

	<p align="center">Drehende elektrische Maschinen Teil 18: Funktionelle Bewertung von Isoliersystemen Hauptabschnitt 21: Prüfverfahren für Runddrahtwicklungen Thermische Bewertung und Klassifizierung (IEC 34-18-21:1992) Deutsche Fassung EN 60034-18-21:1994</p>	<p align="center">DIN EN 60034-18-21</p>
<p align="center">VDE</p>	<p>Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.</p>	<p align="center">Klassifikation VDE 0530 Teil 18-21</p>
<p align="center">Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 34-18-21</p> <p>ICS 29.080.00; 29.160.00</p> <p>Deskriptoren: Elektrische Maschine, Isoliersystem, Runddraht, Elektrotechnik, Prüfverfahren</p> <p>Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulating systems – Section 21: Test procedures for wire-wound windings – Thermal evaluation and classification (IEC 34-18-21:1992); German version EN 60034-18-21:1994</p> <p>Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 21: Procédures d'essai pour enroulements à fils – Evaluation thermique et classification (CEI 34-18-21:1992); Version allemande EN 60034-18-21:1994</p> <p>Die Europäische Norm EN 60034-18-21:1994 hat den Status einer Deutschen Norm.</p> <p>Beginn der Gültigkeit Die EN wurde am 1993-12-08 von CENELEC angenommen. Bezüglich Übergangsfristen siehe Vorwort der Europäischen Norm. Norm-Inhalt war veröffentlicht als Entwurf DIN VDE 0530-21 (VDE 0530 Teil 21):1988-10.</p> <p align="right">Fortsetzung Seite 2 und 30 Seiten EN</p> <p align="center">Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)</p>		

Nationales Vorwort

Zuständig für diese Norm ist in Deutschland das Komitee 311 „Drehende elektrische Maschinen“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE).

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

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.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 53.1 S2	IEC 34-1	DIN VDE 0530-1 (VDE 0530 Teil 1)	VDE 0530 Teil 1
Normen der Reihe HD 307	Normen der Reihe IEC 455	Normen der Reihe DIN VDE 0355 (VDE 0355)	Normen der Reihe VDE 0355
–	IEC 464-1	E DIN IEC 15C(Sec)458 (VDE 0360 Teil 1)	VDE 0360 Teil 1
–	IEC 611	DIN VDE 0302-3 (VDE 0302 Teil 3)	VDE 0302 Teil 3

Zu der im Abschnitt A.2 unter „Bauelemente der Motorette“ stehenden Angabe „lackisoliert nach Grad 2“ wird auf DIN 46435 hingewiesen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise in nationalen Zusätzen

DIN 46435	Wickeldrähte – Runddrähte, isoliert, aus Kupfer, lackisoliert; Maße und Gleichstromwiderstände
DIN VDE 0302-3 (VDE 0302 Teil 3)	Isoliersysteme elektrischer Betriebsmittel – Thermisches Dauerverhalten; Grundsätze für Prüfverfahren; Identisch mit IEC 611, Ausgabe 1978
Normen der Reihe DIN VDE 0355	Lösemittelfreie Reaktionsharzwerkstoffe für die Elektroisolierung
E DIN IEC 15C(Sec)458 (VDE 0360 Teil 1)	Bestimmung für Lacke für elektrische Isolierungen – Teil 1: Begriffe und allgemeine Anforderungen (IEC 15C(Sec)458:1994)
DIN VDE 0530-1 (VDE 0530 Teil 1)	Drehende elektrische Maschinen – Bemessungsdaten und Betriebsweise

DK 621.313:621.315.6:620.1:621.317.08

Deskriptoren: Drehende elektrische Maschinen, elektrische Isolierung, Wicklung, Prüfung, Temperaturbeständigkeitsprüfung, Klassifizierung

Deutsche Fassung

Drehende elektrische Maschinen

Teil 18: Funktionelle Bewertung von Isoliersystemen

Hauptabschnitt 21: Prüfverfahren für Runddrahtwicklungen – Thermische Bewertung und Klassifizierung
(IEC 34-18-21:1992)

Rotating electrical machines
Part 18: Functional evaluation
of insulating systems
Section 21: Test procedures for wire-wound windings –
Thermal evaluation and classification
(IEC 34-18-21:1992)

Machines électriques tournantes
Partie 18: Evaluation fonctionnelle
des systèmes d'isolation
Section 21: Procédures d'essai pour
enroulements à fils –
Evaluation thermique et classification
(CEI 34-18-21:1992)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1993-12-08 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Das CENELEC-Fragebogenverfahren zur unveränderten Annahme der Internationalen Norm IEC 34-18-21:1992 ergab, daß für die Annahme als Europäische Norm keine gemeinsamen Abänderungen notwendig waren.

Das Referenzdokument wurde danach den CENELEC-Mitgliedern zur formellen Abstimmung vorgelegt und von CENELEC am 8. Dezember 1993 als EN 60034-18-21 genehmigt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum der Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm (dop): 1995-03-15
- spätestes Datum für die Zurückziehung entgegenstehender nationaler Normen (dow): 1995-03-15

Für Erzeugnisse, die vor 1995-03-15 der einschlägigen nationalen Norm entsprochen haben, wie durch den Hersteller oder durch eine Zertifizierungsstelle nachgewiesen, darf diese vorhergehende Norm für die Fertigung bis 2000-03-15 noch weiter angewendet werden.

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt. Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen. In dieser Norm sind Anhänge A, B und C informativ und ist Anhang ZA normativ.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 34-18-21:1992 wurde von CENELEC als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Allgemeine Feststellungen	4
3.1 Beziehung zu Hauptabschnitt 1.	4
3.2 Normalprüfverfahren	4
3.3 Referenz-Isoliersystem	4
3.4 Prüfobjekte	4
3.5 Überprüfung von diagnostischen Prüfungen	5
3.6 Verfahren für thermische Alterungsprüfung	5
3.7 Alterungstemperaturen und Längen von Unterzyklen	5
4 Verfahren 1: Motorettten-Prüfverfahren	5
4.1 Allgemeines	5
4.2 Prüfobjekte	6
4.3 Thermischer Alterungs-Unterzyklus	6
4.4 Diagnostischer Unterzyklus	6
4.5 Auswertung, Prüfbericht und Klassifizierung	7
5 Verfahren 2: Motor-Prüfverfahren	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Prüfobjekte	8
5.3 Thermischer Alterungs-Unterzyklus	8
5.4 Diagnostischer Unterzyklus	9
5.5 Auswertung, Prüfbericht und Klassifizierung	10

	Seite
6 Verfahren 3: Prüfverfahren für Ständerwicklungen in Nuten	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Prüfobjekte	10
6.3 Thermischer Alterungs-Unterzyklus	10
6.4 Diagnostischer Unterzyklus	11
6.5 Auswertung, Prüfbericht und Klassifizierung	11
7 Verfahren 4: Prüfverfahren für Polwicklungen	11
7.1 Allgemeines	11
7.2 Prüfobjekte	12
7.3 Thermischer Alterungs-Unterzyklus	12
7.4 Diagnostischer Unterzyklus	12
7.5 Auswertung, Prüfbericht und Klassifizierung	13
8 Verfahren 5: Prüfverfahren für Läuferwicklungen in Nuten	13
8.1 Allgemeines	13
8.2 Prüfobjekte	14
8.3 Thermischer Alterungs-Unterzyklus	14
8.4 Diagnostischer Unterzyklus	15
8.5 Auswertung, Prüfbericht und Klassifizierung	15
Anhang A (informativ) Motoretten-Konstruktion (Beispiel)	16
Anhang B (informativ) Modelle für Polwicklungen (Beispiele)	19
Anhang C (informativ) Einrichtungen für Feuchteprüfungen	20
Anhang ZA (normativ) Andere in dieser Norm zitierte internationale Publikationen mit den Verweisungen der entsprechenden europäischen Publikation	30
Bilder	21 bis 29

Einleitung

Hauptabschnitt 1 von IEC 34-18 enthält allgemeine Richtlinien für die Bewertung und Klassifizierung von Isoliersystemen für drehende elektrische Maschinen.

Dieser Hauptabschnitt von IEC 34-18 behandelt die thermische Bewertung und Klassifizierung von Isoliersystemen für Wicklungen mit (normalerweise ungeordnet gewickelten) Drähten.

Es werden mehrere Prüfverfahren für unterschiedliche Drahtwicklungen und Prüftechniken angegeben.

Dieser Hauptabschnitt gehört zu Teil 18, der eine Reihe von Schriftstücken umfaßt, in denen die funktionelle Bewertung von Isoliersystemen für drehende elektrische Maschinen behandelt wird. Die anderen Hauptabschnitte sind:

Hauptabschnitt 1: Allgemeine Richtlinien (IEC 34-18-1)

Hauptabschnitt 31: Prüfverfahren für Wicklungen mit vorgeformten Elementen (IEC 34-18-31) *)

*) Nationale Fußnote: Nach dem „Corrigendum“ von Hauptabschnitt 1 muß es hier heißen: „Die Hauptabschnitte 31, 32, ..., 39: Prüfverfahren für Wicklungen mit vorgeformten Elementen. (IEC 34-18-31, 32, ..., 39)“

1 Anwendungsbereich

Dieser Hauptabschnitt von IEC 34-18 beschreibt Prüfverfahren für die thermische Bewertung und Klassifizierung von Isoliersystemen, die in drehenden elektrischen Wechsel- oder Gleichstrommaschinen mit Drahtwicklungen eingesetzt werden oder deren Verwendung vorgesehen ist. Die Prüfverfahren arbeiten auf Vergleichsbasis in der Weise, daß das Verhalten eines Erprobungs-Isoliersystems mit dem eines Referenz-Isoliersystems mit nachgewiesener Betriebserfahrung verglichen wird.

Dieser Hauptabschnitt 21 muß in Verbindung mit **Hauptabschnitt 1** angewendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil in diesem Hauptabschnitt von IEC 34-18 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Hauptabschnitt von IEC 34-18 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 34-1:1983	Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance
IEC 455	Specification for solventless polymerisable resinous compounds used for electrical insulation
IEC 464	Specification for insulating varnishes containing solvent
IEC 34-18-1:1991	Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 1: General guidelines

3 Allgemeine Feststellungen

3.1 Beziehung zu Hauptabschnitt 1

Hauptabschnitt 1 beschreibt allgemeine Prüfverfahren, wie sie zur Ermittlung der thermischen Beständigkeit von Isoliersystemen in umlaufenden Maschinen anwendbar sind. Falls die Verfahren dieses Hauptabschnittes nichts anderes angeben, müssen die Festlegungen von **Hauptabschnitt 1** befolgt werden.

3.2 Normalprüfverfahren

In den **Abschnitten 4 bis 8** sind fünf Normalprüfverfahren beschrieben. Der Anwender dieser Norm muß dasjenige Prüfverfahren auswählen, das für die Art und Größe der zu prüfenden und zu klassifizierenden Wicklung am besten geeignet ist, wobei auch die Prüfeinrichtungen und vorliegende Erfahrungen zu berücksichtigen sind.

3.3 Referenz-Isoliersystem

Ein Referenz-Isoliersystem muß nach demselben Prüfverfahren wie das Erprobungs-Isoliersystem untersucht werden. **Siehe 4.2 von Hauptabschnitt 1.**

Die Wärmeklassen der beiden Isoliersysteme dürfen um nicht mehr als 50 K auseinanderliegen.

3.4 Prüfbjekte

3.4.1 Aufbau der Prüfbjekte

Wenn es für notwendig gehalten wird, dürfen zur Auswahl von Werkstoffen Prüfungen nach **5.2.1 von Hauptabschnitt 1** ausgeführt werden.

Prüfbjekte dürfen komplette Maschinen, Maschinenkomponenten oder Modelle sein. Die Komponenten oder Modelle sollten alle wesentlichen Elemente enthalten.

Isolierdicken, Kriechweglängen und – wo erforderlich – Glimmschutzanordnungen müssen für die vorgesehene höchste Nennspannung sowie im Hinblick auf Betriebsmittelnormen und die Praxis bemessen sein. Die verglichenen Systeme müssen in ihren Anordnungen mit denen übereinstimmen, die in Maschinen verwendet werden sollen.

ANMERKUNG: Es ist bekannt, daß bei identischen Isolierwerkstoffen in Abhängigkeit von Isolierdicken und Kriechweglängen stark unterschiedliche Prüflebensdauerwerte ermittelt werden können.

Prüflinge, die Teile einer Spule oder einer Wicklung nachbilden, dürfen zur Bewertung verwendet werden, wenn die auf diese Teile im Betrieb wirkenden Beanspruchungen bei der Untersuchung zuverlässig wiedergegeben werden können.

Besondere Modelltypen sind in einigen Ländern erfolgreich eingesetzt worden; Beispiele dafür sind in **Anhang A** und **Anhang B** erläutert.

Der Hersteller sollte sicherstellen, daß die für die Verwendung im neuen Isoliersystem vorgeschlagenen Werkstoffe den geplanten Fertigungsprozeß ohne Verschlechterung der Eigenschaftswerte durchlaufen können.

Siehe DIN EN 60034-18-21/A1 (VDE 0530 Teil 18-21/A1):1998-06

Siehe DIN EN 60034-18-21/A2 (VDE 0530 Teil 18-21/A2):1998-06

3.4.2 Qualitätssicherungs-Prüfungen

Um fehlerhafte Prüfobjekte auszuschneiden, sollten sie zunächst nach 5.2.3 von Hauptabschnitt 1 visuell auf ihre Eignung überprüft werden. Danach sind Hochspannungsprüfungen auszuführen, wobei entweder die Maschinen- oder Spulenprüfspannungen wie im Fertigungsprozeß oder wie bei den in den entsprechenden Abschnitten beschriebenen diagnostischen Prüfungen angewendet werden; die schärfere Spannungsbeanspruchung ist zu wählen.

ANMERKUNG: Wenn es vorteilhaft ist, dürfen zusätzliche Kontrolluntersuchungen (oder Eignungsprüfungen) einschließlich der folgenden ausgeführt werden:

- Messung des Isolationswiderstandes;
- Verlustfaktor- und Kapazitätsmessungen;
- Ermittlung der Teilentladungseinsatzspannung;
- Vergleich der Phasenströme während des Betriebes;
- wiederholte Stoßspannungsbeanspruchungen;
- Messung von Kriechströmen;
- Hochspannungsprüfung.

Jedes Versuchsobjekt mit auffälligen Abweichungen sollte verworfen werden, oder es sollte untersucht werden, um den Grund für die Abweichungen zu ermitteln und einen vertretbaren Toleranzbereich dafür festzulegen.

3.5 Überprüfung von diagnostischen Prüfungen

Zur Kontrolle, ob der diagnostische Unterzyklus durchführbar ist, dürfen vorhergehende Alterungsuntersuchungen nach 5.3.4 von Hauptabschnitt 1 ausgeführt werden.

3.6 Verfahren für thermische Alterungsprüfung

Das Prüfverfahren umfaßt mehrere Alterungsprüfungen, die bei unterschiedlichen Alterungstemperaturen ausgeführt werden. Bei jeder Temperatur wird die Prüflebensdauer des untersuchten Isoliersystems bestimmt. Aufgrund dieser Lebensdauerprüfwerte wird die Lebensdauer bei Klassentemperatur im Vergleich zu derjenigen des Referenz-Systems bei seiner Klassentemperatur abgeschätzt.

Jede Alterungsprüfung wird in Zyklen ausgeführt; jeder Zyklus besteht aus einem thermischen sowie aus einem diagnostischen Unterzyklus. Der diagnostische Unterzyklus darf eine mechanische Prüfung, eine Feuchte-lagerung, eine Spannungsprüfung und andere diagnostische Prüfungen einschließen.

3.7 Alterungstemperaturen und Längen von Unterzyklen

Es sollten die in 5.3.2 von Hauptabschnitt 1 aufgeführten Überlegungen und Verfahren berücksichtigt und angewendet werden.

Beim Normalverfahren müssen mindestens drei Alterungstemperaturen angewendet werden.

Wenn das Erprobungs-Isoliersystem nur geringfügig vom klassifizierten System abweicht, darf 5.3.2.2 von Hauptabschnitt 1 angewendet werden.

Die Alterungstemperaturen und die Längen von Alterungs-Unterzyklen dürfen nach Hauptabschnitt 1, Tabelle 2, gewählt werden.

Falls die für das Erprobungs-Isoliersystem vorgesehene Wärmeklasse nicht mit der bekannten Klasse des Referenz-Systems übereinstimmt, müssen dementsprechend unterschiedliche Alterungstemperaturen und Unterzyklen-Längen ausgewählt werden.

Die niedrigste Alterungstemperatur sollte so gewählt werden, daß in logarithmischem Maßstab eine mittlere Prüflebensdauer von etwa 5000 h oder mehr ermittelt wird. Das ist im allgemeinen der Fall, wenn die niedrigste Alterungstemperatur so gewählt wird, daß sie mit einer Beanspruchungsperiode von 28 bis 35 Tagen oder mehr korrespondiert.

Zusätzlich sollten wenigstens zwei höhere Alterungstemperaturen gewählt werden, die einen Abstand von mindestens 20 K haben. Intervalle von 10 K sind angemessen, wenn die Untersuchungen bei mehr als drei Alterungstemperaturen ausgeführt werden.

Um die Unsicherheit bei der Extrapolation möglichst klein zu halten, sollte die niedrigste Prüftemperatur um nicht mehr als 25 K über der Temperatur liegen, auf die die Ergebnisse extrapoliert werden.

4 Verfahren 1: Motoretten-Prüfverfahren

4.1 Allgemeines

4.1.1 Verfahren 1

Dieses Verfahren, bei dem Modelle des Typs „MOTORETTE“ als Prüfobjekte verwendet werden, muß als „IEC 34-18-1, Verfahren 1“ *) gekennzeichnet werden.

*) Nationale Fußnote: Der Text an dieser Stelle ist falsch. Es muß richtig heißen: „IEC 34-18-21, Verfahren 1“

4.1.2 Allgemeine Grundlagen

Das Prüfverfahren zur Ermittlung der thermischen Beständigkeit besteht aus mehreren Zyklen. Jeder Zyklus enthält:

- einen thermischen Alterungs-Unterzyklus;
- einen diagnostischen Unterzyklus, der – in dieser Reihenfolge ausgeführt – eine mechanische Prüfung, eine Feuchteprüfung bei gekühltem Prüfling und eine Spannungsprüfung einschließt.

4.2 Prüfbjekte

4.2.1 Aufbau der Prüfbjekte

Bei diesem Verfahren wird das zu bewertende Isoliersystem durch ein als MOTORETTE bezeichnetes Prüfbjekt nachgebildet.

Die Motorette muß so aufgebaut sein, daß sie alle wesentlichen Bauteile enthält, und sie sollte – mit möglichst guter Annäherung – die Wiedergabe eines vollständigen Wicklungsisoliersystems sein. Die Motorette bildet eine Wicklung mit Drähten in Nuten nach.

Ein Beispiel einer Motorette, wie sie zur Prüfung der Isolierung einer Wicklung mit Drähten verwendet wird, ist in [Anhang A](#) beschrieben.

4.2.2 Anzahl der Prüflinge

Für jedes Isoliersystem sollten bei jeder Alterungstemperatur mindestens zehn Motoretten untersucht werden.

4.2.3 Qualitätssicherungs-Prüfungen

Vor Beginn des ersten thermischen Alterungs-Unterzyklus müssen die folgenden Qualitätssicherungs-Prüfungen ausgeführt werden:

- visuelle Kontrolle der Prüfbjekte;
- Spannungsprüfungen nach [IEC 34-1](#);
- Wechsellspannungsprüfung Leiter gegen Leiter mit 400 V; Fehlererkennung durch einen 50-mA-Überstrom-auslöser.

4.2.4 Vorhergehende diagnostische Prüfungen

Jedes vollständig fertiggestellte Prüfbjekt muß vor dem Beginn des ersten thermischen Alterungs-Unterzyklus den in 4.4 aufgeführten diagnostischen Prüfungen unterworfen werden.

4.3 Thermischer Alterungs-Unterzyklus

4.3.1 Alterungstemperaturen und Längen von Unterzyklen

Es müssen die in [3.7](#) angegebenen Verfahren angewendet werden.

4.3.2 Heizeinrichtungen

Es müssen Alterungsöfen nach [5.3.3](#) von Hauptabschnitt 1 dieser Publikation verwendet werden.

4.3.3 Alterungsverfahren

Die Motoretten müssen zu Beginn des Alterungs-Unterzyklus unmittelbar in den aufgeheizten Alterungsöfen eingebaut und am Ende des Unterzyklus sofort aus dem Ofen genommen und auf Raumtemperatur gebracht werden.

Um die Auswirkungen von Unterschieden zwischen den tatsächlichen Alterungstemperaturen bei den einzelnen Motoretten so klein wie möglich zu halten, sollte die räumliche Lage der Prüflinge im Alterungsöfen bei aufeinanderfolgenden Wärmealterungs-Unterzyklen wahllos verändert werden.

4.4 Diagnostischer Unterzyklus

4.4.1 Mechanische Prüfung

Im Anschluß an jeden Unterzyklus der thermischen Alterung wird jede Motorette nach der Abkühlung auf Raumtemperatur 1 h auf einem Rütteltisch mechanisch beansprucht.

Die Motoretten werden in der Weise montiert, daß die Bewegung senkrecht zur Spulenfläche erfolgt, so daß die Spulenenden zu Schwingungen angeregt werden, wie sie in einem tatsächlichen Motor unter dem Einfluß radialer Kräfte im Wickelkopf auftreten. Diese Schwingungsprüfung wird bei Raumtemperatur ohne elektrische Spannungsbeanspruchung ausgeführt.

Vorzugsweise wird mit einer Schwingungsamplitude gearbeitet, die einer Beschleunigung von 1,5 g entspricht (Amplitude Spitze/Spitze: 0,2 mm bei 60 Hz oder 0,3 mm bei 50 Hz). Falls die im Betrieb auftretenden Beanspruchungen zu einer größeren Schwingungsamplitude führen, muß diese angewendet und im Prüfbericht angegeben werden (siehe [5.5.1 von Hauptabschnitt 1](#)).

4.4.2 Feuchteprüfung

Nach 5.5.2 von **Hauptabschnitt 1** muß eine Feuchteprüfung von mindestens 48 h Dauer ausgeführt werden. Während der Feuchteeinwirkung müssen auf der Wicklung Wassertröpfchen zu erkennen sein; größere Wasserflächen dürfen nicht auftreten. Die Motoretten müssen annähernd Raumtemperatur – im Bereich von 15 °C bis 35 °C – haben. Die tatsächlichen Motoretten-Temperaturen müssen im Prüfbericht angegeben werden. Während der Feuchtelagerung werden die Prüflinge elektrisch nicht beansprucht. Beispiele für Einrichtungen für derartige Prüfungen sind in **Anhang C** aufgeführt.

Es muß das Verfahren mit gekühlten Prüflingen angewendet werden. Siehe **Anhang C, Abschnitt C.2**.

4.4.3 Spannungsprüfung

Um den Zustand der Prüflinge zu prüfen und um festzustellen, wann das Ende der Prüflebensdauer erreicht ist, wird nach jeder der aufeinanderfolgenden Feuchtelagerungen in folgender Weise netzfrequente Spannung an die Prüflinge gelegt:

Tabelle 1: Prüfspannungen bei Verfahren 1

Bemessungsspannung im Betrieb (in Volt)	Empfohlene netzfrequente Prüfspannung (in Volt, Effektivwerte)		
	gegen Erde	zwischen Spulen	zwischen Leitern *)
110 bis 400	400	400	110 ±10
401 bis 660	660	660	110 ±10
661 bis 1000	in Vorbereitung	in Vorbereitung	in Vorbereitung

*) Zulässiger Spannungsbereich; der gewählte Wert sollte jedoch unverändert angewendet werden.

Die gegen Erde und zwischen Spulen angelegte Prüfspannung sollte mit dem oberen Grenzwert des Spannungsbereiches übereinstimmen, für den das Isoliersystem vorgesehen ist. Ein Spannungswert, der von 660 V abweicht, darf angewendet werden, um z. B. den Gebrauch von Prüferten zu ermöglichen, die bei 600 V ermittelt wurden. Zur Bestimmung des Endes der Prüflebensdauer darf mit anderen Prüfspannungen, für die Versuchserfahrungen vorliegen, gearbeitet werden, wenn sichergestellt ist, daß diese in jedem Fall sowohl für das Referenz- als auch für das Erprobungs-Isoliersystem angewendet werden. Abweichungen von den in Tabelle 1 genannten Werten müssen im Prüfbericht angegeben werden.

Die Spannungen werden 10 min angelegt; dabei befinden sich die Prüflinge noch in der Feuchteammer und sind feucht. Nacheinander werden in den entsprechenden Prüfkreisen jeweils 10 min die vorgesehenen Prüfspannungen angewendet, und zwar zunächst die Spannung zwischen den parallelgewickelten Leitern, dann die Spannung zwischen den Spulen und schließlich die Spannung zwischen allen Spulen und Erde. Um unbeabsichtigte Hochspannungsimpulse auszuschließen, wird vorgeschlagen, in den Prüfkreis Überspannungsableiter einzubauen.

Erfahrungsgemäß sind bei der Motoretten-Prüfung die Kennwerte der zur Fehlererkennung verwendeten Schalter von großer Bedeutung. Siehe **Anhang A, Abschnitt A.3**.

4.4.4 Andere diagnostische Prüfungen

Es dürfen andere diagnostische Prüfungen nach 5.5.4 von **Hauptabschnitt 1** ausgeführt werden.

4.5 Auswertung, Prüfbericht und Klassifizierung

Es müssen die in 5.6 von **Hauptabschnitt 1** angegebenen Verfahren angewendet werden. Auf zusätzliche Einzelheiten, über die berichtet werden muß, wird in 4.4.1 und 4.4.3 hingewiesen.

5 Verfahren 2: Motor-Prüfverfahren

5.1 Allgemeines

5.1.1 Verfahren 2

Dieses Verfahren, bei dem komplette Motoren als Prüfobjekte verwendet werden, wird als „IEC 34-18-1, Verfahren 2“ *) gekennzeichnet.

5.1.2 Allgemeine Grundlagen

Das Prüfverfahren zur Ermittlung der thermischen Beständigkeit besteht aus mehreren Zyklen. Jeder Zyklus enthält:

- einen thermischen Alterungs-Unterzyklus;
- einen diagnostischen Unterzyklus, der eine Feuchteprüfung einschließen darf. Während des Betriebes des Motors liegt fortwährend Spannung an, die gleichzeitig als Diagnosefaktor dient.

*) Nationale Fußnote: Der Text an dieser Stelle ist falsch. Es muß richtig heißen: „IEC 34-18-21, Verfahren 2“

Bei Prüfungen, die bei Temperaturen oberhalb der normalen Betriebstemperatur ausgeführt werden, tritt eine größere thermomechanische Beanspruchung und eine größere Konzentration von Zersetzungsprodukten auf. Es ist auch bekannt, daß Schäden, die durch außergewöhnlich große mechanische oder elektrische Beanspruchungen verursacht worden sind, sich im allgemeinen hinsichtlich ihrer Merkmale von denen unterscheiden, die nach langer Betriebszeit auftreten.

Wegen der Unterschiede bei den Kontrollen von Hauptprüfparametern, bei den Fertigungsverfahren und bei den Prüffarten für Motoren ist es außerordentlich schwierig, Motorprüfungen in einer Versuchseinrichtung mit denen in einer anderen zu vergleichen. Es ist bei diesem Verfahren beabsichtigt, Motorisoliersysteme aus einem Fertigungsbereich und in einer Versuchseinrichtung miteinander zu vergleichen.

Obleich komplette Motoren untersucht werden, können die Ergebnisse nicht dazu verwendet werden, um ohne Einschränkungen eine Lebensdauer bei Normalbetrieb zu ermitteln. Die Untersuchungen können lediglich als Mittel zur Klassifizierung durch den Vergleich von Isoliersystemen verwendet werden.

5.2 Prüfbjekte

5.2.1 Aufbau der Prüfbjekte

Die Prüfbjekte sind komplette Motoren. Ein Motor darf zur Verlängerung seiner mechanischen Lebensdauer für die Prüfung verändert werden. Um seine Erwärmung zu vergrößern, dürfen unterschiedliche Verfahren unter der Voraussetzung angewendet werden, daß keinerlei Änderungen am Isoliersystem oder an dessen unmittelbarer Umgebung vorgenommen werden.

Bei Untersuchungen an kompletten Motoren werden die Prüfergebnisse durch die Abmessungen der Bauelemente und durch die Fertigungsverfahren beim Wickeln und bei der Formgebung beeinflußt. Daher sollten die Fertigungsverfahren mit denjenigen übereinstimmen, die während der normalen Fertigung angewendet werden oder vorgesehen sind.

5.2.2 Anzahl der Prüfbjekte

Bei jeder Alterungstemperatur und für jedes Isoliersystem sollten jeweils mindestens fünf Motoren untersucht werden.

5.2.3 Qualitätssicherungs-Prüfungen

Vor Beginn des ersten thermischen Alterungs-Unterzyklus müssen die folgenden Qualitätssicherungs-Prüfungen ausgeführt werden:

- visuelle Kontrolle vor dem Zusammenbau des Motors;
- Spannungsprüfungen nach IEC 34-1.

5.2.4 Vorhergehende diagnostische Prüfungen

Jedes vollständig fertiggestellte Prüfbjekt muß vor Beginn des ersten thermischen Alterungs-Unterzyklus den diagnostischen Prüfungen nach 5.4 unterworfen werden.

5.3 Thermischer Alterungs-Unterzyklus

5.3.1 Alterungstemperaturen und Längen von Unterzyklen

Es müssen die in 3.7 angegebenen Verfahren angewendet werden.

Die Prüftemperaturen müssen mit Hilfe des Widerstandsverfahrens ermittelt werden. Zur Überwachung dürfen Thermoelemente angebracht werden. Nachdem die Alterungstemperatur erreicht worden ist, sollte die Temperatur daraufhin überwacht werden, ob die in 5.3.3 von Hauptabschnitt 1 festgelegte Genauigkeit eingehalten wird. Falls die Temperatur eines Motors merklich vom Mittelwert der bei einheitlicher Temperatur laufenden Gruppe abweicht, sollte dies im Prüfbericht angegeben und bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse berücksichtigt werden.

5.3.2 Heizeinrichtungen

In welcher Weise die Wärme erzeugt wird, ergibt sich aus der Art des verwendeten Motors und der verfügbaren Laboreinrichtung. Höhere als die normalen Wicklungstemperaturen dürfen dadurch erreicht werden, daß die Verlustleistung des Motors vergrößert wird, z. B. durch eine der folgenden Maßnahmen: Vergrößerung des Luftspalts, Anlauf und Drehrichtungsumkehr des Motors, Überlagerung des normalen Wechselstromes mit Gleichstrom oder durch Erhöhung der Temperatur der Umgebungsluft des Motors. Zur Temperaturregelung während des Wärmealterungs-Abschnittes innerhalb des Zyklus dürfen die Motoren mit normaler Spannung und Frequenz betrieben werden, wobei eine elektrische Regelung dafür sorgt, daß sie automatisch anlaufen und anhalten oder daß in bestimmten Zeitabständen die Drehrichtung umgekehrt wird. Andere vertretbare Mittel zur Temperaturregelung sind automatische Spannungsänderungen, Einstellen der Temperatur der umgebenden Luft oder Kombinationen von beiden.

Die Art und Weise der Aufheizung muß im Prüfbericht ausführlich beschrieben werden.

Bei Einphasenmotoren müssen während des Wärmealterungs-Abschnittes innerhalb des Zyklus wenigstens 250 Anlauf-Halt-Schaltungen je Tag ausgeführt werden. Während des Anlaufs ist die Stromdichte in der Anlauf-