

DIN EN 60115-2



ICS 31.040.10

Ersatz für
DIN EN 140100:2008-08 und
DIN IEC 60115-2:1987-04
Siehe Anwendungsbeginn

**Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 2: Rahmenspezifikation: Verbleite niedrig belastbare
Schichtwiderstände
(IEC 60115-2:2014, modifiziert);
Deutsche Fassung EN 60115-2:2015**

Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 2: Sectional specification: Leaded fixed low power film resistors
(IEC 60115-2:2014, modified);
German version EN 60115-2:2015

Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques –
Partie 2: Spécification intermédiaire: Résistances fixes à broches à couches, à faible
dissipation
(IEC 60115-2:2014, modifiée);
Version allemande EN 60115-2:2015

Gesamtumfang 71 Seiten

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

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2014-12-15 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2015-12-01.

Für DIN IEC 60115-2:1987-04 und DIN EN 140100:2008-08 besteht eine Übergangsfrist bis 2017-12-15.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60115-2:2009-11.

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

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

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

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

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf 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. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die gemeinsamen Abänderungen wurden eingearbeitet und durch einen senkrechten Strich am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber DIN IEC 60115-2:1987-04 und DIN EN 140100:2008-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet.
- b) Diese Ausgabe enthält die nachfolgenden maßgeblichen Änderungen gegenüber der vorhergehenden Ausgabe:
 - Testbedingungen und Anforderungen für bleifreies Löten und Bewertungsverfahren für die Anforderungen an den „Null-Fehler“-Ansatz;
 - Produktklassifikation aufgrund Anforderungen der Anwendung;
 - Erweiterung der Liste der Bauformen und Abmessungen;

- Erweiterter Anwendungsbereich durch Bestimmung von Stabilitätsklassen;
 - Erweiterung der Liste der bevorzugten Bemessungswerte;
 - Testbedingungen und Anforderungen zum bleifreien Löten, für periodische Überlast und elektrostatische Entladung (ESD) des Widerstands;
 - Eine neue Reihe von Schärfegraden für einen Schertest;
 - Definitionen für ein Prüfleiterplatte;
 - Ersatz der Bewertungsstufe E und möglicher anderer durch die alleinige Bewertungsstufe EZ für die Anforderungen an den „Null-Fehler“-Ansatz;
 - Erweiterte Dauerprüfung, Entflammbarkeitsprüfung, Prüfung der Temperaturerhöhung, Schwingungsprüfung, rascher Temperaturwechsel, Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen;
 - Anforderungen bezüglich der 0 W Widerstände (Jumper);
 - Empfehlungen für die Bezeichnung, Beschreibung, Verpackung und Qualitätsbewertungsverfahren von Bauformen mit radial gebogenen Anschlüssen;
 - Festlegungen für Dauerprüfungen bei Raumtemperatur ergänzend zu den Bestimmungen von IEC 60115-1.
- c) Die Anhänge A, B und C wurden neu hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN 45921-1: 1976-09, 1981-02, 1984-03, 1987-04
DIN IEC 60115-2: 1987-04
DIN EN 140100: 1997-05, 2008-08

– Leerseite –

**Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 2: Rahmenspezifikation: Verbleite niedrig belastbare Schichtwiderstände**
(IEC 60115-2:2014, modifiziert)

Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 2: Sectional specification: Leaded fixed low
power film resistors
(IEC 60115-2:2014, modified)

Résistances fixes utilisées dans les
équipements électroniques –
Partie 2: Spécification intermédiaire:
Résistances fixes à broches à couches, à faible
dissipation
(IEC 60115-2:2014, modifiée)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2014-12-15 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CENELEC

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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	5
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Produkttechnologien und Produktklassifikation	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Produkttechnologien.....	7
3.3 Produktklassifikation.....	8
4 Bevorzugte Kennwerte	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Bauform und Maße	9
4.3 Bevorzugte Klimakategorien	11
4.4 Widerstandswert.....	11
4.5 Grenzübergänge vom Widerstandswert.....	11
4.6 Bemessungsbelastbarkeit P_{70}	11
4.7 Höchste zulässige Dauerspannung $U_{\max}$	12
4.8 Isolationsspannung U_{ins}	12
4.9 Isolationswiderstand R_{ins}	12
5 Prüfungen und Prüfschärfegrade	13
5.1 Vorbehandlung des Prüflings	13
5.2 Prüfungen	15
6 Prüfanforderungen.....	23
6.1 Allgemeines	23
6.2 Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes.....	23
6.3 Isolationswiderstand	25
6.4 Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes.....	25
6.5 Temperaturerhöhung.....	26
6.6 Lötbarkeit.....	26
6.7 Entflammbarkeit.....	26
7 Kennzeichnung, Verpackung und Bestellangaben	26
7.1 Kennzeichnung des Bauelementes.....	26
7.2 Verpackung	26
7.3 Kennzeichnung der Verpackung	26
7.4 Bestellangaben.....	26
8 Bauartspezifikationen	27
8.1 Allgemeines	27
8.2 Erforderliche Angaben in der Bauartspezifikation	27
9 Qualitätsbewertungsverfahren	29
9.1 Allgemeines	29

	Seite
9.2 Definitionen	29
9.3 Bildung der Prüflose	30
9.4 Verfahren der Bauartanerkennung (QA)	31
9.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung	32
9.6 Verfahren zur Befähigungsanerkennung (CA)	32
9.7 Verfahren zur Technikanerkennung (TA)	32
9.8 Verzögerte Auslieferung	32
9.9 Bestätigte Prüfberichte	32
9.10 Konformitätsbescheinigung (CoC)	32
Anhang A (normativ) 0-Ω-Widerstände (Jumper)	43
A.1 Allgemeines	43
A.2 Bevorzugte Kennwerte	43
A.3 Prüfungen und Prüfschärfegrade	43
A.4 Anforderungen	44
A.5 Kennzeichnung, Verpackung und Bestellangaben	44
A.6 Bauartspezifikation	44
A.7 Qualitätsbewertungsverfahren	44
Anhang B (informativ) Bauformen mit radial gebogenen Anschlüssen	46
B.1 Allgemeines	46
B.1.1 Anwendungsbereich dieses Anhangs	46
B.1.2 Bezeichnung von Bauformen mit radial gebogenen Anschlüssen	46
B.1.3 Umhüllte Anschlussdrähte	47
B.1.4 Mittel zur Sicherung der Befestigungshöhe	47
B.1.5 Haltemittel	48
B.2 Bauformen mit radial gebogenen Anschlüssen	48
B.2.1 Bauform mit radial gebogenen Anschlüssen für die waagerechte Montage	48
B.2.2 Bauformen mit radial gebogenen Anschlüssen für die senkrechte Montage	50
B.3 Verpackung	52
B.4 Qualitätsbewertung	53
B.4.1 Allgemeines	53
B.4.2 Qualitätsbewertung von Widerständen mit gebogenen Anschlüssen	53
B.4.3 Umbiegen der Anschlüsse von fertigen Widerständen bewerteter Qualität	53
B.4.4 Besondere Prüfanforderungen	53
Anhang C (normativ) Dauerprüfung bei Raumtemperatur	55
C.1 Anmerkung zur vorübergehenden Bedeutung dieses Anhangs	55
C.2 Allgemeines	55
C.3 Prüfkammer und Montage der Prüflinge	55
C.4 Anfangsmessung	56
C.5 Temperatur und Last	56
C.6 Prüfdauer	58

	Seite
C.7 Zwischenmessungen	58
C.8 Endprüfung, Messungen und Anforderungen	58
Anhang D (informativ) Formelzeichen und Abkürzungen	59
D.1 Formelzeichen	59
D.2 Abkürzungen	61
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	63
Anhang ZX (informativ) Verweisliste zum Vorgängerdokument dieser Spezifikation	64
Literaturhinweise	66

Bilder

Bild 1 – Form und Maße von Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen	9
Bild 2 – Alternative Verfahren zur Festlegung der Länge der überschüssigen Schutzumhüllung auf Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen	10
Bild 3 – Anschlussabstand von Widerständen mit gebogenen axialen Drahtanschlüssen	11
Bild 4 – Lastminderungskurve	12
Bild 5 – Leiterbahnmuster für mechanische Prüfungen, Umgebungsprüfungen und elektrische Prüfungen, Kelvin-(4-Punkt-)Verbindungen	13
Bild 6 – Leiterbahnmuster für mechanische Prüfungen, Umgebungsprüfungen und elektrische Prüfungen, Standard-Verbindungen	14
Bild 7 – Montage des Prüflings auf der Prüfleiterplatte	15
Bild B.1 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die waagerechte Montage	48
Bild B.2 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die waagerechte Montage, mit geknickten Anschlussdrähten	48
Bild B.3 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die senkrechte Montage	50
Bild B.4 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die senkrechte Montage, mit großem Anschlussabstand	50
Bild B.5 – Form und Maße eines Widerstands mit radial gebogenen Anschlüssen für die senkrechte Montage, mit großem Anschlussabstand und geknicktem Anschlussdraht	51
Bild C.1 – Lastminderungskurve mit Festlegung einer geeigneten Prüfbelastung	57
Bild C.2 – Lastminderungskurve ohne Festlegung einer geeigneten Prüfbelastung	57

Tabellen

Tabelle 1 – Bevorzugte Bauformen für Widerstände mit axialen Drahtanschlüssen	10
Tabelle 2 – Maße der Prüfleiterplatten	14
Tabelle 3 – Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes bei Prüfungen	24
Tabelle 4 – Zulässige Änderung des Widerstandswertes aufgrund einer Temperaturänderung	25
Tabelle 5 – Prüfplan für die Bauartanerkennung	33
Tabelle 6 – Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung	38
Tabelle B.1 – Mögliche Abstände der Anschlussdrähte von Widerständen mit radial gebogenen Anschlüssen für die waagerechte Montage	49
Tabelle B.2 – Mögliche Abstände der Anschlussdrähte von Widerständen mit radial gebogenen Anschlüssen für die senkrechte Montage	52

Vorwort

Dieses Dokument (EN 60115-2:2015) wurde vom Technischen Komitee CLC/TC 40XB „Festwiderstände“ erarbeitet.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2015-12-15
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2017-12-15

Dieses Dokument ersetzt EN 140100:2008.

Abschnitte, Unterabschnitte, Anmerkungen, Tabellen, Bilder und Anhänge, die zusätzlich zu denen, die in IEC 60115-2:2014 aufgeführt sind, aufgenommen werden, sind mit einem vorangestellten „Z“ versehen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60115 gilt für niedrigbelastbare Schicht-Festwiderstände mit Drahtanschlüssen zur Verwendung in Geräten der Elektronik.

Diese Widerstände werden üblicherweise nach Bauarten (unterschiedliche geometrische Formen) und Bauformen (unterschiedliche Maße) sowie nach der Produkttechnologie beschrieben. Das Widerstandselement dieser Widerstände ist üblicherweise durch eine konforme Lackumhüllung isoliert. Diese Widerstände besitzen Drahtanschlüsse und sind hauptsächlich für die Steckmontage auf Leiterplatten vorgesehen.

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.

2 Normative Verweisungen

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

ANMERKUNG Die Anwender dieser Europäischen Norm werden auf die im normativen Anhang ZA aufgeführten entsprechenden europäischen Dokumente hingewiesen, die Vorrang vor den in diesem Abschnitt angegebenen Internationalen Normen haben. Der Vorrang gilt ebenfalls für alle in diesem Dokument vorgenommenen normativen Verweisungen.

IEC 60062:2004, *Marking codes 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, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test 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 devices with leads*

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

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

IEC 60294:2012, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component with 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 61760-1:2006, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

3 Begriffe, Produkttechnologien und Produktklassifikation

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60115-1:2008, 2.2, und die folgenden Begriffe.

3.1.1

axiale Bauform

mechanische Konstruktion eines Bauelementes mit Drahtanschlüssen, die zu beiden Seiten entlang der Längsachse des Bauelementekörpers verlaufen

3.1.2

radiale Bauform

mechanische Konstruktion eines Bauelementes mit Drahtanschlüssen, die zu einer Seite entlang der Längs- oder der Diagonalachse des Bauelementekörpers verlaufen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die einseitige Ausrichtung der Drahtanschlüsse kann ihren Ursprung innerhalb des Bauelementekörpers haben oder auf das Umbiegen eines oder beider Drahtanschlüsse außerhalb des Bauelementekörpers zurückzuführen sein.

3.1.Z1

Nennwert des Widerstands

R_n

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition von „Nennwert des Widerstands“, R_n , ist identisch mit der Definition von „Bemessungswert des Widerstands“, R_p , nach EN 60115-1:2011. Daher kann in allen Fällen, in denen der Bemessungswert des Widerstands, R_p , gefordert wird, z. B. im Rahmen eines Qualitätsbewertungssystems, stattdessen der Nennwert des Widerstands, R_n , verwendet werden.

3.2 Produkttechnologien

3.2.1 Metallschichttechnologie

Das Widerstandselement eines Metallschichtwiderstands ist eine dünne und homogene Schicht aus einer Metalllegierung, die auf einen Keramik Kern oder Keramikträger aufgebracht wird. Typische Beispiele für solche Metalllegierungen sind Nickel-Chrom in unterschiedlicher Zusammensetzung und Komplexität oder Tantalnitrid, die üblicherweise durch Sputtern oder Aufdampfen aufgetragen werden. Die übliche Dicke einer Metallschicht beträgt zwischen 50 nm und 4 µm.

Mit der Metallschichttechnologie können spezifische Temperaturstabilitätswerte durch die Werkstoffauswahl und durch Unterschiede in der Verarbeitung erreicht werden.

Wenn eine Kennzeichnung der Widerstandstechnologie gefordert wird, muss für die Metallschichttechnologie das Zeichen M verwendet werden.

ANMERKUNG Eine verbreitete alternative Bezeichnung für Metallschicht ist Dünnschicht, die hauptsächlich für oberflächenmontierbare Widerstände verwendet wird.

3.2.2 Metallglasurtechnologie

Das Widerstandselement eines Metallglasurwiderstands ist eine dicke und heterogene Glasurschicht, die auf einen Keramik Kern oder Keramikträger aufgebracht wird. Der Glasur ist üblicherweise Rutheniumoxid (Edelmetall) oder Tantalnitrid (Nichtedelmetall) beigemischt, und sie wird im Beschichtungsverfahren auf einen

zylindrischen Kern oder im Druckverfahren auf einen flachen Träger aufgebracht. Die übliche Dicke einer Metallglasurschicht beträgt zwischen 3 µm und 20 µm.

Mit der Metallglasurtechnologie können mehrere spezifische Temperaturstabilitätswerte hauptsächlich durch die Werkstoffauswahl erreicht werden.

Wenn eine Kennzeichnung der Widerstandstechnologie gefordert wird, muss für die Metallglasurtechnologie das Zeichen G verwendet werden.

ANMERKUNG Eine verbreitete alternative Bezeichnung für Metallglasur ist Dickschicht, die hauptsächlich für oberflächenmontierbare Flachchipwiderstände verwendet wird.

3.2.3 Metalloxidtechnologie

Das Widerstandselement eines Metalloxidwiderstands ist üblicherweise eine Schicht aus Zinnoxid mit einem Zusatz an Antimon, gegebenenfalls stabilisiert in einer Glasur.

Mit der Metalloxidtechnologie können mehrere spezifische Werte der begrenzten Temperaturstabilität erreicht werden.

Wenn eine Kennzeichnung der Widerstandstechnologie gefordert wird, muss für die Metalloxidtechnologie das Zeichen X verwendet werden.

3.2.4 Kohleschichttechnologie

Das Widerstandselement eines Kohleschichtwiderstands ist eine homogene Schicht aus Kohle, die nach Fraktionierung auf einen Keramikern oder Keramikträger aufgebracht wird.

Hinsichtlich der Temperaturstabilität von Kohleschichtwiderständen können keine spezifischen Werte erreicht werden, sie hängt aber üblicherweise von dem tatsächlichen Widerstandswert ab.

Wenn eine Kennzeichnung der Widerstandstechnologie gefordert wird, muss für die Kohleschichttechnologie das Zeichen C verwendet werden.

3.3 Produktklassifikation

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

Es wurden drei allgemeine Endproduktstufen festgelegt, die die charakteristischen Unterschiede hinsichtlich der Anforderungen an Funktion, Betriebsverhalten und Zuverlässigkeit wiedergeben sowie die Anwendung geeigneter Kontroll- und Prüfpläne ermöglichen. Es sollte beachtet werden, dass es zwischen den Stufen Überschneidungen der Anwendungen geben kann.

Stufe G – Elektronische Geräte für den allgemeinen Gebrauch, die üblicherweise unter günstigen oder gemäßigten Umgebungsbedingungen betrieben werden, bei denen die Funktionsanforderung entscheidend ist. Die Stufe G umfasst beispielsweise Konsumgüter und Telekommunikationsgeräte.

Stufe P – Elektronische Geräte für hohe Anforderungen an das Betriebsverhalten, bei denen eines oder mehrere der folgenden Kriterien gelten:

- störungsfreies Betriebsverhalten ist gewünscht oder erforderlich;
- Betrieb unter rauen Umgebungsbedingungen;
- verlängerte Lebensdauer.

Die Stufe P umfasst beispielsweise professionelle Geräte, Fernübertragungssysteme, industrielle Steuer- und Messsysteme sowie die meisten Automobilanwendungen, die außerhalb des Fahrgastraumes betrieben werden.

ANMERKUNG Z1 Die Produktklassifikationsstufe P entspricht der früheren Ausführung A und ersetzt diese.

Stufe R – Elektronische Geräte mit hohen Anforderungen an das Betriebsverhalten und die Zuverlässigkeit, für die zusätzlich zu den Kriterien der Stufe P die Anforderung an eine nachgewiesene Zuverlässigkeit und eine bestätigte Ausfallrate gilt.

Die Stufe R umfasst beispielsweise Geräte für Militär und Verteidigung sowie Luft- und Raumfahrtanwendungen.

ANMERKUNG Z2 Die Produktklassifikationsstufe R entspricht der früheren Ausführung E und ersetzt diese.

Die Produktklassifikationsstufen müssen in individuellen Bauartspezifikationen verwendet werden, abgesehen von Stufe P und Stufe R, die in kombinierten Bauartspezifikationen angewendet werden dürfen.

4 Bevorzugte Kennwerte

4.1 Allgemeines

Die Werte für die Bauartspezifikation sind bevorzugt aus den Angaben nach 4.2 bis 4.9 zu wählen.

4.2 Bauform und Maße

Form und Maße von Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen sind in Bild 1 dargestellt, wobei die bevorzugten Bauformen und deren entsprechende Maße in Tabelle 1 angegeben sind. Die Bauformbezeichnung für Schichtwiderstände mit axialen Drahtanschlüssen beginnt mit den Kennbuchstaben RA.

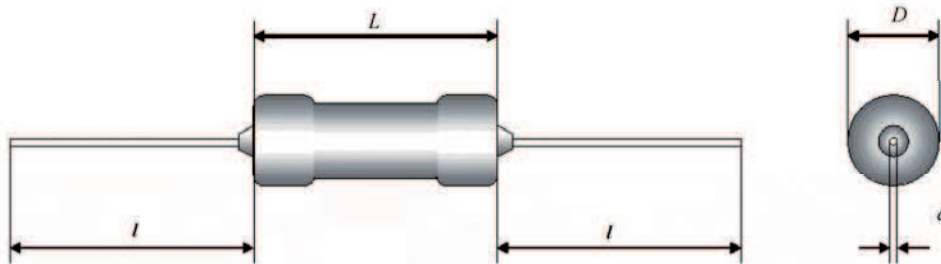


Bild 1 – Form und Maße von Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen

Tabelle 1 – Bevorzugte Bauformen für Widerstände mit axialen Drahtanschlüssen

Bauform ^a	Maße			
	Körperdurchmesser D^c mm	Körperlänge L^b mm	Anschlussdurchmesser d^d mm	Anschlusslänge $l_{\min}^e$ mm
RA_0204	$2^{+0}_{-0,7}$	$4^{+1,0}_{-1,0}$	0,5	21
RA_0207	$2^{+0,5}_{+0}$	$7^{+0,2}_{-2,0}$	0,6	21
RA_0309	$3^{+0}_{-0,5}$	$9^{+0,2}_{-2,5}$	0,7	21
RA_0411	$4^{+0}_{-1,0}$	$11^{+0,2}_{-3,5}$	0,7	21
RA_0414	$4^{+0,2}_{-0,5}$	$14^{+0,2}_{-4,0}$	0,8	21
RA_0617	$6^{+0,5}_{-1,0}$	$17^{+0,2}_{-4,0}$	0,8	21
RA_0922	$9^{+0,5}_{-3,0}$	$22^{+0,2}_{-5,0}$	0,8	21

^a Die Bauformbezeichnung wird durch ein drittes Zeichen für die Produkttechnologie nach 3.2 ergänzt: M = Metallschicht; G = Metallglasur; C = Kohleschicht; X = Metalloxid.
Beispiele für eine vollständige Bauformbezeichnung sind RAM0204, RAX0414.

^b Die Körperlänge des Widerstands L muss nach IEC 60294 gemessen werden; siehe 5.2.1.

^c Der Körperdurchmesser des Widerstands D ist mit einer Durchmesserlehre nach IEC 60294 zu ermitteln.

^d Nenndurchmesser der Anschlussdrähte d mit den zulässigen Grenzwerten nach IEC 60301.

^e Die Mindestanschlusslänge $l_{\min}$ gilt nur für die freie Anschlusslänge bei der Gurtverpackung nach IEC 60286-1.

In der Bauartspezifikation darf die zulässige Länge der sich auf die Drahtanschlüsse des Widerstands erstreckenden überschüssigen Schutzumhüllung festgelegt werden, wobei eines der alternativen Verfahren nach Bild 2 zu verwenden ist.

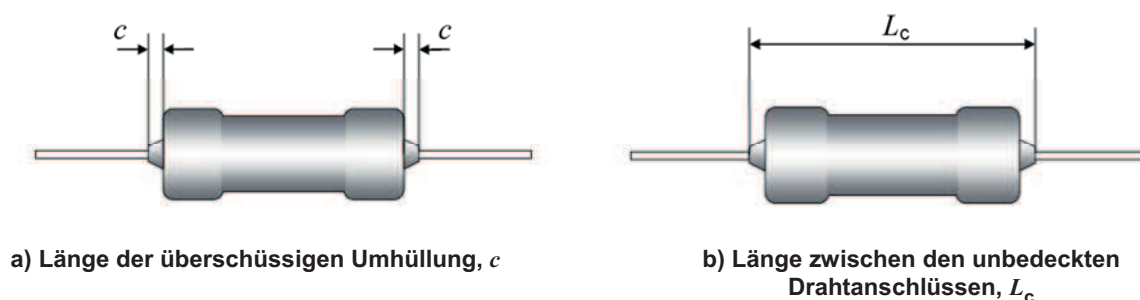
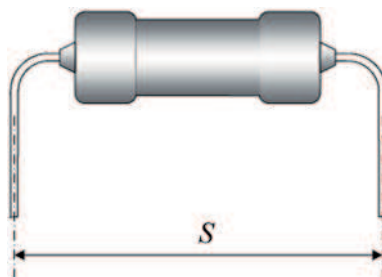


Bild 2 – Alternative Verfahren zur Festlegung der Länge der überschüssigen Schutzumhüllung auf Widerständen mit axialen Drahtanschlüssen

Die Länge der überschüssigen Schutzumhüllung, Maß c nach Bild 2 a), ist nach IEC 60294:2012, Abschnitt 4, unter Verwendung einer Lehrenplatte zu ermitteln, deren Dicke der höchstzulässigen Länge der überschüssigen Schutzumhüllung entspricht. Ein Verfahren zur Messung der Länge zwischen den unbedeckten Drahtanschlüssen, Maß L_c nach Bild 2 b), ist, sofern erforderlich, in der Bauartspezifikation festzulegen.

Eine zur Bauform und den Maßen der jeweiligen Produkte gehörende Abmessung ist der kleinstmögliche Normabstand zwischen den Mittellinien der um 90° von der Längsachse des Widerstandskörpers gebogenen Anschlussdrähte, der Abstand der Anschlussdrähte S nach Bild 3. Erfolgt das erforderliche Umbiegen der Anschlüsse während des Montageprozesses, dann definiert der Abstand S zugleich das Mindestrastermaß G der Leiterplattenbohrungen, in die der Widerstand mit waagrecht über der Leiterplattenoberfläche angeordnetem Körper montiert werden kann.

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



ANMERKUNG Das Maß S ist der Abstand zwischen den Mittellinien der gebogenen Drahtanschlüsse.

Bild 3 – Anschlussabstand von Widerständen mit gebogenen axialen Drahtanschlüssen

Wenn die Bauart 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.

4.3 Bevorzugte Klimakategorien

Die Schichtwiderstände mit Drahtanschlüssen nach dieser Norm werden entsprechend den allgemeinen Regeln in IEC 60068-1:2013, Anhang A, in Klimakategorien eingeteilt.

Die untere und die obere Kategorietemperatur und die Dauer der Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“ sind aus den folgenden Angaben zu wählen:

Untere Kategorietemperatur (LCT) -65 °C , -55 °C ; -40 °C ; -25 °C und -10 °C .

Obere Kategorietemperatur (UCT) 85 °C ; 100 °C ; 125 °C ; 155 °C ; 175 °C und 200 °C .

Dauer der Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“: 10, 21 und 56 Tage.

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

4.4 Widerstandswert

Siehe IEC 60115-1:2008, 2.3.2.

4.5 Grenzabweichungen vom Widerstandswert

Die bevorzugten Grenzabweichungen vom Widerstandswert sind:

$\pm 10\%$; $\pm 5\%$; $\pm 2\%$; $\pm 1\%$; $\pm 0,5\%$; $\pm 0,25\%$; $\pm 0,1\%$; $\pm 0,05\%$; $\pm 0,02\%$; $\pm 0,01\%$.

4.6 Bemessungsbelastbarkeit P_{70}

Die bevorzugten Werte der Bemessungsbelastbarkeit P_{70} für befestigte Widerstände bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C sind:

$0,063\text{ W}$; $0,125\text{ W}$; $0,25\text{ W}$; $0,5\text{ W}$; 1 W ; 2 W .

Die Bauartspezifikation muss die Bedingungen festlegen, unter denen die Bemessungsbelastbarkeit gilt.

Bild 4 zeigt die Form einer typischen Lastminderungskurve, die für Angaben zur erforderlichen Minderung der zulässigen Belastbarkeit bei Umgebungstemperaturen oberhalb der Bemessungstemperatur geeignet ist.

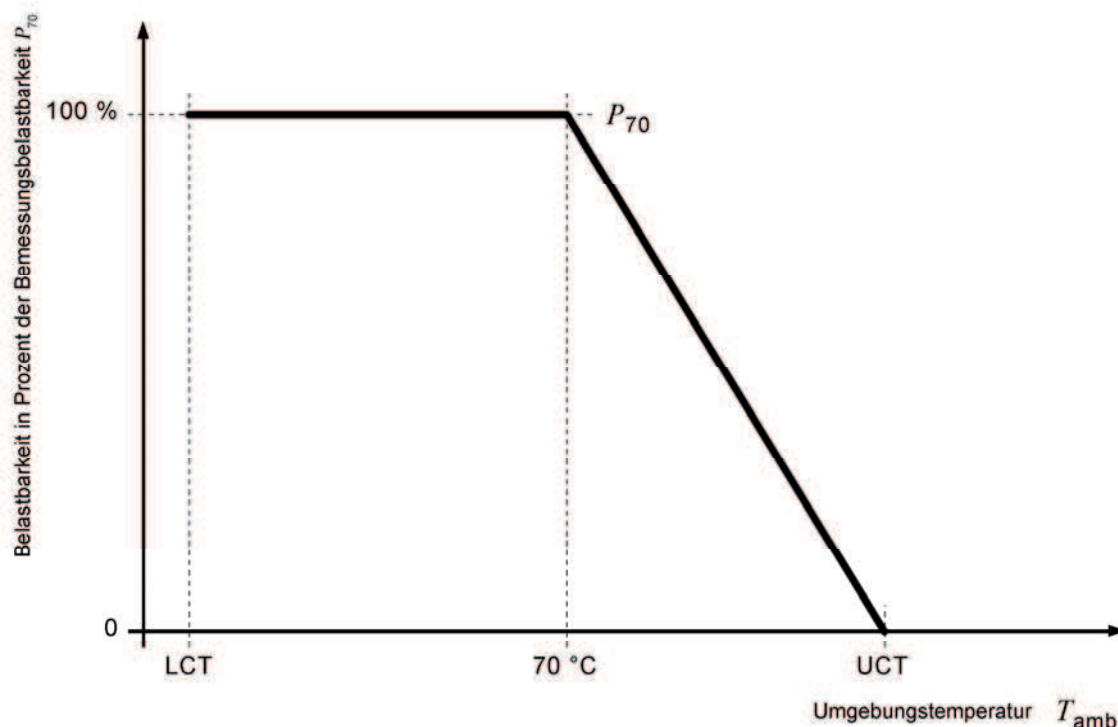


Bild 4 – Lastminderungskurve

Die obere Kategorietemperatur (UCT), die für Prüfverfahren verwendet wird, muss der höchsten Temperatur des Widerstandselementes (MET) entsprechen.

Alle End- und Knickpunkte der Lastminderungskurve müssen durch Prüfungen belegt werden.

4.7 Höchste zulässige Dauerspannung $U_{\max}$

Die Vorzugswerte der höchsten zulässigen Dauerspannung $U_{\max}$, Gleichspannung oder Wechselspannung (Effektivwert), sind:

50 V; 100 V; 200 V; 300 V; 500 V; 750 V; 1 000 V.

4.8 Isolationsspannung U_{ins}

Bei isolierten Widerständen sind die bevorzugten Werte für die Isolationsspannung U_{ins} , Gleichspannung oder Wechselspannung (Scheitelwert), wie folgt:

75 V; 150 V; 300 V; 500 V; 750 V; 1 100 V; 1 500 V.

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

4.9 Isolationswiderstand R_{ins}

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

ANMERKUNG Zu Anforderungen an den Isolationswiderstand R_{ins} nach Prüfungen siehe 6.3.

Die Prüfleiterplatten müssen $(1,6 \pm 0,1)$ mm dicke Glas-Epoxid-Träger sein, deren Leiter aus unverzinntem Kupfer bestehen und eine Nenndicke von 35 μm aufweisen. Falls erforderlich, dürfen in der Bauartspezifikation andere Werkstofffestlegungen getroffen und andere Grundausführungen angegeben werden.

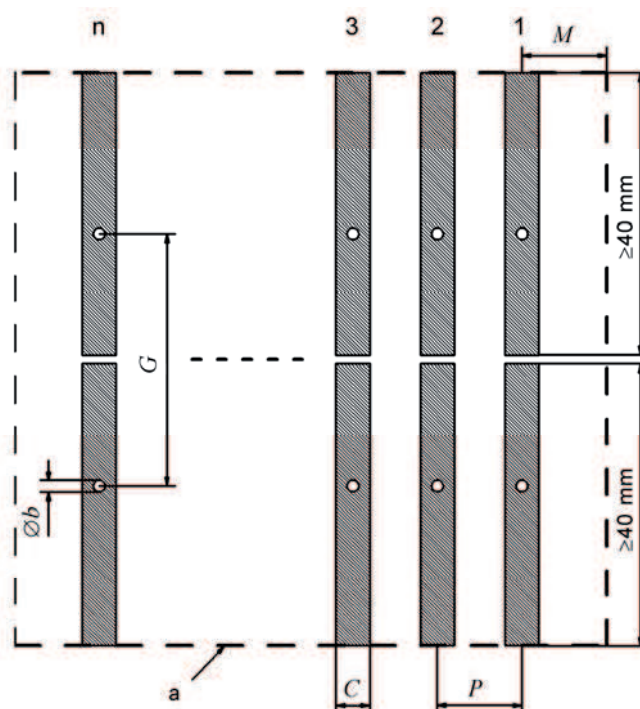
Tabelle 2 – Maße der Prüfleiterplatten

Bauform	b mm	G mm	C mm	P mm	M mm
RA_0204	$0,8 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$
RA_0207	$1,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$5,0 \pm 0,1$	$20,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$
RA_0309	$1,3 \pm 0,1$	$12,5 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$	$25,0 \pm 0,1$	$12,5 \pm 0,1$
RA_0411	$1,3 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$30,0 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$
RA_0414	$1,3 \pm 0,1$	$17,5 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$30,0 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$
RA_0617	$1,3 \pm 0,1$	$22,5 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$45,0 \pm 0,1$	$22,5 \pm 0,1$
RA_0922	$1,3 \pm 0,1$	$27,5 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$45,0 \pm 0,1$	$22,5 \pm 0,1$

Auf der Unterseite und auf inneren Lagen ist unter dem definierten Bereich keine metallische Fläche zulässig, mit Ausnahme eines einzigen geraden 0,3-mm-Leiters für jede Kelvin-Verbindung.

Sofern zutreffend, dürfen bei der Ausführung der Prüfleiterplatte auch beide Kelvin-Verbindungen zur selben Kante des definierten Bereichs verlaufen.

Prüfleiterplatten nach Bild 6 mit den entsprechenden Maßen nach Tabelle 2 dürfen für Prüfungen von Widerständen jeder Stabilitätsklasse $> 0,1$ mit einem Widerstandswert $\geq 100 \Omega$ verwendet werden oder für Prüfungen, bei denen die Messung des Widerstandswertes nicht erforderlich ist.



Legende

a Grenze des definierten Bereichs, für den die in Tabelle 2 angegebenen Maße gelten.



Kupferleiter

Bild 6 – Leiterbahnmuster für mechanische Prüfungen, Umgebungsprüfungen und elektrische Prüfungen, Standard-Verbindungen

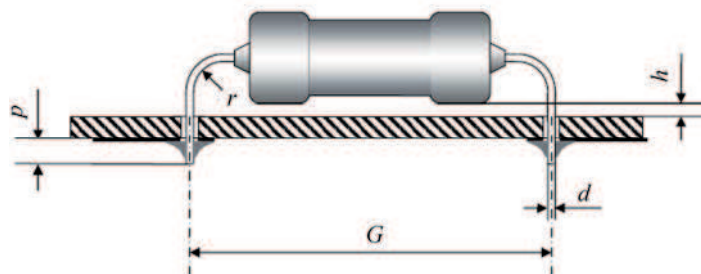
5.1.4 Montage der Bauelemente auf Prüfleiterplatten

Die Widerstände sind direkt in die Befestigungsbohrungen unter Verwendung einer 90°-Biegung der Drahtanschlüsse, wie in Bild 7 dargestellt, zu montieren, wobei folgende Einschränkungen zu berücksichtigen sind:

- a) Die Länge des geraden Abschnittes des Drahtanschlusses, der sich vom Widerstandskörper oder von der Schweißstelle bis zum Beginn des Biegeradius erstreckt, muss mindestens dem einfachen Durchmesser des Drahtanschlusses entsprechen.
- b) Der Biegeradius r , der auf der Innenseite der Anschlussbiegung gemessen wird, muss wie folgt betragen:
 - $r \geq 1,0 d$ 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 $d > 1,2 \text{ mm}$.
- c) Der Abstand h zwischen dem Widerstandskörper und der Oberfläche der Prüfleiterplatte muss wie folgt betragen:
 - $h \leq 0,25 \text{ mm}$ für Widerstände mit einer Bemessungsbelastbarkeit $P_{70} < 1 \text{ W}$,
 - $h = (1,75 \pm 0,25) \text{ mm}$ für Widerstände mit einer Bemessungsbelastbarkeit $P_{70} \geq 1 \text{ W}$.
- d) Der abgeschnittene Anschlussdraht muss im Lot erkennbar sein; die Austrittslänge p unter der Prüfleiterplatte muss wie folgt betragen:
 - $p \leq 2,5 \text{ mm}$.

ANMERKUNG 1 Die oben angegebenen Anforderungen basieren auf den Empfehlungen für die Ausführungsqualität nach IEC 61192-3.

ANMERKUNG 2 Besondere Erwägungen hinsichtlich eines Mindestabstands h können bei Widerständen mit einer hohen maximal zulässigen Dauerspannung erforderlich sein. Derartige Erwägungen und/oder Einschränkungen werden in der betreffenden Bauartspezifikation angegeben.



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

Bild 7 – Montage des Prüflings auf der Prüfleiterplatte

5.2 Prüfungen

5.2.1 Maße

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.4.2, mit folgenden Einzelheiten:

Die Länge des Widerstandskörpers muss nach IEC 60294:2012, 3.1, unter Verwendung einer 4 mm dicken Lehrenplatte gemessen werden.

Falls in der Bauartspezifikation festgelegt, muss entweder die Länge der überschüssigen Schutzumhüllung, Maß c in Bild 2 a), nach IEC 60294:2012, Abschnitt 4 ermittelt oder die Länge zwischen den unbedeckten

Drahtanschlüssen, Maß L_c in Bild 2 b), entsprechend den Angaben in der Bauartspezifikation gemessen werden.

5.2.2 Isolationswiderstand

Diese Prüfung ist nur bei isolierten Widerständen anzuwenden.

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.6.

Für die Messung des Isolationswiderstands ist ein geeignetes Verfahren nach IEC 60115-1:2008, 4.6, anzuwenden, vorzugsweise das V-Block-Verfahren nach IEC 60115-1:2008, 4.6.1.1.

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 den Prüfpunkt B bilden. Der V-förmige Metallblock, Prüfpunkt A, ist von oben mit einer angemessenen Klemmkraft anzuwenden.

5.2.3 Spannungsfestigkeit

Diese Prüfung ist nur bei isolierten Widerständen anzuwenden.

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.7.

Für die Messung des Isolationswiderstands ist ein geeignetes Verfahren nach IEC 60115-1:2008, 4.6, anzuwenden, vorzugsweise das V-Block-Verfahren nach IEC 60115-1:2008, 4.6.1.1.

5.2.4 Kurzzeitige Überlast

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.13, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling ist auf eine Prüfleiste nach 5.1.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.1.3 und 5.1.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, zu montieren. Die Prüfleiterplatte ist waagrecht zu befestigen und muss sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C) befinden.

Die für die Überlastprüfung bevorzugte Spannung beträgt:

$$U_{\text{test}} = 2,5 \cdot U_r = 2,5 \cdot \sqrt{P_{70} \cdot R_n}, \text{ begrenzt durch} \\ U_{\text{test max}} = 2 \cdot U_{\text{max}}$$

Dabei ist

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

Die bevorzugten Werte für die Belastungsdauer t_{load} sind 0,5 s; 1 s; 2 s; 5 s; 10 s. Die Dauer ist in der Bauartspezifikation so festzulegen, dass die erreichte Oberflächenspitzentemperatur mindestens 30 K über der höchsten Temperatur des Widerstandselementes liegt, die in dieser Norm der oberen Kategorietemperatur entspricht.

5.2.5 Temperaturerhöhung

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.14, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling ist auf eine Prüfleiste nach 5.1.2 oder eine Prüfleiterplatte nach 5.1.3 und 5.1.4, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, zu montieren. Die Prüfleiterplatte ist waagrecht zu befestigen und muss sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C) befinden.

5.2.6 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.16, mit folgenden Einzelheiten:

Die Prüfungen sind bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C) durchzuführen. Vor den Prüfungen sind die Prüflinge für mindestens 1 h bei Normalklima zu lagern.

Folgende Prüfungen sind anzuwenden.

- Die gesamte Stichprobe ist der Prüfung U_{a1} – Zug, wie in IEC 60115-1:2008, 4.16.2 festgelegt, zu unterziehen.
- Anschließend ist die Hälfte der Stichprobe der Prüfung U_b – Biegen, wie in IEC 60115-1:2008, 4.16.3 festgelegt, zu unterziehen, wobei jeweils zwei aufeinanderfolgende Biegungen in entgegengesetzter Richtung durchzuführen sind.
- Die andere Hälfte der Stichprobe ist der Prüfung U_c – Verdrehen, wie in IEC 60115-1:2008, 4.16.4 festgelegt, zu unterziehen, wobei Verfahren 1, Schärfegrad 2 anzuwenden ist.

ANMERKUNG Verfahren A nach IEC 60115-1:2008, 4.16.4, wird in IEC 60068-2-21:1999 sowie in späteren Ausgaben als Verfahren 1 bezeichnet.

5.2.7 Lötbarkeit

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.17, mit folgenden Einzelheiten:

Vor der Lötbarkeitsprüfung ist eine beschleunigte Alterung durchzuführen. Sofern in der betreffenden Bauartspezifikation nicht anders angegeben, ist die in IEC 60068-2-20:2008, 4.1.1 festgelegte Alterung 3a, (d. h. 4 h trockene Wärme bei 155 °C) anzuwenden. Nach der beschleunigten Alterung ist der Prüfling für mindestens 2 h, jedoch nicht mehr als 24 h in das Normalklima für Prüfungen zu bringen.

Sofern in der betreffenden Bauartspezifikation nicht ausdrücklich anders festgelegt, müssen die lötbaren Oberflächen der Drahtanschlüsse des Widerstands sowohl mit herkömmlichem SnPb-Lot als auch mit bleifreiem Lot verarbeitbar sein. Die Lötbarkeitsprüfung ist daher für beide Lötverfahren erforderlich.

Die Lötbarkeit mit herkömmlichem SnPb-Lot ist unter Verwendung des Lötbadverfahrens nach IEC 60068-2-20:2008, Prüfung Ta, mit folgendem Schärfegrad zu prüfen:

Lotlegierung: Sn60Pb40 oder Sn63Pb37;

Badtemperatur: $T_{\text{bath}} = (235 \pm 3) \text{ °C}$;

Tauchdauer: $t_{\text{imm}} = (2 \pm 0,2) \text{ s}$.

Die Lötbarkeit mit bleifreiem Lot ist unter Verwendung des Lötbadverfahrens nach IEC 60068-2-20:2008, Prüfung Ta, mit folgendem bevorzugten Schärfegrad zu prüfen:

Lotlegierung: Sn99,3Cu0,7;

Badtemperatur: $T_{\text{bath}} = (250 \pm 3) \text{ °C}$;

Tauchdauer: $t_{\text{imm}} = (3 \pm 0,3) \text{ s}$;

oder mit folgendem Schärfegrad:

Lotlegierung: Sn96,5Ag3,0Cu0,5;

Badtemperatur: $T_{\text{bath}} = (245 \pm 3) \text{ °C}$;

Tauchdauer: $t_{\text{imm}} = (3 \pm 0,3) \text{ s}$.

ANMERKUNG Bleifreie Lotlegierungen können nach ihren typischen Verarbeitungstemperaturen klassifiziert werden. Typische Lotlegierungen, die hauptsächlich für die Aufschmelzlötung verwendet werden, sind in der Klasse „Erhöhte Temperatur“ enthalten, wobei SnAgCu der meistverwendete Vertreter ist. SnCu-Lotlegierungen werden eher für die Wellenlötung verwendet und sind in der Klasse „Hochtemperatur“ enthalten.

Eine Wärmeabschirmung ist nur zu verwenden, wenn sie in der Bauartspezifikation vorgeschrieben ist.

5.2.8 Lötwärmebeständigkeit

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.18, mit folgenden Einzelheiten:

Die Lötwärmebeständigkeit ist unter Verwendung des Lötbadverfahrens nach IEC 60068-2-20:2008, Prüfung Tb, mit folgendem Schärfegrad zu prüfen:

Lotlegierung: eine beliebige SnPb- oder SnCu- oder SnAgCu- oder SnAg-Legierung;

Badtemperatur: $T_{\text{bath}} = (260 \pm 3) ^\circ\text{C}$;

Tauchdauer: $t_{\text{imm}} = (10 \pm 1) \text{ s}$.

Eine Wärmeabschirmung ist nur zu verwenden, wenn sie in der Bauartspezifikation vorgeschrieben ist.

5.2.9 Rascher Temperaturwechsel

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.19, mit folgenden Einzelheiten:

untere Temperatur: $T_A = \text{LCT}$;

obere Temperatur: $T_B = \text{UCT}$;

Anzahl der Zyklen: $n = 5$.

5.2.10 Rascher Temperaturwechsel, ≥ 100 Zyklen

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.19, mit folgenden Einzelheiten:

untere Temperatur: $T_A = \text{LCT}$;

obere Temperatur: $T_B = \text{UCT}$;

Anzahl der Zyklen: bevorzugte Werte für n sind 100; 200; 500; 1 000.

Die Bauartspezifikation darf in Abhängigkeit von der jeweiligen Bauform andere Werte für n festlegen.

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

5.2.11 Schwingen

Siehe IEC 60115-1:2008, 4.22, mit 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:

Frequenzbereich: $f_1 = 10 \text{ Hz}$ bis
 $f_2 = 2\,000 \text{ Hz}$;

Amplitude: $a = 200 \text{ m/s}^2$, begrenzt durch
 $\Delta r = 1,5 \text{ mm}$;

Dauer: $n = 10$ Frequenzzyklen je Achse (x, y, z),
woraus sich eine Prüfdauer $t_{\text{load}} = 2,5 \text{ h}$ je Achse ergibt.