

DIN EN 61020-1



ICS 29.120.40; 31.220.20

Ersatzvermerk
siehe unten

**Elektromechanische Schalter zur Verwendung in Geräten der
Elektrotechnik und Elektronik –
Teil 1: Fachgrundspezifikation (IEC 61020-1:2009);
Deutsche Fassung EN 61020-1:2009**

Electromechanical switches for use in electrical and electronic equipment –
Part 1: Generic specification (IEC 61020-1:2009);
German version EN 61020-1:2009

Interrupteurs électromécaniques pour équipements électriques et électroniques –
Partie 1: Spécification générique (CEI 61020-1:2009);
Version allemande EN 61020-1:2009

Ersatzvermerk

Ersatz für DIN EN 196103:2000-01, DIN EN 196500:1993-10, DIN EN 196500/A1:2002-06 und
DIN IEC 61020-1:1994-02
Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit

Gesamtumfang 73 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2009-08-01 angenommene EN 61020-1 gilt als DIN-Norm ab 2010-04-01.

Daneben dürfen DIN EN 196500:1993-10, DIN IEC 61020-1:1994-02, DIN EN 196103:2000-01 und DIN EN 196500/A1:2002-06 noch bis 2012-08-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61020-1:2006-09.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 542.2 „Geräteschalter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 23J „Switches for appliances“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result 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.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 196500:1993-10, DIN IEC 61020-1:1994-02, DIN EN 196103:2000-01 und DIN EN 196500/A1:2002-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die normativen Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) EN 196103 und EN 196500 wurden eingearbeitet;
- c) Abschnitt 3, Qualitätsbewertungsverfahren, wurde in Anlehnung an ISO/IEC Guide 60 als Anhang A (informativ) überarbeitet;
- d) die Umweltprüfungen wurden nach der Normenreihe EN 60068 überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 196500: 1993-10
DIN IEC 61020-1: 1994-02
DIN EN 196103: 2000-01
DIN EN 196500/A1: 2002-06

Elektromechanische Schalter zur Verwendung in Geräten der Elektrotechnik
und Elektronik –
Teil 1: Fachgrundspezifikation
(IEC 61020-1:2009)

Electromechanical switches for use in electrical
and electronic equipment –
Part 1: Generic specification
(IEC 61020-1:2009)

Interrupteurs électromécaniques pour
équipements électriques et électroniques –
Partie 1: Spécification générique
(CEI 61020-1:2009)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2009-08-01 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

© 2009 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61020-1:2009 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 23J/325/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61020-1, ausgearbeitet von dem SC 23J „Switches for appliances“ des IEC TC 23 „Electrical accessories“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009 08 01 als EN 61020-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 196000:1992 + A1:2001, EN 196103:1998 und EN 196500:1993 + A1:2001.

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): 2010-05-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-08-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61020-1:2009 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

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

IEC 60062	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60062:2005 (nicht modifiziert).
IEC 60065 + A1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60065:2002 (modifiziert) + A1:2006 (modifiziert).
IEC 60068-2-27	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-2-27:2009 (nicht modifiziert).
IEC 60068-2-38	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-2-38:2009 (nicht modifiziert).
IEC 60068-2-44	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-2-44:1995 (nicht modifiziert).
IEC 60068-2-46	ANMERKUNG	Harmonisiert als HD 323.2.46 S1:1988 (nicht modifiziert).
IEC 60068-2-77	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-2-77:1999 (nicht modifiziert).
IEC 60512	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60512 (nicht modifiziert).
IEC 60664-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60664-1:2007 (nicht modifiziert).
IEC 60695-11-10 + A1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60695-11-10:1999 + A1:2003 (nicht modifiziert).
IEC 60721-3-3 (+ A1) + A2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60721-3-3:1995 + A2:1997 (nicht modifiziert).
IEC 61190-1-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61190-1-3:2007 (nicht modifiziert).
ISO/IEC 17050-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO/IEC 17050-1:2004 (nicht modifiziert).
ISO/IEC 17050-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO/IEC 17050-2:2004 (nicht modifiziert).
ISO 286-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 20286-1:1993 (nicht modifiziert).
ISO 1101	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 1101:2005 (nicht modifiziert).
ISO 9001	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 9001:2008 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich und Zweck	8
1.1 Anwendungsbereich	8
1.2 Zweck	8
2 Allgemeines	8
2.1 Normative Verweisungen	8
2.2 Einheiten und Symbole	9
2.3 Begriffe	9
2.4 Vorzugswerte	11
2.4.1 Luft- und Kriechstrecken	12
2.5 Kennzeichnung	12
3 Qualitätsbewertungsverfahren	12
4 Prüf- und Messverfahren	12
4.1 Allgemeines	12
4.1.1 Grenzübergänge	12
4.1.2 Vorbehandlung	13
4.1.3 Montage	13
4.2 Normalklima für Prüfungen	13
4.3 Allgemeine Prüfungen	13
4.3.1 Sichtprüfung	13
4.3.2 Maße	14
4.3.3 Lehrenmaße	14
4.3.4 Masse	15
4.3.5 Funktionsprüfung	15
4.3.6 Betätigungskennwerte	16
4.3.7 Kontaktpressen	18
4.4 Widerstandsmessungen	19
4.4.1 Kontaktwiderstand – Millivoltmethode	19
4.4.2 Kontaktwiderstand mit vorgeschriebenem Strom	21
4.4.3 Widerstand zwischen Betätigungselement und Befestigungsbuchse (Oberfläche)	22
4.4.4 Isolationswiderstand	23
4.5 Spannungsfestigkeit	24
4.5.1 Spannungsfestigkeit bei Normalklima	24
4.5.2 Spannungsfestigkeit bei niedrigem Luftdruck	24
4.6 Erwärmung	25

	Seite
4.6.1 Zweck	25
4.6.2 Verfahren	25
4.6.3 Anforderung	26
4.6.4 Festzulegende Einzelheiten	26
4.7 Dynamisch Beanspruchung	26
4.7.1 Schocken	26
4.7.2 Schwingen	27
4.7.3 Kontaktstörung	28
4.8 Mechanische Widerstandsfähigkeit	29
4.8.1 Mechanische Widerstandsfähigkeit des Betätigungsteils	29
4.8.2 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Befestigungsbuchse	31
4.8.3 Mechanische Widerstandsfähigkeit von Schraubbefestigungen	31
4.8.4 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	32
4.9 Mechanische Dauerprüfungen	32
4.9.1 Mechanische Dauerprüfung bei Normalklima	32
4.9.2 Mechanische Dauerprüfung im Kategorietemperaturbereich	33
4.10 Elektrische Dauerprüfungen	34
4.10.1 Elektrische Dauerprüfung bei Normalklima	34
4.10.2 Elektrische Dauerprüfung bei der oberen Kategorietemperatur	36
4.10.3 Elektrische Dauerprüfung im Kategorietemperaturbereich	36
4.10.4 Elektrische Dauerprüfung bei Unterdruck	37
4.10.5 Logikschaltungen (TTL)	38
4.10.6 Elektrische Dauerprüfung bei niedrigem Pegel	39
4.11 Überlastprüfungen	40
4.11.1 Zweck	40
4.11.2 Elektrische Überlast	40
4.11.3 Schalten kapazitiver Last	41
4.12 Umweltprüfungen	42
4.12.1 Klimafolge	42
4.12.2 Feuchte Wärme, konstant	44
4.12.3 Rascher Temperaturwechsel	45
4.12.4 Schimmelwachstum (Beständigkeit)	46
4.12.5 Korrosion, Industriatmosphäre	46
4.12.6 Sand und Staub	48
4.12.7 Stabilität des Kontaktwiderstandes	49
4.13 Löten	50
4.13.1 Lötbarkeit, Benetzung, Lötbadmethode	50
4.13.2 Lötbarkeit, Benetzung, Lötkolbenmethode	52
4.13.3 Lötbarkeit, Entnetzen	52

	Seite
4.13.4 Lötwärmebeständigkeit, Lötbadmethode	53
4.13.5 Lötwärmebeständigkeit, LötKolbenmethode	53
4.14 Frontplattendichtungen	54
4.14.1 Tropfwasserschutz	54
4.14.2 Spritzwasserschutz	54
4.14.3 Eintauchen	55
4.14.4 Untertauchen	55
4.15 Gehäusedichtheit	56
4.15.1 Tauchprüfung auf Wasserdichtheit	56
4.15.2 Elastische oder gasdichte Dichtungen	57
4.16 Beständigkeit gegen Flüssigkeiten	57
4.16.1 Tauchen in flüssige Reinigungsmittel (Aufschriften)	57
4.17 Brandgefahr	58
4.18 Kapazität	58
4.18.1 Zweck	58
4.18.2 Verfahren	58
4.18.3 Anforderung	58
4.18.4 Festzulegende Einzelheiten	58
4.19 Beleuchtung	58
4.19.1 Farbart	58
4.19.2 Lichtdurchlässigkeit	59
4.19.3 Temperatur der Leuchtfläche	59
4.20 Löten von oberflächenmontierten Schaltern	60
4.20.1 Lötbarkeit, Lötbadmethode (oberflächenmontierte Schalter)	60
4.20.2 Lötbarkeit, Reflow-Verfahren (oberflächenmontierte Schalter)	60
4.20.3 Lötbarkeit, LötKolbenmethode (oberflächenmontierte Schalter)	61
4.20.4 Lötwärmebeständigkeit, Lötbadmethode (oberflächenmontierte Schalter)	62
4.20.5 Lötwärmebeständigkeit, Reflow-Verfahren (oberflächenmontierte Schalter)	62
4.20.6 Lötwärmebeständigkeit, LötKolbenmethode (oberflächenmontierte Schalter)	63
4.21 Mechanische Festigkeit (oberflächenmontierte Schalter)	64
4.21.1 Biegefestigkeit des Trägers (oberflächenmontierte Schalter)	64
4.21.2 Abziehen und Abstoßung (oberflächenmontierte Schalter)	65
4.21.3 Scherkräfte (oberflächenmontierte Schalter)	65
4.21.4 Festigkeit des Körpers (oberflächenmontierte Schalter)	66
Anhang A (informativ) Qualitätssicherungsverfahren	67
Literaturhinweise	68
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	70
Bild 1 – Prüfschaltung zur Prüfung des Kontaktprellens	18

	Seite
Bild 2 – Typischer Verlauf des Prellvorgangs	19
Bild 3 – Angriff der Kräfte und Drehmomente bei der Prüfung nach 4.8.1	30
Bild 4 – Prüfkammer für die Prüfung „Untertauchen“	56
Tabelle 1 – Mindestlänge der Leitung	26
Tabelle 2 – Drehmomentwerte für Befestigungsschrauben	31
Tabelle 3 – Für Korrosionsprüfungen vorgeschlagene Verfahren.....	47
Tabelle 4 – Lötbarkeit, Lötbadmethode: Prüfschärpen (Dauer und Temperatur)	51

Einleitung

Die vorliegende Fachgrundspezifikation behandelt allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren für elektromechanische Schalter mit möglicher Qualitätsbewertung. Sie gibt die allgemeinen Anforderungen und Prüfverfahren zur Verwendung in Bauartspezifikationen für Drucktastenschalter, Drehschalter, Schnappschalter, Kippschalter und andere elektromechanische Schalter an. Außerdem enthält sie im Anhang A (informativ) Hinweise zu geeigneten Qualitätssicherungsverfahren.

Wenn beabsichtigt ist, dass ein elektromechanischer Schalter spezifischen Sicherheitsanforderungen entspricht, sind diese spezifischen Sicherheitsanforderungen in IEC 61058-1 festgelegt.

1 Anwendungsbereich und Zweck

1.1 Anwendungsbereich

Diese Fachgrundspezifikation gilt für elektromechanische Schalter zur Verwendung in elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln. Schalter nach dieser Spezifikation:

- a) sind Geräte, die mittels mechanischer Bewegung leitender Teile (Kontakte) Verbindungen in einer Schaltung öffnen, schließen oder ändern;
- b) haben eine Bemessungsspannung von höchstens 480 V;
- c) haben einen Bemessungsstrom von höchstens 63 A.

Diese Fachgrundspezifikation gilt nicht für Tastaturen und Tastenfelder, die für Datenverarbeitungsanlagen bestimmt sind. Elektromechanische Tastenschalter dürfen in den Geltungsbereich dieser Fachgrundspezifikation einbezogen werden.

Die Schalterfamilien sind in Bauartspezifikationen unter Bezugnahme auf diese Fachgrundspezifikation zu beschreiben.

1.2 Zweck

Diese Fachgrundspezifikation dient dem Zweck, einheitliche Bauartspezifikationen für elektromechanische Schalter zu ermöglichen, indem Begriffe, Symbole, Prüfverfahren und anderen notwendige Angaben festgelegt werden.

2 Allgemeines

2.1 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 60027 (alle Teile), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050-581:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment*

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

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-10:2005, *Environmental testing – Part 2-10: Tests – Test J and guidance: Mould growth*

IEC 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Part 2-13: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17:1994, *Environmental testing – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-21:2006, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

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

IEC 60068-2-42:2003, *Environmental testing – Part 2-42: Tests – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

IEC 60068-2-43:2003, *Environmental testing – Part 2-43: Tests – Test Kd: Hydrogen sulphide test for contacts and connections*

IEC 60068-2-45:1980, *Environmental testing – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*
Änderung 1:1993

IEC 60068-2-49:1983, *Environmental testing – Part 2-49: Tests – Guidance to Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

IEC 60068-2-58:1999, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60068-2-61:1991, *Environmental testing – Part 2-61: Test methods – Test Z/ABDM: Climatic sequence*

IEC 60068-2-68:1994, *Environmental testing – Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

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

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
Änderung 1:2001

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 61058-1:2000, *Switches for appliances – Part 1: General requirements*
Änderung 1:2001
Änderung 2:2007

ISO 1000:1992, *SI units and recommendation for the use of their multiples and of certain other units*

2.2 Einheiten und Symbole

Einheiten, grafische Kurzzeichen und Buchstabenkurzzeichen müssen, wenn möglich, ISO 1000, IEC 60027 und IEC 60617 entsprechen.

Besondere grafische Kurzzeichen und Buchstabenkurzzeichen für eine bestimmte Unterfamilie von Schaltern sind in der betreffenden Bauartspezifikation festzulegen. Besondere grafische Kurzzeichen und Buchstabenkurzzeichen für eine Gruppe von strukturell ähnlichen Schaltern sind in der Bauartspezifikation festzulegen. Wenn zusätzliche Einheiten oder Symbole benötigt werden, sind sie soweit möglich entsprechend den Prinzipien der genannten Schriftstücke abzuleiten.

2.3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-581 und die folgenden Begriffe.

Besondere Begriffe für eine bestimmte Unterfamilie von Schaltern sind in der betreffenden Bauartspezifikation festzulegen. Besondere Begriffe für eine Gruppe von strukturell ähnlichen Schaltern sind in der Bauartspezifikation festzulegen.

Die folgenden Begriffe gelten für alle elektromechanischen Schalter. Bei Begriffsbestimmungen, die mit einer nach IEC 60050 eingeführten Begriffsbestimmung vereinbar sind, ist die IEV-Nummer der diesbezüglichen Begriffsbestimmung in Klammern beigefügt.

2.3.1

Kategorietemperaturbereich

Bereich der Umgebungstemperatur, in dem der Schalter für Dauerbetrieb bestimmt ist

2.3.2

Luftstrecke

kürzester Abstand in Luft zwischen zwei leitenden Teilen

2.3.3

Kontaktprellen

vorübergehendes regelloses Öffnen geschlossener oder Schließen geöffneter Kontakte, das nach dem Schaltvorgang auftreten kann und durch den Schaltmechanismus verursacht wird

2.3.4

Prellzeit

Zeitdauer, gemessen vom Augenblick der ersten Kontaktgabe sich schließender Kontakte oder des ersten Öffnens geschlossener Kontakte bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der ganze Prellvorgang geendet hat

2.3.5

Kontaktstörung

vorübergehendes regelloses Schließen offener Kontakte und/oder Öffnen geschlossener Kontakte, das durch äußere Einflüsse wie Schocken oder Schwingen verursacht wird

2.3.6

Öffnungsweite

Abstand zwischen zusammengehörigen Kontakten in offenem Zustand

2.3.7

Kontaktsatz

Gruppe von Kontakten, die alle mit Bezug auf den gleichen Pol eines Schalters arbeiten

2.3.8

Kriechstrecke

kürzester Abstand auf der Oberfläche eines Isolierstoffes zwischen zwei leitfähigen Teilen

[IEV 151-15-50, modifiziert]

2.3.9

doppelt unterbrechender Schalter

Schalter, der einen Stromkreis an zwei in Reihe zueinander liegenden Stellen unterbricht

2.3.10

Umschalter

Bezeichnung für eine Kontaktanordnung, die besagt, dass jeder darin enthaltene Kontaktsatz einen Umschaltkontakt bildet

2.3.11

Schließverhältnis

Verhältnis von Einschaltdauer (EIN) zu Gesamtdauer eines Zyklus, z. B. 30 % EIN

2.3.12

elektromechanischer Schalter

Schalter, der Verbindungen in einer Schaltung öffnet, schließt oder ändert, indem leitende Teile (Kontakte) mechanisch bewegt werden

2.3.13

untere Kategorietemperatur

niedrigste Umgebungstemperatur, bei der ein Schalter aufgrund seiner Konstruktion dauernd betrieben werden kann

2.3.14

Pol eines Schalters

Teil des Schalters, der ausschließlich zu einem bestimmten elektrisch getrennten Strompfad des Schalters gehört

ANMERKUNG 1 Die Begriffsbestimmung „Pol“ gilt nicht für Teile, die dazu dienen, alle Pole gemeinsam zu montieren oder zu betätigen.

ANMERKUNG 2 Ein Schalter wird als „einpölig“ bezeichnet, wenn er nur einen Pol hat. Wenn er mehr als einen Pol besitzt, kann er als mehrpölig (zweipölig, dreipölig usw.) bezeichnet werden, falls die Pole so miteinander gekoppelt sind, dass sie gemeinsam schalten.

2.3.15

Schaltspiel

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

[IEV 441-16-02]

2.3.16

entgegengesetzte Polarität

zwei Teile eines Schalters, deren elektrisches Verbinden dazu führen kann, dass die Netzsicherungen der Stromversorgung ansprechen

2.3.17

EIN-AUS-Schalter

Bezeichnung für eine Kontaktanordnung, die besagt, dass jeder darin enthaltene Kontaktsatz ein einzelnes Kontaktpaar ist

2.3.18

Schnappschalter

Schalter mit einem Ablauf des Schaltvorganges, bei dem die Geschwindigkeit der Kontaktbewegung weitgehend unabhängig von der Geschwindigkeit des Betätigungsmechanismus ist

2.3.19

oberflächenmontierter Schalter

kleiner Schalter, der für die Oberflächenmontage auf einer Leiterplatte geeignet ist und der Anschlüsse und Rahmenbauteile umfasst

2.3.20

obere Kategorietemperatur

höchste Umgebungstemperatur, bei der ein Schalter aufgrund seiner Konstruktion dauernd betrieben werden kann

2.4 Vorzugswerte

Die Bauartspezifikation darf beliebige Vorzugswerte für Bemessungs- und Grenzwerte, Kennwerte, Grenzabweichungen, Anforderungen und Maße vorgeben, die für die ganze Unterfamilie gelten.

2.4.1 Luft- und Kriechstrecken

Die Bauartspezifikation muss entweder die Kleinstwerte der Luft- und Kriechstrecken oder den Mindestwert der Isolationsprüfspannung bei vorgegebenem Luftdruck für die Funktionsisolierung festlegen. Für Basisisolierung, zusätzliche oder verstärkte Isolierung müssen die Kleinstwerte der Luft- und Kriechstrecken nach IEC 61058-1, Abschnitt 20, festgelegt werden.

2.5 Kennzeichnung

Wenn nach Anbringen der verbindlichen nationalen oder vertraglichen Kennzeichnung (beispielsweise zu Sicherheitsanforderungen) ausreichend Platz bleibt, ist jeder Schalter mit den nachstehenden Angaben zu beschriften:

- a) Name oder Firmenzeichen des Herstellers;
- b) Identifikationsnummer;
- c) Bezeichnung der Anschlüsse, wenn es in der Bauartspezifikation festgelegt ist;
- d) Kurzzeichen für das Herstellungsdatum nach IEC 60062.

Zusätzliche Angaben auf dem Schalter sind zulässig, wenn dadurch die festgelegte Kennzeichnung nicht verdeckt oder unverständlich wird. Wenn es nicht möglich ist, den Schalter vollständig zu kennzeichnen, sind die Teile der Kennzeichnung in der obigen Reihenfolge ihrer Wichtigkeit aufzubringen. Vorgeschriebene Angaben, die auf dem Schalter nicht angebracht werden können, müssen in der Beschriftung der kleinsten Verpackungseinheit des Schalters erscheinen.

3 Qualitätsbewertungsverfahren

ANMERKUNG Richtlinien für Qualitätssicherungsverfahren siehe Anhang A (informativ).

4 Prüf- und Messverfahren

4.1 Allgemeines

Die Bauartspezifikation muss Tabellen enthalten, aus denen hervorgeht, welche Prüfungen durchzuführen sind, welche Messungen vor und nach jeder Prüfung oder Prüfgruppe durchzuführen sind und in welcher Reihenfolge sie erfolgen müssen. Für Anfangsmessungen und Endmessungen müssen die Messbedingungen gleich sein. Wenn Prüfungen nacheinander als Folge durchzuführen sind, dürfen die Endmessungen einer Prüfung als Anfangsmessungen für die darauf folgende Prüfung benutzt werden.

Wenn nationale Spezifikationen in einem beliebigen Qualitätsbewertungssystem Prüfverfahren enthalten, die von den in den obigen Veröffentlichungen vorgeschriebenen Verfahren abweichen, sind die Prüfverfahren vollständig zu beschreiben.

Nicht alle hier aufgeführten Prüfverfahren sind für alle Schaltertypen verwendbar. In der Bauartspezifikation ist festzulegen, welche Prüfverfahren für den beschriebenen Schaltertyp zu verwenden sind.

Gegebenenfalls sind zusätzliche Prüfverfahren und/oder Einzelheiten zu Prüfverfahren in der Bauartspezifikation vorzuschreiben.

4.1.1 Grenزابweichungen

Soweit nicht anders festgelegt, müssen die tatsächlichen Parameterwerte wie z. B. Prüfspannung, Prüfstrom, Prüfkraft oder Prüfdrehmoment innerhalb 5 % den für den Schalter festgelegten Werten entsprechen.

4.1.2 Vorbehandlung

Soweit im Prüfverfahren nicht anders festgelegt, dürfen die Schalter vor oder während der Prüfungen keinesfalls gereinigt oder in anderer Weise vorbehandelt werden.

4.1.3 Montage

Wenn im Prüfverfahren Montage vorgeschrieben ist, muss der Schalter wie in der Bauartspezifikation festgelegt mit seinen üblichen Befestigungsmitteln starr befestigt und angeschlossen werden. Verfahren und Werkstoffe der Befestigung dürfen das elektrische oder mechanische Verhalten des Schalters nicht beeinträchtigen.

4.2 Normalklima für Prüfungen

Das Normalklima für Prüfungen ist in IEC 60068-1, Abschnitt 5, festgelegt.

4.3 Allgemeine Prüfungen

4.3.1 Sichtprüfung

4.3.1.1 Verfahren

Die Sichtprüfung ist nach einem der folgenden Verfahren durchzuführen:

- a) mit bloßem Auge (normale Sehstärke, normale Farbwahrnehmung, beim günstigsten Betrachtungsabstand und mit geeigneter Beleuchtung);
- b) falls festgelegt mit Vergrößerung.

Wenn es in der Bauartspezifikation nicht ausdrücklich gefordert wird, sind für die Zwecke dieser Norm keine Sonderverfahren wie beispielsweise die Anwendung von polarisiertem Licht (zur Untersuchung innerer Spannungen im Werkstoff) oder anderer Indikatoren (zur Untersuchung innerer Werkstoffrisse oder -poren) zulässig.

4.3.1.2 Merkmale

Folgende Merkmale sind ohne Vergrößerung zu untersuchen:

- a) Kennzeichnungen nach 2.5;
- b) allgemeines Aussehen;
- c) Ausführung.

4.3.1.3 Anforderung

Die Kennzeichnung muss richtig und lesbar sein. Der Schalter muss sorgfältig und fachgerecht hergestellt sein.

4.3.1.4 Festzulegende Einzelheiten

Wenn diese Prüfung in der Bauartspezifikation gefordert wird, müssen folgende Einzelheiten festgelegt werden:

- a) zu untersuchende Einzelheiten;
- b) zu prüfende Merkmale;
- c) Abnahmekriterien;
- d) Grad der Vergrößerung, falls festgelegt;
- e) jede Abweichung vom Normprüfverfahren.

4.3.2 Maße

4.3.2.1 Verfahren

Die Maßprüfung muss mit einer geeigneten Messeinrichtung durchgeführt werden, wie z. B.:

- a) mit einer Feinmesslehre, einem Mikrometer und einem Feinzeiger;
- b) mit einem Messprojektor mit einer geeigneten linearen Vergrößerung;
- c) mit einem Messmikroskop.

Dabei gelten folgende Einzelheiten:

- a) Die festgelegten Außenmaße, Einzelmaße, Luftstrecken und Kriechstrecken sind zu messen;
- b) Genauigkeit und Auflösung der Messgeräte (Mikrometer, Schiebelehren, Maßvergleiche usw.) müssen den zu bestimmenden Maßen angemessen sein.

4.3.2.2 Anforderung

Die Maße müssen innerhalb der in der Bauartspezifikation festgelegten Grenzen liegen.

4.3.2.3 Festzulegende Einzelheiten

Wenn diese Prüfung in der Bauartspezifikation gefordert wird, müssen folgende Einzelheiten festgelegt werden:

- a) zu prüfende Merkmale;
- b) Einzelheiten der Lehrgang, falls zutreffend;
- c) Art und Leistung der Messeinrichtung;
- d) Abnahmekriterien;
- e) jede Abweichung vom Normprüfverfahren.

4.3.3 Lehrenmaße

4.3.3.1 Verfahren

Es sind die Maße zu prüfen, die in der Bauartspezifikation als mit Lehren prüfbar benannt sind, wobei die in der Bauartspezifikation festgelegten Lehren oder Lehrengößen zu verwenden sind.

4.3.3.2 Anforderung

Der Schalter muss die festgelegten Lehrenmaße einhalten.

4.3.3.3 Festzulegende Einzelheiten

Wenn diese Prüfung in der Bauartspezifikation gefordert wird, müssen folgende Einzelheiten festgelegt werden:

- a) zu prüfende Merkmale;
- b) Einzelheiten der Lehrgang, falls zutreffend;
- c) Art und Leistung der Messeinrichtung;
- d) Abnahmekriterien;
- e) jede Abweichung vom Normprüfverfahren.

4.3.4 Masse

4.3.4.1 Verfahren

Die Überprüfung der Masse sollte mit einer geeigneten Messeinrichtung wie z. B. einer Waage durchgeführt werden.

Dabei gelten folgende Einzelheiten:

- a) Genauigkeit und Auflösung der Messeinrichtung müssen der zu bestimmenden Masse angemessen sein;
- b) in die Messung sind auch alle abnehmbaren Teile (Befestigungsmittel usw.) einzubeziehen, die in der Bauartspezifikation vorgeschrieben sind.

4.3.4.2 Anforderung

Die Masse muss innerhalb der in der Bauartspezifikation festgelegten Grenzen liegen.

4.3.4.3 Festzulegende Einzelheiten

Wenn diese Prüfung in der Bauartspezifikation gefordert wird, müssen folgende Einzelheiten festgelegt werden:

- a) zu prüfende Merkmale;
- b) Einzelheiten der Lehrung, falls zutreffend;
- c) Art und Leistung der Messeinrichtung;
- d) Annahmekriterien;
- e) jede Abweichung vom Normprüfverfahren.

4.3.5 Funktionsprüfung

4.3.5.1 Zweck

Das Ziel der Untersuchung ist die Bewertung des richtigen Ablaufs aller Schaltvorgänge.

4.3.5.2 Verfahren

Bei Codierschaltern ist jeder Schaltstromkreis an eine Überwachungsschaltung mit einem Strom von höchstens 150 mA anzuschließen, die den Stromfluss anzeigt. Außer bei Codierschaltern darf zum Prüfen der Schaltstromkreise das Messgerät für die Prüfung des Kontaktwiderstandes als Prüfeinrichtung verwendet werden.

Das richtige Arbeiten aller mechanischen Rasten, Raststellungen, Arretierungen, Verriegelungen und Rückstellmechanismen ist zu prüfen.

Das richtige Arbeiten aller Vorgänge, die nicht Schaltvorgänge sind, wie zum Beispiel Beleuchtungen oder Magnetspulen, ist bei deren Bemessungsspannung und/oder Bemessungsstrom zu prüfen.

4.3.5.3 Anforderung

Die Funktionsweise des Schalters einschließlich der Reihenfolge der Kontaktgabe muss den Festlegungen in der Bauartspezifikation entsprechen.

4.3.6 Betätigungskennwerte

4.3.6.1 Betätigungskraft

4.3.6.1.1 Zweck

Der Zweck dieser Prüfung ist die Messung der Kraft, die zur Bewegung des Betätigungsteils eines Schalters von einer Stellung in die nächste Stellung erforderlich ist.

4.3.6.1.2 Vorbereitung der Prüflinge

Die Prüflinge müssen wie in der Bauartspezifikation angegeben vorbereitet werden.

Die Prüflinge müssen mit den Befestigungsmitteln nach der Bauartspezifikation fest auf einer Metallplatte montiert werden. Die Metallplatte muss so stark sein, dass sie den angreifenden Kräften standhält. Die Metallplatte muss in Länge und Breite über den Umriss des Prüflings hinausragen.

4.3.6.1.3 Messverfahren

Die Kraft muss am Betätigungsteil in der Richtung und an dem Punkt angreifen, die in der Bauartspezifikation festgelegt sind. Wenn es nicht anders festgelegt ist, muss die Kraft angreifen, bis sich das Betätigungsteil von einer ersten stabilen Gleichgewichtslage in seine nächste stabile Gleichgewichtslage oder bis zu einem Anschlag bewegt hat und der Schalter elektrisch geschaltet oder den festgelegten Kontaktwiderstand erreicht hat. Die zur Bewegung des Betätigungsteils in die nächste stabile Lage oder bis zum Anschlag erforderliche größte Kraft muss gemessen und aufgezeichnet werden. Bei einem Schalter ohne eine zweite stabile Gleichgewichtslage für das Betätigungsteil (Taststellung) muss die zur Bewegung des Betätigungsteils in die Arbeitsstellung erforderliche Kraft gemessen und aufgezeichnet werden.

Gegebenenfalls müssen die Messungen der Betätigungskraft in beiden Richtungen ausgeführt werden. In der Bauartspezifikation muss die Anzahl der Messungen in jeder Richtung festgelegt werden.

In der Bauartspezifikation muss das Verfahren zur Messung anderer mechanischer Betätigungskennwerte festgelegt werden. Die Messverfahren für andere Betätigungskennwerte wie Temperatur, Luftdruck usw. sind in der Bauartspezifikation festzulegen.

4.3.6.1.4 Anforderung

Alle gemessenen Werte müssen in den Grenzen liegen, die die Bauartspezifikation vorschreibt.

4.3.6.1.5 Festzulegende Einzelheiten

Wenn diese Prüfung in der Bauartspezifikation gefordert wird, müssen folgende Einzelheiten festgelegt werden:

- a) Vorbereitung des Prüflings;
- b) Anzahl der Messungen;
- c) Punkt und Richtung des Kraftangriffs;
- d) Erhöhungsgeschwindigkeit der Kraft oder Betätigungsgeschwindigkeit;
- e) zulässige Kleinst- und Größtwerte der Kraft;
- f) Art des Messsystems;
- g) Form der Betätigungsspitze des Systems;
- h) gegebenenfalls Temperatur, falls abweichend von der normalen Umgebungstemperatur;
- i) jede Abweichung vom Normprüfverfahren.

4.3.6.2 Betätigungsdrehmoment

4.3.6.2.1 Zweck

Der Zweck dieser Prüfung ist die Messung der größten Kraft zur Bewegung des Betätigungsteils eines Schalters von einer stabilen Stellung in die nächste Stellung, wobei der Schalter elektrisch geschaltet hat.

4.3.6.2.2 Vorbereitung der Prüflinge

Der Prüfling muss wie in der Bauartspezifikation angegeben vorbereitet werden.

Der Prüfling muss mit den Befestigungsmitteln nach der Bauartspezifikation fest auf einer Metallplatte montiert werden. Die Metallplatte muss so stark sein, dass sie den angreifenden Kräften standhält. Die Metallplatte muss in Länge und Breite über den Umriss des Prüflings hinausragen.

4.3.6.2.3 Messverfahren

Das Drehmoment muss am Schaltdorn in der festgelegten Richtung angreifen. Wenn es nicht anders festgelegt ist, muss das Drehmoment angreifen, bis sich das Betätigungsteil von einer ersten stabilen Gleichgewichtslage in seine nächste stabile Gleichgewichtslage oder bis zu einem Anschlag bewegt hat und der Schalter elektrisch geschaltet oder den festgelegten Kontaktwiderstand erreicht hat. Das zur Bewegung des Betätigungsteils in die nächste stabile Lage oder bis zum Anschlag erforderliche größte Drehmoment muss gemessen und aufgezeichnet werden. Bei einem Schalter ohne eine zweite stabile Gleichgewichtslage für das Betätigungsteil (Taststellung) muss das zum Drehen oder Schwenken des Betätigungsteils bis zur nächsten Arbeitsstellung erforderliche Drehmoment gemessen und aufgezeichnet werden.

Gegebenenfalls müssen die Messungen des Betätigungsdruckmomentes in beiden Richtungen ausgeführt werden. In der Bauartspezifikation muss die Anzahl der Messungen in jeder Richtung festgelegt werden.

In der Bauartspezifikation muss das Verfahren zur Messung anderer mechanischer Betätigungskennwerte festgelegt werden. Die Messverfahren für andere Betätigungskennwerte wie Temperatur, Luftdruck usw. sind in der Bauartspezifikation festzulegen.

4.3.6.2.4 Anforderung

Alle gemessenen Werte müssen in den Grenzen liegen, die die Bauartspezifikation vorschreibt.

4.3.6.2.5 Festzulegende Einzelheiten

Wenn diese Prüfung in der Bauartspezifikation gefordert wird, müssen folgende Einzelheiten festgelegt werden:

- a) Vorbereitung des Prüflings;
- b) Anzahl der Messungen;
- c) Betätigungsrichtung;
- d) Erhöhungsgeschwindigkeit des Drehmomentes oder Drehgeschwindigkeit;
- e) zulässige Kleinst- und Größtwerte des Drehmomentes;
- f) Art des Messsystems;
- g) Form der Betätigungsspitze des Systems;
- h) gegebenenfalls Temperatur, falls abweichend von der normalen Umgebungstemperatur;
- i) jede Abweichung vom Normprüfverfahren.

4.3.7 Kontaktprellen

4.3.7.1 Zweck

Der Zweck der Messung ist die Bestimmung der Dauer des vorübergehenden zufälligen Öffnens geschlossener oder Schließens offener Kontakte, wie es verursacht durch den Schaltmechanismus nach dem Schaltvorgang auftreten kann. In elektronischen Logikschaltungen kann das kinetische Verhalten der Schaltkontakte zu unechten Daten führen.

4.3.7.2 Verfahren

Der Schalter ist nach 4.1.3 zu montieren.

Zum Ermitteln des Kontaktprellens ist die Prüfschaltung nach Bild 1 oder eine gleichwertige Schaltung zu verwenden. Die Werte für die Prüfgleichspannung und den Prüfstrom sind in der Bauartspezifikation festzulegen, eine Leerlauf-Gleichspannung von 10 V und ein Prüfstrom von 100 mA dürfen jedoch nicht überschritten werden.

Wenn es nicht anders festgelegt ist, müssen die in der Schaltung verwendeten Nachweis- und Anzeigemittel (Oszilloskop oder dergleichen) mindestens eine Bandbreite von 1 MHz haben, der Zeitmaßstab muss auf $\pm 5\%$ genau sein, und es muss möglich sein, den Ruhezustand des Kontaktes vor dem Schaltvorgang anzuzeigen.

Der Schalter muss mit konstanter Geschwindigkeit nach den Festlegungen der Bauartspezifikation betätigt werden. Falls das Kontaktprellen durch die Betätigungskraft und/oder die Betätigungskennwerte beeinflusst wird, müssen die Grenzwerte für die Kraft und die Betätigungskennwerte in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Als Dauer des Kontaktprellens gilt der größte von fünf Messwerten, der bei fünf aufeinanderfolgenden Messungen bei Schließen und Öffnen der Kontakte auftritt. Bei dieser Prüfung ist ein Kontakt als offen anzusehen, wenn der Spannungsabfall über dem Kontakt mindestens 90 % der Leerlaufspannung beträgt. Ein Kontakt ist als geschlossen anzusehen, wenn der Spannungsabfall über dem Kontakt höchstens 10 % der Leerlaufspannung beträgt. Bei geschlossenen Kontakten sind Spannungsschwankungen unterhalb der 10-%-Grenze auf Schwankungen des dynamischen Kontaktwiderstandes zurückzuführen. Die Prellzeit ist die Zeit vom Moment des ersten Schließens (oder Öffnens) des Kontaktes bis zu dem Moment, an dem der Kontakt geschlossen (oder offen) bleibt. Die Werte des Widerstandes und der Eingangsimpedanz der Mess- und Anzeigemittel sind in der Bauartspezifikation festzulegen. Siehe Bilder 1 und 2.

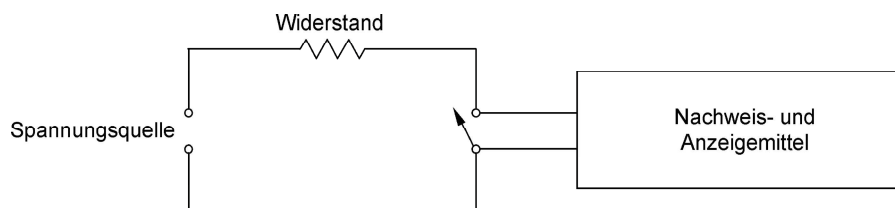


Bild 1 – Prüfschaltung zur Prüfung des Kontaktprellens

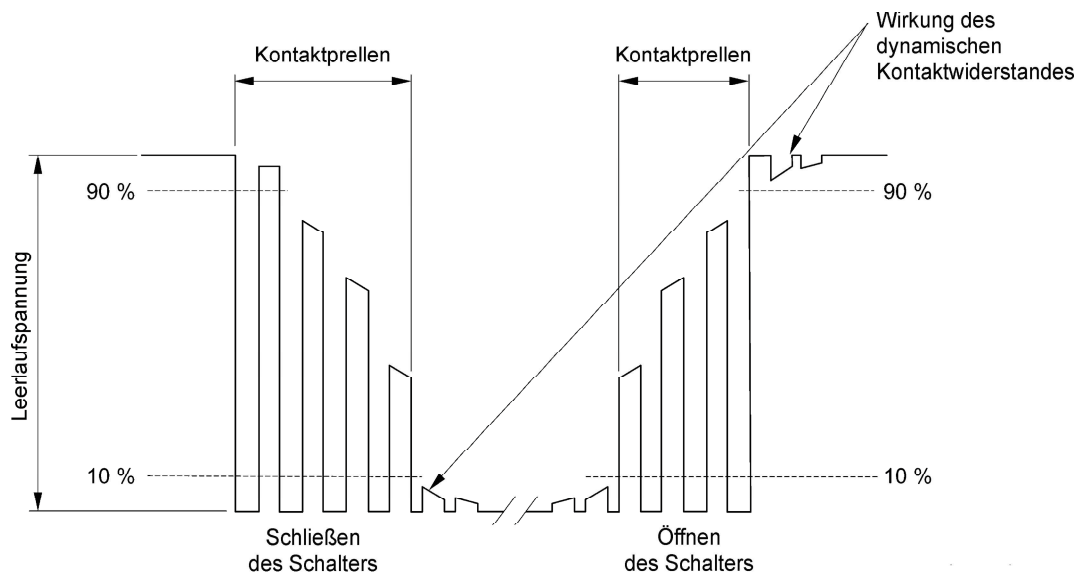


Bild 2 – Typischer Verlauf des Prellvorgangs

4.3.7.3 Anforderung

Die Prellzeit muss innerhalb der in der Bauartspezifikation festgelegten Grenzen liegen.

4.3.7.4 Festzulegende Einzelheiten

Wenn diese Prüfung in der Bauartspezifikation gefordert wird, müssen folgende Einzelheiten festgelegt werden:

- Vorbereitung des Prüflings;
- Betätigungsgeschwindigkeit;
- Punkt und Richtung des Kraftangriffs;
- Prüfspannung und -strom;
- jede Abweichung vom Normprüfverfahren.

4.4 Widerstandsmessungen

4.4.1 Kontaktwiderstand – Millivoltmethode

4.4.1.1 Zweck

Der Zweck der Messung ist die Bestimmung des elektrischen Gesamtwiderstandes eines leitenden Schaltstromkreises einschließlich der Schalteranschlüsse bei einer Spannung, die den Kontaktwerkstoff elektrisch nicht beeinflusst.

4.4.1.2 Verfahren

Die Messung muss wie folgt durchgeführt werden:

- Messungen dürfen mit Gleichstrom oder Wechselstrom durchgeführt werden. Bei einer Wechselstrommessung darf die Frequenz 2 kHz nicht überschreiten. Im Zweifelsfall ist die Gleichstrommessung bestimmend.
- Die Genauigkeit der Messeinrichtung muss so ausgelegt sein, dass der Gesamtfehler 1 % nicht überschreitet.

- c) Der Kontaktwiderstand muss im Normalfall vom gemessenen Spannungsabfall zwischen den Stellen abgeleitet werden, die für den Anschluss der Leitungen an die Kontakte in der Bauartspezifikation vorgesehen sind.
- d) Der Kontakt darf nicht betätigt werden, solange die Messspannung anliegt. Es ist darauf zu achten, dass während der Messung kein außergewöhnlicher Druck auf die zu prüfenden Kontakte ausgeübt wird und die Messleitungen nicht bewegt werden.
- e) Wenn die in der Bauartspezifikation angegebenen Anschlusspunkte nicht direkt zugänglich sind, muss der Widerstand der verwendeten Kabel und Leitungen vom Messwert abgezogen werden. Der korrigierte Wert muss aufgezeichnet werden.
- f) Die zu messenden Kontakte müssen anhand der Bauartspezifikation ausgewählt werden.
- g) Prüfstrom und Prüfspannung: Um den Durchschlag der Isolierschichten auf den Kontakten zu vermeiden, darf die Leerlaufspannung der Messschaltung 20 mV Gleichspannung oder Spitzenwert der Wechselspannung nicht überschreiten. Der Prüfstrom darf 100 mA Wechselstrom oder Gleichstrom nicht überschreiten.
- h) Mit jedem Schaltstromkreis muss ein Messzyklus durchgeführt werden, wobei ein Messzyklus für Gleichspannung folgende Schritte umfasst:
 - Anlegen der Spannung;
 - Messung mit Stromfluss in einer Richtung;
 - Messung mit Stromfluss in der entgegengesetzten Richtung;
 - Abschalten der Spannungsquelle.Ein Messzyklus für Wechselspannung umfasst:
 - Anlegen der Spannung;
 - Durchführen der Messung;
 - Abschalten der Spannungsquelle.ANMERKUNG Wenn es nicht anders festgelegt ist, sollte(n) zwischen dem Ende der vorangegangenen Prüfung und dem Anlegen der Spannung bei dieser Prüfung der (die) Schließerkontakt(e) nicht bewegt werden.
- i) Wenn der Kontaktwiderstand von der Betätigungskraft abhängt, muss er bei der in der Bauartspezifikation festgelegten Betätigungskraft gemessen werden.

4.4.1.3 Anforderung

Der Kontaktwiderstand muss innerhalb der in der Bauartspezifikation festgelegten Grenzen liegen.

Der Messwert des Kontaktwiderstandes mit Gleichstrom ist der Mittelwert der beiden Ablesewerte für den Durchlassstrom und den Rückstrom.

Mit der folgenden Gleichung wird sichergestellt, dass der berechnete Widerstand immer richtig ist:

$$R = \frac{|V_{mf} - V_{mr}|}{|I_f| + |I_r|}$$

ANMERKUNG In dieser Gleichung muss das Vorzeichen der Spannungsmessung berücksichtigt werden.

Dabei ist

R der Widerstand;

V_{mf} die gemessene Durchlassspannung;

V_{mr} die gemessene Rückspannung;

I_f der Durchlassstrom;

I_r der Rückstrom.

ANMERKUNG Jede Abweichung vom Normprüfverfahren sollte im Prüfbericht eindeutig angegeben werden.