

DIN EN 60115-1

ICS 31.040.10

Ersatz für
DIN EN 60115-1:2012-04
Siehe Anwendungsbeginn

**Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 1: Fachgrundspezifikation
(IEC 60115-1:2008, modifiziert);
Deutsche Fassung EN 60115-1:2011 + A11:2015**

Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 1: Generic specification
(IEC 60115-1:2008, modified);
German version EN 60115-1:2011 + A11:2015

Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques –
Partie 1: Spécification générique
(IEC 60115-1:2008, modifiée);
Version allemande EN 60115-1:2011 + A11:2015

Gesamtumfang 92 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
DIN-Normenstelle Elektrotechnik (NE)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2011-08-15 angenommene Europäische Norm und die am 2015-03-23 angenommene Änderung A11 als DIN-Norm ist 2016-03-01.

Für DIN EN 60115-1:2012-04 besteht eine Übergangsfrist bis 2018-03-23.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60115-1/AA:2015-04.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium GK 613 „Widerstände“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

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 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.

Die gemeinsamen Abänderungen (EN 60115-1:2011) wurden eingearbeitet und durch einen senkrechten Strich am linken Seitenrand im Text gekennzeichnet.

A11

Die gemeinsamen Abänderungen (EN 60115-1/A11:2015) wurden eingearbeitet und durch einen senkrechten Strich mit „A11“ am linken Seitenrand im Text gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60115-1:2012-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 45920: 1976-09, 1980-03, 1984-01, 1987-02, 1989-11

DIN EN 140000: 1994-10

DIN EN 60115-1: 2002-05, 2008-07, 2012-04

**Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 1: Fachgrundspezifikation**
(IEC 60115-1:2008, modifiziert)

Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 1: Generic specification
(IEC 60115-1:2008, modified)

Résistances fixes utilisées dans les
équipements électroniques –
Partie 1: Spécification générique
(IEC 60115-1:2008, modifiée)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2011-08-15 und die A11 am 2015-03-23 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	5
Vorwort zu A11	6
1 Allgemeines	7
1.1 Anwendungsbereich	7
1.2 Normative Verweisungen	7
2 Technische Daten.....	9
2.1 Einheiten und Symbole.....	9
2.2 Begriffe	9
2.3 Vorzugswerte.....	14
2.4 Kennzeichnung.....	14
2.5 Kodierung	15
2.6 Verpackung	15
2.7 Lagerung	15
2.8 Transport	15
3 Qualitätsbewertungsverfahren	15
4 Prüf- und Messverfahren	15
4.1 Allgemeines	15
4.2 Normalklima.....	16
4.3 Trocknung.....	17
4.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße.....	17
4.5 Widerstandswert.....	17
4.6 Isolationswiderstand	18
4.7 Spannungsfestigkeit	22
4.8 Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes.....	22
4.9 Blindwiderstand	24
4.10 Nichtlinearität.....	25
4.11 Spannungskoeffizient	26
4.12 Stromrauschen	26
4.13 Kurzzeitige Überlast	26
4.14 Temperaturerhöhung.....	27
4.15 Festigkeit des Widerstandskörpers	28
4.16 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	28
4.17 Lötbarkeit.....	30
4.18 Lötwärmebeständigkeit.....	31
4.19 Rascher Temperaturwechsel	31
4.20 Dauerschocken.....	32
4.21 Schocken	32
4.22 Schwingen	33

	Seite
4.23 Reihenfolge klimatischer Prüfungen	34
4.24 Feuchte Wärme, konstant	35
4.25 Dauerprüfung	37
4.26 Gefährdende Überlast	47
4.27 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen	49
4.28 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit periodischen Impulsen	52
4.29 Lösemittelbeständigkeit des Bauelementes	55
4.30 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	55
4.31 Befestigung oberflächenmontierbarer Widerstände	56
4.32 Scherprüfung	57
4.33 Träger-Biegeprüfung	57
4.34 Korrosion	58
4.35 Entflammbarkeit	58
4.36 Betrieb bei niedriger Temperatur	58
4.37 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung	59
4.38 Elektrostatische Entladung	60
4.39 Überlastprüfung mit periodischen Impulsen	61
4.40 Prüfung auf Whiskerwachstum	62
4.41 Prüfung mit Hydrosulfid	62
Anhang B (normativ) Regeln für die Erstellung von Bauartspezifikationen für Widerstände und Kondensatoren für Geräte der Elektronik zur Verwendung im IECQ-System	63
Anhang C (informativ) Beispiel einer Prüfeinrichtung für die Hochspannungs-Überlastprüfung mit periodischen Impulsen	64
Anhang F (informativ) Formelzeichen und Abkürzungen	66
Anhang G (informativ) Abschnittsverzeichnis zu Prüf- und Messverfahren	68
Anhang Q (normativ) Qualitätsbewertungsverfahren	70
Anhang ZA (informativ) Beispiel für einen zertifizierten Prüfbericht	79
Anhang ZR (normativ) Bewertung, Bestimmung und Anerkennung der Ausfallrate	81
Anhang ZX (informativ) Verweisliste	89
Bilder	
Bild 1 – Vorrichtung für die Messung des Isolationswiderstands und für die Spannungsprüfung an rechteckigen oberflächenmontierbaren Widerständen	20
Bild 2 – Vorrichtung für die Messung des Isolationswiderstands und für die Spannungsprüfung an zylindrischen oberflächenmontierbaren Widerständen	21
Bild 3 – Prüfschaltung	24
Bild 4 – Schirmbild am Oszilloskop	25
Bild 5 – Prüfung der Festigkeit des Widerstandskörpers	28
Bild 6 – Lastminderungskurve mit Festlegung einer geeigneten Prüfbelastung	41
Bild 7 – Lastminderungskurve ohne Festlegung einer geeigneten Prüfbelastung	42
Bild 8 – Lastminderungskurve für UCT = MET	45

	Seite
Bild 9 – Lastminderungskurve für $UCT < MET$	46
Bild 10 – Prüfvorrichtung mit Mullzylinder	48
Bild 11 – Impulsgenerator 1,2/50	50
Bild 12 – Impulsgenerator 10/700	50
Bild C.1 – Blockdiagramm einer Prüfvorrichtung	64
Bild C.2 – Zulässige Abweichungen von der Impulsform	65
Tabellen	
Tabelle 1 – Schiedsbedingungen	16
Tabelle 2 – Messspannungen	18
Tabelle 3 – Berechnung des Widerstandswertes (R) und der Änderung des Widerstandswertes (ΔR)	23
Tabelle 4 – Berechnung der Temperaturdifferenz (ΔT)	23
Tabelle 5 – Zugkraft für Drahtanschlüsse	29
Tabelle 6 – Drehmoment	29
Tabelle 7 – Anzahl der Zyklen	35
Tabelle 8 – Schärfegrade	51
Tabelle 9 – Liste der bevorzugten Schärfegrade	54
Tabelle 10 – Überlastprüfung mit periodischen Impulsen	61
Tabelle ZR.1 – Bauelementestunden und zulässige Anzahl von Nichtkonformitäten für die Bestätigung und Erweiterung der Bestätigung einer Ausfallrate (statistisches Vertrauensniveau 60 %)	82
Tabelle ZR.2 – Bauelementestunden, zulässige Anzahl Nichtkonformitäten und Periodizität für die Aufrechterhaltung der Ausfallratenbestätigung (statistisches Vertrauensniveau 10 %)	84
Tabelle ZR.3 – Umweltfaktor π_E	87
Tabelle ZR.4 – Qualitätsfaktor π_Q	88

Vorwort

Dieses Dokument EN 60115-1 besteht aus dem Text der IEC 60115-1:2008, erarbeitet vom Technischen Komitee IEC/TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“, zusammen mit den gemeinsamen Abänderungen, erarbeitet vom Technischen Komitee CENELEC/TC 40XB „Festwiderstände“.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2012-08-15
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2014-08-15

Dieses Dokument ersetzt EN 60115-1:2001 + A1:2001 + A11:2007.

Gemeinsame europäische Abänderungen zu dem Text von IEC 60115-1:2008 sind durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand im Text gekennzeichnet.

Abschnitte, Unterabschnitte, Anmerkungen, Tabellen und Bilder, die zusätzlich zu denen, die in IEC 60115-1:2008 aufgeführt sind, aufgenommen werden, sind mit einem vorangestellten „Z“ versehen.

Die vorausgehenden Schriftstücke zu dem Thema, das mit der vorliegenden Spezifikation abgedeckt wird, waren:

- EN 140000:1993-12;
- CECC 40 000:1973-00, 1979:00.

Gegenüber EN 60115-1:2001 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Überarbeitung der Begriffe in 2.2;
- Streichung der Eigenschaft „Temperaturcharakteristik“ aus 4.8;
- Überarbeitung der Lötbarkeitsprüfung in 4.17;
- Überarbeitung der Prüfung der Lötwärmebeständigkeit in 4.18;
- Aufnahme neuer Vorspannungen für die Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“ in 4.24;
- Überarbeitung des Abschnitts 4.25;
- Aufnahme neuer Prüfschärfen für die Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen in 4.27;
- Aufnahme eines neuen Prüfschärfesystems für die Scherprüfung in 4.32;
- Streichung der Dichtheitsprüfung in 4.36;
- Aufnahme der Prüfung des Betriebs bei niedriger Temperatur in 4.36, als Ersatz für 4.38;
- Überarbeitung der beschleunigten Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“ in 4.37, als Ersatz für 4.39, unter Aufnahme einer neuen Prüfschärfe;
- Aufnahme der elektrostatischen Entladungsprüfung in 4.38, als Ersatz für 4.40;
- Überarbeitung der Überlastprüfung mit periodischen Impulsen in 4.39, als Ersatz für 4.37;
- Aufnahme der Prüfung auf Whiskerwachstum in 4.40;
- Streichung des normativen Anhangs A;
- Überarbeitung des normativen Anhangs B;
- Streichung der normativen Anhänge D und E;
- Aufnahme der informativen Anhänge F und G;

- Überarbeitung des normativen Anhangs Q, als Ersatz für Abschnitt 3;
- Überarbeitung des informativen Anhangs ZA;
- Überarbeitung des normativen Anhangs ZR, als Ersatz für Anhang ZB;
- redaktionelle Überarbeitung.

Siehe auch die Verweisliste im informativen Anhang ZX.

Dieses Schriftstück wurde unter einem Mandat erstellt, das von der Europäischen Kommission und der EFTA (Europäische Freihandelsassoziation) an CENELEC gegeben wurde. Es unterstützt grundlegende Anforderungen der Europäischen Richtlinien.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60115-1:2008 wurde von CENELEC als Europäische Norm mit gemeinsamen Abänderungen angenommen.

Vorwort zu A11

Dieses Dokument (EN 60115-1:2011/A11:2015) wurde vom Technischen Komitee CLC/TC 40XB „Festwiderstände“ erarbeitet.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-03-23
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-03-23

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] ist nicht verantwortlich dafür, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von EN 60115 ist eine Fachgrundspezifikation und gilt für Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik.

Er enthält Normbegriffe, Kontroll- und Prüfverfahren für den Gebrauch in Rahmen- und Bauartspezifikationen für Bauelemente der Elektronik zur Qualitätsbewertung oder für andere Zwecke.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 60027-1, *Formelzeichen für die Elektrotechnik – Teil 1: Allgemeines* (IEC 60027-1)

EN 60060-1:2010, *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Begriffe und Prüfbedingungen* (IEC 60060-1:2010)

EN 60062, *Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren* (IEC 60062)

EN 60068-1:1994, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden* (IEC 60068-1:1988 + Corrigendum:1988 + A1:1992)

EN 60068-2-1, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-1: Prüfverfahren – Prüfung A: Kälte* (IEC 60068-2-1)

EN 60068-2-2, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme* (IEC 60068-2-2)

EN 60068-2-6, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)* (IEC 60068-2-6)

EN 60068-2-11, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ka: Salznebel* (IEC 60068-2-11)

EN 60068-2-13, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfgruppe M: Niedriger Luftdruck* (IEC 60068-2-13)

EN 60068-2-14, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-14: Prüfverfahren – Prüfung N: Temperaturwechsel* (IEC 60068-2-14)

EN 60068-2-20:2008, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-20: Prüfverfahren – Prüfung T: Prüfverfahren für die Lötbarkeit und Lötwärmebeständigkeit von Bauelementen mit herausgeführten Anschlüssen* (IEC 60068-2-20:2008)

EN 60068-2-21, *Umweltprüfungen – Teil 2-21: Prüfungen – Prüfung U: Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse und integrierter Befestigungsmittel* (IEC 60068-2-21)

EN 60068-2-27, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-27: Prüfverfahren – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken* (IEC 60068-2-27)

EN 60068-2-30, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-30: Prüfverfahren – Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden)* (IEC 60068-2-30)

EN 60068-2-45, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Xa und Leitfaden: Tauchen in flüssige Reinigungsmittel* (IEC 60068-2-45)

EN 60068-2-54, *Umweltprüfungen – Teil 2-54: Prüfungen – Prüfung Ta: Prüfung der Lötbarkeit elektronischer Bauelemente mit der Benetzungswaage* (IEC 60068-2-54)

EN 60068-2-58, *Umweltprüfungen – Teil 2-58: Prüfungen – Prüfung Td: Prüfverfahren für Lötbarkeit, Widerstandsfähigkeit gegenüber Auflösen der Metallisierung und Lötwärmebeständigkeit bei oberflächenmontierbaren Bauelementen (SMD)* (IEC 60068-2-58)

EN 60068-2-67:1996, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Cy: Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung, vorzugsweise für Bauelemente* (IEC 60068-2-67:1995)

EN 60068-2-69, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-69: Prüfungen – Prüfung Te: Prüfung der Lötbarkeit von Bauelementen der Elektronik für Oberflächenmontage (SMD) mit der Benetzungswaage* (IEC 60068-2-69)

EN 60068-2-78, *Umweltprüfungen – Teil 2-78: Prüfungen – Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant* (IEC 60068-2-78)

EN 60068-2-82:2007, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-82: Prüfungen – Prüfung XW1: Whisker-Prüfverfahren für elektronische und elektrische Bauelemente* (IEC 60068-2-82:2007 + Corrigendum:2009)

EN 60286 (alle Teile), *Gurtung und Magazinierung von Bauelementen für automatische Verarbeitung*

EN 60695-11-5:2005, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-5: Prüfflammen – Prüfverfahren mit der Nadelflamme – Versuchsaufbau, Vorkehrungen zur Bestätigungsprüfung und Leitfaden* (IEC 60695-11-5:2004)

EN 61193-2, *Qualitätsbewertungssysteme – Teil 2: Auswahl und Anwendung von Stichprobenanweisungen für die Prüfung elektronischer Bauelemente und Gehäuse* (IEC 61193-2)

EN 61249-2-7, *Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-7: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit Glasgewebe verstärkte Epoxidharz-Laminattafeln mit definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Prüflingslage)* (IEC 61249-2-7)

EN 61249-2-22, *Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-22: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit E-Glasgewebe verstärkte Laminattafeln auf der Basis von modifiziertem halogenfreien Epoxidharz mit definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Prüflingslage)* (IEC 61249-2-22)

EN 61249-2-35, *Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-35: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit E-Glasgewebe verstärkte Laminattafeln auf der Basis von modifiziertem Epoxidharz mit definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Prüflingslage) für bleifreie Bestückungstechnik* (IEC 61249-2-35)

EN 61340-3-1, *Elektrostatik – Teil 3-1: Verfahren zur Simulation elektrostatischer Effekte – Prüfpulsformen der elektrostatischen Entladung für das Human Body Model (HBM)* (IEC 61340-3-1)

EN 61760-1, *Oberflächenmontagetechnik – Teil 1: Genormtes Verfahren zur Spezifizierung oberflächenmontierbarer Bauelemente (SMDs)* (IEC 61760-1)

EN 61760-2, *Oberflächenmontagetechnik – Teil 2: Transport- und Lagerungsbedingungen von oberflächenmontierbaren Bauelementen (SMD) – Anwendungsleitfaden* (IEC 61760-2)

IEC 60050 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary*

IEC 60063:1963, *Preferred number series for resistors and capacitors*
A1:1967
A2:1977

IEC 60195, *Method of measurement of current noise generated in fixed resistors*

IEC 60294:1969, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component having two axial terminations*

IEC 60410, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC/TR 60440, *Method of measurement of non-linearity in resistors*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC QC 001002-2:1998, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Rules of procedure – Part 2: Documentation*

IEC QC 001002-3:2005, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Rules of procedure – Part 3: Approval procedures*

IEC QC 210000, *Technology Approval Schedules – Requirements under the IECQ Quality Assessment System for Electronic Components*

ISO 80000-1, *Quantities and units – Part 1: General*

2 Technische Daten

2.1 Einheiten und Symbole

Einheiten, Schaltzeichen und Formelzeichen sollten, so weit wie möglich, den folgenden Veröffentlichungen entnommen werden:

- EN 60027-1;
- IEC 60050;
- IEC 60617;
- ISO 80000-1.

Wenn weitere Angaben benötigt werden, sind diese nach den Grundsätzen der oben genannten Veröffentlichungen zu bilden.

2.2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe, die in der englischen Fassung dieser Norm in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt sind.

ANMERKUNG Die fortlaufende Nummerierung der Begriffe ist für Verweiszwecke nicht geeignet.

2.2.1

Kategoriebelastbarkeit

der in der Bauartspezifikation genau angegebene Teil der Bemessungsbelastbarkeit, der bei der oberen Kategorietemperatur unter Berücksichtigung der in der Bauartspezifikation festgelegten Lastminderungskurve anwendbar ist

ANMERKUNG 1 Bei Widerständen ist die Kategoriebelastbarkeit gleich null, wenn die obere Kategorietemperatur der höchsten Temperatur des Widerstandselementes entspricht.

ANMERKUNG 2 Zugehörige Begriffe: Bemessungsbelastbarkeit, obere Kategorietemperatur, Lastminderungskurve.

2.2.2

Kategorietemperaturbereich

Bereich der Umgebungstemperaturen, in dem der Widerstand für Dauerbetrieb ausgelegt ist; der Bereich ist definiert durch die untere und obere Kategorietemperatur

ANMERKUNG Zugehörige Begriffe: untere Kategorietemperatur, obere Kategorietemperatur.

2.2.3

kritischer Widerstandswert

Widerstandswert, bei dem die Bemessungsspannung gleich der höchsten zulässigen Dauerspannung ist

ANMERKUNG 1 Bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C ist die höchste Spannung, die zwischen den Anschlüssen eines Widerstandes angelegt werden darf, entweder die errechnete Bemessungsspannung, wenn sein Widerstandswert niedriger als der kritische Widerstandswert ist, oder die höchste zulässige Dauerspannung, wenn sein Widerstandswert

so groß wie oder größer als der kritische Widerstandswert ist. Bei von 70 °C abweichenden Temperaturen ist es beim Ermitteln der anzulegenden Spannung wichtig, die Lastminderungskurve und die höchste zulässige Dauerspannung zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 2 Zugehörige Begriffe: Bemessungsspannung, höchste zulässige Dauerspannung.

2.2.4

Lastminderungskurve

Kurve, die die maximal zulässige Belastung bei Umgebungstemperaturen zwischen der oberen und unteren Kategorietemperatur zeigt

ANMERKUNG 1 In dem Bereich zwischen der unteren Kategorietemperatur und der Bemessungstemperatur zeigt die Kurve die Bemessungsbelastbarkeit, und zwischen der Bemessungstemperatur und der höchsten Temperatur des Widerstandselementes zeigt sie einen linearen Verlauf bis zu einer Belastbarkeit von null bei der höchsten Temperatur des Widerstandselementes. Der Verlauf hängt von den thermischen Eigenschaften des Widerstands ab, d. h. von seiner Fähigkeit, Wärme an die Umgebung abzuführen.

ANMERKUNG 2 Zugehörige Begriffe: Bemessungsbelastbarkeit, Bemessungstemperatur, höchste Temperatur des Widerstandselementes.

2.2.5

Ausfallrate

nach einem vorgegebenen Vertrauensniveau bewertete zusammengefasste Anzahl nichtkonformer Einheiten unter festgelegten Betriebsbedingungen und festgelegter Erfassungsdauer

ANMERKUNG Zugehörige Begriffe: Nichtkonformität, nichtkonforme Einheit.

2.2.6

Anforderungsstufe

Begriff zur Bezeichnung weiterer allgemeiner Eigenschaften mit Bezug auf die vorgesehene Anwendung, z. B. Anwendungen mit langer Lebensdauer

ANMERKUNG 1 Der Begriff „Anforderungsstufe“ darf nur in Verbindung mit einem oder mehreren Wörtern verwendet werden (z. B. Anforderungsstufe für lange Lebensdauer) und nicht mit einem einzelnen Buchstaben oder einer Zahl.

ANMERKUNG 2 Zugehöriger Begriff: Stabilitätsklasse.

2.2.7

Kühlkörper-Widerstand

Widerstandsbauart, die für die Befestigung auf einem separaten Kühlkörper vorgesehen ist

ANMERKUNG Zugehöriger Begriff: Bemessungsbelastbarkeit.

2.2.8

isolierter Widerstand

Widerstand, der bei Befestigung auf einer Metallplatte die Prüfanforderungen an Spannungsfestigkeit und Isolationswiderstand erfüllt und die Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“ mit polarisierender Spannung besteht

ANMERKUNG Zugehörige Begriffe: Isolationswiderstand, Isolationsspannung.

2.2.9

Isolationswiderstand

Widerstand der Umhüllung eines isolierten Widerstandes, gemessen zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen des Widerstandes und einer leitenden Befestigungsfläche

ANMERKUNG Zugehöriger Begriff: isolierter Widerstand.

2.2.10

Isolationsspannung

höchste Spitzenspannung, die unter Bedingungen des Dauerbetriebs zwischen den Anschlüssen des Widerstandes und einer leitenden Befestigungsfläche anliegen darf

ANMERKUNG Zugehöriger Begriff: isolierter Widerstand.

2.2.11

höchste zulässige Dauerspannung

$U_{\max}$

höchste Gleichspannung oder effektive Wechselspannung, die ständig zwischen den Anschlüssen eines Widerstandes anliegen darf (im Allgemeinen von der Größe und dem Herstellungsverfahren des Widerstandes abhängig)

ANMERKUNG 1 Wenn in dieser Norm der Begriff „effektive Wechselspannung“ verwendet wird, sollte der Scheitelwert der Spannung das 1,42-Fache des Effektivwertes nicht überschreiten.

ANMERKUNG 2 Diese Spannung darf an einen Widerstand nur dann angelegt werden, wenn dessen Widerstandswert mindestens gleich dem kritischen Widerstandswert oder höher ist.

ANMERKUNG 3 Zugehörige Begriffe: Bemessungsspannung, kritischer Widerstandswert.

2.2.12

untere Kategorietemperatur

LCT

niedrigste Umgebungstemperatur, für die ein Widerstand für Dauerbetrieb ausgelegt ist

ANMERKUNG Zugehörige Begriffe: obere Kategorietemperatur, Kategorietemperaturbereich.

2.2.13

höchste Temperatur des Widerstandselementes

MET

höchste angegebene Temperatur an irgendeinem Punkt auf oder in dem Widerstand in jedem erlaubten Betriebszustand

ANMERKUNG 1 Die höchste Temperatur des Widerstandselementes ist die Summe aus der Bemessungstemperatur und dem Temperaturanstieg, der durch eine der Bemessungsbelastbarkeit entsprechende Belastung hervorgerufen wird. Für Umgebungstemperaturen oberhalb der Bemessungstemperatur ist die höchste Temperatur des Widerstandselementes die Summe aus der Umgebungstemperatur und der entsprechenden zulässigen Belastbarkeit, wie sie durch die Lastminderungskurve festgelegt ist.

ANMERKUNG 2 Zugehöriger Begriff: höchste Oberflächentemperatur.

2.2.14

höchste Oberflächentemperatur

höchste Temperatur, die an der Oberfläche eines Widerstandes einer bestimmten Bauart auftreten darf, wenn er bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C dauerhaft mit einer der Bemessungsbelastbarkeit entsprechenden Belastung betrieben wird

ANMERKUNG Zugehöriger Begriff: höchste Temperatur des Widerstandselementes.

2.2.15

Nichtkonformität

Kennwert oder Eigenschaft eines Produktes, der bzw. die nicht den festgelegten Anforderungen entspricht

ANMERKUNG Zugehörige Begriffe: nichtkonforme Einheit, Ausfallrate.

2.2.16

nichtkonforme Einheit

Erzeugniseinheit, die eine oder mehrere Nichtkonformitäten aufweist

ANMERKUNG Zugehörige Begriffe: Nichtkonformität, Ausfallrate.

2.2.17

Bemessungswert des Widerstands

Widerstandswert, für den der Widerstand konstruiert ist und der im Allgemeinen zur näheren Bezeichnung des Widerstands verwendet wird

2.2.18

Bemessungsbelastbarkeit

höchste bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C und unter den Bedingungen der elektrischen Dauerprüfung bei der Bemessungstemperatur von 70 °C und der entsprechenden Annahmekriterien zulässige Belastung

ANMERKUNG 1 Wenn die Bemessungsbelastbarkeit von bestimmten Mitteln, die die Abführung von Wärmelasten an die Umgebung unterstützen, abhängt, z. B. speziellem Leiterplattenwerkstoff, bestimmten Leiterabmessungen, Kühlkörpern, sind diese Mittel bei jeder Erwähnung der Bemessungsbelastbarkeit anzugeben.

ANMERKUNG 2 Bei Kühlkörper-Widerständen ist die Bemessungsbelastbarkeit festgelegt als die höchste zulässige Belastung bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C, wenn der Widerstand auf einem Referenzkühlkörper befestigt ist, und unter den Bedingungen der elektrischen Dauerprüfung bei der für Kühlkörper-Widerstände geltenden Raumtemperatur, wobei die sich ergebende Änderung des Widerstandswertes nicht größer als der für diese Dauerprüfung festgelegte Wert ist.

ANMERKUNG 3 Zugehörige Begriffe: Bemessungstemperatur, Bemessungsspannung.

2.2.19

Bemessungstemperatur

höchste Umgebungstemperatur, bei der die Bemessungsbelastung unter den für diese Temperatur in der Dauerprüfung vorgeschriebenen Bedingungen angelegt werden darf; soweit in der entsprechenden Rahmenspezifikation nicht anders angegeben, gilt dafür ein Wert von 70 °C

ANMERKUNG Zugehöriger Begriff: Bemessungsbelastbarkeit.

2.2.20

Bemessungsspannung

U_r

Gleichspannung oder effektive Wechselspannung, die als Quadratwurzel des Produktes aus dem Bemessungswert des Widerstands und der Bemessungsbelastbarkeit errechnet wird

ANMERKUNG 1 Bei hohen Widerstandswerten kommt es vor, dass die Bemessungsspannung aufgrund der Größe oder des Aufbaus des Widerstandes nicht angelegt werden darf.

ANMERKUNG 2 Zugehörige Begriffe: Bemessungsbelastbarkeit, höchste zulässige Dauerspannung.

2.2.21

Stabilitätsklasse

Begriff, der eine festgelegte Gruppe von Stabilitätsanforderungen bezeichnet, d. h. einzelnen Prüfungen zugeordnete spezielle Grenzwerte der zulässigen Änderung des Widerstandswertes

ANMERKUNG 1 Der Begriff „Stabilitätsklasse“ darf nur in Kombination mit einer einfachen Zahl verwendet werden, die die typischen Stabilitätsanforderungen für Langzeitprüfungen bezeichnet, zum Beispiel Dauerprüfung bei oberer Kategorietemperatur oder 1 000-h-Dauerprüfung bei 70 °C. Stabilitätsanforderungen für Kurzzeitprüfungen werden üblicherweise geringer ausfallen, als durch die Zahl der Stabilitätsklasse angegeben.

ANMERKUNG 2 Zugehöriger Begriff: Anforderungsstufe.

2.2.22

Bauform

Untergruppe einer Bauart, Unterscheidungsmerkmal sind im Allgemeinen die Maße; eine Bauform kann mehrere Ausführungsformen umfassen, die sich im Allgemeinen durch mechanische Einzelheiten unterscheiden

ANMERKUNG Zugehöriger Begriff: Bauart.

2.2.23

oberflächenmontierbarer Widerstand

Festwiderstand, dessen kleine Abmessungen und dessen Art oder Gestalt der Anschlüsse ihn für die Oberflächenmontage in Hybridschaltungen und auf Leiterplatten einsetzbar machen

ANMERKUNG Zugehörige Begriffe: Bauart, Bauform.

2.2.24

Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes

α

relative Änderung des Widerstandswertes zwischen zwei gegebenen Temperaturen dividiert durch die sie erzeugende Temperaturdifferenz

ANMERKUNG 1 Es sollte darauf geachtet werden, dass die Verwendung dieses Begriffes keine Aussage über die Linearität der Funktion enthält und eine derartige Annahme auch nicht zulässt.

ANMERKUNG 2 Zugehöriger Begriff: Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes.

2.2.25

Temperaturerhöhung

T_r

durch die Anwendung einer Belastung hervorgerufene Erhöhung der Temperatur auf oder in einem Widerstand, die von den thermischen Eigenschaften des Widerstands abhängt, d. h. von seiner Fähigkeit, Wärmelasten an die Umgebung abzuführen

2.2.26

Bauart

Gruppe von Bauelementen mit gleichen Konstruktionsmerkmalen, die aufgrund ähnlicher Herstellungstechniken für die Bauartanerkennung oder für die Qualitäts-Konformitätsprüfung zusammengefasst werden können; sie werden im Allgemeinen von einer gemeinsamen Bauartspezifikation erfasst

ANMERKUNG 1 Bauelemente nach verschiedenen Bauartspezifikationen können manchmal als zur gleichen Bauart gehörig betrachtet und aus diesem Grund zur Qualitätsbewertung zusammengefasst werden.

ANMERKUNG 2 Befestigungsmittel werden nicht berücksichtigt, vorausgesetzt, sie haben keinen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der Prüfungen.

ANMERKUNG 3 Zugehöriger Begriff: Bauform.

2.2.27

obere Kategorietemperatur

UCT

höchste Umgebungstemperatur, für die ein Widerstand für Dauerbetrieb ausgelegt ist, wenn er mit dem Teil der Bemessungsbelastbarkeit belastet ist, der als Kategoriebelastbarkeit bezeichnet wird

ANMERKUNG 1 Bei Widerständen mit einer linearen Lastminderung bis zu einer Kategoriebelastbarkeit von null ist die obere Kategorietemperatur gleich der höchsten Temperatur des Widerstandselementes.

ANMERKUNG 2 Zugehörige Begriffe: untere Kategorietemperatur, Kategorietemperaturbereich.

2.2.28

Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes

reversible, infolge der Temperaturabweichung von den Bezugsbedingungen auftretende Änderung des Widerstandswertes, die üblicherweise mit dem Temperaturkoeffizienten des Widerstandswertes beschrieben wird

ANMERKUNG Zugehöriger Begriff: Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes.

2.2.29

sichtbare Schäden

bei geeigneter Vergrößerung erkennbarer Schaden, der die Verwendbarkeit des Bauelements für seinen vorgesehenen Zweck beeinträchtigen kann

2.2.30

Spannungskoeffizient des Widerstandswertes

reversible Änderung des Widerstandswertes, verursacht durch die angelegte Spannung und ausgedrückt als prozentuale Änderung des Widerstandswertes je Volt der anliegenden Spannung

2.3 Vorzugswerte

2.3.1 Allgemeines

Jede Rahmenspezifikation muss die Vorzugswerte, die für die von ihr erfasste Produktgruppe geeignet sind, festlegen.

2.3.2 Bevorzugte Bemessungswerte des Widerstands

Die Vorzugswerte für den Bemessungswert des Widerstands sind einer geeigneten E-Reihe nach IEC 60063 zu entnehmen.

2.4 Kennzeichnung

Die in der Kennzeichnung enthaltenen Angaben werden üblicherweise aus der nachfolgenden Liste ausgewählt. Die Reihenfolge ihrer Wichtigkeit entspricht ihrer Stellung in der Liste:

- a) Bemessungswert des Widerstands;
- b) Grenzabweichung vom Bemessungswert des Widerstands;
- c) Temperaturkoeffizient (falls zutreffend);
- d) Jahr und Monat (oder Woche) der Fertigung;
- e) Nummer der Bauartspezifikation und Angabe der Bauform;
- f) Name oder Firmenzeichen des Herstellers;
- g) Chargin- oder Losnummer.

Der Widerstand ist deutlich mit a) und b) aus obiger Liste und so vielen der übrigen Angaben wie möglich zu kennzeichnen. Das Kennzeichnungsverfahren ist vorzugsweise aus EN 60062 zu wählen. Jede Angabe sollte in der Kennzeichnung auf dem Widerstand nur einmal enthalten sein.

Kleine oberflächenmontierbare (SMD) Widerstandsformen werden im Allgemeinen nicht auf ihrem Körper gekennzeichnet. Wenn aber eine Kennzeichnung aufgebracht wird, muss diese mindestens den Bemessungswert des Widerstands umfassen, wobei eines der Verfahren nach EN 60062 anzuwenden ist. Besondere Anforderungen müssen in der entsprechenden Spezifikation angegeben werden.

Auf der Verpackung der Widerstände sind alle Angaben, wie oben genannt, deutlich anzubringen.

Jede zusätzliche Kennzeichnung ist so anzubringen, dass keine Unklarheiten auftreten können.

2.5 Kodierung

Wird für den Widerstandswert, die Grenzabweichung oder das Herstellungsdatum eine Kurzform verwendet, so ist ein Verfahren nach EN 60062 zu wählen.

2.6 Verpackung

Sofern zutreffend, muss die Rahmenspezifikation Angaben zur Verpackung, die vorzugsweise nach EN 60286 (alle Teile) zu wählen ist, enthalten.

2.7 Lagerung

Wenn nicht anders festgelegt, dürfen die Lagerungsbedingungen die folgenden Grenzwerte nicht überschreiten.

Lagerungstemperatur: -25 °C bis 45 °C
Relative Luftfeuchte: $\leq 75\%$ Jahresdurchschnitt
 $\leq 95\%$ für 30 Tage/Jahr

Nicht korrosive und staubfreie Atmosphäre.

Die Widerstände sind in ihrer Originalverpackung zu lagern.

ANMERKUNG Weitere Empfehlungen zu geeigneten Lagerungsbedingungen können EN 61760-2 entnommen werden.

2.8 Transport

Sofern nicht anders angegeben, dürfen die Festlegungen für die Umgebungsbedingungen während des Transportes die für die Lagerung festgelegten Bedingungen nicht überschreiten.

ANMERKUNG Weitere Empfehlungen zu geeigneten Transportbedingungen können EN 61760-2 entnommen werden.

3 Qualitätsbewertungsverfahren

Wenn diese Norm und die zugehörige Rahmen- und Bauartspezifikation im Rahmen eines vollständigen Qualitätsbewertungssystems wie dem IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ) verwendet werden, gelten die entsprechenden Abschnitte von Anhang Q.

ANMERKUNG Abschnitt 3 wurde in Anhang Q verschoben. Zur Beibehaltung der Bezugnahme auf frühere Ausgaben dieser Norm wurden die Abschnittsnummern aus Abschnitt 3 nach dem folgenden Beispiel in Abschnittsnummern für Anhang Q umgestellt:

Unterabschnitt 3.1 → Abschnitt Q.1;

Unterabschnitt 3.1.2 → Unterabschnitt Q.1.2.

4 Prüf- und Messverfahren

4.1 Allgemeines

Die Rahmenspezifikation und/oder der Vordruck für Bauartspezifikation müssen Angaben darüber enthalten, welche Prüfungen durchzuführen sind, welche Messungen vor und nach jeder Prüfung oder Untergruppe von Prüfungen vorzunehmen sind und in welcher Reihenfolge sie auszuführen sind. Die Schritte jeder einzelnen

Prüfung sind in der angegebenen Reihenfolge auszuführen. Die Messbedingungen für Anfangs- und Endmessungen müssen gleich sein.

Falls nationale Spezifikationen innerhalb eines Qualitätsbewertungssystems andere als die in den oben genannten Schriftstücken festgelegten Verfahren beinhalten, so müssen diese vollständig beschrieben werden.

Grenzwerte in sämtlichen Spezifikationen sind absolute Grenzwerte. Messunsicherheiten sind grundsätzlich zu berücksichtigen (siehe IEC QC 001002-3:2005, Anhang C zu Abschnitt 2).

4.2 Normalklima

4.2.1 Normalklima für Prüfungen

Wenn nicht anders festgelegt, sind alle Prüfungen und Messungen bei Normalklima für Prüfungen nach EN 60068-1:1994, 5.3, durchzuführen:

- Temperatur: 15 °C bis 35 °C;
- Relative Luftfeuchte: 25 % bis 75 %;
- Luftdruck: 86 kPa bis 106 kPa.

Bevor die Messungen durchgeführt werden, ist der Widerstand so lange der Messtemperatur auszusetzen, bis der gesamte Widerstand diese Temperatur erreicht hat. Für diesen Zweck ist die Dauer, wie sie für die Nachbehandlung des Prüflings am Ende einer Prüfung vorgeschrieben ist, üblicherweise ausreichend.

Wenn Messungen bei einer anderen als der festgelegten Temperatur durchgeführt werden, sind die Ergebnisse gegebenenfalls auf die festgelegte Temperatur zu korrigieren. Die während der Messungen herrschende Umgebungstemperatur ist im Prüfbericht anzugeben. Bei Unstimmigkeiten sind diese Messungen bei einer der Temperaturen für Schiedsmessungen (nach 4.2.3) und unter den gegebenenfalls in dieser Spezifikation genannten weiteren Bedingungen zu wiederholen.

Wenn Prüfungen in einer vorgegebenen Reihenfolge durchgeführt werden, dürfen die Endmessungen einer Prüfung als Anfangsmessungen für die nachfolgende Prüfung verwendet werden.

Während der Messungen ist der Widerstand vor Luftzug, direkter Sonneneinstrahlung und anderen Einflüssen, die Fehler verursachen könnten, zu schützen.

4.2.2 Bedingungen für die Nachbehandlung

Falls nicht anders festgelegt, muss die Nachbehandlung bei Normalklima für Prüfungen (4.2.1) erfolgen.

Falls die Nachbehandlung unter streng kontrollierten Bedingungen erforderlich ist, sind die Bedingungen nach EN 60068-1:1994, 5.4.1, anzuwenden.

4.2.3 Schiedsbedingungen

Für Schiedszwecke ist einer der nachstehend angegebenen Sätze von Normalklimabedingungen für Schiedsmessungen nach EN 60068-1:1994, 5.2, auszuwählen.

Tabelle 1 – Schiedsbedingungen

Temperatur °C	Relative Luftfeuchte %	Luftdruck kPa
20 ± 1	63 bis 67	86 bis 106
23 ± 1	48 bis 52	86 bis 106
25 ± 1	48 bis 52	86 bis 106
27 ± 1	63 bis 67	86 bis 106

4.2.4 Referenzbedingungen

Als Bezugsklima gilt das Bezugs-Normalklima nach EN 60068-1:1994, 5.1:

- Temperatur: 20 °C;
- Luftdruck: 101,3 kPa.

4.3 Trocknung

Wenn Trocknung verlangt wird, muss der Widerstand vor Beginn der Messungen unter Anwendung von Verfahren I oder Verfahren II nach den Angaben in der entsprechenden Spezifikation vorbehandelt werden.

Verfahren I: (24 ± 4) h in einem Trockenschrank bei (55 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von höchstens 20 %.

Verfahren II: (96 ± 4) h in einem Trockenschrank bei (100 ± 5) °C.

Der Widerstand ist anschließend in einem Exsikkator unter Verwendung eines geeigneten Trockenmittels wie aktiviertes Aluminiumoxid oder Silicagel abkühlen zu lassen, und er muss darin von der Entnahme aus dem Trockenschrank bis zum Beginn der vorgeschriebenen Prüfungen verbleiben.

4.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

4.4.1 Sichtprüfung

Zustand, Verarbeitung und Oberflächenbehandlung müssen, soweit bei der Sichtprüfung feststellbar, zufriedenstellend sein.

Die Kennzeichnung muss bei der Sichtprüfung lesbar sein. Sie muss die Anforderungen der entsprechenden Spezifikation erfüllen.

4.4.2 Maße (Lehrenmaße)

Die Maße, die in der entsprechenden Spezifikation als mit Lehren prüfbar bezeichnet werden, sind zu prüfen und müssen mit den in der entsprechenden Spezifikation angegebenen Werten übereinstimmen.

Soweit zutreffend, sind die Messungen nach IEC 60294 durchzuführen.

Verformungen des Bauelements sind mit einem optischen Gerät zu überprüfen und müssen mit den in der entsprechenden Spezifikation angegebenen Maßen übereinstimmen.

Das optische Gerät muss über eine hinreichende Vergrößerung und geometrische Auflösung verfügen, um eine Genauigkeit von 10 % der zulässigen Maßtoleranzen sicherzustellen.

4.4.3 Maße (Einzelmaße)

Alle in der entsprechenden Spezifikation angegebenen Maße sind zu prüfen; sie müssen den festgelegten Werten entsprechen.

4.5 Widerstandswert

4.5.1 Prüfverfahren

Der Widerstandswert ist mit einer niedrigen Gleichspannung zu messen, die so kurz wie möglich angelegt wird, damit die Temperatur des Widerstandselementes während der Messung nicht merklich ansteigt.

Bei widersprüchlichen Messergebnissen, die auf die Messspannung zurückgeführt werden können, sind die in Tabelle 2 angegebenen Spannungen für Schiedsmessungen zu verwenden.

Tabelle 2 – Messspannungen

Bemessungswert des Widerstands R	Messspannung $U_{-10\%}^{0\%}$ V
$R < 10 \Omega$	0,1
$10 \Omega \leq R < 100 \Omega$	0,3
$100 \Omega \leq R < 1 \text{ k}\Omega$	1
$1 \text{ k}\Omega \leq R < 10 \text{ k}\Omega$	3
$10 \text{ k}\Omega \leq R < 100 \text{ k}\Omega$	10
$100 \text{ k}\Omega \leq R < 1 \text{ M}\Omega$	25
$1 \text{ M}\Omega \leq R$	50
ANMERKUNG 1 Bei Bemessungswerten des Widerstands unter 10Ω sollte die Messspannung so gewählt werden, dass der Widerstand mit weniger als 10 % seiner Bemessungsbelastbarkeit belastet wird, höchstens jedoch mit 0,1 V. ANMERKUNG 2 Die höchste zulässige Dauerspannung ist nicht zu überschreiten.	

Das Messverfahren muss genau genug sein, damit die Messunsicherheit insgesamt 10 % der Grenzabweichung nicht überschreitet. Bei Messungen, die zu einer Prüffolge gehören, muss es möglich sein, Änderungen des Widerstandswertes mit einer Messunsicherheit von höchstens 10 % der größten in dieser Prüffolge zugelassenen Änderung zu erfassen.

Zusätzlich zu den Bestimmungen für Bezugsmessungen müssen in der entsprechenden Rahmenspezifikation die Messpunkte für die Widerstände festgelegt werden.

Bei Widerständen mit Drahtanschlüssen sollte eine entsprechende Festlegung auf einem definierten Abstand vom Widerstandskörper beruhen. Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, müssen die Messpunkte bei Festwiderständen mit Drahtanschlüssen in einem Abstand von (6 ± 1) mm vom Körper liegen.

Bei oberflächenmontierbaren (SMD) Widerständen sollte eine entsprechende Festlegung auf die Seite des Bauelementes Bezug nehmen, auf der der Widerstandswert zu messen ist. Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, müssen die Messpunkte bei oberflächenmontierbaren Widerständen auf den Anschlüssen auf der Seite des Widerstandselements liegen.

Da die Reproduzierbarkeit das größte Problem bei den Messungen darstellt, darf bei der Festlegung der Einfluss der Befestigung des Prüflings, z. B. der Einfluss von aufgebrachtem Lot, unberücksichtigt bleiben.

4.5.2 Anforderungen

Der Widerstandswert bei 20 °C muss dem Bemessungswert des Widerstands unter Berücksichtigung der festgelegten Grenzabweichungen entsprechen.

4.6 Isolationswiderstand

ANMERKUNG Diese Prüfung ist nur bei isolierten Widerständen anzuwenden.

4.6.1 Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach einem der folgenden Verfahren durchgeführt werden, wie in der entsprechenden Spezifikation vorgeschrieben. Für Widerstände ohne Befestigungsmittel ist das V-Block-Verfahren das bevorzugte Verfahren.

4.6.1.1 V-Block-Verfahren

Der Widerstand muss in die Vertiefung eines metallischen V-förmigen Blocks gedrückt werden, dessen Flächen miteinander einen Winkel von 90° bilden und der so lang ist, dass der Widerstandskörper nicht über seine Enden herausragt.

Die Klemmkraft muss so groß sein, dass sie ausreichende Berührung zwischen dem Widerstand und dem Block sicherstellt. Sie ist so zu wählen, dass sie den Widerstand weder zerstört noch beschädigt.

Der Widerstand ist wie folgt anzuordnen:

- a) Bei zylindrischen Widerständen: Der Widerstand muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der von der Achse des Widerstandes am weitesten entfernt ist, einer der Flächen des Blocks am nächsten kommt.
- b) Bei rechteckigen Widerständen: Der Widerstand muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der einer Kante des Widerstandes am nächsten liegt, einer der Flächen des Blocks am nächsten kommt.

Bei zylindrischen und rechteckigen Widerständen mit axialen Anschlüssen bleibt die außermittige Lage der Austrittsstelle eines Anschlusses in jedem Falle unberücksichtigt.

4.6.1.2 Folienverfahren

Dies ist ein wahlweise anzuwendendes Verfahren für Widerstände ohne Befestigungsmittel.

Der Widerstandskörper muss fest mit einer Metallfolie umwickelt werden.

Bei Widerständen ohne axiale Anschlüsse ist zwischen der Folienkante und jedem Anschluss ein Abstand von 1 mm bis 1,5 mm einzuhalten.

Bei Widerständen mit axialen Anschlüssen ist die Folie um den ganzen Körper des Widerstandes zu wickeln, sodass sie um wenigstens 5 mm über dessen beide Enden vorsteht, sofern ein Mindestabstand von 1 mm zwischen der Folie und den Anschlüssen eingehalten werden kann. Die Enden der Folie dürfen nicht über die Enden des Widerstandes gefaltet werden.

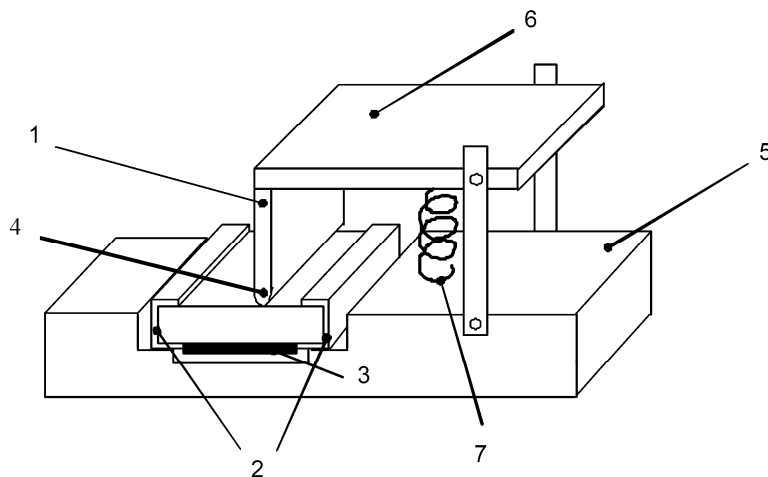
4.6.1.3 Verfahren für Widerstände mit Befestigungsmitteln

Der Widerstand wird in der für ihn üblichen Weise auf einer Metallplatte (oder zwischen zwei Metallplatten) befestigt, die in jede Richtung um mindestens 12,7 mm über die Befestigungsfläche des Widerstandes hinausragt.

4.6.1.4 Verfahren für rechteckige oberflächenmontierbare Widerstände

Für die Prüfung wird der Widerstand nach Bild 1 befestigt.

Die von der Feder ausgeübte Klemmkraft muss $(1,0 \pm 0,2)$ N betragen, sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt. Der Metallblock muss mittig aufliegen, damit die Ergebnisse gut reproduzierbar sind.



Legende

- 1 Metallblock, Prüfpunkt A
- 2 Anschlüsse des Widerstands
- 3 Schichtseite
- 4 Radius 0,25 mm bis 0,5 mm
- 5 Metallplatte, Prüfpunkt B
- 6 Isolationsmaterial
- 7 Feder

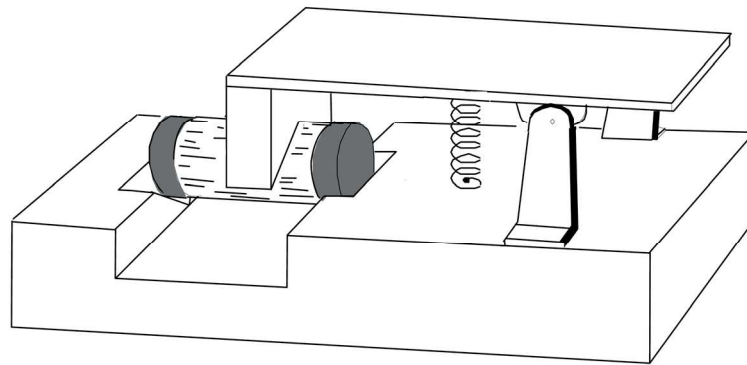
Bild 1 – Vorrichtung für die Messung des Isolationswiderstands und für die Spannungsprüfung an rechteckigen oberflächenmontierbaren Widerständen

4.6.1.5 Verfahren für zylindrische Bauarten

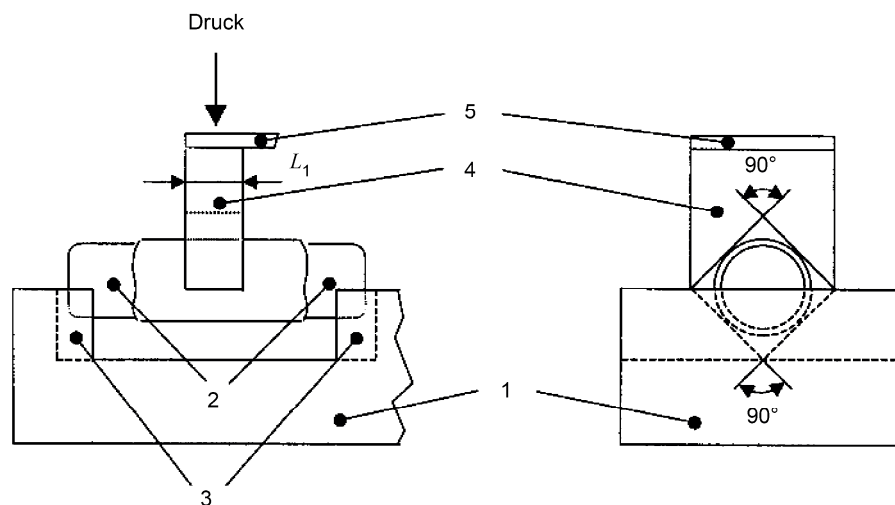
Für die Prüfung wird der Widerstand nach Bild 2 befestigt.

Die von der Feder ausgeübte Klemmkraft muss $(1,0 \pm 0,2)$ N betragen, sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt.

Das Maß L_1 des Prüfblocks muss so gewählt werden, dass ein Mindestabstand von 0,5 mm zu den Kontaktflächen erhalten bleibt.



Einzelheiten zur Vorrichtung:



Legende

- 1 Metallplatte, Prüfpunkt B
- 2 Anschlüsse des Widerstands
- 3 Nuten in der Metallplatte
- 4 V-förmiger Metallblock, Prüfpunkt A
- 5 Isolationsmaterial

Bild 2 – Vorrichtung für die Messung des Isolationswiderstands und für die Spannungsprüfung an zylindrischen oberflächenmontierbaren Widerständen

4.6.2 Messbedingungen

Bei allen Widerständen, ausgenommen oberflächenmontierbare Widerstände, muss der Isolationswiderstand zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen des Widerstandes als einem Pol und dem V-Block oder der Metallfolie oder den Befestigungsmitteln als dem anderen Pol gemessen werden. Die Messspannung muss entweder (100 ± 15) V Gleichspannung bei Widerständen mit einer Isolationsspannung unter 500 V oder (500 ± 50) V Gleichspannung bei Widerständen mit einer Isolationsspannung von 500 V oder mehr betragen.

Bei oberflächenmontierbaren Widerständen muss der Isolationswiderstand mit einer Gleichspannung von (100 ± 15) V oder mit einer der Isolationsspannung entsprechenden Spannung zwischen den Prüfpunkten A und B nach Bild 1 und Bild 2 gemessen werden (Prüfpunkt A muss dabei positiv sein).

Die Messspannung wird für 1 min angelegt. Die Zeit darf kürzer sein, wenn ein konstanter Ablesewert früher erreicht ist. Der Isolationswiderstand wird am Ende dieser Dauer abgelesen.

4.6.3 Anforderungen

Der Isolationswiderstand darf nicht niedriger sein als der in der entsprechenden Spezifikation festgelegte Wert.

4.7 Spannungsfestigkeit

4.7.1 Prüfverfahren

Die Prüfung muss unter Verwendung eines der Verfahren nach 4.6.1, wie in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, durchgeführt werden.

Bei Widerständen ohne Befestigungsmittel ist das V-Block-Verfahren das bevorzugte Verfahren.

4.7.2 Prüfbedingungen

Bei allen Widerständen, ausgenommen oberflächenmontierbare Widerstände, muss die Prüfspannung zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen des Widerstandes als einem Pol und dem V-Block oder der Metallfolie oder der/den Befestigungsplatte(n) als dem anderen Pol angelegt werden. Die Prüfspannung muss eine Wechselspannung (40 Hz bis 60 Hz) sein, die ausgehend von null mit einer Anstiegsgeschwindigkeit von etwa 100 V/s erhöht wird, bis ihr Scheitelwert das 1,42-Fache der in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Isolationsspannung erreicht hat.

Nachdem die vorgeschriebene Spannung erreicht ist, muss sie (60 ± 5) s lang angelegt bleiben.

Bei oberflächenmontierbaren Widerständen ist eine Wechselspannung von 40 Hz bis 60 Hz mit einem Scheitelwert des 1,42-Fachen der Isolationsspannung zwischen den Prüfpunkten A und B nach Bild 1 und Bild 2 für eine Dauer von (60 ± 5) s anzulegen. Die Prüfspannung muss stetig mit einer Anstiegsgeschwindigkeit von etwa 100 V/s erhöht werden.

4.7.3 Anforderungen

Durchschläge (d. h. Ableitströme $\geq 10 \mu\text{A}$) oder Überschlüsse dürfen nicht auftreten.

4.8 Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes

4.8.1 Vorbehandlung

Der Widerstand ist unter Verwendung von Verfahren I oder Verfahren II nach 4.3, wie in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, zu trocknen.

4.8.2 Messtemperaturen

Der Widerstand ist nacheinander auf die folgenden oder auf andere in der entsprechenden Spezifikation festgelegte Temperaturen zu bringen:

- a) $20^{+5}_{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$;
- b) untere Kategorietemperatur $\pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$;
- c) $20^{+5}_{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$;
- d) obere Kategorietemperatur $\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$;
- e) $20^{+5}_{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$.

4.8.3 Messverfahren

Bei jeder der in 4.8.2 festgelegten Temperaturen ist nach Erreichen des Temperaturgleichgewichts der Widerstandswert zu messen.

Temperaturgleichgewicht gilt als erreicht, wenn zwei Widerstandswerte, die im Abstand von mindestens 5 min gemessen wurden, höchstens um einen Betrag voneinander abweichen, der auf die Messunsicherheit der Messeinrichtung zurückgeführt werden kann.

Die Temperatur des Widerstandes zum Zeitpunkt der Messung ist aufzuzeichnen. Die Unsicherheit der Temperaturmessung darf 1 °C nicht überschreiten.

4.8.4 Berechnung des Temperaturkoeffizienten des Widerstandswertes α

Der Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes α zwischen 20 °C und den anderen in 4.8.2 festgelegten Temperaturen ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R \times \Delta T} \times 10^6$$

Dabei ist

ΔT die algebraische Differenz, in Kelvin, zwischen der festgelegten Umgebungstemperatur und der Bezugstemperatur;

ΔR die Änderung des Widerstandswertes zwischen den zwei festgelegten Umgebungstemperaturen;

R der Widerstandswert bei der Bezugstemperatur.

Der Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes α wird in ppm/K ($10^{-6}/K$) angegeben.

Wenn die nach 4.8.3 aufgezeichneten Widerstandswerte mit R_a , R_b , R_c , R_d und R_e bezeichnet werden, müssen R und ΔR wie in Tabelle 3 angegeben berechnet werden.

Tabelle 3 – Berechnung des Widerstandswertes (R) und der Änderung des Widerstandswertes (ΔR)

	Untere Kategorietemperatur	Obere Kategorietemperatur
R	$\frac{R_a + R_c}{2}$	$\frac{R_c + R_e}{2}$
ΔR	$R_b - R$	$R_d - R$

Wenn die nach 4.8.3 aufgezeichneten Temperaturen mit T_a , T_b , T_c , T_d und T_e bezeichnet werden, müssen die Temperaturdifferenzen (ΔT) zwischen den aufgezeichneten Werten wie in Tabelle 4 angegeben berechnet werden.

Tabelle 4 – Berechnung der Temperaturdifferenz (ΔT)

	Untere Kategorietemperatur	Obere Kategorietemperatur
ΔT	$T_b - \frac{T_a + T_c}{2}$	$T_d - \frac{T_c + T_e}{2}$

4.8.5 Anforderungen

Der Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes α muss, wenn in der oben beschriebenen Weise ermittelt, innerhalb der Grenzen liegen, die die entsprechende Spezifikation für die jeweilige Kategorietemperatur vorschreibt.

Für Widerstandswerte zwischen $5\ \Omega$ und $10\ \Omega$ darf der Temperaturkoeffizient die in der entsprechenden Spezifikation für Werte ab $10\ \Omega$ festgelegten Grenzen um höchstens den Faktor 2 überschreiten.

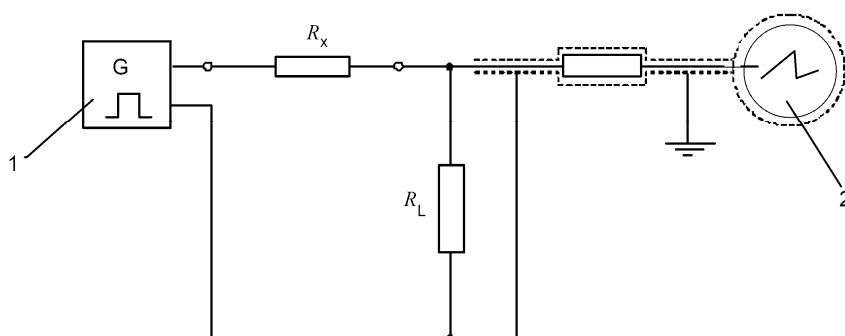
ANMERKUNG Für Widerstandswerte unter $5\ \Omega$ wird der Temperaturkoeffizient nicht festgelegt, weil die Messungen zu unsicher sind.

4.9 Blindwiderstand

4.9.1 Prüfverfahren

Die Prüfung des Blindwiderstandes ist nur bei Widerständen durchzuführen, bei denen ein kleiner Blindanteil gefordert und in der entsprechenden Spezifikation festgelegt ist. Die Prüfung ist für den Bereich induktiver Blindwiderstände geeignet, der bei drahtgewickelten Widerständen auftritt. Für Widerstände mit einer Zeitkonstanten L/R über $20\ \text{ns}$ ist der in Bild 3 dargestellte Messaufbau geeignet. Es können Widerstandswerte im Bereich von $100\ \Omega$ bis $1\ \text{M}\Omega$ geprüft werden.

Ein geeignetes Impedanzmessgerät darf wahlweise zur Prüfschaltung nach Bild 3 verwendet werden, siehe 4.9.5.



Legende

1 Impulsgenerator

2 Oszilloskop

R_x zu prüfender Widerstand

R_L induktionsfreier Widerstand mit einem Widerstandswert von etwa $0,1 \times R_x$

ANMERKUNG Die Verbindungsleitungen zwischen Generator und Widerstand R_x sollten nicht länger als $50\ \text{mm}$ sein.

Bild 3 – Prüfschaltung

4.9.2 Anforderungen an den Impulsgenerator

Der Impulsgenerator muss folgende Kennwerte besitzen:

- a) Impulsdauer: mindestens das Dreifache der Zeit L/R ;
- b) Anstiegszeit belastet (von 10 % auf 90 %): unter $3\ \text{ns}$;
- c) Impulsfolgefrequenz: über $10\ \text{kHz}$ oder ausreichend zur gut ablesbaren Darstellung auf dem Oszilloskop.

4.9.3 Anforderungen an das Oszilloskop

Das Oszilloskop muss folgende Kennwerte besitzen:

- a) Anstiegszeit (von 10 % auf 90 %): unter 3,7 ns (Frequenzgang: mindestens 100 MHz);
- b) Zeitauflösung: mindestens 2 ns/mm;
- c) die Eingangskapazität parallel zu R_L sollte höchstens 25 pF betragen;
- d) die Verstärkung muss bei der verwendeten Impulsspannung für eine gute Ablesung ausreichen.

4.9.4 Messungen

Die Zeitkonstante L/R wird bestimmt, indem die Zeit gemessen wird, die zwischen dem Beginn des Impulses und dem Zeitpunkt verstreicht, zu dem die Spannung 63,2 % ihres Maximums erreicht (siehe Bild 4). Wenn der Beginn des Impulses durch Rauschen oder Verzerrungen verdeckt ist, kann der Nullpunkt durch Verlängern der Kurve gewonnen werden. Wenn kein Überspringen oder Nachspringen auftritt und die Zeitkonstante L/R größer als 20 ns ist, kann die nachstehende Gleichung mit hinreichender Genauigkeit verwendet werden:

$$\text{effektive Induktivität [H]} = L/R [\text{s}] \times R [\Omega]$$

ANMERKUNG Der in der Spezifikation festgelegte Grenzwert kann entweder als größter Wert der Zeitkonstanten L/R oder als größter Wert der zu errechnenden Induktivität angegeben werden.

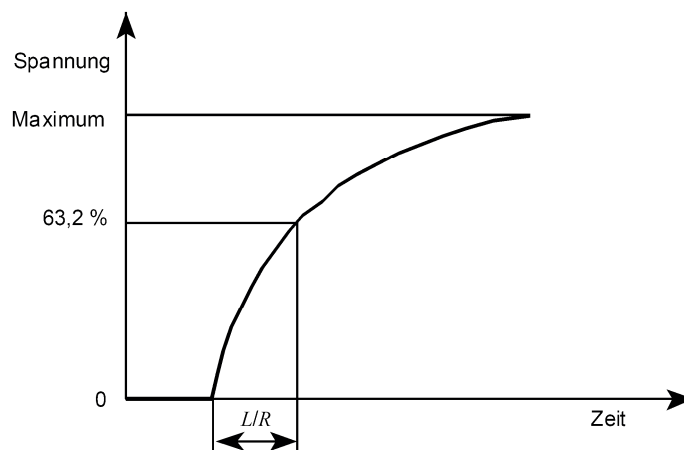


Bild 4 – Schirmbild am Oszilloskop

4.9.5 Impedanzmessgerät

Es ist ein Hochfrequenz-Impedanzmessgerät oder eine gleichwertige Prüfeinrichtung zu verwenden.

Die Messfrequenz ist der entsprechenden Spezifikation zu entnehmen.

4.10 Nichtlinearität

ANMERKUNG Diese Prüfung ist auch als Prüfung der Oberschwingung 3. Ordnung bekannt.

Die Widerstände sind nach IEC/TR 60440 auf Nichtlinearität zu messen.

Die anzulegende Spannung muss entweder der Bemessungsspannung oder der höchsten zulässigen Dauer-spannung, je nachdem, welche geringer ist, entsprechen.

Wenn bestimmte Anforderungen hinsichtlich der Nichtlinearität bestehen, dann sind diese in der entsprechenden Spezifikation festzulegen.

4.11 Spannungskoeffizient

4.11.1 Vorbehandlung

Der Widerstand ist unter Verwendung von Verfahren I oder Verfahren II nach 4.3, wie in der entsprechenden Spezifikation festgelegt, zu trocknen.

4.11.2 Messverfahren

Anschließend ist der Widerstandswert bei 10 % und bei 100 % der Bemessungsspannung oder – wenn niedriger – bei der höchsten zulässigen Dauerspannung zu messen. Die 100-%-Spannung darf höchstens 0,5 s innerhalb von jeweils 5 s anliegen; die 10-%-Spannung muss für 4,5 s angelegt werden. Es ist darauf zu achten, dass der Widerstand sich nicht merklich erwärmt.

4.11.3 Berechnung des Spannungskoeffizienten

Der Spannungskoeffizient wird üblicherweise in %/V angegeben und muss mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$\text{Spannungskoeffizient} = \frac{(R_2 - R_1)}{0,9 \times (U \times R_1)} \times 100 [\%]$$

Dabei ist

U die größere angelegte Spannung;

R_1 der bei $0,1 \times U$ gemessene Widerstandswert;

R_2 der bei U gemessene Widerstandswert.

4.11.4 Anforderungen

Der Spannungskoeffizient darf den in der entsprechenden Spezifikation festgelegten Wert nicht überschreiten.

4.12 Stromrauschen

Die Widerstände müssen nach dem in IEC 60195 angegebenen Verfahren geprüft werden.

Sofern in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, sind die in IEC 60195 empfohlenen Betriebsbedingungen anzuwenden.

Wenn bestimmte Anforderungen hinsichtlich des Stromrauschens bestehen, dann sind diese in der entsprechenden Spezifikation festzulegen.

4.13 Kurzzeitige Überlast

4.13.1 Anfangsmessungen

Der Widerstandswert ist nach 4.5.1 zu messen.

A11