

	Selektiver Haupt-Leitungsschutzschalter netzspannungsabhängig (SHA-Schalter)	<u>DIN</u> VDE 0643
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0643
ICS 29.120.40		Einsprüche bis 2003-12-31
	Entwurf	
	Selective main circuit-breaker functionally dependent on line voltage	
	Vermerk des "Wirksamwerdens von Ermächtigungen": Die Ermächtigung des Norm-Entwurfs E DIN VDE 0643 (VDE 0643):2003-09 ist seit dem 01.05.2005 wirksam. Die festgelegte Übergangsfrist von 12 Monaten hat mit Wirksamwerden der Ermächtigung am 01.05.2005 begonnen und endet am 30.04.2006.	Ersatz für E DIN VDE 0643 (VDE 0643):2000-09 und E DIN VDE 0643 (VDE 0643):2000-09 Ber 1:2000-11
	Anwendungswarnvermerk	
	Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.	
	Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.	
	Stellungnahmen werden erbeten	
	– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.	
	Beginn der Gültigkeit	
	Diese Norm gilt ab ...	
	Ermächtigung	
	Das Unterkomitee 541.2 „Kleine Selbstschalter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE hat beschlossen, dass dieser Norm-Entwurf nach Abschluss des Einspruchsverfahrens als Grundlage für Konformitätsnachweise verwendet werden darf (Ermächtigung).	
	Sofern kein Einspruch gegen diesen Norm-Entwurf und/oder die Absicht der Ermächtigung eingelegt wird, beginnt die Gültigkeit der Ermächtigung mit dem Ablauf der Einspruchsfrist zu dem Norm-Entwurf. Im Fall eines Einspruchs gegen diesen Norm-Entwurf und/oder die Absicht der Ermächtigung tritt die Ermächtigung nicht in Kraft, bis über den Einspruch abschließend entschieden worden ist. Das Wirksamwerden der Ermächtigung wird im DIN-Anzeiger und in der etz bekannt gegeben.	
	Einsprüche gegen diesen Norm-Entwurf und/oder die Absicht der Ermächtigung sind innerhalb der Einspruchsfrist zu dem Norm-Entwurf an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main, zu richten.	
	Das Unterkomitee 541.2 „Kleine Selbstschalter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE hat auf seiner 59. Sitzung zusätzlich eine Übergangsfrist von 12 Monaten für die Ermächtigung des Norm-Entwurfs DIN VDE 0643 (VDE 0643):2000-09 beschlossen. Beginn und Ende der Übergangsfrist wird mit dem Wirksamwerden der Ermächtigung des vorliegenden Norm-Entwurfs im DIN-Anzeiger und in der etz bekannt gegeben.	
		Fortsetzung Seite 2 bis 104
	DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE	

Vorwort

Für den Anwendungsbereich dieses Norm-Entwurfes bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.

Dieser Norm-Entwurf wird veröffentlicht, um nach Abschluss der Meinungsfindung in Deutschland den Sachinhalt mit eventuellen Änderungen oder Ergänzungen bei CENELEC als Normungsantrag einzureichen, mit dem Ziel, nach Abschluss der europäischen Beratung eine entsprechende Deutsche Norm zu veröffentlichen.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 541.2 „Kleine Selbstschalter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Basis für diese Norm ist die DIN VDE 0641-11 (VDE 0641 Teil 11); weitere Festlegungen stimmen, soweit möglich, mit DIN EN 60947-1 (VDE 0660 Teil 100), DIN EN 60947-2 (VDE 0660 Teil 101), DIN VDE 0660-102 (VDE 0660 Teil 102) und DIN EN 60947-3 (VDE 0660 Teil 107) überein.

Aufgrund des Einsatzortes und des Verwendungszwecks liegt dem Gerät eine Bemessungsisolationsspannung zugrunde, die mit $U_i = 690 \text{ V}$ über der Bemessungsspannung von $U_n = 230/400 \text{ V}$ liegt.

Die Einschalt- und die Selektivitätsfunktion sind spannungsabhängig; alle Schutzfunktionen sind spannungsunabhängig.

Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 417 nun IEC 60417 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
Normen der Reihe EN 60417	Normen der Reihe IEC 60417	Normen der Reihe DIN EN 60417	–
EN 60529:1991 EN 60529/ A1:2000	IEC 60529:1989 A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470 Teil 1):2000-09	VDE 0470 Teil 1
Normen der Reihe EN 60695-2	Normen der Reihe IEC 60695-2	Normen der Reihe DIN EN 60695-2 (VDE 0471 Teil 2)	VDE 0471 Teil 2
EN 60721-3-3:1995 EN 60721-3-3:1995/A2:1997	IEC 60721-3-3:1994 A2:1996	DIN EN 60721-3-3:1995-09 DIN EN 60721-3-3/A2:1997-07	–

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60898:1991 EN 60898/A1:1991 EN 60898/A11:1994 EN 60898/A12:1995 EN 60898/A13:1995 EN 60898/A14:1995 EN 60898/A15:1995 EN 60898/A16:1996 EN 60898/A17:1998 EN 60898/A18:1998 EN 60898/A19:2000	IEC 60898:1987 modifiziert	DIN VDE 0641-11 (VDE 0641 Teil 11):1992-08 DIN EN 60898/A11 (VDE 0641 Teil 11/A3):1995-10 DIN EN 60898/A12 (VDE 0641 Teil 11/A6):1996-05 DIN EN 60898/A13 (VDE 0641 Teil 11/A1):1996-06 DIN EN 60898/A14 (VDE 0641 Teil 11/A4):1996-06 DIN EN 60898/A15 (VDE 0641 Teil 11/A7):1996-06 DIN EN 60898/A16 (VDE 0641 Teil 11/A9):1996-12 DIN EN 60898/A17 (VDE 0641 Teil 11/A11):1998-11 DIN EN 60898/A18 (VDE 0641 Teil 11/A15):1999-01 DIN EN 60898/A19 (VDE 0641 Teil 11/A20):2000-11	VDE 0641 Teil 11 VDE 0641 Teil 11/A3 VDE 0641 Teil 11/A6 VDE 0641 Teil 11/A1 VDE 0641 Teil 11/A4 VDE 0641 Teil 11/A7 VDE 0641 Teil 11/A9 VDE 0641 Teil 11/A11 VDE 0641 Teil 11/A15 VDE 0641 Teil 11/A20
EN 60947-1:1999 EN 60947-1/A1:2000 EN 60947-1/A2:2001	IEC 60947-1:1999 A1:2000 A2:2001	DIN EN 60947-1 (VDE 0660 Teil 100):2002-12	VDE 0660 Teil 100
EN 60947-2:1996 EN 60947-2/A1:1997 EN 60947-2/A2:2001	IEC 60947-2:1995 A1:1997 A2:2001	DIN EN 60947-2 (VDE 0660 Teil 101):2002-09	VDE 0660 Teil 101
EN 60947-3:1999 EN 60947-3/A1:2001	IEC 60947-3:1999 + Corrigendum 1999 A1:2001 + Corrigendum 1:2001	DIN EN 60947-3 (VDE 0660 Teil 107):2001-12	VDE 0660 Teil 107
EN 60947-4-1:2001	IEC 60947-4-1:2000	DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660 Teil 102):2001-10	VDE 0660 Teil 102
EN 61032:1998	IEC 61032:1997	DIN EN 61032 (VDE 0470 Teil 2):1998-10	VDE 0470 Teil 2
Normen der Reihe HD 21	Normen der Reihe IEC 60227 modifiziert	Normen der Reihe DIN VDE 0281 (VDE 0281)	VDE 0281
–	IEC 60112:2003	–	–
–	IEC 60364-1:2001	–	–
–	IEC 60364-5-51:2001	–	–
–	IEC 60364-5-55:2001 A1:2001	–	–
–	IEC 60364-43:2001	–	–
HD 630.2.1 S5:2002	IEC 60269-2-1:1998 modifiziert A1:1999	DIN VDE 0636-201 (VDE 0636 Teil 201):2003-02	VDE 0636 Teil 201
–	–	DIN VDE 0603-1 (VDE 0603 Teil 1):1991-10 E DIN VDE 0603-1/A1 (VDE 0603 Teil 1/A1):1996-10	VDE 0603 Teil 1 VDE 0603 Teil 1/A1
EN 60715:2001	IEC 60715:1981	DIN EN 60715:2001-09	–

Ersetzt durch E DIN VDE 0641-21 (VDE 0641-21):2008-03

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
	A1:1995		
–	–	DIN 12491:1998-07	–
–	–	DIN 12911:1977-10	–
–	–	DIN 43870-1:1991-02	–
–	–	DIN 43870-2:1991-03	–
–	–	Normen der Reihe DIN 46228	–
EN ISO 2039-2:1999	ISO 2039-2:1987	DIN EN ISO 2039-2:2000-01	–

Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN 12491:1998-07, *Laborgeräte aus Glas - Vakuum-Exsikkatoren.*

DIN 12911:1977-10, *Laborgeräte aus Hartporzellan; Exsikkatorplatten.*

DIN 43870-1:1991-02, *Zählerplätze; Maße auf Basis eines Rastersystems.*

DIN 43870-2:1991-03, *Zählerplätze; Funktionsflächen.*

DIN 46228, *Aderendhülsen.*

DIN EN 60417, *Graphische Symbole für Betriebsmittel.*

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

DIN EN 60695-2 (VDE 0471 Teil 2), *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr.*

DIN EN 60715:2001-09, *Abmessungen von Niederspannungsschaltgeräten – Genormte Tragschienen für die mechanische Befestigung von elektrischen Geräten in Schaltanlagen (IEC 60715:1981 + A1:1995); Deutsche Fassung EN 60715:2001.*

DIN EN 60721-3-3:1995-09, *Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflussgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 3: Ortsfester Einsatz, wettergeschützt (IEC 60721-3-3:1994); Deutsche Fassung EN 60721-3-3:1995.*

DIN EN 60721-3-3/A2:1997-07, *Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflussgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 3: Ortsfester Einsatz, wettergeschützt (IEC 60721-3-3:1994/A2:1996); Deutsche Fassung EN 60721-3-3:1995/A2:1997.*

DIN EN 60898/A11 (VDE 0641 Teil 11/A3):1995-10, *Leitungsschutzschalter für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen; Deutsche Fassung EN 60898:1991/A11:1994.*

DIN EN 60898/A12 (VDE 0641 Teil 11/A6):1996-05, *Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen; Deutsche Fassung EN 60898:1991/A12:1995 EN 60898:1991/A11:1994.*

DIN EN 60898/A13 (VDE 0641 Teil 11/A1):1996-06, *Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen (IEC 23E(CO)141:1994); Deutsche Fassung EN 60898:1991/A13:1995.*

- DIN EN 60898/A14 (VDE 0641 Teil 11/A4):1996-06, *Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen (IEC 23E(CO)140):1994*; Deutsche Fassung EN 60898:1991/A14:1995.
- DIN EN 60898/A15 (VDE 0641 Teil 11/A7):1996-06, *Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen (IEC 23E(CO)124:1991)*; Deutsche Fassung EN 60898:1991/A15:1995.
- DIN EN 60898/A16 (VDE 0641 Teil 11/A9):1996-12, *Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen*; Deutsche Fassung EN 60898:1991/A16:1996.
- DIN EN 60898/A17 (VDE 0641 Teil 11/A11):1998-11, *Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen*; Deutsche Fassung EN 60898:1991/A17:1998.
- DIN EN 60898/A18 (VDE 0641 Teil 11/A15):1999-01, *Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen*; Deutsche Fassung EN 60898:1991/A18:1998.
- DIN EN 60898/A19 (VDE 0641 Teil 11/A20):2000-11, *Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen*; Deutsche Fassung EN 60898:1991/A19:2000.
- DIN EN 60947-1 (VDE 0660 Teil 100):2002-12, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 60947-1:1999 + A1:2000 + A2:2001)*; Deutsche Fassung EN 60947-1:1999 + A1:2000 + A2:2001.
- DIN EN 60947-2 (VDE 0660 Teil 101):2002-09, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 2: Leistungsschalter (IEC 60947-2:1995 + A1:1997 + A2:2001)*; Deutsche Fassung EN 60947-2:1996 + A1:1997 + A2:2001.
- DIN EN 60947-3 (VDE 0660 Teil 107):2001-12, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten (IEC 60947-3:1999 + Corrigendum 1999 + A1:2001 + Corrigendum 1:2001)*; Deutsche Fassung EN 60947-3:1999 + A1:2001.
- DIN EN 60947-4-1 (VDE 0660 Teil 102):2001-10, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 4-1: Schütze und Motorstarter - Elektromechanische Schütze und Motorstarter (IEC 60947-4-1:2000)*; Deutsche Fassung EN 60947-4-1:2001.
- DIN EN 61032 (VDE 0470 Teil 2):1998-10, *Schutz von Personen und Ausrüstung durch Gehäuse; Prüfsonden zum Nachweis (IEC 61032:1997)*; Deutsche Fassung EN 61032:1998.
- DIN EN ISO 2039-2:2000-01, *Kunststoffe - Bestimmung der Härte – Teil 2: Rockwellhärte (ISO 2039-2:1987)*; Deutsche Fassung EN ISO 2039-2:1999.
- DIN VDE 0281 (VDE 0281), *Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V*.
- DIN VDE 0603-1 (VDE 0603 Teil 1):1991-10, *Installationsverteiler und Zählerplätze AC 400 V; Installationskleinverteiler und Zählerplätze*.
- E DIN VDE 0603-1/A1 (VDE 0603 Teil 1/A1):1996-10, *Installationskleinverteiler und Zählerplätze AC 400 V - Installationskleinverteiler und Zählerplätze; Änderung A1*.
- DIN VDE 0636-201 (VDE 0636 Teil 201):2003-02, *Niederspannungssicherungen (NH-System) — Teil 2-1: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungen zum Gebrauch durch Elektrofachkräfte bzw. elektrotechnisch unterwiesene Personen (Sicherungen überwiegend für den industriellen Gebrauch); Hauptabschnitt I bis V: Beispiele von genormten Sicherungstypen (IEC 60269-2- 1:1998 + A1:1999, modifiziert)*; Deutsche Fassung HD 630.2.1 S5:2002.
- DIN VDE 0641-11 (VDE 0641 Teil 11):1992-08, *Leitungsschutzschalter für den Haushalt und ähnliche Anwendungen (IEC 60898:1987, Stand November 1991, modifiziert)*; Deutsche Fassung EN 60898:1991.

Inhalt

	Seite
1 Allgemeines	10
1.1 Anwendungsbereich	10
1.2 Gegenstand	11
2 Begriffe.....	11
2.1 Geräte	11
2.2 Allgemeine Begriffe.....	12
2.3 Konstruktionselemente	14
2.4 Schaltbedingungen	16
2.5 Kenndaten.....	17
3 Klassifikation	21
3.1 Nach der Anzahl der Pole.....	21
3.2 Nach dem Schutz gegen äußere Einflüsse	21
3.3 Nach der Befestigungsart	21
3.4 Nach der Anschlussart.....	21
3.5 Nach der Auslösekennlinie	21
3.6 Nach den Selektivitätsgrenzen	22
3.7 Nach dem Wert der Stoßspannungsfestigkeit nach Beanspruchung.....	22
4 Charakteristische Eigenschaften der SHA-Schalter	22
4.1 Übersicht über die charakteristischen Eigenschaften.....	22
4.2 Bemessungswerte	22
4.3 Norm- und Vorzugswerte von Bemessungsgrößen.....	23
5 Aufschriften und andere Geräteangaben.....	24
6 Bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen für den Einsatz.....	26
6.1 Bereich der Umgebungstemperatur.....	26
6.2 Höhenlage.....	26
6.3 Atmosphärische Bedingungen.....	27
6.4 Einbaubedingungen	27
7 Anforderungen an Konstruktion und Betrieb	27
7.1 Mechanischer Aufbau	27
7.2 Schutz gegen Berühren aktiver Teile.....	33
7.3 Dielektrische Eigenschaften im Neuzustand und nach Beanspruchung	34
7.4 Erwärmung.....	34
7.5 Ununterbrochener Betrieb	35
7.6 Selbsttätiges Auslösen.....	35
7.7 Mechanische und elektrische Lebensdauer	37
7.8 Verhalten bei Kurzschlussströmen	37
7.9 Widerstand gegen mechanische Erschütterung und Stoß	38
7.10 Widerstand gegen Hitze.....	38

	Seite
7.11 Widerstand gegen übermäßige Hitze und Feuer	38
7.12 Widerstand gegen Rosten und Korrosion	38
7.13 Verlustleistung	38
7.14 Leitfähige Fremdschichten	38
7.15 Elektromagnetische Verträglichkeit	39
7.16 Verhalten bei Störung der Netzspannungsversorgung	39
8 Prüfungen	39
8.1 Typprüfungen und Stückprüfungen	39
8.2 Prüfbedingungen	40
8.3 Prüfung der Unverwischbarkeit der Aufschriften	41
8.4 Drehmomentprüfung	41
8.5 Prüfung der Zuverlässigkeit von Klemmen zum Anschluss von äußeren Leitern	42
8.6 Prüfung des Schutzes gegen Berühren aktiver Teile	43
8.7 Prüfung der dielektrischen Eigenschaften	43
8.8 Prüfung der Erwärmung und der Verlustleistung	47
8.9 28-Tage-Prüfung	48
8.10 Prüfung der Auslösecharakteristik	48
8.11 Prüfung der mechanischen und elektrischen Lebensdauer und Kontrolle des Ein- und Ausschaltvorganges	50
8.12 Schaltvermögens- und Selektivitätsprüfungen	53
8.13 Prüfung der Widerstandsfestigkeit gegen mechanische Erschütterung und gegen Stoß	63
8.14 Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Hitze	66
8.15 Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen übermäßige Hitze und gegen Feuer	67
8.16 Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Rosten	68
8.17 Prüfung der Funktionstüchtigkeit bei Beaufschlagung mit leitfähigen Fremdschichten	68
8.18 Prüfung der Klemmen auf Spannungsrissskorrosion	68
8.19 Prüfung der Funktion der separaten mechanischen Schaltstellungsanzeige (falls vorhanden) und der Stabilität des Betätigungssystems (siehe 7.1.2)	69
Anhang A (informativ) Bestimmung des Leistungsfaktors im Kurzschlussstromkreis	86
Anhang B (normativ) Bestimmung von Luft- und Kriechstrecken	87
Anhang C (normativ) Prüfreiheiten und Anzahl der zum Nachweis der Übereinstimmung mit der Norm notwendigen Prüflinge	89
C.1 Prüfreiheiten	89
C.2 Anzahl der Prüflinge zur Einreichung für den vollständigen Prüfvorgang	90
C.3 Anzahl der Prüflinge zur Einreichung für den vereinfachten Prüfvorgang	91
Anhang D 1 (informativ) Koordination von SHA-Schaltern und getrennt angeordneten Sicherungen im selben Stromkreis	94
Anhang D 2 (normativ) Information über Koordination von SHA-Schaltern und getrennt angeordneten Sicherungen im selben Stromkreis	94
Anhang E (normativ) Besondere Anforderungen an Hilfsstromkreise für Schutzkleinspannung	94
Anhang F (informativ) Beispiele von Klemmen	95

	Seite
Anhang G (normativ) Zusätzliche Prüfungen für Adapter zum Anschluss von SHA-Schaltern an Sammelschienensysteme	97
Anhang H (normativ) Anordnung für die Erfassung des Ausstoßes ionisierter Gase bei Schaltvermögensprüfungen	99
Anhang ZA (informativ) Maximal zulässige I^2t -Werte für LS-Schalter der Energiebegrenzungsklasse 3, für Kurzschlussströme $\leq 10\,000\text{ A}$	101
Anhang ZB (informativ) Leitfaden für die Auswahl von SHA-Schaltern nach ihrer Bemessungsspannung	102
Anhang ZC (normativ) Zitierte Normen	103
Bild 1a – Kaskade 1	70
Bild 1b – Kaskade 2	70
Bild 2a – Überstrom-Koordination (Selektivität) zwischen SHA-Schalter und Sicherung	71
Bild 2b – Ergänzender Kurzschlussschutz (Back-up-Schutz) durch eine Sicherung	71
Bild 3 – Schaltbild für die Prüfung eines einpoligen SHA-Schalters	72
Bild 4a – Schaltbild für die Prüfung eines zweipoligen SHA-Schalters mit einem geschützten Pol	72
Bild 4b – Schaltbild für die Prüfung eines zweipoligen SHA-Schalters mit zwei geschützten Polen	72
Bild 5 – Schaltbild für die Prüfung eines dreipoligen SHA-Schalters (oder für drei einpolige SHA-Schalter)	73
Bild 6 – Schaltbild für die Prüfung eines vierpoligen SHA-Schalters mit drei geschützten Polen	73
Bild 7 – Einstellung des Prüfstromkreises	74
Bild 7a – Spannungsquelle zum Einschalten der SHA-Schalter	74
Bild 8 – Gerät zur mechanischen Erschütterungsprüfung	75
Bild 9 – Prüfsonde B (nach DIN EN 61032 (VDE 0470 Teil 2):1998-10)	76
Bild 10 – Mechanisches Schlaggerät (Pendelschlaggerät)	77
Bild 11 – Schlagstück des Pendelschlaggerätes	77
Bild 12 – Befestigungsrahmen des Prüflings für die mechanische Schlagprüfung	78
Bild 13 – Beispiel der Befestigung eines SHA-Schalters ohne Gehäuse für die mechanische Schlagprüfung	79
Bild 14 – Beispiel der Befestigung eines SHA-Schalters für Schalttafeleinbau für die mechanische Schlagprüfung	80
Bild 15 – Mechanische Prüfung nach Abschnitt 8.13.2.3 für SHA-Schalter für Schienenbefestigung	81
Bild 16 – Kugeldruck-Prüfgerät	81
Bild 17 – Abhängigkeit der relativen und absoluten Luftfeuchtigkeit von der Lufttemperatur (nach DIN EN 60721-3-3)	82
Bild 18 – Prüfaufbau bei Beaufschlagung mit einer leitfähigen Fremdschicht	83
Bild 19 – Grenzwerte des Stromvielfachen in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur	84
Bild 20 – Erwärmung im unteren Anschlussraum nach DIN 43870 in Abhängigkeit von der Verlustleistung von drei einpoligen bündig montierten SHA-Schaltern bei Bemessungsstrom	84
Bild 22 – Ermitteln und Aufbringen der Prüfkraft am Bedienteil	85
Bilder B.1 bis B.10 – Beispiele der Messung von Kriechstrecken	88
Bild F.1 – Beispiele von Mantel- und Buchsenklemmen	95
Bild F.2 – Beispiele von Sattelklemmen	96

	Seite
Bild F.3 – (leer)	96
Bild G.1 – Prüfeinsatz für die Prüfungen nach Tabelle G.1	98
Bild H.1 – Prüfanordnung	100
Bild H.2 – Gitter	100
Bild H.3 – Gitterstromkreis	100
 Tabelle 2 – Normwerte der Auslösecharakteristik	 24
Tabelle 3a – Prüfspannung für Stoßspannungsprüfung im Neuzustand und nach Beanspruchung	29
Tabelle 3b – Luft- und Kriechstrecken	30
Tabelle 4 – Anschließbare Kupferleiter für Schraubklemmen	32
Tabelle 5 – Erwärmungswerte	35
Tabelle 6 – Auslösecharakteristik	36
Tabelle 7 – (leer)	39
Tabelle 8 – Querschnitte von Kupferleitern für die Prüfungen, die den Bemessungsströmen zugeordnet sind	40
Tabelle 9 – Gewindedurchmesser der Schraube und anzuwendendes Drehmoment	41
Tabelle 10 – Zugkräfte	42
Tabelle 11 – Leiterabmessungen	43
Tabelle 11a: Größte Verlustleistung je Pol	48
Tabelle 11b: Lebensdauer bei Kurzschlüssen in der Kaskade	52
Tabelle 12 – Ausführung der Schaltvermögensprüfungen	53
Tabelle 13 – Leistungsfaktorbereiche der Prüfstromkreise	55
Tabelle 14 – Verhältnis zwischen Betriebsschaltvermögen (I_{CS}) und Bemessungsschaltvermögen (I_{CN}) - Faktor K	58
Tabelle 15 – Prüfablauf für I_{CS} im Falle ein- und zweipoliger SHA-Schalter	59
Tabelle 16 – Prüfablauf für I_{CS} im Falle drei- und vierpoliger SHA-Schalter	59
Tabelle 17 – Prüfablauf für I_{CS} im Falle der dreiphasigen Prüfung einpoliger SHA-Schalter mit der Bemessungsspannung 230/400 V	60
Tabelle 18 – Prüfablauf für I_{CN}	60
Tabelle 19 – Prüfablauf für I_{CN} im Falle der dreiphasigen Prüfung einpoliger SHA-Schalter mit der Bemessungsspannung 230/400 V	61
Tabelle 20 – Prüfkraft, die am Bedienteil aufzubringen ist	69
Tabelle C.1 – Prüfreiheiten	89
Tabelle C.2 – Anzahl der Prüflinge für den vollen Prüfvorgang	90
Tabelle C.3 – Anzahl der Prüflinge für den vereinfachten Prüfvorgang	92
Tabelle C.4 – Prüfreiheiten für SHA-Schalter mit verschiedenen Auslösecharakteristiken	93
Tabelle G.1 – Prüfreiheiten für die Prüfung von SHA-Schaltern mit Sammelschienenadaptern	97
Tabelle G.2 – Erwärmungswerte für die Erwärmungsprüfung von SHA-Schaltern mit Sammelschienenadaptern	98

Selektiver Haupt-Leitungsschutzschalter netzspannungsabhängig (SHA-Schalter)

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für selektive Wechselstrom-Haupt-Leitungsschutzschalter mit netzspannungsabhängiger Einschaltung des Hauptstromkreises (im folgenden SHA-Schalter genannt) für die Betätigung in Luft bei 50 oder 60 Hz mit Bemessungsspannung nicht über 440 V, einem Bemessungsstrom nicht über 125 A und einem Bemessungsschaltvermögen nicht über 50 000 A.

Sie stimmt, soweit möglich, mit den Anforderungen nach DIN VDE 0641-11 (VDE 0641 Teil 11) überein. Weitere Festlegungen stimmen, soweit möglich, mit DIN VDE 0660-100 (VDE 0660 Teil 100), DIN VDE 0660-101 (VDE 0660 Teil 101), DIN VDE 0660-102 (VDE 0660 Teil 102), DIN VDE 0660-107 (VDE 0660 Teil 107) und DIN VDE 0603-2 (VDE 0603 Teil 2) überein.

Diese SHA-Schalter sind zum Schutz von installierten elektrischen Leitungen in Gebäuden gegen Überströme, zum Trennen von Verbraucheranlagen und zur Sicherstellung einer entnehmbaren Leistung in einem weiten Temperaturbereich bestimmt; sie sind für die Benutzung durch Laien und für wartungslosen Einsatz gebaut.

SHA-Schalter müssen definierten Stoßüberspannungen, die im Netz auftreten, standhalten.

Es sind hinsichtlich der Stoßspannungsfestigkeit zwei Gerätetypen festgelegt:

- Stoßüberspannung 8 kV (gekennzeichnet mit ★)
- Stoßüberspannung 6 kV (keine diesbezügliche Kennzeichnung).

SHA-Schalter müssen gegenüber vor- und nachgeschalteten Überstromschutzeinrichtungen definierte Selektivitätsanforderungen erfüllen.

Diese Norm gilt auch für SHA-Schalter mit mehr als einem Bemessungsstrom, vorausgesetzt, dass die Einrichtung zum Umstellen von einem festen Bemessungsstrom zu einem anderen während des bestimmungsgemäßen Betriebs dem Anwender nicht zugänglich ist, und dass der Bemessungsstrom nicht ohne Werkzeug geändert werden kann.

ANMERKUNG Für SHA-Schalter mit mehr als einem Bemessungsstrom sind zusätzliche Festlegungen notwendig. Anforderungen und Prüfungen sind in Vorbereitung.

SHA-Schalter sind nicht zum Schutz von Motoren bestimmt.

Für SHA-Schalter mit einer höheren Schutzart als IP 20, für solche zum Einsatz in Räumen mit ungünstigen Betriebsbedingungen (z.B. übermäßige Feuchtigkeit, Hitze, Kälte oder Staubablagerungen), und solche für gefährdete Räume (z.B. in denen Explosionsgefahr besteht) können besondere Bauarten notwendig sein. Bei der Auswahl der SHA-Schalter sind die festgelegten unterschiedlichen Auslösecharakteristiken und die Bemessungsisolationsspannungen zu berücksichtigen.

Zusätzliche Anforderungen sind notwendig für SHA-Schalter, die Differenzstrom-Auslöser enthalten.

Zusätzliche Anforderungen können für SHA-Schalter zum Einstecken (plug in-type) notwendig sein.

SHA-Schalter sind überwiegend zum Einbau in den unteren Anschlussraum von Zählerplätzen nach DIN 43870 und DIN VDE 0603-1 (VDE 0603 Teil 1), gegebenenfalls mit einem Sammelschienenadapter nach Anhang G mit einem Bemessungsstrom von 63A (für besondere Anwendungen bis 125A), vorgesehen.

Für das Zusammenwirken von SHA-Schaltern mit Sicherungen siehe Anhang D.

1.2 Gegenstand

Diese Norm enthält alle notwendigen Anforderungen zur Sicherstellung der Übereinstimmung mit den für diese Geräte erforderlichen Betriebs-Kenngrößen durch die Typprüfungen.

Sie enthält auch die notwendigen Einzelheiten bezüglich der Prüfbedingungen und Prüfverfahren, die eine Reproduzierbarkeit der Prüfergebnisse sicherstellen.

Diese Norm legt fest:

1. die Eigenschaften der SHA-Schalter,
2. die Bedingungen, denen SHA-Schalter genügen müssen, im Hinblick auf:
 - a) ihre Funktion und ihr Verhalten bei bestimmungsgemäßem Gebrauch,
 - b) ihre Funktion und ihr Verhalten bei Überlast,
 - c) ihre Funktion und ihr Verhalten bei Kurzschlüssen bis hin zu ihrem Bemessungsschaltvermögen,
 - d) ihre dielektrischen Eigenschaften,
3. die Prüfungen, die zur Bestätigung der Einhaltung dieser Bedingungen bestimmt sind, und die Verfahren, die für die Prüfungen zugrunde zu legen sind,
4. die auf dem SHA-Schalter anzugebenden Daten,
5. die auszuführenden Prüfreiheiten und die Zahl der Prüflinge, die für Prüfbescheinigungen eingereicht werden müssen (siehe Anhang C),
6. die Koordination mit vor- und nachgeschalteten Überstromschutz-Einrichtungen, sowie das Verhalten bei Kurzschlüssen in Einzelstromkreisen (siehe Anhang D).

ANMERKUNG Durch SHA-Schalter nach dieser Norm wird

- der Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Schutz bei indirektem Berühren),
- der Schutz bei Kurzschluss,
- die Begrenzung des Spannungsfalls

nicht unzulässig beeinträchtigt.

2 Begriffe

2.1 Geräte

2.1.1

Schaltgerät

Schaltgerät ist ein Gerät zum Ein- und Ausschalten des Stromes in einem oder mehreren elektrischen Stromkreisen.

2.1.2

Mechanisches Schaltgerät

Mechanisches Schaltgerät ist ein Schaltgerät zum Schließen und Öffnen eines oder mehrerer elektrischer Stromkreise mittels trennbarer Kontakte.

2.1.3

Sicherung

Sicherung ist ein Schaltgerät, das durch Schmelzen eines oder mehrerer seiner besonders konstruierten und genau bemessenen Bauteile den Stromkreis, in den es eingesetzt ist, öffnet und den Strom unterbricht, wenn dieser einen festgelegten Wert für genügend lange Zeit überschreitet.

2.1.4

LS-Schalter (mechanisch)

LS-Schalter ist ein mechanisches Schaltgerät, das in der Lage ist, unter üblichen Stromkreisbedingungen Ströme einzuschalten, zu führen und abzuschalten, und außerdem in der Lage ist, unter festgelegten

E DIN VDE 0643 (VDE 0643):2003-09

außergewöhnlichen Stromkreisbedingungen wie im Kurzschlussfall, Ströme einzuschalten, eine bestimmte Zeit zu führen und automatisch abzuschalten.

2.1.5

SHA-Schalter

SHA-Schalter ist ein strombegrenzendes mechanisches Schaltgerät ohne aktive elektronische Bauelemente, das in der Lage ist, unter betriebsmäßigen Bedingungen Ströme einzuschalten, zu führen und abzuschalten.

Er muss bis zu bestimmten Grenzen Überströme führen ohne abzuschalten, wenn diese Überströme im nachgeschalteten Einzelstromkreis auftreten, und die Abschaltung durch eine nachgeschaltete Überstromschutzeinrichtung erfolgt. Er muss besonderen Selektivitätsanforderungen zu vor- und nachgeschalteten Überstromschutzeinrichtungen genügen.

Die Funktion eines SHA-Schalters darf zur Einschaltung des Hauptstromkreises und für die Selektivitätsfunktion netzspannungsabhängig sein.

2.2 Allgemeine Begriffe

2.2.1

Überstrom

Überstrom ist jeder Strom, der den Bemessungsstrom übersteigt.

2.2.2

Überlaststrom

Überlaststrom ist ein Überstrom, der in einem in elektrischer Hinsicht unbeschädigten Stromkreis auftritt.

ANMERKUNG Ein Überlaststrom kann Schaden verursachen, wenn er genügend lange Zeit bestehen bleibt.

2.2.3

Kurzschlussstrom

Kurzschlussstrom ist ein Überstrom, der als Folge eines Fehlers mit vernachlässigbarer Impedanz zwischen Punkten verschiedenen Potentials im bestimmungsgemäßen Betrieb auftritt.

ANMERKUNG Ein Kurzschlussstrom kann durch einen Fehler oder durch eine falsche Verbindung verursacht werden.

2.2.4

Hauptstromkreis (eines SHA-Schalters)

Ein Hauptstromkreis enthält alle leitfähigen Teile eines SHA-Schalters, die in dem Stromkreis liegen, den er bestimmungsgemäß schließen und öffnen soll.

ANMERKUNG Stromkreise, die ganz oder teilweise parallel zum Hauptstromkreis angeschlossen sind, werden als Nebenstromkreise bezeichnet. Sie werden wie Hauptstromkreise behandelt.

2.2.5

Steuerstromkreis (eines SHA-Schalters)

Steuerstromkreis ist ein Stromkreis der nicht ein Strompfad des Hauptstromkreises ist, der zur Schließbewegung oder Öffnungsbewegung oder zu beiden des SHA-Schalters bestimmt ist.

2.2.6

Hilfsstromkreis (eines SHA-Schalters)

Ein Hilfsstromkreis enthält alle leitfähigen Teile eines SHA-Schalters, die für einen Stromkreis, der nicht zum Hauptstromkreis und zum Steuerstromkreis des SHA-Schalters gehört, bestimmt sind.

2.2.7

Pol (eines SHA-Schalters)

Pol ist der Teil eines SHA-Schalters, der ausschließlich einem elektrisch getrennten Strompfad des Hauptstromkreises zugeordnet ist und der mit Kontakten zum Verbinden und Trennen des Hauptstromkreises selbst ausgerüstet ist, aber ohne die Teile, die zur Montage und zum gemeinsamen Betätigen der Pole dienen.

2.2.7.1

Geschützter Pol

Geschützter Pol ist ein Pol, der einen Überstromauslöser enthält (siehe Abschnitt 2.3.6).

2.2.7.2

Ungeschützter Pol

Ungeschützter Pol ist ein Pol ohne Überstromauslöser (siehe Abschnitt 2.3.6), aber ansonsten mit derselben Leistungsfähigkeit wie ein geschützter Pol desselben SHA-Schalters.

ANMERKUNG 1 Zur Erfüllung dieser Anforderung kann der ungeschützte Pol von gleicher Konstruktion wie der geschützte Pol bzw. die geschützten Pole sein oder besonders aufgebaut sein.

ANMERKUNG 2 Wenn das Ein- und Ausschaltvermögen des ungeschützten Pols von dem der geschützten Pole abweicht, muss dies vom Hersteller angegeben werden.

2.2.8 Einschaltstellung und Anzeigebereich der Einschaltstellung

2.2.8.1

Einschaltstellung

Einschaltstellung ist die Stellung, in der die vorbestimmte Durchschaltung des Hauptstromkreises des SHA-Schalters sichergestellt ist.

2.2.8.2

Anzeigebereich der Einschaltstellung

Der Anzeigebereich der Einschaltstellung des Bedienteiles beginnt in Richtung Einschaltstellung nach dem Verlassen der Ausschaltstellung.

2.2.9

Ausschaltstellung

Ausschaltstellung ist die Stellung, in der die vorbestimmte Luftstrecke zwischen den offenen Kontakten im Hauptstromkreis des SHA-Schalters sichergestellt ist.

2.2.10 Temperatur der Luft

2.2.10.1

Umgebungstemperatur der Luft

Umgebungstemperatur der Luft ist die unter vorgeschriebenen Bedingungen gemessene Temperatur der Luft, die den SHA-Schalter umgibt (für einen SHA-Schalter mit Gehäuse ist dies die Luft außerhalb seines Gehäuses).

2.2.10.2

Bezugsumgebungstemperatur der Luft

Bezugsumgebungstemperatur der Luft ist die Umgebungstemperatur der Luft, auf die sich die Zeit-Strom-Kennlinien beziehen.

2.2.11

Schaltung

Schaltung ist die Überführung des bewegbaren Kontaktes (oder mehrerer) von der Ausschaltstellung in die Einschaltstellung oder umgekehrt.

ANMERKUNG Falls eine Unterscheidung notwendig ist, wird eine Schaltung in elektrischem Sinne, z.B. Einschalten oder Ausschalten, als eine Schaltbewegung und eine Schaltung in mechanischem Sinne, z.B. Schließen oder Öffnen, als eine mechanische Schaltung bezeichnet.

2.2.12

Schaltzyklus

Schaltzyklus ist eine Folge von Schaltungen von einer Schaltstellung in eine andere und zurück zur ersten Schaltstellung.

2.2.13

Schaltreihe

Schaltreihe ist eine Folge von festgelegten Schaltungen mit festgelegten Pausenzeiten.

2.2.14

Ununterbrochener Betrieb

Ununterbrochener Betrieb ist ein Betrieb, bei dem die Hauptkontakte eines SHA-Schalters geschlossen bleiben, während sie einen stetigen Strom über längere Zeiträume ohne Unterbrechung führen (dies können Wochen, Monate oder sogar Jahre sein).

2.2.15

Stückprüfung

Eine Prüfung, der jedes einzelne Gerät während oder nach der Herstellung unterzogen wird, um sicherzustellen, dass es bestimmte Kriterien erfüllt.

2.2.16 Schaltertypen

2.2.16.1

Aufbautyp

Ein Aufbautyp ist ein Schaltgerät, das mit einer Schraubbefestigung für den Einsatz auf Wänden oder Montageplatten ausgestattet ist und das ohne ein zusätzliches Gehäuse unter Einhaltung der Schutzarten nach DIN VDE 0470-1 (VDE 0470 Teil 1) installiert werden kann. Zusätzliche Abdeckungen, z.B. Klemmenabdeckungen, sind zulässig.

2.2.16.2

Einbautyp

Ein Einbautyp ist ein Schaltgerät, das für die Befestigung auf Hutschienen nach DIN EN 60715 und zur Installation in einer Verteilung oder einem zusätzlichen Gehäuse vorgesehen ist.

2.2.16.3

Sammelschientyp

Ein Sammelschientyp ist ein Schaltgerät, das mit Kontaktstücken ausgestattet ist, die für die Befestigung und Kontaktierung des SHA-Schalters auf Stromschienen vorgesehen sind.

2.2.17

Sammelschienenadapter

Sammelschienenadapter ist ein Betriebsmittel, um SHA-Schalter vom Aufbautyp oder Einbautyp auf Sammelschienen zu befestigen und um den elektrischen Kontakt herzustellen.

2.3 Konstruktionselemente

2.3.1

Hauptkontakt

Hauptkontakt ist ein Kontakt im Hauptstromkreis eines SHA-Schalters, der in der Einschaltstellung zur Führung des Stromes des Hauptstromkreises bestimmt ist.

2.3.2

Lichtbogenkontakt

Lichtbogenkontakt ist ein Kontakt, auf dem der Lichtbogen entstehen soll.

ANMERKUNG Ein Lichtbogenkontakt kann als Hauptkontakt dienen. Er kann auch ein getrennter Kontakt sein, der so konstruiert ist, dass er nach einem anderen Kontakt öffnet und vor diesem schließt, um ihn vor Schaden zu schützen.

2.3.3

Steuerkontakt

Steuerkontakt ist ein Kontakt in einem Steuerstromkreis eines SHA-Schalters, der vom SHA-Schalter mechanisch geschaltet wird.

2.3.4

Hilfskontakt

Hilfskontakt ist ein Kontakt in einem Hilfsstromkreis, der vom SHA-Schalter mechanisch geschaltet wird (z.B. zur Stellungsanzeige der Kontakte).

2.3.5

Auslöser

Auslöser ist eine mechanisch mit dem SHA-Schalter verbundene (oder in ihm integrierte) Einrichtung, die die Haltevorrichtung freigibt und das automatische Öffnen des SHA-Schalters gestattet.

2.3.6

Überstromauslöser

Überstromauslöser ist ein Auslöser, der einen SHA-Schalter mit oder ohne Verzögerung auslöst, wenn der Strom im Auslöser einen vorbestimmten Wert übersteigt.

ANMERKUNG In manchen Fällen kann dieser Wert von der Steilheit des Stromanstieges abhängen.

2.3.7

Zeitverzögerter Überstromauslöser

Zeitverzögerter Überstromauslöser ist ein Überstromauslöser, der nach einer Stromflußdauer anspricht, die umgekehrt proportional zum Wert des Überstromes ist.

ANMERKUNG Ein solcher Auslöser kann so gebaut sein, dass die Zeit ein bestimmtes Minimum für hohe Überströme erreicht.

2.3.8

Direkter Überstromauslöser

Direkter Überstromauslöser ist ein Überstromauslöser, der vom Strom im Hauptstromkreis eines SHA-Schalters direkt erregt wird.

2.3.9

Überlastauslöser

Überlastauslöser ist ein Überstromauslöser, der zum Schutz gegen Überlast bestimmt ist.

2.3.10

Leitfähiges Teil

Leitfähiges Teil ist ein Teil, das in der Lage ist, Strom zu führen, auch wenn es nicht unbedingt zum Führen von Betriebsstrom gebraucht wird.

2.3.11

Berührbares aktives Teil

Berührbares aktives Teil ist ein leitfähiges Teil, das leicht berührbar ist und das üblicherweise keine Spannung führt, das aber in Fehlerfällen spannungsführend werden kann.

2.3.12

Anschlussklemme

Anschlussklemme ist ein leitfähiges Teil eines Gerätes, das zum mehrmaligen elektrischen Anschluss an äußere Stromkreise bestimmt ist.

2.3.13

Schraubklemme

Schraubklemme ist eine Anschlussklemme zum Anschließen und nachfolgenden Lösen eines Leiters oder für die Verbindung von zwei oder mehreren Leitern, die gelöst werden können, wobei der Anschluss direkt oder indirekt, mittels Schrauben oder Muttern oder auf irgendeine andere Art erfolgen kann.

2.3.14

Mantelklemme (Buchsenklemme)

Mantelklemme (Buchsenklemme) ist eine Schraubklemme, bei der der Leiter in eine Bohrung oder Vertiefung eingeführt und unter den Schaft der Schraube(n) geklemmt wird. Der Klemmdruck kann direkt vom Ende der Schraube oder durch ein Zwischenstück, auf das Druck durch den Schaft der Schraube ausgeübt wird, übertragen werden.

ANMERKUNG Beispiele von Mantelklemmen sind in Anhang F, Bild F1, dargestellt.

E DIN VDE 0643 (VDE 0643):2003-09

2.3.15 (leer)

2.3.16 (leer)

2.3.17

Sattelklemme (Schellenklemme)

Sattelklemme (Schellenklemme) ist eine Schraubklemme, in der der Leiter unter einem Sattelstück (Schelle) mittels zweier oder mehrerer Schrauben oder Muttern geklemmt wird.

ANMERKUNG Beispiele von Sattelklemmen sind in Anhang F, Bild F2, dargestellt.

2.3.18 (leer)

2.3.19 (leer)

2.3.20 (leer)

2.3.21

Gewindeformende Schraube

Gewindeformende Schraube ist eine selbstschneidende Schraube mit einem nichtunterbrochenen Gewinde; es ist nicht Aufgabe dieses Gewindes, Material aus der Bohrung zu entfernen.

2.3.22

Gewindeschneidende Schraube

Gewindeschneidende Schraube ist eine selbstschneidende Schraube mit einem unterbrochenen Gewinde, das dazu bestimmt ist, Material aus der Bohrung zu entfernen.

2.4 Schaltbedingungen

2.4.1

Einschaltung

Einschaltung ist eine Schaltbewegung, durch die der SHA-Schalter von der Ausschaltstellung in die Einschaltstellung gebracht wird.

2.4.2

Ausschaltung

Ausschaltung ist eine Schaltbewegung, durch die der SHA-Schalter von der Einschaltstellung in die Ausschaltstellung gebracht wird.

2.4.3

Bedienungsabhängige Schaltung

Bedienungsabhängige Schaltung ist eine Schaltbewegung ausschließlich durch direkte Einwirkung von manueller Betätigungskraft, derart, dass Geschwindigkeit und Kraft der Schaltbewegung von der Handhabung durch den Bedienenden abhängen.

2.4.4

Bedienungsunabhängige Schaltung

Bedienungsunabhängige Schaltung ist eine Kraftspeicher-Schaltbewegung, bei der die Energie von manueller Betätigungskraft herrührt, die in einer durchgehenden Schaltbewegung gespeichert und freigegeben wird, derart, dass Geschwindigkeit und Kraft der Schaltbewegung von der Handhabung durch den Bedienenden unabhängig sind.

2.4.5

SHA-Schalter mit Freiauslösung

SHA-Schalter mit Freiauslösung ist ein SHA-Schalter, dessen bewegbare Kontakte in die Ausschaltstellung gehen und dort bleiben, wenn die automatische Ausschaltung nach dem Beginn der Einschaltung eingeleitet wird, selbst wenn der Einschaltbefehl aufrechterhalten bleibt.

ANMERKUNG Zur Sicherstellung der ordnungsgemäßen Abschaltung des Stromes, der zum Fließen gekommen sein kann, kann es notwendig sein, dass die Kontakte kurzzeitig die Einschaltstellung erreichen.

2.5 Kenndaten

Soweit nicht anders angegeben, sind alle Strom- und Spannungswerte Effektivwerte.

2.5.1

Bemessungswert

Bemessungswert ist ein festgelegter Wert eines jeden Kennwertes, der der Festlegung der Arbeitsbedingungen dient, für die der SHA-Schalter konstruiert und gebaut ist.

2.5.2

Prospektiver Strom (eines Stromkreises, und im Hinblick auf einen SHA-Schalter)

Prospektiver Strom ist der Strom, der in einem Stromkreis fließen würde, wenn jeder Pol des SHA-Schalters durch einen Leiter mit vernachlässigbarer Impedanz ersetzt würde.

ANMERKUNG Der prospektive Strom kann in der gleichen Weise wie ein tatsächlicher Strom angegeben werden, z.B. prospektiver Ausschaltstrom, Scheitelwert des prospektiven Stromes. Für die Anwendung dieser Norm wird der prospektive Strom eines Wechselstromkreises durch den Effektivwert des Wechselstromes ausgedrückt.

2.5.3

Scheitelwert des prospektiven Stromes

Scheitelwert des prospektiven Stromes ist der Scheitelwert eines prospektiven Stromes während der Einschwingzeit.

ANMERKUNG Die Definition unterstellt, dass der Strom durch einen idealen SHA-Schalter eingeschaltet wird, d.h. mit augenblicklichem Übergang von unendlicher Impedanz auf Null. Bei Stromkreisen, bei denen der Strom mehreren verschiedenen Strompfaden folgen kann, z.B. Mehrphasenstromkreise, wird außerdem unterstellt, dass der Strom in allen Polen gleichzeitig eingeschaltet wird, auch wenn nur der Strom in einem Pol betrachtet wird.

2.5.4

Höchster Scheitelwert des prospektiven Stromes (eines Wechselstromkreises)

Der höchste Scheitelwert des prospektiven Stromes ist der Wert, der beim ungünstigsten Einschaltaugenblick auftritt.

ANMERKUNG Bei einem mehrpoligen SHA-Schalter in einem Mehrphasenstromkreis bezieht sich der höchste Scheitelwert des prospektiven Stromes nur auf einen Pol.

2.5.5

Kurzschluss- Ein- und Ausschaltvermögen

Kurzschluss-schaltvermögen ist die Wechselstromkomponente des prospektiven Stromes, den der SHA-Schalter seiner Bestimmung nach unter festgelegten Bedingungen, die die Reihenfolge der Schaltungen enthalten, einschalten, während seiner Öffnungszeit führen und abschalten kann.

2.5.5.1

Grenzschaltvermögen

Grenzschaltvermögen ist ein Schaltvermögen, für das die vorgeschriebenen Bedingungen entsprechend den angegebenen Prüffolgen nicht einschließen, dass der SHA-Schalter den Bemessungsstrom dauernd führen kann.

2.5.5.2

Betriebsschaltvermögen

Betriebsschaltvermögen ist ein Schaltvermögen, für das die vorgeschriebenen Bedingungen entsprechend den angegebenen Prüffolgen einschließen, dass der SHA-Schalter den Bemessungsstrom dauernd führen kann.

2.5.6

Ausschaltstrom

Ausschaltstrom ist der Strom in einem Pol eines SHA-Schalters im Moment des Lichtbogenbeginns während einer Ausschaltung.

ANMERKUNG Bei Wechselstrom bezieht sich die Angabe auf den Effektivwert.

2.5.7

Anliegende Spannung

Anliegende Spannung ist die Spannung, die an den Klemmen eines Poles eines SHA-Schalters kurz vor Einschalten des Stromes anliegt.

ANMERKUNG Diese Definition bezieht sich auf einpolige SHA-Schalter. Bei einem mehrpoligen SHA-Schalter ist die anliegende Spannung die Spannung zwischen den Netzklemmen des SHA-Schalters.

2.5.8

Wiederkehrende Spannung

Wiederkehrende Spannung ist die Spannung, die an den Klemmen eines Poles eines SHA-Schalters nach dem Abschalten des Stromes auftritt.

ANMERKUNG Diese Spannung kann in zwei aufeinanderfolgenden Zeitintervallen betrachtet werden: in einem, in dem eine Einschwingspannung besteht, gefolgt von einem zweiten, in dem die netzfrequente Spannung allein besteht. Diese Definition bezieht sich auf einpolige SHA-Schalter. Bei einem mehrpoligen SHA-Schalter ist die Wiederkehrende Spannung die Spannung zwischen den Netzklemmen des SHA-Schalters.

2.5.8.1

Einschwingspannung

Einschwingspannung ist die wiederkehrende Spannung während der Zeit, in der sie einen ausgeprägten transienten Charakter aufweist.

ANMERKUNG Die Einschwingspannung kann oszillierend oder nicht oszillierend oder eine Kombination aus beiden sein, abhängig von den Eigenschaften des Stromkreises und des SHA-Schalters. Sie schließt die Spannungsverschiebung des Neutralleiters eines Mehrphasenstromkreises ein.

2.5.8.2

Netzfrequente wiederkehrende Spannung

Netzfrequente wiederkehrende Spannung ist die wiederkehrende Spannung nach Abklingen aller Ausgleicherscheinungen.

2.5.9

Kurzzeitverzögerung

Kurzzeitverzögerung ist die Zeit, für die der SHA-Schalter den Auslösebefehl verzögert, um Selektivität zu bestimmten nachgeschalteten Überstromschutzeinrichtungen zu erreichen.

2.5.10 Lichtbogenzeit

2.5.10.1

Lichtbogenzeit eines Poles

Lichtbogenzeit eines Poles ist die Zeitdauer zwischen dem Augenblick des Lichtbogenbeginns und dem Augenblick der endgültigen Lichtbogenlöschung in diesem Pol.

2.5.10.2

Lichtbogenzeit eines mehrpoligen SHA-Schalters

Lichtbogenzeit eines mehrpoligen SHA-Schalters ist die Zeitdauer zwischen dem Augenblick des ersten Beginns eines Lichtbogens und dem Augenblick der endgültigen Löschung in allen Polen.

2.5.11 Schaltzeiten

2.5.11.1

Auslösezeit

Auslösezeit ist die Zeitdauer, gemessen vom Augenblick, in dem bei eingeschaltetem SHA-Schalter der Strom groß genug ist, den SHA-Schalter auszulösen, bis zu dem Augenblick, in dem der Auslösebefehl unwiderruflich ist.

2.5.11.2

Öffnungszeit

Öffnungszeit ist die Zeitdauer, gemessen vom Augenblick der Einleitung der Auslösezeit, bis zum Ende der Auslösezeit und dem Augenblick, in dem die Kontakte in allen Polen getrennt sind.

2.5.11.3

Ausschaltzeit

Ausschaltzeit ist die Zeitdauer zwischen dem Beginn der Auslösezeit eines SHA-Schalters und dem Ende des Stromflusses.

2.5.12

Durchlassenergie

Die Durchlassenergie wird als I^2t -Wert angegeben.

2.5.12.1

I^2t -Wert (Joule-Integral)

I^2t -Wert ist das Integral des Quadrates des Stromes über einer gegebenen Zeitdauer:

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

2.5.12.2

I^2t -Kennlinie eines SHA-Schalters

I^2t -Kennlinie eines SHA-Schalters ist eine Kurve, die die maximalen I^2t -Werte als eine Funktion des prospektiven Stromes unter festgelegten Schaltbedingungen angibt.

2.5.13

Durchlassstrom

Durchlassstrom (i_D -Wert) ist der höchste Augenblickswert des Stromes, der während des Schaltvorganges einer oder mehrerer in Reihe geschalteter Überstromschutzseinrichtungen erreicht wird.

2.5.13.1

i_D -Kennlinie

i_D -Kennlinie eines SHA-Schalters ist eine Kurve, die die maximalen i_D -Werte als eine Funktion des prospektiven Stromes unter festgelegten Schaltbedingungen angibt.

2.5.14 Selektivität und Back-up-Schutz

2.5.14.1

Selektivität

Selektivität ist die Koordination zwischen Überstromschutzgeräten in Reihenschaltung. Diese Koordination zwischen zwei oder mehreren Überstromschutzeinrichtungen erfolgt in der Weise, dass beim Auftreten von Überströmen zwischen bestimmten Grenzwerten die zum Ausschalten vorgesehene Einrichtung ausschaltet, während die anderen nicht ausschalten.

Selektivitätsgrenze bei Überstrom ist ein Grenzwert des Stromes, unter dem bei Vorhandensein von mehreren Überstrom-Schutzeinrichtungen in Reihe das nachgeschaltete Schutzgerät allein abschaltet. Die Selektivitätsgrenze soll bis zum I_{CN} der nachgeschalteten Überstromschutzeinrichtung bestehen. Bei darüber hinaus gehenden Strömen soll die vorgeschaltete Überstromschutzeinrichtung den Back-up-Schutz gewähren.

2.5.14.1.1

Selektivitätsgrenze (I_{s1}) beim Kurzschluss zu nachgeschalteten Überstrom-Schutzreinrichtungen

Die Reihenschaltung eines SHA-Schalters mit einer nachgeschalteten Überstrom-Schutzreinrichtung wird als Kaskade 1 bezeichnet (siehe Bild 1a).

I_{s1} ist die Selektivitätsgrenze des SHA-Schalters in der Kaskade 1.

2.5.14.1.2

Selektivitätsgrenze (I_{s2}) beim Kurzschluss zu vorgeschalteten Überstrom-Schutzreinrichtungen

Die Reihenschaltung eines SHA-Schalters mit einer vorgeschalteten und einer nachgeschalteten Überstrom-Schutzreinrichtung wird als Kaskade 2 bezeichnet (siehe Bild 1b).

I_{s2} ist die Selektivitätsgrenze des SHA-Schalters in der Kaskade 2.

2.5.14.2

Back-up-Schutz

Zuordnung zweier Überstromschutzeinrichtungen in Reihe, wobei die üblicher-, 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.

Die Koordination soll so sein, dass der SHA-Schalter alle Werte von Überströmen bis zur Grenze seines Bemessungsschaltvermögens I_{cn} allein schalten kann.

2.5.15 Festgelegte Nichtauslöseströme

2.5.15.1

Festgelegter Nichtauslösestrom (I_{nt})

Festgelegter Nichtauslösestrom ist ein festgelegter Wert des Stromes, den der SHA-Schalter eine festgelegte Zeit lang (konventionelle Zeit) ohne auszulösen führen kann.

2.5.15.2

Nichtauslöse-Fehlerstrom (I_{fnt})

Nichtauslöse-Fehlerstrom I_{fnt} ist ein vom Hersteller festgelegter Wert des Stromes durch den Nebenkreis, den der SHA-Schalter im Fehlerfall (Hauptkontakt geöffnet) eine festgelegte Zeit lang ohne auszulösen führen kann.

2.5.16 Auslöseströme

2.5.16.1

Festgelegter Auslösestrom (I_l)

Festgelegter Auslösestrom ist ein festgelegter Wert des Stromes, der den SHA-Schalter selbsttätig innerhalb einer vorgegebenen Zeit zum Auslösen bringt.

2.5.16.2

Verzögerter Auslösestrom (I_{tv})

Verzögerter Auslösestrom ist ein Wert des Stromes, der den SHA-Schalter selbsttätig verzögert innerhalb einer vorgegebenen Zeit zum Auslösen bringt.

2.5.16.3

Kurzzeitverzögerter Auslösestrom (I_{tk})

Kurzzeitverzögerter Auslösestrom ist ein Wert des Stromes, der den SHA-Schalter selbsttätig kurzzeitverzögert innerhalb einer vorgegebenen Zeit zum Auslösen bringt.

2.5.17

Sofortauslösestrom

Sofortauslösestrom ist der minimale Wert des Stromes, der einen SHA-Schalter selbsttätig ohne beabsichtigten Zeitverlust zum Auslösen bringt.

ANMERKUNG Für SHA-Schalter wird kein Wert festgelegt.

2.5.18

Luftstrecke (siehe Anhang B)

Luftstrecke ist der kürzeste Abstand in Luft zwischen zwei leitfähigen Teilen.

ANMERKUNG Zum Zwecke der Bestimmung einer Luftstrecke zu berührbaren Teilen muss die berührbare Oberfläche eines Gehäuses aus Isolierstoff als leitfähig angenommen werden, als ob sie dort, wo sie mit der Hand oder der Prüfsonde B nach Bild 9 berührt werden kann, mit einer Metallfolie bedeckt wäre.

2.5.19

Kriechstrecke (siehe Anhang B)

Kriechstrecke ist der kürzeste Abstand entlang der Oberfläche von Isolierstoff zwischen zwei leitfähigen Teilen.

ANMERKUNG Zum Zwecke der Bestimmung einer Kriechstrecke zu berührbaren Teilen muss die berührbare Oberfläche eines Gehäuses aus Isolierstoff als leitfähig angenommen werden, als ob sie dort, wo sie mit der Hand oder der Prüfsonde B nach Bild 9 berührt werden kann, mit einer Metallfolie bedeckt wäre.

2.5.20

Trennen

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

3 Klassifikation

SHA-Schalter werden eingeteilt:

3.1 Nach der Anzahl der Pole

- einpolige SHA-Schalter
- zweipolige SHA-Schalter mit einem geschützten Pol
- zweipolige SHA-Schalter mit zwei geschützten Polen
- dreipolige SHA-Schalter mit drei geschützten Polen
- vierpolige SHA-Schalter mit drei geschützten Polen
- vierpolige SHA-Schalter mit vier geschützten Polen
- Baueinheiten einpoliger SHA-Schalter ohne gegenseitige Auslösung

ANMERKUNG 1 Zur Definition "ungeschützter Pol" siehe Abschnitt 2.2.7.2.

ANMERKUNG 2 Gemeinsamer Neutraleiteranschluss ist zulässig.

3.2 Nach dem Schutz gegen äußere Einflüsse

- SHA-Schalter mit Gehäuse (keine zusätzliche Umhüllung notwendig)
- SHA-Schalter ohne Gehäuse (zum Einsatz in einer geeigneten Umhüllung)

3.3 Nach der Befestigungsart

- Aufbautyp
- Einbautyp
- Sammelschientyp

ANMERKUNG Durch Adapter und Kombination der einzelnen Funktionsmerkmale nach Abschnitt 2.2.16 ergeben sich Varianten der Schaltertypen.

3.4 Nach der Anschlussart

- SHA-Schalter, deren Anschlüsse unabhängig von der mechanischen Befestigung sind;
- SHA-Schalter, deren Anschlüsse mit der mechanischen Befestigung gekoppelt sind, z.B.:
 - Einstecktyp
 - Anschraubtyp

ANMERKUNG Manche SHA-Schalter können auch nur auf der Netzseite als Einsteck- oder Anschraubtyp ausgeführt sein, während die Verbraucherseite gewöhnlich zum Anschluss von Leitern geeignet ist.

3.5 Nach der Auslösekennlinie

- Auslösecharakteristik Cs (überwiegend für den Leitungsschutz)
- Auslösecharakteristik E (für Anlagen mit üblichen Betriebsmitteln)
- Besondere Auslösecharakteristiken, z.B. für Anlagen mit Betriebsmitteln, die hohe Einschaltströme bewirken, nach Vereinbarung zwischen Anwender und Hersteller.

E DIN VDE 0643 (VDE 0643):2003-09

ANMERKUNG Die Verwendung einer bestimmten Auslösecharakteristik kann von den Installationsrichtlinien abhängen.

3.6 Nach den Selektivitätsgrenzen

- zu nachgeschalteten Überstromschutzeinrichtungen in der Kaskade 1 und zu vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtungen in der Kaskade 2 (siehe Bild 1).

3.7 Nach dem Wert der Stoßspannungsfestigkeit nach Beanspruchung

3.7.1 8 kV (2000 m) für SHA-Schalter mit Kennzeichnung ★ (siehe Abschnitt 5q)

3.7.2 6 kV (2000 m)

4 Charakteristische Eigenschaften der SHA-Schalter

4.1 Übersicht über die charakteristischen Eigenschaften

Die charakteristischen Eigenschaften eines SHA-Schalters müssen mit den folgenden Benennungen ausgedrückt werden:

- Anzahl der Pole (siehe Abschnitt 3.1)
- Schutz gegen äußere Einflüsse (siehe Abschnitt 3.2)
- Art der Befestigung (siehe Abschnitt 3.3)
- Art des Anschlusses (siehe Abschnitt 3.4)
- Werte der Auslöseströme (siehe Abschnitte 3.5 und 4.3.5)
- Selektivitätsgrenzen (siehe Abschnitt 3.6)
- Prüfwert der Stoßspannungsfestigkeit (siehe Abschnitt 3.7 und Tabelle 3 a)
- Bemessungsisolationsspannung (siehe Abschnitt 4.2.1.2)
- Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (siehe Abschnitt 4.2.1.3)
- Bemessungsschaltvermögen (siehe Abschnitte 4.2.4 und 4.3.4)
- Bemessungsspannung (siehe Abschnitt 4.3.1)
- Bemessungsstrom (siehe Abschnitt 4.3.2)
- Bemessungsfrequenz (siehe Abschnitt 4.3.3)

4.2 Bemessungswerte

4.2.1 Spannungen

4.2.1.1 Bemessungsspannung (U_n)

Die Bemessungsspannung eines SHA-Schalters ist der Spannungswert, auf den sich seine Leistung (insbesondere das Kurzschlusschaltvermögen) bezieht.

ANMERKUNG Der gleiche SHA-Schalter darf mehrere Bemessungsspannungen und zugehörige Bemessungsschaltvermögenswerte haben.

4.2.1.2 Bemessungsisolationsspannung (U_i)

Die angegebene Bemessungsisolationsspannung eines SHA-Schalters ist der Spannungswert, auf den sich Isolationsprüfungen und Kriechstrecken beziehen.

Auf keinen Fall darf die höchste Bemessungsspannung die Bemessungsisolationsspannung überschreiten.

4.2.1.3 Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (U_{imp})

Die angegebene Bemessungsstoßspannungsfestigkeit eines SHA-Schalters ist der 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.

ANMERKUNG Die Bemessungsstoßspannungsfestigkeit eines Gerätes muss den Stoßspannungen (transiente Überspannungen), die in dem Netz auftreten, in dem das Gerät eingesetzt wird, entsprechen oder größer sein.

4.2.2 Bemessungsstrom (I_n)

Ein vom Hersteller als der Wert bestimmte Strom, den der SHA-Schalter aufgrund seiner Konstruktion in ununterbrochenem Betrieb in einem festgelegten Umgebungstemperaturbereich führen kann (siehe Bild 19).

4.2.3 Bemessungsfrequenz

Die Bemessungsfrequenz eines SHA-Schalters ist die Netzfrequenz, für die der SHA-Schalter gebaut ist, und bei der die Werte der anderen charakteristischen Eigenschaften angegeben sind.

4.2.4 Bemessungsschaltvermögen (I_{cn})

Das Bemessungsschaltvermögen eines SHA-Schalters ist der Wert des Grenzschaltvermögens (siehe Abschnitt 2.5.5.1), der für diesen SHA-Schalter vom Hersteller angegeben ist.

ANMERKUNG Ein SHA-Schalter mit einem gegebenen Bemessungsschaltvermögen besitzt ein diesem zugeordnetes Betriebsschaltvermögen (I_{cs}) (siehe Tabelle 14).

4.3 Norm- und Vorzugswerte von Bemessungsgrößen

4.3.1 Normwerte der Spannungen

4.3.1.1 Normwerte der Bemessungsspannung

Normwerte der Bemessungsspannung sind:

- 230/400 V für einpolige SHA-Schalter
- 230 V für zweipolige SHA-Schalter
- 400 V für dreipolige, dreipolige und vierpolige SHA-Schalter.

Zweipolige SHA-Schalter für eine Bemessungsspannung 230 V können einen oder zwei geschützte Pole haben.

Zweipolige SHA-Schalter für eine Bemessungsspannung 400 V müssen zwei geschützte Pole haben.

Dreipolige SHA-Schalter müssen drei geschützte Pole haben.

Vierpolige SHA-Schalter können drei oder vier geschützte Pole haben.

ANMERKUNG 1 SHA-Schalter, die den Anforderungen dieser Norm entsprechen, können in IT-Netzen mit mitgeführtem Neutraleiter verwendet werden, wie in HD 384.3 festgelegt.

ANMERKUNG 2 In Anhang ZB wird eine Anleitung zur Auswahl von SHA-Schaltern im Hinblick auf die Stromkreise, in die sie eingesetzt werden können, gegeben.

E DIN VDE 0643 (VDE 0643):2003-09

4.3.1.2 Normwert der Bemessungsisolationsspannung

Normwert der Bemessungsisolationsspannung ist: 690 V.

4.3.1.3 Normwert der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit

Normwert der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit ist: 6 kV.

4.3.2 Vorzugswerte der Bemessungsströme

Vorzugswerte der Bemessungsströme sind:

16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100 und 125 A.

4.3.3 Normwerte der Bemessungsfrequenz

Normwerte der Bemessungsfrequenz sind:

50 Hz und 60 Hz.

4.3.4 Normwerte des Bemessungsschaltvermögens

Normwerte des Bemessungsschaltvermögens sind:

25 000 A und 50 000 A.

Die entsprechenden Bereiche der Leistungsfaktoren sind in Abschnitt 8.12.5 angegeben.

4.3.5 Normwerte der Auslösecharakteristik

Die Auslösecharakteristiken von SHA-Schaltern sind in Bild 19 dargestellt.

Normwerte der Auslösecharakteristik sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 – Normwerte der Auslösecharakteristik

Auslösecharakteristik	festgelegter Nichtauslösestrom I_{nt}	festgelegter Auslösestrom I_t	verzögerter Auslösestrom I_{tv}	kurzzeitver- zögerter Auslösestrom I_{tk}
Cs	$1,13 I_N$	$1,45 I_N$	$6,5 I_N$	$10 I_N$
E	$1,05 I_N$	$1,2 I_N$	$5 I_N$	$6,25 I_N$

ANMERKUNG Nichtauslöse-Fehlerstrom I_{fnt} (siehe 2.5.15.2) nach Herstellerangaben.

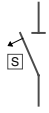
4.3.6 Normwert der Bezugsumgebungstemperatur

Normwert der Bezugsumgebungstemperatur ist: 30°C für die Auslösecharakteristik Cs und 20 °C für die Auslösecharakteristik E.

5 Aufschriften und andere Geräteangaben

Jeder SHA-Schalter muss dauerhaft mit den folgenden Daten beschriftet sein:

- Name oder Warenzeichen des Herstellers
- Typbezeichnung, Katalognummer oder andere Identifizierungsnummer

- c) Bemessungsspannung mit dem Zeichen ~
- d) Bemessungsstrom ohne das Einheitenzeichen A, davor das Zeichen für die Auslösecharakteristik, z.B. E 25
- e) Bemessungsfrequenz, falls der SHA-Schalter nur für eine Frequenz gebaut ist (siehe Abschnitt 4.3.3)
- f) Bemessungsschaltvermögen in Ampere innerhalb eines Rechtecks, ohne Angabe eines Einheitenzeichens, z.B. 25 000
- g) Schaltplan, sofern die richtige Art des Anschlusses nicht eindeutig ersichtlich ist
- h) Selektivität zu nachgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen
- i) Für Bemessungsströme $I_n \geq 25$ A die Selektivitätsgrenze zu LS-Schaltern B 16 der Energiebegrenzungsklasse 3 nach DIN VDE 0641-11 (VDE 0641 Teil 11), z.B. 6000
3
- j) Schaltzeichen für SHA-Schalter: 
- k) Kurzbezeichnung: SHA
- l) Bemessungsisolationsspannung (U_i)
- m) Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (U_{imp})
- n) Überspannungskategorie
- o) Verschmutzungsgrad
- p) Joule-Integral I^2t -Wert
- q) Kennzeichen für Stoßspannungsfestigkeit 8 kV nach Beanspruchung (siehe Abschnitt 3.7 und Tabelle 3a): ★

Die Angaben nach c), d), f), j), k) l) und q) müssen leicht sichtbar sein, wenn der SHA-Schalter montiert ist.

Das Kennzeichen nach q) muss neben dem Schaltzeichen nach j) aufgebracht sein.

Wenn bei Geräten der verfügbare Platz nicht ausreicht, können die Angaben nach a), b), e), g), h), i) und m), auf die Seite oder die Rückseite des SHA-Schalters aufgebracht werden.

Die Angabe nach g) darf auf der Innenseite der Abdeckung, die zum Anschluss der Netzleitungen abgenommen werden muss, angebracht werden. Der Schaltplan darf nicht auf einem Etikett sein, das dem SHA-Schalter lose beigefügt ist.

Die Angaben nach n) und o) können auch nur in der Dokumentation für den SHA-Schalter enthalten sein.

Der Hersteller muss die Angaben nach p) in seiner Literatur veröffentlichen (I^2t -Kennlinie siehe Abschnitt 2.5.12.2).

In der Installationsanweisung ist darauf hinzuweisen, dass in nicht sicher geerdeten Netzen der Anschluss der Neutralleiterklemme hinter einer Trennvorrichtung im Neutralleiter erfolgen muss.

Außerdem müssen SHA-Schalter entsprechend den Selektivitätsgrenzen nach Abschnitt 3.6 beschriftet sein.

Der Hersteller muss in der Installationsanweisung Angaben (siehe Anhang D) zur Koordination von SHA-Schaltern mit nachgeschalteten Sicherungen machen, die zum Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Schutz bei indirektem Berühren) verwendet werden.

Der Hersteller muss in der Installationsanweisung Angaben zur Ausführung der Verriegelungsmöglichkeit(en) machen.

Bei allen SHA-Schaltern muss die Ausschaltstellung durch das Zeichen O (ein Kreis), die Einschaltstellung durch das Zeichen I (ein kurzer, gerader Strich) angezeigt werden.

E DIN VDE 0643 (VDE 0643):2003-09

Zusätzliche nationale Zeichen sind zulässig. Vorläufig ist die alleinige Angabe von nationalen Zeichen zulässig. Diese Angaben müssen leicht lesbar sein, wenn der SHA-Schalter eingebaut ist.

Wenn zusätzlich Farben verwendet werden, muss für die Ausschaltstellung die Farbe Grün und für die Einschaltstellung die Farbe Rot verwendet werden. Die Farben Rot und Grün sind auch für die separate Schaltstellungsanzeige zu verwenden.

Bei SHA-Schaltern mit mehreren Bemessungsströmen muss der Höchstwert bei den Aufschriften nach d) erscheinen und zusätzlich der Wert, auf den der SHA-Schalter eingestellt ist, unmissverständlich angezeigt werden.

Wenn es notwendig ist, zwischen Netz- und Lastklemmen zu unterscheiden, müssen erstere durch Pfeile, die auf den SHA-Schalter hin, letztere durch Pfeile, die von dem SHA-Schalter weg zeigen, gekennzeichnet sein.

Klemmen, die ausschließlich für den Neutralleiter bestimmt sind, müssen mit dem Buchstaben "N" gekennzeichnet sein.

Schutzleiterklemmen, wenn vorhanden, müssen durch das Bildzeichen  bezeichnet sein (IEC 60417-5019).

ANMERKUNG Das Bildzeichen  (IEC 60417-5017), das früher empfohlen wurde, muss nach und nach ersetzt werden durch das oben angegebene, vorzuziehende Bildzeichen nach IEC 60417-5019.

Aufschriften müssen unverwischbar und leicht lesbar sein und sie dürfen nicht auf Schrauben, entfernbaren Beilagscheiben oder anderen entfernbaren Teilen angebracht werden.

Übereinstimmung der Anforderungen nach diesem Abschnitt wird durch Besichtigung und durch die Prüfung nach Abschnitt 8.3 nachgewiesen.

6 Bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen für den Einsatz

SHA-Schalter in Übereinstimmung mit dieser Norm müssen unter den folgenden Bedingungen betrieben werden können:

6.1 Bereich der Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur der Luft darf +55 °C nicht überschreiten und ihr Mittelwert darf über einen Zeitraum von 24 Stunden +35 °C nicht überschreiten.

Die Untergrenze der Umgebungstemperatur ist -25 °C.

SHA-Schalter zum Einsatz in Umgebungstemperaturen über +55 °C (insbesondere in tropischen Ländern) oder unter -25 °C müssen entweder speziell konstruiert oder entsprechend den Informationen des Herstellers, z.B. in seinem Katalog, eingesetzt werden.

6.2 Höhenlage

Die Höhe des Einbauortes sollte 2 000 m über dem Meeresspiegel nicht überschreiten.

Bei Installationen in größeren Höhen ist es notwendig, die Verringerung der Isolationsfestigkeit und der Kühlwirkung der Luft in Betracht zu ziehen.

SHA-Schalter, die in dieser Weise verwendet werden, müssen besonders konstruiert sein oder entsprechend den Angaben des Herstellers, z.B. in seinem Katalog, verwendet werden.

6.3 Atmosphärische Bedingungen

Die Luft muss rein sein und ihre absolute Feuchte soll 29 g/m³ nicht überschreiten. Die maximal zulässige relative Feuchte richtet sich nach der entsprechenden Umgebungstemperatur (siehe Bild 17).

Mäßige Kondensation, die infolge von Temperaturschwankungen gelegentlich auftreten kann, sollte durch geeignete Maßnahmen (z.B. Drainagelöcher) berücksichtigt werden.

6.4 Einbaubedingungen

Der SHA-Schalter muss entsprechend den Anweisungen des Herstellers eingebaut werden. Er eignet sich zum Einbau unter Umgebungsbedingungen des Verschmutzungsgrades 3, d. h. leitende Verschmutzung oder trockene nichtleitende Verschmutzung, die durch Betauung leitfähig wird.

7 Anforderungen an Konstruktion und Betrieb

7.1 Mechanischer Aufbau

7.1.1 Allgemeines

SHA-Schalter müssen so konstruiert und gebaut sein, dass ihre Funktion bei bestimmungsgemäßem Gebrauch zuverlässig ist und keine Gefahr für den Bedienenden oder die Umgebung bildet.

Im Allgemeinen wird dies durch die Ausführung aller entsprechend festgelegten Prüfungen nachgewiesen.

Für Geräte, die zum Anschluss mit Adaptern vorgesehen sind, siehe 8.1.2.

7.1.2 Mechanismus

Die bewegbaren Kontakte von mehrpoligen SHA-Schaltern müssen mechanisch so gekoppelt sein, dass alle Pole, außer dem schaltbaren neutralen Pol, sofern vorhanden, praktisch gleichzeitig schließen und öffnen, und zwar sowohl bei Handbetätigung als auch bei Selbstauslösung, auch wenn eine Überlastung nur in einem Pol auftritt.

Wenn ein Pol mit geeignetem Schaltvermögen als neutraler Pol verwendet wird und der SHA-Schalter bedienungsunabhängig arbeitet (siehe Abschnitt 2.4.4), dann dürfen alle Pole, einschließlich des als neutralen verwendeten Pols, praktisch gleichzeitig arbeiten.

SHA-Schalter müssen Freiauslösung haben.

Es muss möglich sein, den SHA-Schalter von Hand ein- und auszuschalten. Bei SHA-Schaltern zum Einstecken wird diese Anforderung nicht dadurch als erfüllt erachtet, dass der SHA-Schalter aus seinem Sockel entfernt werden kann.

SHA-Schalter müssen so konstruiert sein, dass die bewegbaren Kontakte beim betriebsmäßigen Schalten nur in der Einschaltstellung (siehe Abschnitt 2.2.8) oder in der Ausschaltstellung (siehe Abschnitt 2.2.9) zur Ruhe kommen können, selbst wenn das Bedienteil in einer Zwischenstellung losgelassen wird.

ANMERKUNG - Bei selbsttätiger Auslösung darf das Bedienteil eine dritte Stellung einnehmen.

Die Einschaltstellung des Bedienteiles muss mit I (ein kurzer, gerader Strich) und die Ausschaltstellung des Bedienteiles muss mit O (ein Kreis) gekennzeichnet sein.

In der Ausschaltstellung muss der SHA-Schalter die Stoßspannungsprüfung nach Abschnitt 8.7.6.1 erfüllen.

Bei Baueinheiten einpoliger SHA-Schalter ohne gegenseitige Auslösung mit gemeinsamer Kopplung der Bedienteile darf die gemeinsame Betätigungseinrichtung nur dann die Ausschaltstellung anzeigen, wenn alle

E DIN VDE 0643 (VDE 0643):2003-09

Pole die offene Stellung einnehmen und die für die Anforderungen für die Trennfunktion entsprechende Trennstrecke aufweisen.

Die Arbeitsweise des Mechanismus darf nicht durch Aufbringen von Gehäuse oder Abdeckung beeinträchtigt werden und muss unabhängig von irgendeinem abnehmbaren Teil sein.

Eine vom Hersteller in ihrer Lage versiegelte Abdeckung wird als nichtabnehmbares Teil angesehen.

Bedienteile müssen zuverlässig auf ihren Achsen befestigt sein und sie dürfen nicht ohne Werkzeug entfernt werden können. Direkt auf Abdeckungen befestigte Bedienteile sind zulässig.

Wenn das Bedienteil eine Auf- und Abwärtsbewegung ausführt, wenn der SHA-Schalter wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch eingesetzt ist, müssen die Kontakte durch die Aufwärtsbewegung geschlossen werden.

Bedienteile müssen in der Ein- und Ausschaltstellung verriegelbar sein.

Übereinstimmung mit den obigen Anforderungen wird durch Prüfung, Besichtigung und durch Handprobe nachgewiesen.

Das Bedienteil darf nur dann die Ausschaltstellung anzeigen, wenn alle bewegbaren Kontakte der Haupt- und Nebenstromkreise die offene Stellung einnehmen und die für die Anforderungen für die Trennfunktion entsprechende Trennstrecke aufweisen (siehe Abschnitt 7.1.3). Bei in geschlossener Position fixierten Kontakten muss das Bedienteil eine mittlere Position zwischen der Einschaltstellung und der Ausschaltstellung einnehmen.

SHA-Schalter können zusätzlich mit einer separaten mechanischen Schaltstellungsanzeige für die Einschaltstellung und die Ausschaltstellung versehen sein, die von der Vorderseite des SHA-Schalters, selbst wenn eine Abdeckung oder Abdeckplatte (siehe Abschnitt 5) montiert wird, leicht erkennbar ist. Die separate mechanische Schaltstellungsanzeige muss die Stellung der bewegbaren Kontakte der Haupt- und Nebenstromkreise anzeigen, sie muss zuverlässig mit den bewegbaren Kontakten verbunden sein und darf die offene Stellung der Kontakte nur dann anzeigen, wenn alle bewegbaren Kontakte der Haupt- und Nebenstromkreise die offene Stellung einnehmen und die für die Anforderungen für die Trennfunktion entsprechende Trennstrecke aufweisen (siehe Abschnitt 7.1.3). Für die offene Stellung der Kontakte muss die Anzeige O (ein Kreis), zusätzlich die Farbe Grün und für die geschlossene Stellung die Anzeige I (ein kurzer, gerader Strich), zusätzlich die Farbe Rot verwendet werden. Die Anzeige muss auch bei in geschlossener Position fixierten Kontakten, mit und ohne Aufbringen einer Prüfkraft, die Position der Kontakte richtig anzeigen.

Übereinstimmung wird durch die Prüfung nach Abschnitt 8.19 nachgewiesen.

SHA-Schalter dürfen den Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Schutz bei indirektem Berühren), bei Kurzschluss und die Begrenzung des Spannungsfalls auch bei Schalthandlungen nicht beeinträchtigen.

Übereinstimmung wird durch die Prüfung nach Abschnitt 8.11.2.2 nachgewiesen.

7.1.3 Luft- und Kriechstrecken (siehe Anhang B)

SHA-Schalter müssen die Bedingungen der Trenneigenschaften nach DIN EN 60947-3 (VDE 0660 Teil 107) erfüllen. Luft- und Kriechstrecken dürfen nicht kleiner als die in Tabelle 3b angegebenen Werte sein, wenn der SHA-Schalter wie für den bestimmungsgemäßen Gebrauch befestigt ist.

Grundlage für die Tabellen 3a und b sind die Umgebungsbedingungen des Verschmutzungsgrades 3 und der Überspannungskategorie IV sowie Werkstoffgruppen mit der entsprechenden Vergleichszahl für Kriechwegbildung CTI nach IEC 60112.

Tabelle 3a – Prüfspannung für Stoßspannungsprüfung im Neuzustand und nach Beanspruchung

Höhe	N.N.	200 m	500 m	1000 m	2000 m
Stoßspannung (kV) $U_{1,2/50}$ zwischen aktiven Teilen verschiedener Polarität und über die offenen Kontakte im Neuzustand	9,8	9,6	9,3	9	8
nach Beanspruchung bei SHA-Schaltern nach Abschnitt 3.7.1	9,8	9,6	9,3	9	8
nach Beanspruchung bei SHA-Schaltern nach Abschnitt 3.7.2	7,4	7,2	7	6,7	6

Eine neue Definition der Beanspruchung und korrespondierende Prüfanforderungen in Vorbereitung.

Folgende Werkstoffgruppen sind entsprechend dem Wertebereich der Vergleichszahl für Kriechwegbildung (CTI) für die Bemessung der Kriechstrecken festgelegt:

- Werkstoffgruppe I $600 \leq \text{CTI}$
- Werkstoffgruppe II $400 \leq \text{CTI} < 600$

ANMERKUNG Die CTI-Werte beziehen sich auf die Ergebnisse, die nach IEC 60112, Verfahren A, für den Isolierstoff ermittelt sind.

Übereinstimmung wird durch Messung und durch die Prüfung nach Abschnitt 8.7 nachgewiesen.

7.1.4 Schrauben, stromführende Teile und Verbindungen

7.1.4.1 Sowohl elektrische als auch mechanische Verbindungen müssen den bei bestimmungsgemäßem Gebrauch auftretenden mechanischen Beanspruchungen standhalten.

Schrauben, die bei der Montage des SHA-Schalters während der Installation bedient werden, dürfen nicht gewindeschneidende Schrauben sein.

ANMERKUNG Schrauben (oder Muttern), die bei der Montage des SHA-Schalters bedient werden, schließen Schrauben zur Befestigung von Abdeckungen oder Abdeckplatten ein, aber nicht Rohrverschraubungen und Mittel zur Befestigung des Sockels eines SHA-Schalters.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung und durch die Prüfung nach Abschnitt 8.4 nachgewiesen.

ANMERKUNG Schraubverbindungen werden durch die Prüfungen nach den Abschnitten 8.8, 8.9, 8.12, 8.13 und 8.14 als geprüft erachtet.

Tabelle 3b – Luft- und Kriechstrecken

Beschreibung		
Luftstrecken:	Abstand in mm	
1. zwischen aktiven Teilen, die in der Ausschaltstellung des SHA-Schalters getrennt sind ^{a)}	5,5	
2. zwischen aktiven Teilen verschiedener Polarität	5,5	
3. zwischen aktiven Teilen und		
- berührbaren Oberflächen von Bedienteilen	5,5	
- Schrauben oder anderen Mitteln zur Befestigung der Abdeckung, die zur Montage des SHA-Schalters abgenommen werden muss.....	5,5	
- Fläche, auf der der Sockel montiert ist ^{b)}	5,5	
- Schrauben oder anderen Mitteln zur Befestigung des SHA-Schalters ^{b)}	8 (5,5)	
- Metallabdeckungen oder -gehäuse ^{b)}	8 (5,5)	
- andere berührbare Metallteile ^{c)}	8 (5,5)	
- Metallrahmen, die Einbau-SHA-Schalter tragen	5,5	
4. zwischen Metallteilen des Mechanismus und		
- berührbaren Metallteilen ^{c)}	5,5	
- Schrauben oder anderen Mitteln zur Befestigung des SHA-Schalters.....	5,5	
- Metallrahmen, die Einbau-SHA-Schalter tragen	5,5	
Kriechstrecken:	Abstand in mm	
Bemessungsisolationsspannung:	690 V	
Werkstoffgruppe:	I	II
1. zwischen aktiven Teilen, die in der Ausschaltstellung des SHA-Schalters getrennt sind ^{a)}	8	9
2. zwischen aktiven Teilen verschiedener Polarität	8	9
3. zwischen aktiven Teilen und		
- berührbaren Oberflächen von Bedienteilen	8	9
- Schrauben oder anderen Mitteln zur Befestigung der Abdeckung, die zur Montage des SHA-Schalters abgenommen werden muss	8	9
- Schrauben oder anderen Mitteln zur Befestigung des SHA-Schalters ^{b)}	16 (8)	18
- berührbaren Metallteilen ^{c)}	8	(9) 9
a) Nicht anwendbar auf Hilfs- und Steuerkontakte. b) Wenn Kriech- und Luftstrecken zwischen aktiven Teilen des Gerätes und der metallenen Abdeckung oder Schrauben (oder anderen Mitteln) zur Befestigung des SHA-Schalters oder der Fläche, auf der der SHA-Schalter montiert ist, nur von den konstruktiven Gegebenheiten des SHA-Schalters abhängen, so dass sie nicht verringert werden können, wenn der SHA-Schalter unter ungünstigsten Einbauverhältnissen montiert wird (selbst in Metallgehäusen), genügen die in Klammern angegebenen Werte. c) Einschließlich einer Metallfolie direkt auf den Oberflächen aus Isoliermaterial, die nach Installation wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch berührbar sind. Die Folie wird in Ecken, Vertiefungen usw. mittels einer Prüfsonde B nach Abschnitt 8.6 (siehe Bild 9) eingedrückt.		

ANMERKUNG 1 Für anorganische Isolierstoffe z.B. Glas, Keramik, die keine Kriechwege bilden, brauchen die Kriechwege nicht größer als die zugehörigen Luftstrecken zu sein. Die Gefahr von Gleitentladungen sollte aber berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2 Für Hilfsstromkreise mit Schutzkleinspannung siehe Anhang E.

7.1.4.2 Bei Schrauben im Eingriff mit einem Gewinde aus Isolierstoff, die bei der Montage des SHA-Schalters während der Installation bedient werden, muss die ordnungsgemäße Einführung der Schraube in das Schraubenloch oder die Mutter sichergestellt sein.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung und durch Handversuch nachgewiesen.

ANMERKUNG Die Anforderung bezüglich der ordnungsgemäßen Einführung ist erfüllt, wenn eine Einführung der Schraube in Schräglage verhindert ist, z.B. durch Führung der Schraube durch das zu befestigende Teil in einer Vertiefung im Muttergewinde oder durch Verwendung einer Schraube, bei der der führende Gewindegang entfernt wurde.

7.1.4.3 Elektrische Verbindungen müssen so konstruiert sein, dass kein Kontaktdruck durch Isolierstoff, außer durch Keramik, reinen Glimmer oder anderes Material mit nicht weniger geeigneten Eigenschaften übertragen wird, es sei denn, in den Metallteilen ist genügend Elastizität vorhanden, um jedes mögliche Schrumpfen oder Kriechen des Isolierstoffs auszugleichen.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung nachgewiesen.

ANMERKUNG Die Eignung des Materials wird unter Berücksichtigung der Stabilität der Abmessungen betrachtet.

7.1.4.4 Stromführende Teile und Verbindungen einschließlich der Teile für Schutzleiter, sofern vorhanden, müssen bestehen aus:

- Kupfer,
- einer Legierung mit mindestens 58 % Kupfer für kalt gearbeitete Teile oder mindestens 50 % Kupfer für andere Teile,
- einem anderen Metall oder geeignet beschichtetem Metall, das nicht weniger widerstandsfähig gegen Korrosion ist als Kupfer und keine weniger geeigneten mechanischen Eigenschaften hat.

ANMERKUNG Neue Anforderungen und geeignete Prüfungen zur Bestimmung der Beständigkeit gegen Korrosion sind in Vorbereitung. Diese Anforderungen sollten auch andere Materialien zulassen, wenn sie in geeigneter Weise beschichtet sind.

Die Anforderungen dieses Abschnittes treffen nicht zu auf Kontakte, Magnetkreise, Heizelemente, Bimetalle, Shunts, Teile von elektronischen Geräten und auf Schrauben, Muttern, Beilagscheiben, Klemmplatten und ähnliche Teile von Klemmen.

7.1.5 Klemmen zum Anschluss äußerer Leiter (Abzweigleitungen) und Adapter für den Sammelschienenanschluss

7.1.5.1 Klemmen zum Anschluss äußerer Leiter (Abzweigleitungen) und Adapter müssen derart sein, dass die Leiter so angeschlossen werden können, dass die dauernde Aufrechterhaltung des notwendigen Kontaktdruckes sichergestellt ist.

Die Klemmstellen müssen gegen Selbstlockern gesichert sein.

In dieser Norm werden nur Schraubklemmen für den Anschluss äußerer Kupferleiter betrachtet.

Anschlussvorrichtungen auf der Netzseite nur für Sammelschienenanschluss sind zulässig, wenn sie nicht für den gleichzeitigen Anschluss von Leitungen vorgesehen sind. Solche Vorrichtungen können entweder zu Einsteck- oder Anschraubtypen gehören.

Die Klemmen müssen unter den beabsichtigten Einsatzbedingungen leicht zugänglich sein.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung und durch die Prüfungen nach Abschnitt 8.5 und 8.9 nachgewiesen.

7.1.5.2 SHA-Schalter müssen mit Eingangs- und Ausgangsklemmen versehen sein, die den Anschluss von Kupferleitern mit Nennquerschnitten von 2,5 mm² bis 50 mm² nach Tabelle 4 gestatten.

Wenn die Anschlussrichtung des SHA-Schalters vorgeschrieben ist, sind Ausgangsklemmen für den Anschluss von Kupferleitern mit Nennquerschnitten je nach Bemessungsstrom nach Tabelle 4 ausreichend.

ANMERKUNG Beispiele möglicher Formen und Ausführungen von Klemmen sind in Anhang F dargestellt.

Übereinstimmung wird nachgewiesen durch Besichtigung, durch Messung und durch Anschluss von Leitern des kleinsten und größten festgelegten Querschnitts.

Tabelle 4 – Anschließbare Kupferleiter für Schraubklemmen

Bemessungsstrom A	Bereich der anschließbaren Nennquerschnitte mm²	Klemmenbreite mm	Kleinstes Gewindedurchmesser mm
bis 125	2,5 bis 50	10,3 ± 0,5 ²⁾	6
bis 63 ¹⁾	2,5 bis 16 ³⁾		
über 63 bis 80 ¹⁾	10 bis 25		
über 80 bis 100 ¹⁾	16 bis 35		
über 100 bis 125 ¹⁾	25 bis 50		

¹⁾ gilt nur für Ausgangsklemmen, wenn die Anschlussrichtung vorgeschrieben ist
²⁾ für mehrdrähtige Leiter bis 70 mm² gilt (12 ± 0,5) mm
³⁾ auch mit Aderendhülse nach DIN 46228

7.1.5.3 Die Mittel zum Festklemmen der Leiter in den Klemmen dürfen nicht zur Befestigung irgendeines anderen Bauteils dienen. Sie dürfen aber die Klemmen in ihrer Position halten oder am Verdrehen hindern.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung und durch die Prüfung nach Abschnitt 8.5 nachgewiesen.

7.1.5.4 Klemmen für Bemessungsströme bis einschließlich 63 A müssen den Anschluss von Leitern , ohne besondere Vorbereitung gestatten.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung nachgewiesen.

ANMERKUNG Der Ausdruck "besondere Vorbereitung" beinhaltet das Lötten der Leiterdrähte, die Verwendung von Kabelschuhen, Bildung von Ösen usw., aber nicht das Zurechtbiegen des Leiters vor der Einführung in die Klemme. Feindrähtige Leiter sind nach den Festlegungen des Herstellers vorzubereiten.

7.1.5.5 Klemmen müssen angemessene mechanische Festigkeit haben. Schrauben und Muttern zum Klemmen der Leiter müssen ein metrisches ISO-Gewinde oder ein in Steigung und mechanischer Festigkeit vergleichbares Gewinde haben.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung und durch die Prüfungen nach den Abschnitten 8.4 und 8.5.1 nachgewiesen.

7.1.5.6 Klemmen müssen so konstruiert sein, dass sie den Leiter ohne übermäßige Beschädigung klemmen.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung und durch die Prüfung nach Abschnitt 8.5.2 nachgewiesen.

7.1.5.7 Klemmen müssen so konstruiert sein, dass sie den Leiter zuverlässig und zwischen Metallflächen klemmen.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung und durch die Prüfungen nach den Abschnitten 8.4 und 8.5.1 nachgewiesen.

7.1.5.8 Klemmen müssen so konstruiert oder angeordnet sein, dass weder ein eindrähtiger Leiter noch ein Draht eines mehrdrähtigen Leiters während des Anziehens der Klemmschrauben oder der Muttern herausschlüpfen kann.

Übereinstimmung wird durch die Prüfung nach Abschnitt 8.5.3 nachgewiesen.