschützter Ausgang, der automatisch wieder in Betrieb geht, sobald keine Überlast mehr ansteht;
 - geschützter Ausgang mit gesteuertem Wiederanlauf: ein geschützter Ausgang, der durch Signale gesteuert wieder in Betrieb geht (z. B. durch Fernsteuerung);
 - geschützter Ausgang mit Wiederanlauf von Hand: ein geschützter Ausgang, der durch Handeingriff wieder eingeschaltet wird (der Schutz darf durch Sicherungen, elektronische Verriegelungen usw. gewährleistet werden).

Die Anforderungen dieses Unterabschnitts werden nach [S.4.3.2](#) überprüft.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

ANMERKUNG 1 Ein längerer Betrieb unter Überlast darf zu einer Verkürzung der Lebensdauer des Moduls führen.

ANMERKUNG 2 Die geschützten Ausgänge schützen nicht notwendigerweise auch die externe Verdrahtung. Es obliegt dem Anwender, hierfür den notwendigen Schutz vorzusehen.

S.3.2.3.3.3 Kurzschlussfeste Ausgänge

Für Ausgänge, die vom Hersteller als kurzschlussfest angegeben sind, gilt:

- Der Ausgang muss bei allen Ausgangsströmen, die größer als $I_{e \max}$ sind und bis zum 2fachen Bemessungsstrom I_e betragen, arbeiten und vorübergehender Überlast standhalten. Solche vorübergehenden Überlastfälle müssen durch den Hersteller angegeben werden.
- Für alle zu erwartenden Ausgangsströme oberhalb des 20fachen Bemessungswerts muss die Schutzeinrichtung ansprechen. Nach dem Rücksetzen oder Austausch der Schutzeinrichtung muss die speicherprogrammierbare Steuerung wieder normal arbeiten.
- Für Ausgangsströme im Bereich vom 2- bis 20fachen von I_e oder für vorübergehende Überlastungen oberhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzen (siehe 1. Spiegelstrich oben) kann eine Reparatur oder ein Ersatz des Moduls erforderlich werden.

Die Anforderungen dieses Unterabschnitts werden nach [S.4.3.2](#) überprüft.

S.3.2.3.3.4 Nicht geschützte Ausgänge

Wenn Ausgänge vom Hersteller als nicht geschützt angegeben werden und er hierfür eine äußere Schutz- einrichtung empfiehlt, müssen sie allen Anforderungen für kurzschlussfeste Ausgänge genügen.

S.3.2.3.3.5 Elektromechanische Relaisausgänge

Elektromechanische Relaisausgänge müssen für mindestens 0,3 Millionen Schaltspiele in der Gebrauchs- kategorie AC-15 ausgelegt sein (Lebensdauerklasse 0.3) entsprechend IEC 60947-5-1.

Die Typprüfung ist nicht erforderlich, wenn für die Relaisbauteile nachgewiesen wurde, dass sie den Anfor- derungen nach IEC 60947-5-1 entsprechen.

S.3.2.4 Digitale Ausgänge für Gleichspannung (Strom liefernd)

S.3.2.4.1 Allgemeines

Die Anforderungen dieses Unterabschnitts werden nach [S.4.3](#) überprüft.

S.3.2.4.2 Bemessungswerte und Arbeitsbereiche (Gleichspannung)

Digitale Ausgänge müssen den in nachstehender [Tabelle S.4](#) aufgeführten Werten entsprechen für Aus- gangsspannungen, die der Hersteller nach [S.3.1](#) angibt.

Tabelle S.4 – Bemessungswerte und Arbeitsbereiche (DC) für Strom liefernde digitale Gleichspannungsausgänge

Bemessungsstrom (1-Signal)	I_e A	0,1	0,25	0,5	1	2	Normative Punkte																		
Strombereich bei 1-Signal (dauernd bei größter Spannung)	max. (A)	0,12	0,3	0,6	1,2	2,4																			
Spannungsfall	U_d	–	–	–	–	–	–																		
– nicht geschützter Ausgang	max. (V)	3	3	3	3	3	–																		
– geschützte und kurzschlussfeste Ausgänge		3	3	3	3	3	a																		
Leckstrom (bei 0-Signal)	max. (mA)	0,1	0,5	0,5	1	1	b, c																		
Vorübergehende Überlast	max. (A)	siehe Bild S.2 oder nach Herstellerangaben																							
<p>^a Wird für die Bemessungsströme 1 A und 2 A ein Verpolungsschutz vorgesehen, so ist ein Spannungsfall von 5 V zulässig. Dadurch ist der Ausgang nicht mehr mit einem Typ-1-Eingang derselben Bemessungsspannung kompatibel.</p> <p>^b Die resultierende Kompatibilität zwischen Gleichspannungsaus- und Gleichspannungseingängen ohne zusätzliche externe Last ist wie folgt:</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Bemessungs-Ausgangsstrom I_e (A):</td> <td>0,1</td> <td>0,25</td> <td>0,5</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Typ 1:</td> <td>ja</td> <td>ja</td> <td>ja</td> <td>nein</td> <td>nein</td> </tr> <tr> <td>Typ 2:</td> <td>ja</td> <td>ja</td> <td>ja</td> <td>ja</td> <td>ja</td> </tr> </table> <p>^c Mit einer entsprechenden externen Last können alle d.c.-Ausgänge mit Typ-1-, Typ-2- und Typ 3-d.c.-Eingängen kompatibel gemacht werden.</p>								Bemessungs-Ausgangsstrom I_e (A):	0,1	0,25	0,5	1	2	Typ 1:	ja	ja	ja	nein	nein	Typ 2:	ja	ja	ja	ja	ja
Bemessungs-Ausgangsstrom I_e (A):	0,1	0,25	0,5	1	2																				
Typ 1:	ja	ja	ja	nein	nein																				
Typ 2:	ja	ja	ja	ja	ja																				



- t_1 Zeit für Spannungsstoß = 10 ms
 t_2 Einschaltzeit
 $t_3 - t_2$ Ausschaltzeit (Ausschaltzeit = Einschaltzeit)
 t_3 Zykluszeit = 1 s

Bild S.4 – Schwingungsverlauf bei kurzzeitiger Überlast für digitale Gleichspannungsausgänge**S.3.2.4.3 Zusätzliche Anforderungen**

Die weiteren Anforderungen sind die gleichen wie für Strom liefernde Ausgänge für Wechselspannung in [S.3.2.3.3](#), ausgenommen:

- bei geschützten Ausgängen liegt die Grenze bei $1,2 I_e$ anstatt $1,1 I_e$;
- bei elektromechanischen Relaisausgängen: AC-15 wird durch DC-13 ersetzt.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

S.4 Nachprüfung der Anforderungen an Eingänge/Ausgänge

S.4.1 Allgemeines

Die Prüfverfahren sind nachstehend nicht im Einzelnen festgelegt. Einzelheiten der Prüfverfahren sind zwischen Anwender und Hersteller abzustimmen. Sie müssen so gestaltet sein, dass die in S.4.4 festgelegten Bedingungen nicht beeinträchtigt werden.

Auch wenn die Prüfverfahren nicht im Einzelnen festgelegt sind, müssen alle angeführten Prüfungen vorgenommen werden.

Sofern in diesem Unterabschnitt nicht anders angegeben, sind alle Prüfungen zweimal an demselben E/A-Kanal bzw. denselben E/A-Kanälen vorzunehmen:

- Erste Prüfung: bei kleinster Betriebstemperatur.
- Zweite Prüfung: bei höchster Betriebstemperatur.

Es ist nicht erforderlich, mehr als einen digitalen Eingangskanal jedes Typs zu prüfen.

S.4.2 Nachprüfungen von digitalen Eingängen

S.4.2.1 Prüfung des Arbeitsbereichs

Nachprüfen, ob alle Anforderungen erfüllt werden.

Prüfverfahren: Ist zwischen Benutzer und Hersteller zu vereinbaren.

S.4.2.2 Prüfung mit umgekehrter Signalpolarität (Beständigkeitsprüfung)

Prüfverfahren: Für die Dauer von 10 Sekunden ist bei digitalen Eingängen ein Signal mit umgekehrter Polarität anzulegen.

Nachprüfung:

Das Gerät muss den in S.4.4 angegebenen Anforderungen entsprechen.

S.4.3 Nachprüfungen von digitalen Ausgängen

S.4.3.1 Prüfung des Arbeitsbereiches

Nachprüfen, ob alle Anforderungen erfüllt werden.

Prüfverfahren:

Strombereich: Ist zwischen Benutzer und Hersteller zu vereinbaren.

Spannungsfall: Ist zwischen Benutzer und Hersteller zu vereinbaren.

Ableitstrom: Betriebsmittel/Schaltungen, die für den Schutz des Ausgangs vorgesehen sind, dürfen nicht entfernt werden.

Vorübergehende Überlastung: Nach IEC 60947-5-1 (AC-15 oder DC-13, soweit zutreffend). Bei kurzschlussfesten Ausgängen müssen die Stromwerte $2 I_e$ bis $20 I_e$ (wie in S.3.2.3.3 angegeben) betragen.

S.4.3.2 Prüfung von geschützten, nicht geschützten und kurzschlussfesten Ausgängen**Tabelle S.5 – Überlast- und Kurzschlussprüfungen von digitalen Ausgängen**

Bezugsprüfung	Keine				
Prüfaufbau	Nach Angaben des Herstellers				
Einzelheiten der Befestigung/Abstützung	Nach Angaben des Herstellers				
Belastung	Es genügt, einen E/A-Kanal jedes zu prüfenden Typs zu prüfen.				
Anfangsmessungen	Siehe 2.4.4				
Beschreibung der Prüfungen	A	B	C	D	E
Voraussichtliche Ströme ($k \times I_e$)	1,2/1,3 ^a	1,5	2	5	21
Prüfdauer (min)	5	5	5	5	5
Reihenfolge der Versuche					
erste Reihe (bei T_{min})	1	2	3	4	5
zweite Reihe (bei T_{max})	6	7	8	9	10
Zeitintervall zwischen den Prüfungen	10 Minuten \leq Zeitintervall \leq 60 Minuten				
Anwendbarkeit der Prüfungen für					
geschützte Ausgänge	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
kurzschlussfeste Ausgänge	Nein	Nein	Ja ^b	Nein	Ja ^d
nicht geschützte Ausgänge ^c	Nein	Nein	Ja ^b	Nein	Ja ^d
Messung und Nachprüfung	Siehe Anforderungen in S.3.2.3.3 und S.3.2.4.3				
während der Überlastung	Siehe 2.4.4				
unmittelbar nach der Überlastung	Siehe 2.4.4				
nach Überlastung und ordnungsgemäßigem Rücksetzen	Siehe 2.4.4				
^a 1,2 bei Wechselspannungsausgängen, 1,3 bei Gleichspannungsausgängen. ^b Bei Strömen im Bereich von 2-mal bis 20-mal I_e darf eine Reparatur oder ein Austausch des Moduls erforderlich werden. ^c Die vom Hersteller zu liefernde(n) oder vorgeschriebene(n) Schutzvorrichtung(en) ist/sind einzubauen. ^d Die Schutzeinrichtung(en) muss/müssen ansprechen. Sie sind für die nächste Prüfung rückzusetzen bzw. zu ersetzen.					

S.4.3.3 Prüfung mit Umkehr der Signalpolarität (Beständigkeitsprüfung)

Ist das Gerät so beschaffen, dass eine Umkehr der Signalpolarität verhindert wird, dann braucht die Beständigkeitsprüfung nicht durchgeführt zu werden und darf durch eine entsprechende Sichtprüfung ersetzt werden.

Prüfverfahren:

Bei digitalen Gleichspannungsausgängen ist für die Dauer von 10 Sekunden ein Signal mit umgekehrter Polarität anzulegen.

Nachprüfung:

Das Gerät muss den in S.4.4 angegebenen Anforderungen entsprechen.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

S.4.4 Verhalten des Geräts

Die Erfüllung der allgemeinen Anforderungen von digitalen Ein- und Ausgängen muss nachgewiesen sein.

Das Verhalten der digitalen Ein- und Ausgänge muss bezüglich des Betriebsverhaltens der Geräte sein wie erwartet. Wenn notwendig, darf die Produktnorm zusätzlich Anforderungen formulieren.

Der Nachweis der EMV-Anforderungen ist nach 8.4 durchzuführen. Für die Störfestigkeit gelten die Werte der [Tabelle 23](#).

S.5 Allgemeine Herstellerangaben

S.5.1 Angaben über digitale Eingänge (Strom ziehend)

Der Hersteller muss die folgenden Angaben bereitstellen:

- Strom-/Spannungs-Kurve über den gesamten Arbeitsbereich, einschließlich Toleranzen oder gleichwertiger Daten;
- Verzögerungszeit digitaler Eingänge beim Übergang von 0 auf 1 und von 1 auf 0;
- Vorhandensein gemeinsamer Potentiale zwischen den Kanälen;
- Auswirkungen bei falschem Anschluss der Eingänge;
- Isolationsspannungen zwischen Kanal und anderen Schaltungsteilen (einschließlich Erde) sowie zwischen den Kanälen unter normalen Betriebsbedingungen;
- Typ des Eingangs (Typ 1 oder Typ 2);
- Anordnung und Binärzustand von Anzeigeelementen;
- Auswirkungen beim Ziehen/Einsetzen eines Eingangsmoduls unter Spannung;
- zusätzliche äußere Last beim Zusammenschalten von Eingängen und Ausgängen, falls erforderlich;
- Erläuterung der Signalauswertung (z. B. statische/dynamische Auswertung, Interruptsteuerung usw.);
- empfohlene Länge für Kabel und Anschlussleitungen in Abhängigkeit vom Kabeltyp und der elektromagnetischen Verträglichkeit;
- Anordnungen der Klemmen;
- typische Beispiele für externe Verbindungen.

S.5.2 Informationen über digitale Ausgänge für Wechselspannung (Strom liefernd)

Der Hersteller muss die folgenden Angaben für digitale Ausgänge für Wechselstrombetrieb machen:

- Art des Schutzes (d. h. geschützter Ausgang, kurzschlussfester oder nicht geschützter Ausgang) und
 - für geschützte Ausgänge: Arbeitskennlinie oberhalb $1,1 I_c$ einschließlich der Strompegel, bei denen das Schutzorgan anspricht, der zu erwartenden Ströme und der zugehörigen Zeiten;
 - für kurzschlussfeste Ausgänge: Angaben über Ersatz bzw. Rücksetzung der vorgesehenen Schutzeinrichtung;
 - für nicht geschützte Ausgänge: Angaben über erforderliche Schutzeinrichtungen, die vom Anwender vorgesehen werden müssen;
- Ausgangs-Verzögerungszeit und Ausgangs-Ansprechzeit für Signalübergänge von 0 auf 1 und 1 auf 0;
- Kommutierungseigenschaften und Ansprechspannung bezogen auf Spannungsnulldurchgang;
- Vorhandensein gemeinsamer Potentiale zwischen den Kanälen;
- Anordnungen der Klemmen;
- typische(s) Beispiel(e) für externe Verbindungen;
- Anzahl und Art der Ausgänge (z. B. Öffner/Schließer, Halbleiterausgänge, gegeneinander getrennt usw.);

- für elektromechanische Relais Bemessungsstrom und -spannung nach [S.3.2.3.3.5](#);
- Ausgangswerte für andere Lasten wie z. B. Glühlampen;
- Eigenschaften der in den Ausgangskreis eingebauten Schutzbeschaltung gegen Spannungsschleiwerte bei Abschaltung induktiver Lasten;
- Art der externen Schutzbeschaltung, falls erforderlich;
- Auswirkungen bei falschem Anschluss der Ausgänge;
- Isolationsspannungen zwischen Kanälen und anderen Schaltungsteilen (einschließlich Erde) sowie zwischen den Kanälen unter üblichen Betriebsbedingungen;
- Abgreifpunkte der Anzeigeelemente innerhalb des Kanals (z. B. MPU-Seite/Lastseite);
- empfohlene Vorgehensweise beim Auswechseln von Ausgangsmodulen;
- Arbeitsweise (z. B. speichernd/nicht speichernd);
- Auswirkungen mehrfacher Überlastungen auf Mehrkanalmodule.

S.5.3 Angaben zu digitalen Ausgängen für Gleichspannung (Strom liefernd)

Die zu liefernden Herstellerangaben für digitale Ausgänge für Gleichspannung sind die gleichen wie die in [S.5.2](#) für Wechselspannung angegebenen, außer dass die Angaben zur Kommutierung und zum Spannungsnulldurchgang nicht anwendbar sind, und im Hinblick auf elektromechanische Relaisausgänge ist AC-15 durch DC-13, wie in [S.3.2.3.3.5](#) angegeben, zu ersetzen.

S.6 Gleichungen für den Normarbeitsbereich für digitale Eingänge

Die folgenden Gleichungen wurden zur Erstellung der [Tabelle S.2](#) benutzt (mit einigen Ausnahmen, die in den Anmerkungen erläutert sind).

Gleichungen für Gleichspannung

$$U_{H \max} = 1,25 U_e$$

$$U_{H \min} = 0,8 U_n - U_d - 1 \text{ V}$$

$$U_{T \max} = U_{H \min}$$

$$U_{L \max} = U_{H \min} \text{ für } I \leq I_{T \min}$$

$$U_{T \min} = 0,2 U_n$$

$$U_{L \max} = U_{T \min} \text{ für } I > I_{T \min}$$

$$U_{L \min} = -3 \text{ V (DC 24 V)}$$

$$U_{L \min} = -6 \text{ V (DC 48 V)}$$

$$I_{L \min} = \text{ND (nicht definiert)}$$

Eingänge Typ 1:

$$I_{H \max} = I_{T \max} = I_{L \max} = 15 \text{ mA}$$

$$I_{H \min} \approx I_{T \min} + 1 \text{ mA}$$

$$I_{T \min} \approx U_{H \max} / Z$$

$$U_d = 3 \text{ V (Tabelle T.4)}$$

Gleichungen für Wechselspannung

$$U_{H \max} = 1,1 U_e$$

$$U_{H \min} = 0,85 U_n - U_d - 1 \text{ V} \quad (\text{Anmerkungen 1, 2})$$

$$U_{T \max} = U_{H \min}$$

$$U_{L \max} = U_{H \min} \text{ für } I \leq I_{T \min}$$

$$U_{T \min} = 0,2 U_n$$

(Anmerkung 1)

$$U_{L \max} = U_{T \min} \text{ für } I > I_{T \min}$$

$$U_{L \min} = 0$$

$$I_{L \min} = 0$$

Eingänge Typ 1:

$$I_{H \max} = I_{T \max} = I_{L \max} = 15 \text{ mA}$$

$$I_{H \min} \approx I_{T \min} + 1 \text{ mA } (U_e \leq 120 \text{ V effektiv}) \text{ oder}$$

$$I_{H \min} \approx I_{T \min} + 2 \text{ mA } (U_e > 120 \text{ V effektiv})$$

$$I_{T \min} \approx U_{H \max} / Z$$

(Anmerkung 5)

$$U_d = 5 \text{ V (Tabelle T.3)}$$

(Anmerkung 3)

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Eingänge Typ 2:

$$I_{H \max} = I_{T \max} = I_{L \max} = 30 \text{ mA}$$

$$I_{H \min} = I_m + 1 \text{ mA} = 6 \text{ mA}$$

$$I_{T \min} = I_r = 1,5 \text{ mA}$$

$$U_d = \text{d.c. } 8 \text{ V}$$

Eingänge Typ 2:

$$I_{H \max} = I_{T \max} = I_{L \max} = 30 \text{ mA}$$

$$I_{H \min} \approx I_m + 1 \text{ mA} = 6 \text{ mA}$$

$$I_{T \min} \approx I_r = 3 \text{ mA}$$

$$U_d = \text{a.c. } 10 \text{ V effektiv}$$

(Anmerkung 4)

(Anmerkung 4)

ANMERKUNG 1 Bei allen Wechselspannungs-100/110/120-V-effektiv-Eingängen und allen Wechselspannungs-200/220/230/240-V-effektiv-Eingängen wurde U_e mit 100 V bzw. 200 V als Eingangsspannung gewählt, um eine Kompatibilität mit verschiedenen Versorgungsspannungen zu erreichen.

ANMERKUNG 2 Ein Spannungsfall (U_d) von 1 V (Wechsel- oder Gleichspannung) wird für die Verbindungsleitungen angenommen.

ANMERKUNG 3 Höchste Werte für den Ausgangs-Spannungsfall (U_d) bei digitalen Ausgängen für Wechsel- oder Gleichspannung

ANMERKUNG 4 Die Werte für I_r , U_d und I_m sind die gleichen, wie die in IEC 60947-5-2 angenommenen.

ANMERKUNG 5 Z = Empirische Impedanz im ungünstigsten Fall (worst case), bei geöffnetem Relaiskontakt = 100 k Ω .

Anhang T (normativ)

Zusatzfunktionen in einem elektronischen Überlastrelais

T.1 Anwendungsbereich

T.1.1 Allgemeines

Dieser Anhang deckt Zusatzfunktionen ab, die in einem elektronischen Überlastrelais enthalten sind, aber nicht direkt in Bezug zum Überlastschutz stehen. Zusatzfunktionen können auch einige Steuerfunktionen sicherstellen. Steuerfunktionen sind in Bearbeitung.

ANMERKUNG Ein elektronisches Relais mit Zusatzfunktionen kann in der Anwendung mit anderen Bezeichnungen benannt sein, z. B. „Motor Management System“, „Motorschutz“ ...

Dieser Anhang gilt nur für elektronische Relais, die für den Einsatz in Wechselstromkreisen vorgesehen sind.

T.1.2 Fehlerstromfunktion

Geräte, die auf Fehler-Differenzströme reagieren, werden als Schutzeinrichtungen verwendet. Solche Geräte werden oft in Verbindung mit oder als integraler Bestandteil von elektronischen Überlastrelais verwendet, um Fehlerströme in der Installation zu entdecken. Damit wird ein zusätzlicher Schutz gegen Feuer und andere Gefahren erzielt, die als ein Ergebnis eines andauernden Erdfehlers, der nicht durch die Überstrom-Schutzfunktion aufgedeckt werden kann, entstehen könnten. Das Verhalten bei Gleichstrom-Geräten wird nicht betrachtet.

ANMERKUNG Diese Fehlerstromerkennung ist nicht für den Schutz gegen elektrischen Schock vorgesehen.

T.2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Anhangs gelten die folgenden Begriffe.

T.2.1

elektronisches Überlastrelais mit Fehlerstrom(Erdschluss)-Funktion

en: electronic overload relay with ground/earth fault detection function

fr: relais électronique de surcharge avec fonction de détection de défaut à la terre

mehrpoliges elektronisches Relais, das anspricht, wenn die Vektorsumme der Ströme im Hauptstromkreis über einen voreingestellten Wert in Übereinstimmung mit den angegebenen Anforderungen angestiegen ist

T.2.2

elektronisches Überlastrelais mit Strom- oder Spannungsasymmetrie-Funktion

en: electronic overload relay with current or voltage asymmetry function

fr: relais électronique de surcharge avec fonction d'asymétrie de courant ou de tension

elektronisches Überlastrelais, das bei Strom- oder Spannungsasymmetrien in Übereinstimmung mit den angegebenen Anforderungen anspricht

T.2.3

elektronisches Überlastrelais mit Phasenumkehr-Funktion

en: electronic overload relay with phase reversal function

fr: relais électronique de surcharge avec fonction d'inversion de phase

mehrpoliges elektronisches Überlastrelais, das bei einer unpassenden Phasenfolge auf der Einspeiseseite der Geräte in Übereinstimmung mit den angegebenen Anforderungen anspricht

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

T.2.4

überspannungsempfindliches elektronisches Überlastrelais

en: electronic overload relay with over voltage function

fr: relais électronique de surcharge avec fonction de maximum de tension

elektronisches Überlastrelais, das anspricht bei Überlast und wenn die Spannung einen voreingestellten Wert in Übereinstimmung mit den angegebenen Anforderungen überstiegen hat

T.2.5

Sperrstrom I_{ic}

en: inhibit current (I_{ic})

fr: courant d'inhibition (I_{ic})

Fehlerstrom, über welchem ein Schaltgerät nicht veranlasst wird, durch ein elektronisches Überlastrelais zu öffnen

T.2.6

elektronisches Überlastrelais mit Minderleistungsfunktion

en: electronic overload relay with under power function

fr: relais électronique de surcharge avec fonction de minimum de puissance

ein elektronisches Überlastrelais, das anspricht als Reaktion einer Leistungsgröße unter einem vordefinierten Wert in Übereinstimmung mit den angegebenen Anforderungen

T.3 Einteilung der elektronischen Überlastrelais

- a) Strom- und Spannungsasymmetrierelais oder -auslöser
- b) Überspannungsrelais oder -auslöser
- c) Fehlerstrom(Erdschluss)-empfindliche Relais oder Auslöser
- d) Phasenumkehrrelais oder -auslöser

T.4 Arten von Relais

Typ CI-A und CI-B: Ein elektronisches Überlastrelais vom Typ CI löst das Schaltgerät bei jedem Wert des Fehlerstroms aus.

Typ CII-A und CII-B: Ein elektronisches Überlastrelais vom Typ CII wird das Schaltgerät über einem eingestellten Stromwert I_{ic} (Sperrstrom) nicht auslösen.

ANMERKUNG 1 Typ CII(-A oder -B) wird typischerweise in Verbindung mit Schaltgeräten benutzt, die ein Ausschaltvermögen unter dem maximal erwarteten Fehlerstrom haben. Der eingestellte Stromwert I_{ic} (Sperrstrom) wird entsprechend dem maximalen Ausschaltvermögen des Schaltgerätes eingestellt.

ANMERKUNG 2 Die Typen (CI oder CII)-A unterscheiden sich von den Typen (CI oder CII)-B entsprechend ihrer Ansprechcharakteristik (siehe [Tabelle T.1](#))

T.5 Anforderungen an das Verhalten

T.5.1 Ansprechgrenzen elektronischer Fehlerstromrelais

Ein Fehlerstrom-Überlastrelais in Verbindung mit einem Schaltgerät muss das Schaltgerät entsprechend den Anforderungen nach [Tabelle T.1](#) betätigen. Bei Relais oder Auslösern mit einem Einstellbereich für den Fehlerstrom müssen die Ansprechgrenzen bei der niedrigsten und höchsten Einstellung nachgewiesen werden.

Tabelle T.1 – Ansprechzeit für elektronische Fehlerstrom-Überlastrelais

Typ	Faktor für die Fehlerstromeinstellung	Auslösezeit T_p ms
CI-A und CII-A	$\leq 0,9$ 1,1	Keine Auslösung $10 < T_p \leq 1\,000^a$
CI-B und CII-B	$\leq 0,75$ 1,25	Keine Auslösung $10 < T_p \leq 5\,000^a$
^a Die Prüfung ist mit einem Prüfstrom $< I_{ic}$ (Sperrstrom) durchzuführen; siehe T.6.1		

T.5.2 Ansprechgrenzen Fehlerstrom-empfindlicher elektronischer Relais vom Typ CI(-A und -B)

Es gilt T.5.1 mit folgender Ergänzung:

Ein Fehlerstrom-empfindliches elektronisches Relais CII in Verbindung mit einem Schaltgerät darf das Schaltgerät nicht betätigen, wenn der Fehlerstrom in einer beliebigen Phase größer oder gleich 95 % des Einstellwerts I_{ic} ist (siehe T.4), und muss das Gerät auslösen, wenn der Fehlerstrom in einer beliebigen Phase 75 % von I_{ic} oder kleiner ist.

T.5.3 Ansprechgrenzen von Spannungsasymmetrirelais

Ein Spannungsasymmetrirelais in Verbindung mit einem Schaltgerät muss das Schaltgerät innerhalb 120 % der Einstellzeit auslösen oder muss ein Schließen des Schaltgeräts verhindern, wenn die Spannungsasymmetrie über dem 1,2fachen der Spannungsasymmetrieeinstellung ist.

T.5.4 Ansprechgrenzen von Phasenumkehrrelais

Ein Phasenumkehrrelais in Verbindung mit einem Schaltgerät muss das Schließen des Schaltgeräts ermöglichen, wenn die Spannungsphasenfolge auf der Einspeiseseite des Starters identisch ist mit der Einstellung der Spannungsphasenfolge. Nach einem Austausch von zwei Phasen muss das Phasenumkehrrelais die Vollendung des Schließvorgangs des Schaltgeräts verhindern.

T.5.5 Ansprechgrenzen von Stromasymmetrirelais

Ein Stromasymmetrirelais in Verbindung mit einem Schaltgerät muss das Schaltgerät in einem Bereich zwischen 80 % und 120 % der Einstellzeit auslösen, wenn die Stromasymmetrie, die definiert wird als das Verhältnis (1) zwischen der maximalen Stromabweichung einer Phase vom Durchschnittsstrom und dem Durchschnittsstrom I_{avg} über dem 1,2fachen der Stromasymmetrieeinstellung. Die allgemeinen Auslöseanforderungen des Überlastrelais, die in der Produktnorm angegeben werden, sind einzuhalten.

$$\text{Ratio} = \frac{\max_{i=1}^n |I_i - I_{avg}|}{I_{avg}} \quad (1)$$

$$I_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}, \quad (2)$$

Dabei ist

n die Anzahl der Phasen;

I_i der Effektivwert des Stroms in jeder Phase.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

T.5.6 Ansprechgrenzen von Überspannungsrelais und -auslösern

a) Ansprechspannung

Ein Überspannungsrelais oder -auslöser in Verbindung mit einem Schaltgerät muss das Schaltgerät auslösen oder muss so arbeiten, dass das Schließen des Schaltgeräts verhindert wird, wenn die Versorgungsspannung über dem Einstellwert, falls vorhanden, oder für eine vorbestimmte Zeit über 110 % der Bemessungsspannung des Relais oder Auslösers liegt.

b) Ansprechzeit

Bei einem zeitverzögerten Überspannungsrelais oder -auslöser muss die Zeitverzögerung von dem Zeitpunkt, wenn die Spannung den Ansprechwert erreicht, bis zu dem Zeitpunkt, wenn das Relais oder der Auslöser den Auslöser des Schaltgeräts betätigt, gemessen werden.

T.6 Prüfungen

T.6.1 Ansprechgrenzen von Fehlerstrom-empfindlichen elektronischen Relais vom Typ CI und vom Typ CII (-A und -B)

Die Ansprechgrenzen müssen in Übereinstimmung mit [T.5.1](#) sein und wie folgt nachgewiesen werden.

Bei Überlastrelais mit einem einstellbaren Fehlerstrombereich muss die Prüfung bei der kleinsten und der größten Stromeinstellung gemacht werden. Der Prüfkreis muss in Übereinstimmung mit dem [Bild T.1](#) gewählt werden. Die Prüfung ist bei beliebiger Spannung und mit einem Leistungsfaktor durchzuführen.

Der Prüfkreis wird bei allen Fehlerstrom-Ansprechwerten, wie in [Tabelle T.1](#) vorgegeben, geeicht, falls vorhanden, und während der Schalter S1 in geschlossener Stellung ist, wird der Fehlerstrom plötzlich aufgebracht, indem der Schalter S2 geschlossen wird.

Für Fehlerstrom-empfindliche Überlastrelais vom Typ CII muss der Sperrstrom auf einen Wert mindestens 30 % höher als die maximale Fehlerstromeinstellung eingestellt werden.

T.6.2 Nachweis der Sperrfunktion bei Fehlerstrom-empfindlichen elektronischen Relais vom Typ CII (-A und -B)

Für Überlastrelais mit einem einstellbaren Fehlerstrom muss die Prüfung bei der niedrigsten Einstellung gemacht werden.

Für Überlastrelais mit einem einstellbaren Sperrstrom I_{ic} muss die Prüfung bei der niedrigsten und der größten Einstellung I_{ic} gemacht werden.

ANMERKUNG Falls die niedrigste Fehlerstromeinstellung größer oder gleich der kleinsten Sperrstromeinstellung ist, darf die Sperrstromeinrichtung auf einen etwas höheren Wert eingestellt werden.

Der Scheinwiderstand Z ist so angepasst, dass der im Stromkreis fließende Durchlassstrom gleich ist:

a) 95 % des Sperrstroms I_{ic}

Der Schalter S1 ist in geschlossener Stellung und der Prüfstrom wird durch das Schließen des Schalters S2 aufgebracht.

Das Überlastrelais darf das Schaltgerät nicht auslösen.

b) 75 % des Sperrstroms I_{ic}

Der Schalter S1 ist in geschlossener Stellung und der Prüfstrom wird durch das Schließen des Schalters S2 aufgebracht.

Das Überlastrelais muss das Schaltgerät auslösen.

Jede Phase muss getrennt geprüft werden.

T.6.3 Stromasymmetrirelais

Die Ansprechgrenzen sind entsprechend [T.5.5](#) nachzuweisen.

T.6.4 Spannungsasymmetrirelais

Die Ansprechgrenzen sind entsprechend [T.5.3](#) nachzuweisen.

T.6.5 Phasenumkehrrelais

Die Ansprechgrenzen sind entsprechend [T.5.4](#) nachzuweisen.

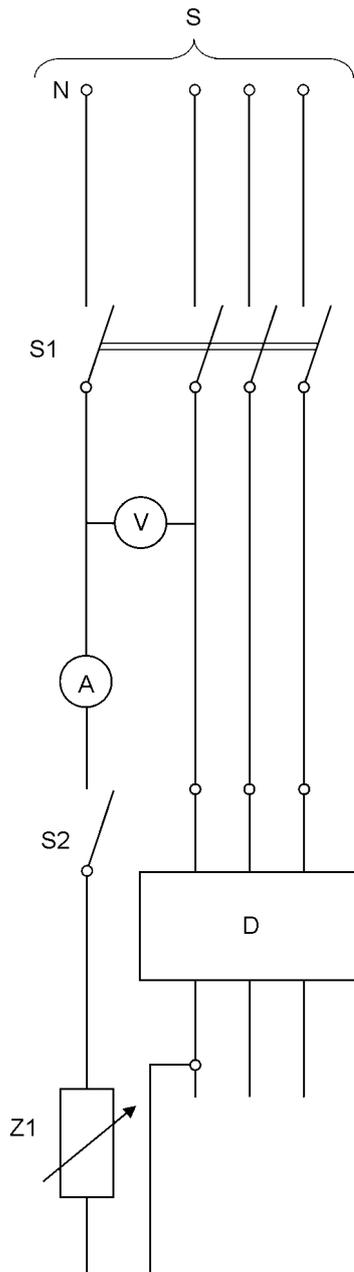
T.6.6 Überspannungsrelais

Die Ansprechgrenzen sind entsprechend [T.5.6](#) nachzuweisen.

T.7 Stück- und Stichprobenprüfungen

Elektronische Überlastrelais mit Zusatzfunktionen müssen zusätzlich zur Prüfung [8.1.3](#) oder [8.1.4](#) Prüfungen unterzogen werden, die eine angemessene Funktion entsprechend ihrer jeweiligen Zusatzfunktion in Übereinstimmung mit [T.5](#) nachweisen.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011



Legende

- S Versorgung (drei Phasen nur dann erforderlich, wenn für die Versorgung des Geräts erforderlich)
- N Nulleiter
- S1 Schalter für alle Leitungen
- V Voltmeter
- A Amperemeter
- S2 Einpoliger Schalter
- D Prüfling
- Z Einstellbare Impedanz

Bild T.1 – Prüfkreis für den Nachweis der Ansprechcharakteristik von Fehlerstrom-empfindlichen elektronischen Relais

Anhang U (informativ)

Beispiele für Steuerkreisordnungen

U.1 Externe Steuereinrichtung (ECD)

U.1.1

externe Steuereinrichtung

ECD

en: external control device (ECD)

fr: appareil externe de commande (ECD)

externe Steuereinrichtung, die dazu dient, auf die Steuerung eines Geräts einzuwirken

U.1.2 Schematische Darstellung einer ECD

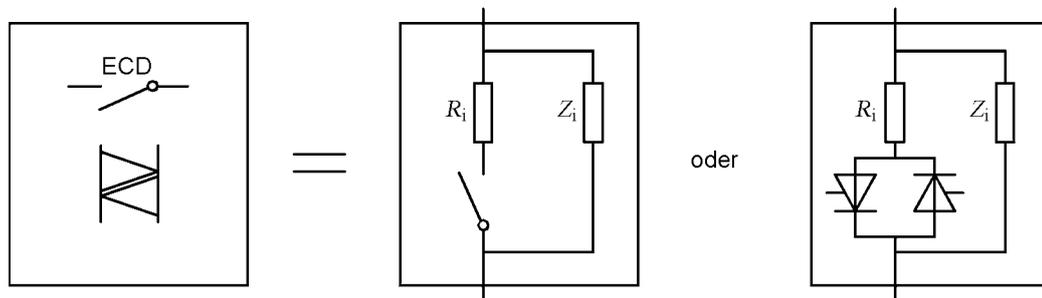


Bild U.1 – Schematische Darstellung einer ECD

U.1.3 Parameter einer ECD

- R_i : Innenwiderstand;
- Z_i : interne Streuimpedanz.

ANMERKUNG Wenn die externe Steuereinrichtung ein mechanischer Drucktaster ist, wird R_i oftmals vernachlässigt und Z_i wird oft als unendlich angenommen.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

U.2 Steuerstromkreisanordnungen

U.2.1 Gerät mit externer Steuerspannungsversorgung

U.2.1.1 Ein einziger Eingang für Speise- und Steuerspannung

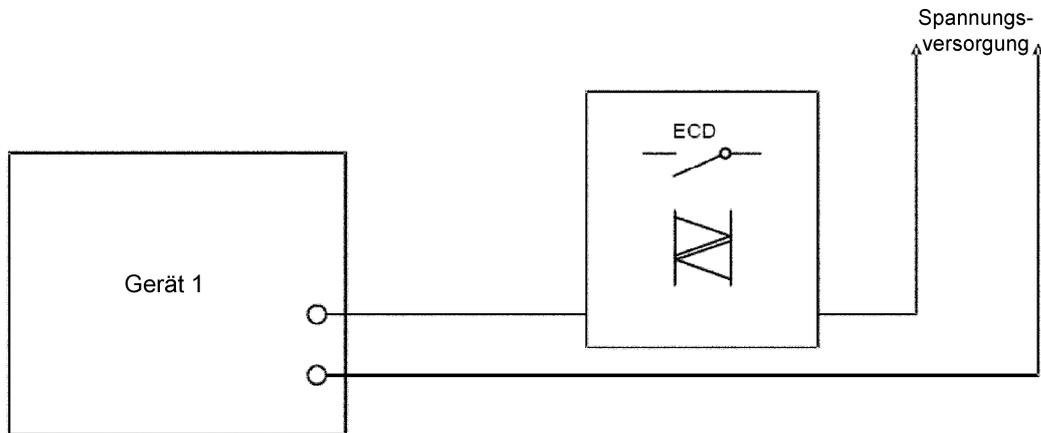
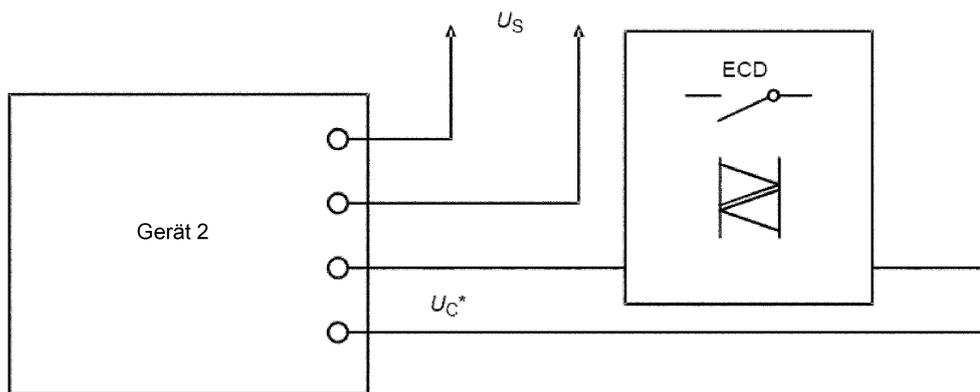


Bild U.2 – Ein einziger Eingang für Speise- und Steuerspannung

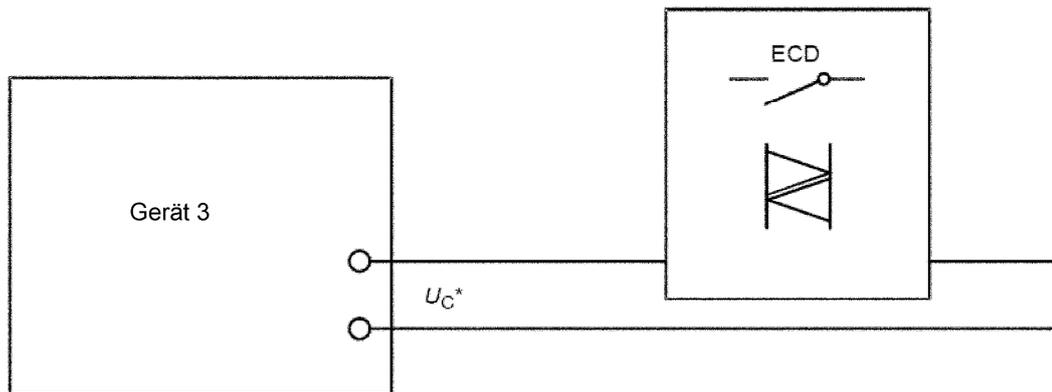
U.2.1.2 Getrennte Eingänge für Speise- und Steuerspannung



* in offenem Zustand

Bild U.3 – Getrennte Eingänge für Speise- und Steuerspannung

U.2.2 Gerät mit nur interner Steuerversorgung und Steuereingang



* in offenem Zustand

Bild U.4 – Gerät mit nur interner Steuerversorgung und Steuereingang

U.2.3 Gerät mit mehreren externen Steuerversorgungen

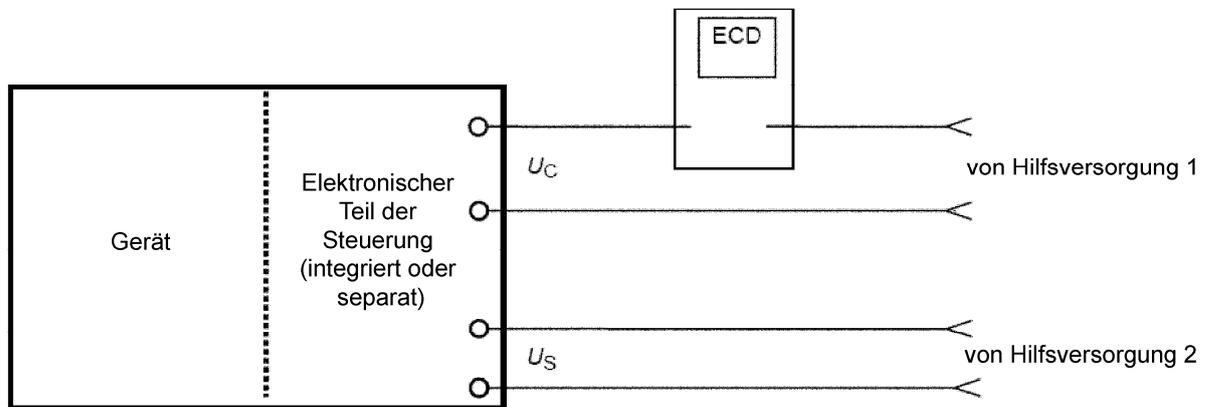


Bild U.5 – Gerät mit mehreren externen Steuerversorgungen

U.2.4 Gerät mit Bus-Schnittstelle (darf mit anderen Schaltkreisanordnungen kombiniert werden)

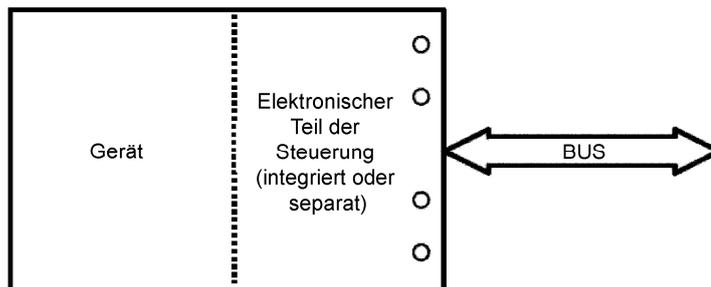


Bild U.6 – Gerät mit Bus-Schnittstelle

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Literaturhinweise

- [1] ASTM B 172-71 (Re-approved 1985) – *Standard specification for rope – Lay-stranded copper conductors having bunch-stranded members, for electrical energy*
- [2] ICEA Publication S-19-81 (6th edition) / NEMA Publication WC 3-1980 – *Rubber insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*
- [3] ICEA Publication S-66-524 (2nd edition) / NEMA Publication WC 7-1982 – *Cross-linked thermosetting polyethylene insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*
- [4] ICEA Publication S-68-516 / NEMA Publication WC 8-1976 – *Ethylene propylenerubber-insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*
- [5] IEC 60947-7-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*
ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60947-7-1.
- [6] IEC 60998-2-2:2002, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units*
ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60998-2-2:2004 (modifiziert).
- [7] IEC/TR 61912-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Overcurrent protective devices – Part 1: Application of short-circuit ratings*

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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).

ANMERKUNG Wenn internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60050-151	2001	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices	–	–
IEC 60050-441 + A1	1984 2000	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses	–	–
IEC 60050-604 + A1	1987 1998	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation	–	–
IEC 60050-826	2004	International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations	–	–
IEC 60060	Reihe	High-voltage test techniques	EN 60060	Reihe
IEC 60068-1 + Corr. Oktober + A1	1988 1988 1992	Environmental testing – Part 1: General and guidance	EN 60068-1	1994
IEC 60068-2-1 A1 A2	1990 1993 1994	Environmental testing – Part 2-1: Tests – Tests A: Cold	EN 60068-2-1 ¹⁾ A1 A2	1993 1993 1994
IEC 60068-2-2 A1 A2	1974 1993 1994	Environmental testing – Part 2-2: Tests – Tests B: Dry heat	EN 60068-2-2 ²⁾ A1 A2	1993 1993 1994
IEC 60068-2-6	1995 1995	Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)	EN 60068-2-6	1995
IEC 60068-2-27	1987	Basic environmental testing procedures – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock	EN 60068-2-27	1993
IEC 60068-2-30	2005	Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)	EN 60068-2-30	2005
IEC 60068-2-52	1996	Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)	EN 60068-2-52	1996
IEC 60068-2-78	2001	Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state	EN 60068-2-78	2001

¹⁾ EN 60068-2-1 wurde ersetzt durch EN 60068-2-1:2007; diese basiert auf IEC 60068-2-1:2007.

²⁾ EN 60068-2-2 enthält Ergänzung A:1976 zu IEC 60068-2-2.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60071-1	1993	Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules	EN 60071-1 ³⁾	1995
IEC 60073	2002	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators	EN 60073	2002
IEC 60085	2004	Electrical insulation – Thermal classification	EN 60085	2004
IEC 60112	2003	Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials	EN 60112	2003
IEC 60216	Reihe	Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance	EN 60216	Reihe
IEC 60228	2004	Conductors of insulated cables	EN 60228 + Corr. Mai	2005 2005
IEC 60269-1 A1	1998 2005	Low-voltage fuses – Part 1: General requirements	EN 60269-1 ⁴⁾ A1	1998 2005
IEC 60269-2 A1 A2	1986 1995 2001	Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)	EN 60269-2 ⁵⁾ A1 A2	1995 1997 2002
IEC 60344 A1	1980 1985	Guide to the calculation of resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires	–	–
IEC 60364-4-44	2001	Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances	–	–
IEC 60364-4-44/A1 (mod)	2003	Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances – Clause 443: Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching	HD 60364-4-443	2006
IEC 60417	Data- base	Graphical symbols for use on equipment	–	–
IEC 60439-1 A1	1999 2004	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies	EN 60439-1 A1	1999 2004
IEC 60445	1999	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system	EN 60445 ⁶⁾	2000

³⁾ EN 60071-1 wurde ersetzt durch EN 60071-1:2006; diese basiert auf IEC 60071-1:2006.

⁴⁾ EN 60269-1 wurde ersetzt durch EN 60269-1:2007; diese basiert auf IEC 60269-1:2006.

⁵⁾ EN 60269-2 wurde ersetzt durch HD 60269-2:2007; dieses basiert auf IEC 60269-2:2006.

⁶⁾ EN 60445 wurde ersetzt durch EN 60445:2007; diese basiert auf IEC 60445:2006.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60447	2004	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles	EN 60447	2004
IEC 60529	1989	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	EN 60529 + Corr. Mai	1991 1993
A1	1999		A1	2000
IEC 60617	Data- base	Graphical symbols for diagrams	–	–
IEC 60664-1 + A1 + A2	1992 2000 2002	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests	EN 60664-1 ⁷⁾	2003
IEC 60664-3	2003	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution	EN 60664-3	2003
IEC 60664-5	2007	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm	EN 60664-5	2007
IEC 60695-2-2 A1	1991 1994	Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 2: Needle-flame test	EN 60695-2-2 ⁸⁾ A1	1994 1995
IEC 60695-2-10	2000	Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure	EN 60695-2-10	2001
IEC 60695-2-11	2000 2001	Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products	EN 60695-2-11	2001
IEC 60695-2-12	–	Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials	EN 60695-2-12	–
IEC 60695-11-10 A1	1999 2003	Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods	EN 60695-11-10 A1	1999 2003
IEC 60947-5-1	2003	Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices	EN 60947-5-1 + Corr. Juli	2004 2005
IEC 60947-8 A1	2003 2006	Low-voltage switchgear and controlgear – Part 8: Control units for built-in thermal protection (PTC) for rotating electrical machines	EN 60947-8 A1	2003 2006
IEC 60981	2004	Extra-heavy duty electrical rigid steel conduits	–	–

⁷⁾ EN 60664-1 wurde ersetzt durch EN 60664-1:2007; diese basiert auf IEC 60664-1:2007.

⁸⁾ EN 60695-2-2 wurde ersetzt durch EN 60695-11-5:2005; diese basiert auf IEC 60695-11-5:2004.

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60999-1	1999	Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm ² up to 35 mm ² (included)	EN 60999-1	2000
IEC 60999-2	2003	Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm ² up to 300 mm ² (included)	EN 60999-2	2003
IEC 61000-3-2	2005	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)	EN 61000-3-2	2006
IEC 61000-3-3	1994	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection	EN 61000-3-3 + Corr. Juli	1995 1997
A1	2001		A1	2001
A2	2005		A2	2005
IEC 61000-4-2	1995	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test	EN 61000-4-2	1995
A1	1998		A1	1998
A2	2000		A2	2001
IEC 61000-4-3	2006	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test	EN 61000-4-3	2006
IEC 61000-4-4	2004	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test	EN 61000-4-4	2004
IEC 61000-4-5	2005	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test	EN 61000-4-5	2006
IEC 61000-4-6	2003	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	EN 61000-4-6	2007
+ A1	2004			
+ A2	2006			
IEC 61000-4-8	1993	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test	EN 61000-4-8	1993
A1	2000		A1	2001
IEC 61000-4-11	2004	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests	EN 61000-4-11	2004
IEC 61000-4-13	2002	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests	EN 61000-4-13	2002

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 61000-6-2	2005	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments	EN 61000-6-2 + Corr. September	2005 2005
IEC 61131-2	2003	Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests	EN 61131-2 + Corr. August	2003 2003
IEC 61140 A1 (mod)	2001 2004	Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment	EN 61140 A1	2002 2006
IEC 61180	Reihe	High-voltage test techniques for low-voltage equipment	EN 61180	Reihe
IEC 61557-2	–	Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 2: Insulation resistance	EN 61557-2	–
CISPR 11 (mod) + A1 (mod) A2	2003 2004 2006	Industrial scientific and medical (ISM) radio- frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement	EN 55011 A2	2007 2007

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2011-10
EN 60947-1:2007 + A1:2011

Anhang ZZ (informativ)

Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EU-Richtlinien

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erstellt, das von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone an CENELEC gegeben wurde. Diese Europäische Norm deckt innerhalb ihres Anwendungsbereiches alle relevanten grundlegenden Anforderungen ab, die in Artikel 4 der EU-Richtlinie 89/336/EG und in Artikel 1 von Anhang I der EU-Richtlinie 2004/108/EG enthalten sind.

Die Übereinstimmung mit dieser Norm ist eine Möglichkeit, die Konformität mit den festgelegten grundlegenden Anforderungen der betreffenden EU-Richtlinien zu erklären.

WARNHINWEIS – Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien anwendbar sein.