

	DIN EN 60422 (VDE 0370-2)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.040.10 Ersatz für DIN 57370-2 (VDE 0370-2):1978-12 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Richtlinie zur Überwachung und Wartung von Isolierölen auf Mineralölbasis in elektrischen Betriebsmitteln (IEC 60422:2005); Deutsche Fassung EN 60422:2006 Mineral insulating oils in electrical equipment – Supervision and maintenance guidance (IEC 60422:2005); German version EN 60422:2006 Huiles minérales isolantes dans les matériels électriques – Lignes directrices pour la maintenance et de surveillance (CEI 60422:2005); Version allemande EN 60422:2006 Gesamtumfang 48 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-04-04 angenommene EN 60422 gilt als DIN-Norm ab 2007-02-01.

Daneben darf **DIN 57370-2 (VDE 0370-2):1978-12** noch bis 2009-05-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60422 (VDE 0370-2):2003-04.

Die deutschen und österreichischen Experten des K 182 bzw. der IEC/TC10/WG22 sind der Auffassung, dass in der vorliegenden Neubearbeitung der IEC 60422 die Verfahren zur Bestimmung des Wassergehaltes und zur Interpretation dieser Werte technisch nicht richtig sind und sich daher bei der Anwendung möglicherweise Risiken für die betreffenden Betriebsmittel ergeben können.

Dies wird wie folgt begründet:

Im Kapitel 6.4 „Wassergehalt“ wird in der Norm ein Verfahren beschrieben, das die bei unterschiedlichen Öltemperaturen erhaltenen Wassergehalte unter Anwendung einer Korrekturformel zu vergleichbaren Werten führen soll. Hierbei wird vorausgesetzt, dass der Gleichgewichtszustand der Wasserverteilung zwischen dem Öl und der Zellulose bei der betreffenden Temperatur vorliegt.

Dieser Zustand ist jedoch nicht klar definiert und in den meisten praktischen Fällen auch nicht erreichbar.

Untersuchungen an einem Transformator belegen, dass die Umrechnung des Wassergehaltes im Öl bei unterschiedlichen Temperaturen in definierten Zeitintervallen zu Abweichungen des durch die Korrekturformel gemäß 6.4.4.2 korrigierten Wassergehaltes von bis zu 100 % führen.

Bei Anwendung der Umrechnungsformel gemäß 6.4.4.2 auf das Zellulose-/Öl-System in unterschiedlichen Trafos mit unterschiedlichem Alterungszustand, Bauart etc. werden diese Abweichungen noch übertroffen.

Eine Bewertung der berechneten Wassergehalte gemäß Tabelle 5 kann zu Fehlinterpretationen und in der Folge zu Schäden an dem betreffenden Betriebsmittel führen.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 182 „Flüssigkeiten und Gase für elektrotechnische Anwendung“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 10 „Fluids for electrotechnical applications“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Änderungen

Gegenüber **DIN 57370-2 (VDE 0370-2):1978-12** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Diese Norm beruht auf einer ausführlichen Neubearbeitung der 2. Ausgabe der IEC 60422. Die einzelnen Abschnitte der weitgehend beibehaltenen Gliederung wurden wesentlich erweitert und neu formuliert, wobei Umweltschutzfragen stärker berücksichtigt wurden. Der Umgang mit Ölen, die mit Polychlorierten Biphenylen (PCB) verunreinigt sind, wird ausführlich behandelt. Die Ölprüfungen wurden um die Verfahren zur Partikelzählung, zur Mischbarkeit von Isolierölen, Bestimmung von PCB und korrosivem Schwefel erweitert. Der Tabellenteil zur Durchführung und Bewertung der Untersuchungen wurde überarbeitet und ist nun

detaillierter, und er wurde außerdem um eine Bewertung von Verunreinigungsgehalten im Isolieröl von Leistungstransformatoren, die durch Laserzählung ermittelt wurden, erweitert.

Frühere Ausgaben

DIN 57370-2 (VDE 0370-2):1978-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60156:1995	IEC 60156:1995	DIN EN 60156 (VDE 0370-5):1996-03	VDE 0370-5
EN 60247:2004	IEC 60247:2004	DIN EN 60247 (VDE 0380-2):2005-01	VDE 0380-2
EN 60296:2004 + Corr.:2004	IEC 60296:2003	DIN EN 60296 (VDE 0370-1):2005-01	VDE 0370-1
–	IEC 60354	–	–
–	IEC 60475	DIN VDE 0370-3 (VDE 0370-3):1980-02	VDE 0370-3
EN 60567:2005	IEC 60567:2005	DIN EN 60567 (VDE 0370-9):2006-05	VDE 0370-9
EN 60599:1999	IEC 60599:1999	DIN EN 60599 (VDE 0370-7):1999-12	VDE 0370-7
–	IEC 60666	–	–
EN 60814:1997	IEC 60814:1997	DIN EN 60814 (VDE 0370-20):1999-03	VDE 0370-20
–	IEC 60970:1989	DIN IEC 60970 (VDE 0370-14):1998-01	VDE 0370-14
EN 61125:1993 + A1:2004	IEC 61125:1992 + A1:2004	DIN EN 61125 (VDE 0380-4):2005-03	VDE 0380-4
EN 61198:1994	IEC 61198:1993	DIN EN 61198 (VDE 0380-6):1995-03	VDE 0380-6
EN 61619:1997	IEC 61619:1997	DIN EN 61619 (VDE 0371-8):1998-02	VDE 0371-8

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 62021-1:2003	IEC 62021-1:2003	DIN EN 62021-1 (VDE 0370-31):2004-06	VDE 0370-31
–	ISO 2049:1996	DIN ISO 2049:2001-06	–
EN ISO 2719:2002	ISO 2719:2002	DIN EN ISO 2719:2003-09	–
–	ISO 3016	DIN ISO 3016:1982-10	–
EN ISO 3104:1996 + AC:1999	ISO 3104:1994 + Corr. 1:1997	DIN EN ISO 3104:1999-12	–
EN ISO 3675:1998	ISO 3675:1998	DIN EN ISO 3675:1999-11	–
–	ISO 4406	–	–
–	ISO 4407	–	–
–	ISO 4793	–	–
–	ISO 5662	–	–
–	ISO/IEC Guide 73	–	–
–	ASTM D971-99a:2004	–	–
–	–	DIN 51353:1985-12	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN 51353:1985-12, *Prüfung von Isolierölen – Prüfung auf korrosiven Schwefel – Silberstreifenprüfung*

DIN EN 60156 (VDE 0370-5):1996-03, *Isolierflüssigkeiten – Bestimmung der Durchschlagsspannung bei Netzfrequenz – Prüfverfahren (IEC 60156:1995); Deutsche Fassung EN 60156:1995*

DIN EN 60247 (VDE 0380-2):2005-01, *Isolierflüssigkeiten – Messung der Permittivitätszahl, des dielektrischen Verlustfaktors ($\tan \delta$) und des spezifischen Gleichstrom-Widerstandes (IEC 60247:2004); Deutsche Fassung EN 60247:2004*

DIN EN 60296 (VDE 0370-1):2005-01, *Flüssigkeiten für elektrotechnische Anwendungen – Neue Isolieröle für Transformatoren und Schaltgeräte (IEC 60296:2003); Deutsche Fassung EN 60296:2004 + Corrigendum:2004*

DIN EN 60567 (VDE 0370-9):2006-05, *Ölgefüllte elektrische Betriebsmittel – Probennahme von Gasen und von Öl für die Analyse freier und gelöster Gase – Anleitung (IEC 60567:2005); Deutsche Fassung EN 60567:2005*

DIN EN 60599 (VDE 0370-7):1999-12, *In Betrieb befindliche, mit Mineralöl imprägnierte elektrische Geräte – Leitfaden zur Interpretation der Analyse gelöster und freier Gase (IEC 60599:1999); Deutsche Fassung EN 60599:1999*

DIN EN 60814 (VDE 0370-20):1999-03, *Isolierflüssigkeiten – Ölprägniertes Papier und ölprägnierter Pressspan – Bestimmung von Wasser mit automatischer Karl-Fischer-Titration (IEC 60814:1997); Deutsche Fassung EN 60814:1997*

DIN EN 61125 (VDE 0380-4):2005-03, *Neue Isolierflüssigkeiten auf Mineralölbasis – Prüfverfahren zur Beurteilung der Oxidationsbeständigkeit (IEC 61125:1992 + A1:2004); Deutsche Fassung EN 61125:1993 + A1:2004*

DIN EN 61198 (VDE 0380-6):1995-03, *Isolieröle auf Mineralölbasis – Prüfverfahren zur Bestimmung von Furfurol und verwandten Verbindungen (IEC 61198:1993); Deutsche Fassung EN 61198:1994*

DIN EN 61619 (VDE 0371-8):1998-02, *Isolierflüssigkeiten – Verunreinigungen durch Polychlorierte Biphenyle (PCBs) – Verfahren zur Bestimmung mittels Kapillar-Gaschromatographie (IEC 61619:1997); Deutsche Fassung EN 61619:1997*

DIN EN 62021-1 (VDE 0370-31):2004-06, *Isolierflüssigkeiten – Bestimmung des Säuregehaltes – Teil 1: Automatische potentiometrische Titration (IEC 62021-1:2003); Deutsche Fassung EN 62021-1:2003*

DIN EN ISO 2719:2003-09, *Bestimmung des Flammpunktes – Verfahren nach Pensky-Martens mit geschlossenem Tiegel (ISO 2719:2002); Deutsche Fassung EN ISO 2719:2002*

DIN EN ISO 3104:1999-12, *Mineralölerzeugnisse – Durchsichtige und undurchsichtige Flüssigkeiten – Bestimmung der kinematischen Viskosität und Berechnung der dynamischen Viskosität (ISO 3104:1994 + Corr. 1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 3104:1996 + AC:1999*

DIN EN ISO 3675:1999-11, *Rohöl und flüssige Mineralölerzeugnisse – Bestimmung der Dichte im Labor – Aräometer-Verfahren (ISO 3675:1998); Deutsche Fassung EN ISO 3675:1998*

DIN IEC 60970 (VDE 0370-14):1998-01, *Verfahren zur Bestimmung der Anzahl und Größen von Teilchen in Isolierflüssigkeiten (IEC 60970:1989)*

DIN ISO 2049:2001-06, *Mineralölerzeugnisse – Bestimmung der Farbe (ASTM-Skala) (ISO 2049:1996)*

DIN ISO 3016:1982-10, *Mineralölerzeugnisse – Bestimmung des Pourpoints*

DIN VDE 0370-3 (VDE 0370-3):1980-02, *Isolieröle – Verfahren zur Probenahme von Isolierflüssigkeiten [VDE-Richtlinie]*

– Leerseite –

Richtlinie zur Überwachung und Wartung von Isolierölen auf Mineralölbasis in elektrischen Betriebsmitteln
(IEC 60422:2005)

Mineral insulating oils in electrical equipment –
Supervision and maintenance guidance
(IEC 60422:2005)

Huiles minérales isolantes dans les matériels
électriques –
Lignes directrices pour la maintenance et de
surveillance
(CEI 60422:2005)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-04-04 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2006 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60422:2006 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 10/636/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe von IEC 60422, ausgearbeitet von dem IEC/TC 10 „Fluids for electrotechnical applications“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-04-04 als EN 60422 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2007-02-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-05-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60422:2005 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60567	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60567:2005 (nicht modifiziert).
IEC 60599	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60599:1999 (nicht modifiziert).
IEC 61198	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61198:1994 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Allgemeine Hinweise	7
4.1 Allgemeine Sicherheitshinweise	7
4.2 Umwelt.....	8
5 Eigenschaften und Alterung/Abbau des Öles.....	8
6 Ölprüfungen und ihre Bedeutung	8
6.1 Allgemeines	8
6.2 Farbe und Aussehen	9
6.3 Durchschlagspannung.....	9
6.4 Wassergehalt.....	10
6.5 Azidität	13
6.6 Permittivitäts-Verlustfaktor (DDF = Dielectric Dissipation Factor) und spezifischer Widerstand.....	13
6.7 Inhibitorgehalt und Oxidationsstabilität.....	16
6.8 Feste Fremdstoffe und Schlamm	17
6.9 Grenzflächenspannung (IFT).....	17
6.10 Partikelzählung	17
6.11 Flammpunkt.....	18
6.12 Mischbarkeit/Kompatibilität von Isolierölen	18
6.13 Pourpoint	18
6.14 Dichte.....	19
6.15 Viskosität	19
6.16 Polychlorierte Biphenyle (PCBs)	19
6.17 Korrosiver Schwefel.....	19
7 Ölprobenahme aus Betriebsmitteln	19
8 Kategorien der Geräte	20
9 Bewertung von Isolieröl auf Mineralölbasis in neuen Betriebsmitteln	20
10 Bewertung des Öles im Betrieb	21
10.1 Allgemeines	21
10.2 Häufigkeit der Untersuchung der Öle im Betrieb.....	22
10.3 Prüfverfahren.....	23
10.4 Klassifizierung des Zustandes von Betriebsölen.....	24
10.5 Korrekturmaßnahmen.....	24
11 Handhabung und Lagerung.....	29

	Seite
12 Aufbereitung.....	30
12.1 Allgemeines	30
12.2 Reinigung.....	30
12.3 Regenerierung	33
12.4 Reinigung von Ölen, die PCB enthalten	35
13 Ölwechsel in elektrischen Betriebsmitteln	35
13.1 Ölwechsel in Transformatoren mit einer Nennspannung unter 72,5 kV und in Schalteranlagen und zugehörigen Betriebsmitteln	35
13.2 Ölwechsel in Transformatoren mit einer Nennspannung von 72,5 kV und darüber.....	36
13.3 Ölwechsel in mit PCB verunreinigten Transformatoren.....	36
Anhang A (informativ) Probenahmetemperatur unter 20 °C.....	37
Anhang B (informativ) Partikel	38
Anhang C (informativ) Prüfverfahren zur Bestimmung von Festpartikeln und Schlamm	39
Literaturhinweise	40
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	41
 Bild 1 – Beispiel für die Änderung des Sättigungsgehalts von Wasser in Isolieröl nach IEC 60296 in Abhängigkeit von Öltemperatur und Azidität	11
Bild 2 – Typische Korrekturfaktoren	12
Bild 3 – Beispiel für Änderung des spezifischen Widerstandes von Isolierölen mit der Temperatur.....	15
 Tabelle 1 – Prüfverfahren für Isolieröle auf Mineralölbasis.....	9
Tabelle 2 – Kategorien der Geräte.....	20
Tabelle 3 – Empfohlene Grenzwerte für Isolieröle auf Mineralölbasis nach Einfüllung in neue elektrische Betriebsmittel vor der Inbetriebnahme	21
Tabelle 4 – Empfohlene Häufigkeit der Untersuchungen	23
Tabelle 5 – Durchführung und Bewertung der Untersuchungen	25
Tabelle 6 – Korrekturmaßnahmen	29
Tabelle 7 – Bedingungen für die Aufbereitung inhibierter Isolieröle auf Mineralölbasis.....	31
Tabelle A.1 – Richtlinien für die Deutung der Werte der prozentualen Sättigung	37
Tabelle B.1 – Beispiele von Verunreinigungsgehalten [Partikel], die im Isolieröl von Leistungstransformatoren durch Laserzählung ermittelt wurden (ISO 4406).....	38

Einleitung

Isolieröle auf Mineralölbasis werden in elektrischen Betriebsmitteln bei Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Verbrauch von elektrischer Energie eingesetzt, so dass die weltweit in Betrieb befindliche Ölmenge inzwischen mehrere hunderttausend Tonnen beträgt.

Die Gewährleistung der Betriebssicherheit der ölgefüllten Betriebsmittel erfordert die Überwachung und Wartung der Betriebsöle. In vielen Ländern sind zu diesem Zweck von den Energiebehörden, den Energieversorgungsunternehmen und der Industrie entsprechende Vorschriften erstellt worden.

Eine Übersicht über die bisher vorliegenden Erfahrungen zeigt eine große Verschiedenheit der Verfahren und angewandten Kriterien. Es ist jedoch möglich, den Wert und die Bedeutung der genormten Ölprüfverfahren zu vergleichen und einheitliche Kriterien zur Bewertung der Prüfergebnisse zu empfehlen.

Wenn ein bestimmtes Maß der Ölalterung (durch Zersetzung oder Verunreinigung) überschritten ist, sinkt unvermeidlich die Betriebssicherheit und die Frage nach dem Risiko einer vorzeitigen auftretenden Betriebsstörung sollte gestellt werden. Während die quantitative Bewertung des Ausmaßes des Risikos sehr schwierig sein kann, besteht ein erster Schritt darin, mögliche Auswirkungen einer fortgeschrittenen Alterung zu untersuchen. Der hier vorliegenden Norm bzw. Richtlinie liegt die Philosophie zugrunde, den Betreibern eine möglichst breite Wissensbasis und so umfangreiche Kenntnisse über die Vorgänge bei der Alterung des Isolieröles zur Verfügung zu stellen, dass sie in die Lage versetzt werden, fundierte Entscheidungen bezüglich durchzuführender Untersuchungs- und Wartungsmaßnahmen treffen zu können.

Ungebrauchte Mineralöle sind nicht erneuerbare Ressourcen und sollten in diesem Sinne eingesetzt werden. Gebrauchte Mineralöle unterliegen im Regelfall der Abfallkontrolle. Leckagen können umweltschädigende Auswirkungen haben, insbesondere wenn das Öl durch persistente organische Verunreinigungen wie Polychlorierte Biphenyle (PCB) verunreinigt ist.

Die in dieser Norm gegebenen Richtlinien, obwohl technisch einwandfrei, sollen hauptsächlich als allgemeine Grundlage zur Vorbereitung besonderer und vollständigerer Vorschriften durch die Betreiber unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten dienen. Ein ingenieurtechnisch einwandfreies Urteil ist bei der Suche nach dem besten Kompromiss zwischen technischen Erfordernissen und betriebswirtschaftlichen Faktoren erforderlich.

Die Betriebsanweisungen der Gerätehersteller sind zu berücksichtigen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm ist eine Anleitung zur Überwachung und Wartung der Isolierölqualität in elektrischen Betriebsmitteln.

Diese Norm gilt für Isolieröle auf Mineralölbasis, die die Anforderungen nach IEC 60296 erfüllen und die in Transformatoren, Schaltern, Wandlern und ähnlichen elektrischen Betriebsmitteln enthalten sind, aus denen Ölproben entnommen werden können, und die unter normalen Betriebsbedingungen, wie in der Gerätebeschreibung ausgewiesen, eingesetzt sind.

Diese Norm dient dazu, dem Betreiber von elektrischen Betriebsmitteln eine Hilfestellung zu geben, den Zustand des Öles im Betriebsmittel zu bewerten und das Öl in leistungsfähigem Zustand zu erhalten. Sie dient ebenfalls als gemeinsame Grundlage für die Erstellung von genaueren und vollständigeren örtlichen Vorschriften für die Anwendung in der Praxis.

Diese Norm enthält Empfehlungen für genormte Prüfverfahren, Bewertungsmethoden und Richtlinien zur Reinigung und Regenerierung des Öles und zur Dekontaminierung von mit PCB verunreinigtem Öl.

ANMERKUNG Die Zustandsüberwachung elektrischer Betriebsmittel, z. B. durch Analyse gelöster Gase, Furanverbindungen oder anderer Art, liegt außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60156, *Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method*

IEC 60247, *Insulating liquids – Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and d.c. resistivity*

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60475, *Method of sampling liquid dielectrics*

IEC 60666, *Detection and determination of specified anti-oxidant additives in insulating oils*

IEC 60814, *Insulating liquids – Oil-impregnated paper and pressboard – Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration*

IEC 60970, *Methods for counting and sizing particles in insulating liquids*

IEC 61125, *Unused hydrocarbon-based insulating liquids – Test methods for evaluating the oxidation stability*

IEC 61619, *Insulating liquids – Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) – Method of determination by capillary column gas chromatography*

IEC 62021-1, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 1: Automatic potentiometric titration*

ISO 2049, *Petroleum products – Determination of colour (ASTM scale)*

ISO 2719, *Petroleum products and lubricants – Determination of Flash Point Pensky-Martens closed cup method*

ISO 3016, *Petroleum Oils – Determination of pour point*

ISO 3104, *Petroleum products – Transparent and opaque liquids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*

ISO 3675, *Crude petroleum and liquid petroleum products – Laboratory determination of density – Hydrometer method*

ASTM D971-99a:2004, *Standard test method for interfacial tension of oil against water by the ring method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Verteiltransformator

kleiner Transformator mit üblicherweise weniger als 2 MVA, der von Energieversorgern zur Verteilung elektrischer Energie eingesetzt wird

3.2

Industrietransformator oder Strategischer Transformator

Transformator, der ungeachtet seiner Spannung und Nennleistung hauptsächlich von der Industrie eingesetzt wird und eine kritische Funktion bei der Energieversorgung dieser Industrie erfüllt

3.3

örtliche Vorschriften

Vorschriften, die sich auf ein besonderes Verfahren im betreffenden Land beziehen

ANMERKUNG Sie können durch örtliche, regionale oder nationale Gesetzgebung bestimmt sein oder sogar durch den Besitzer oder Betreiber des Betriebsmittels. Jede Kombination davon muss daher immer als die am meisten Zwingende angesehen werden. Jeder Anwender dieser Norm ist verpflichtet, sich mit den Vorschriften vertraut zu machen, die sich auf seine Situation beziehen. Diese können sich auf betriebliche, Umwelt- oder Gesundheits- und Sicherheitsaspekte beziehen. In der Regel ist eine umfassende Risikoanalyse erforderlich.

3.4

Routineprüfungen (Gruppe 1)

erforderliche Mindestprüfungen, um das Öl zu überwachen und um seine Eignung für den weiteren Betrieb sicherzustellen

ANMERKUNG Überschreiten die Ergebnisse dieser Prüfungen nicht die empfohlenen Grenzwerte, sind üblicherweise keine weiteren Prüfungen bis zum nächsten regulären Untersuchungszeitpunkt erforderlich, aber unter bestimmten beobachteten Bedingungen können ergänzende Prüfungen sinnvoll sein.

3.5

ergänzende Prüfungen (Gruppe 2)

das sind zusätzliche Prüfungen, die angewendet werden können, um weitere spezielle Informationen über die Ölqualität zu erhalten, und die bei der Bewertung des Öles für die Weiterverwendung im Betrieb hilfreich sein können

3.6

spezielle Grundsatzprüfungen (Gruppe 3)

diese Prüfungen werden hauptsächlich angewendet, um die Eignung des Öles für den verwendeten Betriebsmitteltyp zu bestimmen und um in einigen Fällen die Verträglichkeit mit Umwelt- oder betrieblichen Überlegungen abzusichern

3.7

Regenerierung

Verfahren, mit dem Wasser, feste Partikel und Verunreinigungen aus dem Öl durch physikalische Behandlung entfernt werden

3.8

Rückgewinnung

Verfahren, mit dem lösliche und unlösliche polare Verunreinigungen aus dem Öl durch chemische und physikalische Behandlung entfernt werden

3.9

PCB-Dekontaminierung

Verfahren, mit dem Verunreinigungen durch PCB aus dem Öl entfernt werden können

4 Allgemeine Hinweise

4.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Diese Internationale Norm erhebt keinen Anspruch darauf, alle Sicherheitsprobleme zu behandeln, die im Zusammenhang mit ihrer Verwendung auftreten könnten. Es liegt in der Verantwortung des Nutzers der Norm, geeignete Gesundheits- und Sicherheitsrichtlinien festzulegen und die Anwendbarkeit von Bestimmungen vor der Ausführung sicherzustellen.

Die Mineralöle, die Gegenstand dieser Norm sind, sollten mit besonderer Aufmerksamkeit bezüglich der Hygiene gehandhabt werden. Der direkte Kontakt mit den Augen kann leichte Reizungen hervorrufen. Im Fall von Augenkontakt wird empfohlen, mit reichlich klarem, fließendem Wasser zu spülen und einen Arzt aufzusuchen. Für weitere Informationen ist auf das Sicherheitsdatenblatt des Herstellers zurückzugreifen. Bei eini-

gen der in dieser Norm spezifizierten Versuche können Abläufe auftreten, die zu einer gefährlichen Situation führen können. Hierzu wird auf die einschlägigen Normen und Sicherheitsbestimmungen hingewiesen.

4.2 Umwelt

Diese Norm ist für Mineralöle, Chemikalien und gebrauchte Sammelbehälter anwendbar.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Tatsache zu richten, dass zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Norm einige Mineralöle bekannt sind, die bis zu einem gewissen Grad mit PCBs verunreinigt sind. Daher müssen Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden, um eine Gefährdung von Beschäftigten, der Öffentlichkeit und der Umwelt zu vermeiden. Deshalb muss für die gesamte Lebensdauer des Betriebsmittels eine strenge Kontrolle auf Leckagen und Emissionen erfolgen. Entsorgung oder Reinigung dieser Öle muss streng entsprechend der lokalen Vorschriften erfolgen. Jede Vorsichtsmaßnahme sollte getroffen werden, um eine Freisetzung von Mineralölen in die Umwelt zu vermeiden.

5 Eigenschaften und Alterung/Abbau des Öles

Die zuverlässige Leistungsfähigkeit eines Isolieröles auf Mineralölbasis in einem Isoliersystem beruht auf bestimmten Grundeigenschaften des Öles, die die gesamte Betriebssicherheit des elektrischen Betriebsmittels beeinflussen können.

Um seine vielfältigen Aufgaben als Dielektrikum, Kühlmittel und zur Lichtbogenlöschung zu leisten, muss das Öl bestimmte Grundeigenschaften besitzen, insbesondere:

- hohe dielektrische Festigkeit, um der elektrischen Beanspruchung während des Betriebes zu widerstehen;
- ausreichend niedrige Viskosität, um seine Fähigkeit zu zirkulieren und Wärme zu transportieren, nicht zu beeinträchtigen;
- ausreichende Tieftemperatureigenschaften bis zur niedrigsten Temperatur, die am Aufstellungsort erwartet wird;
- Oxidationsstabilität, um maximale Lebensdauer im Betrieb zu gewährleisten.

Mineralöl altert während des Betriebes infolge der auftretenden Beanspruchung. Bei vielen Anwendungen steht das Isolieröl in Kontakt mit der Luft und ist daher der Oxidation ausgesetzt. Erhöhte Temperaturen beschleunigen die Degradation des Öles. Anwesende Metalle, metallorganische Verbindungen oder beides können als Katalysator bei der Oxidation wirken. Farbänderungen, die Bildung saurer Verbindungen und das Ausfallen von Schlamm können bei fortgeschrittener Degradation auftreten. Die dielektrischen und in extremen Fällen die thermischen Eigenschaften können dadurch beeinträchtigt werden.

Zusätzlich zu den Oxidationsprodukten können sich während des Betriebes viele andere unerwünschte Verunreinigungen, einschließlich Wasser, festen Partikeln und öllöslichen polaren Verbindungen im Öl ansammeln und seine elektrischen Eigenschaften beeinflussen.

Die Anwesenheit solcher Verunreinigungen und alle Abbauprodukte des Öles werden durch Änderung einer oder mehrerer Eigenschaften angezeigt, wie in [Tabelle 1](#) beschrieben.

Die Alterung anderer Konstruktionsmaterialien, durch die eine einwandfreie Funktion des elektrischen Betriebsmittels beeinflusst und seine Lebensdauer verkürzt werden kann, können auch durch Änderung der Öleigenschaften angezeigt werden.

6 Ölprüfungen und ihre Bedeutung

6.1 Allgemeines

Für Isolieröle in elektrischen Betriebsmitteln steht eine große Anzahl von Prüfverfahren zur Verfügung. Die in [Tabelle 1](#) aufgeführten und in [6.2 bis 6.10](#) beschriebenen Prüfverfahren werden als ausreichend angesehen,

um festzulegen, ob der Ölzustand für den weiteren Betrieb ausreicht und gegebenenfalls die Art der Korrekturmaßnahme vorzuschlagen. Die Prüfverfahren werden nicht in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit aufgeführt.

Tabelle 1 – Prüfverfahren für Isolieröle auf Mineralölbasis

Eigenschaft	Gruppe ^(d)	Unterabschnitt	Verfahren
Farbe und Aussehen	1	6.2	ISO 2049
Durchschlagsspannung	1	6.3	IEC 60156
Wassergehalt	1	6.4	IEC 60814
Azidität (Neutralisationszahl)	1	6.5	IEC 62021-1
Permittivitäts-Verlustfaktor (DDF) oder spezifischer Widerstand	1	6.6	IEC 60247
Inhibitorgehalt ^(c)	1	6.7	IEC 60666
Ablagerungen und Schlamm	2	6.8	Anhang C
Grenzflächenspannung (IFT) ^(a)	2	6.9	ASTM D971-99A
Partikel (Partikelzählung)	2	6.10	IEC 60970
Oxidationsstabilität ^(a)	3	6.7.4	IEC 61125
Flammpunkt ^(b)	3	6.11	ISO 2719
Mischbarkeit ^(b)	3	6.12	IEC 61125
Pourpoint ^(b)	3	6.13	ISO 3016
Dichte ^(b)	3	6.14	ISO 3675
Viskosität ^(b)	3	6.15	ISO 3104
Polychlorierte Biphenyle (PCBs)	3	6.16	IEC 61619
Korrosiver Schwefel ^(a)	3	6.17	DIN 51353 [5] ¹⁾
^(a) Wird nur bei bestimmten Bedingungen benötigt, siehe entsprechenden Unterabschnitt. ^(b) Nicht wesentlich, kann aber zur Bestimmung des Typs verwendet werden. ^(c) Nur für inhibierte Öle. ^(d) Gruppe 1 Routineprüfungen, Gruppe 2 ergänzende Prüfungen, Gruppe 3 spezielle Grundsatzprüfungen.			

6.2 Farbe und Aussehen

Die Farbe eines Isolieröles wird bei durchfallendem Licht bestimmt und durch einen Zahlenwert beschrieben, der auf einem Vergleich mit einer Serie von Standardfarben beruht. Es handelt sich hierbei um keine wichtige Eigenschaft, sie ist aber für eine vergleichende Bewertung nützlich. Ein schnelles Ansteigen oder eine hohe Farbzahl ist ein Hinweis auf Ölalterung oder Verunreinigung.

Außer der Farbe kann das Aussehen des Öles eine Trübung oder Ablagerungen zeigen, die auf die Anwesenheit von freiem Wasser, unlöslichem Schlamm, Ruß, Fasern, Schmutz oder anderen Verunreinigungen hinweisen können.

6.3 Durchschlagsspannung

Die Durchschlagsspannung ist ein Kennwert für die Eignung eines Öles, elektrischer Beanspruchung zu widerstehen.

¹⁾ Hinweise in Rechteckklammern verweisen auf die Literaturhinweise.