

	Elektroisolierstoffe Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens Teil 1: Warmlagerungsverfahren und Auswertung von Prüfergebnissen (IEC 60216-1:2001) Deutsche Fassung EN 60216-1:2001	DIN EN 60216-1
VDE	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 bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0304 Teil 21
ICS 29.035.01 Electrical insulating materials Properties of thermal endurance Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results (IEC 60216-1:2001); German version EN 60216-1:2001 Matériaux isolants électriques Propriétés d'endurance thermique Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai (CEI 60216-1:2001); Version allemande EN 60216-1:2001 Die Europäische Norm EN 60216-1:2001 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 60216-1 wurde am 2001-10-01 angenommen. Daneben darf DIN IEC 60216-1 (VDE 0304 Teil 21):1996-04 noch bis 2004-10-01 angewendet werden. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 181.1 „Prüfverfahren für feste Isolierstoffe“ (AK 181.1.21 „Thermisches Langzeitverhalten“) der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 15E/23/CD (VDE 0304 Teil 21):1997-01. Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 15E „Methods of test“ erarbeitet. Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2006 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation – bestätigt, – zurückgezogen, – durch eine Folgeausgabe ersetzt oder – geändert. Fortsetzung Seite 2 und 3 und 39 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Änderungen

Gegenüber **DIN IEC 60216-1 (VDE 0304 Teil 21):1996-04** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Internationale Festlegungen unverändert übernommen;
- b) Inhalt unter Berücksichtigung der kompletten Revision der Reihe IEC 60216 überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN IEC 60216-1 (VDE 0304 Teil 21):1996-04

DIN IEC 60216-1 (VDE 0304 Teil 21):1980-12

Nationaler Anhang NA (informativ) **Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen**

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 216 nun IEC 60216 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050(212):1990	IEV Kapitel 212:1997	–
–	IEC 60212:1971	DIN IEC 60212 (VDE 0308 Teil 1):1995-09	VDE 0308 Teil 1
–	IEC 60216-2:1990	DIN IEC 60216-2 (VDE 0304 Teil 22):1996-12	VDE 0304 Teil 22
EN 60216-3:2002 ¹⁾	IEC 60216-3:2002	In Vorbereitung	In Vorbereitung
–	IEC 60216-4-1:1990	–	–
–	IEC 60493–1:1974	–	–
EN ISO 291:1997	ISO 291:1997	DIN EN ISO 291:1997-11	–
EN ISO 2578:1998	ISO 2578:1993	DIN EN ISO 2578:1998-10	–
–	ISO 11346:1997	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise

IEV Kapitel 212, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 212: Isolierende Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase*; Identisch mit IEC 60050(212):1990-10.

DIN IEC 60212 (VDE 0308 Teil 1), *Standardbedingungen für die Anwendung vor und während der Prüfung von festen Elektroisolierstoffen* (IEC 60212:1971); Deutsche Fassung HD 437 S1:1984.

DIN IEC 60216-2 (VDE 0304 Teil 22), *Leitlinie zur Bestimmung thermischer Langzeiteigenschaften von Elektroisolierstoffen – Teil 2: Wahl der Prüfmerkmale* (IEC 60216-2:1990); Deutsche Fassung HD 611.2 S1:1992.

DIN EN ISO 291, *Kunststoffe – Normalklimate für Konditionierung und Prüfung* (ISO 291:1997); Deutsche Fassung EN ISO 291:1997.

DIN EN ISO 2578, *Kunststoffe – Bestimmung der Temperatur-Zeit-Grenzen bei langanhaltender Wärmeeinwirkung* (ISO 2578:1993); Deutsche Fassung EN ISO 2578:1998.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Elektroisolierstoffe
Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens
Teil 1: Warmlagerungsverfahren und Auswertung von Prüfergebnissen
(IEC 60216-1:2001)

Electrical insulating materials
Properties of thermal endurance
Part 1: Ageing procedures and evaluation of test
results
(IEC 60216-1:2001)

Matériaux isolants électriques
Propriétés d'endurance thermique
Partie 1: Méthodes de vieillissement et
évaluation des résultats d'essai
(CEI 60216-1:2001)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2001-10-01 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, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik 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

Der Text des Schriftstücks 15E/153/FDIS, zukünftige 5. Ausgabe von IEC 60216-1, ausgearbeitet von dem SC 15E „Methods of test“ des IEC/TC 15 „Insulating materials“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2001-10-01 als EN 60216-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt HD 611.1 S1:1992.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2002-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-10-01

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60216-1:2001 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe, Definitionen, Formelzeichen und Abkürzungen.....	8
3.1 Begriffe und Definitionen.....	8
3.2 Formelzeichen und Abkürzungen	10
4 Kurzbeschreibung der Verfahren	10
4.1 Vollständiges Verfahren	10
4.2 Vereinfachte numerische und grafische Untersuchungsverfahren.....	11
5 Ausführliche Darstellung der Untersuchungsverfahren	11
5.1 Auswahl der Prüfverfahren	11
5.1.1 Allgemeine Hinweise.....	11
5.1.2 Besondere Anweisungen zur Bestimmung des TI.....	12
5.1.3 Bestimmung des TI für andere Zeiten als 20 000 h.....	12
5.2 Auswahl der Grenzwerte.....	12
5.3 Herstellung und Anzahl der Probekörper.....	12
5.3.1 Herstellung der Probekörper.....	12
5.3.2 Anzahl der Probekörper	13
5.4 Festlegung des Ausgangswertes einer Eigenschaft.....	14
5.5 Lagerungstemperaturen und -zeiten.....	14
5.6 Wärmeschränke für die Warmlagerung	15
5.7 Umgebungsbedingungen.....	15
5.7.1 Atmosphärische Bedingungen während der Warmlagerung	15
5.7.2 Bedingungen für die Eigenschaftsmessungen	15
5.8 Verfahren der Warmlagerung	15
5.8.1 Verfahren mit zerstörungsfreier Prüfung.....	16
5.8.2 Verfahren mit Schwellenwertprüfung.....	16
5.8.3 Verfahren mit zerstörender Prüfung	16
6 Auswertung	17
6.1 Rechnerische Auswertung der Prüfergebnisse	17
6.2 Thermische Langzeitkennwerte und ihre Darstellung.....	17
6.3 Ausfallzeiten, x - und y -Werte	18
6.3.1 Zerstörungsfreie Prüfungen	18
6.3.2 Schwellenwertprüfungen	18
6.3.3 Zerstörende Prüfungen	18
6.4 Mittelwerte und Varianzen	19
6.4.1 Vollständige Messreihen.....	19
6.4.2 Unvollständige (beschränkte) Messreihen.....	19
6.5 Gemeinsame Mittelwerte und Varianzen, Regressionsanalyse	19
6.6 Statistische Überprüfungen (Tests) und Anforderungen an die Prüfergebnisse	19
6.6.1 Messwerte aus allen Prüfarten	19
6.6.2 Schwellenwertprüfungen	20
6.6.3 Zerstörende Prüfungen.....	21

	Seite
6.7 Thermisches Langzeitdiagramm und thermische Langzeitkennwerte	21
6.8 Prüfbericht	21
7 Vereinfachte Prüfverfahren	22
7.1 Kurzbeschreibung der Verfahren	22
7.2 Untersuchungsverfahren	22
7.2.1 Auswahl einer Bewertungsprüfung	22
7.2.2 Auswahl des Grenzwertes	22
7.2.3 Probekörper	22
7.3 Lagerungstemperaturen	23
7.4 Wärmeschränke für die Warmlagerung	23
7.5 Versuchsdurchführung	23
7.5.1 Ausgangswerte der Eigenschaft	23
7.5.2 Verfahren der Warmlagerung	24
7.6 Vereinfachte Berechnungsverfahren	24
7.6.1 Ausfallzeiten	24
7.6.2 Berechnung der Regressionsgeraden	24
7.6.3 Berechnung der Abweichung von der Linearität	25
7.6.4 Temperaturindex und Halbzeitintervall	26
7.6.5 Gültigkeit (Aussagekraft) der vereinfachten Berechnungen	26
7.6.6 Prüfbericht	26
 Anhang A (informativ) Streuung und Nichtlinearität	 32
Anhang B (informativ) Lagerungstemperaturen und -zeiten	34
Anhang C (informativ) Begriffe aus früheren Ausgaben	37
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	39
Bild 1 – Änderung der Eigenschaft – Bestimmung der Ausfallzeit bei verschiedenen Warmlagerungstemperaturen (zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen)	28
Bild 2 – Ermittlung der Ausfallzeiten – Eigenschaftswert (Ordinate, willkürliche Einheiten) gegen Zeit (Abszisse, logarithmische Skala, willkürliche Einheiten)	29
Bild 3 – Zerstörende Prüfung, Ermittlung der Ausfallzeit	30
Bild 4 – Thermisches Langzeitdiagramm	31
Bild C.1 – Relativer Temperaturindex	38
Tabelle 1 – Vorgeschlagene Lagerungstemperaturen und -zeiten	27
Tabelle B.1 – Gruppen	35

Einleitung

Die Auflistung der thermischen Beständigkeitseigenschaften von Elektroisolierstoffen wurde, solange sie zu Beginn der Entwicklung auf Betriebserfahrungen beruhte, als unzweckmäßig befunden, und zwar wegen der schnellen Entwicklung in der Polymer- und Isoliertechnologie und weil lange Zeiträume erforderlich waren, um zu zuverlässigen Betriebserfahrungen zu kommen. Es waren daher beschleunigte Alterungs- und Prüfverfahren erforderlich, um die benötigten Informationen zu erhalten. Die Reihe der Normen nach IEC 60216 wurde entwickelt, um diese Verfahren und die Interpretation deren Ergebnisse zu formalisieren.

Für die Alterungsvorgänge wurden physikalisch-chemische Prozesse postuliert, die zu der nahezu allgemeinen Annahme der Arrhenius-Gleichungen zur Beschreibung der Rate des Alterungsablaufes führten. Hieraus ergab sich das Konzept des Temperaturindex als eines Ein-Punkt-Kennwertes, der auf Messwerten aus beschleunigten Alterungsverfahren beruhte. Dieser stellt den Zahlenwert der Temperatur dar, bei der die Zeit zur Minderung einer ausgewählten Eigenschaft bis zum Erreichen eines vorgegebenen Grenzwertes festgelegt wird (wobei dieselbe üblicherweise 20 000 Stunden beträgt).

ANMERKUNG Der Ausdruck „Arrhenius“ wird in größerem Umfange verwendet (und auch so verstanden), um mit ihm eine lineare Beziehung zwischen dem Logarithmus des Kehrwertes einer Zeit und dem Kehrwert der zugehörigen thermodynamischen (absoluten) Temperatur aufzuzeigen. Im strengeren Sinne beschränkt sich der Ausdruck eigentlich auf die Beziehung zwischen einer Konstanten für eine Reaktionsgeschwindigkeit und der thermodynamischen Temperatur. In dem verallgemeinerten Verständnis wird dieser Ausdruck innerhalb dieser Norm durchgehend angewandt.

Die gefundene große statistische Streuung der Prüfergebnisse zeigte, zusammen mit dem häufigen Auftreten einer merklichen Abweichung von dem idealen Arrhenius-Verhalten, die Notwendigkeit von Prüfungen zur Abschätzung der Gültigkeit des zugrundegelegten physikalisch-chemischen Modells. Die Anwendung herkömmlicher statistischer Tests, wie sie in IEC 60493 zusammengestellt sind, erfüllten diese Forderung mit der Ermittlung der Vertrauensgrenze (TC) für TI, aber der einfache Ein-Punkt-Wert des TI wurde weiterhin als unzureichend angesehen, das Beständigkeitsverhalten der Werkstoffe zu beschreiben. Dies führte zum Konzept des thermischen Beständigkeitsprofils (TEP) in der 2. Ausgabe dieses Teils von IEC 60216, in welches sowohl der Temperaturindex als auch seine Änderung mit der Lagerungstemperatur sowie eine Vertrauensgrenze einbezogen wurden.

Ein erschwerender Faktor ist die Tatsache, dass die Eigenschaften der einer Warmlagerung ausgesetzten Werkstoffe sich nicht alle mit der gleichen Rate verschlechtern und dass unterschiedliche Grenzwerte für verschiedene Anwendungsgebiete angebracht erscheinen. Hieraus resultierend kann einem Werkstoff mehr als ein Temperaturindex zugeschrieben werden, wie sich dies beispielsweise aus der Messung unterschiedlicher Eigenschaften und der Festlegung unterschiedlicher Grenzwerte ergibt.

Eine nützliche Ergänzung in dieser Norm war der relative Temperaturindex (RTI), der aus der gleichzeitigen Warmlagerung eines bekannten Referenzmaterials mit dem zu untersuchenden Werkstoff ermittelt wird, wobei einige Unsicherheiten, die beispielsweise mit der Einhaltung der Temperatur im Wärmeschrank zusammenhängen, eliminiert werden.

Im weiteren Verlauf zeigte sich jedoch, dass der im TEP enthaltene statistische Vertrauensbereich weitgehend nicht verstanden bzw. nicht angewandt wurde. Die statistischen Prüfungen wurden aber weiterhin als wesentlich angesehen, insbesondere nachdem sie teilweise durch geringfügige Abänderungen den praktischen Gegebenheiten besser angepasst werden konnten: Das Konzept des Halbzeitintervalls (HIC) wurde eingeführt, um die Rate der Änderung der Ausfallzeit mit der Temperatur darzustellen. Das thermische Beständigkeitsprofil TEP wurde danach aufgegeben, da Temperaturindex TI und Halbzeitintervall HIC in einer Form angegeben werden, die aufzeigt, ob die statistischen Anforderungen voll erfüllt sind. Gleichzeitig wurden die Berechnungsverfahren umfassender gestaltet, um eine vollständige statistische Überprüfung der Ergebnisse zu ermöglichen, und zwar für alle Arten von Prüfverfahren, einschließlich des Sonderfalles von teilweise unvollständigen Messreihen. Die Berechnungsverfahren (bis dahin ziemlich verwickelt) wurden durch die Anwendung von Computerprogrammen, die auch auf preisgünstigen PC einsetzbar sind, anwendungsfreundlicher gestaltet.

Während der Bearbeitungszeit für die vorliegende Ausgabe wurde entschieden, den RTI zum Gegenstand einer gesonderten Norm zu machen.

EN 60216-1:2001

Gleichzeitig mit der Erstellung von IEC 60216 wurden in ISO Normen entwickelt mit der Absicht, einem ähnlichen Bedürfnis für Kunststoffe und Gummiwerkstoffe zu entsprechen. Diese Normen, ISO 2578 bzw. ISO 11346, verwenden weniger strenge statistische Verfahren und weniger vielfältige Prüftechniken. Es wird aber erwartet, dass eine weitere Verbreitung der oben genannten Computeranwendungen die Notwendigkeit für diese besonderen Normen verringern wird.

IEC 60216, welche sich mit der Bestimmung thermischer Langzeiteigenschaften von elektrischen Isolierstoffen befasst, besteht aus mehreren Teilen:

Teil 1: Warmlagerungsverfahren und Auswertung von Prüfergebnissen

Teil 2: Auswahl der Prüfkriterien

Teil 3: Anweisungen zur Berechnung thermischer Langzeitkennwerte

Teil 4-1: Wärmeschränke für die Warmlagerung – Abschnitt 1: Einzelkammerwärmeschränke

Teil 4-2: Wärmeschränke für die Warmlagerung – Abschnitt 2: Präzisionswärmeschränke für Temperaturen bis 300 °C

Teil 4-3: Wärmeschränke für die Warmlagerung – Abschnitt 3: Mehrkammerwärmeschränke

Teil 5: Leitlinie für die Anwendung thermischer Langzeitkennwerte

ANMERKUNG Diese Reihe kann erweitert werden. Hinsichtlich Revisionen und neuer Teile ist für eine zeitgerechte Auflistung der jeweils gültige Katalog der IEC-Publikationen einzusehen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60216 legt die allgemeinen Bedingungen bei der Warmlagerung und Verfahren zur Ermittlung thermischer Langzeitkennwerte fest und vermittelt eine Anweisung zum Gebrauch von Vorschriften und Leitlinien in den anderen Teilen dieser Norm.

Es werden auch vereinfachte Verfahren angegeben und dazu die Bedingungen, unter denen dieselben angewandt werden können.

Obgleich diese Verfahren ursprünglich für die Anwendung bei Elektroisolierstoffen und einfachen Kombinationen aus solchen Materialien entwickelt wurden, wird für sie jetzt eine breitere Anwendbarkeit in Erwägung gezogen und sie werden daher in größerem Umfang bei der Beurteilung von Werkstoffen eingesetzt, die nicht zum Gebrauch als elektrische Isolierungen vorgesehen sind.

Bei der Anwendung dieser Norm wird angenommen, dass eine praktisch lineare Beziehung zwischen dem Logarithmus der Zeit, die für eine vorgegebene Eigenschaftsänderung benötigt wird, und dem Kehrwert der zugehörigen absoluten Temperatur besteht (Arrhenius-Beziehung).

Für eine aussagefähige Anwendung dieser Norm sollte in dem untersuchten Temperaturbereich kein Übergang, insbesondere kein Übergang erster Ordnung vorliegen.

Im Folgenden wird der Ausdruck „Isolierstoffe“ stets in der Bedeutung „Isolierstoffe und einfache Kombinationen aus solchen Werkstoffen“ verwendet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 60216 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil der IEC 60216 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 60050(212):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 212: Insulating solids, liquids and gases*

IEC 60212:1971, *Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials*

IEC 60216-2:1990, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 2: Choice of test criteria*

IEC 60216-3, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics*^{N1)}

IEC 60216-4-1:1990, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 4: Ageing ovens – Section 1: Single-chamber ovens*

IEC 60493-1:1974, *Guide for the statistical analysis of ageing test data – Part 1: Methods based on mean values of normally distributed test results*

ISO 291:1997, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 2578:1993, *Plastics – Determination of time-temperature limits after prolonged exposure to heat*

^{N1)} Die IEC 60216-3 ist erst im Februar 2002, also ein halbes Jahr nach IEC 60216-1 erschienen, daher fehlt hier noch das Erscheinungsdatum.

3 Begriffe, Definitionen, Formelzeichen und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Im Rahmen dieses Teils der IEC 60216 sollen folgende Begriffsbestimmungen gelten:

3.1.1

Temperaturindex

TI

Zahlenwert der Temperatur in °C, die aus der thermischen Langzeitbeziehung für eine Zeit von 20 000 h abgeleitet wird (oder für eine andere festgelegte Zeit)

[IEV 212-02-08, modifiziert]

3.1.2

Halbzeitintervall

HIC

Zahlenwert der Temperaturdifferenz in K, die eine Halbierung der bei der Temperatur des TI vorliegenden Ausfallzeit bewirkt

[IEV 212-02-10, modifiziert]

3.1.3

thermisches Langzeitdiagramm

Diagramm, in dem die Zeit zum Erreichen eines festgelegten Grenzwertes in einer thermischen Langzeitprüfung aufgetragen ist über dem Kehrwert der thermodynamischen (absoluten) Temperatur, bei der die Warmlagerung erfolgte

[IEV 212-02-07].

3.1.4

thermisches Langzeitdiagramm-Papier

Diagrammpapier mit einer logarithmischen Zeitskala als Ordinate, unterteilt in Einheiten von 10 (wobei der Bereich von 10 h bis 100 000 h oft zweckdienlich ist). Die Werte auf der Abszisse sind dem Kehrwert der thermodynamischen (absoluten) Temperatur proportional. Die Abszisse ist üblicherweise in einer nicht-linearen Skala für die (Celsius)-Temperatur unterteilt, wobei die Werte von links nach rechts zunehmen

3.1.5

geordnete Werte

Satz von Werten, so zu einer Folge zusammengestellt, dass in der richtigen Reihenfolge jedes Element größer ist als oder gleich groß wie sein Vorgänger

ANMERKUNG Ansteigende Folge bedeutet in dieser Norm, dass die Werte in dieser Weise angeordnet sind, wobei der erste Reihenwert der kleinste ist.

3.1.6

Reihenwerte

Jeder Einzelwert in einem Satz von geordneten Werten wird einem Reihenwert zugeordnet, der durch seine Stellung als Ordinalzahl innerhalb der Folge gekennzeichnet ist

3.1.7

unvollständige Messreihe

Reihe von geordneten Werten, in der die Messwerte oberhalb und/oder unterhalb festgelegter Punkte nicht bekannt sind

3.1.8

beschränkte Messreihe

Unvollständige Messreihe, bei der die Anzahl der unbekannten Messwerte bekannt ist

ANMERKUNG Wenn die Beschränkung oberhalb/unterhalb eines festgelegten Zahlenwertes beginnt, so ist sie eine von Typ 1. Wenn die Beschränkung oberhalb/unterhalb festgelegter Reihenwerte erfolgt, ist sie eine von Typ 2. In der vorliegenden Norm werden beschränkte Messreihen nur von Typ 2 behandelt.

3.1.9

Freiheitsgrade

Anzahl der Einzelwerte vermindert um die Anzahl der Versuchsparameter

3.1.10

Varianz eines Satzes von Werten

Summe der Quadrate der Abweichungen der Werte von einer Bezugsgröße, die durch einen oder mehrere Parameter bestimmt wird, geteilt durch die Anzahl Freiheitsgrade

ANMERKUNG Die Bezugsgröße kann beispielsweise ein Mittelwert (ein Parameter) oder eine Gerade (zwei Parameter, Steigung und Ordinatenabschnitt) sein.

3.1.11

Kovarianz von Sätzen von Werten

Für zwei Gruppen von Werten mit gleicher Anzahl von Elementen, wobei jedem Element in einer Gruppe ein Element in der anderen zugeordnet werden kann, ist die Kovarianz die Summe der Produkte der Abweichungen zweier einander zugeordneter Elemente von den jeweiligen Gruppenmittelwerten, geteilt durch die Anzahl der Freiheitsgrade

3.1.12

Regressionsanalyse

Verfahren zur Herleitung der am besten angepassten Geraden, die die Beziehung zwischen jeweils einander zugeordneten Elementen zweier Gruppen von Werten ausdrückt, durch Minimierung der Summe der Quadrate der Abweichungen der Elemente einer Gruppe von der Geraden

ANMERKUNG Die Parameter zur Beschreibung der Geraden werden als Regressionskoeffizienten bezeichnet.

3.1.13

Korrelationskoeffizient

Zahl, die ausdrückt, wie vollständig die Beziehung zwischen den Elementen zweier Wertegruppen ist. Der Zahlenwert ist gleich der Kovarianz geteilt durch die Quadratwurzel aus dem Produkt der Varianzen innerhalb der Gruppen

ANMERKUNG Der Wert ihres Quadrates liegt zwischen 0 (keine Korrelation) und 1 (vollständige Korrelation).

3.1.14

Vertrauensgrenze

TC

Statistische Größe, berechnet aus den Messwerten, welche mit 95 %iger Sicherheit eine untere Grenze für den wahren Wert des Temperaturindex festlegt aufgrund des Erwartungswertes für TI

ANMERKUNG 1 Eine Sicherheit von 95 % bedeutet, dass der wahre Wert des Temperaturindex nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 5 % tatsächlich kleiner ist als TC.

ANMERKUNG 2 In anderem Zusammenhang werden andere Vertrauenswerte als 95 % gelegentlich verwendet, z. B. bei der Prüfung der Linearität von Messergebnissen aus zerstörenden Prüfungen.

3.1.15

zerstörende Prüfung

Prüfverfahren, bei dem der Probekörper bei der Messung der Eigenschaft in einer Art irreversibel verändert wird, die eine Wiederholung der Messung am gleichen Probekörper ausschließt

3.1.16

zerstörungsfreie Prüfung

Prüfverfahren, bei dem die Eigenschaften des Probekörpers durch die Messung nicht bleibend verändert werden, sodass weitere Messungen an der gleichen Probe nach einer zweckentsprechenden Behandlung durchgeführt werden können