# DIN EN IEC 60034-18-32 (VDE 0530-18-32)

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 29.080.30; 29.160.01

Einsprüche bis 2021-06-02

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60034-18-32
(VDE 0530-18-32):2011-06

***Entwurf***

## Drehende elektrische Maschinen – Teil 18-32: Funktionelle Bewertung von Isoliersystemen – Elektrische Lebensdauer Qualifizierungsverfahren für formgespulte Wicklungen (IEC 2/2016/CDV:2020); Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 60034-18-32:2020

Rotating electrical machines –
Part 18-32: Functional evaluation of insulation systems –
Electrical endurance qualification procedures for form-wound windings
(IEC 2/2016/CDV:2020);
German and English version prEN IEC 60034-18-32:2020

Machines électriques tournantes –
Partie 18-32: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation –
Procédures de qualification de l'endurance électrique pour enroulements préformés
(IEC 2/2016/CDV:2020);
Version allemande et anglaise prEN IEC 60034-18-32:2020

### Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-04-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 51 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

## Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 60034-18-32:2020 „Drehende elektrische Maschinen – Teil 18-32: Funktionelle Bewertung von Isoliersystemen – Elektrische Lebensdauer Qualifizierungsverfahren für formgespulte Wicklungen“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 2/2016/CDV:2020 „Rotating electrical machines – Part 18-32: Functional evaluation of insulation systems – Electrical endurance qualification procedures for form-wound windings“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 60034-18-32:2020 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 2 „Rotating machinery“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahem vorgelegt.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 311 „Drehende elektrische Maschinen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

**Änderungen**

Gegenüber DIN EN 60034-18-32 (VDE 0530-18-32):2011-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Vereinfachung von Abschnitten;

b) Reduktion der Anzahl der Prüfverfahren;

c) Aufnahme von Vollstäben und Coils als Prüfobjekte;

d) Ein neuer Abschnitt, die sich mit Fehlern und Fehlerkriterien befassts.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

– Leerseite –



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

# Drehende elektrische Maschinen – Teil 18-32: Funktionelle Bewertung von Isoliersystemen – Elektrische Lebensdauer Qualifizierungsverfahren für formgespulte Wicklungen

**Inhalt**

Seite

1 Anwendungsbereich ..... 4
2 Normative Verweisungen ..... 4
3 Begriffe ..... 5
4 Allgemeine Betrachtungen ..... 5
4.1 Beziehungen zu IEC 60034-18-1 ..... 5
4.2 Auswahl und Kennzeichnung von Prüfverfahren ..... 6
4.3 Referenz-Isoliersystem ..... 6
4.4 Prüfverfahren ..... 6
4.4.1 Allgemeine Feststellungen ..... 6
4.4.2 Elektrische Alterung der Hauptisolierung ..... 6
4.4.3 Elektrische Alterung des leitfähigen Nutteilglimmschutzes ..... 7
4.4.4 Elektrische Alterung des Endenglimmschutzes ..... 7
4.4.5 Elektrische Alterung der Windungsisolierung ..... 7
4.5 Umfang der Prüfungen ..... 7
4.5.1 Vollständige Bewertung der Hauptisolierung ..... 7
4.5.2 Vereinfachte Bewertung der Hauptisolierung ..... 7
4.5.3 Bewertung des leitfähigen Nutteilglimmschutzes ..... 7
4.5.4 Bewertung des Endenglimmschutzes ..... 8
5 Prüfobjekte ..... 8
5.1 Konstruktiver Aufbau von Prüfobjekten ..... 8
5.2 Anzahl der Prüflinge ..... 8
5.3 Qualitätssicherungs-Ausgangsprüfungen ..... 9
6 Elektrische Alterung ..... 9
6.1 Allgemeines ..... 9
6.2 Spannungs-Niveaus und vorgesehene Prüf-Lebensdauern ..... 9
6.3 Prüf-Temperaturen während der elektrischen Lebensdauer-Prüfung der Hauptisolierung ..... 9
6.3.1 Elektrische Alterung bei Raumtemperatur ..... 9
6.3.2 Elektrische Alterung bei erhöhter Temperatur ..... 9
6.3.3 Alterungs-Verfahren für die Hauptisolierung ..... 9
6.4 Alterungs-Verfahren für den leitfähigen Nutteilglimmschutz und den Endenglimmschutz ..... 10
6.4.1 Anordnung der Temperatur-Steuerung mit Heizplatten ..... 10
6.4.2 Erwärmung im Ofen ..... 11
6.4.3 Prüfparameter ..... 11
6.5 Nachbesserung des Endenglimmschutzes ..... 11
7 Diagnostischer Unterzyklus ..... 11



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

Seite

7.1 Allgemeines ... 11
7.2 Spannungsprüfungen für die Hauptisolierung ... 12
7.3 Andere diagnostische Prüfungen ... 12
8 Ausfallkriterien für die Hauptisolierung ... 12
8.1 Fehlerortung und -bestätigung ... 12
8.2 Darstellung der ausgefallenen Prüflinge ... 12
9 Qualifizierung des Glimmschutzsystems ... 12
9.1 Prüfverfahren ... 13
9.2 Annahmekriterium ... 13
10 Funktionelle Bewertung der Daten für die Hauptisolierung ... 13
10.1 Allgemeine Feststellungen ... 13
10.2 Vollständige Bewertung (gleicher Spannungspegel und gleiche erwartete Lebensdauer) ... 13
10.3 Vereinfachte Bewertung (gleicher Spannungspegel und gleiche erwartete Lebensdauer) ... 15
10.4 Empfehlungen zum Inhalt des Prüfberichtes ... 16
10.5 Qualifizierung für Betriebsverhalten abweichend vom Referenzsystem ... 17
10.5.1 Überblick ... 17
10.5.2 Fall B: Qualifizierung für die gleiche Leiter-Leiter-Spannung und unterschiedliche Lebensdauererwartung ... 18
10.5.3 Fall C: Qualifizierung für ein unterschiedliches Spannungsniveau aber gleiche erwartete Betriebslebensdauer ... 19
10.5.5 Nichtlineare Regressionslinien ... 21
Anhang A Referenzlebensdauerkurve für die Hauptisolierung wenn der Hersteller über keine Referenz verfügt ... 22
Anhang B Beispiele für Störstellen auf dem Glimmschutzsystem ... 23

**Bilder**

Bild 1 – Anordnung der Heizelemente auf einem Ständerstab ... 10
Bild 4 – Darstellung von Prüfergebnissen aus der vereinfachten Bewertung für 4 verschiedene Erprobungs-Isoliersysteme gegenüber einem Referenz-Isoliersystem ... 16
Bild 5 – Qualifizierung eines Erprobungssystems für gleiche Spannungsniveaus aber unterschiedliche erwartete Betriebslebensdauern ... 18
Bild 6 – Qualifizierung eines Erprobungssystems für ein höheres Spannungsniveau und gleiche erwartete Betriebslebensdauer ... 19
Bild 7 – Qualifizierung eines Erprobungssystems für gegenüber dem Referenzsystem unterschiedliche Betriebslebensdauer und unterschiedliches Spannungsniveau ... 20
Bild A1 – Referenzlebensdauerkurve für die Hauptisolierung ... 22
Bild B1: typische Störstelle auf dem leitfähigen Nutteilglimmschutz ... 23

**Tabellen**

Tabelle 1 – Leiter-Erde Prüfspannungen in Relation zur Betriebstemperatur ... 11
Tabelle 2 – Qualifizierungsbedingungen für das Erprobungssystem ... 17



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

## Einleitung

Der Teil 1 von IEC 60034-18 beschreibt die allgemeinen Richtlinien zur Bewertung der elektrischen Lebensdauer von Isoliersystemen, die in drehenden elektrischen Maschinen eingesetzt werden.

Diese Norm behandelt ausschließlich Isoliersysteme mit vorgeformten Wicklungselementen (Typ II) und ist auf die elektrische funktionelle Bewertung ausgerichtet.

In IEC 60034-18-42 werden die Qualifizierungsprüfungen für elektrische Isoliersysteme des Typs II beschrieben. Derartige Isoliersysteme werden im Allgemeinen in drehenden Maschinen eingesetzt, die Wicklungen mit vorgeformten Elementen haben und meistens für mehr als 700 V Effektivwert bemessen sind. In den beiden Normen IEC 60034-18-41 und IEC 60034-18-42 werden getrennt voneinander Systeme behandelt, von denen einerseits erfahrungsgemäß erwartet wird, dass sie unter bestimmten Betriebsbedingungen keine Teilentladungsaktivitäten aufweisen (Typ I) und andererseits im Betrieb beständig sind gegenüber Teilentladungsaktivitäten in irgendeinem Teil des Systems (Typ II).



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60034-18 beschreibt Qualifizierungs-Prüfverfahren zur Bewertung der elektrischen Lebensdauer von Isoliersystemen, die in drehenden elektrischen Maschinen mit vorgeformten Wicklungselementen eingesetzt werden. Die Prüfverfahren sind grundsätzlich vergleichend, wobei das Verhalten eines Erprobungs-Isoliersystems mit dem eines Referenz-Isoliersystems mit nachgewiesener Betriebserfahrung verglichen wird. Wenn kein Referenz-Isoliersystem zur Verfügung steht, kann das Diagramm im Anhang A zu verwenden. Es ist anzumerken, dass Verfahren zur Qualifizierung von Isoliersystemen mit vorgeformten Elementen bei Umrichterspeisung in IEC 60034-18-42 oder IEC 60034-18-41 enthalten sind.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 60034-1: *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-15: 2009, *Rotating electrical machines – Part 15: Impulse voltage withstand levels of form-wound stator coils for rotating a.c. machines*

IEC 60034-18-1: 2010, *Rotating electrical machines – Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems – General guidelines Amendment 1 (1996)*

IEC 60034-18-33: *Rotating electrical machines – Part 18-33: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for multifunctional evaluation of form-wound windings by endurance under combined thermal and electrical stresses of insulation systems used in rotating machines*

IEC 60034-18-41: *Rotating electrical machines – Part 18-41: Partial discharge free electrical insulation systems (Type I) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification and quality control tests (IEC 60034-18-41:2014)*

IEC 60034-18-42: *Rotating electrical machines – Part 18-42: Qualification and acceptance tests for partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters*

IEC 61251 *Electrical insulating materials – A.C. voltage endurance evaluation – Introduction*

IEC 62539: *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data*

IEC 60034-18-31: *Rotating electrical machines – Part 18-31: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Thermal evaluation and classification of insulation systems used in rotating machines*

IEC 60505: *Evaluation and qualification of electrical insulation systems*

IEC 60034-27-1: *Rotating electrical machines – Part 27-1: Off-line partial discharge measurements on the winding insulation*

IEC 60034-27-3: *Rotating electrical machines – Part 27-3: Dielectric dissipation factor measurements on stator winding insulation of rotating electrical machines*



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

# 3 Begriffe

Entsprechend der Zielstellung dieses Dokumentes gelten folgende Begriffe.

**3.1**
**Hauptisolierung**
hauptsächliche elektrische Isolierung, die die Kupferleiter vom geerdeten Ständer/Läufer-Blechpaket in Motor- und Generatorwicklungen trennt

**3.2**
**Leiterisolierung**
elektrische Isolierung, die jeden Leiter in den Spulen/Stäben umhüllt

**3.3**
**Windungsisolierung**
elektrische Isolierung, die die Leiter-Windungen in den Spulen/Stäben voneinander trennt

**3.4**
**leitfähiger Nutteilglimmschutz**
auflackierte oder aufgebundene leitfähige Schicht in engem Kontakt mit der Hauptisolierung der Spulen im Nutteil, oft auch halbleitender Glimmschutz genannt.

ANMERKUNG zum Begriff: Der leitfähige Nutteilglimmschutz soll Teilentladungen zwischen den Spulen/Stäben und dem Blechpaket verhindern.

**3.5**
**Endenglimmschutz**
auflackierte oder aufgebundene Schicht auf der Hauptisolierung in einem Bereich anschließend an den Nutteilglimmschutz von Hochspannungsständerstäben oder –spulen.

ANMERKUNG zum Begriff: Die Beschichtung soll Oberflächenentladungen im Wickelkopfbereich verhindern.

**3.6**
**Glimmschutzsystem**
Oberbegriff für die Kombination aus leitfähigem Nutteilglimmschutz und Endenglimmschutz auf Hochspannungsständerstäben oder –spulen.

**3.7**
**Vertrauensbereich**
Wertebereich, so definiert, dass die Werte eines Parameters (Spannung, Beanspruchung oder Zeit) mit vorgegebener Wahrscheinlichkeit darin liegen.

**3.8**
**Prüftemperatur**
Temperatur, gemessen mit Hilfe von Thermoelementen, die unter den geerdeten Heizplatten im geraden Teil der Spulen/Stäbe angeordnet sind.

# 4 Allgemeine Betrachtungen

## 4.1 Beziehungen zu IEC 60034-18-1

Die Grundsätze von Teil 1 der IEC 60034-18 sollten befolgt werden, sofern die Empfehlungen dieser Internationalen Norm nichts anderes vorsehen.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

## 4.2 Auswahl und Kennzeichnung von Prüfverfahren

Ein oder mehrere Prüfverfahren in dieser internationalen Norm sollten für die Mehrzahl der Bewertungen zutreffend sein. Die Bewertung wird gewöhnlich vom Maschinen- oder Spulenhersteller oder von einem unabhängigen Laboratorium ausgeführt. Es gehört zur Verantwortung des Herstellers, das am besten geeignete Verfahren unter Berücksichtigung vorhandener Erfahrungen und Kenntnisse über die zu vergleichenden Isoliersysteme auszuwählen.

Es sind nachfolgend Prüfverfahren beschrieben für:

- Hauptisolierung
- Windungsisolierung (nur in Verbindung mit der Hauptisolierung)
- leitfähiger Nutteilglimmschutz
- Endenglimmschutz
- Hauptisolierung mit gegenüber dem Referenzsystem abweichender Spannung und/oder Zeit

## 4.3 Referenz-Isoliersystem

Ein Referenz-Isoliersystem sollte nach dem gleichen Prüfverfahren wie das Erprobungs-Isoliersystem untersucht werden (siehe IEC 60034-18-1). Das Referenz-Isoliersystem sollte sich im Betrieb bei nicht weniger als 75 % der für das Erprobungs-Isoliersystem vorgesehenen höchsten Bemessungsspannung bewährt haben. Wenn eine Extrapolation der Isolierungsdicke erfolgt, sollten Angaben wie „unterschiedliche Isolierungsdicke bei gleicher elektrischer Beanspruchung, gleichwertig in Bezug auf gleiche oder ähnlich große Ausfallzeit“ verfügbar sein, um anzeigen zu können, welche Beziehung zwischen der elektrischen Lebensdauer und der elektrischen Feldstärke bei unterschiedlichen Isolierdicken besteht. Wenn kein Referenzsystem zur Verfügung steht, ist die „Grafik im Anhang A“ als Kriterium anzuwenden.

## 4.4 Prüfverfahren

### 4.4.1 Allgemeine Feststellungen

Funktionelle elektrische Prüfungen werden gewöhnlich bei konstanten Spannungswerten bis zum Ausfall (Hauptisolierung) oder in Kombination mit erhöhter Temperatur bis Zerstörungen sichtbar werden (leitfähiger Nutteilglimmschutz) ausgeführt. Die statistische Auswertung der Prüfergebnisse sollte nach IEC 62539 erfolgen.

### 4.4.2 Elektrische Alterung der Hauptisolierung

Aus solchen Prüfungen werden charakteristische Ausfallzeiten bei jedem Spannungswert erhalten. Die Ergebnisse sollten sowohl für das Erprobungs-System als auch für das Referenz-System in einem Diagramm aufgetragen (siehe das Beispiel in Bild 2) und miteinander verglichen werden. Gegenwärtig existiert keine zuverlässige physikalische Grundlage, um dieses charakteristische Merkmal auf das Niveau der Betriebsspannung $UN/$**Fehler! Es ist nicht möglich, durch die Bearbeitung von Feldfunktionen Objekte zu erstellen.** zu extrapolieren, wobei $U_N$ der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen Phase/Phase ist.

Während des Betriebs wird die elektrische Alterung der Hauptisolierung vorwiegend durch die stetige netzfrequente elektrische Beanspruchung bewirkt. Zusätzlich wird von der Isolierung gefordert, dass sie transiente Überspannungen aushält, die von Schaltspannungen oder durch Umrichterbetrieb verursacht werden. Die Fähigkeit der Hauptisolierung, transienten Überspannungen im Umrichterbetrieb zu widerstehen, kann durch das Systemverhalten bei Prüfung nach IEC 60034-18-42 nachgewiesen werden.

Diese Norm beschreibt die elektrische Alterung der Hauptisolierung, die bei Netzfrequenz oder höher durchgeführt wird. Um die Beschleunigung der Alterung in einem linearen Verlauf zu halten, ist maximal das 10-fache der Leistungsfrequenzen angemessen. Neueste Erfahrungen mit der Anwendung von IEC 60034-18-42 zeigen, dass auch eine Frequenz von bis zu 1 000 Hz verwendet werden kann. Es ist darauf zu



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

achten, dass die dielektrischen Verluste die Temperatur der Isolierung nicht über die Gebrauchstemperatur hinaus erhöhen, um zusätzliche thermische Alterungseffekte zu vermeiden. (IEC 60034-18-33, Tabelle 1)

#### 4.4.3 Elektrische Alterung des leitfähigen Nutteilglimmschutzes

Der leitfähige Nutteilglimmschutz altert durch fortlaufenden Abbau von leitfähigem Material in Folge von Teilentladungen. Das leitfähige Nutteil-Glimmschutzsystem wird nicht nur von der elektrischen Feldstärke maßgeblich beeinflusst, sondern auch von der Temperatur im Betrieb und von der absoluten Spannungshöhe. Es handelt sich also um eine Multifaktor-Alterung. Außerdem können größere Schwankungen der Klemmenspannung sowie der Umgebungsbedingungen z.B. durch Einwirkung von Ozon den leitfähigen Nutteilglimmschutz zusätzlich beeinflussen. Diese zusätzlichen Einflussfaktoren werden jedoch nicht als Qualifizierungskriterien einbezogen.

In dieser Norm wird die Spannungsalterung des leitfähigen Nutteilglimmschutzes bei erhöhter Temperatur und Netzfrequenz beschrieben.

#### 4.4.4 Elektrische Alterung des Endenglimmschutzes

Die Alterung des Endenglimmschutzes kann beschrieben werden als Zerstörung in Folge überhöhter elektrischer Beanspruchung auf der Oberfläche, oder überhöhter Temperaturen oder in Folge einer Kombination von beiden Einflussgrößen. Außerdem wird die Alterung der Endenglimmschutzes durch unzureichenden Kontakt zwischen Endenglimmschutz und leitfähigem Nutteilglimmschutz verschlechtert

#### 4.4.5 Elektrische Alterung der Windungsisolierung

Die Windungsisolierung drehender Maschinen ist im normalen Netzbetrieb nur Spannungen ausgesetzt, die deutlich unter der Teilentladungs-Einsatzspannung liegen. Kontinuierliche elektrische Alterung findet deshalb nicht statt und die Qualifizierung der Windungsisolierung ist deshalb kein Bestandteil dieser Norm. Die Beständigkeit gegenüber transienten Überspannungen sollte nach IEC 60034-15 geprüft werden.

Im Umrichterbetrieb oder anderen speziellen Betriebsarten kann die Windungsisolierung kontinuierlich Spannungen ausgesetzt sein, die oberhalb der Teilentladungs-Einsatzspannung liegen. Die elektrische Alterung sollte in diesem Fall nach IEC 60034-18-42 durchgeführt werden.

### 4.5 Umfang der Prüfungen

#### 4.5.1 Vollständige Bewertung der Hauptisolierung

Der Umfang der elektrischen Funktionsprüfungen hängt von dem Zweck der Bewertung ab. Für den Fall, dass wesentliche Unterschiede gegenüber IEC 60034-18-1 bestehen, ist eine vollständige Bewertung notwendig.

#### 4.5.2 Vereinfachte Bewertung der Hauptisolierung

Es gibt Fälle, in denen es ausreicht, eine vereinfachte Bewertung durchzuführen, wobei die kleinste Anzahl von Prüflingen und das mittlere Spannungs-Niveau aus dem Bereich der Referenzprüfungen benutzt werden.

Der Vergleich zwischen einem Erprobungs-System und einem Referenz-System ohne beabsichtigte oder mit nur geringfügigen Unterschieden im Aufbau oder in den Fertigungsverfahren (die sogenannten geringfügigen Änderungen, siehe IEC 60034-18-1) darf in der Weise durchgeführt werden, dass nur ein Spannungs-Niveau und nur mit der empfohlenen Mindestzahl von Prüflingen, angewendet wird (siehe 5.3). Die vereinfachte Bewertung ist nur erlaubt, wenn die Bemessungsspannungen beider Systeme übereinstimmen.

#### 4.5.3 Bewertung des leitfähigen Nutteilglimmschutzes

Die Bewertung des leitfähigen Nutteilglimmschutzes erfolgt nicht als Vergleich zwischen Erprobungs- und Referenzsystem. Bei dieser Bewertung soll vielmehr der leitfähige Nutteilglimmschutz einer bestimmten



AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

elektrischen Beanspruchung mit gleichzeitiger Einwirkung der spezifizierten Betriebstemperatur eine bestimmte Zeit ausgesetzt werden. Dabei werden zuverlässige Annahmekriterien herangezogen.

#### 4.5.4 Bewertung des Endenglimmschutzes

Die Bewertung des Endenglimmschutzes erfolgt nicht als Vergleich zwischen Erprobungs- und Referenzsystem. Bei dieser Bewertung soll vielmehr der Endenglimmschutz einer bestimmten elektrischen Beanspruchung mit gleichzeitiger Einwirkung der spezifizierten Betriebstemperatur eine bestimmte Zeit ausgesetzt werden. Dabei werden zuverlässige Annahmekriterien herangezogen.

## 5 Prüfobjekte

### 5.1 Konstruktiver Aufbau von Prüfobjekten

Die Prüfobjekte sollten vorzugsweise komplette Stäbe oder Spulen sein und sollten mit allen üblichen oder vorgesehenen Fertigungsverfahren hergestellt werden. Alternativ können sie auch so aufgebaut sein, dass sie eine hinreichend genaue Nachbildung der zu bewertenden vollständigen Wicklungskomponente darstellen und ebenfalls mit allen üblichen oder vorgesehenen Fertigungsverfahren hergestellt werden. Wenn einzelne Spulen oder Stäbe als Modelle verwendet werden, sind die Kriechweglängen und die gegebenenfalls erforderliche Spannungsabstufung für die Beanspruchungen während der Untersuchungen entsprechend zu bemessen. Eine Elektrode sollte so lang sein wie die volle Nutlänge des Modells und den gesamten Umfang des Nutseitenquerschnitts umhüllen. Die Elektrode sollte bei Prüflingen zur Prüfung des Nutteilglimmschutzes unterteilt oder kürzer als die volle Nutlänge ausgeführt werden, um mögliche Beschädigungen feststellen zu können.

Die Prüflinge, die für die Qualifizierung der Hauptisolierung bestimmt sind, können nicht für die Qualifizierung des Glimmschutzsystems eingesetzt werden, weder gleichzeitig noch aufeinanderfolgend. Für jedes Qualifizierungsverfahren sind gesonderte Prüflinge herzustellen. Die zu prüfenden Stäbe sind so konstruktiv auszuführen, dass keine Überschläge zwischen dem Ende des Endenglimmschutzes und dem Leiterende des Stabes auftreten. Um überhöhte elektrische Beanspruchung auf der Oberfläche der Stäbe/Spulen durch die Prüfspannung und/oder durch hohe Frequenzen zu vermeiden, können zur Bewertung der Hauptisolierung spezielle Maßnahmen ergriffen werden, z.B. durch Verlängerung des Endenglimmschutzes, siehe auch 6.4.

### 5.2 Anzahl der Prüflinge

Um eine statistische Absicherung zu erreichen, muss bei jedem Prüfspannungs-Niveau eine angemessene Zahl von Prüflingen gealtert werden. Diese Zahl sollte für die Qualifizierung der Hauptisolierung bei jeder Prüfspannungsstufe nicht kleiner als sechs Stäbe oder drei Spulen sein.

Für die Qualifizierung des Glimmschutzsystems sind ebenfalls mindestens sechs Stäbe oder drei Spulen einzusetzen.



Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

### 5.3 Qualitätssicherungs-Ausgangsprüfungen

Es sind die folgenden Qualitätssicherungs-Prüfungen auszuführen:

– Sichtkontrolle der Prüflinge;
– Hochspannungs-Prüfungen entsprechend IEC 60034-1;
– Verlustfaktor- oder/und Teilentladungsprüfung entsprechend IEC 60034-27-3 bzw. IEC 60034-27-1

## 6 Elektrische Alterung

### 6.1 Allgemeines

Mit einer einzelnen Prüfmethode ist es nicht möglich, die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Komponenten der Isolierung nachzuprüfen. Eine Lebensdauerkurve für das Hauptisoliersystem durch Anlegen von Überspannungen zu erhalten, würde beispielsweise die leitfähige Nutteilglimmschutz einer übermäßigen Belastung aussetzen. Die Qualifizierung erfolgt deshalb mit getrennten Prüfungen. Erstens wird die Lebensdauerkurve der Hauptisolierung ermittelt und daraus die erwartete Lebensdauer berechnet. Zweitens wird ermittelt, ob der leitfähige Nutteilglimmschutz und der Endenglimmschutz für den Betrieb geeignet ist.

### 6.2 Spannungs-Niveaus und vorgesehene Prüf-Lebensdauern

Für eine vollständige Bewertung, wie sie in 4.5.1 beschrieben ist, sollten wenigstens drei netzfrequente Spannungs-Niveaus so ausgewählt werden, dass die angestrebte mittlere Zeit bis zum Ausfall beim höchsten Spannungs-Niveau etwa 100 Stunden und beim niedrigsten Spannungs-Niveau ungefähr 5 000 Stunden beträgt. Bei der vereinfachten Bewertung, bei der nur ein Spannungs-Niveau erforderlich ist (siehe 4.5.2), sollte dieses so gewählt werden, dass die angestrebte mittlere Zeit bis zum Ausfall etwa 1 000 Stunden beträgt. Die an die Prüfobjekte angelegte Wechselspannung sollte auf ±3% genau gehalten werden.

### 6.3 Prüf-Temperaturen während der elektrischen Lebensdauer-Prüfung der Hauptisolierung

#### 6.3.1 Elektrische Alterung bei Raumtemperatur

Die elektrische Alterung wird vorzugsweise in Luft bei Raumtemperatur ausgeführt, und zwar mit höheren Spannungen und/oder Frequenzen, die höher als die unter den stetigen Betriebsbedingungen sind, damit die Wirkungen der elektrischen Beanspruchung beschleunigt werden.

#### 6.3.2 Elektrische Alterung bei erhöhter Temperatur

Werden die elektrischen Alterungs-Prüfungen bei erhöhter Temperatur ausgeführt, so dürfen alle zweckdienlichen Aufheizverfahren angewendet werden. Der Temperaturanstieg infolge der angewandten elektrischen Beanspruchung kann die Ergebnisse beeinflussen - insbesondere, wenn eine erhöhte Frequenz angewendet wird - und sollte protokolliert werden. Falls eine thermische Alterung erfolgt, sollte die Prüfung entsprechend den Anweisungen in IEC 60034-18-33 für die multifunktionalen Prüfungen ausgeführt werden.

ANMERKUNG Die elektrische Alterung der Hauptisolierung unter Netzfrequenz und erhöhter Temperatur bis zur Betriebstemperatur kann generell zu höheren Werten für die Zeit bis zum Versagen führen, verglichen mit Tests bei Raumtemperatur bei gleichen elektrischen Belastungen.

#### 6.3.3 Alterungs-Verfahren für die Hauptisolierung

Die elektrische Alterungs-Spannung wird zwischen dem Ständerblechpaket oder dem äußeren Leitbelag auf der Oberfläche der Prüfobjekte und den Leitern angelegt. Falls das Prüfobjekt aus einer Spule mit mehreren Windungen besteht, wird während des Zeitraums der Spannungsanwendung sowohl die Haupt- als auch die Leiterisolierung durch die elektrische Beanspruchung gealtert. Diese Vorgehensweise führt jedoch nicht zur



AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

Qualifizierung der Windungsisolierung. Bei Prüfverfahren mit Unterzyklen (Abschnitt 7) sollte die Dauer dieser Unterzyklen so gewählt werden, dass die Median-Lebensdauer der Prüflinge näherungsweise nach zehn Unterzyklen erreicht wird. Um die Prüfdauer zu verkürzen, darf eine erhöhte Frequenz angewendet werden, jedoch sei darauf hingewiesen, dass erfahrungsgemäß der Beschleunigungsfaktor höchstens 10 mal Netzfrequenz sein darf, wenn die Alterungsgeschwindigkeit gleichförmig sein soll. Es sollte darauf geachtet werden, dass die dielektrischen Verluste die Temperatur der Isolierung nicht über die Betriebstemperatur hinaus erhöht, um zusätzliche thermische Alterung zu vermeiden (IEC 60034-18-33 Tabelle 1). dass die Untersuchungsergebnisse beeinflusst werden. Das ist besonders bei erhöhten Temperaturen zu beachten. Für das Erprobungs- und das Referenz-System sollte die gleiche Frequenz angewendet werden. Die Ergebnisse von Prüfungen mit erhöhter Frequenz dürfen nur dann für den direkten Vergleich verwendet werden, wenn die Lebensdauern der Systeme durch die Erhöhung der Frequenz in gleicher Weise beeinflusst werden.

## 6.4 Alterungs-Verfahren für den leitfähigen Nutteilglimmschutz und den Endenglimmschutz

Bei der Alterung des leitfähigen Nutteilglimmschutzes und des Endenglimmschutzes wird elektrische und thermische Beanspruchung gleichzeitig angewendet.

Die elektrische Alterungs-Spannung wird zwischen dem Ständerblechpaket oder dem äußeren Leitbelag auf der Oberfläche der Prüfobjekte und den Leitern angelegt. Die thermische Beanspruchung wird entweder durch Ofenlagerung oder mit Heizplatten realisiert. In beiden Fällen wird die Prüftemperatur mit der Toleranz ±2°C gehalten.

### 6.4.1 Anordnung der Temperatur-Steuerung mit Heizplatten

Die Heizplatten werden auf die Nutteil-Prüflingsseiten geklemmt. Es wird empfohlen, Heizplatten zu verwenden, die mindestens 10 mm dick sind und vorzugsweise aus Aluminium bestehen, um guten Wärmeübergang auf der ganzen Länge sowie die Temperatur-Steuerung zu ermöglichen. Diese Platten sind gleichzeitig die Erdverbindung für die Prüflinge. Die Erwärmung wird mit Hilfe von Heizspulen, die auf der Außenseite jedes Heizplattenpaares angeordnet werden und mit einem Thermostat verbunden sind, erzeugt. Zwischen den Heizplatten und den Heizelementen sollte Wärmeleitpaste eingesetzt werden.

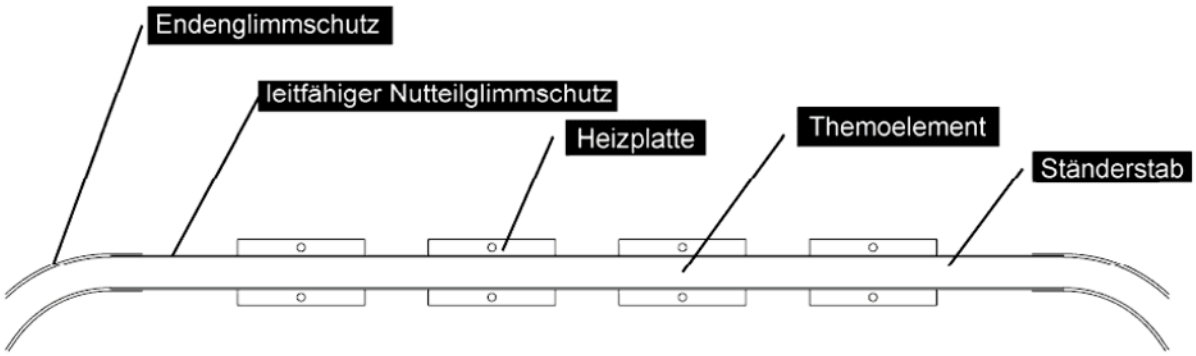



**Bild 1 – Anordnung der Heizelemente auf einem Ständerstab**

Die metallischen Heizplatten sollten gleichmäßig entlang der Nutteil-Prüflingsoberfläche im Abstand von ≤10 cm zwischen Anfang und Ende des geraden Teiles des Stabes oder der Spule angeordnet werden.

Die Heizplattenabschnitte können mit geeigneten Gewindestäben mit Muttern durch jedes Heizplattenpaar am Prüfling befestigt werden. Es sollte auf guten Kontakt zwischen den Heizplatten und dem Stab oder der Spule geachtet werden. Zur Kontrolle und Aufzeichnung der Prüflingstemperatur sind in Bohrungen, die zentrisch zwischen den Kanten der Heizplatten angebracht sind, müssen Thermoelemente eingesetzt werden (siehe Bild 1). Die Temperatursensoren können Thermoelemente oder RTDs sein.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

### 6.4.2 Erwärmung im Ofen

Die thermische Alterung der Prüfobjekte kann auch in gut überwachten Umluft-Öfen mit Aufzeichnung des Temperaturverlaufes entsprechend IEC 60216-4-1 durchgeführt werden. Besondere Aufmerksamkeit erfordert bei der gleichzeitigen Anwendung der Hochspannung im Fall der kombinierten Prüfverfahren, dass genügend Abstand zwischen den Hochspannung führenden Elektroden und Leiterteilen und der inneren Ofenwand vorhanden ist, um sichere Qualifizierung zu gewährleisten.

### 6.4.3 Prüfparameter

Um unangemessen harte Prüfungen infolge zu hoher gleichzeitiger Beanspruchung der Prüfobjekte zu vermeiden, sind in nachfolgender Tabelle Spannungs- und Temperaturwerte angegeben.

**Tabelle 1 – Leiter-Erde Prüfspannungen in Relation zur Betriebstemperatur**

| Tatsächliche Klassentemperatur in °C | Prüftemperatur | Erhöhungsfaktor für die Leiter-Erde-Prüfspannung $U_N/\sqrt{3}$ |
|---|---|---|
| 130 | 115 | 2,5 |
| 155 | 140 | 2,2 |
| 180 | 165 | 1,9 |
| ANMERKUNG: $U_N$ stellt die Windungsspannung des Isolationssystems dar. | | |

Die Prüftemperatur ist die mittlere Temperatur auf der Oberfläche des Glimmschutzsystems im Betrieb. Bei elektrischen Maschinen mit Klassentemperaturen im Bereich von 130°C bis 180°C ist die Oberflächentemperatur im Betrieb im Allgemeinen mindestens 10 bis 20 K geringer, abhängig von der Art der Kühlung, der konstruktiven Ausführung des Wickelkopfes und des Ständerpaketes sowie vom Aufbau des Isoliersystems.

Die Alterungsgeschwindigkeit des Glimmschutzsystems bei höheren Temperaturen hängt von der absoluten Prüftemperatur ab, wobei höhere Temperaturen zu stärkerer elektrischer Alterung durch die Überspannungen führen. Deshalb können für gleiche Alterungsgeschwindigkeit des Nutteil- und des Endenglimmschutzes bei höheren Temperaturen kleinere Überspannungs-Erhöhungsfaktoren benutzt werden.

Wenn die tatsächliche Klassentemperatur kleiner als 130°C ist, sind sowohl der Erhöhungsfaktor als auch die Prüftemperatur so zu wählen wie für 130°C angegeben. Erfahrungsgemäß haben Betriebs- und Prüftemperaturen unter 130°C im Vergleich zur Spannung im Betrieb nur einen geringen Einfluss auf die Alterung.

## 6.5 Nachbesserung des Endenglimmschutzes

Üblicherweise ist auf der Oberfläche der Spulen oder Stäbe im Anschluss an den geerdeten halbleitenden Nutteil-Glimmschutz ein Endenglimmschutz angebracht. Während der elektrischen Lebensdauerprüfung kann der Endenglimmschutz beschädigt werden, ohne dass gleichzeitig ein Ausfall des Prüflings stattfindet. In diesem Fall kann der Endenglimmschutz während der Lebensdauerprüfung nachgebessert und mit einem Luftstrom gekühlt werden, weil vordergründig die Hauptisolierung und nicht der Endenglimmschutz geprüft wird. Bei der Prüfung des Endenglimmschutzsystems nach Abschnitt 6.4 sind keine Reparaturmaßnahmen für das Endenglimmschutz-Material erlaubt.

# 7 Diagnostischer Unterzyklus

## 7.1 Allgemeines

Zur Qualifizierung der Hauptisolierung sind keine diagnostischen Prüfungen erforderlich, darf aber optional durchgeführt werden.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05

Im Anschluss an jeden Alterungs-Unterzyklus kann ein diagnostischer Unterzyklus ausgeführt werden. Das Versagen irgendeines Teils des Prüflings während einer Diagnose-Prüfung bedeutet das Versagen des gesamten Systems und muss als solches im Untersuchungsbericht angegeben werden. Die geeigneten Spannungsprüfungen werden entsprechend dem gewählten Prüfverfahren nach 4.2 ausgewählt.

### 7.2 Spannungsprüfungen für die Hauptisolierung

Wenn eine diagnostische Prüfung der Hauptisolierung durchgeführt wird, so ist dafür die Blitz-Impulsspannungs-Prüfung nach IEC 60034-15 anzuwenden. Alternativ kann dafür auch die Prüfung mit Netzfrequenz nach IEC 60034-15 angewendet werden.

### 7.3 Andere diagnostische Prüfungen

Um das Ende der Prüf-Lebensdauer zu ermitteln oder zur Information dürfen andere diagnostische Prüfungen angewendet werden. Diese dürfen die Spannungsprüfungen ersetzen. Beispiele für Beurteilungskriterien: Isolationswiderstand, Verlustfaktor und Teilentladungen. Für jede diagnostische Prüfung darf ein Endpunkt-Kriterium festgelegt werden wobei die entsprechende Begründung zu protokollieren ist.

## 8 Ausfallkriterien für die Hauptisolierung

### 8.1 Fehlerortung und -bestätigung

Der Ausfall eines Prüflings ist gleichbedeutend mit irgendeinem Durchschlag der Hauptisolierung. Dabei lässt der Durchschlagstrom das Überstrom-Auslöse-System für den Hochspannungstransformator ansprechen. Der Ausfall sollte durch Wiederanlegen der Spannung von Null beginnend bestätigt werden. Bei einem Prüflingsausfall wird das Wiederanlegen der vollen Prüfspannung nicht möglich sein. Fehlerortung ist wünschenswert und sollte durch Beobachtung von Lichtbögen oder Überhitzungen am Fehlerort bei Spannungsanstieg festgestellt werden. Es ist zu beachten, dass bei der Lokalisierung des Fehlers durch erneutes Anlegen der Spannung möglicherweise der örtliche Fehlerbereich nachträglich verändert wird und damit die Analyse der Durchschlagkanals schwieriger oder unmöglich wird. Nach Bestätigung eines Prüflingsausfalls sollte der ausgefallene Prüfling von der Prüfung der verbleibenden Prüflinge ausgeschlossen werden, um die Prüfung der restlichen Prüflinge fortsetzen zu können.

Ein Durchschlag unter dem Endenglimmschutz ist nur dann annehmbar, wenn er lediglich an einem der geprüften Stäbe/Spulen an dieser Stelle auftritt. Wenn bei mehr als einem Stab/Spule ein Durchschlag unter dem Endenglimmschutz auftritt, ist die Anzahl der zu prüfenden so weit zu erhöhen, dass statistisch gesicherte Lebensdauerergebnisse für die Hauptisolierung erhalten werden. In diesem Fall wird empfohlen, den konstruktiven Aufbau und den Fertigungsprozess für diesen speziellen Bereich zu überprüfen.

### 8.2 Darstellung der ausgefallenen Prüflinge

Jeder ausgefallene Prüfling sollte genau untersucht werden, um zu sichern, dass der Ausfall berechtigt in die statistische Auswertung eingeht. Dies kann das Aufschneiden der Isolierung im Bereich des Durchschlages erfordern, um den genauen Fehlerort und dessen Ursache zu ermitteln.

## 9 Qualifizierung des Glimmschutzsystems

Das Ziel der Qualifizierungsprüfungen für das Glimmschutzsystem ist, sicher zu stellen, dass er die Anforderungen während der spezifizierten Lebensdauer erfüllt. Die Anforderungen sind dann erfüllt, wenn zwischen dem Blechpaket und den Spulen/Stäben und auf der Oberfläche des Endenglimmschutzes keine Teilentladungen auftreten.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60034-18-32:2021-05