

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kühlungsarten	7
4.1 Kennzeichnungssymbole	7
4.2 Transformatoren mit wechselnden Kühlungsarten	8
5 Übliche Kühlungsbedingungen	8
5.1 Luftgekühlte Transformatoren	8
5.2 Wassergekühlte Transformatoren	9
6 Zulässige Übertemperaturen	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Zulässige Übertemperaturen bei Bemessungsleistung	9
6.3 Veränderte Anforderungen aufgrund besonderer Kühlbedingungen	11
6.4 Übertemperatur während eines festgelegten Lastspiels	12
7 Erwärmungsprüfungen	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Temperatur des äußeren Kühlmediums	12
7.3 Prüfverfahren zur Bestimmung der Übertemperatur	13
7.4 Bestimmung der Flüssigkeitstemperaturen	16
7.5 Bestimmung der oberen, unteren sowie der mittleren Flüssigkeitsübertemperatur	17
7.6 Bestimmung der mittleren Wicklungstemperatur	17
7.7 Bestimmung des Wicklungswiderstandes zum Zeitpunkt des Abschaltens	18
7.8 Bestimmung der mittleren Wicklungsübertemperatur zum Zeitpunkt des Abschaltens	18
7.9 Bestimmung des Gradienten der mittleren Wicklungstemperatur zur mittleren Flüssigkeitstemperatur	19
7.10 Bestimmung der Wicklungs-Heißpunktübertemperatur	19
7.11 Unsicherheiten, die die Ergebnisse der Erwärmungsmessung beeinflussen	20
7.12 Gas-in-Öl-Analyse	20
7.13 Korrekturen	21
Anhang A (informativ) Bestimmung der Wicklungs-Heißpunktübertemperatur an OFAF- und OFWF-gekühlten Transformatoren, beruhend auf der oberen Flüssigkeitstemperatur im Kessel	22
Anhang B (informativ) Verfahren zur Abschätzung der Wicklungs-Heißpunktübertemperaturen	24
Anhang C (informativ) Angewendete Verfahren bei der Erwärmungsmessung von flüssigkeitsgefüllten Transformatoren	29
Anhang D (informativ) Gasanalyse für gelöste Gase zur Feststellung von lokaler Überhitzung	38
Anhang E (informativ) Anwendung von faseroptischen Temperaturmessfühlern für Heißpunkt-Messungen an Wicklungen	42

	Seite
Literaturhinweise.....	46
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	47
Bilder	
Bild B.1 – Modell für die Verteilung der Übertemperatur für ON-Kühlsysteme	25
Bild B.2 – Werte des Faktors Q als Funktion der Bemessungsleistung und der Leiterhöhe (W)	26
Bild B.3 – Typische Strömungswege der Flüssigkeit in einer Scheibenwicklung mit Umlenkscheiben	27
Bild C.1 – Empfohlene Schaltung für Transformatoren mit einem niedrigen Wicklungswiderstand und Anwendung von zwei getrennten Gleichstromquellen, eine für jede Wicklung	31
Bild C.2 – Empfohlene alternative Schaltung mit nur einer Gleichstromquelle für beide Wicklungen	31
Bild C.3 – Veränderung der mittleren Wicklungstemperatur nach dem Abschalten	32
Bild C.4 – Extrapolation der Abkühlkurve mit der Anpassungsfunktion $\theta_w(t) = A_0 - kt + B \cdot e^{-t/T_w}$	37
Bild E.1 – Einbau eines faseroptischen Temperaturmessfühlers in eine Scheibenwicklung eines Kerntransformators	44
Bild E.2 – Einbau eines faseroptischen Temperaturmessfühlers in eine Wicklung mit Drillleitern eines Kerntransformators	44
Bild E.3 – Einzelheiten für den Einsatz eines faseroptischen Temperaturmessfühlers in einer Zwischenlage des Wicklungsabstandhalters eines Kerntransformators	45
Bild E.4 – Einbau eines faseroptischen Temperaturmessfühlers in eine Hochspannungswicklung eines Manteltransformators	45
Tabellen	
Tabelle 1 – Zulässige Übertemperaturen	10
Tabelle 2 – Empfohlene Werte für Korrekturen der Übertemperatur für den Fall besonderer Betriebsbedingungen.....	11
Tabelle 3 – Exponenten für die Korrektur der Ergebnisse der Erwärmungsmessung	21
Tabelle A.1 – Wicklungs-Heißpunktübertemperaturen für einige besondere Transformatoren, bestimmt aus den Daten der herkömmlichen Erwärmungsprüfung kombiniert mit berechneten Wicklungs-Heißpunktübertemperaturen und aus direkten faseroptischen Messungen	23
Tabelle C.1 – Beispiel für das Ergebnis einer Tabellenkalkulation für die Abkühlkurve	36
Tabelle D.1 – Kleinster erfassbarer Wert S_D von Gasen im Öl.....	39
Tabelle D.2 – Zulässige Grenzwerte für Gasanstiegsraten.....	40
Tabelle E.1 – Empfohlene Mindestanzahl von Messfühlern für Drehstromtransformatoren.....	42
Tabelle E.2 – Empfohlene Mindestanzahl von Messfühlern für Einphasentransformatoren.....	43