

## Niederspannungsschaltgeräte – Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs- Einheiten

Inhalt		Seite
Einleitung .....		10
1 Anwendungsbereich .....		11
2 Normative Verweisungen .....		11
3 Begriffe und Verzeichnis der Begriffe .....		13
3.1 Allgemeines .....		13
3.2 Alphabetisches Verzeichnis der Begriffe .....		13
3.3 Begriffe .....		14
4 Einteilung .....		17
4.1 Nach der Gebrauchskategorie .....		17
4.2 Nach der Betätigungsart .....		17
4.2.1 Nach der Art der Handbetätigung des Geräts .....		17
4.2.2 Fernbedienbare Geräte .....		17
4.3 Nach der Trennfunktion .....		17
4.4 Nach der Schutzart .....		17
4.5 Zusammenstellung der Symbole der Gerätetypen .....		17
5 Kennzeichnende Merkmale .....		18
5.1 Zusammenstellung der kennzeichnenden Merkmale .....		18
5.2 Art des Geräts .....		18
5.3 Bemessungs- und Grenzwerte des Hauptstromkreises .....		19
5.3.1 Allgemeines .....		19
5.3.2 Bemessungsspannungen .....		19
5.3.2.1 Bemessungsbetriebsspannung ( $U_e$ ) .....		19
5.3.2.2 Bemessungsisolationsspannung ( $U_i$ ) .....		19
5.3.2.3 Bemessungsstoßspannungsfestigkeit ( $U_{imp}$ ) .....		19
5.3.3 Ströme .....		19
5.3.3.1 Konventioneller thermischer Strom in freier Luft ( $I_{th}$ ) .....		19
5.3.3.2 Konventioneller thermischer Strom von Geräten im Gehäuse ( $I_{the}$ ) .....		19
5.3.3.3 Bemessungsbetriebsströme ( $I_e$ ) (oder Bemessungsbetriebsleistungen) .....		20
5.3.3.4 Bemessungsdauerstrom ( $I_u$ ) .....		20
5.3.4 Bemessungsfrequenz .....		20
5.3.5 Bemessungsbetriebsart .....		20
5.3.5.1 Acht-Stunden-Betrieb .....		20
5.3.5.2 Dauerbetrieb .....		20

	Seite	
5.3.6	Merkmale für übliche Last und für Überlast .....	20
5.3.6.1	Überlastfestigkeit beim Schalten von Motoren.....	20
5.3.6.2	Bemessungseinschaltvermögen .....	20
5.3.6.3	Bemessungsausschaltvermögen .....	21
5.3.7	Merkmale unter Kurzschlussbedingungen .....	21
5.3.7.1	Bemessungskurzzeitstromfestigkeit ( $I_{cw}$ ).....	21
5.3.7.2	Bemessungskurzschlusseinschaltvermögen ( $I_{cm}$ ) .....	21
5.3.7.3	Bleibt frei .....	21
5.3.7.4	Bedingter Bemessungskurzschlussstrom ( $I_{cc}$ ) .....	21
5.4	Gebrauchskategorie .....	22
5.5	Steuerstromkreise .....	23
5.6	Hilfsstromkreise .....	23
5.7	Relais und Auslöser.....	23
5.8	Zuordnung von Kurzschlusschutzeinrichtungen (SCPD) .....	23
6	Produktinformation .....	23
6.1	Art der Information.....	23
6.2	Aufschriften.....	23
6.3	Aufstellungs-, Bedienungs- und Wartungsanweisungen.....	25
7	Übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen .....	25
8	Anforderungen an den Bau und das Verhalten .....	25
8.1	Bauanforderungen.....	25
8.1.1	Allgemeines.....	25
8.1.2.2	Glühdrahtprüfung .....	25
8.1.7	Zusätzliche Anforderungen für Geräte mit Trennfunktion .....	25
8.1.7.1	Allgemeines .....	25
8.1.7.2	Zusätzliche Bauanforderungen .....	26
8.1.9	Zusätzliche Anforderungen für Schaltgeräte mit Neutralleiter .....	26
8.2	Anforderungen an das Verhalten .....	26
8.2.1	Betätigungsbedingungen.....	26
8.2.1.1	Allgemeines.....	26
8.2.1.2	Grenzwerte für die Betätigung von Geräten mit Kraftantrieb .....	27
8.2.1.3	Ansprechgrenzen von Unterspannungsrelais und -auslösern .....	27
8.2.1.4	Ansprechgrenzen von Spannungsauslösern .....	27
8.2.2	Erwärmung .....	27
8.2.3	Isolationseigenschaften.....	27
8.2.3.1	Allgemeines.....	27
8.2.3.2	Stoßspannungsfestigkeit.....	27
8.2.3.3	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit von Haupt-, Hilfs- und Steuerstromkreisen .....	27

	Seite
8.2.4 Ein- und Ausschalten ohne Last, bei üblicher Last und bei Überlast .....	27
8.2.4.1 Ein- und Ausschaltvermögen .....	27
8.2.4.2 Betriebsverhalten .....	28
8.2.4.3 Mechanische Lebensdauer .....	29
8.2.4.4 Elektrische Lebensdauer .....	29
8.2.5 Einschalten, Ausschalten oder Festigkeit bei Kurzschlussströmen .....	30
8.2.6 Bleibt frei .....	30
8.2.7 Zusätzliche Anforderungen an Geräte mit Trennfunktion .....	30
8.2.8 Kritisches Laststromverhalten: Geräte für Gleichstrom .....	30
8.2.9 Überlastanforderungen für Geräte, die Sicherungen beinhalten .....	30
8.3 Elektromagnetische Verträglichkeit .....	30
8.3.1 Allgemeines .....	30
8.3.2 Störfestigkeit .....	30
8.3.2.1 Allgemeines .....	30
8.3.2.2 Geräte, die elektronische Schaltungen enthalten .....	30
8.3.3 Störaussendung .....	31
8.3.3.1 Geräte, die keine elektronischen Schaltungen enthalten .....	31
8.3.3.2 Geräte, die elektronische Schaltungen enthalten .....	31
9 Prüfungen .....	32
9.1 Arten von Prüfungen .....	32
9.1.1 Allgemeines .....	32
9.1.2 Typprüfungen .....	32
9.1.3 Stückprüfungen .....	32
9.1.3.1 Allgemeines .....	32
9.1.3.2 Mechanische Funktionsprüfung .....	33
9.1.3.3 Isolationsprüfung .....	33
9.1.4 Stichprobenprüfungen .....	33
9.1.5 Sonderprüfungen .....	33
9.2 Typprüfungen der Bauanforderungen .....	33
9.2.1 Allgemeines .....	33
9.2.5 Mechanische Eigenschaften von Anschlüssen .....	33
9.2.6 Nachweis der Wirksamkeit der Schaltstellungsanzeige der Hauptkontakte von Geräten mit Trennfunktion .....	34
9.2.6.1 Allgemeines .....	34
9.2.6.2 Bedingungen für das zu prüfende Gerät .....	34
9.3 Verhalten .....	35
9.3.1 Allgemeines .....	35
9.3.2 Prüffolgen .....	35
9.3.3 Allgemeine Prüfbedingungen .....	36

	Seite
9.3.3.1	Allgemeine Anforderungen..... 36
9.3.3.5	Prüfgrößen ..... 38
9.3.3.6	Gleichstrom Rippelprüfung..... 38
9.3.3.7	Beurteilung von Prüfergebnissen ..... 38
9.3.3.8	Prüfbericht ..... 38
9.3.4	Prüffolge I: Allgemeines Verhalten ..... 38
9.3.4.1	Allgemeines ..... 38
9.3.4.2	Erwärmung ..... 38
9.3.4.3	Prüfung der Isolationseigenschaften..... 39
9.3.4.3.1	Allgemeines ..... 39
9.3.4.4	Ein- und Ausschaltvermögen ..... 39
9.3.4.5	Isolationsprüfungen ..... 41
9.3.4.6	Ableitstrom ..... 41
9.3.4.7	Erwärmungsprüfung ..... 41
9.3.4.8	Festigkeit des Bedienteils ..... 42
9.3.5	Prüffolge II: Betriebsverhalten ..... 42
9.3.5.1	Allgemeines ..... 42
9.3.5.2	Prüfung des Betriebsverhaltens ..... 43
9.3.5.3	Isolationsprüfung ..... 44
9.3.5.4	Ableitstrom ..... 44
9.3.5.5	Erwärmungsprüfung ..... 44
9.3.6	Prüffolge III: Verhalten bei Kurzschluss ..... 44
9.3.6.1	Allgemeines ..... 44
9.3.6.2	Prüfung der Kurzzeitstromfestigkeit ..... 45
9.3.6.3	Prüfung des Kurzschlusseinschaltvermögens ..... 46
9.3.6.4	Isolationsprüfung ..... 47
9.3.6.5	Ableitstrom ..... 47
9.3.6.6	Erwärmungsprüfung ..... 47
9.3.7	Prüffolge IV: Bedingter Kurzschlussstrom..... 47
9.3.7.1	Allgemeines ..... 47
9.3.7.2	Kurzschlussfestigkeit bei Schutz durch Leistungsschalter..... 48
9.3.7.3	Kurzschlussfestigkeit bei Schutz durch Sicherungen ..... 49
9.3.7.4	<i>Isolationsprüfung</i> ..... 50
9.3.7.5	Ableitstrom ..... 51
9.3.7.6	Erwärmungsprüfung ..... 51
9.3.8	Prüffolge V: Überlastverhalten ..... 51
9.3.8.1	Allgemeines ..... 51
9.3.8.2	Überlastprüfung ..... 51

	Seite
9.3.8.3 Isolationsprüfung.....	51
9.3.8.4 Ableitstrom .....	51
9.3.8.5 Erwärmungsprüfung.....	51
9.3.9 Prüffolge VI: Kritische Laststromprüfung für Schaltgeräte mit DC Schaltvermögen.....	52
9.3.9.1 Allgemeines.....	52
9.3.9.2 Bestimmung des kritischen Laststroms .....	52
9.3.9.2.2 Prüfkreis .....	53
9.3.9.3 Bestimmung des kritischen Laststroms .....	53
9.4 Prüfungen der elektromagnetischen Verträglichkeit .....	54
9.4.1 Allgemeines.....	54
9.4.2 Störfestigkeit .....	55
9.4.2.1 Geräte, die elektronische Schaltungen enthalten .....	55
9.4.3 Störaussendung .....	55
9.4.3.1 Geräte, die keine elektronischen Schaltungen enthalten .....	55
9.4.3.2 Geräte, die elektronische Schaltungen enthalten .....	55
9.5 Sonderprüfungen.....	55
9.5.1 Mechanische und elektrische Lebensdauer.....	55
9.5.2 Mechanische Lebensdauer .....	55
9.5.3 Elektrische Lebensdauer.....	55
9.5.4 Feuchte Hitze, Salznebel, Vibrationen und Stöße .....	56
Anhang A (normativ) Geräte für direktes Schalten einzelner Motoren .....	57
A.1 Allgemeines.....	57
A.2 Bemessungsbetriebsart .....	57
A.2.1 Periodischer Aussetzbetrieb oder Aussetzbetrieb .....	57
A.2.2 Zeitweiliger Betrieb.....	57
A.3 Ein- und Ausschaltvermögen .....	57
A.4 Gebrauchskategorie .....	57
A.5 Betriebsverhalten .....	60
A.6 Mechanische Lebensdauer .....	61
A.7 Elektrische Lebensdauer.....	61
A.8 Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens.....	61
A.9 Prüfung des Betriebsverhaltens .....	62
A.10 Sonderprüfungen.....	62
A.10.1 Allgemeines.....	62
A.10.2 Mechanische Lebensdauer .....	62
A.10.2.1 Bedingungen für die Prüflinge.....	62
A.10.2.2 Prüfbedingungen.....	62
A.10.2.3 Durchführung der Prüfung.....	62

	Seite
A.10.2.4 Beurteilung der Prüfergebnisse.....	62
A.10.3 Elektrische Lebensdauer.....	62
A11 Verhalten beim kritischen Laststrom bei Schaltgeräten für Gleichstrom .....	63
Anhang B (informativ) Punkte, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen .....	64
Anhang C (normativ) Unabhängig einpolig schaltbare 3-polige Lastschalter .....	65
C.1 Allgemeines .....	65
C.2 Prüfungen .....	66
C.3 Prüfungsvorbereitung und Prüffolge.....	66
C.3.1 Ein- und Ausschaltvermögen (9.3.4.3) und Betriebsverhalten (9.3.5.2) .....	66
C.3.2 Prüfung der Kurzschlussfestigkeit bei Schutz durch Sicherungen (9.3.7.3) .....	66
C.4 Zustand des Geräts nach den Prüfungen .....	66
C.5 Anleitung für die Verwendung .....	66
Anhang D (normativ) Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs- Einheiten für die Verwendung in Gleichstrom-Photovoltaik-(PV-)Anwendungen .....	67
D.1 Allgemeines .....	67
D.1.1 Einleitung.....	67
D.1.2 Anwendungsbereich .....	67
D.2 Normative Verweisungen .....	67
D.3 Begriffe .....	68
D.4 Einteilung.....	68
D.4.1 Nach der Gebrauchskategorie .....	68
D.5 Kennzeichnende Merkmale.....	68
D.5.3.6.1 Überlastfestigkeit beim Schalten von Motoren.....	68
D.5.3.6.2 Bemessungseinschaltvermögen .....	68
D.5.3.6.3 Bemessungsausschaltvermögen .....	68
D.5.3.7.1 Bemessungskurzzeitstromfestigkeit ( $I_{CW}$ ).....	68
D.5.4 Gebrauchskategorie .....	68
D.6 Produktinformation .....	69
D.7 Übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen .....	69
D.7.1.1 Umgebungstemperatur.....	69
D.8 Anforderungen an den Bau und das Verhalten.....	70
D.8.1.4 Luft- und Kriechstrecken .....	70
D.8.1.12 Schutzart für gekapselte Geräte.....	70
D.8.2.3 Isolationseigenschaften.....	70
D.8.2.4.1 Ein- und Ausschaltvermögen .....	71
D.8.2.4.2 Betriebsverhalten .....	71
D.8.2.4.2.1 Betriebsverhalten bei normaler Umgebungstemperatur .....	72
D.8.2.4.2.2..... Betriebsverhalten bei niedriger Umgebungstemperatur	
D.8.2.4.4 Elektrische Lebensdauer.....	73

	Seite
D.8.2.8 Verhalten beim kritischen Laststrom.....	73
D.9 Prüfungen.....	73
D.9.3.2 Prüffolgen.....	73
D.9.3.3 Allgemeine Prüfbedingungen.....	75
D.9.3.3.1 Allgemeine Anforderungen.....	75
D.9.3.8.2 Überlastprüfung.....	76
D.9.3.9 Verhalten beim kritischen Laststrom bei Schaltgeräte für Gleichstrom.....	76
D.9.3.10 Temperaturwechselprüfung.....	76
D.9.3.11 Klimaprüfung.....	77
D.9.3.12 Erwärmungsprüfung mit solarer Einwirkung – Nur für Geräte im Freien.....	77
D.9.3.13 Nachweis der Beständigkeit von Isolierstoffen gegen außergewöhnliche Wärme und Feuer.....	78
D.9.3.14 Schutzart – Gekapselte Geräte.....	78
D.9.3.15 Luft- und Kriechstrecken.....	78
D.9.4 Prüfungen der elektromagnetischen Verträglichkeit.....	78
D.9.5.2 Elektrische Lebensdauer.....	78
Anhang E (normative).....	79
Zusätzliche Anforderungen für Niederspannungs-Schaltgeräte, welche für den Anschluss von Aluminium Leitern vorgesehen sind.....	79
E.1 Anwendungsbereich und Zweck.....	79
E.2 Normative Verweisungen.....	79
E.3 Begriffe, Definitionen und Index der Begriffe.....	79
E.4 Einteilung.....	80
E.5 Kennzeichnende Merkmale.....	80
E.6 Produktinformationen.....	80
E.6.1 Art der Information.....	80
E.6.2 Aufschriften.....	80
E.6.3 Anweisungen für Installation, Betrieb und Wartung.....	80
E.7 Üblicher Betrieb-, Einbau- und Transportbedingungen.....	81
E.8 Anforderungen an den Bau und das Verhalten.....	81
E.9 Prüfungen.....	81
E.9.1 Allgemeines.....	81
E.9.2 Zyklische Stromwechselprüfung.....	82
E9.2.1 Allgemeines.....	82
E.9.2.2 Vorbereitung.....	82
E.9.2.3 Prüfanordnung.....	82
E.9.2.4 Temperaturmessung.....	85
E.9.2.5 Prüfmethode.....	85
E.9.2.6 Bewertungskriterien.....	87

	Seite
E.9.3 Mechanische Eigenschaften der Anschlussklemmen .....	87
E.9.3.1 Biegeprüfung .....	87
E.9.3.2 Auszugsprüfung .....	88
E.9.4 Prüfung der Einführbarkeit von unvorbereiteten runden Aluminiumleitern mit größtem Querschnitt .....	88
Anhang F (informativ) .....	91
Verlustleistung .....	91
F.1 Allgemeines .....	91
F.2 Prüfverfahren .....	91
F.2.1 Allgemeines .....	91
F.2.2 Allgemeiner Fall für Schaltgeräte und/oder Trenngeräte für Wechselstrom .....	91
F.2.3 Allgemeiner Fall für sicherungsbehafte Schaltgeräte und sicherungsbehafte Trenngeräte bei Wechselstrom .....	92
F.2.4 Schaltgeräte und/oder Trenngeräte, deren Bemessungsstrom 400 A nicht übersteigt .....	92
F.2.5 Sicherungsbehafte Schaltgeräte und sicherungsbehafte Trenngeräte bei Wechselstrom deren Bemessungsstrom 400 A nicht übersteigt .....	92
F.3 Durchführung der Prüfung .....	93
Literaturhinweise .....	96
<b>Bilder</b>	
Bild C.1 – Typische Anordnungen .....	65
Bild E.1 – Allgemeine Prüfanordnung .....	83
Bild E.2 – Prüflingsaufbau für die zyklische Stromwechselprüfung .....	83
Bild F.1 – Beispiel für die Verlustleistungsmessung nach F.2.2 .....	93
Bild F.2 – Beispiel für die Verlustleistungsmessung nach F.2.3 .....	94
Bild F.3 – Beispiel für die Verlustleistungsmessung nach F.2.4 .....	94
Bild F.4 – Beispiel für die Verlustleistungsmessung nach F.2.5 .....	95
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Zusammenstellung der Begriffe von Geräte .....	18
Tabelle 2 – Gebrauchskategorien .....	22
Table 3 – Produktinformationen .....	24
Tabelle 4 – Nachweis des Bemessungs-ein- und -ausschaltvermögen (siehe 9.3.4.4) – Bedingungen für das Ein- und Ausschalten entsprechend den Gebrauchskategorien .....	28
Tabelle 5 – Nachweis des Betriebsverhaltens – Anzahl der Schaltspiele entsprechend dem Bemessungsbetriebsstrom .....	29
Tabelle 6 – Prüfkreisdaten für Tabelle 5 .....	29
Table 7 – Störfestigkeitsprüfungen .....	31
Tabelle 8 – Störaussendungsgrenzwerte .....	32
Tabelle 9 – Zusammenstellung der Typprüfungen für ein gegebenes Gerät .....	34
Tabelle 10 – Übersicht über die Prüffolgen .....	35
Tabelle 11 – Prüffolge I: Allgemeines Verhalten .....	39

	Seite
Tabelle 12 – Grenzübertemperaturen für Anschlüsse und berührbare Teile .....	42
Tabelle 13 – Prüffolge II: Betriebsverhalten .....	42
Tabelle 14 – Prüffolge III: Verhalten bei Kurzschluss .....	44
Table 15 – Prüffolge IV: Bedingter Kurzschlussstrom – mit Leistungsschalter.....	48
Tabelle 16 – Prüffolge IV: Bedingter Kurzschlussstrom – mit Sicherungen.....	50
Tabelle 17 – Prüffolge V: Überlastverhalten.....	52
Tabelle 18 – Anzahl der Prüfzyklen in Bezug zum Nennstrom des Schaltgerätes .....	54
Tabelle 19 – Prüfkreiseinstellungen für Tabelle 18 .....	54
Tabelle 20 – Prüfsequenz VI: Kritisches Laststrom Verhalten bei Schaltgeräten für Gleichstromanwendung .....	54
Tabelle A.1 – Gebrauchskategorien.....	58
Tabelle A.2 – Bedingungen für das Bemessungs-ein und -ausschaltvermögen nach den verschiedenen Gebrauchskategorien .....	59
Tabelle A.3 – Zusammenhang zwischen Ausschaltstrom $I_c$ und der Ausschaltdauer für den Nachweis des Bemessungs-ein- und -ausschaltvermögens .....	60
Tabelle A.4 – Betriebsverhalten – Ein- und Ausschaltbedingungen entsprechend den verschiedenen Gebrauchskategorien .....	61
Tabelle A.5 – Nachweis der elektrischen Lebensdauer – Bedingungen für das Ein- und Ausschalten für die verschiedenen Gebrauchskategorien .....	63
Tabelle D.1 – Gebrauchskategorien.....	69
Tabelle D.2 – Einsatz-Betriebsbedingungen .....	69
Tabelle D.3 – Umgebungsbedingungen .....	70
Tabelle D.4 – Bemessungsstoßspannungsfestigkeit für PV-Lastschalter, PV-Trennschalter, PV- Lasttrennschalter oder PV-Schalter-Sicherungs-Einheiten .....	71
Tabelle D.5 – Nachweis des Bemessungsein- und -ausschaltvermögens (siehe 9.3.4.4) – Bedingungen für das Ein- und Ausschalten entsprechend der DC-PV-Kategorie.....	71
Tabelle D.6 – Anzahl der Schaltspiele .....	72
Tabelle D.7 – Prüfkreisdaten für Tabelle D.6 .....	73
Tabelle D.8 – Übersicht über die Prüffolgen .....	74
Tabelle D.9 – Anzahl der Schaltspiele entsprechend dem kritischen Laststrom .....	76
Tabelle D.10 – Prüfkreisdaten für Tabelle D.9 .....	76
Tabelle E.1 – Liste der Prüfungen mit Anschlussklemmen für Aluminiumleiter.....	82
Tabelle E.2 – Leiterlänge bezogen auf den Leiterquerschnitt für die zyklische Stromwechselprüfung .....	84
Tabelle E.3 – Abmessungen der Verbindungselemente .....	84
Tabelle E.4 – Prüfstrom der zyklischen Stromwechselprüfung.....	86
Tabelle E.5 – Beispiele zur Berechnung des Stabilitätsfaktors.....	87
Tabelle E.6 – Prüfwerte für die Biege- und Auszugsprüfung .....	88
Tabelle E.7 – Prüfleiter aus Aluminium für Prüfströme bis 800 A .....	89
Tabelle E.8 – Prüfschienen aus Aluminium für Prüfströme über 150 A bis einschließlich 3 150 A.....	90