

DIN EN 60115-4

ICS 31.040.10

EntwurfEinsprüche bis 2020-05-13
Vorgesehen als Ersatz für
DIN IEC 60115-4:1987-04**Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 4: Rahmenspezifikation: Hochbelastbare Festwiderstände
(IEC 40/2693/CD:2019);
Text Deutsch und Englisch**

Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 4: Sectional specification: Fixed power resistors
(IEC 40/2693/CD:2019);
Text in German and English

Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques –
Partie 4: Spécification intermédiaire: Resistances fixes de puissance
(IEC 40/2693/CD:2019);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-03-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 207 Seiten

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

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 40/2693/CD:2019 „Fixed resistors for use in electronic equipment – Part 4: Sectional specification: Fixed power resistors“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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.

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

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

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

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

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN IEC 60115-4:1987-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Es wurden Definitionen der Produkttechnologien und Produktklassifizierungsstufen der allgemeinen Spezifikation, IEC 60115-1:20XX, verwendet;
- eine Grundlage für die optionale Angabe der Anschlussdraht-Exzentrizität von Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen wurde in 4.2 geändert;

- c) die ‚Hochspannungsüberlast-Prüfung mit periodischen Impulsen‘ aus IEC 60115-1:20XX, 8.3 wurde in 5.3.9 als standardmäßiges Prüfverfahren verwendet und ersetzt somit die ‚Überlastprüfung mit periodischen Impulsen‘ aus IEC 60115-1:20XX, 8.4;
- d) die Lötbarkeitsprüfung aus IEC 60115-1:20XX, 11.1 wurde in 5.3.22 und 5.3.23 verwendet;
- e) die kombinierte Lösemittelbeständigkeitsprüfung aus IEC 60115-1:20XX, 11.3 wurde in 5.3.25 verwendet;
- f) die ‚Dauerprüfung bei Raumtemperatur‘ aus IEC 60115-1:20XX, 7.2 wurde überarbeitet und in 5.3.5 übernommen;
- g) die ‚Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen‘ aus IEC 60115-1:20XX, 8.2, die mit der Impulsform 10/700 in 5.3.8 angewendet wurde, wird durch die optionale alternative Impulsform 1,2/50 ersetzt;
- h) Klimaprüfungen für den ‚Betrieb bei niedriger Temperatur‘ aus IEC 60115-1:20XX, 10.2, und für ‚Feuchte Wärme, Beharrungszustand‘ aus IEC 60115-1:20XX, 10.4, wurden in 5.4.5 bzw. 5.4.6 verwendet;
- i) Hinzufügen einer optionalen Entflammbarkeitsprüfung als 5.4.8;
- j) in 6.2 wird ein neuer Leitfaden für die Darstellung von Anforderungen an die Standsicherheit mit ihren zulässigen absoluten und relativen Abweichungen bereitgestellt;
- k) in Abschnitt 6.5 und in Anhang B wurden Zulässigkeitskriterien für die Sichtprüfung hinzugefügt;
- l) in den Abschnitten 6.5.3 und 7.2 wurde die Sichtprüfung für die primäre und umhüllende Verpackung hinzugefügt;
- m) die regelmäßige Bewertung von Anschlussbeschichtungen wurde in Abschnitt 9.8 als neues Thema für die Qualitätsbewertung hinzugefügt;
- n) es wurde die überarbeitete Prüfabschnittsnummerierung von IEC 60115-1:20XX angewendet;
- o) es wurde ein neuer Anhang C hinzugefügt, um die Anforderungen an die Arbeitsausführung für die Montage von Leistungswiderständen mit Drahtanschlüssen zusammenzufassen, z. B. wie sie in den vorhergehenden Normenserien IEC 61192 enthalten sind;
- p) der informative Anhang E über radial gebogenen Ausführungen wurde mit Einzelheiten zu einer Z-förmigen Bauform für die Oberflächenmontage ergänzt;
- q) des Weiteren ersetzt diese dritte Ausgabe, die im Jahr 1982 veröffentlichte zweite Ausgabe und enthält zudem eine geringfügige Überarbeitung der Tabellen und Bilder. (siehe Anhang X)

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe, Produkttypen, Produkttechnologien und Produktklassifizierung	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Produkttypen	9
3.3 Umhüllungen von Widerständen	12
3.4 Produkttechnologien	13
3.5 Produktklassifikation	15
4 Bevorzugte Eigenschaften	15
4.1 Allgemeines	15
4.2 Bevorzugte Bauarten, Bauformen und Maße	15
4.3 Bevorzugte Klimakategorien	24
4.4 Widerstandswert	24
4.5 Grenzübergänge des Widerstandswertes	24
4.6 Bemessungsbelastbarkeit P_R	24
4.7 Höchste zulässige Dauerspannung U_{max}	26
4.8 Isolationsspannung U_{ins}	26
4.9 Isolationswiderstand R_{ins}	26
5 Prüfungen und Prüfschärfen	26
5.1 Allgemeine Bedingungen für Prüfungen, auf die sich diese Spezifikation bezieht	26
5.2 Vorbereitung des Prüflings	27
5.3 Prüfungen	30
5.4 Optionale und/oder zusätzliche Prüfungen	42
6 Anforderungen an das Betriebsverhalten	45
6.1 Allgemeines	45
6.2 Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes bei einer Prüfung	45
6.3 Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes	48
6.4 Temperaturanstieg	48
6.5 Sichtprüfung	49
6.6 Lötbarkeit	49
6.7 Isolationswiderstand	50
6.8 Flammbarkeit	50
6.9 Gefährdende Überlast	50
7 Kennzeichnung, Verpackung und Bestellangaben	50
7.1 Kennzeichen des Bauelementes	50
7.2 Verpackung	50
7.3 Kennzeichnung der Verpackung	51

	Seite
7.4 Bestellangaben.....	51
8 Bauartspezifikationen.....	51
8.1 Allgemeines.....	51
8.2 Verpflichtende Angaben in der Bauartspezifikation	52
9 Qualitätsbewertungsverfahren	54
9.1 Allgemeines.....	54
9.2 Definitionen	54
9.3 Bildung von Prüflosen	55
9.4 Verfahren für zugelassene Komponenten (IECQ AC)	56
9.5 Verfahren der Bauartanerkennung (QA).....	56
9.6 Verfahren zur Befähigungsanerkennung (IECQ AC-C)	57
9.7 Verfahren zur Technikanerkennung (IECQ-AC-TC)	57
9.8 Periodische Bewertung der Anschlussbeschichtungen	57
9.9 Verzögerte Auslieferung.....	57
9.10 Bestätigte Prüfberichte.....	57
9.11 Konformitätsbescheinigung (CoC)	57
Anhang A (normativ) Formelzeichen und Abkürzungen	76
A.1 Formelzeichen.....	76
A.2 Abkürzungen	79
Anhang B (normativ) Abnahmekriterien für die Sichtprüfung.....	81
B.1 Allgemeines.....	81
B.2 Kriterien für	81
B.3 Kriterien für	81
B.4 Kriterien für	81
Anhang C (informativ) Anforderungen an die Arbeitsausführung für die Montage von Schichtwiderständen mit Drahtanschlüssen	82
C.1 Allgemeines.....	82
C.2 Formung der Anschlussdrähte	82
C.3 Montage	84
C.4 Abschneiden der Anschlussdrähte.....	87
Anhang D (normativ) 0-Ω-Widerstände (Jumper)	89
D.1 Allgemeines.....	89
Anhang E (informativ) Leitfaden für die Anwendung von optionalen und/oder zusätzlichen Prüfungen.....	90
E.1 Allgemeines.....	90
E.2 Dauerprüfung bei Raumtemperatur (siehe 5.3.5)	90
E.3 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen (siehe 5.3.8)	91
E.4 Überlastprüfung mit periodischen Impulsen (siehe 5.4.2).....	92
E.5 Betrieb bei niedriger Temperatur (siehe 5.4.9)	92
E.6 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (siehe 5.4.5).....	93

	Seite
Anhang F (informativ) Radial gebogene Bauarten von axialen Bauformen	95
F.1 Allgemeines	95
F.2 Radial geformte Ausführungen für die Durchsteck-Montage	97
F.3 Radial geformte Ausführungen für die Oberflächenmontage.....	101
F.4 Verpackung	102
F.5 Qualitätsbewertung.....	103
Anhang X (informativ) Querverweise zur vorherigen Ausgabe dieser Spezifikation	105
Literaturhinweise.....	107
Bilder	
Bild 1 – Darstellung eines typischen Leistungswiderstands mit axialem Drahtanschluss.....	10
Bild 2 – Darstellung eines typischen Leistungswiderstands mit radialen Drahtanschlüssen	10
Bild 3 – Darstellungen eines typischen vertikalen Leistungswiderstands mit gestanzten Anschlüssen	11
Bild 4 – Darstellungen eines typischen Leistungswiderstands mit röhrenförmigem Drahtanschluss	11
Bild 5 – Darstellungen eines typischen Leistungswiderstands in einem Metallgehäuse.....	12
Bild 6 – Form und Maße von zylindrischen Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen.....	16
Bild 7 – Alternative Verfahren zur Angabe der Länge einer überschüssigen Schutzbeschichtung oder Schweißwulst an Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen.....	17
Bild 8 – Abstände von Anschlussdrähten von Widerständen mit gebogenen Drahtanschlüssen	17
Bild 9 – Angabe der Anschlussdraht-Exzentrizität von Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen	18
Bild 10 – Form und Maße von Keramikgehäusewiderständen mit axialen Drahtanschlüssen	19
Bild 11 – Form und Maße von Keramikwiderständen mit radialen Drahtanschlüssen.....	20
Bild 12 – Form und Maße von Keramikwiderständen mit radialen Drahtanschlüssen.....	22
Bild 13 – Form und Maße von röhrenförmigen Widerständen	23
Bild 14 – Lastminderungskurve für MET > UCT	25
Bild 15 – Typische Lastminderungskurve für Draht-Leistungswiderstände	26
Bild 16 – Montage des Prüflings auf der Prüfleiterplatte	28
Bild 17 – Montage von Prüflingen mit axialen Anschlussdrähten, Ansicht von oben.....	29
Bild 18 – Beispiele für Befestigungsvorrichtungen für die Anschlussdrähte der Prüflinge.....	30
Bild C.1 – Maße für die Formung der Anschlussdrähte.....	82
Bild C.2 – Beispiele für die Sicherung der Befestigungshöhe	84
Bild C.3 – Abstand zwischen Beschichtung und Lötverbindung	85
Bild C.4 – Seitliche Montage.....	85
Bild C.5 – Senkrechte Montage	86
Bild C.6 – Anschlussdraht-Überstand.....	87
Bild C.7 – Verformung der Anschlussdrahtenden	88
Bild F.1 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die waagerechte Montage.....	97
Bild F.2 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die waagerechte Montage, mit geknickten Anschlussdrähten.....	97

	Seite
Bild F.3 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die senkrechte Montage	99
Bild F.4 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die senkrechte Montage, mit großem Anschlussabstand.....	99
Bild F.5 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die senkrechte Montage, mit großem Anschlussabstand und geknicktem Anschlussdraht.....	100
Bild F.6 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die Oberflächenmontage (Z-förmig).....	101
Bild F.7 – Maße der Anschlussflächenstruktur für die Oberflächenmontage.....	102
Tabellen	
Tabelle 1 – Beispiele für bevorzugte Bauformen von zylindrischen Leistungswiderständen mit axialen Drahtanschlüssen	16
Tabelle 2 – Beispiele für bevorzugte Bauformen von Keramikgehäusewiderständen mit axialen Drahtanschlüssen.....	19
Tabelle 3 – Beispiele für bevorzugte Bauformen von Keramikgehäusewiderständen mit radialen Drahtanschlüssen.....	21
Tabelle 4 – Bevorzugte Bauformen von radial oder vertikal montierten Keramikwiderständen	22
Tabelle 6 – Bevorzugte alternative Überlastbedingungen	35
Tabelle 7 – Grenzwerte für Änderungen des Widerstandswertes bei Prüfungen	47
Tabelle 8 – Zulässige Änderung des Widerstandswertes aufgrund des Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes.....	48
Tabelle 9 – Prüfplan für die Bauartanerkennung von Leistungs-Schichtwiderständen	58
Tabelle 10 – Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung von Leistungs-Schichtwiderständen	63
Tabelle 11 – Prüfplan für die Bauartanerkennung von Leistungs-Drahtwiderständen	68
Tabelle 12 – Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung von Drahtwiderständen	72
Tabelle C.1 – Radius für die Anschlussdrahtbiegung	83
Tabelle C.2 – Empfohlene Bohrlochdurchmesser für Leiterplatten.....	84
Tabelle C.3 – Abstand von seitlich montierten Widerständen.....	86
Tabelle E.1 – Implementierung der Dauerprüfung bei Raumtemperatur	90
Tabelle E.2 – Implementierung der Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen	91
Tabelle E.3 – Implementierung der Überlastprüfung mit periodischen Impulsen	92
Tabelle E.4 – Implementierung der Prüfung des Betriebs bei niedriger Temperatur.....	93
Tabelle E.5 – Implementierung der Prüfung Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung	94
Tabelle F.1 – Mögliche Abstände der Anschlussdrähte von Widerständen mit radial gebogenen Anschlüssen für die waagerechte Montage	98
Tabelle F.2 – Mögliche Abstände der Anschlussdrähte von Widerständen mit radial gebogenen Anschlüssen für die senkrechte Montage	101
Tabelle X.1 – Querverweise für Verweisungen zu Abschnitten	105
Tabelle X.2 – Querverweise für Verweisungen zu Bildern.....	106
Tabelle X.3 – Querverweise für Verweisungen zu Tabellen	106

Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 4: Rahmenspezifikation: Hochbelastbare Festwiderstände

1 Anwendungsbereich

Diese Norm bezieht sich auf Widerstände mit einer Verlustleistung von typischerweise mehr als 1 W bis einschließlich 1 000 W für die Verwendung in Geräten der Elektronik. Diese Norm gilt für Leistungs-Festwiderstände mit einer maximalen Oberflächentemperatur (MET), die größer ist als die bevorzugte obere Kategorietemperatur (UCT) von 200 °C.

ANMERKUNG Kühlkörper-Widerstände, d.h. Widerstände, die bei ihrem Einsatz aufgrund ihrer besonderen Temperaturbedingungen auf einem speziellen Kühlkörper montiert werden müssen, werden durch eine spezielle Rahmenspezifikation abgedeckt (in Vorbereitung).

Diese Widerstände werden typischerweise nach Bauarten (unterschiedliche geometrische Formen) und Bauformen (unterschiedliche Maße) sowie nach Produkttechnologien beschrieben.

Das Widerstandselement dieser Widerstände ist typischerweise

- geschützt durch eine Lackschutzbeschichtung oder
- Zementbeschichtung oder
- Glasemaille oder
- einen keramischen Körper oder
- ein anderes Gehäuse, das in der entsprechenden Spezifikation zu beschreiben sind.

Die elektrische Verbindung dieser Widerstände wird typischerweise erreicht durch

- Drahtanschlüsse oder
- gestanzte Anschlüsse oder
- Laschenanschlüsse oder
- Druckanschlüsse oder
- Schraubanschlüsse oder
- beliebige andere Anschlüsse, die in der Spezifikation beschrieben werden müssen.

Unter bestimmten Fällen kann ein Kühlkörper erforderlich sein, wobei dieser nicht verpflichtend ist.

Diese Norm legt für die beschriebene Art von Widerständen die bevorzugten Bemessungs- und Kennwerte fest, wählt aus IEC 60115-1 die geeigneten Qualitätsbewertungsverfahren, Prüfungen und Messverfahren aus und nennt allgemeine Prüfanforderungen.

In Bauartspezifikationen, die auf diese Rahmenspezifikation Bezug nehmen, müssen die Schärfegrade der Prüfungen und die Anforderungen mindestens denen in dieser Spezifikation festgelegten entsprechen, schwächere sind nicht zulässig.

ANMERKUNG SMD-Widerstände sind durch die Spezifikation 60115-8 abgedeckt, unabhängig von ihrer Verlustleistung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60062:2016, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60063:2015, *Preferred number series for resistors and capacitors*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Basic environmental testing procedures – Part 2-2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T – Test methods for solderability and resistance to soldering heat of leaded devices*

IEC 60115-1:20XX, *Fixed resistors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60115-2:2015, *Fixed resistors for use in electronic equipment – Part 2: Sectional specification: Leaded fixed low power film resistors*

IEC 60286-1, *Packaging of components for automatic handling – Part 1: Tape packaging of components with axial leads on continuous tapes*

IEC 60286-2, *Packaging of components for automatic handling – Part 2: Tape packaging of components with unidirectional leads on continuous tapes*

IEC 60294:2012, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component having two axial terminations*

IEC 60301, *Preferred diameters of wire terminations of capacitors and resistors*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

IEC 61340-3-1, *Methods for simulation of electrostatic effects – Human body model (HBM) – Component testing*

IEC 61760-1:2006 *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

ISO 497, *Preferred Numbers – Series of preferred numbers*

3 Begriffe, Produkttypen, Produkttechnologien und Produktklassifizierung

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60115-1:20XX, 3.1, und die folgenden Begriffe.

3.1.1 Isolierter Widerstand

[QUELLE: IEC 60115-1:20XX, 3.1.7: Widerstand, der durch die entsprechende Spezifikation als isoliert eingestuft ist, der zur Unterstützung eine vorgegebene Isolationsspannung und einen vorgegebenen Isolationswiderstand aufweist und der für diese Eigenschaften mit den entsprechenden Prüfungen dieser Spezifikation bewertet wird

3.2 Produkttypen

3.2.1 Allgemeines

Für jede Produktart müssen detaillierte Spezifikationen vorliegen, die die bevorzugte Technologie und die bevorzugte Bauform der darin abgedeckten Produkte beschreiben.

3.2.2 Axiale Bauart

Die axiale Bauart bezeichnet den physikalischen Aufbau eines Bauelements mit Drahtanschlüssen für die Leiterplattenmontage durch Biegen. Die Anschlussdrähte müssen zu beiden Seiten entlang der Längsachse des Bauelementkörpers verlaufen.

Beispiel: Bild 1 enthält die Darstellung eines typischen Leistungswiderstands mit axialem Drahtanschluss.

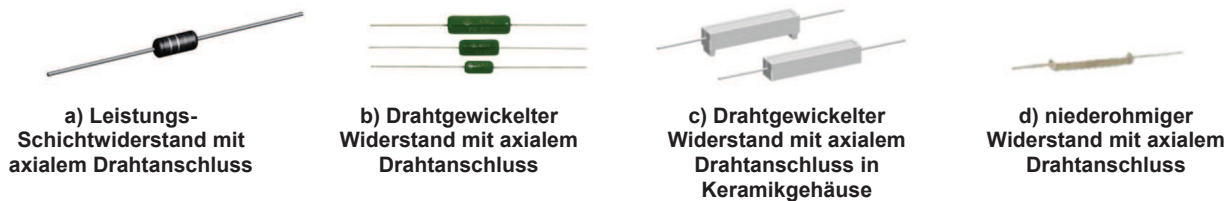


Bild 1 – Darstellung eines typischen Leistungswiderstands mit axialem Drahtanschluss

Widerstände mit axialem Drahtanschluss können für die Bildung der Anschlussdrähte für eine radiale Aufbauart geeignet sein, wenn die Anschlussdrähte ausreichend lang sind, siehe Anhang E.

3.2.3 Radiale Bauart

Die radiale Bauart bezeichnet den physikalischen Aufbau eines Bauelements mit Anschlussdrähten, die zur Leiterplattenmontage zu einer Seite entlang der Schrägachse des Bauelementkörpers verlaufen. Die Anschlussdrähte von Leistungswiderständen treten typischerweise aus dem Inneren des Bauelementkörpers aus. Gebogene Versionen von axialen Widerständen, die durch Bildung einer oder beider Anschlussdrähte hergestellt werden, dürfen verwendet werden.

Beispiel: Bild 2 enthält die Darstellung eines typischen Leistungswiderstands mit radialem Drahtanschluss.



Bild 2 – Darstellung eines typischen Leistungswiderstands mit radialen Drahtanschlüssen

Widerstände mit radialen Drahtanschlüssen eignen sich typischerweise für die direkte Montage auf einer Leiterplatte und gegebenenfalls für die automatische Montage, wenn sie in einer geeigneten Verpackung geliefert werden, z. B. gegurtet nach IEC 60286-2. Die mechanische Stabilität von Leistungswiderständen mit radialen Drahtanschlüssen auf der Leiterplatte kann auf spezifischen Eigenschaften des Gehäuses oder auf den verwendeten Montageteilen beruhen.

3.2.4 Vertikale Bauart

Die vertikale Bauart bezeichnet den physikalischen Aufbau eines Bauelements mit gestanzten Anschlüssen, die zur Leiterplattenmontage zu einer Seite entlang der Längsachse des Bauelementkörpers verlaufen. Die Anschlüsse treten typischerweise aus dem Inneren des Bauelementkörpers aus.

Beispiel: Bild 3 enthält die Darstellung eines typischen vertikalen Leistungswiderstands mit gestanzten Anschlüssen.

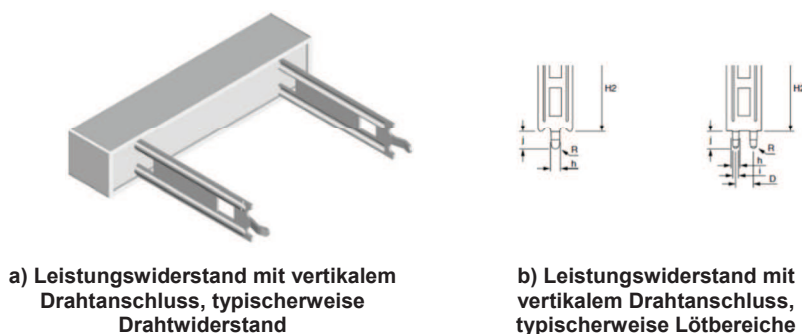


Bild 3 – Darstellungen eines typischen vertikalen Leistungswiderstands mit gestanzten Anschlüssen

Widerstände mit vertikalem Drahtanschluss eignen sich typischerweise für die direkte Montage auf einer Leiterplatte. Die mechanische Stabilität von Widerständen mit radialem Drahtanschluss auf der Leiterplatte beruht auf spezifischen Eigenschaften der gestanzten Anschlüsse.

3.2.5 Röhrenförmige Bauarten

Die röhrenförmige Bauart bezeichnet den physikalischen Aufbau eines Bauelements, bei dem sich das Widerstandselement an der Außenseite eines röhrenförmigen keramischen Körpers befindet. Es werden verschiedene Anschlussformen verwendet, z. B. Lötflächen, Druckanschlüsse oder Schraubenanschlüsse.

Beispiel: Bild 4 enthält die Darstellung eines typischen Leistungswiderstands mit röhrenförmigem Drahtanschluss.

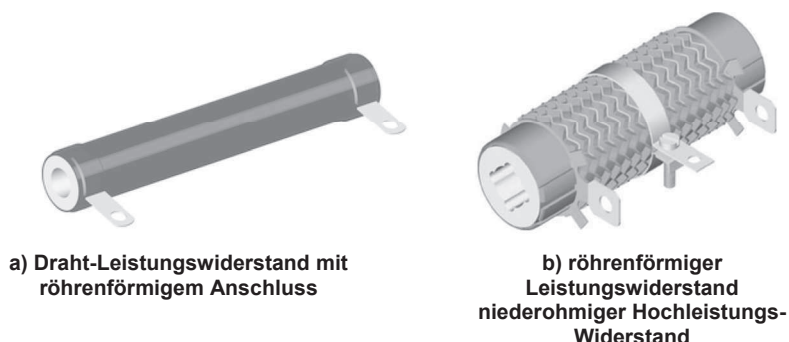


Bild 4 – Darstellungen eines typischen Leistungswiderstands mit röhrenförmigem Drahtanschluss

Widerstände mit röhrenförmigem Drahtanschluss werden typischerweise auf Einschüben oder Trägern unter Verwendung von speziellem Montagezubehör montiert. Sie eignen sich nicht für die direkte Montage auf einer Leiterplatte.

3.2.6 Drahtwiderstände in einem Metallgehäuse

Drahtwiderstände, z. B. auf Glimmer mit einem flachen Element gewickelt und in einem Metallkasten, z. B. aus Aluminium, für Anwendungen mit hohen Temperaturen unterbracht. Es kann eine Vielzahl verschiedener Anschlüsse verwendet werden, z. B. Anschlussdrähte oder isolierte Kupferlitzen.

Beispiel: Bild 5 enthält die Darstellung eines typischen Metallgehäuses.

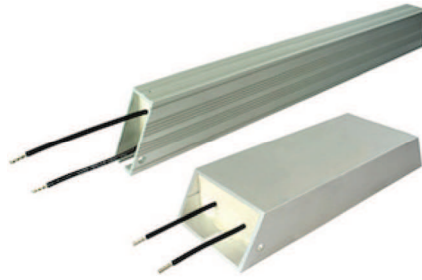


Bild 5 – Darstellungen eines typischen Leistungswiderstands in einem Metallgehäuse

Diese Widerstände können ohne Kühlkörper verwendet werden.

3.2.7 Andere Bauarten

Jede andere Art von Leistungswiderstand, die in den Anwendungsbereich dieser Rahmenspezifikation fällt, kann durch eine entsprechende Bauartspezifikation abgedeckt werden.

3.3 Umhüllungen von Widerständen

3.3.1 Lackschutzbeschichtung

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.3.3 mit den folgenden Einzelheiten:

Die Schutzumhüllung des Widerstandes bietet Schutz vor mechanischen, elektrischen und klimatischen Einflüssen und hält hohen Temperaturen über 200 °C über einen längeren Zeitraum stand.

Anmerkung 1 zum Begriff: Alternative Bezeichnung: Schutzlack, Schutzbeschichtung, Epoxidschutzbeschichtung, Silikonenschutzbeschichtung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der garantierte Schutz vor schädlichen Einflüssen erfordert die Qualifikation für jedes berücksichtigte Risiko mit Hilfe geeigneter Prüfungen und Anforderungen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Zugehörige Begriffe: Glasemaillebeschichtung, Silikonzement-Beschichtung.

3.3.2 Silikonzement-Beschichtung

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.3.4 mit den folgenden Einzelheiten:

Hitzebeständige Umhüllung des Widerstandes zum Schutz vor mechanischen, elektrischen und klimatischen Einflüssen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Alternative Bezeichnung: Zementbeschichtung, Hochtemperatur-Zementbeschichtung

Anmerkung 2 zum Begriff: Der garantierte Schutz vor schädlichen Einflüssen erfordert die Qualifikation für jedes berücksichtigte Risiko mit Hilfe geeigneter Prüfungen und Anforderungen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Zugehörige Begriffe: Glasemaillebeschichtung, Schutzbeschichtung.

3.3.3 Glasemaillebeschichtung

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.3.5 mit den folgenden Einzelheiten:

Glasartige Verkapselung des Widerstandes, die etwa der ursprünglichen Form des Widerstandes entspricht und durch Auftragen und Verglasen mehrerer Schichten wässriger Fritte entsteht, und die zum Schutz vor mechanischen, elektrischen und klimatischen Einflüssen dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Alternative Bezeichnung: glasartige Beschichtung

Anmerkung 2 zum Begriff: Der garantierte Schutz vor schädlichen Einflüssen erfordert die Qualifikation für jedes berücksichtigte Risiko mit Hilfe geeigneter Prüfungen und Anforderungen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Zugehörige Begriffe: Schutzbeschichtung

3.3.4 Keramikgehäusewiderstand

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.3.7 mit den folgenden Einzelheiten:

Widerstände verschiedener Technologien, die mit anorganischen Verbindungen in einen Keramikkörper eingegossen werden. Die spezielle anorganische Vergussmasse und das Keramikgehäuse sorgen für eine hohe Wärmeleitfähigkeit in einer feuerfesten Verpackung

Anmerkung 1 zum Begriff: Alternative Bezeichnung: Keramikwiderstand, zementierter Widerstand, eingegossener Widerstand.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der garantierte Schutz vor schädlichen Einflüssen erfordert die Qualifikation für jedes berücksichtigte Risiko mit Hilfe geeigneter Prüfungen und Anforderungen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Zugehörige Begriffe: Keramikgehäusewiderstand, Silikonzement-Beschichtung

3.3.5 Widerstand mit Anschlussdraht

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.3.7 mit den folgenden Einzelheiten:

Axiale Widerstände, mit runden Anschlussdrähten aus z. B. Kupfer oder kupferbeschichtetem Eisen mit Sn- oder SnPb-Anschlussfläche.

Anmerkung zum Begriff: Alternative Bezeichnung: Widerstand mit Drahtanschluss

3.3.6 Drahtanschluss

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.3.7 mit den folgenden Einzelheiten:

Widerstände mit Drahtanschluss können eine beliebige Drahtbauform verwenden, z. B. runde Anschlussdrähte aus Kupfer oder Kupferfilamente, die Litzen genannt werden. Diese Anschlüsse können aus rohem Metall sein oder durch ein beliebiges Polymerisiermaterial isoliert sein.

Anmerkung zum Begriff: Alternative Bezeichnung: Widerstand mit Drahtanschluss mit flexiblen Anschlussdrähten

3.4 Produkttechnologien

3.4.1 Allgemeines

Die Definitionen von Produkttechnologien sollen dem Leser einen Leitfaden über die Vielzahl der Technologien zur Herstellung von Leistungswiderständen geben und deren Identifizierung erleichtern.

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die allgemeine Beschreibung der Produkttechnologien nach IEC 60115-1:20XX, 3.2 und die folgenden Begriffe.

3.4.2 Metallschichttechnologie

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.2.2 mit den folgenden Einzelheiten:

Die Metallschichttechnologie, wenn sie für Leistungswiderstände eingesetzt wird, muss bei maximalen Oberflächentemperaturen über 200 °C betrieben werden, z. B. einer MET von 225 °C. Typische Metallschicht-

Leistungswiderstände verfügen über eine Lackschutzbeschichtung oder sind in einem Keramikgehäuse untergebracht, wobei der Schwerpunkt auf der Nichtbrennbarkeit der verwendeten Werkstoffe liegt.

Wenn eine Kennzeichnung der Widerstandstechnologie erforderlich ist, muss der Buchstabe **M** zur Identifizierung der Metallschichttechnologie verwendet werden.

3.4.3 Metallglasurtechnologie

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.2.3 mit den folgenden Einzelheiten:

Metallglasurwiderstände müssen bei maximalen Oberflächentemperaturen über 200 °C betrieben werden, z. B. einer MET von 225 °C. Typische Metallglasur-Leistungswiderstände verfügen über eine Lackschutzbeschichtung oder sind in einem Keramikgehäuse untergebracht oder vergossen, wobei der Schwerpunkt auf der Nichtbrennbarkeit der verwendeten Werkstoffe liegt.

Wenn eine Kennzeichnung der Widerstandstechnologie erforderlich ist, muss der Buchstabe **G** zur Identifizierung der Metallglasurtechnologie verwendet werden.

3.4.4 Metalloxidtechnologie

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.2.4 mit den folgenden Einzelheiten:

Die Metalloxidtechnologie, wenn sie für Leistungswiderstände eingesetzt wird, wird bei maximalen Oberflächentemperaturen über 200 °C betrieben, z. B. einer MET von 250 °C. Typische Metalloxid-Leistungswiderstände verfügen über eine Lackschutzbeschichtung oder sind in einem Keramikgehäuse untergebracht, wobei der Schwerpunkt auf der Nichtbrennbarkeit der verwendeten Werkstoffe liegt.

Wenn eine Kennzeichnung der Widerstandstechnologie erforderlich ist, muss der Buchstabe **X** zur Identifizierung der Metalloxidtechnologie verwendet werden.

3.4.5 Drahttechnologie

Siehe IEC 60115-1:20XX, 3.2.8 mit den folgenden Einzelheiten:

Drahtwiderstände, die für eine hohe Verlustleistung ausgelegt sind, verfügen über eine Lackschutzbeschichtung, Glasemaillebeschichtung oder sind in Keramikgehäusen unterbracht. Es dürfen runde Widerstandsdrähte oder flache Widerstandsdrähte verwendet werden. Der Fokus liegt auf der Nichtbrennbarkeit der verwendeten Werkstoffe, da die Widerstände typischerweise bei einer MET über 250 °C betrieben werden.

Flache Drahtwiderstände sind auf einem Glimmerträger gewickelt und in einem Aluminiumgehäuse untergebracht. Aufgrund der geringen Schmelztemperatur des Gehäusewerkstoffes muss auf eine Überlastung geachtet werden.

Wenn eine Kennzeichnung der Widerstandstechnologie erforderlich ist, muss der Buchstabe **W** zur Identifizierung der Drahttechnologie verwendet werden.

3.4.6 Metallbandtechnologie

Siehe EC 60115-1:20XX, 3.2.10 mit den folgenden Einzelheiten:

Die Metallbandtechnologie, wenn sie für Leistungswiderstände mit Anschlussdrähten aus Kupfer eingesetzt wird, wird bei maximalen Oberflächentemperaturen über 200 °C betrieben, z. B. einer MET von 250 °C. Typische Metallbandwiderstände sind in einem Keramikgehäuse untergebracht.

Wenn eine Kennzeichnung der Widerstandstechnologie erforderlich ist, muss der Buchstabe **S** zur Identifizierung der Stromsensortechnologie verwendet werden.

3.4.7 Andere Technologien

Einige Leistungswiderstände basieren auf anderen Technologien als den oben beschriebenen. In diesem Fall muss die entsprechende Bauartspezifikation die eingesetzte Technologie mit ihren Stärken und Einschränkungen beschreiben.

Ist eine Kodierung der Widerstandstechnologie erforderlich, so muss in der Bauartspezifikation ein eindeutiger Kennbuchstabe festgelegt werden, der zur Identifizierung der neuen Widerstandstechnologie zu verwenden ist.

3.5 Produktklassifikation

Die Einführung einer Produktklassifizierung ermöglicht es dem Anwender, die Anforderungen an das Betriebsverhalten entsprechend den Bedingungen der vorgesehenen Endanwendung auszuwählen.

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die allgemeine Beschreibung der Produktklassifikation nach IEC 60115-1:20XX, 3.4 und die folgenden Begriffe.

Es können die Klassifikationsstufen

- Stufe G für allgemeine elektronische Geräte,
- Stufe P für elektronische Hochleistungsgeräte, oder
- Stufe R für elektronische Geräte mit hoher Leistung und hoher Zuverlässigkeit
(minimale Ausfallrate E5 erforderlich)

können für die von dieser Spezifikation abgedeckten Widerstände verwendet werden, um Anwendungsbereich und Inhalt der Prüfpläne an die typischen Anforderungen der Anwendung anzupassen.

Solche Prüfpläne eignen sich für die Qualitätsbewertung der von dieser Spezifikation abgedeckten Widerstände, z.B. durch das IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ), wobei die Einzelbewertungsstufe EZ angewendet werden sollte. Die Bewertungsstufe EZ unterstützt den Null-Fehler-Ansatz durch die Festlegung der Annahmehzahl auf Null, siehe 9.2.3 und IEC 60115-1:20XX, Q.1.3.3.

4 Bevorzugte Eigenschaften

4.1 Allgemeines

Die in der Bauartspezifikation angegebenen Werte müssen vorzugsweise aus den nachstehenden Abschnitten ausgewählt werden:

4.2 Bevorzugte Bauarten, Bauformen und Maße

4.2.1 Axiale Bauart

4.2.1.1 Bevorzugte Bauformen und Umrissmaße

Die Form und Maße von Leistungswiderständen mit axialem Drahtanschluss sind in Bild 6 dargestellt, wobei die bevorzugten Bauformen und ihre jeweiligen Maße in Tabelle 1 aufgeführt sind. Harmonisierte Bauform-Bezeichnungen von Widerständen mit axialem Drahtanschluss sollten vorzugsweise mit **RA_** beginnen.

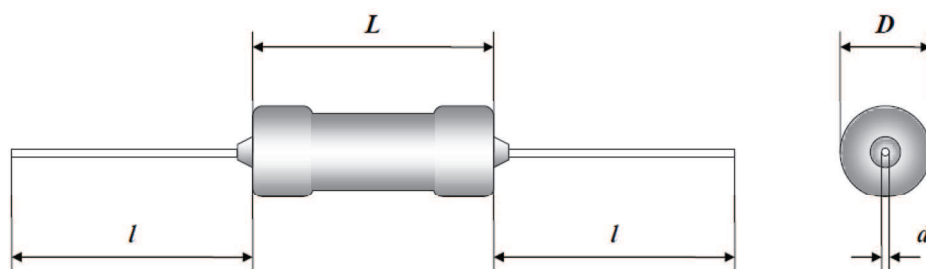


Bild 6 – Form und Maße von zylindrischen Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen

Tabelle 1 – Beispiele für bevorzugte Bauformen von zylindrischen Leistungswiderständen mit axialen Drahtanschlüssen

Bauform ^a	Maße ^f			
	Durchmesser des Widerstandskörpers $D_{\max}^c$	Länge des Widerstandskörpers $L_{\max}^b$	Durchmesser des Anschlussdrahtes d^d	Länge des Anschlussdrahtes $l_{\min}^e$
	mm	mm	mm	mm
RA_0309	3,5	9,5	0,6/0,7	21
RA_0411	4,5	11,5	0,6/0,7	21
RA_0414	4,5	14,5	0,8	21
RA_0617	6,5	17,5	0,8	21
RA_0719	7,5	19,5	0,8	21
RA_0922	9,5	22,5	0,8	21
RA_0933	9,5	33,5	0,8	21
RA_0947	9,5	47,5	0,8	21

^a Die Angabe der Bauform wird durch einen dritten Buchstaben für die Produkttechnologie ergänzt, siehe 3.4: M = Metallschicht; G = Metallglasur; X = Metalloxid; W = Drahtgewickelt; S = Metallband.
Ein Beispiel für eine vollständige Angabe der Bauform ist RAW0411 für einen axialen Leistungs-Drahtwiderstand.

^b Die Länge des Widerstandskörpers L muss nach 5.3.11 gemessen werden.

^c Der Durchmesser des Widerstandskörpers D muss wie in 5.3.11 festgelegt abgemessen werden.

^d Nenndurchmesser der Anschlussdrähte d , mit zulässigen Grenzabweichungen nach IEC 60301.

^e Die Mindestlänge der Anschlussdrähte $l_{\min}$ gilt nur für die freie Anschlussdrahtlänge bei Gurtung nach IEC 60286-1.

^f Bei Produkten, die auf dem imperialen Einheitensystem basieren, können die Zollmaße zusätzlich zu Informationszwecken in eckigen Klammern angegeben werden

ANMERKUNG Diese Tabelle enthält Beispiele für gängige Bauformen von Leistungswiderständen mit axialen Drahtanschlüssen mit typischen Maßen. In der Bauartspezifikation müssen die genauen Maße und die jeweiligen Grenzabweichungen für alle darin abgedeckten Bauformen angegeben werden.

Tabelle 1 enthält Empfehlungen für ein harmonisiertes System von Bauform-Bezeichnungen basierend auf der Breite und Länge der Bauelemente. Es werden häufig andere Bezeichnungen, die auf der Verlustleistung basieren, verwendet, die jedoch mit dem Präfix „RA_“ ergänzt werden sollten.

Die Bauartspezifikation muss eine realistische Umrissdarstellung der darin abgedeckten Widerstände enthalten, die alle relevanten Maße beinhalten muss.

Für die Angabe eines nicht lötbaren Bereichs auf den Anschlussdrähten in der Nähe der Beschichtung des Widerstandskörpers sollten die Überlegungen von 4.2.1.2 angewendet werden.

Für die Angabe einer Exzentrizität der Anschlussdrähte sollten die Überlegungen von 4.2.1.4 angewendet werden.

4.2.1.2 Länge der überschüssigen Umhüllung oder Schweißwulst

Die Bauartspezifikation muss eine realistische Zeichnung der Widerstände darstellen und die Art der Schutzbeschichtung beschreiben und kann die zulässige Länge einer überschüssigen Schutzbeschichtung oder einer Schweißwulst, die die Anschlussdrähte des Widerstands verlängert, unter Verwendung eines der in Bild 7 angegebenen alternativen Verfahren angeben.

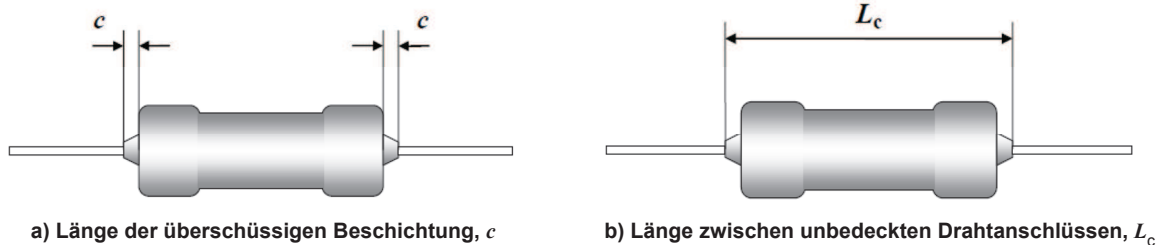
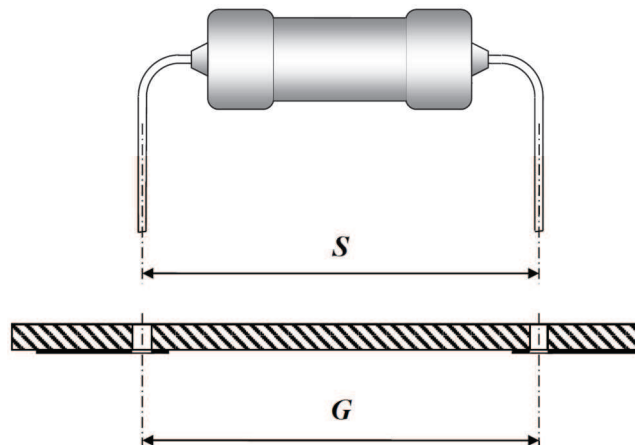


Bild 7 – Alternative Verfahren zur Angabe der Länge einer überschüssigen Schutzbeschichtung oder Schweißwulst an Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen

Die Länge der überschüssigen Schutzbeschichtung, Maß c wie in Bild 7a dargestellt, muss nach IEC 60294:2012, Abschnitt 4, mit einer Lehrenplatte gemessen werden, deren Dicke der maximal zulässigen Länge der überschüssigen Schutzbeschichtung entspricht. Ein Verfahren zum Messen oder Abmessen der Länge zwischen den unbedeckten Drahtanschlüssen, das Maß L_c , wie in Bild 7b dargestellt, muss bei Bedarf in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

4.2.1.3 Abstände von Anschlussdrähten

Verknüpft mit einer Bauform und den tatsächlichen Maßen der entsprechenden Produkte ist der kürzeste mögliche Standardabstand der Mittellinie der Anschlussdrähte, auf 90° von der direkten Achse des Widerstandskörpers gebogen; der Anschlussdraht-Abstand S , wie in Bild 8 dargestellt. Der Abstand S definiert auch das minimale Rastermaß G von Leiterplattenbohrungen, in das der Widerstand mit seinem seitlich auf der Leiterplattenoberfläche befindlichen Körper eingebaut werden kann, wenn die erforderliche Biegung im Montageprozess erfolgt.



Legende:

- S Abstand der Anschlussdrähte des Widerstands, Abstand der Mittellinien von gebogenen Drähten.
- G Rastermaß der Leiterplattenbohrungen zur Montage des Widerstands

ANMERKUNG Die Zeichnung des Widerstands mit gebogenen Drahtanschlüssen soll nicht dahingehend verstanden werden, dass Widerstände mit bereits gebogenen Anschlüssen nach dieser Spezifikation verfügbar sind.

Bild 8 – Abstände von Anschlussdrähten von Widerständen mit gebogenen Drahtanschlüssen

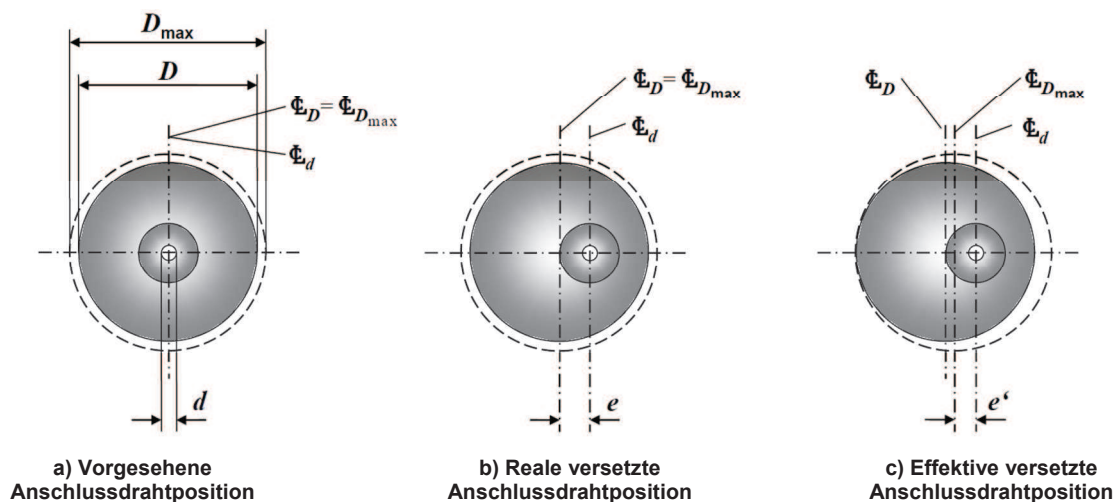
Falls die Bauform des Bauelementes von der oben beschriebenen Bauart abweicht, z. B. bei Widerständen mit radialen Anschlüssen, muss die Bauartspezifikation alle Maße angeben, die zur angemessenen Beschreibung des Widerstandes erforderlich sind.

4.2.1.4 Anschlussdraht-Exzentrizität

Widerstände mit axialen Drahtanschlüssen sind typischerweise mit zentrischen Drahtanschlüssen versehen, die aus beiden Seiten des Widerstandskörpers austreten, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben und festgelegt. Eine erheblich versetzte Anschlussdrahtposition kann einen automatisierten Montageprozess beeinträchtigen und überschreitet wahrscheinlich die vorgesehenen Abstände innerhalb der montierten Schaltung zu überschreiten und wirkt sich daher negativ auf die Sicherheitsanforderungen aus.

Als optionales Element kann die Bauartspezifikation die zulässige Exzentrizität der Anschlussdrähte eines Widerstandes mittels der realen Exzentrizität e oder der effektiven Exzentrizität e' , wie in Bild 9 dargestellt, festlegen. Die Exzentrizität muss am geraden Teil jedes Anschlussdrahts gemessen werden, der dem Widerstandskörper am nächsten liegt.

In der Bauartspezifikation kann bei Bedarf ein geeignetes Verfahren zum Messen oder Abmessen der Anschlussdraht-Exzentrizität festgelegt werden.



Legende

d, D Nenndurchmesser, siehe Tabelle 1

$D_{\max}$ maximal zulässiger Durchmesser D , einschließlich zulässiger Grenzabweichung, siehe Tabelle 1

Φ Mittellinie

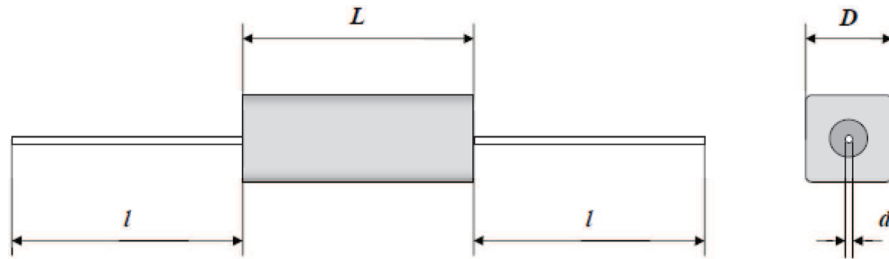
e reale Exzentrizität, Abstand zwischen den Mittellinien von D und d

e' effektive Exzentrizität, Abstand zwischen den Mittellinien von $D_{\max}$ und d

Bild 9 – Angabe der Anschlussdraht-Exzentrizität von Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen

4.2.2 Bauart in Keramikgehäuse mit axialen Anschlussdrähten

Die Form und Maße von in Keramikgehäusen untergebrachten Leistungswiderständen mit axialem Drahtanschluss sind in Bild 10 dargestellt, wobei die bevorzugten Bauformen und ihre jeweiligen Maße in Tabelle 2 aufgeführt sind. Harmonisierte Bauform-Bezeichnungen dieser Bauart sollten vorzugsweise mit zwei Buchstaben beginnen, und ein dritter Buchstabe, der die Technologie nach 3.4 anzeigt, muss hinzugefügt werden: **CA_**.



ANMERKUNG Wenn der Keramikkörper von den oben beschriebenen Formen abweicht, müssen in der Bauartspezifikation alle Maße angegeben werden, die zur angemessenen Beschreibung des Widerstands erforderlich sind.

Bild 10 – Form und Maße von Keramikgehäusewiderständen mit axialen Drahtanschlüssen

Tabelle 2 – Beispiele für bevorzugte Bauformen von Keramikgehäusewiderständen mit axialen Drahtanschlüssen

Bauform ^a	Widerstandskörper D^c	Typische Maße ^f		
		Länge des Widerstandskörpers L^b	Durchmesser des Anschlussdrahtes d^d	Länge des Anschlussdrahtes $l_{\min}^e$
	mm	mm	mm	mm
CA_0620	6,4x6,4	20	0,8	50
CA_0625	6,4x6,4	25	0,8	50
CA_0638	6,4x6,4	38	0,8	50
CA_0925	9x9	25	0,8	50
CA_0938	9x9	38	0,8	50
CA_0950	9x9	50	0,8	50
CA_0975	9x9	75	0,8	50

^a Die Angabe der Bauform wird durch einen dritten Buchstaben für die Produkttechnologie ergänzt, siehe 3.4:
M = Metallschicht; G = Metallglasur; X = Metalloxid; W = Drahtgewickelt; S = Metallband
Ein Beispiel für eine vollständige Angabe der Bauform ist CAW0620 für eine axiale Bauart mit drahtgewickeltem Kern

^b Die Länge des Widerstandskörpers L muss nach 5.3.11 gemessen werden.

^b Die Breite des Widerstandskörpers L muss wie in 5.3.11 festgelegt abgemessen werden.

^d Nenndurchmesser der Anschlussdrähte d , mit zulässigen Grenzabweichungen nach IEC 60301.

^e Die Mindestlänge der Anschlussdrähte $l_{\min}$ gilt nur für die freie Anschlussdrahtlänge bei Gurtung nach IEC 60286-1, falls zutreffend.

^f Bei Produkten, die auf dem imperialen Einheitensystem basieren, können die Zollmaße zusätzlich zu Informationszwecken in eckigen Klammern angegeben werden

ANMERKUNG Diese Tabelle enthält Beispiele für gängige Bauformen von Keramikgehäusewiderständen mit axialen Drahtanschlüssen mit typischen Maßen. In der Bauartspezifikation müssen die genauen Maße und die jeweiligen Grenzabweichungen für alle darin abgedeckten Bauformen angegeben werden.

Tabelle 2 enthält Empfehlungen für ein harmonisiertes System von Bauform-Bezeichnungen basierend auf der Breite und Länge der Bauelemente. Es werden häufig andere Bezeichnungen, die auf der Verlustleistung basieren, verwendet, die jedoch mit dem Präfix „CA_“ ergänzt werden sollten.

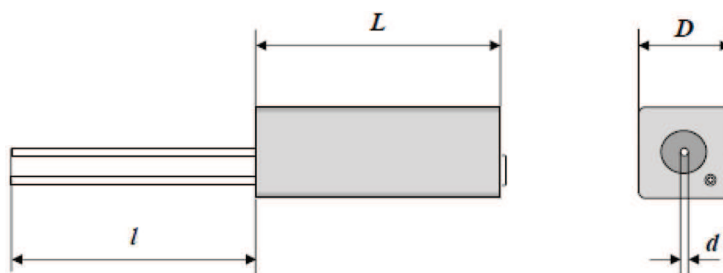
Die Bauartspezifikation muss eine realistische Zeichnung der Widerstände enthalten und den keramischen Umriss im Detail beschreiben.

Für die Angabe eines nicht lötbaren Bereichs auf den Anschlussdrähten in der Nähe des Gehäuses des Widerstandskörpers sollten die Überlegungen von 4.2.1.2 angewendet werden.

Für die Angabe einer Exzentrizität der Anschlussdrähte sollten die Überlegungen von 4.2.1.4 angewendet werden.

4.2.3 Bauart in Keramikgehäuse mit radialen Anschlussdrähten

Die Form und Maße von in Keramikgehäusen untergebrachten Leistungswiderständen mit radialem Drahtanschluss sind in Bild 11 dargestellt, wobei die bevorzugten Bauformen und ihre jeweiligen Maße in Tabelle 3 aufgeführt sind. Harmonisierte Bauform-Bezeichnungen dieser Bauart sollten vorzugsweise mit zwei Buchstaben beginnen, und ein dritter Buchstabe, der die Technologie nach 3.4 anzeigt, muss hinzugefügt werden: **CR**__{...}.



ANMERKUNG Falls der Keramikkörper von den oben beschriebenen Formen abweicht, müssen in der Bauartspezifikation alle Maße angegeben werden, die zur angemessenen Beschreibung des Widerstands erforderlich sind. Das Vorhandensein von Aussparungen für die Befestigung von Montagezubehör und die Anzahl der Kantenbohrungen ist optional.

Bild 11 – Form und Maße von Keramikwiderständen mit radialen Drahtanschlüssen

Tabelle 3 – Beispiele für bevorzugte Bauformen von Keramikgehäusewiderständen mit radialen Drahtanschlüssen

Bauform ^a	Maße ^f			
	Widerstandskörper D^c	Länge des Widerstandskörpers L^b	Durchmesser des Anschlussdrahtes d^d	Länge des Anschlussdrahtes $l_{\min}^e$
	mm	mm	mm	mm
CR_0620	6,4x6,4	20	0,8	50
CR_0625	6,4x6,4	25	0,8	50
CR_0638	6,4x6,4	38	0,8	50
CR_0925	9x9	25	0,8	50
CR_0938	9x9	38	0,8	50
CR_0950	9x9	50	0,8	50
CR_0975	9x9	75	0,8	50

^a Die Angabe der Bauform wird durch einen dritten Buchstaben für die Produkttechnologie ergänzt, siehe 3.4:
M = Metallschicht; G = Metallglasur; X = Metalloxid; W = Drahtgewickelt; S = Metallband
Ein Beispiel für eine vollständige Angabe der Bauform ist CRW0925 für eine vertikale Bauart mit drahtgewickeltem Kern

^b Die Länge des Widerstandskörpers L muss nach 5.3.11 gemessen werden.

^b Die Breite des Widerstandskörpers L muss wie in 5.3.11 festgelegt abgemessen werden.

^d Nenndurchmesser der Anschlussdrähte d , mit zulässigen Grenzwertabweichungen nach IEC 60301.

^e Die Mindestlänge der Anschlussdrähte $l_{\min}$ gilt nur für die freie Anschlussdrahtlänge bei Gurtung nach IEC 60286-2, falls erforderlich.

^f Bei Produkten, die auf dem imperialen Einheitensystem basieren, können die Zollmaße zusätzlich zu Informationszwecken in eckigen Klammern angegeben werden

ANMERKUNG Diese Tabelle enthält Beispiele für gängige Bauformen von Keramikwiderständen mit axialen Drahtanschlüssen mit typischen Maßen. In der Bauartspezifikation müssen die genauen Maße und die jeweiligen Grenzwertabweichungen für alle darin abgedeckten Bauformen angegeben werden.

Tabelle 3 enthält eine Empfehlung für ein harmonisiertes System von Bauform-Bezeichnungen basierend auf der Breite und Länge der Bauelemente. Es werden häufig andere Bezeichnungen, die auf der Verlustleistung basieren, verwendet, die jedoch mit dem Präfix „CR_“ ergänzt werden sollten.

Die Bauartspezifikation muss eine realistische Zeichnung der Widerstände enthalten und den keramischen Umriss im Detail beschreiben.

Aufgrund der möglichen Exzentrizität der Anschlussdrähte kann ein Mindestabstand zwischen den beiden Anschlussdrähten durch die Bauartspezifikation festgelegt werden (4.2.1.4 entsprechend anwenden).

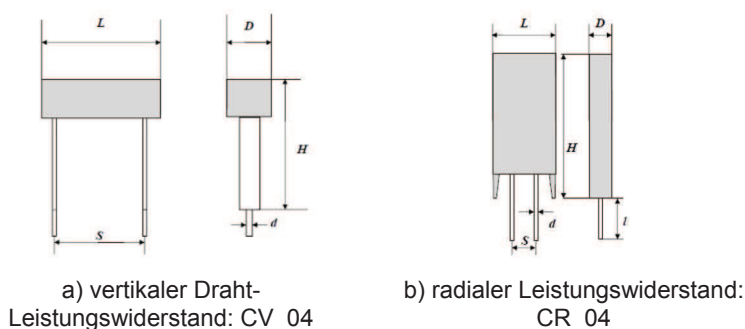
Als optionales Element kann die Bauartspezifikation alle Einschränkungen für die Verwendung dieser Widerstände in direktem Kontakt mit dem Keramikkörper zur Leiterplatte aufgrund der hohen Temperatur der Anschlussdrähte und der Keramikoberfläche festlegen, und weil ein Teil des Lacks auf der Oberfläche der Anschlussdrähte die Lötbarkeit in diesem Bereich beeinflussen kann (4.2.1.2 und 5.2.2b entsprechend anwenden).

Für die mechanische Stabilität dieser radialen Leistungswiderstände, die auf die Leiterplatte gelötet sind, sind möglicherweise einige spezielle Montageteile erforderlich.

4.2.4 Bauart und Maße von radialen oder vertikalen Keramikgehäusewiderständen

Die Form und Maße von Keramik-Leistungswiderständen mit radialem Drahtanschluss sind in Bild 12 dargestellt, wobei die bevorzugten Bauformen und ihre jeweiligen Maße in der Bauartspezifikation beschrieben werden müssen. Harmonisierte Bauform-Bezeichnungen dieser Bauart sollten vorzugsweise mit

zwei Buchstaben beginnen, und ein dritter Buchstabe, der die Technologie nach 3.4 anzeigt, muss hinzugefügt werden: CR_ oder CV_



ANMERKUNG Wenn der Keramikkörper oder die gestanzten Anschlüsse von den oben beschriebenen Formen abweichen, müssen in der Bauartspezifikation alle Maße angegeben werden, die zur angemessenen Beschreibung des Widerstands erforderlich sind.

Bild 12 – Form und Maße von Keramikwiderständen mit radialen Drahtanschlüssen

Tabelle 4 – Bevorzugte Bauformen von radial oder vertikal montierten Keramikwiderständen

Bauform ^a	Maße ^e					
	Widerstandskörper D^c	Körper L^b	Abstand S^c	Höhe H^c	Durchmesser des Anschlussdrahtes d^d	Länge des Anschlussdrahtes l
	mm	mm			mm	mm
CV_02	3,5	12	5	20	0,8	3,5
CV_03	8	12	5	20	0,8	3,5
CV_05	9	12	5	25	0,8	3,5
CV_03	9	24	12,5	20	1,5	5
CV_05	9	28	15	35	1,5	5
CV_07	9	36	20	40	1,5	5

^a Die Angabe der Bauform wird durch einen dritten Buchstaben für die Produkttechnologie ergänzt, siehe 3.4:
M = Metallschicht; G = Metallglasur; X = Metalloxid; W = Drahtgewickelt; S = Metallband
Ein Beispiel für eine vollständige Angabe der Bauform ist CVWXXX für eine radiale Bauart mit drahtgewickeltem Kern

^b Die Länge des Widerstandskörpers L muss wie in 5.3.11 festgelegt abgemessen werden.

^c Die Breite des Widerstandskörpers D und L muss wie in 5.3.11 festgelegt abgemessen werden.

^d Nenndurchmesser der Anschlussdrähte d , mit zulässigen Grenzabweichungen nach IEC 60301.

^e Bei Produkten, die auf dem imperialen Einheitensystem basieren, können die Zollmaße zusätzlich zu Informationszwecken in eckigen Klammern angegeben werden

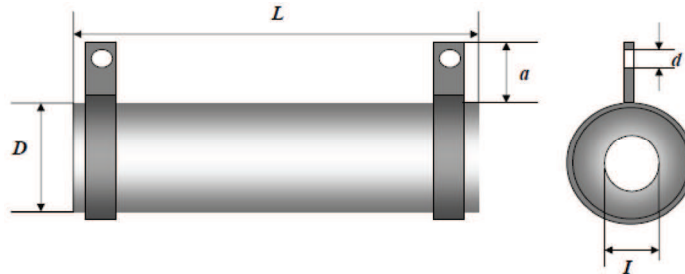
ANMERKUNG Diese Tabelle enthält Beispiele für gängige Bauformen von Keramikwiderständen mit radialen Drahtanschlüssen mit typischen Maßen. In der Bauartspezifikation müssen die genauen Maße und die jeweiligen Grenzabweichungen für alle darin abgedeckten Bauformen angegeben werden. Bei gestanzten Lötanschlüssen muss darauf geachtet werden, dass sie ausführlich beschrieben werden.

Die Tabelle enthält eine Empfehlung für ein harmonisiertes System von Bauform-Bezeichnungen basierend auf der Nennleistung. Es werden häufig andere Maße, die auf der Verlustleistung basieren, verwendet, die jedoch mit dem Präfix „CV_“ ergänzt werden sollten.

Die Bauartspezifikation muss eine realistische Zeichnung der Widerstände enthalten und die Keramik und den Umriss im Detail beschreiben.

4.2.5 Röhrenförmige Bauarten von Widerständen

Die Form dieser Leistungswiderstände (Bild 13) muss mit bevorzugten Bauformen und ihren entsprechenden Maßen in der Bauartspezifikation zu beschrieben werden. Harmonisierte Bauform-Bezeichnungen dieser Bauart sollten vorzugsweise mit zwei Buchstaben beginnen, und ein dritter Buchstabe, der die Technologie nach 3.4 anzeigt, muss hinzugefügt werden: RT_.



ANMERKUNG Wenn der Keramikkörper oder die Anschlüsse von den oben beschriebenen Formen abweichen, müssen in der Bauartspezifikation alle Maße angegeben werden, die zur angemessenen Beschreibung des Widerstands erforderlich sind

Bild 13 – Form und Maße von röhrenförmigen Widerständen

Tabelle 5 – Beispiele für bevorzugte Bauformen von röhrenförmigen Leistungswiderständen

Bauform ^a	Maße ^d				
	Widerstandskörper D^c	Länge des Widerstandskörpers L^b	Ösenloch d	Länge der Öse a	Locdurchmesse $r I$
	mm	mm	mm	mm	mm
RTW08045	7,5	45	2,8	12	2,6
RTW10050	9,5	50	2,8	15	3,5
RTW12055	12	55	2,8	15	5,5
^a Die Angabe der Bauform wird durch einen dritten Buchstaben für die Produkttechnologie ergänzt, siehe 3.4: W = Drahtgewickelt Ein Beispiel für eine vollständige Angabe der Bauform ist RTWXXX für röhrenförmige Drahtwiderstände ^b Die Länge des Widerstandskörpers L muss nach 5.3.11 gemessen werden. ^b Der Durchmesser des Widerstandskörpers L muss wie in 5.3.11 festgelegt abgemessen werden. ^d Bei Produkten, die auf dem imperialen Einheitensystem basieren, können die Zollmaße zusätzlich zu Informationszwecken in eckigen Klammern angegeben werden					
ANMERKUNG Diese Tabelle enthält Beispiele für röhrenförmige Bauformen von Leistungswiderständen mit typischen Maßen. In der Bauartspezifikation müssen die genauen Maße und die jeweiligen Grenzabweichungen für alle darin abgedeckten Bauformen angegeben werden.					

Die Tabelle enthält zudem eine Empfehlung für ein harmonisiertes System von Bauform-Bezeichnungen basierend auf der Breite und Länge der Bauelemente. Es werden häufig andere Bezeichnungen, die auf der Verlustleistung basieren, verwendet, die jedoch mit dem Präfix „RTW_“ ergänzt werden sollten.

Selbst röhrenförmige Widerstände mit mehr als einem Einzelwiderstand oder als Rheostate montierte Widerstände können verwendet werden.

Die Bauartspezifikation muss eine realistische Zeichnung der Widerstände enthalten und den keramischen Umriss im Detail beschreiben.

Die Maße eines entsprechenden Aufbaus dürfen definiert werden
Die exakte Bauform der Anschlüsse als

- Lötöse
 - Schrauböse
 - gerade Anschlussdrähte
 - geschraubte Anschlussdrähte
 - Druckverbinder
- muss in der Bauartspezifikation definiert sein

Der Bauform-Bezeichnung kann eine Kennung für die Bauart der Anschlüsse hinzugefügt werden.

4.2.6 Andere Typen

Jede andere Art von Leistungswiderstand, die in den Anwendungsbereich dieser Rahmenspezifikation fällt, kann durch eine entsprechende Bauartspezifikation abgedeckt werden. In dieser Bauartspezifikation müssen die Bauart und die relevanten Modelle mit ausreichenden Einzelheiten festgelegt werden.

4.3 Bevorzugte Klimakategorien

Die Leistungswiderstände nach dieser Spezifikation werden nach den allgemeinen Regeln von IEC 60068-1:2013, Anhang A, in Klimakategorien eingeteilt.

Die untere und die obere Kategorietemperatur und die Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant, müssen aus den folgenden Angaben ausgewählt werden:

untere Kategorietemperatur (LCT)	–55 °C; –40 °C; –25 °C und –10 °C.
Obere Kategorietemperatur (UCT)	155 °C; 175 °C und 200 °C.

ANMERKUNG Da die MET höher ist als 200 °C, wird die UCT für praktische Prüfungen auf 200 °C begrenzt. Es ist jedoch wünschenswert, die höchstmögliche Temperatur zu verwenden, um die Relevanz der durchgeführten Prüfung in Bezug auf die zulässigen Betriebsbedingungen der Widerstände sicherzustellen.

Dauer der Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“: 21 oder 56 Tage.

Die Schärfegrade für die Prüfungen „Kälte“ und „Trockene Wärme“ sind die untere bzw. die obere Kategorietemperatur.

4.4 Widerstandswert

Siehe IEC 60115-1:20XX, 4.2.2

Die Reihe der Widerstandswerte sollte vorzugsweise entsprechend der Grenzabweichung des Widerstandswertes nach der Empfehlung von IEC 60063:2015, Tabelle 3, ausgewählt werden.

0-Ω-Widerstände gehören bis heute nicht zu Leistungswiderständen. Um mit der Nummerierung der anderen Rahmenspezifikation übereinzustimmen, wird Anhang C ausgelassen, jedoch vorbehalten.

4.5 Grenzabweichungen des Widerstandswertes

Die bevorzugten Grenzabweichungen des Widerstandswertes sind:
±10 %; ±5 %; ±2 %; ±1 %; ±0,5 %.

ANMERKUNG Auch engere Grenzabweichungen bis zu ±0,1% sind auf dem Markt für Leistungswiderstände zu beobachten.

4.6 Bemessungsbelastbarkeit P_R

Die bevorzugten Werte der Bemessungsbelastbarkeit P_{70} für Widerstände bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C sind die Werte der Reihe R^{75} aus ISO 497: 1 W; 1,5 W; 2,5 W; 4 W; 6,0 W; 10 W bis 1 000 W.

Andere Werte wie 2 W; 3 W; 4 W; 5 W; 7 W; 9 W wurden in der Vergangenheit definiert und werden immer noch häufig verwendet

In der Bauartspezifikation müssen die Bedingungen angegeben werden, unter denen die Bemessungsbelastbarkeit gilt.

Zusätzliche Informationen zur Verlustleistung für andere Temperaturen als 70 °C dürfen angegeben werden, z. B. P_{25} für 25 °C oder P_{40} für 40 °C Umgebungstemperatur.

Bild 14 zeigt das Format einer typischen Lastminderungskurve eines Leistungswiderstands, die geeignet ist, Informationen über die erforderliche Lastminderung der zulässigen Verlustleistung für jede Umgebungstemperatur oberhalb der Bemessungstemperatur zu liefern.

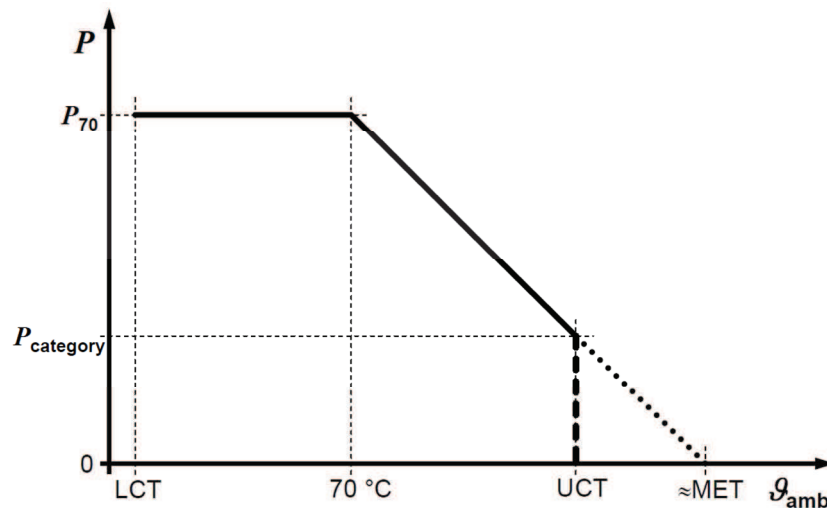


Bild 14 – Lastminderungskurve für MET > UCT

Alle End- und Überkreuzungspunkte müssen als LCT, 70 °C und UCT auf der Lastminderungskurve durch eine Prüfung verifiziert werden.

Bei Leistungswiderständen ist die Prüfung in einem Ofen bei einer Bemessungstemperatur von 70 °C aufgrund der thermischen Überlastung sehr oft nicht sinnvoll. Es gelten die Regeln nach IEC QC 60115-1:2005, 7.2.1.

Bild 15 zeigt das Format einer typischen Lastminderungskurve eines Drahtwiderstandes, die geeignet ist, Informationen über die erforderliche Lastminderung der zulässigen Verlustleistung für jede Umgebungstemperatur oberhalb der Bemessungstemperatur zu liefern. (Beispiele für eine Prüfung bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C: IEC 60115-1:20XX, 7.2.5)

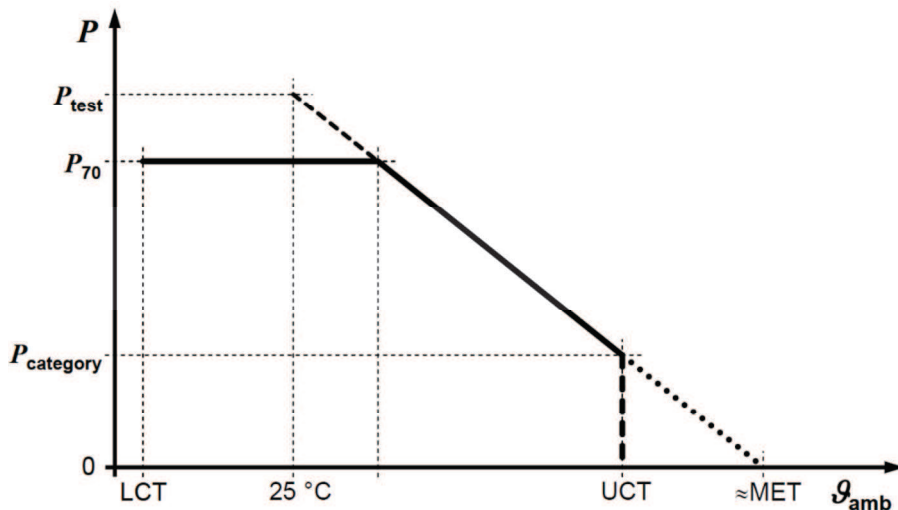


Bild 15 – Typische Lastminderungskurve für Draht-Leistungswiderstände

Alle End- und Überkreuzungspunkte müssen als LCT, 25 °C und UCT auf der Lastminderungskurve durch eine Prüfung verifiziert werden.

Für alle anderen Arten von Leistungswiderständen, die von dieser Rahmenspezifikation abgedeckt sind, muss die Bauartspezifikation die entsprechende Lastminderungskurve enthalten.

4.7 Höchste zulässige Dauerspannung U_{max}

Die Vorzugswerte für die höchste zulässige Dauerspannung (Gleich- oder Wechselspannung) U_{max} sind: die Werte der Reihe R⁵ aus ISO 497: 10 V; 15 V; 25 V; 40 V; 60 V; 100 V bis 1 000 V. 50 V; 100 V; 200 V; 300 V; 500 V; 750 V und 1 000 V wurden in der Vergangenheit definiert und werden immer noch häufig eingesetzt.

4.8 Isolationsspannung U_{ins}

Die Vorzugswerte der Spitzenspannung U_{ins} (Gleichspannung oder Wechselspannung) für isolierte Widerstände sind: die Werte der Reihe R⁵ aus ISO 497: 10 V; 15 V; 25 V; 40 V; 60 V; 100 V bis 1 500 V. 75 V; 150 V; 300 V; 500 V; 750 V; 1 100 V und 1 500 V wurden in der Vergangenheit definiert und werden immer noch häufig eingesetzt.

Die festgelegte Isolationsspannung U_{ins} darf nicht weniger als die Spitzenspannung (Wechselspannung), die ständig anliegen kann, betragen und muss daher mindestens $U_{ins} = 1,42 \cdot U_{max}$ entsprechen.

4.9 Isolationswiderstand R_{ins}

Bei isolierten Widerständen muss der Isolationswiderstand R_{ins} vorzugsweise mindestens 1 GΩ betragen.

ANMERKUNG zum Begriff Zu Anforderungen an den Isolationswiderstand R_{ins} nach Prüfungen siehe 6.7.

5 Prüfungen und Prüfschärfen

5.1 Allgemeine Bedingungen für Prüfungen, auf die sich diese Spezifikation bezieht

Abschnitt 5.2 enthält detaillierte Vorschriften für die Vorbereitung der Prüflinge, insbesondere für eine bevorzugte Auswahl von Montageverfahren. Jede Abweichung von diesen Bedingungen, die durch die

Bauform der Widerstände erforderlich ist, die unter eine bestimmte Bauartspezifikation entsprechend der Spezifikation in diesem Abschnitt fallen, muss durch diese besondere Bauartspezifikation eindeutig beschrieben werden.

Abschnitt 5.3 enthält detaillierte Bedingungen für alle Prüfungen, die in den Prüfplänen für die Bauartanerkennung und die Qualitätskonformitätsprüfung vorgesehen sind. Die hier bereitgestellten Informationen übersteigen deutlich die in den Prüfsäulenbedingungen des jeweiligen Prüfplans eingefügten Kurzübersichtsinformationen und muss daher Vorrang vor den Übersichtsinformationen haben.

Abschnitt 5.4 enthält detaillierte Bedingungen für alle zusätzliche Prüfungen, die nicht in den Prüfplänen für die Bauartanerkennung und die Qualitätskonformitätsprüfung enthalten sind. Diese Prüfungen sind als Alternative zu den in den Prüfplänen enthaltenen Prüfungen oder als Ergänzung zur vorgeschriebenen Anzahl von Prüfungen bei der Erstellung einer detaillierten Spezifikation zur Abdeckung besonderer Anforderungen vorgesehen. Jede Vorgabe einer solchen zusätzlichen Prüfung muss von der Vorgabe geeigneter Prüfungen, z. B. einer Sichtprüfung oder einer Bewertung der Widerstandsänderung, begleitet werden. Darüber hinaus muss die jeweilige Bauartspezifikation geeignete Leistungsanforderungen für jede angewendete zusätzliche Prüfung enthalten. Siehe Anhang E für Empfehlungen zur geeigneten Umsetzung dieser optionalen und/oder zusätzlichen Prüfungen in die Prüfpläne.

Sofern nicht anders vorgeschrieben müssen die festgelegten Prüfungen unter den üblichen atmosphärischen Prüfbedingungen nach IEC 60115-1:20XX, 5.2.3 durchgeführt werden. Der Prüfling muss vor Beginn diesen Prüfungen mindestens 1 h lang unter Normalklima gelagert werden.

Sofern nicht anders vorgeschrieben müssen die Toleranzen für die festgelegten Prüfparameter nach IEC 60115-1:20XX, 5.3 angewendet werden.

5.2 Vorbereitung des Prüflings

5.2.1 Trocknung

Verfahren 1 nach IEC 60115-1:20XX, 5.4, muss angewendet werden.

5.2.2 Montage der Leistungswiderstände auf Prüfleiterplatten

Es gelten die Bestimmungen nach IEC 60115-1:20XX, 5.5.2.

Widerstände, die für die Montage auf Leiterplatten vorgesehen sind, müssen vorzugsweise auf Prüfleiterplatten nach IEC 60115-2:20XX, 5.2.2.2 montiert werden. Die Widerstände müssen unter Berücksichtigung der folgenden Einschränkungen (siehe auch IEC 60115-1:20XX, 5.5.2) direkt an den Montagebohrungen mit 90°-Drahtbiegungen, wie in Bild 16 dargestellt, montiert werden

Der gerade Teil des Anschlussdrahtes muss vor Beginn der Anfertigung des Biegeradius um eine Länge von mindestens 5 mm aus dem Körper oder der Schweißnaht herausragen; und

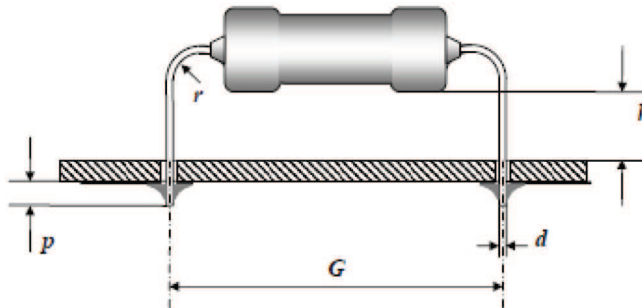
- a) Der Biegeradius r , gemessen an der Innenseite der Biegung des Anschlussdrahtes, muss folgende Werte aufweisen:
- $r \geq 1,0 d$ für $d \leq 0,8 \text{ mm}$;
 - $r \geq 1,5 d$ für $0,8 \text{ mm} < d \leq 1,2 \text{ mm}$;
 - $r \geq 2,0 d$ für $d > 1,2 \text{ mm}$.
- b) Der Abstand h zwischen dem axialen Widerstandskörper und der Oberfläche der Prüfleiterplatte muss mindestens folgenden Wert haben:
- $h = 10 \text{ mm}$ für von dieser Spezifikation abgedeckte Widerstände

ANMERKUNG Abhängig von der Oberflächentemperatur des Prüflings und dem Abstand zwischen Prüfleiterplatte und Widerstandskörper muss der Abstand vergrößert werden, damit die Leiterplatte während der Prüfung nicht überhitzt wird.

- c) Der abgeschnittene Anschlussdraht muss im Lot sichtbar sein und die Überstandslänge p unterhalb der Prüfplatine muss folgenden Wert haben:

– $p \leq 2,5 \text{ mm}$.

ANMERKUNG Besondere Erwägungen hinsichtlich eines Mindestabstands h können bei Widerständen mit einer hohen maximal zulässigen Dauerspannung oder mit hoher Leistung erforderlich sein. Solche Erwägungen und/oder Beeinträchtigungen müssen in der entsprechenden Bauartspezifikation genannt werden.



Legende

- S Abstände zwischen den Anschlussdrähten der Widerstände
 d Nenndurchmesser des Anschlussdrahtes
 r Biegeradius des Anschlussdrahtes, gemessen an der Innenseite des Drahtes
 h Abstand des Widerstandskörpers über der Leiterplatte
 p Austrittslänge des abgeschnittenen Anschlussdrahtes unter der Leiterplatte
 G Rastermaß der Leiterplattenbohrungen zur Montage des Widerstands

ANMERKUNG Für die Schwing-, Dauerschock- oder Stoßprüfung können zur Bildung stabilerer Lötverbindungen metallisierte Durchgangslöcher erforderlich sein.

Bild 16 – Montage des Prüflings auf der Prüfleiterplatte

Die Anforderungen an die Arbeitsausführung aus Anhang C müssen zu beachten werden, insbesondere

- C.2.1 für Angaben über die gerade Länge und den Radius der Drahtbiegung;
- C.3.2 für Angaben zur waagerechten Befestigungsposition des Widerstands;
- C.4 für Angaben zum Zuschneiden der vorstehenden Drahtenden.

Besondere Erwägungen hinsichtlich eines Mindestabstands h können bei Widerständen mit einer hohen maximal zulässigen Dauerspannung erforderlich sein. Solche Erwägungen und/oder Beeinträchtigungen müssen in der entsprechenden Bauartspezifikation genannt werden.

5.2.3 Montage der Leistungswiderstände auf Prüfgeräten

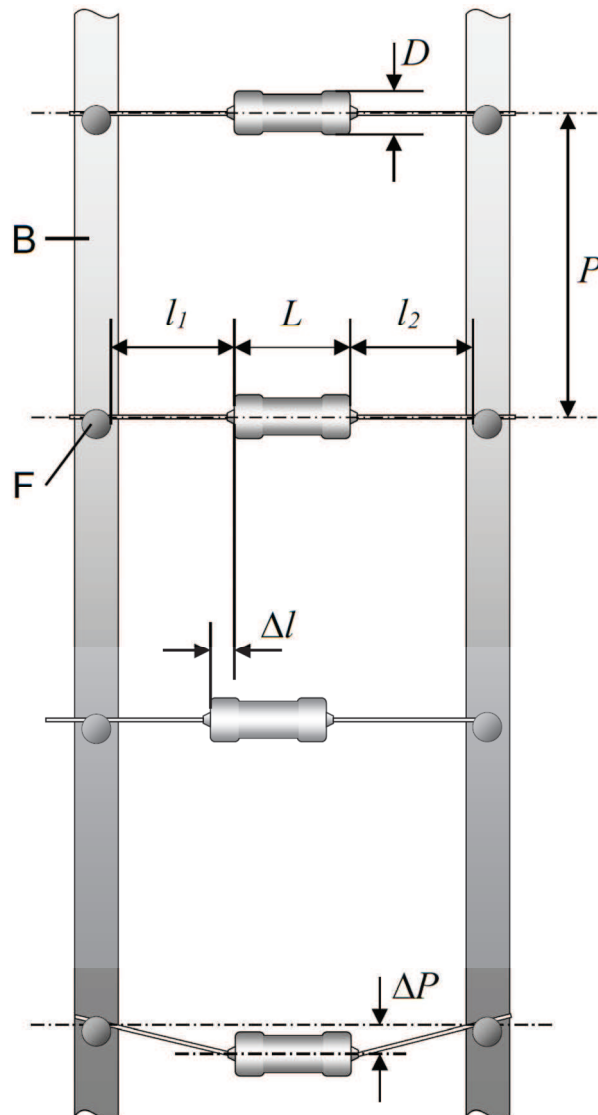
Die entsprechenden Bestimmungen nach IEC 60115-1:20XX, 5.5 und 7.1.3 oder 7.2.3, müssen angewendet werden

Als standardmäßiges Montageverfahren für Leistungswiderstände, oder wenn die entsprechende Spezifikation die Montage der Prüflinge auf einer Prüfleiste vorsieht, müssen die Widerstände mit ihren Anschlüssen (z. B. Anschlussdrähte) mit geeigneten Klemmvorrichtungen an der Leiste verbunden werden.

Alle Widerstände müssen vorzugsweise waagrecht, oder bei Unterschieden in ihrer Standardlage, in das Gestell eingebaut werden, und das Gestell muss waagrecht und nur in einer Lage angeordnet werden. Siehe Bild 17 für die Maße innerhalb einer Leiste. Sofern nicht anders angegeben gelten die folgenden Einschränkungen:

- a) Die Einbaulänge der Prüflinge muss mindestens das 7-fache des Körperdurchmessers betragen,
 $P \geq 7 \times D$;

- b) Die Prüflinge müssen grob mittig zwischen den Befestigungen an jeder Leiste angebracht werden, $l_1 \approx l_2$;
- c) die Länge der Anschlussdrähte darf 20 mm nicht unterschreiten, $l_1 \geq 20 \text{ mm}$, $l_2 \geq 20 \text{ mm}$;
- d) Die axiale Verschiebung darf 50 % der Körperlänge des Prüflings nicht überschreiten, $\Delta l \leq 0,5 \times L$;
- e) Die radiale Verschiebung darf den Körperdurchmesser des Prüflings nicht überschreiten, $\Delta P \leq D$;



Legende

- B leitfähige Leiste, z. B. aus Kupfer-Zink-Legierung
- F Klemmvorrichtung für die Prüflinge
- D Körperdurchmesser des Prüflings
- L Körperlänge des Prüflings
- l_1, l_2 Anschlussdrahtlänge des Prüflings
- Δl axiale Verschiebung des Prüflings
- P Mittellinienabstand zwischen zwei benachbarten Prüflingen
- ΔP radiale Verschiebung des Prüflings

Bild 17 – Montage von Prüflingen mit axialen Anschlussdrähten, Ansicht von oben

Eine Leiste besteht üblicherweise aus zwei parallelen Leiterbahnen, die entweder ausreichend steif sind, um die Masse der Prüflinge selbst zu tragen oder die von einem geeigneten isolierenden Substrat oder einer geeigneten Konstruktion getragen werden. Die Leiterbahnen tragen an den entsprechenden Stellen Befesti-

gungsvorrichtungen (z. B. Klammern, Klemmen, Schraubklemmen) für den Anschluss der Anschlussdrähte der Prüflinge. Siehe Bild 18 für Beispiele für Befestigungsvorrichtungen für die Anschlussdrähte der Prüflinge.

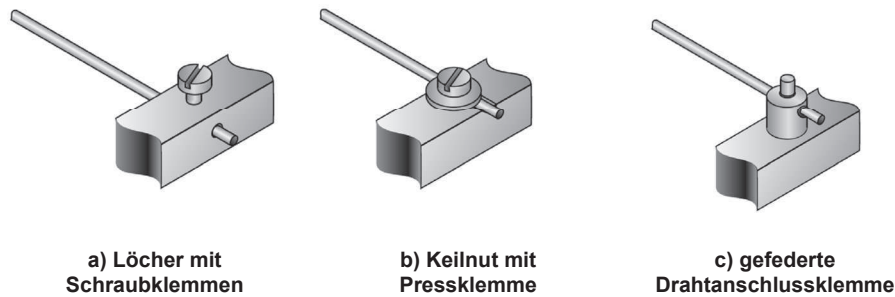


Bild 18 – Beispiele für Befestigungsvorrichtungen für die Anschlussdrähte der Prüflinge

Dieses Befestigungsverfahren muss als standardmäßiges Verfahren für die Befestigung von Hochleistungswiderständen verwendet werden, es sei denn, eine spezielle Regelung erlaubt die Montage der Bauelemente auf einer speziellen Prüfaufnahme oder schreibt diese vor.

5.2.4 Angabe von Prüfleiterplatten/Prüfgestellen für alle anderen Bauarten von Hochleistungswiderständen

Die entsprechenden Bestimmungen nach IEC 60115-1:20XX, 5.5 und 7.1.3 oder 7.2.3, müssen angewendet werden.

Unabhängig von ihrer Produkttechnologie muss jede andere Bauart zur Befestigung von Leistungswiderständen für die Prüfung in der entsprechenden Spezifikation unter Berücksichtigung aller besonderen Anforderungen aus 5.2, die für die gewünschte Bauart nützlich sind, ausführlich beschrieben werden.

In der Bauartspezifikation müssen die Prüfleiterplatten oder Prüfgestelle festgelegt werden, die für die angegebenen Bauteile zu verwenden sind.

5.3 Prüfungen

5.3.1 Widerstandswert

Siehe IEC 60115-1:20XX, 5.6 und 6.1

Sofern nicht anders angegeben müssen die Messpunkte für Widerständen mit Drahtanschlüssen auf den Anschlussdrähten in einem Abstand von $l_{\text{meas}} = (6 \pm 1) \text{ mm}$ vom Widerstandskörper liegen.

Bei Bauelementen mit z. B. gestanzten Anschlüssen, bei denen die Kontaktstelle von der Anordnung der Anschlüsse abhängig ist, muss diese Stelle zur Herstellung des Kontaktes für die Messung verwendet werden.

Bei Prüflingen, die zur Prüfung auf einer Prüfleiterplatte nach 5.2.2 montiert sind, werden die Messpunkte durch die Lötstellen bestimmt. Der Prüfling kann mit Hilfe der Prüfleiterplatten-Kontakte direkt gemessen werden.

5.3.2 Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes

Siehe IEC 60115-1:20XX, 5.6 und 6.2.

Sofern nicht anders angegeben müssen die Messpunkte an nicht montierten Proben auf den Leitungen in einem Abstand von $l_{\text{meas}} = (6 \pm 1) \text{ mm}$ vom Widerstandskörper liegen. Bei Prüflingen, die auf einer Prüfleiterplatte nach 5.2.2 montiert sind, werden die Messpunkte durch die Lötstellen bestimmt.

Bei Bauelementen mit z. B. gestanzten Anschlüssen, bei denen die Kontaktstelle von der Anordnung der Anschlüsse abhängig ist, muss diese Stelle zur Herstellung des Kontaktes für die Messung verwendet werden.

Die Temperaturreihenfolge, 20 °C / LCT / 20 ° / UCT / 20 °C, muss nacheinander angewendet werden.

5.3.3 Temperaturanstieg

Siehe IEC 60115-1:20XX, 6.7 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Die Prüfvorrichtung ist waagrecht zu befestigen und muss sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:20XX, 5.2.3 befinden. Am Prüfling ist keine Zwangsbelüftung zur Kühlung zulässig. Es darf lediglich ein Luftstrom durch natürliche Konvektion auftreten.

5.3.4 Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C

Siehe IEC 60115-1:20XX, 7.1 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden.

Die Prüfung muss mit der Bemessungsspannung durchgeführt werden: siehe IEC 60115-1:20XX, 7.1.5

$$U_{\text{test}} = U_r = \sqrt{P_{70} \times R_n},$$

muss begrenzt sein durch

$$U_{\text{test}} \leq U_{\text{max}},$$

Dabei ist

- U_r die Bemessungsspannung;
- P_{70} die Bemessungsbelastbarkeit;
- R_n der Nennwert des Widerstands;
- U_{max} die höchste zulässige Dauerspannung.

Für die Grenzabweichung der Dauerprüfung, siehe IEC 60115-1:20XX, 7.1.6 und 5.3.4.

Eine Verlängerung der Dauerprüfung auf eine Gesamtdauer von $t_{\text{test}} = 8000^{+48}_0$ h darf nur verwendet werden, wenn diese in der Bauartspezifikation für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder R beschrieben ist.

Siehe 5.3.26 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

ANMERKUNG Abhängig vom ohmschen Wert des Prüflings darf entweder Wechsel- oder Gleichspannung oder geschaltete Gleichspannung verwendet werden.

5.3.5 Dauerprüfung bei Raumtemperatur

Siehe IEC 60115-1:20XX, 7.2 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden.

Die Prüfung muss mit der erhöhten Spannung durchgeführt werden: siehe IEC 60115-1:20XX, 7.2.5 b. Für die Grenzabweichung der Dauerprüfung, siehe IEC 60115-1:20XX, 7.2.6 und 5.3.4.

Die Prüfung muss mit einer Prüfbelastung P_{test} durchgeführt werden, die wie folgt bestimmt wird:

$$P_{\text{test}} = P_{70} \times \frac{(UCT - 25 \text{ °C})}{(UCT - 70 \text{ °C})}$$

Dabei ist

P_{70} die Bemessungsbelastbarkeit bei $\vartheta_{\text{rated}} = 70 \text{ °C}$

Daher muss die Prüfung mit folgender Spannung durchgeführt werden:

$$U_{\text{test}} = \sqrt{P_{\text{test}} \times R_n},$$

muss begrenzt sein durch

$$U_{\text{test}} \leq U_{\text{max}}$$

Dabei ist

P_{70} die Bemessungsbelastbarkeit;
 R_n der Nennwert des Widerstands;
 U_{max} die höchste zulässige Dauerspannung.

Eine Verlängerung Dauerprüfung auf eine Gesamtdauer von $t_{\text{test}} = 8000^{+48}_0 \text{ h}$ darf nur angewendet werden, wenn dies in der Bauartspezifikation für Widerstände der Klassifikationsstufen P oder R beschrieben ist.

Siehe 5.3.26 oder die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

ANMERKUNG Abhängig vom ohmschen Wert des Prüflings darf entweder Wechsel- oder Gleichspannung oder geschaltete Gleichspannung verwendet werden.

5.3.6 Dauerprüfung bei maximaler Temperatur: MET

Siehe IEC 60115-1:20XX, 7.3 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden.

Da die MET durch Hinzufügen eines Temperaturanstiegs zur UCT erreicht wird, der sich aus der Anwendung einer Kategoriebelastbarkeit P_{category} ergibt, muss die Prüfung mit der berechneten Spannung P_{test} durchgeführt werden: siehe IEC 60115-1:20XX, 7.3.5 b.

Für die Grenzabweichung der Zeit der Dauerprüfung, siehe IEC 60115-1:20XX, 7.3.6 und 5.3.4

Eine Verlängerung Dauerprüfung auf eine Gesamtdauer von $t_{\text{test}} = 8000^{+48}_0 \text{ h}$ darf nur angewendet werden, wenn dies in der Bauartspezifikation für Widerstände der Klassifikationsstufen P oder R beschrieben ist.

Siehe 5.3.26 oder die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

5.3.7 Kurzzeitige Überlast

5.3.7.1 Für Schicht-Leistungswiderstände

Siehe IEC 60115-1:20XX, 8.1 und 8.1.4.2 mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Der Prüfling ist waagrecht zu befestigen und muss sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:20XX, 5.2.3 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C) befinden.

Die bevorzugte Spannung bei der Überlastprüfung beträgt:

$$U_{\text{test}} = 2,5 \cdot U_r = \sqrt{6,25 \cdot P_{70} \cdot R_n},$$

begrenzt durch

$$U_{\text{test max}} = 2 \cdot U_{\text{max}}$$

Dabei ist U_r die Bemessungsspannung,
 P_{70} die Bemessungsbelastbarkeit,
 R_n der Nennwert,
 U_{max} die höchste zulässige Dauerspannung.

In der Bauartspezifikation müssen die Werte für die Überlastdauer t_{load} vorgeschrieben werden, vorzugsweise anhand der folgenden Vorzugswerte: 2 s; 5 s und 10 s. Für die Überlastdauer muss eine relative Abweichung von +5 % gelten.

5.3.7.2 Für drahtgewickelte Widerstände

Siehe IEC 60115-1:20XX, 8.1 und 8.1.4.3 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Der Prüfling ist waagrecht zu befestigen und muss sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:20XX, 5.2.3 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C) befinden.

Die bevorzugte Spannung bei der Überlastprüfung beträgt:

$$U_{\text{test}} = \sqrt{10} \cdot U_r = \sqrt{10 \cdot P_{70} \cdot R_n}, \text{ begrenzt durch}$$

$$U_{\text{test max}} = L \times 40 \text{ V}$$

Dabei ist U_r die Bemessungsspannung,
 P_{70} die Bemessungsbelastbarkeit,
 R_n der Nennwert,
 L die maximale Länge des Widerstandskörpers.

Die Vorzugswerte für die Lastdauer t_{load} sind 5 s oder 10 s. Die Dauer muss in der entsprechenden Bauartspezifikation festgelegt werden.

Die angelegte Spannung muss diejenige sein, die erforderlich ist, um mit der 10-fachen Bemessungsbelastbarkeit oder 40 V je Millimeter Länge L des Widerstandskörpers zu belasten, je nachdem, welcher Wert geringer ist.

5.3.8 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen

Siehe IEC 60115-1:20XX, 8.2, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss nicht befestigt werden, oder kann auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Falls nicht befestigt, muss der Prüfling für die Dauer der Prüfung in eine geeignete Halterung eingesetzt werden.

Die Prüfung muss mit Impulsen durchgeführt werden, die folgendermaßen definiert sind:

Impulsform: A: 1,2/50 oder B: 10/700

Impuls-Spitzenspannung: $U_{\text{test}} = x \cdot \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$
 $U_{\text{test max}} = y \cdot U_{\text{max}}$

Die Bauartspezifikation muss die Impulsform A oder B sowie die Werte für x und y (siehe IEC 60115:20XX, Tabelle 11) festlegen.

Diese Prüfung ist nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder der Klassifikationsstufe R vorgeschrieben.

5.3.9 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit periodischen Impulsen

Diese Prüfung wird als Alternative zur Überlastprüfung mit periodischen Impulsen nach Abschnitt 5.4.2 aufgeführt, die nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder R vorgeschrieben ist.

Siehe IEC 60115-1:20XX, 8.3, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss nicht befestigt werden, oder kann auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Falls nicht befestigt, muss der Prüfling für die Dauer der Prüfung in einem geeigneten Gestell eingesetzt werden.

Die bei der Überlastprüfung mit quadratischen Impulsen bevorzugte Spannung, beschrieben als Schärfegrad 3, ist:

$$\hat{U}_{\text{test}} = \sqrt{25 \times P_{70} \times R_n} ,$$

muss begrenzt sein durch

$$\hat{U}_{\text{test}} \leq 3 \times U_{\text{max}}$$

Dabei ist

P_{70} die Bemessungsbelastbarkeit;
 R_n der Nennwert des Widerstands;
 U_{max} die höchste zulässige Dauerspannung.

Prüfdauer: $t_{\text{test}} = 100^{+5}_0 \text{ h};$

Impulsdauer: $t_{\text{pulse}} = 100 \text{ } \mu\text{s};$

Impulsfrequenz: $f_{\text{pulse}} = 400 \text{ Hz.}$

In der Bauartspezifikation darf ein höherer Übersteuerungsfaktor als der in Schärfegrad 3 angegebene Wert 25 vorgeschrieben sein. In diesem Fall müssen die Prüfdauer von 100 h und die Impulsdauer von 100 μs eingehalten und die Impulsfrequenz angepasst werden, um eine mittlere Verlustleistung der Impulsfolge von 100 % der Bemessungsbelastbarkeit P_{70} zu ermitteln. Siehe bevorzugte alternative Überlastbedingungen in Tabelle 6.

Tabelle 6 – Bevorzugte alternative Überlastbedingungen

Schärfegrad	Spitzenlast $\hat{P}$ W	Impulsspannung $\hat{U}_{\text{test}}$ V	Impulsdauer t_{pulse} μs	Impulsfrequenz f_{pulse} Hz
3a	$40 \times P_r$	$\sqrt{40 \times P_r \times R_n}$	100	250
3b	$63 \times P_r$	$\sqrt{63 \times P_r \times R_n}$	100	160
3c	$100 \times P_r$	$\sqrt{100 \times P_r \times R_n}$	100	100
3d	$160 \times P_r$	$\sqrt{160 \times P_r \times R_n}$	100	63
3e	$250 \times P_r$	$\sqrt{250 \times P_r \times R_n}$	100	40
3f	$400 \times P_r$	$\sqrt{400 \times P_r \times R_n}$	100	25
3g	$630 \times P_r$	$\sqrt{630 \times P_r \times R_n}$	100	16
3h	$1\,000 \times P_r$	$\sqrt{1\,000 \times P_r \times R_n}$	100	10

Wird diese Prüfung im Rahmen eines erweiterten Prüfplans durchgeführt, müssen die Prüflinge auf visuelle Fehler und auf die eingetretene Änderung des Widerstandswertes untersucht werden. Eine entsprechende Anforderung an die zulässige Widerstandsänderung muss in Abschnitt 6, vorzugsweise in Tabelle 7, angegeben werden.

Diese Prüfung ist nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder der Klassifikationsstufe R vorgeschrieben.

5.3.10 Sichtprüfung

Siehe IEC 60115-1:20XX, 9.1.

Es muss eine Sichtprüfung des Widerstandskörpers und seiner Anschlüsse durchgeführt werden.

Die Sichtprüfung der Kennzeichnung von gekennzeichneten Widerständen muss auf die erforderlichen Markierungselemente nach 7.1 angewendet werden.

5.3.11 Maße (Lehrenmaße)

Siehe IEC 60115-1:20XX, 9.2 mit den folgenden Einzelheiten:

Länge und Durchmesser (oder Höhe und Breite) des Widerstandskörpers und der Leitungen müssen gemessen werden.

Die Länge des axialen Widerstandskörpers muss nach IEC 60294:2012, Abschnitt 3.1, anhand einer Lehrenplatte mit einer Dicke von 4 mm bewertet werden.

Der Durchmesser des Widerstandskörpers muss nach IEC 60294:2012, Abschnitt 5, gemessen werden. Ein ähnlicher Ansatz muss für einen nicht zylindrischen Widerstandskörper angewendet werden.

Falls in der Bauartspezifikation festgelegt, muss die in Bild 9 dargestellte effektive Exzentrizität e' wie darin vorgeschrieben gemessen werden.

Falls in der Bauartspezifikation festgelegt, muss entweder die Länge der überschüssigen Schutzumhüllung, Maß c in Bild 7a, nach IEC 60294:2012, Abschnitt 4 ermittelt oder die Länge zwischen den unbedeckten Drahtanschlüssen, Maß L_c in Bild 7b, entsprechend den Angaben in der Bauartspezifikation gemessen werden.

5.3.12 Maße (Einzelmaße)

Siehe IEC 60115-1:20XX, 9.3 mit den folgenden Einzelheiten:

Es müssen alle in der Bauartspezifikation angegebenen Maße gemessen werden.

Länge und Durchmesser des Körpers von Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen müssen nach IEC 60294, Abschnitt 3.1 unter Verwendung einer Lehrenplatte mit einer Dicke von 4 mm überprüft werden. Der Durchmesser des Anschlusses muss überprüft werden.

Falls in der Bauartspezifikation festgelegt, muss entweder die Länge der überschüssigen Schutzumhüllung, Maß c in Bild 7a, nach IEC 60294:20XX, Abschnitt 4 ermittelt oder die Länge zwischen den unbedeckten Drahtanschlüssen, Maß L_c in Bild 7b, entsprechend den Angaben in der Bauartspezifikation gemessen werden.

Für alle Bauformen von Widerständen müssen Körperlänge und -breite überprüft werden. Es muss die Länge der Anschlüsse oder die Breite von Flachsteckern oder die Länge von Drahtanschlüssen überprüft werden. Gegebenenfalls muss der Abstand eines radialen Anschlussdrahtes oder Flachsteckers zum Ende des Gehäuses überprüft werden.

Falls in der Bauartspezifikation festgelegt, muss die in Bild 9 dargestellte reale Exzentrizität e wie darin vorgeschrieben gemessen werden.

In der entsprechenden Spezifikation müssen die zu prüfenden relevanten Maße festgelegt sein.

5.3.13 Festigkeit des Widerstandskörpers

Siehe IEC 60115-1:20XX, 9.4 mit den folgenden Einzelheiten:

Diese Prüfung gilt für Prüflinge mit einer Mindestkörperlänge L von 18 mm.

Die maximale Druckkraft, die während der Prüfung auf den Körper ausgeübt wird, muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

5.3.14 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse

Siehe IEC 60115-1:20XX, 9.5 mit den folgenden Einzelheiten:

Die folgenden Prüfungen müssen für axiale Anschlüsse und, soweit zutreffend, für andere Anschlüsse je nach Anschlussart durchgeführt werden:

Die gesamte Probengruppe muss der Prüfung U_{a1} – Zug, wie in IEC 60115-1:20XX, 9.5.4.2 festgelegt, unterzogen werden.

Anschließend muss die Hälfte der Probengruppe der Prüfung U_b – Biegen, wie in IEC 60115-1:20XX, 9.5.4.3 festgelegt, unterzogen werden, wobei jeweils zwei aufeinanderfolgende Biegungen in entgegengesetzter Richtung durchzuführen sind.

Die andere Hälfte der Probengruppe muss der Prüfung U_c – Verdrehen, wie in IEC 60115-1:20XX, 9.5.4.4 festgelegt, unterzogen werden, wobei Verfahren 1, Schärfegrad 2 anzuwenden ist.

Können die Bauarten nicht mit den genannten Prüfungen U_{a1} oder U_b oder U_c geprüft werden, so muss in der Bauartspezifikation jedes praktische Prüfverfahren für diese Anschlüsse beschrieben werden.

5.3.15 Dauerschocken

Siehe IEC 60115-1:20XX, 9.9 mit den folgenden Einzelheiten:

Dauerbeanspruchung bei gleitender Frequenz nach IEC 60068-2-27:2008, 8.3.1, wobei der Prüfling so zu befestigen ist, dass er keinen Resonanzen ausgesetzt ist, und mit folgenden Einzelheiten:

- 1) Beschleunigung: $40 g_n$ für 6 ms (390 m/s^2 oder 400 m/s^2 dürfen verwendet werden)
 Impulsform Halbsinus
 Gesamtanzahl der Schocks: 5 000 oder 4 000

ANMERKUNG Der bevorzugte Wert für neue Spezifikationen ist 5 000 Schocks, aber wenn das Produkt bereits mit 4 000 Schocks qualifiziert ist, kann diese Anzahl verwendet werden

Die Bauartspezifikation muss die anzuwendende Befestigungsart vorschreiben. Widerstände mit einer Körpermasse $\geq 5 \text{ g}$ können an der Prüfaufnahme befestigt werden. Bei Widerstände mit axialen Drahtanschlüssen, die zur Befestigung allein mit ihren Anschlüssen vorgesehen sind, muss der Abstand zwischen Kondensatorkörper und Befestigungspunkt $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ betragen.

ANMERKUNG Die Dauerschock- und Stoßprüfung werden als Alternativen angesehen. In der Bauartspezifikation muss beschrieben sein, ob beide oder nur eine von ihnen angegeben werden soll

5.3.16 Stöße

Siehe IEC 60115-1:20XX, 9.10 mit den folgenden Einzelheiten:

Dauerbeanspruchung bei gleitender Frequenz nach IEC 60068-2-27:2008, 8.3.1, wobei der Prüfling so zu befestigen ist, dass er keinen Resonanzen ausgesetzt ist, und mit folgenden Einzelheiten:

- Beschleunigung: $50 g_n$ (490 m/s^2 oder 500 m/s^2 dürfen verwendet werden)
 Impulsdauer 11 ms
 Wellenform Halbsinus
 Schärfegrad: Drei aufeinanderfolgende Stöße, die in jedem Sinne der drei zueinander senkrechten Richtungen anzuwenden sind (insgesamt 18 Stöße)

Die Bauartspezifikation muss die anzuwendende Befestigungsart vorschreiben. Widerstände mit einer Körpermasse $\geq 5 \text{ g}$ können an der Prüfaufnahme befestigt werden. Bei Widerstände mit axialen Drahtanschlüssen, die zur Befestigung allein mit ihren Anschlüssen vorgesehen sind, muss der Abstand zwischen Kondensatorkörper und Befestigungspunkt $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ betragen, siehe IEC 60068-2-47 für die Befestigung)

ANMERKUNG Die Dauerschock- und Stoßprüfung werden als Alternativen angesehen. In der Bauartspezifikation muss beschrieben sein, ob beide oder nur eine von ihnen angegeben werden soll.

5.3.17 Schwingen

Siehe IEC 60115-1:20XX, 9.11 mit den folgenden Einzelheiten:

Dauerbeanspruchung bei gleitender Frequenz nach IEC 60068-2-6:2007, 8.3.1, wobei der Prüfling so zu befestigen ist, dass er keinen Resonanzen ausgesetzt ist, und mit folgenden Einzelheiten:

Die Bauartspezifikation muss die anzuwendende Befestigungsart vorschreiben. Widerstände mit einer Körpermasse $\geq 5 \text{ g}$ können an der Prüfaufnahme befestigt werden. Bei Widerstände mit axialen Drahtanschlüssen, die zur Befestigung allein mit ihren Anschlüssen vorgesehen sind, muss der Abstand zwischen Kondensatorkörper und Befestigungspunkt $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ betragen.

5.3.17.1 Bauarten für axiale Anschlüsse für die Befestigung auf Leiterplatten

- Frequenzbereich: $f_1 = 10 \text{ Hz}$ bis 500 Hz ;
 Amplitude: $a = 98 \text{ m/s}^2$, begrenzt durch $\Delta r = 0,75 \text{ mm}$, je nachdem, welcher Wert geringer ist
 Dauer: $n = 10$ Frequenzzyklen je Achse (x, y, z),
 woraus sich eine Prüfdauer $t_{\text{load}} = 2,5 \text{ h}$ je Achse ergibt.

5.3.17.2 Widerstände mit anderen Anschlüssen

Frequenzbereich: $f_1 = 10 \text{ Hz bis } 2000 \text{ Hz}$;
Amplitude: $a = 98 \text{ m/s}^2$ oder $\Delta r = 0,75 \text{ mm}$, je nachdem, welcher Wert geringer ist;
Dauer: Gesamtdauer: 6 h.

5.3.18 Rascher Temperaturwechsel

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.1 mit den folgenden Einzelheiten:

untere Temperatur: $\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT}$;
obere Temperatur: $\vartheta_{\text{sup}} = \text{UCT}$;
Anzahl der Zyklen: $n = 5$.

5.3.19 Rascher Temperaturwechsel, ≥ 100 Zyklen

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.1, mit folgenden Einzelheiten:

untere Temperatur: $\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT}$;
obere Temperatur: $\vartheta_{\text{sup}} = \text{UCT}$;
Anzahl der Zyklen: bevorzugte Werte für n sind 50; 100; 200.

Die Bauartspezifikation darf in Abhängigkeit von den Eigenschaften und Fähigkeiten der jeweiligen Bauform andere Werte für n festlegen.

Die Bauartspezifikation muss die Anzahl der Zyklen für n abhängig von der individuellen Bauform festlegen.

Diese Prüfung ist nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder der Klassifikationsstufe R vorgeschrieben.

5.3.20 Klimafolge

5.3.20.1 Allgemeines

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.3, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss nicht befestigt werden, oder kann auf einem Prüfgestell nach 5.2.2 oder einem Prüfgestell nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Falls nicht befestigt, muss der Prüfling für die Dauer der Prüfung in einem geeigneten Gestell eingesetzt werden.

5.3.20.2 Trockene Wärme

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.3.3.3, mit folgenden Einzelheiten:

Die Widerstände sind der Prüfung Bb nach IEC 60068-2-2 zu unterziehen und müssen bei der oberen Kategorietemperatur für 16 h verbleiben.

Die Prüflinge dürfen unmittelbar in die erwärmte Kammer bei der UCT der Labortemperatur eingebracht und unmittelbar herausgenommen werden, da nicht bekannt ist, dass sich die plötzliche Temperaturänderung nachteilig auf die Prüflinge auswirkt.

5.3.20.3 Feuchte Wärme, zyklisch, erster Zyklus

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.3.3.4, mit folgenden Einzelheiten:

Schärfegrad B mit 55 °C und einem Zyklus von 24 h.

5.3.20.4 Kälte

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.3.3.5, mit folgenden Einzelheiten:

Die Widerstände sind der Prüfung Ab nach EC 60068-2-1 zu unterziehen und müssen bei der unteren Kategorietemperatur für 2 h verbleiben.

Die Prüflinge dürfen unmittelbar in die gekühlte Kammer aus einer beliebigen Temperatur oder Labortemperatur bis zur unteren Kategorietemperatur eingebracht und unmittelbar herausgenommen werden, da nicht bekannt ist, dass sich die plötzliche Temperaturänderung nachteilig auf die Prüflinge auswirkt.

Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung einer Kondensation von Feuchtigkeit auf den Prüflingen sind erforderlich, wenn die Prüflinge bei einer Temperatur unterhalb der Raumtemperatur in die Prüfkammer eingebracht werden.

5.3.20.5 Niedriger Luftdruck

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.3.3.6, mit folgenden Einzelheiten:

Luftdruck: $p_{\text{amb}} = 8 \text{ kPa}$, bei Widerständen der Klassifikationsstufe G oder
 $p_{\text{amb}} = 1 \text{ kPa}$ bei Widerständen der Klassifikationsstufe P oder der Klassifikationsstufe R.

ANMERKUNG Nach ISO 2533 entspricht der Luftdruck von 1 kPa einer ungefähren Höhe von 31 200 m über dem Meeresspiegel und der Luftdruck von 8 kPa einer ungefähren Höhe von 17 600 m über dem Meeresspiegel.

5.3.20.6 Feuchte Wärme, zyklisch, zusätzliche Zyklen

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.3.3.7, mit folgenden Einzelheiten:

Die Anzahl der zusätzlichen Zyklen hängt von der Klimakategorie ab und ist in IEC 60115-1:20XX, Tabelle 20 aufgeführt.

Siehe 5.2.20.3 für die Temperatur.

5.3.20.7 Gleichspannungsbelastung

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.3.3.8.

5.3.20.8 Endprüfungen und Anforderungen

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.3.4 mit den folgenden Einzelheiten:

Siehe 5.3.26 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

5.3.21 Feuchte Wärme, konstant

ANMERKUNG Diese Prüfung ist auch als Last-Feuchte-Prüfung oder 40/93-Prüfung bekannt.

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.4 mit den folgenden Einzelheiten:

Die Prüflinge der Gruppe A dürfen abgenommen werden, und die der Gruppe B und C müssen auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Falls nicht befestigt, müssen die Prüflinge für die Dauer der Prüfung in einem geeigneten Gestell eingesetzt werden.

Die Dauer t_{exp} dieser Prüfung hängt von der Klimakategorie ab. Für die Grenzabweichung Dauer, siehe IEC 60115-1:20XX, 5.3 und IEC 60115-1:20XX, Tabelle 21.

Siehe 5.3.26 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

5.3.22 Lötbarkeit mit bleifreiem Lot

Siehe IEC 60115-1:20XX, 11.1 mit den folgenden Einzelheiten:

Diese Prüfung gilt nur für Bauarten mit lötbaren Anschlüssen oder lötbaren Bereichen an den Anschlüssen. Diese Prüfung sollte nicht angewendet werden, wenn die betreffende Bauartspezifikation die Verarbeitbarkeit der von ihr erfassten Bauelemente mit bleifreien Lötverfahren ausdrücklich ausschließt.

Der Lötbarkeitsprüfung muss eine beschleunigte Alterung vorausgegangen sein. Sofern in der betreffenden Bauartspezifikation nicht anders angegeben, muss die Alterung 3a (d. h. 4 h trockene Wärme bei 155 °C, siehe IEC 60115-1:20XX, Tabelle 27) angewendet werden. Nach der beschleunigten Alterung muss der Prüfling für etwa 2 h bis zu 24 h in das Normalklima für Prüfungen gebracht werden.

Es steht eine Reihe von bleifreien Lotlegierungen zur Verfügung, die für die Montage von niedrigbelastbare Schichtwiderständen mit Drahtanschlüssen mit eigenen Prozesstemperaturanforderungen und ihrem typischen Lötverfahren geeignet sind, siehe IEC 60115-1:20XX, 11.1.4.1.

- Bauteile, die per Durchsteckmontage montiert werden, werden typischerweise durch Wellenlöten oder selektives Löten gelötet, wobei die typischen Lotlegierungen in der Temperaturgruppe 4: hoch aufgeführt sind.
- Bauteile, die per Oberflächenmontage montiert werden, werden typischerweise durch Aufschmelzlöten gelötet, wobei die typischen Lotlegierungen in der Temperaturgruppe 3: mittel-hoch aufgeführt sind.

In der Bauartspezifikation muss eine der folgenden Lötbarkeitsprüfbedingungen festgelegt werden, die aus IEC 60115-1:20XX, 11.1.4.4, ausgewählt sind, basierend auf der vorherrschenden Montagetechnik für die von ihr abgedeckten Widerstände.

Die Lötbarkeit für Gruppe 4 muss unter Verwendung des Lötbadverfahrens, siehe IEC 60115-1:20XX, Tabelle 30, Verfahren 1, unter Beachtung der folgenden Einzelheiten geprüft werden:

Lotlegierung:	Sn99,3Cu0,7;
Badtemperatur:	$\vartheta_{\text{bath}} = (250 \pm 3) \text{ °C}$;
Eintauchzeit:	$t_{\text{imm}} = (3 \pm 0,3) \text{ s}$.

Die Lötbarkeit für Gruppe 3 muss unter Verwendung des Lötbadverfahrens, siehe IEC 60115-1:20XX, Tabelle 30, Verfahren 1, unter Beachtung der folgenden Einzelheiten geprüft werden:

Lotlegierung:	Sn96,5Ag3,0Cu0,5;
Badtemperatur:	$\vartheta_{\text{bath}} = (245 \pm 3) \text{ °C}$;
Eintauchzeit:	$t_{\text{imm}} = (3 \pm 0,3) \text{ s}$.

ANMERKUNG Bleifreie Lotlegierungen können nach ihrer typischen Prozesstemperatur gruppiert werden. Typische Lotlegierungen, die hauptsächlich für das Aufschmelzlöten verwendet werden, sind in einer Gruppe für „mittel-hohe Temperatur“ enthalten, in der SnAgCu ein beliebiger Vertreter ist. Die SnCu-Lotlegierung ist eher typisch für das Wellenlöten und ist in einer Gruppe für „hohe Temperatur“ enthalten.

Die Bauartspezifikation muss festlegen, ob eine Wärmeabschirmung zu verwenden ist.

5.3.23 Lötbarkeit mit SnPb-Lot

Siehe IEC 60115-1:20XX, 11.1, mit folgenden Einzelheiten:

Diese Prüfung gilt nur für Bauarten mit lötbaren Anschlüssen oder lötbaren Bereichen an den Anschlüssen. Diese Prüfung sollte nicht angewendet werden, wenn die betreffende Bauartspezifikation die Verarbeitbarkeit der von ihr erfassten Bauelemente mit bleihaltigen Lötverfahren ausdrücklich ausschließt.

Der Lötbarkeitsprüfung muss eine beschleunigte Alterung vorausgegangen sein. Sofern in der betreffenden Bauartspezifikation nicht anders angegeben, muss die Alterung 3a (d. h. 4 h trockene Wärme bei 155 °C,

siehe IEC 60115-1:20XX, Tabelle 27) angewendet werden. Nach der beschleunigten Alterung muss der Prüfling für etwa 2 h h to 24 h in das Normalklima für Prüfungen gebracht werden.

Die Auswahl von bleihaltigen Lotlegierungen, die für die Montage von niedrigbelastbaren Schichtwiderständen mit Drahtanschluss anwendbar ist, sind in der Lötverfahrens-Temperaturgruppe 2: mittel aufgeführt, siehe IEC 60115-1:20XX, 11.1.4.1. Diese Lote werden gleichermaßen für das Wellenlöten und das Aufschmelzlöten eingesetzt.

Die Lötbarkeit für Gruppe 2 muss unter Verwendung des Lötbadverfahrens, siehe IEC 60115-1:20XX, Tabelle 30, Verfahren 1, unter Beachtung der folgenden Einzelheiten geprüft werden:

Lotlegierung: Sn60Pb40 oder Sn63Pb37;
 Badtemperatur: $\vartheta_{\text{bath}} = (235 \pm 3) ^\circ\text{C}$;
 Tauchdauer: $t_{\text{imm}} = (2 \pm 0,2) \text{ s}$.

Eine Wärmeabschirmung darf nur verwendet werden, wenn sie in der Bauartspezifikation vorgeschrieben ist.

Diese Prüfung gilt in der Regel auch für Bauteile mit bleifreier Anschlussbeschichtung, da die meisten dieser Beschichtungen auch mit einem Lötverfahren mit bleihaltigem Lot kompatibel sind. Diese Prüfung sollte jedoch nicht angewendet werden, wenn die betreffende Bauartspezifikation die Verarbeitbarkeit der darin beschriebenen Bauteile mit konventionellem Lötverfahren mit bleihaltigem Lot (SnPb) ausdrücklich ausschließt.

5.3.24 Wärmebeständigkeit beim Lötvorgang

Siehe IEC 60115-1:20XX, 11.2 mit den folgenden Einzelheiten:

Diese Prüfung gilt nur für Widerstände, die klein genug sind, um auf die Löttemperatur zu reagieren. In der Bauartspezifikation muss angegeben sein, ob diese Prüfung zu verwenden ist. Große Drahtwiderstände werden beispielsweise durch diese Prüfung nicht beeinflusst und müssen daher nicht geprüft werden!

Die Lötwärmebeständigkeit muss nach IEC 60068-2-20, Prüfung Tb, Lötbadverfahren, mit folgendem Schärfegrad geprüft werden:

Lotlegierung: eine beliebige SnPb- oder SnCu- oder SnAgCu- oder SnAg-Legierung
 Badtemperatur: $\vartheta_{\text{bath}} = (260 \pm 3) ^\circ\text{C}$
 Tauchdauer: $t_{\text{imm}} = (10 \pm 1) \text{ s}$

Eine Wärmeabschirmung muss nur verwendet werden, wenn sie in der Bauartspezifikation vorgeschrieben ist.

5.3.25 Lösemittelbeständigkeit

Siehe IEC 60115-1:20XX, 11.3, Verfahren 1 mit den folgenden Einzelheiten:

Version 1 dieser Prüfung (Eintauchen und Reiben) darf nur auf Widerstände angewendet werden, die für das Löten von Leiterplatten geeignet sind.

Temperatur des Lösemittels: $\vartheta_{\text{bath}} = (23 \pm 5) ^\circ\text{C}$, oder
 $\vartheta_{\text{bath}} = (50_{-5}^0) ^\circ\text{C}$.

ANMERKUNG Das angegebene Lösemittel IPA wird als Isopropylalkohol, Isopropanol oder 2-Propanol bezeichnet. Für diese Prüfung ist eine gute Abluftanlage verpflichtend.

Version 2 dieser Prüfung (nur Reiben) darf nur für Kennzeichnungen von Widerständen angewendet werden, die nicht für das Löten von Leiterplatten vorgesehen sind.

Temperatur des Lösemittels: $\vartheta_{\text{bath}} = (23 \pm 5) ^\circ\text{C}$, oder
 $\vartheta_{\text{bath}} = (50_{-5}^0) ^\circ\text{C}$.

Reibvorrichtung: Watte oder Zahnbürste, wie in der Bauartspezifikation festgelegt.

ANMERKUNG Das angegebene Lösemittel IPA wird als Isopropylalkohol, Isopropanol oder 2-Propanol bezeichnet. Für diese Prüfung ist eine gute Abluftanlage verpflichtend.

5.3.26 Isolationswiderstand

Diese Prüfung darf nur für isolierte Widerstände angewendet werden (siehe 3.1.1 und 6.2).

Siehe IEC 60115-1:20XX, 12.1, mit folgenden Einzelheiten:

Für die Messung des Isolationswiderstands muss ein geeignetes Verfahren nach IEC 60115-1:20XX, 12.1, angewendet werden, vorzugsweise das V-Block-Verfahren nach IEC 60115-1:20XX, 12.1.3.2.

Das gewählte Verfahren oder eine spezielle Anordnung, basierend auf der speziellen Anschlussbauart, muss in der Bauartspezifikation beschrieben werden.

Bei Prüflingen, die auf eine Prüfleiterplatte montiert sind, kann diese in eine geeignete Prüfaufnahme eingesetzte Leiterplatte als untere Auflage verwendet werden, wobei ihre Verbindungen zu den Anschlussdrähten des Prüflings zusammengebunden und mit dem negativen Anschluss der Prüfgeräte verbunden sind. Ein V-förmiger Metallblock oder eine konforme Klemme muss von oben mit einer angemessenen Klemmkraft angewendet und mit dem negativen Anschluss verbunden werden.

5.3.27 Spannungsfestigkeit

Diese Prüfung darf nur für isolierte Widerstände angewendet werden (siehe 3.1.1 und 6.2).

Siehe IEC 60115-1:20XX, 12.2 mit den folgenden Einzelheiten:

Für die spannungsfreie Messung muss das gleiche Anschlussverfahren wie für den Isolationswiderstand (siehe 5.3.26 in dieser Spezifikation) verwendet werden.

Die Isolationsspannung darf niemals kleiner sein als die kontinuierliche Betriebsspannung, die an das Element angelegt werden könnte; sie darf nicht kleiner sein als das 1,42-fache der höchsten zulässigen Dauerspannung.

5.4 Optionale und/oder zusätzliche Prüfungen

5.4.1 Allgemeines

Die folgenden Prüfungen werden für Leistungswiderstände nicht angewendet. Dennoch können diese Prüfungen für zukünftige Anforderungen nützlich sein.

Wird eine dieser Prüfung im Rahmen eines erweiterten Prüfplans durchgeführt, müssen die Prüflinge auf visuelle Fehler und auf die eingetretene Änderung des Widerstandswertes untersucht werden. Eine entsprechende Anforderung an die zulässige Widerstandsänderung muss in Abschnitt 6, vorzugsweise in Tabelle 7, angegeben werden.

5.4.2 Überlastprüfung mit periodischen Impulsen

Hierbei handelt es sich um ein altes Prüfverfahren, das für die konventionellen Spezifikationen von nicht drahtgewickelten, niedrigbelastbaren Festwiderständen (d. h. Schichtwiderstände) angewendet wurde. Diese Prüfung sollte nur bei Spezifikationen verwendet werden, bei denen eine strikte Einhaltung der historischen Prüfanforderungen erforderlich ist. Sie sollte dann durch die Hochspannungsüberlast-Prüfung mit periodischen Impulsen aus 5.3.9 ersetzt werden.

Der allgemeine Schärfeegrad dieser Prüfung wird angesichts der tatsächlichen Leistungsfähigkeit des Produkts und der typischen Anforderungen an die Anwendung als unzureichend angesehen. Die mangelnde Eignung zeigt sich in der geringen Spitzenlast, wobei die mittlere Verlustleistung geringer ist als die Nennleistung der Prüflinge, sowie in der begrenzten Anzahl der angewendeten Impulse.

Siehe IEC 60115-1:20XX, 8.4 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf einem Prüfgestell nach 5.2.2 oder einem Prüfgestell nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Die Prüfliterplatte ist waagrecht zu befestigen und muss sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C) befinden.

Die bevorzugte Spannung bei der Impuls-Überlastprüfung beträgt:

$$U_{\text{test}} = \sqrt{15 \cdot P_{70} \cdot R_n}, \text{ begrenzt durch}$$

$$U_{\text{test max}} = 2 \cdot U_{\text{max}}$$

Dabei ist	P_{70}	die Bemessungsbelastbarkeit,
	R_n	der Nennwert des Widerstands,
	U_{max}	die höchste zulässige Dauerspannung.

Die Prüfdauer wird durch folgende Einzelheiten bestimmt:

Anzahl Impulszyklen:	$n = 1\,000$,
Einschaltdauer:	$t_{\text{on}} = 0,1 \text{ s}$, und
Ausschaltdauer:	$t_{\text{off}} = 2,5 \text{ s}$ in jedem Impulszyklus.

5.4.3 Elektrostatische Entladung (ESD)

Siehe IEC 60115-1:20XX, 8.5 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss nicht befestigt werden, oder kann auf einem Prüfgestell nach 5.2.2 oder einem Prüfgestell nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Falls nicht befestigt, muss der Prüfling für die Dauer der Prüfung in eine geeignete Halterung eingesetzt werden.

Die ESD-Prüfspannung ist eine Funktion des Widerstandsbaufoms. In der Bauartspezifikation müssen die Werte für die Prüfspannung U_{HBM} vorgeschrieben werden, vorzugsweise anhand der in IEC 60115-1:20XX, 8.5.4 angegebenen Vorzugswerte. Für die Prüfspannung muss eine relative Abweichung von $\pm 2 \%$ gelten.

Die gleiche Anzahl von Entladungen mit positiver und negativer Polarität muss in der Bauartspezifikation wie folgt festgelegt werden:

Positive Entladungen	$n_{\text{pos}} = 1$ für Widerstände der Klassifikationsstufe G, oder $n_{\text{pos}} = 3$ für Widerstände der Klassifikationsstufe P und R;
Negative Entladungen	$n_{\text{neg}} = 1$ für Widerstände der Klassifikationsstufe G, oder $n_{\text{neg}} = 3$ für Widerstände der Klassifikationsstufe P und R.

Die Zeitspanne zwischen den zwei Entladungen muss mindestens 1 s betragen.

Diese Prüfung könnte nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder der Klassifikationsstufe R verpflichtend werden.

5.4.4 Widerstandsfähigkeit von Gewindebolzen- oder Schraubanschlüssen

Siehe IEC 60115-1:20XX, 9.6 mit den folgenden Einzelheiten:

Die folgenden Prüfungen müssen für axiale Anschlüsse und, soweit zutreffend, für andere Anschlüsse je nach Anschlussart durchgeführt werden:

Die Detailbeschreibung kann jedes praktische Prüfverfahren beschreiben, das für Bauarten gilt, die nicht mit den genannten Prüfungen IEC 60115-1:20XX, 9,5 Ua₁, Prüfung Ub oder Prüfung Uc geprüft werden können.

5.4.5 Betrieb bei niedriger Temperatur

Diese Prüfung dient als Ergänzung zur passiven Kälteprüfung der Reihenfolge von klimatischen Prüfungen aus 05.03.2020 und IEC 60115-1:20XX, 10.3, die weiterhin ein verbindlicher Bestandteil aller Prüfpläne im Anwendungsbereich dieser Spezifikation ist.

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.2 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss nicht befestigt werden, oder kann auf einem Prüfgestell nach 5.2.2 oder einem Prüfgestell nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden. Falls nicht befestigt, muss der Prüfling für die Dauer der Prüfung in einem geeigneten Gestell eingesetzt werden.

Wird diese Prüfung im Rahmen eines erweiterten Prüfplans durchgeführt, müssen die Prüflinge auf visuelle Fehler und auf die eingetretene Änderung des Widerstandswertes untersucht werden. Eine entsprechende Anforderung an die zulässige Widerstandsänderung muss in Abschnitt 6, vorzugsweise in Tabelle 7, angegeben werden.

Diese Prüfung könnte nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder der Klassifikationsstufe R verpflichtend werden.

5.4.6 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung

ANMERKUNG Diese Prüfung ist auch als Last-Feuchte-Prüfung oder 85/85-Prüfung bekannt.

Diese Prüfung dient als Ergänzung zur Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“ aus 05.03.2021 und IEC 60115-1:20XX, 10.4, die weiterhin ein verbindlicher Bestandteil aller Prüfpläne im Anwendungsbereich dieser Spezifikation ist.

Siehe IEC 60115-1:20XX, 10.5 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf einem Prüfgestell nach 5.2.2 oder einem Prüfgestell nach 5.2.3 oder 5.2.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, montiert werden.

Die Dauer t_{exp} dieser Prüfung ist 1 000 h. Für die Grenzabweichung der Dauer, siehe IEC 60115-1:20XX, 5.3. Die Bauartspezifikation muss die Prüfschärfe nach IEC 60115-1:20XX, 10.5.4.1 a oder b, beschreiben.

Die entsprechende Spezifikation muss die erforderliche, auf die Prüflinge anzuwendende Belastungsspannung festlegen.

Um der Empfehlung für diese Prüfung nach IEC 60068-2-67:1995, B.2 a) zur Begrenzung des Temperaturanstiegs auf unter 2 K zu folgen, muss die Prüfung mit einer Vorspannung von 10% der Nennspannung U_r durchgeführt werden, siehe Option DC-Vorspannung a) aus IEC 60115-1:20XX, Tabelle 23.

ANMERKUNG Für IEC-Spezifikationen ist Prüfung a eine übliche Bedingung. Für Anforderungen der Automobilindustrie ist Prüfung b häufiger erforderlich.

Siehe 5.3.26 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

Diese Prüfung ist nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P und der Klassifikationsstufe R empfohlen.

5.4.7 Gefährdende Überlast.

ANMERKUNG Diese Prüfung ist auch als Prüfung der aktiven Flammparkeit bekannt.

Siehe IEC 60115-1:20XX, 12.3 mit den folgenden Einzelheiten:

Die Maße des Mullzylinders müssen für alle Widerstandsarten durch die entsprechende Spezifikation unter Berücksichtigung von Durchmesser und Länge sowie verschiedener Anschlussarten definiert werden:

Für das Ergebnis dieser Prüfung, siehe IEC 60115-1:20XX, 12.3.7 und 6.8 in dieser Spezifikation.

5.4.8 Flammparkeit (Prüfung mit Nadelflamme – passive Flammparkeit))

Siehe IEC 60115-1:20XX, 12.4 mit den folgenden Einzelheiten:

Die Prüfung mit Nadelflamme nach IEC 60115-1:20XX, 12.4, muss mit folgenden Einzelheiten angewendet werden:

Anwendungsdauer: $t_a = 10$ s, mit einer Grenzabweichung von $_{-1}^0$ s.

Die NICHT-Entflammparkeit kann entweder durch die Konstruktion oder durch Prüfung bestätigt werden.

ANMERKUNG Widerstände, die nur aus Keramik, Metall, Beton, Emaille oder anderen nicht brennbaren Werkstoffen ohne jegliche Art von Lackschicht hergestellt sind, können einmal geprüft und ohne weitere Prüfung als nicht brennbar eingestuft werden, sofern keine baulichen Veränderungen vorgenommen werden.

Für das Ergebnis dieser Prüfung, siehe IEC 60115-1:20XX, 12.4.6 und 6.7 in dieser Spezifikation.

6 Anforderungen an das Betriebsverhalten

6.1 Allgemeines

Prüfschärfegrade und Anforderungen in Bauartspezifikationen müssen gleich oder höher sein als die Anforderungsstufe dieser Rahmenspezifikation. Ein schlechteres Betriebsverhalten ist nicht zulässig.

Die Schärfegrade für die Prüfungen müssen in den Bauartspezifikationen nach den Festlegungen der Fachgrundspezifikation IEC 60115-1 und Abschnitt 5 dieser Rahmenspezifikation festgelegt werden.

6.2 Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes bei einer Prüfung

Tabelle 7 enthält eine Auflistung der bevorzugten Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes für alle in den Spaltenüberschriften aufgeführten Prüfungen. Zur Klassifizierung des Betriebsverhaltens von Widerständen werden die Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes Stabilitätsklassen zugeordnet. Die in der Bauartspezifikation festgelegten Anforderungen an das Betriebsverhalten müssen auf einer geeigneten Auswahl dieser Stabilitätsklassen und der zugeordneten bevorzugten Grenzwerte basieren.

Die Grenzwerte für die Änderung des Widerstands werden im Allgemeinen als die Summe aus einer absoluten Abweichung a und einer relativen Abweichung $p \times R$ ausgedrückt:

$$\Delta R = p \times R + a$$

Dabei wird die dimensionslose reelle Zahl p üblicherweise in Prozent ausgedrückt.

ANMERKUNG Die Summe aus einem absoluten und einem relativen Anteil spiegelt die Beschaffenheit einiger Mechanismen zur Änderung des Widerstands wider, die mit dem tatsächlichen Widerstandswert verknüpft sind; einige andere sind davon unabhängig.

Ein weiterer historischer Hintergrund einer absoluten Abweichung hängt wahrscheinlich mit der Unsicherheit von Messungen niederohmiger Widerstände zusammen, für die damals ein niedriger Widerstand verfügbar war. Die Verbesserung der Messmöglichkeiten im Laufe der Zeit könnte darauf hindeuten, dass die absolute Abweichung überflüssig geworden ist. Diese Verbesserungen schließen jedoch nicht den absoluten Anteil der Mechanismen zur Änderung des Widerstands aus.

Ein gleicher Anteil an absoluten und relativen Abweichungen gilt für

$$R' = \frac{a}{p}$$

Bei niederohmigen Widerständen mit $R < R'$ verliert der relative Anteil an Bedeutung gegenüber dem absoluten Anteil. Bei $R \ll R'$ erreicht die dominante absolute Abweichung die gleiche Größenordnung wie der geprüfte Widerstand R , oder kann sogar R überschreiten, was dazu führen kann, dass diese Stabilitätsanforderung nicht mit den allgemeinen Eigenschaften des Widerstands übereinstimmt. Daher wird den Verfassern von Bauartspezifikationen empfohlen, eine angemessene absolute Abweichung für den zu erfassenden Bereich des niedrigen Widerstands in Betracht zu ziehen, die kleiner sein darf als jeder Vorschlag in Tabelle 7.

BEISPIEL 1 Durch die Anwendung einer zulässigen Widerstandsänderung von $\Delta R = \pm(0,5 \% R + 50 \text{ m}\Omega)$ auf einen Widerstandsbereich bis $100 \text{ m}\Omega$ beträgt die zulässige Änderung $\pm 50,5 \%$ an der unteren Bereichsgrenze. Die Anwender von Bauteilen werden wahrscheinlich eine wesentlich bessere Stabilität erwarten, weshalb den Verfassern von Bauartspezifikationen empfohlen wird, für diesen Fall eine geringere zulässige absolute Abweichung zu verwenden.

Bei hochohmigen Widerständen mit $R > R'$ verliert der absolute Anteil an Bedeutung gegenüber dem relativen Anteil, z. B. beträgt bei $R = 100 \times R'$ der absolute Anteil nur 1% des relativen Anteils. Aus Gründen der Klarheit der Darstellung sollte ein solcher unbedeutender absoluter Anteil nicht mehr dargestellt oder angewendet werden.

BEISPIEL 2 Die Anwendung einer zulässigen Widerstandsänderung von $\Delta R = \pm(0,5 \% R + 50 \text{ m}\Omega)$ führt zu einem gleichen Anteil der Abweichung für $R' = 10 \text{ }\Omega$. Bei $1 \text{ k}\Omega$ beträgt der absolute Anteil nur noch $0,005 \% R$, was 1% des relativen Anteils entspricht und für die Qualitätsbewertung der Widerstände kaum von Bedeutung sein kann. Daher wird es die Leser von Spezifikationen oder zugehörigen Prüfberichten nur verwirren, wenn der absolute Anteil weiterhin dargestellt ist und jedes Mal für $R \geq 1 \text{ k}\Omega$ angewendet wird.

Tabelle 7 – Grenzwerte für Änderungen des Widerstandswertes bei Prüfungen

Stabil- itäts- klasse	Grenzwert für die Änderung des Widerstandswertes, ΔR Ω									
	Langzeitige Prüfungen			Kurzzeitige Prüfungen	Erweiterte Belastungsprüfungen					
	IEC 60115-1:20XX		IEC 60115-1:20XX	IEC 60115-1:20XX	IEC 60115-1:20XX	IEC 60115-1:20XX				
	10.3	Klimafolge 5.3.20	7.1	Dauerprüfung bei 70 °C, 5.3.4	8.1	Kurzzeitige Überlast 5.3.7	10.1	Rascher Temperaturwechsel, ≥50 Zyklen ^a 5.3.19	8.3	Hochspannungs- überlast-Prüfung mit periodischen Impulsen ^a 5.3.9
	10.4	Feuchte Wärme, konstant 5.3.21	7.2	Dauerprüfung bei RT 5.3.5	9.5	Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse 5.3.14	8.2	Hochspannungs- überlast-Prüfung mit Einzelimpulsen ^a 5.3.8	8.4	Überlastprüfung mit periodischen Impulsen ^a 5.4.2
	7.3	Dauerprüfung bei MET 5.3.6			11.2	Lötwärmebeständigkeit 5.3.24				
	10.5	Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung ^a 5.4.6			10.1	Rascher Temperaturwechsel, 5 Zyklen 5.3.18	8.5	Elektrostatische Entladung ^a 5.4.3		
					9.11	Schwingungen 5.3.17	10.2	Betrieb bei niedriger Temperatur ^a 5.4.9		
					9.9	Dauerschock 5.3.15				
					9.10	Schock 5.3.16				
			1 000 h	Verlängert, 8 000 h ^a						
10	±(10 % R + 0,5 Ω)		±(10 % R + 0,5 Ω)		±(20 % R + 0,5 Ω)		±(2 % R + 0,1 Ω)			
5	±(5 % R + 0,1 Ω)		±(5 % R + 0,1 Ω)		±(10 % R + 0,1 Ω)		±(1 % R + 0,05 Ω)		±(1 % R + 0,05 Ω)	±(2 % R + 0,05 Ω)
2	±(2 % R + 0,1 Ω)		±(2 % R + 0,1 Ω)		±(5 % R + 0,1 Ω)		±(0,5 % R + 0,05 Ω)			
1	±(1 % R + 0,05 Ω)		±(1 % R + 0,05 Ω)		±(2 % R + 0,05 Ω)		±(0,25 % R + 0,05 Ω)		± (0,5 % R + 0,05 Ω)	±(1 % R + 0,05 Ω)
0,5	± (0,5 % R + 0,05 Ω)		±(0,5 % R + 0,05 Ω)		±(1 % R + 0,05 Ω)		±(0,1 % R + 0,01 Ω)			
^a Diese Prüfung ist nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder R verpflichtend. ^b Die Prüfung ist nur anwendbar für Widerstände der Klassifikationsstufe G. ^c Zur Anwendbarkeit dieser Prüfung siehe 5.3.10.										

6.3 Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes

Siehe IEC 60115-1:20XX, 6.2 mit den folgenden Einzelheiten:

In Tabelle 8 sind die bevorzugten Grenzwerte für die reversible Widerstandsänderung bei der Prüfung des Temperaturkoeffizienten des Widerstandswertes nach IEC 60115-1:20XX, 6.2 und 5.3.2 dieser Spezifikation aufgeführt. Die in der Bauartspezifikation festgelegten Anforderungen an das Betriebsverhalten müssen auf einer geeigneten Auswahl dieser bevorzugten Grenzwerte basieren.

Die bevorzugten Grenzen der Änderung des Widerstandswertes aufgrund des Temperaturkoeffizienten des Leitungswiderstandes sind in Tabelle 8 aufgeführt

Tabelle 8 – Zulässige Änderung des Widerstandswertes aufgrund des Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes

Temperatur- koeffizient ^a		Grenzwert für die Änderung des Widerstandswertes $\Delta R/R$ %							
		Untere Kategorietemperatur / Bezugstemperatur				Bezugstemperatur / obere Kategorietemperatur ^c			
		-55 °C / 20 °C	-40 °C / 20 °C	-25 °C / 20 °C	-10 °C / 20 °C	20 °C / 125 °C	20 °C / 155 °C	20 °C / 175 °C	20 °C / 200 °C
±1 000	W	±7,50	±6,00	±4,50	±3,00	±10,5	±13,5	±15,5	±18,0
±500	V	±3,75	±3,00	±2,25	±1,50	±5,25	±6,75	±7,75	±9,00
±250	U	±1,875	±1,500	±1,125	±0,750	±2,62	±3,38	±3,875	±4,500
-50/ +250	Z	-0,375/ +1,88	-0,3/ +1,5	-0,225/ +1,125	-0,15/ +0,75	-0,525/ +2,62	-0,675/ +3,38	-0,775/ +3,875	-0,90/ +4,5
±100	S	±0,750	±0,600	±0,450	±0,300	±1,05	±1,350	±1,55	±1,800
±50	R	±0,375	±0,300	±0,225	±0,150	±0,525	±0,675	±0,775	±0,900
±25	Q	±0,188	±0,150	±0,113	±0,075	±0,262	±0,338	±0,3875	±0,450
±15	P	±0,113	±0,090	±0,068	±0,045	±0,270	±0,270	±0,23250	±0,270
±10	N	±0,075	±0,060	±0,045	±0,030	±0,105	±0,135	±0,155	±0,180x
^a Wenn weitere Temperaturkoeffizienten benötigt werden, müssen diese in der Bauartspezifikation festgelegt werden, wobei der entsprechende Kennbuchstabe nach IEC 60062 für den nächst größeren TCR zu verwenden ist. ^b Kennbuchstaben nach IEC 60062:2016, 7.2. ^c Siehe IEC 60115-1:20XX 6.2.1 für einen anderen, von der entsprechende Spezifikation angegebenen Temperaturbereich.									

Jede Zeile in Tabelle 8 enthält den bevorzugten Temperaturkoeffizienten und die Grenzen der Änderung des Widerstandswertes für die Messung der Änderung des Widerstandswertes mit der Temperatur (siehe IEC 60115-1:20XX, 6.2) auf Grundlage von Kategorietemperatur-Bereichen aus 4.6 dieser Spezifikation.

6.4 Temperaturanstieg

Die zulässige Temperaturerhöhung $\Delta T_{\max}$ für die Prüfung der Temperaturerhöhung nach IEC 60115-1:201X, 6.7 und 5.3.3 dieser Spezifikation wird wie folgt bestimmt:

$$\Delta \mu \alpha \xi = \text{MET} - 70 \text{ °C}$$

Dabei ist MET die höchste Temperatur des Widerstandselementes;
für den Anwendungsbereich dieser Spezifikation gilt $MET > UCT$.

6.5 Sichtprüfung

6.5.1 Allgemeine Kriterien für die Sichtprüfung

In der Bauartspezifikation müssen Abnahmekriterien für die Sichtkontrolle des Widerstandskörpers und seiner Anschlüsse festgelegt sein. Diese Abnahmekriterien müssen die folgenden Informationen berücksichtigen:

- die allgemeinen, in IEC 60115-1:20XX, 9.1.3, Punkte a) bis d) aufgeführten Kriterien, und
- die in Anhang B dieser Spezifikation dargestellten Beispiele für spezifische Kriterien, die für Widerstände aus dem Anwendungsbereich dieser Rahmenspezifikation gelten.

In der Bauartspezifikation müssen Abnahmekriterien für die Sichtprüfung der Kennzeichnung der in 7.1 dieser Spezifikation vorgeschriebenen Komponenten festgelegt sein. Diese Abnahmekriterien müssen die folgenden Informationen berücksichtigen:

- die allgemeinen, in IEC 60115-1:20XX, 9.1.3, Punkt e) aufgeführten Kriterien, und
- die in Anhang B.x dieser Spezifikation dargestellten Beispiele für spezifische Kriterien, die für Widerstände aus dem Anwendungsbereich dieser Rahmenspezifikation gelten.

6.5.2 Sichtprüfung nach Prüfungen

Sofern für die Sichtprüfung nach Prüfungen keine spezifischeren Anforderungen vorgeschrieben sind, gelten die folgenden Kriterien:

- Nach der Prüfung dürfen keine sichtbaren Schäden am Widerstandskörper und an seinen Anschlüssen auftreten, mit Ausnahme einer akzeptablen Verfärbung nach Haltbarkeitsprüfungen, und
- die vorgeschriebene Kennzeichnung der gekennzeichneten Widerstände muss nach der Prüfung lesbar sein, es sei denn, es handelt sich um Haltbarkeitsprüfungen mit längerer Dauer.

6.5.3 Kriterien für die Sichtprüfung der Verpackung

Sofern für die entsprechende Spezifikation für die Sichtprüfung der Verpackung keine spezifischeren Anforderungen vorgeschrieben sind, gelten die folgenden Kriterien:

- Bei der Primärverpackung
 - müssen die Gurtbänder ordnungsgemäß ausgerichtet sein, damit kein Klebstoff freigelegt ist;
 - dürfen die Enden der Anschlussdrähte nicht über die Gurtbänder hinausragen;
 - müssen die Widerstände auf der vorgeschriebenen Höhe innerhalb der entsprechenden Grenzabweichung zentriert sein;
 - dürfen die Gurtbänder nicht gespleißt sein;
- Bei der umhüllenden Verpackung
 - muss die Innenbreite der Kiste oder Gurtrolle eng um die Außengurtbreite passen, jedoch ohne den Gurt bei der Entnahme zu verklemmen;
 - muss die auf der Kiste oder Gurtrolle angebrachte Kennzeichnung alle in 7.3 geforderten Angaben enthalten und darf nicht verschwommen oder verzerrt sein.

6.6 Lötbarkeit

Die Anforderung an die Sichtprüfung zur Bewertung einer guten Lötbarkeit muss wie folgt lauten:

≥95 % der Oberfläche muss mit neuem Lot bedeckt sein. Das neue Lot darf nur geringe Mengen an verstreuten Fehlerstellen, wie z. B. Poren oder unbenetzte oder entnetzte Bereiche aufweisen. Diese Fehlerstellen dürfen nicht in einem engen Bereich gehäuft beieinander liegen.

6.7 Isolationswiderstand

Die Anforderungen dieses Abschnitts gelten nur für isolierte Widerstände.

Der Isolationswiderstand R_{ins} muss in der Prüftabelle 9, Gruppe 3, oder Tabelle 11, Gruppe 3, des Prüfplans für die Bauartanerkennung mindestens 1 GΩ betragen.

Der Isolationswiderstand R_{ins} darf nach einer der folgenden Prüfungen nicht niedriger sein als 1 GΩ:

- Prüfung 5.3.4, Dauerprüfung bei 70 °C, und
- Prüfung 5.3.5, Dauerprüfung bei RT, und
- Prüfung 5.3.6, Prüfung bei der höchsten Temperatur des Widerstandselementes (UCT/MET);

und muss mindestens 100 MΩ nach einer der folgenden Prüfungen betragen:

- Prüfung 5.3.20, Klimafolge, und
- Prüfung 5.3.21, Feuchte Wärme, konstant
- Prüfung 5.4.5, Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung

6.8 Flammbarkeit

Siehe IEC 60115-1:20XX, 12.4.5 und 12.4.6.

Die Brenndauer t_b darf 30 s nicht überschreiten.

6.9 Gefährdende Überlast

Der Mullzylinder darf keine offenen Flammen aufweisen. Wenn eine offene Flamme auftritt, muss die Überlast gemeldet werden.

Der Widerstand darf nicht kurzgeschlossen werden (siehe IEC 60115-1; 20XX 12.3.4.3). Wenn der Widerstand bei einer bestimmten Überlast ohne offene Flamme in den Leerlaufzustand übergeht, muss dieser Wert gemeldet werden.

7 Kennzeichnung, Verpackung und Bestellangaben

7.1 Kennzeichen des Bauelementes

Siehe IEC 60115-1:20XX, 4.4 mit den folgenden Einzelheiten:

Der Widerstandswert, die Grenzabweichungen des Widerstandswertes und, falls zutreffend und realisierbar, der Temperaturkoeffizient des Widerstands müssen nach IEC 60062 gekennzeichnet werden. Eine Farbcodierung nach IEC 60062:2016, Abschnitt 3 oder eine Buchstaben- und Ziffernkennzeichnung nach IEC 60062:2016, Abschnitt 4 kann verwendet werden.

Wird eine Buchstaben- und Ziffernkennzeichnung verwendet, muss eines der Verfahren nach IEC 60062:2016, Abschnitt 4, gewählt werden, wobei der Kennbuchstabe für die Grenzabweichung in IEC 60062:2016, 5.2, und der Kennbuchstabe für den Temperaturkoeffizienten in IEC 60062:2016, 7.2, angegeben ist.

7.2 Verpackung

Siehe IEC 60115-1:20XX, 4.8.

Sofern machbar, müssen die Widerstände zur automatischen Handhabung nach den Bestimmungen von IEC 60286-1 oder IEC 60286-2 gegurtet werden. Dabei bildet das Paar Gurtbänder die Primärverpackung und die Kiste oder Gurtrolle, die die gegurteten Widerstände hält, die umhüllende Verpackung.