

DIN EN 60115-8

ICS 31.040.10

Entwurf

Einsprüche bis 2021-04-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60115-8:2013-08

**Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik –
Teil 8: Rahmenspezifikation –
Oberflächenmontierbare (SMD) Festwiderstände
(IEC 40/2761/CD:2020);
Text Deutsch und Englisch**

Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 8: Sectional specification –
Fixed surface mount resistors
(IEC 40/2761/CD:2020);
Text in German and English

Résistances fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 8: Spécification intermédiaire –
Résistances fixes pour montage en surface
(IEC 40/2761/CD:2020);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-02-12 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 oder 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 185 Seiten

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

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 40/2761/CD:2020 „Fixed resistors for use in electronic equipment – Part 8: Sectional specification – Fixed surface mount 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 unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde 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.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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 EN 60115-8:2013-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Definitionen von Produkttechnologien und Produktklassifikationsstufen der Fachgrundspezifikation, IEC 60115 1:2020 wurden übernommen;

- b) die neue Bauform der Querwiderstände (RT) wurde in 3.1.5 und 4.2.2 hinzugefügt, um Widerstände mit breiten Anschlüssen abzudecken, die mittlerweile auf dem Markt üblich sind;
- c) die empfohlene Prüfleiterplatten in 5.2.2 wurden überarbeitet, so dass die Marktnachfrage nach Widerständen mit höherer Nennleistung erfüllt werden;
- d) die ‚Hochspannungsüberlast-Prüfung mit periodischen Impulsen‘ aus IEC 60115 1:2020, 8.3, wurde in 5.3.8 als standardmäßiges Prüfverfahren verwendet und ersetzt somit die ‚Überlastprüfung mit periodischen Impulsen‘ aus IEC 60115 1:2020, 8.4;
- e) die überarbeitete Lötbarkeitsprüfung aus IEC 60115 1:2020, 11.1, wurde in 5.3.21 und 5.3.22 übernommen;
- f) die kombinierte Lösemittelbeständigkeitsprüfung aus IEC 60115 1:2020, 11.3, wurde in 5.3.24 übernommen;
- g) die ‚Dauerprüfung bei Raumtemperatur‘ aus IEC 60115 1:2020, 7.2, wurde in 5.4.1 als optionale Prüfung übernommen;
- h) Die ‚Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen‘ aus IEC 60115 1:2020, 8.2, die mit der Impulsform 10/700 in 5.3.7 angewendet wurde, wird in 5.4.2 durch die optionale alternative Impulsform 1,2/50 ergänzt;
- i) Klimaprüfungen für den ‚Betrieb bei niedriger Temperatur‘ aus IEC 60115 1:2020, 10.2, und für ‚Feuchte Wärme, kontant, beschleunigte Prüfung‘ aus IEC 60115 1:2020, 10.4, wurden in 5.4.4 bzw. 5.4.5 übernommen;
- j) in 6.2 wird ein neuer Leitfaden für die Darstellung von Anforderungen an die Stabilität mit ihren zulässigen absoluten und relativen Abweichungen bereitgestellt;
- k) in 6.5 und in Anhang B wurden Abnahmekriterien für die Sichtprüfung hinzugefügt;
- l) in 6.5.3 und 7.2 wurde die Sichtprüfung für die primäre und umhüllende Verpackung hinzugefügt;
- m) die regelmäßige Bewertung von Anschlussbeschichtungen wurde in 9.8 als neues Thema für die Qualitätsbewertung hinzugefügt;
- n) die überarbeitete Prüfabschnittsnummerierung von IEC 60115 1:2020 wurde angewendet;
- o) Anhang B der alten Version wurde zum normativen Anhang A geändert, um anderen Rahmenspezifikationen zu entsprechen;
- p) ein informativer Anhang C wurde hinzugefügt, um die Anforderungen an die Arbeitsausführung für die Montage zusammenzufassen. Dieser gilt jedoch nicht für allgemeine oberflächenmontierbarer Festwiderstände, daher wird er in diesem Dokument leergelassen, aber reserviert;
- q) Anhang A der alten Version wurde zum normativen Anhang D geändert, um anderen Rahmenspezifikationen zu entsprechen;
- r) ein informativer Anhang E wurde hinzugefügt, um einen Leitfaden für optionale und/oder zusätzliche Prüfungen bereitzustellen;
- s) ein informativer Anhang F wurde hinzugefügt, um eine typische Temperaturerhöhung der empfohlenen Prüfleiterplatten bei der Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C zu zeigen;
- t) ein informativer Anhang G wurde hinzugefügt, um den Grund für extrem breite Kupfer-Leiterbahnen bei manchen empfohlenen Prüfleiterplatten zu erläutern;
- u) ein informativer Anhang X wurde hinzugefügt, um eine Verweisliste zum Vorgängerdokument dieser Spezifikation bereitzustellen.

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Produkttechnologien.....	10
3.3 Produktklassifikation.....	11
4 Bevorzugte Kennwerte	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Bauform und Maße.....	11
4.3 Bevorzugte Klimakategorien	15
4.4 Widerstandswert.....	15
4.5 Grenzabweichungen vom Widerstandswert.....	15
4.6 Bemessungsbelastbarkeit P_{70}	16
4.7 Höchste zulässige Dauerspannung $U_{\max}$	16
4.8 Isolationsspannung U_{ins}	16
4.9 Isolationswiderstand R_{ins}	17
5 Prüfungen und Prüfschärfegrade	17
5.1 Allgemeine Bedingungen für Prüfungen, auf die sich diese Spezifikation bezieht	17
5.2 Vorbehandlung der Prüflinge.....	17
5.3 Prüfungen	22
5.4 Optionale und/oder zusätzliche Prüfungen	31
6 Anforderungen an das Betriebsverhalten.....	34
6.1 Allgemeines	34
6.2 Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes bei Prüfungen	34
6.3 Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes	37
6.4 Temperaturerhöhung.....	37
6.5 Sichtprüfung	38
6.6 Lötbarkeit.....	38
6.7 Isolationswiderstand	39
6.8 Entflammbarkeit.....	39
7 Kennzeichnung, Verpackung und Bestellangaben	39
7.1 Kennzeichnung des Bauelements.....	39
7.2 Verpackung	39
7.3 Kennzeichnung der Verpackung	39
7.4 Bestellangaben.....	40
8 Bauartspezifikationen	40

	Seite
8.1 Allgemeines	40
8.2 Erforderliche Angaben in der Bauartspezifikation	40
9 Qualitätsbewertungsverfahren	42
9.1 Allgemeines	42
9.2 Definitionen	42
9.3 Bildung der Prüflose	43
9.4 Verfahren für zugelassene Bauelemente (IECQ AC)	44
9.5 Verfahren der Bauartanerkennung (QA)	44
9.6 Verfahren zur Befähigungsanerkennung (IECQ AC-C)	45
9.7 Verfahren zur Technikanerkennung (IECQ-AC-TC)	45
9.8 Regelmäßige Bewertung der Anschlussbeschichtungen	45
9.9 Verzögerte Auslieferung	45
9.10 Bestätigte Prüfberichte	45
9.11 Konformitätsbescheinigung (CoC)	45
Anhang A (normativ) Symbole und Abkürzungen	57
A.1 Symbole	57
A.2 Abkürzungen	60
Anhang B (normativ) Abnahmekriterien für die Sichtprüfung	62
B.1 Allgemeines	62
B.2 Kriterien für	62
B.3 Kriterien für	62
B.4 Kriterien für	62
Anhang C (informativ) Anforderungen an die Arbeitsausführung für die Montage von SMD-Widerständen	63
Anhang D (normativ) 0-Ω-Widerstände (Jumper)	64
D.1 Allgemeines	64
D.2 Bevorzugte Kennwerte	64
D.2 Prüfungen und Prüfschärfegrade	64
D.4 Anforderungen an das Betriebsverhalten	65
D.5 Kennzeichnung, Verpackung und Bestellangaben	65
D.6 Bauartspezifikation	66
D.7 Qualitätsbewertungsverfahren	66
Anhang E (informativ) Leitfaden für die Anwendung von optionalen und/oder zusätzlichen Prüfungen	67
E.1 Allgemeines	67
E.2 Dauerprüfung bei Raumtemperatur	67
E.3 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen	68
E.4 Überlastprüfung mit periodischen Impulsen	68
E.5 Betrieb bei niedriger Temperatur	69

	Seite
E.6 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung	70
Anhang F (informativ) Temperaturerhöhung der empfohlenen Prüfliterplatten bei der Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C	72
F.1 Allgemeines	72
F.2 Position der angegebenen Widerstandstemperatur bei der Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C.....	72
F.2.1 Simulationsmodell	72
F.2.2 Simulationsergebnis	74
F.2.3 Geeignete Position zur Bestimmung der Widerstandstemperatur bei der Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C	75
F.3 Zugeführte Leistung jeder empfohlenen Prüfliterplatte und Temperaturerhöhung bei der Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C	75
F.3.1 Vorsichtsmaßnahmen.....	75
F.3.2 Daten zur Temperaturerhöhung bei RR-Widerständen (Simulation)	76
F.3.3 Daten zur Temperaturerhöhung bei RT-Widerständen (Simulation)	80
F.3.4 Daten zur Temperaturerhöhung bei RC-Widerständen (Simulation)	82
Anhang G (informativ) Grund für die Auswahl von Prüfliterplatten mit extrem breiten Leiterbahnen für Widerstände mit hoher Leistung	85
G.1 Allgemeines	85
G.2 Simulationsbeispiel für eine empfohlene Prüfliterplatte für einen RR3263M-Widerstand entsprechend den Nutzungsbedingungen.....	85
G.3 Temperaturerhöhung, wenn kein effizientes Kühlsystem vorhanden ist.....	87
G.4 Maße einer empfohlenen Prüfliterplatte, wenn die Nennleistung weiter erhöht werden muss	88
Anhang X (informativ) Verweisliste zum Vorgängerdokument dieser Spezifikation.....	90
Literaturhinweise.....	93
Bilder	
Bild 1 – Form und Maße von rechteckigen (RR-)Widerständen.....	11
Bild 2 – Form und Maße von Querwiderständen (RT).....	12
Bild 3 – Form und Maße von zylindrischen (RC-)Widerständen	13
Bild 4 – Form und Maße von drahtgewickelten (RW-)Widerständen	14
Bild 5 – Lastminderungskurve auf Grundlage der Umgebungstemperatur	16
Bild 6 – Grundlegendes Aussehen der empfohlenen Prüfliterplatte.....	18
Bild 7 – Leiterbahnmuster für mechanische Prüfungen, Umgebungsprüfungen und elektrische Prüfungen, Kelvin-(4-Punkt-)Verbindungen	20
Bild 8 – Anschluss der Spannungsmessleitung für die Kelvin-(4-Punkt-)Verbindungen bei Prüflingen mit einem Nennwert des Widerstands kleiner als 100 mΩ	21
Bild 9 – Leiterbahnmuster für mechanische Prüfungen, Umgebungsprüfungen und elektrische Prüfungen	21
Bild 10 – Lastabsenkungskurve auf Grundlage der Anschlussteiltemperatur	22
Bild F.1 – Simulationsmodell	73
Bild F.2 – Simulationsergebnis	75
Bild F.3 – Lastabsenkungskurve mit Anschlussteiltemperatur auf der X-Achse	76

	Seite
Bild F.4 – RR0402M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	77
Bild F.5 – RR0603M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	77
Bild F.6 – RR1005M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	77
Bild F.7 – RR1608M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	78
Bild F.8 – RR2012M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	78
Bild F.9 – RR3216M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	78
Bild F.10 – RR3225M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	79
Bild F.11 – RR4532M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	79
Bild F.12 – RR5025M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	79
Bild F.14 – RT0510M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	80
Bild F.15 – RT0816M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	80
Bild F.16 – RT1220M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	81
Bild F.17 – RT1632M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	81
Bild F.18 – RT3245M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	81
Bild F.19 – RT2550M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	82
Bild F.20 – RT3263M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	82
Bild F.21 – RC1608M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	82
Bild F.22 – RC2012M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	83
Bild F.23 – RC2211M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	83
Bild F.24 – RC3514M, RC3715M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	83
Bild F.25 – RC5922M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	84
Bild F.26 – RC6123M: Verhältnis zwischen Leistung und Temperatur bei 70 °C.....	84
Bild G.1 – Simulationsmodell der empfohlenen Prüfliterplatte.....	86
Bild G.2 – Simulationsmodell einer Leiterplatte mit hoher Wärmeableitungsfähigkeit.....	87
Bild G.3 – Simulationsmodell einer Leiterplatte mit geringer Wärmeableitungsfähigkeit.....	88
Bild G.4 – Maße der empfohlenen Prüfliterplatte in Tabelle G.1.....	89

Tabellen

Tabelle 1 – Bevorzugte Bauformen von rechteckigen (RR-)Widerständen.....	12
Tabelle 2 – Bevorzugte Bauformen von Querverwiderständen (RT).....	13
Tabelle 3 – Bevorzugte Bauformen von zylindrischen (RC-)Widerständen.....	14
Tabelle 4 – Bevorzugte Bauformen von drahtgewickelten (RW-)Widerständen.....	15
Tabelle 5 – Maße von Prüfliterplatten für RR-Widerstände.....	19
Tabelle 6 – Maße von Prüfliterplatten für RT-Widerstände.....	19
Tabelle 7 – Maße von Prüfliterplatten für RC-Widerstände.....	20
Tabelle 8 – Bevorzugte erhöhte Überlastbedingungen.....	25
Tabelle 9 – Prüfkraft für die Scherprüfung.....	27
Tabelle 10 – Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes bei Prüfungen.....	36
Tabelle 11 – Zulässige Änderung des Widerstandswertes aufgrund einer Temperaturänderung.....	37
Tabelle 12 – Prüfplan für die Bauartanerkennung.....	46

	Seite
Tabelle 13 – Prüfplan für die Qualitätskonformitätsprüfungen	52
Tabelle E.1 – Implementierung der Dauerprüfung bei Raumtemperatur	67
Tabelle E.2 – Implementierung der Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen	68
Tabelle E.3 – Implementierung der Überlastprüfung mit periodischen Impulsen	69
Tabelle E.4 – Implementierung der Prüfung des Betriebs bei niedriger Temperatur	70
Tabelle F.1 – Maße des Simulationsmodells	74
Tabelle F.2 – Bei der Simulation verwendete Werte der physikalischen Eigenschaften	74
Tabelle G.1 – Maße der empfohlenen Prüfleiterplatten zur Erhöhung der Nennleistung	89
Tabelle X.1 – Verweisliste zu den Abschnitten	90
Tabelle X.2 – Verweisliste zu den Bildern	92
Tabelle X.3 – Verweisliste zu den Tabellen	92

Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 8: Rahmenspezifikation – Oberflächenmontierbare (SMD) Festwiderstände

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60115 gilt für oberflächenmontierbare SMD (en: surface mount device)-Festwiderstände zur Verwendung in Geräten der Elektronik.

Diese Widerstände werden üblicherweise nach Bauarten (unterschiedliche geometrische Formen) und Bauformen (unterschiedliche Maße) sowie nach der Produkttechnologie beschrieben. Diese Widerstände haben metallisierte Anschlüsse und sind hauptsächlich für die direkte Montage 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 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 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 60115 1:2020, *Fixed resistors for use in electronic equipment - Part 1: Generic specification*

IEC 60286-3:2019, *Packaging of components for automatic handling - Part 3: Packaging of surface mount components on continuous tapes*

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

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60115-1:2020, 3.1 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

zylindrischer (RC-)Widerstand

mechanische Konstruktion eines Bauelements mit metallischen Anschlüssen zu beiden Seiten entlang der Längsachse des zylindrischen Bauelementekörpers

ANMERKUNG 1 zum Begriff: Diese Produktreihe wird allgemein als MELF bezeichnet. Sie unterscheiden sich jedoch von und stehen in keiner Beziehung zu MELF-Dioden.

3.1.2

Lastabsenkungskurve

Kurve, die die maximal zulässige Belastbarkeit bei Anschlussteiltemperaturen zwischen der oberen und unteren Kategorietemperatur darstellt

3.1.3

rechteckiger (RR-)Widerstand

mechanische Konstruktion eines Bauelements mit metallischen Anschlüssen zu beiden Seiten entlang der Längsachse des rechteckigen Bauelementekörpers

3.1.4

Anschlussteiltemperatur

ϑ_t

Temperatur, die am Anschlussteil oder dem Verbindungsteil des Widerstands gemessen wird, der im Allgemeinen an die Leiterplatte angeschweißt ist

3.1.5

Querwiderstand (RT)

mechanische Konstruktion eines Bauelements mit metallischen Anschlüssen zu beiden Seiten entlang der Querachse des rechteckigen Bauelementekörpers

3.1.6

drahtgewickelter (RW-)Widerstand

Bauelement, das drahtgewickelte Elemente im Bauelementekörper nutzt, deren mechanische Konstruktion von der erforderlichen Spezifikation abhängig ist

3.2 Produkttechnologien

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

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die folgenden, in IEC 60115-1:2020, 3.2, beschriebenen Produkttechnologien:

- Metallschichttechnologie;
- Metallglasurtechnologie;
- Kohlenstoffschichttechnologie;
- Drahtwiderstände;
- Metallfolientechnologie;
- Metallbandtechnologie.

3.3 Produktklassifikation

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

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die folgenden Produktklassifikationsstufen nach IEC 60115-1:2020, 3.4:

- Stufe G – Elektronische Geräte für den allgemeinen Gebrauch;
- Stufe P – Elektronische Geräte mit hohen Anforderungen an das Betriebsverhalten;
- Stufe R – Elektronische Geräte mit hohen Anforderungen an das Betriebsverhalten und die Zuverlässigkeit.

4 Bevorzugte Kennwerte

4.1 Allgemeines

Die Werte für die Bauartspezifikation müssen bevorzugt aus den folgenden Angaben gewählt werden:

4.2 Bauform und Maße

4.2.1 Bevorzugte Bauformen und Außenmaße von rechteckigen (RR-)Widerständen

Form und Maße von rechteckigen Widerständen sind in Bild 1 dargestellt, wobei die bevorzugten Bauformen und deren entsprechende Maße in Tabelle 1 angegeben sind. Die Bauformbezeichnung für rechteckige Widerstände beginnt mit RR.

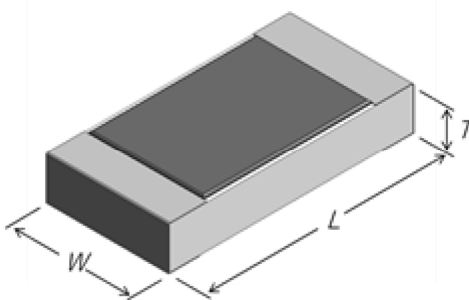


Bild 1 – Form und Maße von rechteckigen (RR-)Widerständen

Tabelle 1 – Bevorzugte Bauformen von rechteckigen (RR-)Widerständen

Bauform		Maße		
metrisch	zöllig ^a	Länge <i>L</i> mm	Breite <i>W</i> mm	Höhe <i>T</i> mm
RR0402M	RR01005	0,4 ± 0,02	0,2 ± 0,02	0,13 ± 0,02
RR0603M	RR0201	0,6 ± 0,03	0,3 ± 0,03	0,23 ± 0,03
RR1005M	RR0402	1,0 ± 0,05	0,5 ± 0,05	0,35 ± 0,05
RR1608M	RR0603	1,6 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,45 ± 0,1
RR2012M	RR0805	2,0 ± 0,1	1,25 ± 0,15	0,5 ^{+0,15 -0,10}
RR3216M	RR1206	3,2 ± 0,2	1,6 ± 0,15	0,55 ± 0,1
RR3225M	RR1210	3,2 ± 0,2	2,5 ± 0,2	0,55 ± 0,1
RR4532M	RR1812	4,6 ± 0,2	3,2 ± 0,2	0,55 ± 0,1
RR5025M	RR2010	5,0 ± 0,2	2,5 ± 0,2	0,55 ± 0,2
RR6332M	RR2512	6,3 ± 0,2	3,2 ± 0,2	0,55 ± 0,2
ANMERKUNG RR3245M in der alten Ausgabe dieses Dokuments wurde in Tabelle 2 verschoben und die neue Bauform heißt RT3245M.				
^a Historische Bauformbezeichnung, nur zu Information.				

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

4.2.2 Bevorzugte Bauformen und Außenmaße von Querwiderständen (RT)

Form und Maße von Querwiderständen sind in Bild 2 dargestellt, wobei die bevorzugten Bauformen und deren entsprechende Maße in Tabelle 2 angegeben sind. Die Bauformbezeichnung für Querwiderstände beginnt mit RT.

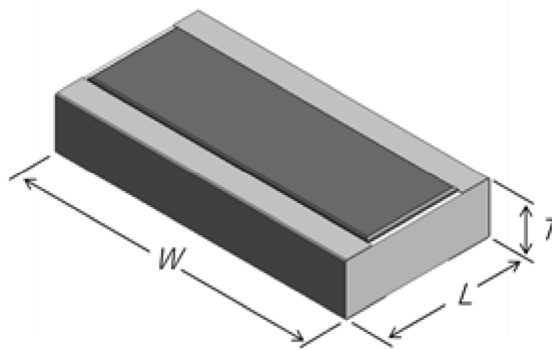


Bild 2 – Form und Maße von Querwiderständen (RT)

Tabelle 2 – Bevorzugte Bauformen von Querwiderständen (RT)

Bauform		Maße		
metrisch	zöllig ^a	Länge <i>L</i> mm	Breite <i>W</i> mm	Höhe <i>T</i> mm
RT0510M	RT0204	0,5 ± 0,05	1,0 ± 0,05	0,35 ± 0,05
RT0816M	RT0306	0,8 ± 0,1	1,6 ± 0,1	0,45 ± 0,1
RT1220M	RT0508	1,25 ± 0,15	2,0 ± 0,15	0,55 ± 0,15
RT1632M	RT0612	1,6 ± 0,2	3,2 ± 0,3	0,55 ± 0,15
RT2550M	RT1020	2,5 ± 0,2	5,0 ± 0,2	0,55 ± 0,2
RT3245M	RT1218	3,2 ± 0,25	4,6 ± 0,2	0,55 ± 0,15
RT3263M	RT1225	3,2 ± 0,25	6,3 ± 0,3	0,55 ± 0,2

^a Historische Bauformbezeichnung, nur zu Information.

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

ANMERKUNG RR3245M und RR1218 aus Ausgabe 2 dieses Dokuments wurden zu RT3245M und RT1218 geändert, da der neue Name für Querwiderstände (RT) genormt wurde.

4.2.3 Bevorzugte Bauformen und Außenmaße von zylindrischen (RC-)Widerständen

Form und Maße von zylindrischen Widerständen sind in Bild 3 dargestellt, wobei die bevorzugten Bauformen und deren entsprechende Maße in Tabelle 3 angegeben sind. Die Bauformbezeichnung für zylindrische Widerstände beginnt mit RC.

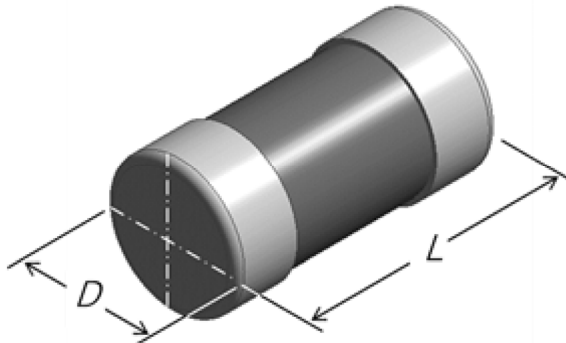


Bild 3 – Form und Maße von zylindrischen (RC-)Widerständen

Tabelle 3 – Bevorzugte Bauformen von zylindrischen (RC-)Widerständen

Bauform	Maße	
metrisch	Länge L mm	Durchmesser D mm
RC1610M	$1,6^{+0,10}_{-0,05}$	$1,0^{+0,15}_{-0,05}$
RC2012M	$2,0 \pm 0,1$	$1,25^{+0,2}_{-0,1}$
RC2211M	$2,2^0_{-0,3}$	$1,1^0_{-0,10}$
RC3514M	$3,5 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,2$
RC3715M	$3,7^0_{-0,4}$	$1,5^{+0,1}_{-0,3}$
RC5922M	$5,9 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,2$
RC6123M	$6,1^0_{-0,9}$	$2,3^{+0,2}_{-0,4}$

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

4.2.4 Bevorzugte Bauformen und Außenmaße von drahtgewickelten (RW-)Widerständen

Form und Maße von drahtgewickelten (RW-)Widerständen sind in Bild 4 dargestellt, wobei die bevorzugten Bauformen und deren entsprechende Maße in Tabelle 4 angegeben sind. Die Bauformbezeichnung für drahtgewickelte Widerstände beginnt mit RT.

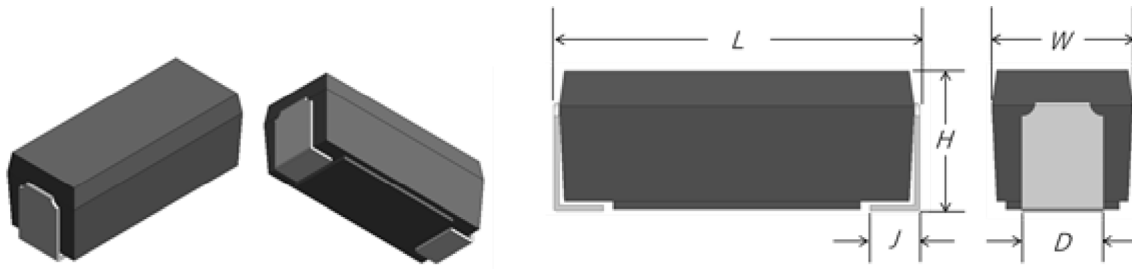


Bild 4 – Form und Maße von drahtgewickelten (RW-)Widerständen

Tabelle 4 – Bevorzugte Bauformen von drahtgewickelten (RW-)Widerständen

Bauform		Maße										
metrisch	zöllig ^a	Länge <i>L</i> mm		Breite <i>W</i> mm		Höhe <i>T</i> mm		Anschluss- breite <i>D</i> mm		Länge der Anschluss- Auflagefläch e <i>J</i> mm		Masse ^b mg
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	max.
RW0503 M	RW20 12	4,6	5,6	2,0	3,6	2,0	3,6	1,0	2,0	0,7	1,4	120
RW0704 M	RW25 15	5,7	8,0	3,0	4,5	2,4	4,5	1,0	3,0	0,8	1,6	250
RW1107 M	RW45 27	9,8	12,5	5,5	7,5	3,9	6,0	1,8	5,6	1,4	2,8	1 000
RW1607 M	RW69 27	14,5	19,0	5,5	7,5	5,5	7,5	3,0	5,8	1,4	2,8	2 000
^a Historische Bauformbezeichnung, nur zu Information.												
^b Nur zur Information.												

Weitere Einzelheiten zu drahtgewickelten (RW-)Widerständen müssen in der Bauartspezifikation beschrieben werden.

4.3 Bevorzugte Klimakategorien

Die oberflächenmontierbaren Festwiderstände nach dieser Spezifikation 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“ müssen aus den folgenden Angaben gewählt werden:

Untere Kategorietemperatur (LCT) –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 60115-1:2020, 4.2.2.

Die Reihe der Widerstandswerte sollte vorzugsweise entsprechend der Grenzabweichung vom Widerstandswert ausgewählt werden, wie in IEC 60063:2015, Tabelle 3, empfohlen.

4.5 Grenzabweichungen vom Widerstandswert

Die bevorzugten Grenzabweichungen vom Widerstandswert sind:

±10 %; ±5 %; ±2 %; ±1 %; ±0,5 %; ±0,25 %; ±0,1 %; ±0,05 %; ±0,02 %; ±0,01 %; 0/–30 %; 0/–20 % und 0/–10 %.

4.6 Bemessungsbelastbarkeit P_{70}

Die bevorzugten Werte der Bemessungsbelastbarkeit P_{70} für befestigte Widerstände bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C sind: 0,016 W; 0,032 W; 0,05 W; 0,063 W; 0,1 W; 0,125 W; 0,25 W; 0,33 W; 0,4 W; 0,5 W; 0,75 W; 1 W; 2 W und 3 W.

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

Bild 5 zeigt die Form einer typischen Lastminderungskurve, die für Angaben zur erforderlichen Minderung der zulässigen Belastbarkeit bei Umgebungstemperaturen oberhalb der Nenntemperatur geeignet ist.

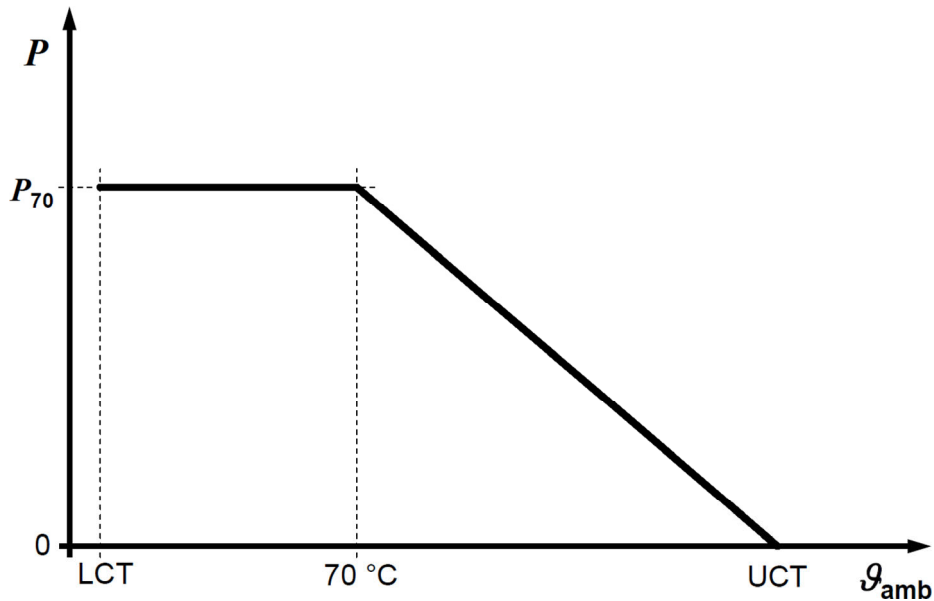


Bild 5 – Lastminderungskurve auf Grundlage der Umgebungstemperatur

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

Alle End- und Knickpunkte der Lastminderungskurve müssen durch Prüfungen belegt werden, durchgeführt mit den in 5.2.2.2 festgelegten Prüfliterplatten.

4.7 Höchste zulässige Dauerspannung $U_{\max}$

Die Vorzugswerte der höchsten zulässigen Dauerspannung $U_{\max}$, Gleichspannung oder Wechselspannung (Effektivwert), werden von der Normzahlenreihe R10 von ISO 3 übernommen: 12,5 V; 15 V; 25 V; 50 V; 75 V; 100 V; 150 V; 200 V; 300 V und 500 V.

4.8 Isolationsspannung U_{ins}

Bei isolierten Widerständen werden die Vorzugswerte der Spitzenisolationsspannung U_{ins} (Gleichspannung oder Wechselspannung) von der Normzahlenreihe R10 von ISO 3 übernommen: 75 V; 100 V; 200 V; 300 V und 500 V.

Die festgelegte Isolationsspannung U_{ins} darf nicht weniger als die Spitzenspannung (Wechselspannung), 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 Anforderungen an den Isolationswiderstand R_{ins} nach Prüfungen siehe 6.7.

5 Prüfungen und Prüfschärfegrade

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

5.2 enthält detaillierte Festlegungen für die Vorbehandlung 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.

5.3 enthält detaillierte Festlegungen 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.

5.4 enthält detaillierte Festlegungen 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 Bauartspezifikation zur Abdeckung besonderer Anforderungen vorgesehen. Jede Festlegung einer solchen zusätzlichen Prüfung muss von der Festlegung 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 Einführung dieser optionalen und/oder zusätzlichen Prüfungen in die Prüfpläne.

Sofern nicht anders vorgeschrieben, müssen die festgelegten Prüfungen unter Normalklima nach IEC 60115-1:2020, 5.2.3, durchgeführt werden.

Sofern nicht anders vorgeschrieben, müssen die Grenzwertabweichungen der festgelegten Prüfparameter nach IEC 60115-1:2020, 5.3, angewendet werden.

5.2 Vorbehandlung der Prüflinge

5.2.1 Trocknung

Verfahren 1 nach IEC 60115-1:2020, 5.4, muss angewendet werden.

5.2.2 Montage der Bauelemente auf Prüfleiterplatten

5.2.2.1 Allgemeines

Oberflächenmontierbare Festwiderstände müssen unter Anwendung der Montagevorschriften aus 5.2.2.2 auf einer Prüfleiterplatte mit dem in 5.2.2.3 festgelegten Leiterbahnmuster montiert werden.

Die Bestimmungen nach IEC 60115-1:2020, 5.5.2, müssen angewendet werden.

5.2.2.2 Festlegung von Prüfleiterplatten

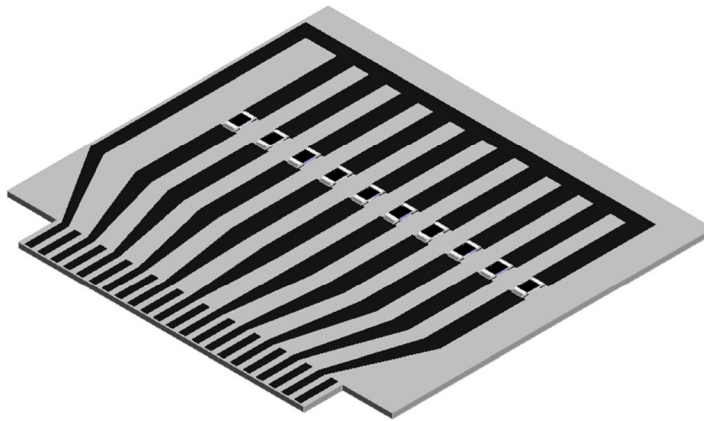
Sofern nicht anders festgelegt, müssen die Prüfleiterplatten Epoxidharz-Glasfaser-Träger sein, deren Leiter aus unverzinntem Kupfer bestehen, und eine festgelegte Dicke aufweisen.

Die Dicke der empfohlenen Prüfleiterplatte beträgt üblicherweise $(1,6 \pm 0,1)$ mm, doch für RR0402M müssen besondere Leiterplatten mit $(0,8 \pm 0,1)$ mm verwendet werden, da extrem kleine Widerstände mit geringer Wärmeentwicklung bei der Prüfung keine geeignete Temperaturerhöhung aufweisen werden.

E DIN EN 60115-8:2021-03

Die Nenndicke der Kupferleiterbahn muss 35 µm betragen. Für RR0402M und RR0603M muss jedoch eine besondere Kupferleiterbahndicke von 12 µm verwendet werden, um die erforderliche Temperaturerhöhung zu erreichen, und für RT2550M und RT3263M muss eine Kupferleiterbahndicke von 70 µm verwendet werden, um die übermäßige Temperaturerhöhung zu dämpfen.

Sofern nicht anders angegeben, muss der zentrale Bereich der Prüfleiterplatten dem in Bild 7 oder Bild 9 dargestellten Leiterbahnmuster entsprechen. Außerhalb des definierten Bereichs sollten die Leiterbahnen nicht breiter sein als für innen vorgeschrieben. Die Gesamtgröße der Leiterplatte, die Steckverbinder-Bauform, die Verwendung der Lötmaske und die Anzahl der Prüflinge auf jeder Leiterplatte liegen im Ermessen des Prüfleiters und unterliegen der Genehmigung durch die zuständige Zertifizierungsstelle. Das übliche Aussehen einer Prüfleiterplatte ist in Bild 6 dargestellt.



Legende

-  Leiterbahnen (Kupferleiterbahn)
-  Epoxidharz-Glasfaser-Literplatte

Bild 6 – Grundlegendes Aussehen der empfohlenen Prüfleiterplatte

In der Bauartspezifikation dürfen andere Werkstofffestlegungen getroffen und andere Grundauführungen angegeben werden als für den Umfang der darin abgedeckten Bauelemente technisch erforderlich ist.

Prüfleiterplatten mit Kelvin-(4-Punkt-)Verbindungen nach Bild 7 und den Maßen nach Tabelle 5, Tabelle 6 und Tabelle 7 müssen für Prüfungen von Widerständen einer Stabilitätsklasse 0,1 oder weniger und mit einem Widerstandswert des Prüflings von weniger als 100 Ω verwendet werden.

Prüfleiterplatten nach Bild 9 mit den Maßen nach Tabelle 5, Tabelle 6 und Tabelle 7 dürfen für Prüfungen von Widerständen jeder Stabilitätsklasse über 0,1 mit einem Widerstandswert des Prüflings von 100 Ω oder höher oder für Prüfungen verwendet werden, bei denen die Messung des Widerstandswertes nicht erforderlich ist.

Weitere Einzelheiten zu drahtgewickelten (RW-)Widerständen müssen in der Bauartspezifikation beschrieben werden. Die für RW-Widerstände anwendbaren Prüfleiterplatten müssen in den entsprechenden Normen festgelegt werden.

Tabelle 5 – Maße von Prüfliterplatten für RR-Widerstände

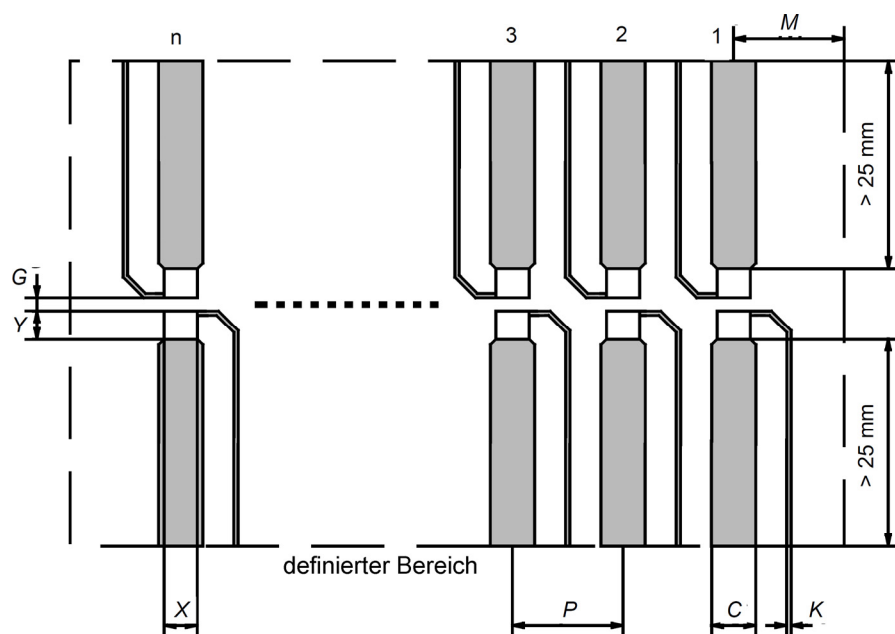
Bauform	X mm	Y mm	G mm	C mm	K mm	P mm	M mm
RR0402M	0,3 ± 0,05	0,26 ± 0,05	0,18 ± 0,05	0,2 ± 0,05	0,15 ± 0,05	2 ± 0,05	$M = P$
RR0603M	0,4 ± 0,05	0,4 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,15 ± 0,05	3 ± 0,05	$M = P$
RR1005M	0,7 ± 0,05	0,6 ± 0,05	0,5 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,15 ± 0,05	5,0 ± 0,05	$M = P$
RR1608M	1,0 ± 0,05	1,1 ± 0,05	0,6 ± 0,05	0,5 ± 0,05	0,2 ± 0,05	5,0 ± 0,05	$M = P$
RR2012M	1,6 ± 0,1	1,3 ± 0,1	0,6 ± 0,1	2,5 ± 0,1	0,2 ± 0,1	5,0 ± 0,1	$M = P$
RR3216M	2,0 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1	0,2 ± 0,1	5,0 ± 0,1	$M = P$
RR3225M	2,9 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1	5,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	10,0 ± 0,1	$M = P$
RR4532M	3,6 ± 0,1	1,8 ± 0,1	2,3 ± 0,1	10,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	15,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1
RR5025M	2,9 ± 0,1	1,8 ± 0,1	2,7 ± 0,1	10,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	15,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1
RR6332M	3,6 ± 0,1	1,8 ± 0,1	3,8 ± 0,1	15,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	20,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1
ANMERKUNG Die Maße von Prüfliterplatten für RC-Widerstände, die in der vorherigen Ausgabe in dieser Tabelle aufgeführt waren, wurden in Tabelle 7 verschoben.							
Auf der Unterseite und auf inneren Lagen ist unter dem definierten Bereich keine metallische Fläche zulässig, mit Ausnahme eines einzigen geraden Spannungsmessleiters mit einer maximalen Breite von 0,3 mm für jede Kelvin-Verbindung.							
Sofern zutreffend, dürfen bei der Ausführung der Prüfliterplatte auch beide Spannungsmessleiter zur selben Kante des definierten Bereichs verlaufen.							

Tabelle 6 – Maße von Prüfliterplatten für RT-Widerstände

Bauform	X mm	Y mm	G mm	C mm	K mm	P mm	M mm
RT0510M	1,1 ± 0,05	0,55 ± 0,05	0,2 ± 0,05	3,0 ± 0,1	0,15 ± 0,05	10,0 ± 0,1	$M = P$
RT0816M	1,7 ± 0,1	0,75 ± 0,05	0,3 ± 0,05	7,5 ± 0,1	0,15 ± 0,05	10,0 ± 0,1	$M = P$
RT1220M	2,2 ± 0,1	0,9 ± 0,05	0,25 ± 0,05	15,0 ± 0,1	0,2 ± 0,05	20,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1
RT1632M	3,4 ± 0,1	1,0 ± 0,05	0,6 ± 0,1	12,5 ± 0,1	0,2 ± 0,1	15,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1
RT3245M	5,0 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1	15,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	20,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1
RT2550M	5,2 ± 0,1	1,4 ± 0,1	0,7 ± 0,1	20,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	25,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1
RT3263M	6,3 ± 0,1	1,15 ± 0,1	1,6 ± 0,1	32,5 ± 0,1	0,2 ± 0,1	35,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1
Auf der Unterseite und auf inneren Lagen ist unter dem definierten Bereich keine metallische Fläche zulässig, mit Ausnahme eines einzigen geraden Spannungsmessleiters mit einer maximalen Breite von 0,3 mm für jede Kelvin-Verbindung.							
Sofern zutreffend, dürfen bei der Ausführung der Prüfliterplatte auch beide Spannungsmessleiter zur selben Kante des definierten Bereichs verlaufen.							

Bauform	X mm	Y mm	G mm	C mm	K mm	P mm	M mm
RC1610M	$1,0 \pm 0,05$	$1,1 \pm 0,05$	$0,6 \pm 0,05$	$0,5 \pm 0,05$	$0,2 \pm 0,05$	$5,0 \pm 0,05$	$M = P$
RC2012M	$1,6 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$	$5,0 \pm 0,1$	$M = P$
RC2211M	$1,6 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$M = P$
RC3514M	$2,0 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$M = P$
RC3715M	$2,0 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$M = P$
RC5922M	$2,9 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,1$	$12,5 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$
RC6123M	$3,6 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$	$17,5 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$	$20,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$

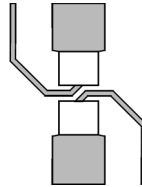
Sofern zutreffend, dürfen bei der Ausführung der Prüfliterplatte auch beide Spannungsmessleiter zur selben Kante des definierten Bereichs verlaufen.



□ lötbare Fläche
■ nicht lötbare Fläche, Leiter mit Lötstopplack bedeckt

ANMERKUNG 2 Bei Prüflingen mit einem Nennwert des Widerstands kleiner als 100 mΩ sollte der Spannungsmessleitung an der lötbaren Fläche angeschlossen werden, wie in Bild 8 dargestellt.

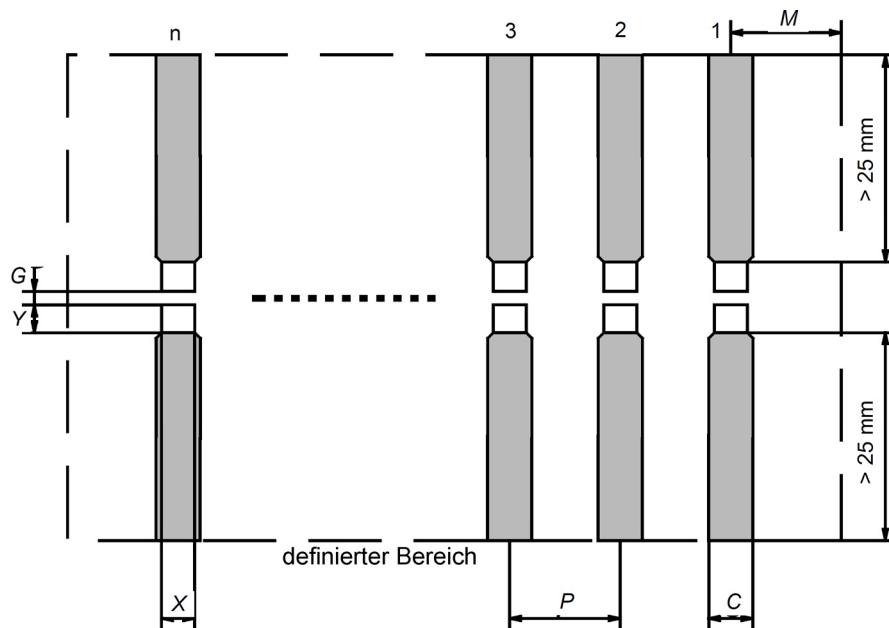
20



Legende

- ☐ lötbare Fläche
- ☒ nicht lötbare Fläche, Leiter mit Lötstopplack bedeckt

Bild 8 – Anschluss der Spannungsmessleitung für die Kelvin-(4-Punkt-)Verbindungen bei Prüflingen mit einem Nennwert des Widerstands kleiner als 100 mΩ



Legende

- ☐ lötbare Fläche
- ☒ nicht lötbare Fläche, Leiter mit Lötstopplack bedeckt

ANMERKUNG Maße siehe Tabelle 5.

Bild 9 – Leiterbahnmuster für mechanische Prüfungen, Umgebungsprüfungen und elektrische Prüfungen

Bild 10 zeigt die Form einer typischen Lastabsenkungskurve, die für Angaben zur erforderlichen Lastabsenkung der zulässigen Belastbarkeit bei Anschlussteiltemperaturen oberhalb der Nenntemperatur geeignet ist. Im Folgenden wird das Verfahren gezeigt, wie die Beziehung zwischen der Lastabsenkungskurve und den Bedingungen der Prüfliterplatte verdeutlicht wird.

- a) Zur Verdeutlichung der Temperatur des Widerstands während der Dauerprüfung bei einer Nenntemperatur von 70 °C sollte die Lastabsenkungskurve auf Grundlage der Anschlussteiltemperatur wie in Bild 10 in der Bauartspezifikation dargestellt werden.
- b) Die Festlegung der empfohlenen Prüfliterplatte für jede Widerstandsgröße wird in Tabelle 5, Tabelle 6 und Tabelle 7 gezeigt. Beispiele für die Beziehung zwischen der angewendeten Leistung und der Temperaturerhöhung des Anschlussteils bei Verwendung der empfohlenen Prüfliterplatten werden in Anhang F gezeigt.

- c) Die Erhöhung der Nennleistung bei Widerständen mit der gleichen Größe führt unter Umständen dazu, dass die empfohlene Prüfleiterplatte in der Zukunft nicht mehr ausreicht. Wenn eine Prüfung mit einer Leiterplatte durchgeführt wird, deren Wärmeableitungseigenschaften stark von denen der in Tabelle 5, Tabelle 6 und Tabelle 7 gezeigten Prüfleiterplatten abweichen, wird dringend empfohlen, die Lastabsenkungskurve wie in Bild 10 darzustellen, damit die Temperatur des Widerstands während der Prüfung deutlich gezeigt wird.
- d) Der Grund, weshalb die Lastabsenkungskurve in Bild 10 auf Grundlage der Anschlussteiltemperatur und nicht auf Grundlage der Heißpunkttemperatur erstellt wird, wird in Anhang F erläutert.
- e) Die Temperatur, wenn den Widerständen Leistung zugeführt wird, ist nicht nur abhängig von der zugeführten Leistung und der Temperatur der Prüfkammer, sondern insbesondere von den Wärmeableitungseigenschaften der Prüfleiterplatte. Einzelheiten werden in Anhang F gezeigt.
- f) Die Breite der Kupferleiterbahnen von Prüfleiterplatten für Widerstände mit höherer Nennleistung darf von der Breite bei herkömmlichen Prüfleiterplatten abweichen. Grund dafür ist, dass die Temperatur der Prüfleiterplatten je nach Wärmeableitungseigenschaften der Prüfleiterplatten unter Umständen extrem hoch wird. Siehe dazu auch Anhang G.

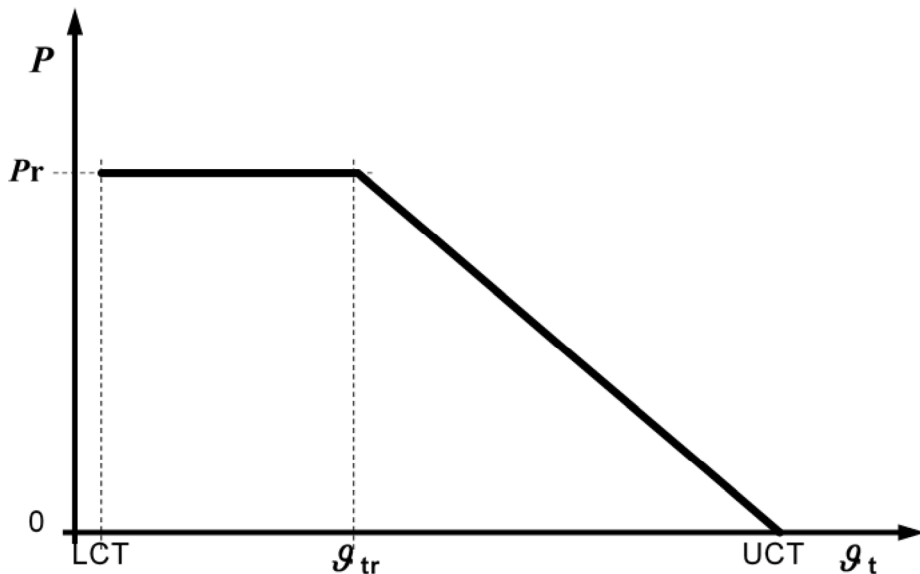


Bild 10 – Lastabsenkungskurve auf Grundlage der Anschlussteiltemperatur

5.2.2.3 Montage auf den Prüfleiterplatten

Für allgemeine oberflächenmontierbare Widerstände bestehen keine geltenden Anforderungen an die Arbeitsausführung. Damit die Nummerierung weiterhin der von anderen Rahmenspezifikationen entspricht, wird Anhang C leergelassen, aber reserviert.

Für spezielle Widerstände sind ggf. besondere Erwägungen erforderlich. Derartige Erwägungen und/oder Einschränkungen werden in der betreffenden Bauartspezifikation angegeben.

Einige empfohlene Prüfleiterplatten verfügen über sehr breite Kupferleiterbahnen, bei denen es unter Umständen schwierig ist, die Prüflinge durch Aufschmelzlöten anzubringen. Doch selbst wenn die Prüfleiterplatten im Vergleich zu herkömmlichen Prüfleiterplatten über extrem große Kupferleiterbahnen verfügen, kann das Aufschmelzlöten hinlänglich ohne besondere Behandlung durchgeführt werden, da die Wärmekapazität eines allgemeinen oberflächenmontierbaren Widerstands nicht hoch ist.

5.3 Prüfungen

5.3.1 Widerstandswert

Siehe IEC 60115-1:2020, 6.1, und IEC 60115-1:2020, 5.6.

Sofern nicht anders festgelegt, werden die Messpunkte durch die Lötstellen für Prüflinge bestimmt, die nach 5.2.2 auf einer Prüfleiterplatte befestigt sind.

5.3.2 Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes

Siehe IEC 60115-1:2020, 6.2, und IEC 60115-1:2020, 5.6.

Sofern nicht anders festgelegt, werden die Messpunkte durch die Lötstellen für Prüflinge bestimmt, die nach 5.2.2 auf einer Prüfleiterplatte befestigt sind.

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

5.3.3 Temperaturerhöhung

Siehe IEC 60115-1:2020, 6.7, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder wie in der Bauartspezifikation festgelegt montiert werden. Die Prüfleiterplatte muss waagerecht befestigt werden und sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C), befinden.

5.3.4 Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C

Siehe IEC 60115-1:2020, 7.1, mit folgenden Einzelheiten:

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

Die Prüfung muss mit der Nennspannung durchgeführt werden:

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

die begrenzt werden muss durch

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

Dabei ist

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

Die Dauer der Dauerprüfung muss $t_{\text{test}} = 1000 \begin{smallmatrix} +24 \\ 0 \end{smallmatrix}$ h betragen.

Die Verlängerung Dauerprüfung auf eine Gesamtdauer von $t_{\text{test}} = 8000 \begin{smallmatrix} +48 \\ 0 \end{smallmatrix}$ h ist nur für Widerstände der Klassifikationsstufen P oder R verpflichtend.

Siehe 5.3.25 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

5.3.5 Dauerprüfung bei maximaler Temperatur: UCT

Siehe IEC 60115-1:2020, 7.3, mit folgenden Einzelheiten:

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

Die Dauer der Dauerprüfung muss $t_{\text{test}} = 1000 \begin{smallmatrix} +24 \\ 0 \end{smallmatrix}$ h betragen.

Siehe 5.3.25 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

5.3.6 Kurzzeitige Überlast

Siehe IEC 60115-1:2020, 8.1, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder wie in der Bauartspezifikation festgelegt montiert werden. Die Prüfleiterplatte muss waagrecht befestigt werden und sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C), befinden.

Die für die Überlastprüfung bevorzugte Spannung beträgt

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

die begrenzt werden muss durch

$$U_{\text{test}} \leq 2 \times U_{\text{max}}.$$

Dabei ist

U_r die Nennspannung;

P_{70} die Bemessungsbelastbarkeit;

R_n der Nennwert des Widerstands;

U_{max} die höchste zulässige Dauerspannung.

Die Überlastdauer ist abhängig von der Bauform des Widerstands.

Die Werte für die Überlastdauer t_{load} muss in der Bauartspezifikation vorgeschrieben werden, vorzugsweise anhand der folgenden Vorzugswerte: 0,5 s; 1 s; 2 s; 5 s und 10 s. Für die Überlastdauer muss eine relative Grenzabweichung von +5 % gelten.

5.3.7 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen

Siehe IEC 60115-1:2020, 8.2.

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

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

Impulsform: 10/700

Impulsspitzenspannung: $\hat{U}_{\text{test}} = x \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$, mit $x \geq 10$,

die begrenzt werden muss durch $\hat{U}_{\text{test}} \leq y \times U_{\text{max}}$, mit $y \geq 2$.

Die Werte für x und y müssen in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

ANMERKUNG Die für die Multiplikatoren angegebenen Mindestwerte, $x = 10$ und $y = 2$, entsprechen dem geringsten Schärfegrad Nr. 4, wie in IEC 60115-1:2020, 8.2, für die Impulsform 10/700 festgelegt.

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

5.3.8 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit periodischen Impulsen

Siehe IEC 60115-1:2020, 8.3, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 8.3 oder wie in der Bauartspezifikation festgelegt montiert werden. Die Prüfleiterplatte muss waagrecht befestigt werden und sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C), befinden.

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

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

die begrenzt werden muss 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 Überlastfaktor als der in Schärfegrad 3 angegebene Wert 25 vorgeschrieben sein. In diesem Fall muss die Prüfdauer von 100 h und die Impulsdauer von 100 μs eingehalten und die Impulsfrequenz angepasst werden, um eine mittlere Belastbarkeit der Impulsfolge von 100 % der Bemessungsbelastbarkeit P_{70} zu ermitteln. Siehe bevorzugte alternative Überlastbedingungen in Tabelle 8.

Tabelle 8 – Bevorzugte erhöhte 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	$1\,000 \times P_r$	$\sqrt{1000 \times P_r \times R_n}$	100	10

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

5.3.9 Prüfung der elektrostatischen Entladung (ESD)

Siehe IEC 60115-1:2020, 8.5, mit folgenden Einzelheiten:

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

E DIN EN 60115-8:2021-03

Die ESD-Prüfspannung ist abhängig von der Bauform des Widerstands. Die Bauartspezifikation muss die Werte für die Prüfspannung U_{HBM} vorschreiben, vorzugsweise aus den bevorzugten Werten nach IEC 60115-1:2020, 8.5.4. Für die Prüfspannung muss eine relative Grenzabweichung von $\pm 2\%$ gelten.

Es muss eine gleiche Anzahl von Entladungen mit positiver Polarität, n_{pos} , und mit negativer Polarität, n_{neg} , auf die Proben angewendet werden. Dabei ist

$$n_{\text{pos}} = n_{\text{neg}} = 3 \quad \text{bei allen Widerstandskategoriestufen.}$$

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

5.3.10 Sichtprüfung

Siehe IEC 60115-1:2020, 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 60115-1:2020, 9.2, mit folgenden Einzelheiten:

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

Die Länge des Widerstandskörpers muss nach IEC 60294:2012, 3.1, beurteilt 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.

5.3.12 Maße (Einzelmaße)

Siehe IEC 60115-1:2020, 9.3, mit folgenden Einzelheiten:

Es müssen alle in der Bauartspezifikation angegebenen Maße gemessen werden.

Zur Messung der Länge des Widerstandskörpers muss eine Lehrenplatte nach IEC 60294:2012, 3.1, verwendet werden.

5.3.13 Scherprüfung (Haftvermögen)

Siehe IEC 60115-1:2020, 9.7, mit folgenden Einzelheiten:

Sofern in der betreffenden Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, muss eine Kraft nach Tabelle 9 an den Körper des oberflächenmontierbaren Widerstands angelegt werden.

Diese Prüfung gilt nur RR-, RT- und RC-Widerstände. Die Notwendigkeit dieser Prüfung für drahtgewickelte (RW-)Widerstände sollte in einer entsprechenden Norm festgelegt werden.

Tabelle 9 – Prüfkraft für die Scherprüfung

Bauform				Krafta N
Rechteckig	Quer	Zylindrisch	Drahtgewickelt	
RR0402M	—	—	—	1
RR0603M	—	—	—	2
RR1005M	—	—	—	3
RR1608M	—	RC1610M	—	5
	RT0510M	—	—	7
RR2012M	—	RC2012M RC2211M	—	9
RR3216M RR3225M	RT0816M RT1220M	RC3514M	—	25
RR4532M RR5025M RR6332M	RT3245M RT1632M RT2550M RT3263M	—	—	45
—	—	RC5922M	—	90
ANMERKUNG Die angegebenen Kräfte überschreiten den Wert einer Beschleunigung von 981 m/s^2 (100 g), z. B. bei einem Schock oder Dauerschock, basierend auf der für die jeweilige Bauform typischen Masse der Widerstände.				
a Für die vorgeschriebenen Prüfkraft für die Scherprüfung gilt eine relative Grenzabweichung von 0/+10 %.				

5.3.14 Trägerbiegeprüfung

Siehe IEC 60115-1:2020, 9.8, mit folgenden Einzelheiten:

Durchbiegung: $d = (2 \pm 0,2) \text{ mm}$

Durchbiegungshaltezeit: $t_{\text{hold}} = (20 \pm 1) \text{ s}$

Anzahl der Durchbiegungen: $n = 3$

5.3.15 Stöße

Siehe IEC 60115-1:2020, 9.10.

Diese Prüfung gilt nicht für allgemeine oberflächenmontierbare Widerstände (RR-, RT- und RC-Widerstände), sofern nicht anders in der Bauartspezifikation gefordert.

5.3.16 Schwingen

Siehe IEC 60115-1:2020, 9.11, mit folgenden Einzelheiten:

Das anzuwendende Verfahren ist die Dauerbeanspruchung bei gleitender Frequenz nach IEC 60068-2-6:2007, 8.3.1, wobei der Prüfling so befestigt wird, dass er keinen Resonanzen ausgesetzt ist, und mit folgenden Einzelheiten:

Frequenzbereich: $f_1 = 10 \text{ Hz}$ bis

$f_2 = 2\,000 \text{ Hz}$;

Amplitude: $\hat{a} = 200 \text{ m/s}^2$, begrenzt durch

$d = 1,5 \text{ mm}$;

Dauer: $n = 10$ Frequenzzyklen je Achse (x, y, z),

woraus sich eine Prüfdauer $t_{\text{load}} = 2,5 \text{ h}$ je Achse ergibt.

E DIN EN 60115-8:2021-03

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

5.3.17 Rascher Temperaturwechsel

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.1, mit folgenden Einzelheiten:

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

5.3.18 Rascher Temperaturwechsel, ≥ 100 Zyklen

Siehe IEC 60115-1:2020, 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 100; 200; 500 und 1 000.

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

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

5.3.19 Klimafolge

5.3.19.1 Allgemeines

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.3.

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

5.3.19.2 Trockene Wärme

IEC 60115-1:2020, 10.3.3.3.

Die Prüflinge dürfen unmittelbar in die beheizte Kammer bei einer Temperatur von der Labortemperatur bis zur oberen Kategorietemperatur eingebracht und unmittelbar herausgenommen werden, da nicht bekannt ist, dass sich die plötzliche Temperaturänderung nachteilig auf die Prüflinge auswirkt.

5.3.19.3 Feuchte Wärme, zyklisch, erster Zyklus

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.3.3.4.

5.3.19.4 Kälte

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.3.3.5.

Die Prüflinge dürfen unmittelbar in die gekühlte Kammer bei einer Temperatur von der unteren Kategorietemperatur bis zur Labortemperatur 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 Labortemperatur in die Prüfkammer eingebracht werden.

5.3.19.5 Niedriger Luftdruck

Siehe IEC 60115-1:2020, 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.

5.3.19.6 Feuchte Wärme, zyklisch, zusätzliche Zyklen

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.3.3.7.

Die Anzahl der zusätzlichen Zyklen wird durch die Klimakategorie bestimmt und ist in IEC 60115-1:2020, Tabelle 20, aufgeführt.

5.3.19.7 Gleichspannungsbelastung

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.3.3.8.

5.3.19.8 Endmessungen

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.3.3.9.

Siehe 5.3.25 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

5.3.20 Feuchte Wärme, konstant

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.4, mit folgenden Einzelheiten:

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

Die Dauer t_{exp} dieser Prüfung wird bestimmt durch die Klimakategorie, siehe IEC 60115-1:2020, Tabelle 21.

Siehe 5.3.25 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

5.3.21 Lötbarkeit mit bleifreiem Lot

Siehe IEC 60115-1:2020, 11.1, mit folgenden Einzelheiten:

Vor der Lötbarkeitsprüfung muss eine beschleunigte Alterung durchgeführt werden. Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, muss die Alterung 3a (d. h. 4 h trockene Wärme bei 155 °C, siehe IEC 60115-1:2020, Tabelle 27) angewendet werden. Nach der beschleunigten Alterung muss der Prüfling für etwa 2 h bis 24 h in das Normalklima für Prüfungen gebracht werden.

Es steht eine Reihe von bleifreien Lotlegierungen zur Verfügung, die für die Montage von oberflächenmontierbaren Festwiderständen mit eigenen Prozesstemperaturanforderungen und ihrem typischen Lötverfahren geeignet sind, siehe IEC 60115-1:2020, 11.1.4.3.

Die Lötbarkeit für Gruppe 3 muss unter Verwendung des Lötbadverfahrens, siehe IEC 60115-1:2020, Tabelle 29, Verfahren 1, unter Beachtung der folgenden Einzelheiten geprüft werden:

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

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

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

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

E DIN EN 60115-8:2021-03

Diese Prüfung sollte nicht angewendet werden, wenn die betreffende Bauartspezifikation die Verarbeitbarkeit der von ihr erfassten Bauelemente mit bleifreien Lötverfahren ausdrücklich ausschließt.

5.3.22 Lötbarkeit mit SnPb-Lot

Siehe IEC 60115-1:2020, 11.1, mit folgenden Einzelheiten:

Vor der Lötbarkeitsprüfung muss eine beschleunigte Alterung durchgeführt werden. Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, muss die Alterung 3a (d. h. 4 h trockene Wärme bei 155 °C, siehe IEC 60115-1:2020, Tabelle 27) angewendet werden. Nach der beschleunigten Alterung muss der Prüfling für etwa 2 h bis 24 h in das Normalklima für Prüfungen gebracht werden.

Es steht eine Reihe von bleifreien Lotlegierungen zur Verfügung, die für die Montage von oberflächenmontierbaren Festwiderständen mit eigenen Prozesstemperaturanforderungen und ihrem typischen Lötverfahren geeignet sind, siehe IEC 60115-1:2020, 11.1.4.3.

Die Lötbarkeit für Gruppe 2 muss unter Verwendung des Lötbadverfahrens, siehe IEC 60115-1:2020, Tabelle 29, Verfahren 1, unter Beachtung der folgenden Einzelheiten geprüft werden:

Lotlegierung:	Sn60Pb40 oder Sn63Pb37
Badtemperatur:	$\vartheta_{\text{bath}} = (235 \pm 3) \text{ °C}$
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 Bauelemente 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 Bauelemente mit konventionellem Lötverfahren mit bleihaltigem Lot (SnPb) ausdrücklich ausschließt.

5.3.23 Wärmebeständigkeit beim Lötvorgang

Siehe IEC 60115-1:2020, 11.2, mit folgenden Einzelheiten:

Sofern in der betreffenden Bauartspezifikation nicht ausdrücklich anders festgelegt, müssen die Widerstände jedem der in IEC 61760-1 beschriebenen Lötverfahren standhalten können:

- SnPb-Dampfphasen-Aufschmelzlöten;
- bleifreies Dampfphasen-Aufschmelzlöten;
- SnPb-Infrarot- oder Zwangskonvektions-Aufschmelzlöten;
- bleifreies Infrarot- oder Zwangskonvektions-Aufschmelzlöten;
- SnPb-Doppelwellenlöten;
- bleifreies Doppelwellenlöten.

Die Wärmebeständigkeit beim Lötvorgang für die Kombination aller Lötverfahren muss unter Anwendung der nach IEC 60068-2-58, 8.2.1, und IEC 60068-2-58, 8.1.1, ungünstigsten Bedingungen geprüft werden:

Lotlegierung:	eine beliebige SnPb- oder SnCu- oder SnAgCu- oder SnAg-Legierung
Badtemperatur:	$\vartheta_{\text{bath}} = (260 \pm 5) \text{ °C}$
Tauchdauer:	$t_{\text{imm}} = (10 \pm 1) \text{ s}$

5.3.24 Lösemittelbeständigkeit

Siehe IEC 60115-1:2020, 11.3, mit folgenden Einzelheiten:

Verfahren:	Verfahren 1: mit Reiben
Temperatur des Lösemittels:	$\vartheta_{\text{bath}} = (23 \pm 5) \text{ °C}$ oder 50_{-5}^0 °C .

Einweichdauer: $t_{\text{imm}} = (5 \pm 0,5) \text{ min}$
 Reibvorrichtung: Watte oder Zahnbürste,
 wie in der Bauartspezifikation festgelegt.
 Anzahl der Reibbewegungen: $n = 10$.

ANMERKUNG Die Badtemperatur von 23 °C wird in einigen Regionen aufgrund von Sicherheitsbedenken bei 50 °C bevorzugt.

5.3.25 Isolationswiderstand

Diese Prüfung darf nur bei isolierten Widerständen angewendet werden.

Siehe IEC 60115-1:2020, 12.1.

Für die Messung des Isolationswiderstands muss ein geeignetes Verfahren nach IEC 60115-1:2020, 12.1, angewendet werden, vorzugsweise das Parallelklemmenverfahren für rechteckige SMD-Widerstände nach IEC 60115-1:2020, 12.1.3.5, und das V-Klemmen-Verfahren für zylindrische SMD-Widerstände nach IEC 60115-1:2020, 12.1.3.6.

5.3.26 Spannungsfestigkeit

Diese Prüfung darf nur bei isolierten Widerständen angewendet werden.

Siehe IEC 60115-1:2020, 12.2.

Für die Spannungsfestigkeitsprüfung muss ein geeignetes Verfahren nach IEC 60115-1:2020, 12.2, angewendet werden, vorzugsweise das Parallelklemmenverfahren für rechteckige SMD-Widerstände nach IEC 60115-1:2020, 12.1.3.5, und das V-Klemmen-Verfahren für zylindrische SMD-Widerstände nach IEC 60115-1:2020, 12.1.3.6.

5.3.27 Entflammbarkeitsprüfung

Die Prüfung mit der Nadelflamme nach IEC 60115-1:2020, 12.4, muss mit folgenden Einzelheiten angewendet werden:

Flammenanwendungsdauer: $t_a = 10 \text{ s}$.

5.4 Optionale und/oder zusätzliche Prüfungen

5.4.1 Dauerprüfung bei Raumtemperatur

Bei Widerständen der Klassifikationsstufe G darf die Dauerprüfung bei einer Nenntemperatur von 70 °C durch eine Dauerprüfung bei Raumtemperatur ersetzt werden.

Siehe IEC 60115-1:2020, 7.2, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder wie in der Bauartspezifikation festgelegt montiert werden. Die Prüfleiterplatte muss waagrecht befestigt werden und sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C), befinden.

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

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

Dabei ist

P_{70} die Bemessungsbelastbarkeit für $\vartheta_{\text{rated}} = 70^\circ\text{C}$

Die Prüfung muss dann mit folgender Spannung durchgeführt werden:

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

die begrenzt werden muss 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.

Die Dauer der Dauerprüfung muss $t_{\text{test}} = 1000^{+24}_0$ h betragen.

Siehe 5.3.25 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

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 10, angegeben werden.

5.4.2 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen

Diese Prüfung stellt alternative Schärfegrade für die Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen aus 5.3.7 mit der Impulsform 1,2/50 dar.

Siehe IEC 60115-1:2020, 8.2.

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 oder wie in der Bauartspezifikation festgelegt montiert werden. Die Prüfung muss mit Impulsen durchgeführt werden, die wie folgt definiert sind:

Impulsform: 1,2/50

Impulsspitzenspannung: $\hat{U}_{\text{test}} = x \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$, mit $x \geq 20$,

die begrenzt werden muss durch $\hat{U}_{\text{test}} \leq y \times U_{\text{max}}$, mit $y \geq 5$.

Die Werte für x und y müssen in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Die Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen nach 5.3.7 wird nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder der Klassifikationsstufe R empfohlen.

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 10, angegeben werden.

5.4.3 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 die Hochspannungsüberlast-Prüfung mit periodischen Impulsen aus 5.3.8 ersetzen.

Der allgemeine Schärfegrad 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 Belastbarkeit geringer ist als die Bemessungsbelastbarkeit der Prüflinge, sowie in der begrenzten Anzahl der angewendeten Impulse.

Siehe IEC 60115-1:2020, 8.4, mit folgenden Einzelheiten:

Der Prüfling muss auf eine Prüfleiterplatte nach 5.2.2 montiert werden, wie in der Bauartspezifikation festgelegt. Die Prüfleiterplatte muss waagrecht befestigt werden und sich in freier Luft bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 15 °C bis 35 °C), befinden.

Die bei der Überlastprüfung mit periodischen Impulsen bevorzugte Spannung ist

$$\hat{U}_{\text{test}} = \sqrt{15 \times P_{70} \times R_n},$$

die begrenzt werden muss durch

$$\hat{U}_{\text{test}} \leq 2 \times U_{\text{max}}$$

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

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 10, angegeben werden.

5.4.4 Betrieb bei niedriger Temperatur

Diese Prüfung dient als Ergänzung zur passiven Kälteprüfung der Klimafolge aus 5.3.19 und IEC 60115-1:2020, 10.3, die weiterhin ein verbindlicher Bestandteil aller Prüfpläne im Anwendungsbereich dieser Spezifikation ist.

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.2, mit Einzelheiten zu Prüfung.

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 10, angegeben werden.

5.4.5 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung

Diese Prüfung dient als Ergänzung zur Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“ aus 5.3.20 und IEC 60115-1:2020, 10.4, die weiterhin ein verbindlicher Bestandteil aller Prüfpläne im Anwendungsbereich dieser Spezifikation ist.

Siehe IEC 60115-1:2020, 10.5, mit folgenden Einzelheiten:

Um der Empfehlung für diese Prüfung nach IEC 60068-2-67:1995, B.2 a) zur Begrenzung der Temperaturerhöhung auf unter 2 K zu folgen, muss die Prüfung mit einer elektrischen Vorbelastung von 10 % der Nennspannung U_r durchgeführt werden, siehe Option a) DC-Belastungsspannung aus IEC 60115-1:2020, Tabelle 23.

Zur Vereinfachung in der Praxis darf die Prüfung mit den gruppierten DC-Belastungsspannungen nach IEC 60115-1:2020, 10.5.4.2, durchgeführt werden.

Siehe 5.3.25 für die Messung des Isolationswiderstands von isolierten Widerständen.

Wird diese Prüfung im Rahmen eines erweiterten Prüfplans durchgeführt, müssen die Prüflinge auf visuelle Fehler und auf die eingetretene Änderung des Widerstandswertes untersucht werden. Isolierte Widerstände müssen ebenfalls auf ihren Isolationswiderstandswert geprüft werden. Eine entsprechende Anforderung an die zulässige Widerstandsänderung muss in Abschnitt 6, vorzugsweise in Tabelle 10, angegeben werden.

6 Anforderungen an das Betriebsverhalten

6.1 Allgemeines

In Bauartspezifikationen, die auf diese Rahmenspezifikation Bezug nehmen, müssen die Prüfschärfegrade und Anforderungen mindestens der in dieser Norm festgelegten Anforderungsstufe entsprechen. Niedrigere Anforderungsstufen sind nicht zulässig.

Die Schärfegrade für die Prüfungen müssen in den Bauartspezifikationen entsprechend den Festlegungen der Fachgrundspezifikation IEC 60115-1 sowie des Abschnitts 5 dieser Rahmenspezifikation festgelegt werden.

6.2 Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes bei Prüfungen

Tabelle 10 gibt für alle in der Kopfzeile aufgeführten Prüfungen die bevorzugten Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes an. 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, die damals verfügbar waren. Die Verbesserung der Messmöglichkeiten im Laufe der Zeit deutet möglicherweise darauf hin, 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 ist gegebenenfalls sogar größer als R , was unter Umständen dazu führt, 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 niederohmigen Widerstands in Betracht zu ziehen, die kleiner sein darf als jeder Vorschlag in Tabelle 10.

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 Bauelementen werden wahrscheinlich eine wesentlich bessere Stabilität erwarten, weshalb den Verfassern von Spezifikationen 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 $R' = 10 \Omega$. Bei $1 \text{ k}\Omega$ beträgt der absolute Anteil nur noch $0,005 \% R$, was 1% des relativen Anteils entspricht und für die Qualitätsbeurteilung 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 10 – Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes bei Prüfungen

Stabilitätsklasse	Grenzwert für die Änderung des Widerstandswertes, ΔR						
	Ω						
	Langzeitprüfungen			Kurzzeitprüfungen	Erweiterte Beanspruchungsprüfungen		
	IEC 60115-1:2020, 7.3 Dauerprüfung bei maximaler Temperatur: UCT 10.3 Klimafolge 10.4 Feuchte Wärme, konstant	IEC 60115-1:2020, 7.1 Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C, 1 000 h verlängert, 8 000 h ^a 7.2 Dauerprüfung bei Raumtemperatur, 1 000 h ^d		IEC 60115-1:2020, 8.1 Kurzzeitige Überlast 9.8 Trägerbiegeprüfung 9.10 Stöße ^e 9.11 Schwingen ^a 10.1 Rascher Temperaturwechsel, 5 Zyklen 11.2 Wärmebeständigkeit beim Lötvorgang	IEC 60115-1:2020, 10.1 Rascher Temperaturwechsel, ≥ 100 Zyklen ^a	IEC 60115-1:2020, 8.2 Hochspannungsüberlast-Prüfung mit Einzelimpulsen ^a 8.5 Elektrostatische Entladung ^c	IEC 60115-1:2020, 8.4 Überlastprüfung mit periodischen Impulsen ^a
5	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(10 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,05 \Omega)$
2	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$			
1	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$
0,5	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,1 \% R + 0,01 \Omega)$			
0,25	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$		
0,1	$\pm(0,1 \% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,1 \% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,25 \% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$			
0,05	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,1 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$			
0,025	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$			
^a Diese Prüfung ist nur für Widerstände der Klassifikationsstufe P oder der Klassifikationsstufe R vorgeschrieben.							
^b Diese Prüfung ist nur bei Widerständen der Klassifikationsstufe G anwendbar.							
^c Zur Anwendbarkeit dieser Prüfung siehe 5.3.9.							
^d Diese Prüfung ist optional, siehe den jeweiligen Unterabschnitt von 5.4.							
^e Diese Prüfung ist optional und gilt nicht für allgemeine oberflächenmontierbare Widerstände (RR-, RT- und RC-Widerstände), sofern nicht anders in der Bauartspezifikation gefordert.							

6.3 Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes

In Tabelle 11 sind die bevorzugten Grenzwerte für die reversible Widerstandsänderung bei der Prüfung des Temperaturkoeffizienten des Widerstandswertes nach IEC 60115-1:2020, 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.

Jede Zeile in Tabelle 11 stellt einen bevorzugten Temperaturkoeffizienten des Widerstandswertes (TCR) mit den Grenzwerten für die Widerstandsänderung bei den verschiedenen in dieser Spezifikation verwendeten Kategorietemperaturen dar.

Tabelle 11 – Zulässige Änderung des Widerstandswertes aufgrund einer Temperaturänderung

Temperatur- koeffizient ^a		Grenzwert für die Änderung des Widerstandswertes $\Delta R/R$ %								
		TCR bei niedrigen Temperaturen				TCR bei hohen Temperaturen				
		Untere Kategorietemperatur / Bezugstemperatur				Bezugstemperatur / obere Kategorietemperatur				
$10^{-6}/K$	Code ^b	-55 °C / 20 °C	-40 °C / 20 °C	-25 °C / 20 °C	-10 °C / 20 °C	20 °C / 85 °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	±6,50	±10,50	±13,50	±15,50	±18,00
±500	V	±3,75	±3,00	±2,25	±1,50	±3,25	±5,25	±6,75	±7,75	±9,00
±250	U	±1,875	±1,500	±1,125	±0,750	±1,625	±2,625	±3,375	±3,875	±4,500
±100	S	±0,750	±0,600	±0,450	±0,300	±0,650	±1,050	±1,350	±1,550	±1,800
±50	R	±0,375	±0,300	±0,225	±0,150	±0,325	±0,525	±0,675	±0,775	±0,900
±25	Q	±0,188	±0,150	±0,113	±0,075	±0,163	±0,263	±0,338	±0,388	±0,450
±15	P	±0,113	±0,090	±0,068	±0,045	±0,098	±0,158	±0,203	±0,233	±0,270
±10	N	±0,075	±0,060	±0,045	±0,030	±0,065	±0,105	±0,135	±0,155	±0,180
±5	M	±0,038	±0,030	±0,023	±0,015	±0,033	±0,053	±0,068	±0,078	±0,090
±2	L	±0,015	±0,012	±0,009	±0,006	±0,013	±0,021	±0,027	±0,031	±0,036
±1	K	±0,008	±0,006	±0,005	±0,003	±0,007	±0,011	±0,014	±0,016	±0,018

^a Wenn weitere Temperaturkoeffizienten erforderlich sind, müssen diese in der Bauartspezifikation festgelegt werden, wobei der entsprechende Kennbuchstabe nach IEC 60062 für den nächstgrößeren TCR verwendet werden muss.

^b Kennbuchstaben nach IEC 60062:2016, 7.2.

6.4 Temperaturerhöhung

Die zulässige Temperaturerhöhung $\Delta \vartheta_{\max}$ für die Prüfung der Temperaturerhöhung nach IEC 60115-1:2020, 6.7, und 5.3.3 dieser Spezifikation wird wie folgt bestimmt:

$$\Delta \vartheta_{\max} = \text{MET} - 70 \text{ °C}$$

Dabei ist

MET die höchste Temperatur des Widerstandselements.

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 60115-1:2020, 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 60115-1:2020, 9.1.3, Punkt e), aufgeführten Kriterien, und
- die in Anhang B dieser Spezifikation dargestellten Beispiele für spezifische Kriterien, die für Widerstände aus dem Anwendungsbereich dieser Rahmenspezifikation gelten.

6.5.2 Kriterien für die Sichtprüfung nach Prüfungen

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

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

6.5.3 Kriterien für die Sichtprüfung der Verpackung

Sofern für die Sichtprüfung der Verpackung keine spezifischeren Anforderungen in der Einzelbestimmung vorgeschrieben sind, müssen die folgenden Kriterien gelten:

- bei der Primärverpackung
 - müssen die oberen und unteren Gurte ordnungsgemäß ausgerichtet sein, damit kein Klebstoff freigelegt ist,
 - darf der Klebstoff der oberen und unteren Gurte nicht an den Widerständen angebracht werden,
 - dürfen die Widerstände nicht über die Gurte (oben, unten und Träger) hinausragen,
 - dürfen die oberen und unteren Gurte nicht die Transportlöcher des Trägergurts überdecken,
 - dürfen die Gurtbänder nicht gespleißt sein;
 - darf der Widerstand in den Gurtfächern nicht umgedreht werden;
- bei der umhüllenden Verpackung
 - muss die Innenbreite der 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

Siehe IEC 60115-1:2020, 11.1.5 und 11.1.6.

Die Anforderung an die Sichtprüfung zur Beurteilung einer guten Lötbarkeit müssen wie folgt lauten:

≥ 95 % der Oberfläche muss mit neuem Lot bedeckt sein. Das neue Lot darf nur wenige regellos verteilte Fehlstellen wie kleine Löcher oder unbenetzte oder entnetzte Flächen aufweisen. Diese Fehlstellen dürfen nicht auf einen Bereich konzentriert sein.

6.7 Isolationswiderstand

Die Anforderungen dieses Abschnitts gelten nur für isolierte Widerstände.

Der Isolationswiderstand R_{ins} muss bei der Prüfung nach IEC 60115-1:2020, 12.1, in Gruppe 3 des Prüfplans für die Bauartanerkennung mindestens 1 GΩ betragen.

Der Isolationswiderstand R_{ins} muss nach einer der folgenden Prüfungen mindestens 1 GΩ betragen:

- Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C nach IEC 60115-1:2020, 7.1; und
- Dauerprüfung bei Raumtemperatur nach IEC 60115-1:2020, 7.2; und
- Dauerprüfung bei maximaler Temperatur: UCT-Prüfung nach IEC 60115-1:2020, 7.3;

und mindestens 100 MΩ nach einer der folgenden Prüfungen:

- Klimafolgeprüfung nach IEC 60115-1:2020, 10.3; und
- „Feuchte Wärme, konstant“ nach IEC 60115-1:2020, 10.4; und
- „Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung“ nach IEC 60115-1:2020, 10.5.

6.8 Entflammbarkeit

IEC 60115-1:2020, 12.4.5 und 12.4.6.

Die Brenndauer t_b darf 30 s nicht überschreiten.

7 Kennzeichnung, Verpackung und Bestellangaben

7.1 Kennzeichnung des Bauelements

Oberflächenmontierbare Widerstände werden im Allgemeinen nicht auf ihrem Körper gekennzeichnet.

Wenn ihr Körper aber mit einer Kennzeichnung versehen wird, müssen der Widerstandswert nach EN 60062:2016, Abschnitt 3, Abschnitt 4 sowie möglichst viele weitere Angaben aus der Liste in IEC 60115-1:2020, 4.4, auf den Widerstand aufgebracht werden.

Alle erforderlichen Angaben müssen auf der Verpackung angebracht werden.

7.2 Verpackung

Soweit anwendbar, müssen die Widerstände nach den Festlegungen von IEC 60286-3 für die automatische Verarbeitung gegurtet sein.

Die Verpackung muss einer Sichtprüfung unterzogen werden.

7.3 Kennzeichnung der Verpackung

Die umhüllende Verpackung muss mit allen erforderlichen Angaben nach IEC 60115-1:2020, 4.5, gekennzeichnet sein.

7.4 Bestellangaben

Die Bauartspezifikation sollte folgende für die Bestellung von Widerständen erforderlichen Mindestangaben festlegen:

- die Nummer der Bauartspezifikation und die Bauform;
- Widerstandswert, Grenzabweichung des Widerstandswertes und, sofern zutreffend, der Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes. Soweit anwendbar, muss eine alphanumerische Kennzeichnung nach IEC 60062 verwendet werden.

Die Bauartspezifikation sollte die speziellen Bestellangaben für 0- Ω -Widerstände enthalten, wenn diese Bauteile ergänzende Bauteile der von ihr abgedeckten Produktfamilie sind.

Sonderausführungen der unter eine Bauartspezifikation fallenden Produkte dürfen durch ein optionales Suffix an den standardmäßigen Bestellangaben gekennzeichnet werden.

Die Verpackung und Art der Lieferung der Widerstände ist in der Regel nicht Bestandteil der Bestellangaben, weshalb die Verpackung in einem Bestellprozess separat spezifiziert werden muss. Dies macht es möglich, die Einträge in Materiallisten auf die technisch relevanten Vorschriften zu fokussieren, getrennt von den reinen logistischen Angaben.

Die Empfehlungen in diesem Abschnitt müssen als verbindliche Bestimmungen für Bauartspezifikationen für Produkte der Klassifikationsstufe P oder Klassifikationsstufe R angewendet werden.

Die für die elektronische Auftragsabwicklung verwendeten Bestellangaben dürfen keine Leerzeichen enthalten.

8 Bauartspezifikationen

8.1 Allgemeines

Bauartspezifikationen müssen nach dem entsprechenden Vordruck für Bauartspezifikation erstellt werden.

Bauartspezifikationen dürfen keine geringeren Anforderungen festlegen als die Fachgrund- oder Rahmenspezifikation oder der Vordruck für Bauartspezifikation. Wenn sie schärfere Anforderungen enthalten, müssen diese in einem entsprechenden Abschnitt der Bauartspezifikation aufgeführt und in den Prüfplänen beispielsweise durch eine Anmerkung gekennzeichnet werden.

Die nachstehenden Angaben müssen in jeder Bauartspezifikation enthalten sein, wobei die vorgeschriebenen Werte vorzugsweise dem jeweils entsprechenden Abschnitt dieser Rahmenspezifikation entnommen werden müssen.

8.2 Erforderliche Angaben in der Bauartspezifikation

8.2.1 Umrisszeichnung oder bildliche Darstellung

Zur leichteren Erkennung des Widerstands und zum Vergleich mit anderen Widerständen muss eine Umrisszeichnung oder eine bildliche Darstellung des Widerstands angegeben werden.

8.2.2 Bauform und Maße

Siehe 4.2.

Die Bauartspezifikation muss unter Verwendung einer geeigneten Umriss- und Maßzeichnung alle Maße und die zugehörigen Grenzabweichungen enthalten, von denen die Austauschbarkeit und der Einbau abhängen.

Ein geeignetes Messverfahren muss hinreichend festgelegt werden und das entsprechende höchstzulässige Maß muss in der Maßtabelle festgelegt werden.

Die Masse der Produkte darf zur Information angegeben werden.

8.2.3 Klimakategorie

Siehe 4.3.

8.2.4 Widerstandsbereich

Siehe 4.4.

Falls nach der Bauartspezifikation anerkannte Produkte unterschiedliche Bereiche haben, sollte folgende Aussage hinzugefügt werden: „Angaben über die in den Bauformen verfügbaren Wertebereiche einschließlich der zugehörigen Grenzabweichungen und Temperaturkoeffizienten sind dem Verzeichnis der Anerkennungen, das z. B. auf der Webseite www.iecq.org zur Verfügung steht, zu entnehmen.“

8.2.5 Grenzabweichungen vom Widerstandswert

Siehe 4.5.

Falls nach der Bauartspezifikation anerkannte Produkte unterschiedliche Bereiche haben, sollte folgende Aussage hinzugefügt werden: „Angaben über die in den Bauformen verfügbaren Wertebereiche einschließlich der zugehörigen Grenzabweichungen und Temperaturkoeffizienten sind dem Verzeichnis der Anerkennungen, das z. B. auf der Website www.iecq.org zur Verfügung steht, zu entnehmen.“

8.2.6 Bemessungsbelastbarkeit P_{70}

Siehe 4.6.

Die Bauartspezifikation muss die höchste zulässige Belastbarkeit P_{70} bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C (d. h. der Nenntemperatur) angeben.

Die Bauartspezifikation muss Angaben zur höchsten zulässigen Belastbarkeit bei von 70 °C abweichenden Temperaturen, z. B. Angaben zur Unterlastung, entweder als graphische Darstellung oder als Aussage enthalten.

8.2.7 Höchste zulässige Dauerspannung $U_{\max}$

Siehe 4.7 und die Definition in IEC 60115-1:2020, 3.1.

8.2.8 Isolationsspannung U_{ins}

Diese Angaben sind nur bei isolierten Widerständen erforderlich.

Siehe 4.8 und die Definition in IEC 60115-1:2020, 3.1.

8.2.9 Isolationswiderstand R_{ins}

Diese Angaben sind nur bei isolierten Widerständen erforderlich.

Siehe 4.9 und 6.7.

8.2.10 Prüfschärfegrade

Siehe 5.3 und, falls zutreffend, 5.4.

8.2.11 Grenzwerte für die Änderung des Widerstandswertes nach der Prüfung

Siehe 6.2.

8.2.12 Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes

Siehe 6.3.

8.2.13 Kennzeichnung

Zur Kennzeichnung der Widerstände siehe 7.1.

Zur Kennzeichnung der Verpackung siehe 7.3.

8.2.14 Bestellangaben

Siehe 7.4.

8.2.15 Montage

Die Bauartspezifikation muss die Montageverfahren angeben, die bei üblicher Verwendung angewendet werden. Diese Angaben dürfen auf den Festlegungen von Bedingungen für das Montageverfahren basieren, die in IEC 61760-1:2006, Abschnitt 5, für die Spezifikation von SMD-Bauelementen angegeben sind.

Die für Prüf- und Messzwecke erforderliche Montage muss den Festlegungen nach 5.2 entsprechen.

8.2.16 Lagerung

Siehe IEC 60115-1:2020, 4.9.

Die Bauartspezifikation muss die zulässige Lagerungsdauer und, falls erforderlich, die anzuwendenden Angaben zur Periodizität, zum Verfahren und zu den Anforderungen für eine erneute Überprüfung festlegen.

8.2.17 Transport

Siehe IEC 60115-1:2020, 4.10.

8.2.18 Zusätzliche Angaben

Die Bauartspezifikation darf zusätzliche Angaben enthalten (die üblicherweise nicht durch das Prüfverfahren bestätigt werden müssen), wie z. B. Stromlaufpläne, Kurven, Zeichnungen und Anmerkungen, die zur Erläuterung der Bauartspezifikation erforderlich sind.

8.2.19 Qualitätsbewertungsverfahren

Die Bauartspezifikation muss umfassende Prüfpläne für die Bauartanerkennung und für die Qualitätskonformitätsprüfung der von ihr erfassten Widerstände enthalten.

8.2.20 0-Ω-Widerstände

Die Bauartspezifikation darf alle erforderlichen Angaben zur Festlegung und zur Qualitätsbewertung von 0-Ω-Widerständen enthalten, siehe Anhang D.

9 Qualitätsbewertungsverfahren

9.1 Allgemeines

Siehe IEC 60115-1:2020, Anhang Q.

9.2 Definitionen

9.2.1 Primäre Fabrikationsstufe

Siehe IEC 60115-1:2020, Q.1.3.1.

Für oberflächenmontierbare Festwiderstände ist die primäre Fabrikationsstufe das Abscheiden der Widerstandsschicht auf dem Trägermaterial.

9.2.2 Strukturell ähnliche Produkte

Siehe IEC 60115-1:2020, Q.1.3.2.

Oberflächenmontierbare Festwiderstände gelten als strukturell ähnlich

- a) wenn sie an einem oder mehreren Fertigungsstandorten hergestellt werden
 - mit derselben Produkttechnologie und
 - unter Anwendung der gleichen festgelegten Ausgangsstoffe sowie Fertigungs- und Qualitätsüberwachungsverfahren und
 - unter derselben Verantwortung des führenden Fertigungsstandortes für Produkt und Qualität.

Gibt es mehrere Fertigungsstandorte, muss der Hersteller den führenden Fertigungsstandort und den zugehörigen Beauftragten der Unternehmensleitung (DMR, Designated Management Representative) benennen;

- b) wenn sämtliche Fertigungsstandorte von derselben IECQ-Zertifizierungsstelle (IECQ CB) überwacht werden. Vorzugsweise sollte es eine IECQ CB des Landes sein, in dem sich der führende Fertigungsstandort befindet;
- c) wenn sie die gleiche Stabilitätsklasse und Klimakategorie besitzen;
- d) wenn sie sich nur in den Maßen unterscheiden, und
- e) wenn sie ähnliche Anschlussbauarten besitzen.

Widerstände, die sich nur nach Punkt c) unterscheiden, dürfen als strukturell ähnlich angesehen werden, wenn die unterschiedlichen Anforderungen der Stabilitätsklasse und/oder der Klimakategorie bei den Endmessungen getrennt beurteilt werden.

Das Konzept der strukturellen Ähnlichkeit darf nur für Widerstände der Klassifikationsstufe R und zum Zwecke der Bewertung und Bestimmung einer Ausfallrate verwendet werden, siehe IEC 60115-1:2020, Anhang R.

9.2.3 Qualitätsbewertungsstufe EZ

Siehe IEC 60115-1:2020, Q.1.3.3.

Die Qualitätsbewertungsstufe EZ muss für die Qualitätsbewertung von Schicht-Festwiderständen mit Drahtanschlüssen nach einer auf diese Rahmenspezifikation Bezug nehmenden Bauartspezifikation angewendet werden.

9.3 Bildung der Prüflöse

Ein Prüflös muss aus Widerständen derselben Produkttechnologie, Art und Bauform bestehen.

Wenn ein Bereich von Widerständen anerkannt werden soll, muss die Verteilung der Widerstandswerte innerhalb einer Stichprobe wie folgt sein:

- 1/3 mit dem niedrigsten Widerstandswert in dem Bereich $R_{\min}$,
zu erfassen aus dem Bereich $R_{\min}$ bis $2 \times R_{\min}$,
oder dem niedrigsten innerhalb des anerkannten Bereichs hergestellten Widerstandswert;
- 1/3 mit dem kritischen Widerstandswert R_{crit} ,
zu erfassen aus dem Bereich $0,8 \times R_{\text{crit}}$ bis R_{crit} ;
- 1/3 mit dem höchsten Widerstandswert in dem Bereich $R_{\max}$,
zu erfassen aus dem Bereich $0,7 \times R_{\max}$ bis $R_{\max}$,
oder dem höchsten innerhalb des anerkannten Bereichs gefertigten Widerstandswerts.

Der Bereich, der anerkannt werden soll, darf ein Teilbereich des von der Bauartspezifikation erfassten Bereiches sein. Falls der kritische Widerstandswert nicht in den anzuerkennenden Bereich fällt, müssen ersatzweise Widerstände aus der Mitte des Bereiches (nahe dem geometrischen Mittel zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Widerstandswert, z. B. 1 k Ω bei einem Bereich von 1 Ω bis 1 M Ω) verwendet werden.

Falls für mehr als einen Temperaturkoeffizienten des Widerstandswertes (TCR) um Anerkennung ersucht wird, muss die Stichprobe Prüflinge für die verschiedenen TCRs enthalten. Im Allgemeinen gilt ein höherer TCR als repräsentativ für alle niedrigeren TCRs. In entsprechender Weise muss die Stichprobe anteilig Prüflinge der verschiedenen Widerstandswerte mit der kleinsten Grenzabweichung enthalten, für die die Anerkennung gewünscht wird. Der Anteil der Prüflinge mit den verschiedenen Kennwerten muss die Zustimmung der IECQ-Zertifizierungsstelle finden.

Sofern für periodisch durchzuführende Prüfungen gefordert, sollte ein Prüfling die Randwerte des während des Kontrollzeitraums hergestellten Widerstandsbereichs wiedergeben. Bauformen mit denselben Nennmaßen, aber unterschiedlichen TCRs, die während dieses Zeitraums hergestellt wurden, dürfen zusammengefasst werden, jedoch nicht für Prüfuntergruppen, in denen der TCR geprüft wird.

Während eines Zeitraums, der mit der IECQ CB abgestimmt ist, müssen die niedrigen und hohen Randwerte des Widerstands, etwaige kritische Widerstandswerte im Widerstandsbereich und Temperaturcharakteristiken des Widerstandswertes, für die eine Bauartanerkennung erteilt wurde, kontrolliert werden.

Die Prüflinge müssen während der letzten 13 Wochen des Kontrollzeitraums entnommen werden.

9.4 Verfahren für zugelassene Bauelemente (IECQ AC)

Die Bestimmungen nach IEC 60115-1:2020, Q.2, müssen gelten.

9.5 Verfahren der Bauartanerkennung (QA)

9.5.1 Allgemeines

Die Verfahren für die Bauartanerkennungsprüfungen sind in IEC 60115-1: 2020, Q.3, angegeben und referenziert.

Die Stichprobe muss nach 9.3 gebildet werden.

Ein zusätzlicher Prüfling je Widerstandswert und ein zusätzlicher Prüfling je Temperaturkoeffizient dürfen als Ersatz für Prüflinge verwendet werden, deren Ausfall nicht dem Hersteller zuzuschreiben ist.

Montierte Prüflinge, die nach der Befestigung als fehlerhaft ermittelt werden, dürfen bei der Berechnung der für die nachfolgende Prüfung zulässigen fehlerhaften Einheiten nicht berücksichtigt werden. Sie müssen durch andere Prüflinge ersetzt werden.

9.5.2 Bauartanerkennung

Die geforderte Gesamtstichprobengröße entspricht der Summe aller Stichprobengrößen für die im Prüfplan für die Bauartanerkennung nach Tabelle 6 als zerstörend bezeichneten Prüfungen. Falls der Prüfplan für die Bauartanerkennung durch zusätzliche Gruppen mit zerstörenden Prüfungen ergänzt wird, muss die Gesamtstichprobengröße um die Anzahl der für die zusätzlichen Gruppen verlangten Prüflinge erhöht werden.

Der Prüfplan für die Bauartanerkennung von Widerständen ist in Tabelle 12 enthalten. Der Plan gibt Auskunft über die Anwendbarkeit einzelner Prüfungen, die im normativen ausführlichen Prüfplan in der Bauartspezifikation angewendet werden müssen. Die Prüfungen jeder Gruppe müssen in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden.

Die gesamte Stichprobe, mit Ausnahme der für die Gruppe 4 geforderten Prüflinge, muss den Prüfungen der Gruppe 1 und Gruppe 2 unterzogen und anschließend den anderen Prüfgruppen zugewiesen werden. Die während der Prüfungen der Gruppe 1 oder Gruppe 2 ermittelten nichtkonformen Prüflinge dürfen nicht für die anderen Prüfgruppen verwendet werden.

Die Bauartanerkennung muss erteilt werden, wenn die Dauerprüfung von 1 000 h bei 70 °C und alle weiteren Prüfungen nach Tabelle 12 erfolgreich abgeschlossen wurden.

9.5.3 Qualitätskonformitätsprüfung

Die Prüfpläne für die losweisen und die periodischen Prüfungen im Rahmen der Qualitätskonformitätsprüfung von Widerständen sind in Tabelle 13 enthalten.

Der Plan gibt Auskunft über die Anwendbarkeit einzelner Prüfungen, die im normativen ausführlichen Prüfplan in der Bauartspezifikation angewendet werden müssen. Die Prüfbedingungen und Anforderungen müssen den für die zutreffenden Prüfungen im Plan für die Bauartanerkennung enthaltenen Angaben entsprechen. Die Prüfungen jeder Gruppe müssen in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden.

9.6 Verfahren zur Befähigungsanerkennung (IECQ AC-C)

Diese Rahmenspezifikation unterstützt die in IEC 60115-1:2020, Q.4, beschriebene Befähigungsanerkennung nicht.

9.7 Verfahren zur Technikanerkennung (IECQ-AC-TC)

Die Bestimmungen nach IEC 60115-1:2020, Q.5, müssen gelten und die Prüfpläne nach Tabelle 12 und Tabelle 13 angewendet werden.

9.8 Regelmäßige Bewertung der Anschlussbeschichtungen

Der Widerstandshersteller sollte ein System zur regelmäßigen Bewertung der Eigenschaften der Anschlussbeschichtungen seiner Bauelemente einrichten. Ein wesentlicher Aspekt dieser Bewertungen ist die Neigung der lötbaren Oberflächen zur Bildung von Whiskern.

Ein solches Bewertungssystem sollte geeignete Prüfverfahren zur Beurteilung der Neigung zur Whiskerbildung verwenden, vorzugsweise derjenigen aus IEC 60068-2-82, wie in IEC 60115-1:2020, 10.7, vorgeschlagen.

9.9 Verzögerte Auslieferung

Die Bestimmungen nach IEC 60115-1:2020, Q.1.8, müssen gelten, außer dass das reduzierte Prüfniveau S-2 angewendet werden muss.

9.10 Bestätigte Prüfberichte

Wenn zwischen dem Hersteller und dem Kunden vereinbart, können bestätigte Prüfberichte nach IEC 60115-1:2020, Q.1.6, bereitgestellt werden.

9.11 Konformitätsbescheinigung (CoC)

Wenn Bauelemente von einer Zertifizierungsstelle im Rahmen eines Qualitätsbewertungssystems (z. B. IECQ, Nachfolgesystem von CECC) nach dieser Spezifikation anerkannt sind, wird die Konformität durch Kennzeichnung der Verpackung nach den entsprechenden Systemregeln erklärt.

Eine zusätzliche Konformitätsbescheinigung (CoC) ist für anerkannte Bauelemente nicht erforderlich.

Tabelle 12 – Prüfplan für die Bauartanerkennung

Prüfung ^a	Prüfbedingungen ^b	D ^c oder ND	n ^c	c ^c	Anforderungen								
6.1 [früher Prüfung 4.5] Widerstandswert	Siehe 5.3.1	ND	Gruppe 1		Wie in IEC 60115-1:2020, 6.1.4.								
			...	0									
9.1 [früher Prüfung 4.4.1] Sichtprüfung	Siehe 5.3.10	ND	Gruppe 2		Wie in 6.5.1 und in der Bauartspezifikation festgelegt.								
			...	0									
9.2 [früher Prüfung 4.4.2] Maße (Lehrenmaße)	Siehe 5.3.11		(... der Stichprobe)		Wie in der Bauartspezifikation festgelegt.								
12.1 [früher Prüfung 4.6] Isolationswiderstand (nur bei isolierten Widerständen)	Siehe 5.3.25	ND	Gruppe 3		Wie in 6.7.								
			...	0									
12.2 [früher Prüfung 4.7] Spannungsfestigkeit (nur bei isolierten Widerständen)	Siehe 5.3.26 $U_{\text{test}} = \dots \cdot U_{\text{ins}};$ $t_{\text{load}} = \dots \text{ s.}$				Wie in IEC 60115-1:2020, 12.2.5.								
8.1 [früher Prüfung 4.13] Kurzzeitige Überlast	Siehe 5.3.6 $U_{\text{test}} = \dots ;$ <table><tr><th>Bauform</th><th>t_{load}</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Sichtprüfung. Widerstandswert.	Bauform	t_{load}	...	...	...	...	...	...	D	(... der Stichprobe)		Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt.
Bauform	t_{load}												
...	...												
...	...												
...	...												
		D	Gruppe 4 ^d		Wie in 6.6.								
11.1 [früher Prüfung 4.17] Lötbarkeit mit bleifreiem Lot ^e	Siehe 5.3.21 Alterung: ... Lötbadverfahren; $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ °C}; \text{ Lot } \dots ;$ $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Sichtprüfung.		...	0									
11.1 [früher Prüfung 4.17] Lötbarkeit, mit SnPb-Lot ^e	Siehe 5.3.22 Alterung: ... Lötbadverfahren; $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ °C}; \text{ Lot } \dots ;$ $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Sichtprüfung.		(die andere Hälfte der Stichprobe)		Wie in 6.6.								
6.2 [früher Prüfung 4.8] Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes	Siehe 5.3.2 $\vartheta = \{20 \text{ °C, LCT, } 20 \text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $\vartheta = \{20 \text{ °C, UCT, } 20 \text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$	D	Gruppe 5		Wie in 6.3 und in der Bauartspezifikation festgelegt. Wie in 6.3 und in der Bauartspezifikation festgelegt.								
			...	0									

Tabelle 12 (2 von 6)

Prüfung ^a	Prüfbedingungen ^b	D ^c oder ND	n ^c	c ^c	Anforderungen					
		D	Gruppe 6							
			20	0						
9.8 [früher Prüfung 4.33] Trägerbiegeprüfung	Biegetiefe ... mm; ... Wiederholungen Sichtprüfung Widerstandswert		(Hälfte der Stichprobe)		Elektrischer Durchgang; keine Unterbrechung, wenn sich die Leiterplatte nach ... Biegungen im gebogenen Zustand befindet. Wie in 6.5.2. Wie in der Bauartspezifikation festgelegt.					
10.1 [früher Prüfung 4.19] Rascher Temperaturwechsel	Siehe 5.3.17 $\mathcal{G}_{\text{inf}} = \text{LCT}, \mathcal{G}_{\text{sup}} = \text{UCT};$ $n = 5.$ Sichtprüfung. Widerstandswert.		(die andere Hälfte der Stichprobe)		Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt.					
9.10 [früher Prüfung 4.21] Schocken (nicht bei allgemeinen SMD-Widerständen (RR-, RT- und RC-Widerstände) anzuwenden, sofern nicht anders in der Bauartspezifikation gefordert)	Beschleunigung: ... Impulsdauer: ... Impulsform: Halbsinus Schärfegrad: ... aufeinanderfolgende Schocks in jede der drei Richtungen (insgesamt ... Schocks) Sichtprüfung Widerstandswert				Wie in 6.5.2. Wie in der Bauartspezifikation festgelegt.					
9.7 [früher Prüfung 4.32] Scherprüfung (nur bei RR-, RT- und RC-Widerständen anzuwenden)	Siehe 5.3.13 <table><tr><td>Bauform</td><td>Kraft</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Sichtprüfung	Bauform	Kraft	...	...	...	...			Wie in 6.5.2.
Bauform	Kraft									
...	...									
...	...									

Tabelle 12 (3 von 6)

Prüfung ^a	Prüfbedingungen ^b	D ^c oder ND	n ^c	c ^c	Anforderungen
Gruppe 6 (fortgesetzt)					
10.3 [früher Prüfung 4.23] Klimafolge – Trockene Wärme – Feuchte Wärme, zyklisch, erster Zyklus – Kälte – Niedriger Luftdruck – Feuchte Wärme, zyklisch, zusätzliche n Zyklen – Gleichspannungsbelastung – Endmessungen	Siehe 5.3.19 $\vartheta = \text{UCT}; t_{\text{exp}} = 16 \text{ h.}$ $1 \text{ Zyklus}; \vartheta_{\text{sup}} = 55 \text{ °C.}$ $\vartheta = \text{LCT}; t_{\text{exp}} = 2 \text{ h.}$ $p_{\text{amb}} = \dots \text{ kPa}; t_{\text{exp}} = 1 \text{ h.}$ $n \text{ Zyklus/Zyklen}; \vartheta_{\text{sup}} = 55 \text{ °C.}$ $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, begrenzt durch $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$; 1 min. Sichtprüfung. Widerstandswert. Isolationswiderstand ^f .		(gesamte Stichprobe)		Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt. Wie in 6.7.
Gruppe 7					
7.1 [früher Prüfung 4.25.1] Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C	Siehe 5.3.4 $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, begrenzt durch $U_{\text{test}} \leq U_{\text{max}}$; $t_{\text{on}} = 1,5 \text{ h}; t_{\text{off}} = 0,5 \text{ h};$ $t_{\text{load}} = 1\,000 \text{ h.}$ Sichtprüfung. Widerstandswert. Isolationswiderstand ^f .	D	...	0	Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt. Wie in 6.7.
7.1.9 [früher Prüfung 4.25.1.8] Erweiterte Dauerprüfung bei der Nenntemperatur 70 °C (nur bei Widerständen der Klassifikationsstufe P oder R anzuwenden)	Dauer verlängert auf $t_{\text{load}} = 8\,000 \text{ h.}$ Widerstandswert.				Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt.
Gruppe 8					
10.4 [früher Prüfung 4.24] Feuchte Wärme, konstant	Siehe 5.3.18 $\vartheta = 40 \text{ °C}; RH = 93 \text{ %};$ $t_{\text{exp}} = \dots$ Sichtprüfung. Widerstandswert. Isolationswiderstand ^f .	D	...	0	Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt. Wie in 6.7.

Tabelle 12 (4 von 6)

Prüfung ^a	Prüfbedingungen ^b	D ^c oder ND	n ^c	c ^c	Anforderungen								
Gruppe 9													
11.2 [früher Prüfung 4.18] Wärmebeständigkeit beim Lötvorgang	Siehe 5.3.23 Lötbadverfahren; $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s}$. Sichtprüfung. Widerstandswert.	D	...	0	Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt.								
12.4 [früher Prüfung 4.35] Entflammbarkeit	Siehe 5.3.27 $t_{\text{a}} = \dots \text{ s}$. Brenndauer.		(... der Stichprobe)		Wie in 6.8.								
Gruppe 10													
9.3 [früher Prüfung 4.4.3] Maße (Einzelmaße)	Siehe 5.3.12	D	...	0	Wie in der Bauartspezifikation festgelegt.								
7.3 [früher Prüfung 4.25.3] Dauerprüfung bei maximaler Temperatur: UCT	Siehe 5.3.5 $\vartheta = \text{UCT}$; $t_{\text{exp}} = 1\,000 \text{ h}$. Sichtprüfung. Widerstandswert. Isolationswiderstand ^f .				Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt. Wie in 6.7.								
6.7 [früher Prüfung 4.14] Temperaturerhöhung (nur bei Widerständen mit $R_n < R_{\text{crit}}$)	Siehe 5.3.3 $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ Temperaturerhöhung.		(... der Stichprobe)		Wie in 6.4.								
Gruppe 11													
8.5 [früher Prüfung 4.38] Elektrostatische Entladung	Siehe 5.3.9 <table border="1"><thead><tr><th>Bauform</th><th>U_{HBM}</th></tr></thead><tbody><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></tbody></table> $n_{\text{pos}} = \dots$; $n_{\text{neg}} = \dots$. Sichtprüfung. Widerstandswert.	Bauform	U_{HBM}	...	...	...	...	...	...	D	...	0	Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt.
Bauform	U_{HBM}												
...	...												
...	...												
...	...												
11.3 [früher Prüfung 4.29, 4.30] Lösemitte beständigkeit	Siehe 5.3.24 $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$; Lösemittel: ... ; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s}$; Reibvorrichtung: Sichtprüfung.				Wie in 6.5.2.								

Tabelle 12 (5 von 6)

Prüfung ^a	Prüfbedingungen ^b	D ^c oder ND	n ^c	c ^c	Anforderungen
9.11 [früher Prüfung 4.22] Schwingen (nur bei Widerständen der Klassifikationsstufe P oder R anzuwenden)	Siehe 5.3.16 Dauerbeanspruchung bei gleitender Frequenz; $f_1 = \dots \text{ Hz}; f_2 = \dots \text{ Hz};$ $n = \dots$ je Achse; $\dot{a} = \dots \text{ m/s}^2$, begrenzt durch $d = \dots \text{ mm}.$ Elektrischer Durchgang. Sichtprüfung. Widerstandswert.	D	Gruppe 12		Wie in IEC 60115-1:2020, 9.11.7.1. Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt.
			...	0	
8.4 [früher Prüfung 4.39] Überlastprüfung mit periodischen Impulsen (nur bei Widerständen der Klassifikationsstufe P oder R anzuwenden)	Siehe 5.4.3 Spannung: $U = \sqrt{15 \cdot P_{70} \cdot R_n}$ oder $U = 2 \cdot U_{\max}$, wobei der geringere Wert gilt; 0,1 s ein- / 2,5 s ausgeschaltet; 1 000 Zyklen Sichtprüfung Widerstandswert				Wie in 6.5.2. Wie in 6.2 und in der Bauartspezifikation festgelegt.