

	DIN IEC 60296 (VDE 0370-1)	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	Entwurf	Einsprüche bis 2010-05-31 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 60296 (VDE 0370-1):2005-01
Flüssigkeiten für elektrotechnische Anwendungen – Neue Isolieröle auf Mineralölbasis für Transformatoren und Schaltgeräte (IEC 10/796/CD:2009)		
Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear (IEC 10/796/CD:2009)		
Anwendungswarnvermerk		
Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-03-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.		
Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.		
Stellungnahmen werden erbeten		
– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.		
Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 42 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	8
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe.....	10
4 Eigenschaften des Öls	11
4.1 Funktionelle Eigenschaften.....	11
4.2 Raffination und Stabilität.....	11
4.3 Leistungsfähigkeit	11
4.4 Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutzeigenschaften (HSE–Health Safety and Environment).....	11
5 Klassifizierung, Identifizierung, allgemeine Lieferbedingungen und Probenahme.....	12
5.1 Klassifizierung.....	12
5.1.1 Klassen	12
5.1.2 Gehalt an Antioxydations-Additiv (Inhibitor)	12
5.1.3 Niedrigste Kaltstarttemperatur unter Last (LCSET – Lowest Cold Start Energizing Temperature)	12
5.2 Anforderungen	12
5.3 Mischbarkeit.....	12
5.4 Identifizierung und allgemeine Lieferbedingungen	12
5.5 Probenahme	13
6 Eigenschaften, ihre Bedeutung und Prüfverfahren.....	13
6.1 Viskosität.....	13
6.2 Pourpoint.....	13
6.3 Wassergehalt.....	14
6.4 Durchschlagspannung	14
6.5 Dielektrischer Verlustfaktor (DDF – Dielectric Dissipation Factor)	14
6.6 Aussehen	14
6.7 Säuregehalt.....	14
6.8 Grenzflächenspannung (IFT – Interfacial Tension)	14
6.9 Schwefelgehalt.....	14
6.10 Korrosiver Schwefel.....	15
6.11 Additive	15
6.11.1 Antioxydations-Additive (Inhibitoren)	15
6.11.2 Metallpassivatoren / Additive mit deaktivierender Wirkung	15
6.11.3 Pourpoint Erniedriger.....	16

	Seite
6.12 Oxidationsstabilität	16
6.13 Gasverhalten	16
6.14 Elektrostatische Aufladungs-Tendenz (ECT – Electrostatic Charging Tendency)	16
6.15 Flammpunkt	16
6.16 Dichte	16
6.17 Polycyclische Aromaten (PCA)	17
6.18 Polychlorierte Biphenyle (PCB)	17
6.19 2-Furfural und verwandte Verbindungen (2-FAL)	17
6.20 Partikelgehalt	17
7 Spezifische Anforderungen für besondere Anwendungen	19
7.1 Höhere Oxidationsstabilität und niedriger Schwefelgehalt	19
7.2 Elektrostatische Aufladungs-Tendenz (ECT – Electrostatic Charging Tendency)	19
7.3 Gasverhalten	19
Anhang A (informativ)	20
Literaturhinweise	22
Tabelle 1 – Maximale Viskosität und maximaler Pourpoint für Transformatorenöl bei der niedrigsten Kaltstarttemperatur unter Last (LCSET)	13
Tabelle 2 – Allgemeine Anforderungen	17

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 10/796/CD:2009 „Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 10 „Fluids for electrotechnical applications“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 182 „Flüssigkeiten und Gase für elektrotechnische Anwendung“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60296 (VDE 0370-1):2005-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die normativen Verweisungen wurden auf den aktuellen Stand gebracht;
- b) der Abschnitt 6 „Eigenschaften, ihre Bedeutung und Prüfverfahren“ wurde überarbeitet und erweitert;
- c) in Tabelle 2 wurde der Partikelgehalt hinzugefügt;
- d) Spezifikationen für Verbindungen korrosiven Schwefels die zu Kupfersulfidablagerungen in Transformatoren führen wurden hinzugefügt;
- e) Definitionen für Additive in Öl und eine Anmerkung zur Oxidationsstabilität von Ölen wurden hinzugefügt;
- f) ein informativer Anhang A wurde hinzugefügt;
- g) die Literaturhinweise wurden aktualisiert.

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 60076-2:1997	IEC 60076-2:1993	DIN EN 60076-2 (VDE 0532-102):1997-12	VDE 0532-102
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 60422:2006	IEC 60422:2005	DIN EN 60422 (VDE 0370-2):2007-02	VDE 0370-2
–	IEC 60475:1974	DIN IEC 60475 (VDE 0370-3):1980-02	VDE 0370-3
HD 488 S1:1987	IEC 60628:1985	DIN IEC 60628 (VDE 0370-8):1995-02	VDE 0370-8
–	IEC 60666:1979	–	–
EN 60814:1997	IEC 60814:1997	DIN EN 60814 (VDE 0370-20):1999-03	VDE 0370-20
EN 60970:2007 + Cor.:2008	IEC 60970:2007	DIN EN 60970 (VDE 0370-14):2008-05	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
EN 61620:1999	IEC 61620:1998	DIN EN 61620 (VDE 0370-16):1999-09	VDE 0370-16
EN 61868:1999	IEC 61868:1998	DIN EN 61868 (VDE 0370-15):1999-12	VDE 0370-15
EN 62021-1:2003	IEC 62021-1:2003	DIN EN 62021-1 (VDE 0370-31):2004-06	VDE 0370-31

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 62535:2009	IEC 62535:2008	DIN EN 62535 (VDE 0370-33):2009-09	VDE 0370-33
EN ISO 2719:2002	ISO 2719:2002	DIN EN ISO 2719:2003-09	–
–	ISO 3016:1994	DIN ISO 3016:1982-10	–
EN ISO 3104:1996 + AC:1999	ISO 3104:1994 + Cor.: 1:1997	DIN EN ISO 3104:1999-12	–
EN ISO 3675:1998	ISO 3675:1998	DIN EN ISO 3675:1999-11	–
–	ISO 6247:1998 + Cor.1:1999	–	–
EN ISO 12185:1996	ISO 12185:1996	DIN EN ISO 12185:1997-11	–
EN ISO 14596:2007	ISO 14596:2007	DIN EN ISO 14596:2007-12	–
–	–	DIN 51353: 1985-12	–
–	ASTM D971 – 99a:2004	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN 60076-2 (VDE 0532-102):1997-12, *Leistungstransformatoren – Teil 2: Übertemperaturen (IEC 60076-2:1993, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60076-2:1997*

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 und des spezifischen Gleichstrom-Widerstandes (IEC 60247:2004); Deutsche Fassung EN 60247:2004*

DIN EN 60422 (VDE 0370-2):2007-02, *Richtlinie zur Überwachung und Wartung von Isolierölen auf Mineralölbasis in elektrischen Betriebsmitteln (IEC 60422:2005); Deutsche Fassung EN 60422:2*

DIN IEC 60475 (VDE 0370-3):1980-02, *Isolieröle; Verfahren zur Probenahme von Isolierflüssigkeiten (VDE-Richtlinie)*

DIN IEC 60628 (VDE 0370-8):1995-02, *Das Gasverhalten von Isolierflüssigkeiten unter elektrischer Beanspruchung und Ionisation (IEC 60628:1985); Deutsche Fassung HD 488 S1:1987*

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

DIN EN 60970 (VDE 0370-14):2008-05, *Isolierflüssigkeiten – Verfahren zur Bestimmung der Anzahl und Größen von Teilchen (IEC 60970:2007); Deutsche Fassung EN 60970:2007 + Cor.:2008*

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; Verunreinigung durch polychlorierte Biphenyle (PCBs); Verfahren zur Bestimmung mittels Kapillar-Gaschromatographie (IEC 61619:1997); Deutsche Fassung EN 61619:1997*

DIN EN 61620 (VDE 0370-16):1999-09, *Isolierflüssigkeiten; Bestimmung des Permittivitäts-Verlustfaktors durch Messung der Konduktanz und Kapazität; Prüfverfahren (IEC 61620:1998); Deutsche Fassung EN 61620:1999*

DIN EN 61868 (VDE 0370-15):1999-12, *Isolieröle auf Mineralölbasis; Bestimmung der kinematischen Viskosität bei sehr niedrigen Temperaturen (IEC 61868:1998); Deutsche Fassung EN 61868:1999*

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 62535 (VDE 0370-33):2009-09, *Isolierflüssigkeiten – Prüfverfahren für den Nachweis von potenziell korrosivem Schwefel in gebrauchtem und ungebrauchtem Isolieröl (IEC 62535:2008); Deutsche Fassung EN 62535:2009*

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

DIN EN ISO 3104:1999-12, *Mineralölerzeugnisse – Durchsichtige und undurchsichtige Flüssigkeiten – Bestimmung der kinematischen Viskosität und Berechnung der dynamischen Viskosität (ISO 3104:1994 + Cor.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 EN ISO 12185:1997-11, *Rohöl und Mineralölerzeugnisse – Bestimmung der Dichte – U-Rohr-Oszillationsverfahren (ISO 12185:1996); Deutsche Fassung EN ISO 12185:1996*

DIN EN ISO 14596:2007-12, *Mineralölerzeugnisse – Bestimmung des Schwefelgehaltes – Wellenlängen-dispersive Röntgenfluoreszenz-Analyse (ISO 14596:2007); Deutsche Fassung EN ISO 14596:2007*

Flüssigkeiten für elektrotechnische Anwendungen Neue Isolieröle auf Mineralölbasis für Transformatoren und Schaltgeräte

Einleitung

Allgemeiner Warnhinweis – Gesundheit, Sicherheit und Umweltschutz

Diese Internationale Norm hat nicht die Aufgabe, auf alle Sicherheitsprobleme, die mit ihrer Anwendung entstehen können, hinzuweisen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieser Norm, geeignete Gesundheits- und Sicherheitsmaßnahmen vorzusehen und die Anwendbarkeit von regulierenden Beschränkungen vor der Verwendung zu ermitteln.

Die Isolieröle auf Mineralölbasis nach dieser Norm sollten mit entsprechender Sorgfalt und Rücksichtnahme auf die persönliche Gesundheit gehandhabt werden. Direkter Kontakt mit dem Auge kann Reizungen auslösen. Im Falle von Augenkontakt sollte eine Augenspülung mit genügend sauberem, fließendem Wasser durchgeführt und ärztliche Hilfe in Anspruch genommen werden. Bei einigen der in dieser Norm beschriebenen Prüfungen werden Verfahren angewendet, die gefährlich sein können. Die entsprechenden Durchführungsbestimmungen sind dann zu beachten.

Diese Norm gilt für Isolieröle auf Mineralölbasis, chemische Substanzen und gebrauchte Probenbehälter. Deren Entsorgung muss entsprechend den örtlich geltenden Umweltbestimmungen zur Verhinderung von Umweltverschmutzung durchgeführt werden. Es sollte jede mögliche Vorsichtsmaßnahme getroffen werden, um den Eintrag von Isolierölen auf Mineralölbasis in die Umwelt zu verhindern.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm umfasst Anforderungen und Prüfverfahren für neue (ungebrauchte) Isolieröle auf Mineralölbasis (siehe 3 für Definitionen). Sie gilt für Öle, die zum vereinbarten Lieferort und -zeitpunkt angeliefert werden und die zur Verwendung in Transformatoren, Schaltern und ähnlichen elektrischen Geräten, in denen das Öl als Isoliermedium und zur Wärmeabfuhr verwendet wird, vorgesehen sind. Diese Öle werden durch Destillation und/oder Aufbereitung von Rohöl gewonnen.

In den Anwendungsbereich dieser Norm fallen sowohl Öle mit als auch Öle ohne Additive.

Diese Norm gilt nur für neue Isolieröle auf Mineralölbasis.

Wiederaufbereitete Öle fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm.

Diese Norm gilt nicht für Isolieröle auf Mineralölbasis, die zur Imprägnierung von Kabeln oder Kondensatoren verwendet werden.

ANMERKUNG Isolieröle auf Mineralölbasis, die die Anforderungen dieser Norm erfüllen, die derselben Klassifizierung zugeordnet sind und die keine Additive enthalten (siehe 3.4), werden als untereinander verträglich eingestuft und sind in jedem Verhältnis miteinander mischbar. Dies gilt nicht für Öle, die Additive enthalten. Wenn der Anwender solche Öle mischen möchte, wird empfohlen, eine Mischbarkeitsprüfung durchzuführen, um sicherzustellen, dass die Mischung den Anforderungen dieser Norm entspricht.

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 60076-2, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*

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

- IEC 60247, *Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids*
- IEC 60422, *Supervision and maintenance guide for insulating mineral insulating oils in electrical equipment*
- IEC 60475, *Method of sampling liquid dielectrics*
- IEC 60628, *Gassing of insulating liquids under electrical stress and ionization*
- 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, *Method for counting and sizing particles in insulating liquids*
- IEC 61125, *Unused hydrocarbon based insulating liquids – Test methods for evaluating the oxidation stability*
- IEC 61198, *Mineral insulating oils – Methods for the determination of 2-furfural and related compounds*
- IEC 61619, *Insulating liquids – Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) – Method of determination by capillary column gas chromatography*
- IEC 61620, *Insulating liquids – Determination of the dielectric dissipation factor by measurement of the conductance and capacitance – Test method*
- IEC 61868, *Mineral insulating oils – Determination of kinematic viscosity at very low temperatures*
- IEC 62021-1, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 1: Automatic potentiometric titration and Part 2: Colorimetric titration*
- IEC 62535, *Insulating liquids – Test method for detection of potentially corrosive sulphur in used and unused insulating oils*
- ISO 2719, *Determination of flash point – Pensky-Martens closed cup method*
- ISO 3016, *Petroleum products – 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*
- ISO 6247, *Petroleum products – Determination of foaming characteristics of lubricating oils*
- ISO 12185, *Crude petroleum and petroleum products – Determination of density – Oscillating U-tube method*
- ISO 14596, *Petroleum products – Determination of sulfur content – Wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry*
- DIN 51353, *Prüfung von Isolierölen; Prüfung auf korrosiven Schwefel; Silberstreifenprüfung*
- BS 2000, *Part 346: Determination of polycyclic aromatics in lubricant base oil and asphaltene free petroleum fractions – Dimethylsulfoxide refractive method*
- BS 2000, *Part 373: Determination of the sulphur content of light and middle distillates – Oxidative micro-coulometry*
- ASTM D971, *Interfacial Tension of Oil against Water by the Ring Method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Transformatorenöl

Isolieröl auf Mineralölbasis für Transformatoren und ähnliche elektrische Geräte

3.2

Schalteröl für tiefe Temperaturen

Isolieröl auf Mineralölbasis für ölgefüllte Schalter für den Einsatz im Außenbereich unter sehr kalten klimatischen Bedingungen

3.3

Isolieröl auf Mineralölbasis

Isolieröl, das entweder durch Wiederaufbereitung, Modifizierung und/oder Vermischung von Erdölprodukten und anderen Kohlenwasserstoffen gewonnen wurde. Dies trifft jedoch nicht zu für Isolieröle wie Ester, synthetische aromatische Verbindungen oder Silikonflüssigkeiten

3.4

additiv

geeignete chemische Substanz, die zur Verbesserung bestimmter Eigenschaften gezielt einem Isolieröl auf Mineralölbasis zugesetzt wird

ANMERKUNG Das sind zum Beispiel Antioxidantien, Pourpointerniedriger, Zusätze zur Verminderung der elektrostatischen Aufladung wie Benzotriazole (BTA), Entschäumer, Mittel zur Verbesserung von Raffinationsprozessen usw.

3.5

Antioxidations-Additiv

additiv in einem Isolieröl, um die Oxidationsstabilität zu verbessern

ANMERKUNG Eine große Anzahl von Antioxidations-Additiven wie Inhibitoren. Metallpassivatoren und Metall-Deaktivatoren stehen zur Verfügung. Diese können, falls angegeben, in Ölen eingesetzt werden (siehe 5.4d und 6.11).

3.6

nichtinhibiertes Öl

Isolieröl auf Mineralölbasis, das keine Antioxidations-Additive enthält, aber andere Additive enthalten darf

ANMERKUNG Im Fall von DBPC und DBP, bedeutet „kein“ Antioxidations-Additiv, ein Antioxidations-Additiv, dessen Gehalt im Öl unterhalb der Nachweisgrenze von 0,01 % liegt (angegeben in IEC 60666).

3.7

spurenhinhibiertes Öl

Isolieröl auf Mineralölbasis, das einen Wert von weniger als 0,08 % an DBPC oder DBP enthält, wie nach IEC 60666 ermittelt

3.8

inhibiertes Öl

Isolieröl auf Mineralölbasis, das mindestens 0,08 %, aber höchstens 0,40 % an DBPC oder DBP enthält, wie nach IEC 60666 ermittelt

Isolieröle auf Mineralölbasis, die andere angegebene oder nicht angegebene Antioxidations-Additive enthalten als diejenigen, die in IEC 60666 (DBPC und DBP) verzeichnet sind, sind als inhibierte Öle zu betrachten.

3.9

neues (ungebrauchtes) Isolieröl auf Mineralölbasis

Isolieröl auf Mineralölbasis wie vom Lieferant angeliefert

ANMERKUNG Ein solches Öl wurde bisher weder verwendet, noch war es in Kontakt mit elektrischen Betriebsmitteln oder anderen Betriebsmitteln, die nicht zur Herstellung, zur Lagerung oder zum Transport erforderlich sind. Sowohl der Hersteller als auch der Lieferant von ungebrauchtem Öl haben alle angemessenen Vorkehrungen getroffen, um Verunreinigungen mit polychlorierten Biphenylen oder Terphenylen (PCB, PCT) oder mit gebrauchtem Öl, mit aufbereitetem oder dechloriertem Öl oder mit anderen Verunreinigungen zu verhindern.

3.10

regeneriertes Öl

in elektrischen Betriebsmitteln verwendetes Isolieröl auf Mineralölbasis, das einem chemischen und/oder physikalischen Prozess unterzogen wurde, um lösliche und unlösliche Verunreinigungen zu entfernen

ANMERKUNG Eine Mischung von Neuöl mit regeneriertem Öl in irgendeinem Verhältnis ist wie ein regeneriertes Öl zu betrachten.

3.11

reraffiniertes Öl

gebrauchtes, aber reraffiniertes Öl kann als neu (ungebraucht) angesehen werden, wenn es die lokalen Bestimmungen und all die anderen Anforderungen dieses Standards erfüllt

4 Eigenschaften des Öls

Die typischen Eigenschaften sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 sowie in Abschnitt 7 aufgeführt.

4.1 Funktionelle Eigenschaften

Eigenschaften, die Einfluss auf die Funktion des Öls als Isolier- und Kühlmedium haben.

ANMERKUNG Funktionelle Eigenschaften sind Viskosität, Dichte, Pourpoint, Wassergehalt, Durchschlagspannung und Permittivitäts-Verlustfaktor.

4.2 Raffination und Stabilität

Eigenschaften des Öls, die durch die Qualität und die Art von Raffination und Additiven bedingt sind.

ANMERKUNG Dies kann Aussehen, Grenzflächenspannung, Schwefelgehalt, Säurezahl, korrosiven Schwefel und 2-Furfuralgehalt umfassen.

4.3 Leistungsfähigkeit

Eigenschaften, die sich auf das Langzeitverhalten des Öls während des Betriebes und/oder auf dessen Verhalten unter dem Einfluss von starken elektrischen Kräften und bei hoher Betriebstemperatur beziehen.

ANMERKUNG Beispiele schließen die Oxidationsstabilität, die Tendenz zum Gasen oder zur Bildung elektrostatischer Aufladung (ECT) mit ein.

4.4 Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutzeigenschaften (HSE—Health Safety and Environment)

Eigenschaften des Öls, die sich auf den sicheren Umgang und den Umweltschutz beziehen.

ANMERKUNG Beispiele können den Flammpunkt, die Dichte, PCA (polycyclische Aromaten), PCB/PCT (polychlorierte Biphenyle/Terphenyle) einschließen.

5 Klassifizierung, Identifizierung, allgemeine Lieferbedingungen und Probenahme

5.1 Klassifizierung

5.1.1 Klassen

Nach dieser Norm werden Isolieröle auf Mineralölbasis in zwei Klassen eingeteilt:

- Transformatorenöle;
- Tieftemperatur-Schalteröle.

5.1.2 Gehalt an Antioxidations-Additiv (Inhibitor)

Transformatorenöle werden nach ihrem Gehalt an Antioxidations-Additiven in drei Gruppen eingeteilt:

- nichtinhibierte Transformatorenöle: gekennzeichnet mit U;
- spureninhibierte Transformatorenöle: gekennzeichnet mit T;
- inhibierte Transformatorenöle: gekennzeichnet mit I.

5.1.3 Niedrigste Kaltstarttemperatur unter Last (LCSET – Lowest Cold Start Energizing Temperature)

Nach der Inhibitor-Kennzeichnung muss die niedrigste Kaltstarttemperatur unter Last (LCSET) angegeben werden.

Der Standardwert für LCSET ist in dieser Norm -30 °C ; wahlweise können aus Tabelle 1 auch andere Werte für LCSET ausgewählt werden.

Beispiel: Transformatorenöl I -40 °C , Transformatorenöl T -30 °C , Transformatorenöl U 0 °C .

5.2 Anforderungen

Die allgemeinen Anforderungen für diese Norm sind in Tabelle 2 angegeben.

Spezifische Anforderungen sind im Abschnitt 7 festgelegt.

5.3 Mischbarkeit

Ungebrauchte Isolieröle der gleichen Klasse, der gleichen Gruppe und mit dem gleichen Wert für LCSET gelten als untereinander mischbar und verträglich (siehe auch IEC 60422).

5.4 Identifizierung und allgemeine Lieferbedingungen

- Öl wird üblicherweise in großen Gebinden in Eisenbahnkesselwagen, in Tankwagen oder verpackt in Fässern oder IBC's (Intermediate Bulk Container – Großpackmittel) geliefert. Diese müssen sauber und für diesen Verwendungszweck geeignet sein, um jede Kontamination zu vermeiden.
- Ölfässer und Probenbehälter müssen zumindest die folgende Angaben enthalten:
 - Bezeichnung des Lieferanten;
 - Klassifizierung;
 - Ölmenge.
- Wie zwischen dem Lieferanten und dem Käufer vereinbart, ist es erforderlich, dass jede Öllieferung mit einem Begleitdokument des Lieferanten ausgestattet sein muss, das die folgenden Angaben enthält: Bezeichnung des Lieferanten, Klasse des Öls sowie Werksbescheinigung.
- Der Lieferant muss den allgemeinen Typ von allen Additiven angeben, sowie deren Konzentrationen im Falle von antioxidativen Additiven.

5.5 Probenahme

Die Probenahme muss gemäß der Vorschrift in IEC 60475 erfolgen.

6 Eigenschaften, ihre Bedeutung und Prüfverfahren

6.1 Viskosität

Die Viskosität hat Einfluss auf die Wärmeabfuhr und damit auf den Temperaturanstieg des Gerätes. Je niedriger die Viskosität ist, umso besser zirkuliert das Öl und umso besser ist der Wärmetransport. Bei niedrigen Temperaturen ist die daraus resultierende höhere Viskosität des Öls ein kritischer Faktor für das Kaltstartverhalten von Transformatoren mit ON-Kühlung^{N1)} (keine Zirkulation und daher mögliche Überhitzung an den Heißpunkten); auch werden sich bewegende Teile in Unterbrechern, Schaltern, Lastschaltern, Pumpen und anderen Regelapparaten in ihrer Bewegung behindert. Die Viskosität bei der niedrigsten Kaltstarttemperatur unter Last (LCSET) darf 1 800 mm²/s (bzw. 2 500 mm²/s bei -40 °C, siehe Tabelle 1) nicht überschreiten. Der Wert von LCSET für Transformatorenöle wurde in dieser Norm auf -30 °C festgelegt (und damit um 5 K niedriger als in IEC 60076-2 angegeben). Andere Werte für die niedrigste Kaltstarttemperatur unter Last (LCSET) können zwischen Lieferant und Käufer vereinbart werden (siehe Tabelle 1).

Niedrigtemperatur-Schalteröl sollte bei LCSET eine niedrigere Viskosität haben: max. 400 mm²/s. Der Standardwert für die niedrigste Kaltstarttemperatur unter Last (LCSET) für Niedrigtemperatur-Schalteröl ist mit -40 °C festgelegt, allerdings dürfen auch andere Werte für LCSET zwischen Lieferant und Käufer vereinbart werden.

ANMERKUNG 1 Bezüglich weiterer Einzelheiten zur ON-Kühlung (natürliche Ölzirkulation ohne Pumpe) wird auf IEC 60076-2 verwiesen.

Tabelle 1 – Maximale Viskosität und maximaler Pourpoint für Transformatorenöl bei der niedrigsten Kaltstarttemperatur unter Last (LCSET)

LCSET °C	Maximale Viskosität mm ² /s	Maximaler Pourpoint °C
0	1 800	-10*
-20	1 800	-30*
-30	1 800	-40
-40	2 500	-50*
* wahlweise		

ANMERKUNG 2 In dieser Norm ist keine niedrigere Viskositätsgrenze festgelegt, aber unter bestimmten Bedingungen können Öle mit einer Viskosität von weniger als 7 mm²/s bei 40 °C als potentiell atmungsgefährlich angesehen werden.

Die Viskosität ist nach ISO 3104 zu messen und die Viskosität bei sehr niedrigen Temperaturen nach IEC 61868.

6.2 Pourpoint

Der Pourpoint von Isolierölen auf Mineralölbasis ist die niedrigste Temperatur, bei der das Öl gerade noch fließt. Es wird empfohlen, dass der Pourpoint um mindestens 10 K unter der niedrigsten Kaltstarttemperatur unter Last (LCSET) liegen sollte. Wenn ein Additiv zur Pourpoint-Erniedrigung verwendet wird, muss der Lieferant dies dem Anwender mitteilen. Der Pourpoint ist nach ISO 3016 zu messen.

^{N1)} Nationale Fußnote: ON-Kühlung: natürliche Ölzirkulation ohne Pumpe.