

Isoliersysteme elektrischer BetriebsmittelBewertung und Kennzeichnung
Identisch mit IEC 505 (Report) Ausgabe 1975**DIN**
VDE 0302
Teil 1Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung des Internationalen Fachberichtes **IEC 505**

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Leitlinie im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Insulation systems of electrical equipment;
Evaluation and identification;
Identical with IEC 505 (Report) edition 1975

Systèmes d'isolation du matériel électrique;
L'évaluation et l'identification;
Identique à CEI 505 (Rapport) édition 1975

Der Internationale Fachbericht IEC 505, 1. Ausgabe, 1975, "Guide for the evaluation and identification of insulation systems of electrical equipment", ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Leitlinie) gilt ab 1. September 1986.

Entwurf war veröffentlicht als DIN IEC 505/VDE 0302 Teil 991/03.83.

Nationales Vorwort

Die vorliegende Norm enthält die Übersetzung der von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC), Technisches Komitee 63 „Isoliersysteme“, ausgearbeiteten IEC 505, 1. Ausgabe, 1975. Die Übersetzung wurde vom zuständigen Komitee 833 „Isoliersysteme“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) ausgearbeitet.

Dieser Norm vorausgegangen ist der Entwurf DIN IEC 505/VDE 0302 Teil 991/03.83.

Zu den Hinweisen „Siehe Nationales Vorwort“ ist folgendes zu bemerken:

Zu Abschnitt „Einführung“ und „Zitierte Normen“:

Die in der Einführung enthaltenen Ausführungen bezüglich IEC 85 sind inzwischen überholt, da 1984 die 2. Ausgabe von IEC 85 unter dem Titel „Thermal evaluation and classification of electrical insulation“ erschienen ist und damit die an dieser Stelle zitierte 1. Ausgabe 1957 ungültig wurde. Der Entwurf zu IEC 85 – 1984 wurde im September 1982 als Schriftstück IEC 15B(Central Office)55 den Nationalen Komitees unter der Sechsmonatsregel zur Abstimmung vorgelegt und im deutschen Norm-Entwurf als DIN IEC 15B(CO)55/VDE 0301 Teil 1/08.83 veröffentlicht. Die von deutscher Seite im Rahmen des internationalen Abstimmungsverfahrens vorgetragenen Bedenken fanden bei den anderen Ländern wenig Unterstützung und konnten daher das Erscheinen der 2. Ausgabe der IEC 85 nicht verhindern. Über die Probleme und das Zustandekommen der Neufassung der IEC 85 - 1984 wurde ausführlich berichtet in den DIN-Mitteilungen 64.1985 Nr 1, Seite 46 bis Seite 48.

Zu Anhang C:

IEC 262 war in dem im Juni 1985 zurückgezogenen Norm-Entwurf DIN IEC 262/VDE 0712 Teil 103 veröffentlicht, IEC 34-1 siehe DIN VDE 0530 Teil 1.

Fortsetzung Seite 2 bis 22

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Deutsche Übersetzung**Grundsätzliche Aspekte zur Funktionsbewertung von elektrischen Isoliersystemen:
Alterungsmechanismen und diagnostische Verfahren****Inhalt**

	Seite		Seite
Vorwort	3	2.10 Darstellung von Schlüsseln für Isoliersysteme in Normen für Ausrüstungen	9
Einleitung	3	Hauptabschnitt drei – Verfahren zur Funktionsbewertung	
Einführung	3	3.1 Allgemeines	9
Hauptabschnitt eins – Allgemeines		3.2 Funktionsprüfungen: Prüflinge	9
1.1 Anwendungsbereich	4	3.3 Funktionsprüfungen: Alterungsverfahren	9
1.2 Zweck	4	3.3.1 Allgemeines	9
1.3 Benennung und Definitionen	4	3.3.2 Beschleunigung von Funktionsprüfungen	10
1.4 Verschlüsseltes Kennzeichnen von Isoliersystemen	5	3.3.3 Nachweis unveränderter Alterungs- mechanismen	10
1.5 Funktionsbewertung	6	3.3.4 Anwendung und Verstärkung der wichtigsten Einflußfaktoren	10
1.5.1 Allgemeine Grundsätze	6	3.4 Funktionsprüfungen: Bewertung des Zu- standes der Prüflinge und Endpunktkriterien. .	11
1.5.2 Funktionsprüfungen	6	3.4.1 Allgemeines	11
1.6 Das Herleiten der voraussichtlichen Lebensdauer	6	3.4.2 Endpunktkriterium	11
Hauptabschnitt zwei – Verfahren zum Kennzeichnen von Isoliersystemen durch Schlüssel		3.5 Verfahren zur Funktionsprüfung	12
2.1 Schlüssel für Isoliersysteme: Allgemeine Beschreibung	6	3.5.1 Allgemeine Betrachtungen	12
2.2 Einführen zusätzlicher Kennzeichnungselemente	7	3.5.2 Festlegung von Prüfverfahren	12
2.3 Identifizierung von Kennzeichnungsschlüsseln für Isoliersysteme	7	3.5.3 Liste von Gesichtspunkten, die für jede Prüfung beachtet werden müssen.	12
2.4 Alternative Schreibweise (Tabellenform)	7	3.6 Verfahren zum Ableiten der voraussichtlichen Lebensdauer aus Versuchsergebnissen	13
2.5 Festlegen der Schlüsselziffern	7	3.7 Verfahren zum Ableiten der voraussichtlichen Lebensdauer ohne Versuche.	13
2.6 Mehrfach-Tabelle	7	3.8 Beispiele	13
2.7 Elemente des Kennzeichnungsschlüssels ...	8	Anhang A – Verschlüsseltes Kennzeichnen von Isoliersystemen	14
2.7.1 Thermischer Einflußfaktor (<i>T</i>)	8	Anhang B – Liste einiger wichtiger Einfluß- faktoren und Betriebsarten mit Bedeutung für die Isolation in elektrischen Betriebsmitteln	15
2.7.2 Elektrischer Einflußfaktor (<i>E</i>)	8	Anhang C – Hypothetische Beispiele für Normen zum Bewerten und Kennzeichnen bestimmter Isoliersysteme	16
2.7.3 Umgebungseinflußfaktor (<i>A</i>)	8		
2.7.4 Mechanischer Einflußfaktor (<i>M</i>)	8		
2.7.5 Geforderte Lebensdauer (<i>P</i>)	8		
2.7.6 Betriebsart (<i>D</i>)	8		
2.8 Bevorzugte Kennzeichnungsschlüssel für Isoliersysteme	8		
2.9 Verschlüsseln auf der Grundlage von Betriebserfahrungen	9		

Vorwort

1. Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
2. Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar und sind als solche von den nationalen Komitees angenommen.
3. Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, wünscht die IEC, daß alle nationalen Komitees den Text der IEC-Empfehlungen so weit in ihre nationalen Regeln übernehmen, wie es die Gegebenheiten im jeweiligen Land gestatten. Jede Abweichung zwischen der IEC-Empfehlung und der entsprechenden nationalen Regel sollte in dieser, soweit möglich, deutlich gekennzeichnet werden.

Einleitung

Diese Publikation wurde vom Technischen Komitee 63 „Isolationssysteme“ der IEC erarbeitet.

Die Arbeit an den ersten Entwürfen wurde 1971 begonnen. Die Entwürfe wurden während der Tagungen in Zürich im November 1972 und in Sarasota im November 1973 erörtert. Als Ergebnis der letztgenannten Tagung wurde ein Entwurf, das Schriftstück IEC 63(Central Office)5, den nationalen Komitees zur Abstimmung unter der Sechsmonatsregel im Februar 1974 vorgelegt.

Die folgenden Länder stimmten ausdrücklich für die Veröffentlichung als Publikation:

Australien	Frankreich	Niederlande	Sowjetunion
Belgien	Israel	Norwegen	Südafrika
Dänemark	Italien	Portugal	Tschechoslowakei
Deutschland	Japan	Schweden	Türkei
Finnland	Kanada	Schweiz	Vereinigte Staaten

Diese Publikation betrifft Verfahren zur Bewertung und Kennzeichnung von Isoliersystemen für elektrische Ausrüstungen, für die noch keine ausreichende internationale Erfahrung verfügbar ist. Deshalb hat das Technische Komitee 63 nach Beratung mit nationalen Komitees beschlossen, daß diese Publikation als Bericht und nicht als Norm erscheinen soll, um sie für eine größere Zahl nationaler Komitees annehmbar zu machen. Diese Entscheidung wurde in der Annahme erreicht, daß die Publikation irgendwann in näherer Zukunft neu als Norm herausgegeben wird, sobald ausreichende Erfahrungen und eine weiterreichende Bereitschaft zur Zustimmung erreicht worden sind.

Das Nationale Komitee der Vereinigten Staaten ist mit der Veröffentlichung dieser Publikation als IEC-Fachbericht einverstanden und forderte, die folgende Stellungnahme in die Einleitung aufzunehmen: „Das Nationale Komitee der Vereinigten Staaten stimmt gegen diese Publikation als IEC-Norm, weil die darin enthaltenen Vorschläge zur Verschlüsselung unpraktisch sind und deshalb jetzt und in absehbarer Zukunft in den Vereinigten Staaten von Amerika nicht annehmbar sind. Trotzdem enthält dieser Fachbericht nützliche Informationen zur Erarbeitung von Funktionsprüfverfahren für elektrische Isoliersysteme, und er wird Stellungnahmen der für Ausrüstungen zuständigen Technischen Komitees als Leitfaden für die künftige Arbeit auslösen.“

Das Britische Nationale Komitee stimmte gegen die Veröffentlichung dieser Publikation, weil es die Veröffentlichung eines Kennzeichnungsschlüssels ohne die zugehörigen Prüfverfahren für verfrüht hielt, wenn keine Voraussage darüber gemacht werden kann, wann diese Verfahren zur Verfügung stehen werden. Außerdem wurde der Mißbrauch des Kennzeichnungsschlüssels beim Fehlen anerkannter Prüfverfahren befürchtet.

Einführung

IEC 85 „Recommendations for the classification of materials for the insulation of electrical machinery and apparatus in relation to their thermal stability in service“*) wird seit 1957 benutzt. Sie ist die Grundlage für die thermische Klassifizierung sowohl von Isolationsmaterialien als auch von Isolierungen in elektrischen Maschinen und Apparaten gewesen. Jedoch wurde die Bedeutung anderer als thermischer Gesichtspunkte in dieser Veröffentlichung erwähnt.

Die vorliegende Publikation wird es den Technischen Betriebsmittelkomitees ermöglichen, mit der Entwicklung von Verfahren zur Bewertung und Kennzeichnung zu beginnen, die es eines Tages erlauben werden, IEC 85*) zu ersetzen.

Diese Veröffentlichung ist daher keine selbständige Norm, sondern sie ist ein Leitfaden für die für bestimmte elektrische Betriebsmittel zuständigen Technischen Betriebsmittelkomitees, wenn diese Normen zur Kennzeichnung und Bewertung von Isoliersystemen entwickeln. Die Tatsache, daß auch andere als thermische Betriebsbedingungen in vielen Fällen die Alterung und schließlich den Ausfall von Isolationen im Betrieb beeinflussen, sollte sorgfältig bei der Festlegung solcher Bewertungsverfahren beachtet werden. Die Bewertung von Isoliersystemen auf der Grundlage von Dauerbeständigkeitswerten einzelner Isolierstoffe ist nicht zulässig.

Obwohl das hier vorgeschlagene Verfahren zur Kennzeichnung so gewählt wurde, daß es den kompliziertesten Anforderungen genügt, ist es doch auch in der Lage, in seiner einfachsten Form den gegenwärtigen Stand der Kennzeichnung von Isoliersystemen zu beschreiben. Diese Kennzeichnung kann später von den verantwortlichen Technischen Komitees erweitert werden, um auf vollständigere Definitionen ihrer Isoliersysteme angewendet zu werden, wenn dies gewünscht wird.

*) Siehe Nationales Vorwort

Mit der Erarbeitung der vorliegenden Publikation hat das Technische Komitee 63 den ersten Teil seiner geplanten Arbeit getan. Es wird erwartet, daß Technische Komitees diesen Leitfaden als Grundlage ihrer Arbeit aufgreifen, soweit Isoliersysteme betroffen sind, und daß sie bald mit der Entwicklung allgemeiner Prüfverfahren und Methoden zur Auswertung von Informationen über die Ausrüstungen ihres Zuständigkeitsbereiches beginnen.

Wenn die zuständigen Technischen Betriebsmittelkomitees Normen für die Bewertung und Kennzeichnung ihrer Isoliersysteme erarbeiten, sind sie gehalten, Kennzeichnungsschlüssel zusammen mit den entsprechenden Prüf- und Bewertungsverfahren zu veröffentlichen und nicht getrennt davon.

TC 63 beabsichtigt, die Arbeit der Technischen Betriebsmittelkomitees durch Erarbeitung weiterer ergänzender Schriftstücke zu unterstützen, die im Licht der praktischen Erfahrungen dieser Komitees eine weitere Verfeinerung der Grundsätze erlauben wird, die von TC 63 ausgearbeitet und in der vorliegenden Publikation niedergelegt wurden.

Diese Publikation besteht aus drei Hauptabschnitten. Hauptabschnitt eins bringt den allgemeinen Umriss des vorgeschlagenen Bewertungsverfahrens, führt einige allgemeine Vorstellungen ein, erläutert die Grundgedanken, die dieser Richtlinie zugrunde liegen und weist auf einige wichtige Probleme und Möglichkeiten hin.

Hauptabschnitt zwei enthält Hinweise und Überlegungen zur Einführung von Kennzeichnungsschlüsseln für Isoliersysteme in speziellen Ausrüstungen.

Hauptabschnitt drei behandelt Funktionsprüfungen zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Isoliersystemen und beschreibt außerdem Verfahren für die Bewertung von Versuchsergebnissen oder Betriebserfahrungen unter Benutzung von Kennzeichnungsschlüsseln für Isoliersysteme.

Ein Flußdiagramm, welches die Funktionsprüfung und die verschlüsselte Kennzeichnung von Isoliersystemen beschreibt, ist in Anhang A zu finden.

Eine Liste wichtiger, für die Isolation in Ausrüstungen bedeutender Einflußfaktoren und Betriebsarten wird in Anhang B angegeben.

In Anhang C sind zwei hypothetische Beispiele von Normen für die Bewertung und Kennzeichnung spezieller Isoliersysteme zu finden. Das erste Beispiel bezieht sich auf die Isolierung eines in großen Stückzahlen hergestellten Erzeugnisses, während das zweite Beispiel die Isolierung einer als Einzelstück entworfenen Ausrüstung behandelt. Diese Beispiele sind absichtlich unrealistisch.

Hauptabschnitt eins – Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Diese Publikation ist ein Leitfaden für Technische Komitees, die sich mit speziellen elektrischen Betriebsmitteln befassen. Es ist nicht Zweck dieser Publikation, Kennzeichnungs-Festlegungen für die Betriebslebensdauer elektrischer Betriebsmittel zu geben, sondern einen Rahmen zur Verfügung zu stellen, innerhalb dessen Vorschriften für Isoliersysteme schließlich von den zuständigen Technischen Komitees erarbeitet werden können.

Anmerkung: Diese Publikation befaßt sich nur mit den Gesichtspunkten von Isoliersystemen. Die Isolierung ist nicht allein bestimmend für die Lebensdauer von elektrischen Betriebsmitteln.

1.2 Zweck

Zweck dieser Publikation ist es:

- benutzte Begriffe zu definieren;
- ein Verschlüsselungsverfahren zu empfehlen, durch welches die Übereinstimmung zwischen einem Isoliersystem und spezifizierten Betriebsbedingungen ausgedrückt wird;
- bevorzugte Schlüssel für Isoliersysteme zu empfehlen, um die Zahl der Funktionsprüfungen klein zu halten;
- allgemeine Grundsätze für die funktionelle Bewertung von Isoliersystemen aufzustellen;
- typische Inhalte von Verfahren zur Funktionsprüfung für Isoliersysteme zu empfehlen.

1.3 Benennungen und Definitionen

Im Sinne dieser Publikation gelten folgende Definitionen:

Allgemeine Ausdrücke

1.3.1 Isoliersystem: Ein Isoliersystem ist ein Isolationsmaterial oder eine Kombination von Isolationsmaterialien im Zusammenwirken mit zugehörigen leitenden Teilen, wie es in einem speziellen Typ oder einer speziellen Baugröße oder einem speziellen Teil eines elektrischen Betriebsmittels angewandt wird.

Anmerkung: Einzelne elektrische Betriebsmittel können mehrere verschiedene Isoliersysteme enthalten.

1.3.2 Geforderte Lebensdauer: Typische Lebensdauer eines Isoliersystems unter Betriebsbedingungen, wie sie im Kennzeichnungsschlüssel gefordert sind. Sie begründet keine kommerzielle Garantie.

1.3.3 Voraussichtliche Lebensdauer: Die Lebensdauer des Isoliersystems im Betrieb, abgeschätzt in Übereinstimmung mit geeigneten Bewertungsverfahren, die von den verantwortlichen Technischen Komitees festgelegt werden, auf der Grundlage von Betriebserfahrungen und/oder Ergebnissen von Funktionsprüfungen.

Anmerkung: Die geforderte und die voraussichtliche Lebensdauer sollten in gleichen Größen ausgedrückt werden (z.B. Zeit oder Zahl der Lastspiele).

Ausdrücke in Zusammenhang mit der verschlüsselten Kennzeichnung von Isoliersystemen

1.3.4 Verschlüsselte Kennzeichnung eines Isoliersystems: Eine Folge von Symbolen oder Abkürzungen, welche festgelegte Betriebsbedingungen für ein Isoliersystem in einem bestimmten Typ einer elektrischen Ausrüstung darstellt und den Nachweis der Eignung (des Isoliersystems für diese Bedingungen) bestätigt.

1.3.5 Bevorzugte Schlüssel von Isoliersystemen: Eine kleine Anzahl Kennzeichnungsschlüssel von Isoliersystemen, die aus allen möglichen Schlüsseln für eine gegebene elektrische Ausrüstung ausgewählt sind, um dem für diese Ausrüstung zuständigen Technischen Betriebsmittelkomitee zu ermöglichen, die Zahl der festzulegenden Prüfverfahren zu begrenzen.

Begriffe, die sich auf Betrieb, Beanspruchungen und Alterung beziehen

1.3.6 Betriebsbedingungen: Bedingungen, denen die elektrische Ausrüstung während des tatsächlichen Betriebes oder am Netz in Betriebspausen ausgesetzt ist, ausgedrückt durch Einflußfaktoren und Betriebsarten.

1.3.7 Betriebsanforderungen: Anforderungen, die die elektrische Ausrüstung zu erfüllen hat, ausgedrückt durch Einflußfaktoren, geforderte Lebensdauer und Betriebsart in Übereinstimmung mit den Betriebsbedingungen.

1.3.8 Betriebsfähigkeit: Die Fähigkeit, zu jedem Zeitpunkt so wie gefordert zu funktionieren.

1.3.9 Betriebsart: Kennzeichnung durch die Häufigkeit des Betriebes, die Art der Belastung und die Häufigkeit der auftretenden äußeren Störungen verschiedener Arten.

1.3.10 Einflußfaktor: Eine Beanspruchung oder ein Umgebungseinfluß, der auf die Isolation in der Ausrüstung während des Betriebes einwirkt.

1.3.11 Alterung: Nichtumkehrbare, schädliche Änderung der Betriebsfähigkeit von Isoliersystemen. Solche Änderungen sind durch eine mit der Zeit anwachsende Fehlerhäufigkeit gekennzeichnet.

1.3.12 Alterungsfaktor: Ein Alterungsfaktor ist ein Einflußfaktor, welcher Alterung verursacht.

Ausdrücke, die sich auf die Prüfung beziehen

1.3.13 Funktionsprüfung: Eine Prüfung, in der das Isoliersystem einer Ausrüstung oder eines Teiles davon oder ein Versuchsmodell Alterungsfaktoren ausgesetzt wird, welche den Betrieb nachbilden, um Informationen über die Betriebsfähigkeit zu erhalten.

1.3.14 Versuchsmodell: Ein Modell, das ein Betriebsmittel oder ein Teil davon darstellt zur Benutzung für Funktionsprüfungen.

1.3.15 Verstärkte Alterung: Beschleunigung der Alterung durch Steigerung der Höhe und/oder der Häufigkeit des Auftretens von Alterungsfaktoren über die normalen Betriebsbedingungen hinaus.

1.3.16 Beschleunigte Prüfung: Funktionsprüfung durch Anwendung verstärkter Alterung, um die Prüfzeit, verglichen mit der geforderten Lebensdauer, abzukürzen.

1.3.17 Diagnostische Beanspruchung: Eine Beanspruchung, der die Isolation eines Prüflings unterworfen

wird, um ihren Zustand zu prüfen, ohne dadurch nennenswert zur Alterung beizutragen.

1.3.18 Endpunktkriterium: Ein gewählter Eigenschaftswert eines Prüflings, welcher die abnehmende Betriebsfähigkeit anzeigt oder welcher willkürlich gewählt wurde, um Isoliersysteme miteinander zu vergleichen.

1.3.19 Grenzwertprüfung: Anwendung einer diagnostischen Beanspruchung mit festgelegtem Wert auf einen Prüfling, um festzustellen, ob das Endpunktkriterium schon erreicht worden ist.

1.4 Verschlüsseltes Kennzeichnen von Isoliersystemen

Die Anwendung eines Kennzeichnungsschlüssels für Isoliersysteme stellt für ein damit gekennzeichnetes Isoliersystem die Erklärung der Fähigkeit dar, im Betrieb unter Bedingungen und mit einer Lebenserwartung zu funktionieren, wie sie im Schlüssel festgelegt sind.

Es ist ein wesentlicher Grundsatz, daß die Eignung eines Isoliersystems für die in seinem Kennzeichnungsschlüssel festgelegten Betriebserfordernisse entweder durch Bewertung von Betriebserfahrungen oder durch vom zuständigen Technischen Komitee erarbeiteten Funktionsprüfungen gezeigt wird.

Ein Verfahren für die Entwicklung von Schlüsseln für Isoliersysteme spezieller Arten von elektrischen Betriebsmitteln wird vorgeschlagen. Das Kennzeichnungsschema für Isoliersysteme ist ein Hilfsmittel zur Verständigung zwischen Verbraucher und Hersteller elektrischer Betriebsmittel.

Der Schlüssel besteht aus einer Folge von Ziffern, von denen jede einen Begriff darstellt, welcher zur Identifizierung der Betriebsanforderungen an ein Isoliersystem benötigt wird (siehe Abschnitt 2.1).

Die Entwicklung einzelner Schlüssel erfordert die Definition der wesentlichen Anforderungen an die Isolierung im Betrieb und die Festlegung ihrer Beträge, Bereiche oder Varianten. Die Kennzeichnung von Isoliersystemen erfordert die Festlegung von Eignungskriterien.

Für solche Definitionen und Festlegungen ist ausschließlich das jeweils für bestimmte Ausrüstungen zuständige Technische Betriebsmittelkomitee verantwortlich.

Das Verschlüsselungsverfahren ermöglicht mit in weiten Grenzen schwankender Feinheit die Herleitung von Schlüsseln für Isoliersysteme in speziellen Arten elektrischer Betriebsmittel. Um auch denjenigen Technischen Komitees gerecht zu werden, die nur wenige Kenngrößen benötigen, um ihre Isolation zu kennzeichnen, und die infolgedessen kurze Schlüssel vorziehen, wurde das Verfahren so entwickelt, daß die Schlüssel für verschiedene Betriebsmittel von unterschiedlicher Vielfältigkeit sein können.

Der Gesichtspunkt des zeitlichen Verhaltens einer Isolation, d.h. annehmbare, für ausreichend anzusehende Lebensdauer, Zahl von Schaltvorgängen oder andere Lebensdauerkriterien, ist ein wichtiger Gesichtspunkt und war bereits in früheren Veröffentlichungen enthalten, wie z.B. in den Belastungsregeln für elektrische Betriebsmittel und in IEC 85 „Recommendations for the classification of materials for the insulation of electrical machinery and apparatus to their thermal stability in service“ (hierin wird der Ausdruck „annehmbare Lebensdauer im Betrieb“ benutzt).

In dieser Publikation ist der Gesichtspunkt der Zeit ausdrücklich durch den Begriff der „Lebensdauer“ hervorge-

hoben. Als eine Betriebsanforderung wird die „geforderte Lebensdauer“ ein Bestandteil aller Schlüssel für Isoliersysteme sein. Die Versuchsergebnisse (oder Betriebserfahrungen) müssen durch eine Mengenangabe in der gleichen Dimension wie die geforderte Lebensdauer ausgedrückt werden, die „voraussichtliche Lebensdauer“ genannt wird.

Ein bestimmter Wert für die Lebensdauer ist lediglich eine Feststellung zum typischen Verhalten einer Isolation ohne jede Beziehung zu einer kommerziellen Lebensdauergarantie.

Anmerkung: Es gibt Bestrebungen, den Zeitaspekt des Eignungskriteriums durch Aussagen über die Zuverlässigkeit zu ergänzen. Die Einführung der Zuverlässigkeit in die Kennzeichnungsschlüssel kann vielleicht in der Zukunft in Betracht gezogen werden; dies hängt von dem Fortschritt und der allgemeinen Anerkennung brauchbarer Methoden ab.

Die Anzahl der möglichen Schlüssel für Isoliersysteme für ein spezielles Betriebsmittel wird üblicherweise groß sein, da sie das Produkt der Anzahl der Symbole ist, welche für jedes der Elemente gebraucht wird. Wenn man einige wenige der möglichen Schlüssel zu bevorzugten Schlüsseln von Isoliersystemen macht und die wesentlichen Prüfverfahren auf diese Schlüssel bezieht (siehe Abschnitte 2.8 und 3.5.1), hat man eine Möglichkeit, die Prüfverfahren auf eine vernünftige Anzahl zu begrenzen.

Man kann davon ausgehen, daß ein Isoliersystem, welches einem gegebenen Schlüssel genügt, auch jedem anderen Schlüssel genügt, von dem bekannt ist, daß er weniger scharfe Betriebsanforderungen enthält.

1.5 Funktionsbewertung

1.5.1 Allgemeine Grundsätze

Diese Publikationen beruhen auf dem Grundsatz, daß die Übereinstimmung eines Isoliersystems mit einem Schlüssel von Betriebsanforderungen entweder durch die Bewertung von Betriebserfahrung oder durch Funktionsprüfungen an dem vollständigen Betriebsmittel oder dessen Teilen oder an Modellen nachgewiesen werden muß.

Betriebserfahrung ist, sofern verfügbar, eine Grundlage für die Bewertung von Isoliersystemen, vorausgesetzt, daß es die Schwankungsweite der Betriebsbedingungen während des Betriebes erlaubt.

Funktionsprüfungen können an dem vollständigen Ausrüstungsgegenstand durchgeführt werden und dabei den Einfluß der im Betrieb vorhandenen Alterungsfaktoren nachbilden. Wenn möglich, sollten die Alterungsfaktoren gleichzeitig einwirken, wenn sie es auch im Betrieb tun. Die Verstärkung von einem oder mehreren der Einflußfaktoren erlaubt, Vergleichsergebnisse in einer kürzeren Zeit zu erhalten (siehe Abschnitt 3.3.1).

Anstelle der vollständigen Ausrüstung können Modelle in der gleichen Weise geprüft werden.

Von jedem Prüfverfahren, welches in Übereinstimmung mit obigen Grundsätzen entwickelt wird, sollte gesichert sein, daß es eine ausreichende statistische Reproduzierbarkeit aufweist, bevor es in eine IEC-Publikation eingeführt wird, die von einem Technischen Betriebsmittelkomitee veröffentlicht wird.

1.5.2 Funktionsprüfungen

Im Falle langer Lebensdauern erfordert die Bewertung eines neuen Isoliersystems mit Hilfe von Funktionsprüfun-

gen den Vergleich mit einem im Betrieb bewährten Isoliersystem, das entsprechenden Versuchsbedingungen unterworfen wird.

Für Anwendungen bei kurzer Lebensdauer kann das Isoliersystem des originalen elektrischen Betriebsmittels bewertet werden ohne Vergleich mit einem bekannten Isoliersystem.

Die Bewertung der Leistungsfähigkeit von Isoliersystemen unter völlig neuen Bedingungen (oder möglicherweise von völlig neuen Systemen unter bekannten Bedingungen) ist erforderlich, auch wenn allgemein anerkannte Verfahren dazu noch nicht zur Verfügung stehen.

Solche Bewertungen müssen daher in vorsichtiger, tastender Weise ausgeführt werden, und eine Kennzeichnung wird nicht möglich sein, bis geeignete Regeln von den zuständigen Technischen Komitees geschaffen werden.

Die Anwendung bevorzugter Kennzeichnungen wird die Prüfkosten vermindern, und vereinfachte Prüfungen könnten bei geringen Änderungen eines Isoliersystems oder der Anforderungen möglich sein.

1.6 Das Herleiten der voraussichtlichen Lebensdauer

Das Verhalten eines Isoliersystems unter den Versuchsbedingungen muß mit Hilfe einer Angabe über die voraussichtliche Lebensdauer ausgedrückt werden. Regeln für die Umformung der Versuchsergebnisse in Werte der voraussichtlichen Lebensdauer müssen in einer Prüfnorm zur Verfügung gestellt werden, um die Angabe eines Schlüssels zu ermöglichen.

Verfahren zur Herleitung der voraussichtlichen Lebensdauer aus verfügbarer Betriebserfahrung müssen festgelegt werden.

Hauptabschnitt zwei – Verfahren zum Kennzeichnen von Isoliersystemen durch Schlüssel

2.1 Schlüssel für Isoliersysteme: Allgemeine Beschreibung

Ein Schlüssel eines Isoliersystems besteht aus einer Folge von Ziffern (oder „x“), der eine Identifikation des Schriftstückes, in dem alle Elemente des Schlüssels definiert sind, sowie die Kennzeichnung „IS“ voransteht.

Die Stellung einer Ziffer in der Ziffernfolge definiert eindeutig die Art des Schlüssel-Elementes, und der Wert der Ziffer kennzeichnet den Betrag, den Bereich oder die Variante des Elementes. Die Anordnung der Schlüssel-Elemente sieht folgendermaßen aus:

TEAM – PD

Die Buchstaben bedeuten:

- T* (1. Ziffer) = Thermischer Einflußfaktor
- E* (2. Ziffer) = Elektrischer Einflußfaktor
- A* (3. Ziffer) = Umwelteinflüsse (aus der Umgebung)
- M* (4. Ziffer) = Mechanischer Einflußfaktor
- P* (5. Ziffer) = Geforderte Lebensdauer
- D* (6. Ziffer) = Betriebsart

In der Gruppe *TEAM* sind Einflußfaktoren zusammengefaßt. Die Gruppe *PD* beschreibt die geforderte Lebensdauer und die Betriebsart als unterschiedlich gegenüber den erstgenannten Faktoren und ist deshalb durch einen Bindestrich abgetrennt.

Nicht benutzte Elemente des Schlüssels, welche rechts von dem letzten benutzten Element stehen, sollten in bei-

den Gruppen aus dem Schlüssel gestrichen werden. Die Gruppe *TEAM* kann schrittweise von ihrer vollen Form auf das 1. Element *T* reduziert werden. Nicht benutzte Elemente des Schlüssels, die links von dem letzten benutzten stehen, müssen durch Nullen ersetzt werden. Die Gruppe *PD* kann auf *P* reduziert werden.

Der kürzeste mögliche Schlüssel ist $T - P$. Ein Schlüssel mit beispielsweise *E*, *A*, *P* und *D* wird die Form haben: $OEA - PD$. Vollständigere Beispiele werden im Anhang C gegeben.

Die Technischen Betriebsmittelkomitees entscheiden, welchen Einflußfaktoren hinreichende Bedeutung zukommt, um in die jeweiligen Schlüssel aufgenommen zu werden.

Die Entwicklung eines speziellen Kennzeichnungsschlüssels von einfacher zu weiter fortgeschrittener Anwendung ist in weiten Grenzen durch periodische Überarbeitung möglich. Wenn es gewünscht wird, kann die existierende thermische Klassifizierung in die Schreibweise des neuen Verschlüsselungsverfahrens umgeformt werden.

2.2 Einführen zusätzlicher Kennzeichnungselemente

Zusätzliche Einflußfaktoren können, wenn nötig, in die Schlüssel dadurch eingeführt werden, daß man ihre Kennziffer der 4. Ziffer der Faktorgruppe *TEAM* folgen läßt. Wenn beispielsweise ein Faktor „Strahlung“ (*R*) eingeführt wird, würde sich der Schlüssel erweitern zu $TEAMR - PD$.

In gleicher Weise können Anforderungen, wie z.B. Sicherheitsgesichtspunkte, auf die Gruppe *PD* folgend eingeführt werden. Zum Beispiel würde die Einführung der Größe „Entflammbarkeit“ (*F*) zu dem Schlüssel $TEAM - PDF$ führen.

Wenn eine Kennzeichnungsgröße zwei oder mehr Varianten eines Einflußfaktors einschließt, wie z.B. Druck, Biegung, Stoß und Schwingungen für *M*, dann müssen diese Faktoren in Klammern an der Stelle angegeben werden, wo üblicherweise die einzelne Ziffer stehen würde. Ein Schlüssel mit zwei mechanischen Einflußgrößen würde so die Form $TEA (M_1 M_2) - PD$ haben (vergleiche Anmerkung 1 in Anhang B).

2.3 Identifizierung von Kennzeichnungsschlüsseln für Isoliersysteme

Die Identifizierung muß einen eindeutigen Bezug auf das in Abschnitt 2.1 erwähnte Schriftstück darstellen. Solch ein Schriftstück ist eine Veröffentlichung eines Technischen Betriebsmittelkomitees.

Der Schlüssel beginnt mit der Identifizierung des Schriftstückes, das die Definition der in den Schlüsseln für das jeweilige Betriebsmittel benutzten Ziffern enthält. Wenn dieses Schriftstück eine Unterteilung der Betriebsmittel in Typen oder Teile enthält und für diese Typen oder Teile unterschiedliche Schlüssel vorgesehen sind, sollte die Identifizierung ergänzt werden durch eine zusätzliche Bezugsangabe, vor der ein Doppelpunkt steht (:). Zum Beispiel kann die Identifizierung lauten:

IEC 678-1 (1975)

oder

IEC 34-1: 4a

2.4 Alternative Schreibweise (Tabellenform)

Wenn man Schlüssel in einer Form darstellen möchte, aus der die Bedeutung der verschiedenen Elemente

ausdrücklich hervorgeht, wird folgende Schreibweise empfohlen:

Identifizierung	<i>TEAMPD</i>
(z. B. IEC 678) IS	(Schlüssel-Ziffern)

Diese alternative Schreibweise kann beispielsweise für die Anwendung in der kommerziellen Dokumentation geeignet sein.

2.5 Festlegen der Schlüsselziffern

Im allgemeinen sollten die Ziffern 1 bis 9 benutzt werden, um Angaben bezüglich Betrag, Bereich oder Variante der Schlüsselemente zu machen. Wenn ein Element für bedeutend gehalten wird, ihm aber kein genauer Wert zugeordnet werden kann, sollte das Symbol $\times$ benutzt werden. Die Ziffer 0 sollte benutzt werden für die Aussage „nicht vorhanden oder als unbedeutend angesehen“. Wenn irgendein Schlüsselement über die Ziffer 9 hinausgeht, werden alle Schlüsselemente durch Semikolon getrennt (z.B. [Identifizierung] IS 4; 12; 3; 3-4; 1).

In vielen Fällen wird die Benutzung einiger weniger oder einer einzelnen Ziffer angebracht sein. Die unerlaubte Verwendung von Ziffern, die im Bezugsschriftstück nicht definiert sind, sollte vermieden werden durch den ausdrücklichen Sperrvermerk „NA“ (nicht anwendbar).

Wenn die Pegel eines Kennzeichnungselementes in einer Folge steigender Beanspruchungshöhe geordnet werden, dann sollten auch die Werte der zugehörigen Kennziffern ansteigen.

Die den Ziffern zugeordneten Bedeutungen können von unterschiedlicher Art sein. Die Bedeutungen können von einfachen qualitativen Aussagen („normal“, „annehmbare Lebensdauer in elektrischen Betriebsmitteln“), qualitativen Festlegungen der Variante eines Einflußfaktors („Biegung“, „Zug“, „Schwingungen“) bis zu halbquantitativen („Schweranläufe 5- bis 20mal je Woche“), quantitativen ($130^\circ\text{C} < T \leq 155^\circ\text{C}$) und quantitativen Werten mit Qualifizierungen reichen („Hat die Prüfung nach IEC Nr xyz bestanden.“).

Die Höhe eines Einflußfaktors kann von außen bestimmt sein (z.B. Atmosphäre, Strahlung) oder sie kann durch die Kombination von Betriebsbedingungen und Auslegung festgelegt sein (z.B. mechanische Beanspruchungen, Höchsttemperatur der Isolierung). Dies kann bei der Formulierung qualifizierender Ausdrücke, wie z.B.: „Wie ausgelegt, bei Nennlast“ berücksichtigt werden.

2.6 Mehrfach-Tabelle

Bei einigen Schlüsselementen wird eine höhere Ziffer eine härtere Beanspruchung darstellen (z.B. Temperatur). Bei anderen Elementen wird dies nicht immer der Fall sein (z.B. Umgebungseinflüsse). In bestimmten Betriebsmitteln können einem einzigen Isoliersystem nach der geforderten Funktionsprüfung zwei oder mehrere Schlüssel mit unterschiedlichen Zifferwerten für derartige Faktoren gegeben werden. Wenn z.B. das System den konstanten Ausdrücken $T = 5$, $E = 5$ und $P = 1$ entspricht, aber den beiden A-Ausdrücken $A = 4$ (industriell verschmutzte Atmosphäre) und $A = 6$ (tropische Umgebung) genügt, würde dieses hypothetische Isoliersystem sowohl dem Schlüssel IS 554-1 als auch IS 556-1 genügen.