

## Inhalt

|   | Seite |
|---|-------|
| Vorwort .....   | 2     |
| 1 Allgemeines .....   | 7     |
| 1.1 Anwendungsbereich .....   | 7     |
| 1.2 Normative Verweisungen .....  | 8     |
| 2 Normale und Sonderbetriebsbedingungen .....   | 8     |
| 3 Begriffe .....  | 8     |
| 3.1 Allgemeine Begriffe .....   | 8     |
| 3.2 Schaltgerätekombinationen .....   | 8     |
| 3.3 Teile von Schaltgerätekombinationen .....   | 8     |
| 3.4 Schaltgeräte .....  | 8     |
| 3.5 Teile von Schaltgeräten .....   | 9     |
| 3.6 Betätigung .....  | 10    |
| 3.7 Kenngrößen .....  | 10    |
| 3.101 Sicherungen .....   | 14    |
| 4 Bemessungsgrößen .....  | 15    |
| 4.1 Bemessungsspannung ( $U_r$ ) .....  | 15    |
| 4.2 Bemessungs-Isolationspegel .....  | 15    |
| 4.3 Bemessungsfrequenz ( $f_r$ ) .....  | 15    |
| 4.4 Bemessungs-Betriebsstrom und Erwärmung .....  | 15    |
| 4.4.1 Bemessungs-Betriebsstrom ( $I_r$ ) .....  | 15    |
| 4.4.2 Erwärmung .....   | 15    |
| 4.5 Bemessungs-Kurzzeitstrom ( $I_k$ ) .....  | 15    |
| 4.6 Bemessungs-Stoßstrom ( $I_p$ ) .....  | 15    |
| 4.7 Bemessungs-Kurzschlussdauer ( $t_k$ ) .....   | 15    |
| 4.8 Bemessungs-Versorgungsspannung ( $U_a$ ) von Ein- und Ausschaltvorrichtungen und von<br>Hilfs- und Steuerstromkreisen ..... | 16    |
| 4.9 Bemessungsfrequenz von Ein- und Ausschaltvorrichtungen und von Hilfsstromkreisen .....                                      | 16    |
| 4.10 Bemessungsdruck der Druckgasversorgung für gesteuerte Drucksysteme .....   | 16    |
| 4.11 Bemessungsfüllstände für Isolation und/oder Betätigung .....   | 16    |
| 4.101 Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom .....  | 16    |
| 4.102 Bemessungs-Einschwingspannung .....   | 16    |
| 4.103 Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom .....  | 16    |
| 4.104 Bemessungs-Übergangstrom (bei Schlagstiftbetätigung) ( $I_{transfer}$ ) .....   | 17    |
| 4.105 Bemessungs-Übernahmestrom bei auslöserbetätigten Kombinationen ( $I_{to}$ ) .....   | 17    |
| 5 Konstruktion und Bau .....  | 17    |
| 5.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen .....   | 17    |

|         | Seite   |
|---------|---|
| 5.2     | Anforderungen an Gase in Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen ..... 17                   |
| 5.3     | Erdung von Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen ..... 17                                 |
| 5.4     | Hilfs- und Steuereinrichtungen ..... 17   |
| 5.5     | Abhängige Kraftbetätigung ..... 17  |
| 5.6     | Kraftspeicherbetätigung ..... 17  |
| 5.7     | Unabhängige Hand- oder Kraftbetätigung (unabhängige entriegelte Betätigung) ..... 17      |
| 5.8     | Arbeitsbedingungen für Auslöser ..... 17  |
| 5.9     | Druckverriegelungs- und -überwachungseinrichtungen ..... 17                               |
| 5.10    | Leistungsschilder ..... 18  |
| 5.11    | Verriegelungseinrichtungen ..... 19   |
| 5.12    | Schaltstellungsanzeige ..... 19   |
| 5.13    | Schutzgrad von Gehäusen ..... 19  |
| 5.14    | Kriechweglängen für Freiluftisolatoren ..... 19   |
| 5.15    | Gas- und Vakuumdichtheit ..... 19   |
| 5.16    | Flüssigkeitsdichtheit ..... 19  |
| 5.17    | Brandgefahr (Entflammbarkeit) ..... 19  |
| 5.18    | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ..... 19   |
| 5.19    | Röntgenstrahlenemission ..... 19  |
| 5.20    | Korrosion ..... 19  |
| 5.101   | Gestänge zwischen Sicherungsschlagstift(en) und Auslöser des Lastschalters ..... 19       |
| 5.102   | Bedingungen bei kleinem Überstrom (Bedingungen bei langer Sicherungsschmelzzeit) ..... 19 |
| 6       | Typprüfungen ..... 20   |
| 6.1     | Allgemeines ..... 20  |
| 6.1.1   | Gruppierung von Prüfungen ..... 21  |
| 6.1.2   | Informationen zur Identifizierung von Prüflingen ..... 21                                 |
| 6.1.3   | Informationen, die in Typprüfberichten enthalten sein müssen ..... 21                     |
| 6.2     | Dielektrische Prüfungen ..... 21  |
| 6.3     | Funk-Störspannungsprüfungen ..... 21  |
| 6.4     | Messung des Widerstandes des Hauptstromkreises ..... 21                                   |
| 6.5     | Erwärmungsprüfungen ..... 21  |
| 6.6     | Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen ..... 22  |
| 6.7     | Überprüfung des Schutzgrades ..... 22   |
| 6.8     | Dichtheitsprüfungen ..... 22  |
| 6.9     | Prüfungen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) ..... 22                          |
| 6.10    | Zusätzliche Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen ..... 22                           |
| 6.11    | Prüfverfahren der Röntgenstrahlungsemission von Vakuum-Schaltröhren ..... 22              |
| 6.101   | Einschalt- und Ausschaltprüfungen ..... 22  |
| 6.101.1 | Allgemeines ..... 22  |
| 6.101.2 | Bedingungen für die Durchführung der Prüfungen ..... 22                                   |

|  | Seite |
|--|-------|
| 6.101.3 Durchführung der Prüfschaltfolgen .....  | 29    |
| 6.101.4 Verhalten der Kombination bei den Prüfungen .....  | 34    |
| 6.101.5 Zustand des Geräts nach den Prüfungen .....  | 35    |
| 6.102 Mechanische Funktionsprüfungen .....   | 36    |
| 6.103 Mechanische Stoßprüfungen an Sicherungen .....   | 36    |
| 6.104 Erwärmungsprüfung mit großer Schmelzzeit der Sicherung .....   | 36    |
| 6.105 Erweiterung der Gültigkeit von Typprüfungen .....  | 37    |
| 6.105.1 Dielektrische Prüfungen .....  | 37    |
| 6.105.2 Erwärmung .....  | 37    |
| 6.105.3 Ein- und Ausschaltung .....  | 37    |
| 7 Stückprüfungen .....   | 38    |
| 7.101 Mechanische Funktionsprüfungen .....   | 38    |
| 8 Anleitung zur Auswahl von Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen .....  | 38    |
| 8.1 Auswahl der Bemessungswerte .....  | 38    |
| 8.2 Ständige oder zeitweise Überlastbarkeit bei geänderten Betriebsbedingungen .....                               | 38    |
| 8.101 Anleitung zur Auswahl von Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen für den<br>Transformatorschutz .....         | 39    |
| 8.101.1 Allgemeines .....  | 39    |
| 8.101.2 Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom .....   | 39    |
| 8.101.3 Primärseitige Fehlersituation bei sekundärseitigem galvanischen Transformator-<br>Klemmenkurzschluss ..... | 39    |
| 8.102 Koordination zwischen Lastschalter und Sicherungen zur Erweiterung der Referenzliste .....                   | 40    |
| 8.102.1 Allgemeines .....  | 40    |
| 8.102.2 Bemessungs-Betriebsstrom .....   | 40    |
| 8.102.3 Verhalten bei kleinen Überströmen .....  | 41    |
| 8.102.4 Übergangstrom .....  | 41    |
| 8.102.5 Übernahmestrom .....   | 41    |
| 8.102.6 Erweiterung der Gültigkeit von Typprüfungen .....  | 41    |
| 8.103 Betrieb .....  | 41    |
| 9 Angaben in Anfragen, Angeboten und Bestellungen .....  | 42    |
| 9.1 Angaben in Anfragen und Bestellungen .....   | 42    |
| 9.2 Angaben in Angeboten .....   | 42    |
| 10 Transport, Lagerung, Aufstellung, Betrieb und Instandhaltung .....  | 43    |
| 11 Sicherheit .....  | 43    |
| 12 Einfluss des Produktes auf die Umwelt .....   | 43    |
| Anhang A (informativ) Beispiel für die Koordination von Sicherungen, Lastschalter und<br>Transformator .....       | 44    |
| Anhang B (normativ) Verfahren zur Bestimmung des Übergangstroms .....  | 47    |
| Anhang C (normativ) Toleranzen der Prüfgrößen für die Typprüfungen .....   | 52    |
| Literaturhinweise .....  | 53    |

|   | Seite |
|---|-------|
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....                    | 54    |
| <br><b>Bilder</b>   |       |
| Bild 1 – Prüfkreis für Prüfschaltfolgen $TD_{I_{sc}}$ und $TD_{I_{Wmax}}$ .....   | 24    |
| Bild 2 – Prüfkreis für Prüfschaltfolge $TD_{I_{transfer}}$ .....  | 24    |
| Bild 3 – Prüfkreis für Prüfschaltfolge $TD_{I_{to}}$ .....  | 25    |
| Bild 4 – Auswertung der betriebsfrequenten Wiederkehrspannung .....   | 27    |
| Bild 5 – Kennzeichnung einer festgelegten Einschwingspannung durch eine Zwei-Parameter-Referenzlinie und eine Verzögerungslinie .....                     | 28    |
| Bild 6 – Beispiel einer Zwei-Parameter-Einhüllenden für eine Einschwingspannung .....   | 29    |
| Bild 7 – Kennlinien zur Bestimmung des Übernahmestroms .....  | 33    |
| Bild 8 – Übergangstrom und primärseitiger Fehlerstrom $I_{sc}$ bei einem galvanischen Kurzschluss an den sekundärseitigen Transformatorklemmen .....      | 40    |
| Bild A.1 – Kennlinien und Kennwerte für den Schutz eines 11-kV/400-kVA-Transformators .....   | 45    |
| Bild A.2 – Selektivität zwischen Hochspannungs- und Niederspannungssicherungen .....  | 46    |
| Bild B.1 – Praktische Bestimmung des Übergangstroms .....   | 48    |
| Bild B.2 – Bestimmung des Übergangstroms mit dem iterativen Verfahren .....   | 50    |
| <br><b>Tabellen</b>   |       |
| Tabelle 1 – Angaben auf dem Leistungsschild .....   | 18    |
| Tabelle 2 – Normwerte der unbeeinflussten Einschwingspannung für die Prüfschaltfolge $TD_{I_{transfer}}$ basierend auf europäischer Praxis .....          | 31    |
| Tabelle 3 – Normwerte der unbeeinflussten Einschwingspannung für die Prüfschaltfolge $TD_{I_{transfer}}$ basierend auf der Praxis in USA und Kanada ..... | 32    |
| Tabelle 4 – Zusammenfassung der Prüfparameter für die Prüfschaltfolgen .....  | 34    |
| Tabelle C.1 – Toleranzen der Prüfgrößen für die Typprüfungen .....  | 52    |