

I Dokumenteninformation	1
II Änderungsverzeichnis	1
1. Geltungsbereich.....	2
2. Allgemein	2
3. Entnahme von Isolierflüssigkeiten	3
3.1. Routineuntersuchung.....	3
3.2. Gas-in-Öl-Analyse	3
3.3. Kennzeichnung der Probe	4
4. Prüfverfahren Routineuntersuchung.....	4
4.1. Farbzahl.....	4
4.2. Wassergehalt.....	4
4.3. Durchschlagsspannung	4
4.4. Dielektrischer Verlustfaktor.....	5
4.5. Grenzflächenspannung.....	5

I Dokumenteninformation

Dokumentnummer	TMS VA1
Verfasser	TMS Energietechnik GmbH Großer Kamp 1C 22885 Barsbüttel
Seiten Dokument	5
Status	Freigegeben

II Änderungsverzeichnis

Revision	Freigabedatum	Änderung	Bearbeitung	Freigabe
0	11.10.2017	Erstausgabe als TMS VA 1	Rox	Höppner
1	12.11.2018	Diverse	Rox	Höppner



1. Geltungsbereich

Die nachfolgende Verfahrensanweisung gemäß VDEW-Ölbuch, Band 2, Isolierflüssigkeiten, 7. Ausgabe regelt die Probenahme von Isolierflüssigkeiten aus elektrischen Betriebsmitteln. Die allgemeinen Anweisungen werden durch gerätespezifische Hinweise ergänzt.

Die Sorgfalt, mit der eine Probe aus dem Gerät entnommen wird, beeinflusst die Bewertungsaussage für das betreffende Isolieröl entscheidend. Die Mitarbeiter sind entsprechend für die Ölproben vor Ort geschult.

2. Allgemein

Entnahmestellen von Einzelproben

Der Zweck der durchzuführenden Untersuchung bestimmt die Entnahmestelle. Normalerweise werden die Proben aus dem Teil des Behälters entnommen, bei dem die Wahrscheinlichkeit am größten ist, aussagekräftige Analysewerte zu erhalten.

Vorrichtungen zur Probenahme

Bei der Probenahme ist besonders darauf zu achten, dass für jeden Isolierflüssigkeitstyp getrennte Vorrichtungen verwendet werden, die vollkommen sauber und trocken sind. Je nach Art und Größe der Probenbehälter und der benötigten Probenmenge werden die Proben mittels Tauchbombe, Siphon, Schöpfer oder Stechheber entnommen oder am vorhandenen Auslassventil gezogen.

Probenbehälter

Als Probenbehälter für Isolieröle werden Flaschen aus braunem Glas, inaktinischem Klarglas oder aus gezogenem Aluminium verwendet. Die Probenbehälter müssen einwandfrei sauber, trocken und dicht verschließbar sein.

Probenmengen

Aus in Betrieb befindlichen elektrischen Betriebsmitteln wird je eine 1-Liter-Probe benötigt. Für eine PCB-Bestimmung wird eine 20-ml-Probe benötigt.

Durchführung der Probenahme

Es sind alle Vorkehrungen zu treffen, um die Isolierölprobe vor Verunreinigungen und Feuchtigkeitsaufnahme zu schützen. Die Probenahme aus elektrischen Betriebsmitteln im Freien sollte bei Regen, Nebel, Schneefall oder starkem Wind vermieden werden. Wenn die Probenahme bei solchen Wetterbedingungen durchgeführt werden muss, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen, um den Einfluss von Feuchtigkeit zu vermeiden.

Die Probenahme aus elektrischen Betriebsmitteln sollte vorzugsweise im warmen Zustand während des Betriebes oder kurz nach Außerbetriebnahme erfolgen. Diese Maßnahme ist besonders erforderlich, wenn die Probe auf Durchschlagsspannung und Wassergehalt geprüft werden soll. In diesen Fällen ist auch die Temperatur des Öls zur Zeit der Probenahme zu notieren und anzugeben.

Bei jeder Probenahme sind die Sicherheitsbestimmungen zu beachten. Insbesondere sind die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik DGUV 3 einzuhalten. Außerdem werden erforderliche Maßnahmen bei Arbeiten in elektrischen Anlagen in DIN EN 50110-1 / VDE 0105-1 vorgeschrieben. Probenahmen sollen grundsätzlich nach den Bestimmungen von DIN EN 60475 / VDE 0370-3 ausgeführt werden.



3. Entnahme von Isolierflüssigkeiten

3.1. Routineuntersuchung

Das Prüfverfahren zur Ermittlung des Zustandes von Neuölen und des Alterungszustandes von Betriebsölen wird gemäß DIN EN 60422 durchgeführt. Dabei wird das Isolieröl auf chemische und physikalische Kennzahlen untersucht.

Für die Probenahme zur Routineöluntersuchung gilt folgendes Vorgehen:

- Verschluss des Auslauf-Ventils „Ölprobe unten“ (oben, Mitte) lösen und Ventil (ggf. mit nichtfaserndem Lappen) reinigen.
- Eine ausreichende Menge Isolierflüssigkeit zur Spülung und Reinigung der Auslaufrohre und des Ventils ablassen und entsorgen.
- Die Probeflasche (1 l Inhalt, Aluminium- oder Klarglasflasche) mit ca. 200 ml der zu prüfenden Flüssigkeit spülen und entsorgen.
- Probeflasche (1 l Inhalt, Aluminium- oder Klarglasflasche) mit der zu prüfenden Flüssigkeit unter Vermeidung von Lufteinschlüssen vorsichtig komplett füllen und sofort verschließen.
- Auslauf-Ventil schließen.
- Probe umgehend an die Prüfstelle weitergeben.

3.2. Gas-in-Öl-Analyse

Bei der Gas-in-Öl-Analyse werden die in Betriebsölen gelösten Gase bestimmt. Das Ergebnis einer Gas-in-Öl-Analyse (DGA) ist in besonderem Maße von einer sehr sorgfältigen Probenahme abhängig. Als Grundlage für diese spezielle Probenahme gilt grundsätzlich DIN EN 60567 / VDE 0370 Teil 9.

Für die Probenahme zur Gas-in-Öl-Analyse gilt folgendes Vorgehen:

- Als Probenbehälter dürfen nur Aluminiumflaschen und Glasflaschen (Inhalt 1 l) mit Schraub- bzw. Schnappverschluss verwendet werden. Der Verschluss muss so dicht sein, dass beim Abkühlen der Probe durch das dabei entstehende Vakuum keine Luft eingesaugt wird. Besonders geeignet sind Aluminium-Flaschen in biegeweicher Ausführung. Kunststoffbehälter sind ungeeignet.
- An das Ablaufventil „Ölprobe“ des Transformatorkessels wird ein Kunststoffschlauch angeschraubt. Ca. 3 bis 5 l Isolierflüssigkeit werden zur Reinigung des Zulaufrohres und des Ventils abgelassen und entsorgt.
- Erst jetzt die Flasche öffnen und den Schlauch bis zum Boden einführen. Die Flasche von unten hin abziehen und Flasche sofort verschließen, um den Kontakt mit der Luft zu unterbinden.
- Ventil schließen.
- Während des Erhaltens der Ölprobe muss der eventuell verwendete thermoplastische Kunststoff-Schraubverschluss mehrmals nachgezogen werden.
- Probe sofort zur Analyse ins Labor schicken. Zur Vermeidung starker Temperaturabnahmen oder Temperaturwechsel während des Transportes werden besondere Thermobehälter verwendet.



3.3. Kennzeichnung der Probe

Um Verwechslungen der Ölproben untereinander zu vermeiden, werden die Probeflaschen eindeutig gekennzeichnet. Hierfür wird ein entsprechender Vordruck verwendet, der auf die Probeflasche geklebt wird. Auf diese Weise werden fehlerhafte Eingaben vermieden.

4. Prüfverfahren Routineuntersuchung

Die mit dem Öl in Berührung kommenden Geräte werden vor der Prüfung jeweils zweimal gespült.

4.1. Farbzahl

Zweck der Bestimmung:

Die Farbzahl gibt einen Hinweis, ob die Isolierflüssigkeit gealtert oder verunreinigt ist. Sie wird durch Vergleich mit einer genormten Farbskala festgestellt.

Kurzbeschreibung des Verfahrens:

Die Probe wird in einem Reagenzglas mit 15 mm Durchmesser gegen eine Lichtquelle gehalten und mit den 8 unterschiedlich getönten Farbfolien der Farbtafel verglichen. Als Farbzahl der Probe wird die Zahl der Farbfolie angegeben, die der Farbe der Folie am nächsten kommt.

4.2. Wassergehalt

Zweck der Bestimmung:

Wasser setzt die Durchschlagsspannung von Isolierflüssigkeiten deutlich herab. Der Wert des Wassergehaltes gibt einen Hinweis, ob eine Trocknung der Isolierflüssigkeit und des Betriebsmittels erforderlich ist.

Kurzbeschreibung der Verfahren:

Zu der 100g Probe, die in einem mit Karl-Fischer-Lösung (KFL) getrockneten Medium gelöst und dispergiert ist, wird unter Ausschluss der Luftfeuchte ein weiteres Volumen KFL solange zugegeben, bis der Titrationsendpunkt nach dem Endpunktverfahren erreicht ist. Aus dem zur Titration verbrauchten Volumen KFL und ihrem Titer wird der Wassergehalt der Probe berechnet.

4.3. Durchschlagsspannung

Zweck der Bestimmung:

Die Durchschlagsspannung dient zur Ermittlung des Isoliervermögens der Isolierflüssigkeit. Sie wird durch Verunreinigungen, wie Staub und Wasser, negativ beeinflusst.

Die Durchschlagsspannung ist der Effektivwert einer sinusförmigen 50 Hz-Wechselspannung, bei der die Spannung zwischen zwei 2,5 mm entfernten Kugelkalotten-Elektroden unter Abbau der Ölmoleküle (Gas- und Rus-Bildung) zusammenbricht.

Kurzbeschreibung des Verfahrens:

Die Probe des Öles sollte bei Betriebstemperatur entnommen werden, da nur dann der Wert der Durchschlagsspannung aussagekräftig ist. Analysen werden immer bei Raumtemperatur durchgeführt, so dass auch Proben, die bei einer Temperatur von <20°C entnommen wurden, Rückschlüsse auf die Durchschlagsspannung zulassen.



Die Spannung wird mit einer Geschwindigkeit von 2 kV/s bis zum Durchschlag gesteigert. Die Prüfung wird sechsmal hintereinander im Abstand von je 2 Minuten durchgeführt. Zwischen jedem Durchschlag wird die Ölprobe zur Verteilung des nach dem Durchschlag sich bildenden Rußfadens gerührt. Als Ergebnis wird der arithmetische Mittelwert, gerundet auf 1 kV, aus den 6 Messungen angegeben.

4.4. Azidität

Zweck der Bestimmung:

Die Azidität (Neutralisationszahl) eines Öles ist ein Maß für die sauren Bestandteile oder Verunreinigungen im Öl.

Der Anstieg der Azidität von Öl in Betrieb ist ein guter Indikator für die Alterungsgeschwindigkeit.

Kurzbeschreibung der Verfahren:

4.5. Dielektrischer Verlustfaktor

Zweck der Bestimmung:

Der dielektrische Verlustfaktor ist definiert als der Quotient aus dem in einem Messkreis fließenden Wirk- und Blindstrom. Er ist der Tangens des Verlustwinkels δ , um den die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung von $\pi/2=90^\circ$ abweicht. Der dielektrische Verlustfaktor gibt also Hinweise über die Höhe der im Betrieb auftretenden dielektrischen Verluste in der Isolierflüssigkeit.

Kurzbeschreibung des Verfahrens:

Der dielektrische Verlustfaktor ist stark temperaturabhängig. Zur besseren Differenzierung wird er definitionsgemäß bei 90°C bestimmt.

In der aus öl- und temperaturbeständigem Werkstoff (z.B. Edelstahl) bestehenden Meßzelle wird die Isolierflüssigkeit auf 90°C aufgeheizt. Zwischen die beiden Elektroden der Meßzelle mit einem Abstand von 2 mm, einem Füllvolumen von etwa 45 ml und einer Leerkapazität von mindestens 30 pF, wird eine Feldstärke von 1 kV/mm gelegt. Der dielektrische Verlustfaktor wird auf 0,001 genau bestimmt.

4.6. Grenzflächenspannung

Zweck der Bestimmung:

Die Grenzflächenspannung ist die Tension, die an der Grenzfläche zwischen zwei Flüssigkeiten herrscht und die Grenzfläche zu verkleinern versucht. Sie ist die Folge der gegenseitigen Anziehung der Flüssigkeitsmoleküle. Durch Bildung von sauerstoffhaltigen, hydrophilen Alterungsprodukten wird die Grenzflächenspannung zwischen Mineralöl und Wasser während der Betriebszeit verringert.

Kurzbeschreibung des Verfahrens:

Ein Grenzflächenspannungsmessgerät (Interfacial-Tensiometer) besteht aus einem Platinring mit definiertem Umfang. Es wird die Kraft bestimmt, die nötig ist, um den Ring von der Flüssigkeit mit größerer Dichte (z.B. Wasser) über die Grenzfläche zu der überlagerten Flüssigkeit mit geringerer Dichte (z.B. Mineralöl) überzuführen.

Das interfacial-Tensiometer wird durch Messung der Oberflächenspannung zwischen Wasser und Luft geeicht. Eine sorgfältige Reinigung der Oberfläche des Platinrings ist die Voraussetzung für eine einwandfreie Messung.

