

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
3.1 Allgemeine Begriffe	9
3.2 Begriffe für Transformatoren	11
3.3 Begriffe für Drosselpulen	11
4 Klassifizierung	12
4.1 Klassifizierung von Transformatoren	12
4.2 Klassifizierung von Drosselpulen	12
5 Betriebsbedingungen	12
6 Bemessungsstrom und Lastprofil	12
6.1 Lastprofil	12
6.2 Bemessungsstrom	12
7 Bemessungsspannung und -leistung der Transformatorwicklungen	13
7.1 Primärseitige Bemessungsspannung	13
7.2 Sekundärseitige Bemessungsspannung	13
7.3 Bemessungsleistung des Transformators	13
8 Anzapfungen des Transformators	13
9 Kühlung	14
9.1 Kennzeichnung der Transformatoren und Drosselpulen nach Art ihres Kühlsystems	14
9.2 Anordnung der Kurzzeichen	14
9.2.1 Gekapselte Transformatoren und Drosselpulen	14
9.2.2 Nicht gekapselte Transformatoren und Drosselpulen	15
9.2.3 Luftkühlung	15
10 Grenztemperaturen	15
10.1 Klassifizierung der Isoliermaterialien	15
10.2 Grenztemperaturen für feste Isolierung	15
10.3 Grenztemperaturen für Flüssigkeiten	16
10.4 Grenztemperaturen für sonstige Teile	17
11 Mechanische Auslegung	17
12 Typenschilder	17
13 Prüfungen	18
13.1 Prüfungsarten	18
13.1.1 Allgemeines	18
13.1.2 Typprüfungen	18
13.1.3 Stückprüfungen	18

	Seite
13.1.4 Sonderprüfungen.....	18
13.2 Prüfung von Transformatoren	18
13.2.1 Allgemeines – Liste der Prüfungen	18
13.2.2 Toleranzen.....	20
13.2.3 Sichtprüfungen (Typ-, Stückprüfung) und Funktionsprüfungen (optionale Typ- und Stückprüfung)	20
13.2.4 Masse (Typprüfung und optionale Stückprüfung)	20
13.2.5 Messung des Wicklungswiderstands (Typ- und Stückprüfung)	21
13.2.6 Messung von Spannungsübersetzung, Polaritäten und Vektorgruppen (Typ- und Stückprüfung)	21
13.2.7 Messung von Leerlauf-Primärstrom und -verlusten (Typ- und Stückprüfung)	22
13.2.8 Messung von Kurzschlussspannungen oder -impedanzen (Typ- und Stückprüfung)	22
13.2.9 Messung von Grundschrwingungs-Kurzschlussverlusten (Typ- und Stückprüfung).....	23
13.2.10 Ermittlung der Gesamtverluste (Typprüfung)	24
13.2.11 Erwärmungsprüfung (Typprüfung)	24
13.2.12 Prüfung des Isolationswiderstands (optionale Typ- und Stückprüfung).....	28
13.2.13 Spannungsprüfungen (Typ- und Stückprüfungen).....	29
13.2.14 Teilentladungsprüfung (Typprüfung oder optionale Stückprüfung für Trockentypen, Sonderprüfung für flüssigkeitsgefüllte Typen).....	34
13.2.15 Prüfung der Kurzschlussfestigkeit (optionale Typprüfung)	36
13.2.16 Prüfung für Schocken und Schwingen (optionale Typprüfung).....	38
13.2.17 Spannungsübersetzungsverhältnis (VTR) (optionale Typprüfung).....	40
13.2.18 Geräuschmessung (Typprüfung).....	41
13.2.19 Messung der magnetischen Streuflussdichte (optionale Typprüfung)	41
13.2.20 Elektrische Frequenzganganalyse (FRA) (Sonderprüfung)	41
13.2.21 Messung des Einschaltstroms (optionale Typprüfung)	42
13.3 Prüfungen von Drosselspulen	43
13.3.1 Liste der Prüfungen	43
13.3.2 Toleranzen.....	44
13.3.3 Sichtprüfungen (Typ- und Stückprüfung)	44
13.3.4 Masse (Typprüfung und optionale Stückprüfung)	44
13.3.5 Messung des Wicklungswiderstands (Typ- und Stückprüfung)	44
13.3.6 Ermittlung der Verluste (Typprüfung)	44
13.3.7 Messung der Induktivität (Typ- und Stückprüfung)	45
13.3.8 Erwärmungsprüfung (Typprüfung)	48
13.3.9 Messung des Isolationswiderstands (optionale Typ- und Stückprüfung).....	48
13.3.10 Spannungsprüfungen (Typ- und Stückprüfungen).....	48
13.3.11 Teilentladungsprüfung (Typ- oder optionale Stückprüfung für Trockentypen).....	50
13.3.12 Prüfung der Kurzschlussfestigkeit (optionale Typprüfung)	50
13.3.13 Prüfung für Schocken und Schwingen (optionale Typprüfung).....	50

	Seite
13.3.14 Schwingungsprüfung mit Stromfluss (Sonderprüfung)	50
13.3.15 Geräuschemessung (Typprüfung)	50
13.3.16 Messung der magnetischen Streuflussdichte (optionale Typprüfung).....	50
Anhang A (informativ) Übersicht der Themen, für die eine Vereinbarung zwischen Kunde und Hersteller erforderlich ist, oder für die vom Kunden oder vom Hersteller weitere Angaben oder Spezifikationen zur Verfügung gestellt werden müssen.....	51
A.1 Zwischen Kunde und Hersteller zu vereinbarende Themen.....	51
A.1.1 Transformatoren und Drosselspulen.....	51
A.1.2 Transformatoren.....	52
A.1.3 Drosselspulen.....	53
A.2 Informationen vom Kunden für den Hersteller	54
A.2.1 Transformatoren und Drosselspulen.....	54
A.2.2 Transformatoren.....	55
A.2.3 Drosselspulen.....	56
A.3 Informationen vom Hersteller für den Kunden	56
A.3.1 Transformatoren und Drosselspulen.....	56
A.3.2 Transformatoren.....	57
A.3.3 Drosselspulen.....	57
Anhang B (informativ) Thermische Alterung und Lebensdauer der Isolierung	58
B.1 Lebensdauer der Isolierung und thermische Alterung	58
B.2 Begriffe des thermischen Langzeitverhaltens	58
B.3 Berechnung des thermischen Langzeitverhaltens	59
B.3.1 Thermisches Langzeitverhalten bei Dauerbetrieb (thermal Endurance in Continuous Operation) ECO.....	59
B.3.2 Tatsächliche Betriebsdauer (Actual Operating Time) AOT.....	60
B.3.3 Verbrauchte Lebensdauer (Consumed Endurance Potential) CEP.....	60
B.4 Besonderheiten bei der thermischen Auslegung und Prüfung	60
B.4.1 Allgemeines.....	60
B.4.2 Temperatur des Kühlmittels an der äußeren Grenzfläche	60
B.4.3 Bemessungsstrom	61
B.4.4 Erwärmungsprüfung eines Trockentransformators/einer Trockendrosselspule	61
B.5 Thermische Übereinstimmung des Isoliersystems	61
B.6 Kriterium für das Ende der Lebensdauer	61
Anhang C (informativ) Beispiel für die Berechnung des thermischen Langzeitverhaltens zum Nachweis der Eignung eines Isoliersystems für eine festgelegte Anwendung.....	62
C.1 Vorbetrachtungen.....	62
C.2 Beispiel 1 – Grenztemperaturen für Trockentransformatoren/-drosseln.....	62
C.3 Beispiel 2 – Berechnung des thermischen Langzeitverhaltens	62
C.3.1 Allgemeines.....	62
C.3.2 Vom Kunden anzugebende Betriebsbedingungen	63

	Seite
C.3.3 Vom Hersteller anzugebende Kennwerte des thermischen Langzeitverhaltens.....	63
C.3.4 Ergebnisse der Erwärmungsprüfung.....	63
C.3.5 Berechnungen	64
Anhang D (informativ) Spannungsprüfungen unter Regen für Trockentransformatoren und - drosselspulen	66
D.1 Einleitung.....	66
D.2 Regenprüfung 1 (optionale Typprüfung oder optionale Stückprüfung): kurze Durchtränkung	66
D.3 Regenprüfung 2 (Sonderprüfung oder optionale Typprüfung): Vernebelung.....	67
D.4 Regenprüfung 3 (Sonderprüfung): Temperaturschock – lange Durchtränkung – Vernebelung	67
D.4.1 Allgemeines	67
D.4.2 Temperierung	67
D.4.3 Temperaturschock.....	67
D.4.4 Spannungsprüfung	67
D.5 Allgemeines Prüfverfahren und Prüfkriterien für Spannungsprüfungen unter Regen.....	68
Anhang E (informativ) Lastprofile	69
Literaturhinweise.....	70
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	71
Bilder	
Bild 1 – Beispiele für den Prüfaufbau für Prüfungen der Spannungsfestigkeit mit induzierter Spannung	31
Bild 2 – Beispiele für den Prüfaufbau für Prüfungen der Spannungsfestigkeit mit angelegter Stehspannung	32
Bild 3 – Beispiele für den Prüfaufbau für Stoßspannungsprüfungen für Traktionstransformatoren, Drosselspulen und Hilfsbetriebstransformatoren	33
Bild 4 – Teilentladungsprüfung: Spannung als Funktion der Zeit.....	35
Bild 5 – Konfigurationen für die VTR-Prüfung	41
Bild 6 – Beispiel für eine Prüfschaltung	42
Tabellen	
Tabelle 1 – Kurzzeichen für das Kühlsystem	14
Tabelle 2 – Reihenfolge der Kurzzeichen.....	15
Tabelle 3 – Grenztemperaturen für feste Isolierung	16
Tabelle 4 – Grenztemperaturen für Flüssigkeiten	16
Tabelle 5 – Liste der an Traktionstransformatoren durchzuführenden Kontrollen und Prüfungen	19
Tabelle 6 – Toleranzen	20
Tabelle 7 – Referenztemperaturen	21
Tabelle 8 – Prüfspannung für Spannungsprüfungen.....	30
Tabelle 9 – Teilentladungsmessungen	35
Tabelle 10 – Liste der an Drosselspulen durchzuführenden Kontrollen und Prüfungen	43
Tabelle 11 – Toleranzen	44

	Seite
Tabelle 12 – Prüfverfahren für die Stehspannungsprüfung zwischen Anschlussklemmen	49
Tabelle C.1 – Grenztemperaturen und erwartete Lebensdauer für Trockentransformatoren oder - drosseln (Beispiele).....	62
Tabelle C.2 – Histogramm der Lastzyklen	63
Tabelle C.3 – Temperaturhistogramm.....	63
Tabelle C.4 – Prüfergebnisse der Erwärmungsprüfung	64
Tabelle C.5 – Berechnung des thermischen Langzeitverhaltens	64
Tabelle C.6 – Ersatzstrom und -temperaturen	65