

## Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort .....	2
Einleitung .....	6
1 Anwendungsbereich .....	7
2 Normative Verweisungen .....	7
3 Begriffe und Abkürzungen .....	7
3.1 Begriffe .....	7
3.2 Abkürzungen .....	10
3.2.1 Chemische Namen und Symbole .....	10
3.2.2 Allgemeine Abkürzungen .....	10
4 Mechanismen der Gasbildung .....	10
4.1 Zersetzung von Öl .....	10
4.2 Zersetzung der Zelluloseisolierung .....	11
4.3 Stray Gassing von Öl .....	11
4.4 Andere Gasquellen .....	11
5 Identifizierung von Fehlern .....	12
5.1 Allgemeines .....	12
5.2 Zusammensetzung der gelösten Gase .....	12
5.3 Fehlerarten .....	12
5.4 Grundlegende Gasquotienten .....	13
5.5 CO <sub>2</sub> /CO-Quotient .....	14
5.6 O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> -Quotient .....	15
5.7 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> -Quotient .....	15
5.8 C <sub>3</sub> -Kohlenwasserstoffe .....	16
5.9 Entwicklung von Fehlern .....	16
5.10 Graphische Darstellungen .....	16
6 Voraussetzungen zur Berechnung der Quotienten .....	16
6.1 Prüfung der Ergebnisse der Gas-in-Öl-Analysen .....	16
6.2 Unsicherheit bei Gasquotienten .....	17
7 Anwendung auf freie Gase im Gasrelais .....	17
8 Gaskonzentrationen im Betriebszustand .....	19
8.1 Wahrscheinlichkeit eines Fehlers im Betriebszustand .....	19
8.1.1 Allgemeines .....	19
8.1.2 Berechnungsmethoden .....	20
8.2 Typische Konzentrationswerte .....	20
8.2.1 Allgemeines .....	20
8.2.2 Berechnungsmethoden .....	20
8.2.3 Auswahl des Normalprozentsatzes .....	20

	Seite
8.2.4 Alarmkonzentrationswerte.....	21
8.3 Gasbildungsraten .....	21
9 Empfohlene Methode für die Interpretation der Gas-in-Öl-Analyse (Bild 1).....	21
10 Ergebnisbericht.....	22
Anhang A (informativ) Anwendungshinweise für spezielle Geräte.....	24
A.1 Allgemeiner Warnhinweis.....	24
A.2 Leistungstransformatoren.....	24
A.2.1 Spezielle Untertypen .....	24
A.2.2 Typische Fehler .....	24
A.2.3 Identifizierung von Fehlern mittels Gas-in-Öl-Analyse .....	25
A.2.4 Typische Gaskonzentrationen.....	26
A.2.5 Typische Gasbildungsraten .....	26
A.2.6 Spezielle Informationen, die dem Bericht der Gas-in-Öl-Analyse beiliegen sollten (siehe Abschnitt 10) .....	27
A.3 Industrie- und Spezialtransformatoren .....	27
A.3.1 Spezielle Untertypen .....	27
A.3.2 Typische Fehler .....	28
A.3.3 Identifizierung von Fehlern mittels Gas-in-Öl-Analyse .....	28
A.3.4 Typische Gaskonzentrationen.....	28
A.4 Messwandler .....	28
A.4.1 Spezielle Untertypen .....	28
A.4.2 Typische Fehler .....	29
A.4.3 Identifizierung von Fehlern mittels Gas-in-Öl-Analyse .....	29
A.4.4 Typische Gaskonzentrationen.....	29
A.5 Durchführungen.....	30
A.5.1 Spezielle Untertypen .....	30
A.5.2 Typische Fehler .....	30
A.5.3 Identifizierung von Fehlern mittels Gas-in-Öl-Analyse .....	31
A.5.4 Typische Gaskonzentrationen.....	31
A.6 Ölgefüllte Kabel .....	32
A.6.1 Typische Fehler .....	32
A.6.2 Identifikation von Fehlern mittels Gas-in-Öl-Analyse .....	32
A.6.3 Typische Gaskonzentrationen.....	32
A.7 Schaltgeräte .....	32
A.7.1 Spezielle Untertypen .....	32
A.7.2 Normaler Betrieb .....	33
A.7.3 Typische Fehler .....	33
A.7.4 Identifizierung von Fehlern mittels Gas-in-Öl-Analyse .....	33
A.8 Geräte, die mit nicht-mineralischen Flüssigkeiten gefüllt sind .....	34

	Seite
Anhang B (informativ) Graphische Darstellung von Gasquotienten (siehe 5.10) .....	35
Literaturhinweise .....	39
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....	40
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Flussdiagramm .....	23
Bild B.1 – Graphische Darstellung 1 für Gasquotienten (siehe [3]) .....	35
Bild B.2 – Graphische Darstellung 2 für Gasquotienten .....	36
Bild B.3 – Graphische Darstellung 3 für Gasquotienten – Duval-Dreieck 1 für Transformatoren, Durchführungen und Kabel (siehe [4]) .....	37
Bild B.4 – Graphische Darstellung 4 für Gasquotienten – Duval-Dreieck 2 für OLTCs (siehe A.7.2).....	38
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Interpretationstabelle für Gas-in Öl-Analysen .....	13
Tabelle 2 – Vereinfachtes Interpretationsschema .....	14
Tabelle 3 – Ostwald-Löslichkeits-Koeffizienten für verschiedene Gase in Isolierölen auf Mineralölbasis .....	19
Tabelle A.1 – Typische Fehler in Leistungstransformatoren .....	25
Tabelle A.2 – Bereiche der typischen 90 %-Gaskonzentrationen, die in Leistungstransformatoren beobachtet wurden, in $\mu\text{l/l}$ .....	26
Tabelle A.3 – Bereiche der typischen 90 %-Gasbildungsraten, die in Leistungstransformatoren (alle Typen) beobachtet wurden, in $\mu\text{l/l/Jahr}$ .....	27
Tabelle A.4 – Beispiele von typischen 90 %-Gaskonzentrationen aus verschiedenen Netzen .....	28
Tabelle A.5 – Typische Fehler in Messwandlern .....	29
Tabelle A.6 – Bereiche der typischen 90 %-Gaskonzentrationen, die in Messwandlern beobachtet wurden.....	30
Tabelle A.7 – Maximal zulässige Werte für geschlossene Messwandler .....	30
Tabelle A.8 – Typische Fehler in Durchführungen .....	31
Tabelle A.9 – Vereinfachtes Interpretationsschema für Durchführungen .....	31
Tabelle A.10 – Typische 95 %-Gaskonzentrationen für Durchführungen .....	32
Tabelle A.11 – Bereiche der typischen 90 %-Gaskonzentrationen, die in Kabeln beobachtet wurden .....	32
Tabelle A.12 – Typische Fehler in schaltenden Geräten .....	33