



# 1 Nennwerte und Eigenschaften

Tabelle 1b Widerstandswerte-Bereich, Grenzabweichung und Temperaturkoeffizient

| Baugröße                        | Temperatur-<br>koeffizient<br><br>10 <sup>-6</sup> /K | Grenzabweichung |                  |                  |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
|                                 |                                                       | ± 2 %           | ± 1 %            | ± 0,1 %          |
| RC 2211 C                       | 0 ± 50                                                | 1 bis 9,1 Ω     | 10 Ω bis 2,21 MΩ | —                |
| RC 3715 C                       |                                                       | —               | 1 Ω bis 5,11 MΩ  |                  |
| RC 2211 E                       | 0 ± 15                                                | —               | —                | 75 Ω bis 68,1 kΩ |
| RC 3715 E                       |                                                       | —               | —                | 75 Ω bis 100 kΩ  |
| Widerstandswerte<br>nach IEC 63 |                                                       | E 24            | E 96             | E 192            |

0-Ω- Widerstand &lt; 20 mΩ / 2 A

Tabelle 1c Stabilitätsklasse und Widerstandswerte-Bereich

| Stabilitätsklasse | Baugröße                                |                                        |
|-------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
|                   | RC 2211                                 | RC 3715                                |
| 0,25              | 75 Ω bis 68,1 kΩ                        | 75 Ω bis 100 kΩ                        |
| 0,5               | 10 Ω bis < 75 Ω<br>> 68,1 kΩ bis 221 kΩ | 10 Ω bis < 75 Ω<br>> 100 kΩ bis 324 kΩ |
| 1                 | 1 Ω bis < 10 Ω                          | 1 Ω bis < 10 Ω                         |
| 2                 | > 221 kΩ bis 2,21 MΩ                    | > 324 kΩ bis 5,11 MΩ                   |

|                                                                                                         |                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klimakategorie:                                                                                         | 55/125/56                                                                                 |
| Schärfegrad der Prüfung Schwingen *):                                                                   | 10 bis 2000 Hz; 1,5 mm oder 196 m/s <sup>2</sup> ;<br>es gilt der jeweils schwächere Wert |
| Unterdruck *):                                                                                          | 1,0 kPa (10 mbar)                                                                         |
| Zulässige relative Änderung des Widerstands-<br>wertes nach 1000 h Dauerprüfung bei P <sub>70</sub> :   | nach Tabelle 1e                                                                           |
| Zulässige relative Änderung des Widerstands-<br>wertes nach 8000 h Dauerprüfung bei P <sub>70</sub> *): | nach Tabelle 1e                                                                           |
| Temperaturkoeffizient (TC) des Widerstands-<br>wertes:                                                  | nach Tabelle 1d                                                                           |
| Temperaturanstieg *):                                                                                   | ≤ 55°C                                                                                    |
| Nichtlinearität *):                                                                                     | nach Abschnitt 1.2                                                                        |
| Nachgewiesene Zuverlässigkeit und Vollprüfung *):                                                       | nach Abschnitt 7.1                                                                        |
| Wärmewiderstand *):                                                                                     | nach Anhang B                                                                             |
| Impulsbelastbarkeit *):                                                                                 | nach Anhang A                                                                             |
| Lagerfähigkeit *):                                                                                      | nach Abschnitt 7.9                                                                        |

Tabelle 1d

| Temperatur-<br>koeffizienten-<br>Bereich<br>in<br>10 <sup>-6</sup> /K | 3. Kennbuchstabe<br>der Baugrößenbe-<br>zeichnung | Grenzabweichung in %<br>des Widerstandswertes<br>im Temperaturbereich |              |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                       |                                                   | 20 bis 125°C                                                          | 20 bis -55°C |
| 0 ± 50                                                                | C                                                 | ± 0,525                                                               | ± 0,375      |
| 0 ± 15                                                                | E                                                 | ± 0,158                                                               | ± 0,113      |

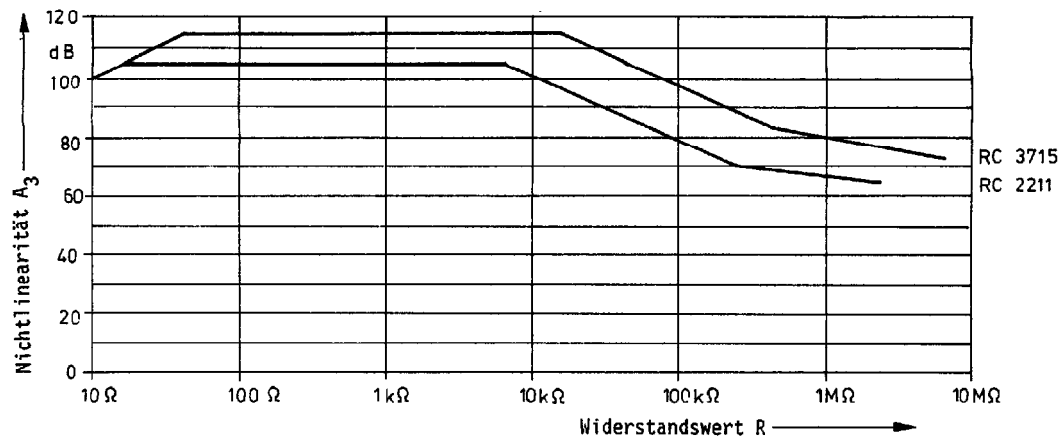
\*) Verschärfung gegenüber CECC 40 401

Tabelle 1e. Zulässige relative Änderung des Widerstandswertes bei Prüfungen

| Stabilitätsklasse | Dauerprüfung 1)                                    |                           |                                         | 4.20 Reihenfolge klimatischer Prüfungen<br>4.21 Feuchte Wärme, konstant | 4.11 Überlastprüfung<br>D 4.6 Festigkeit der Endflächen-Metallisierung<br>D 4.3.2 Lötwärmebeständigkeit<br>4.16 Rasche Temperaturänderung<br>o. Nr. Betrieb bei niedriger Temperatur*)<br>4.19 Schwingen |
|-------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | 4.24.1 Dauerprüfung bei 70°C<br>1000 h      8000 h |                           | 4.24.3 Dauerprüfung bei 125°C<br>1000 h |                                                                         |                                                                                                                                                                                                          |
| 0,25              | $\pm(0,25\% + 0,05\Omega)$                         | $\pm(0,5\% + 0,05\Omega)$ | $\pm(0,25\% + 0,05\Omega)$              | $\pm(0,25\% + 0,05\Omega)$                                              | $\pm(0,05\% + 0,01\Omega)$                                                                                                                                                                               |
| 0,5               | $\pm(0,25\% + 0,05\Omega)$                         | $\pm(0,5\% + 0,05\Omega)$ | $\pm(0,5\% + 0,05\Omega)$               | $\pm(0,5\% + 0,05\Omega)$                                               | $\pm(0,1\% + 0,01\Omega)$                                                                                                                                                                                |
| 1                 | $\pm(0,25\% + 0,05\Omega)$                         | $\pm(0,5\% + 0,05\Omega)$ | $\pm(1\% + 0,05\Omega)$                 | $\pm(1\% + 0,05\Omega)$                                                 | $\pm(0,25\% + 0,05\Omega)$                                                                                                                                                                               |
| 2                 | $\pm(0,5\% + 0,05\Omega)$                          | $\pm(1\% + 0,05\Omega)$   | $\pm(2\% + 0,05\Omega)$                 | $\pm(2\% + 0,1\Omega)$                                                  | $\pm(0,5\% + 0,05\Omega)$                                                                                                                                                                                |

1) Abweichend von der allgemeinen Stabilitätsklasseneinteilung nach IEC 115-2 werden in dieser Spezifikation für die Dauerprüfung kleinere Änderungen gefordert.

Anmerkung: Die Abschnittsnummern im Tabellenkopf beziehen sich auf CECC 40 000

1.2 Nichtlinearität  $A_3$  (CECC 40 000, Abschnitt 4.8)

| Baugröße | Nichtlinearität $A_3$ | Widerstandswert                   |
|----------|-----------------------|-----------------------------------|
| RC 2211  | 105 dB                | 17,8 $\Omega$ bis 5,62 k $\Omega$ |
|          | 68 dB                 | 221 k $\Omega$                    |
|          | 65 dB                 | 2,21 M $\Omega$                   |
| RC 3715  | 115 dB                | 51,1 $\Omega$ bis 13 k $\Omega$   |
|          | 85 dB                 | 324 k $\Omega$                    |
|          | 75 dB                 | 5,11 M $\Omega$                   |

## 2 Kennzeichnung

Die Kennzeichnung des Bauelementes und der Verpackung muß den Anforderungen nach CECC 40 000, Abschnitt 2.4 entsprechen.

## 2.1 Bauelement

Die Farbkennzeichnung nach IEC 62 ist auf dem Widerstand anzubringen.

Kennzeichnung des 0- $\Omega$ -Widerstandes: ein schwarzer Farbring nach IEC 62

Der Temperaturkoeffizient ist als unterbrochener Ring nach IEC 62, Änderung 1, April 1988 oder durch die Körperfarbe zu kennzeichnen.

Die erreichte Ausfallratenstufe zur nachgewiesenen Zuverlässigkeit ist im Bereich des 1. Ringes durch einen farbigen Punkt nach VG 95 215 Teil 2 zu kennzeichnen.

## 2.2 Verpackung

Die Verpackung ist mit den vollständigen Bestellangaben nach Abschnitt 4 zu kennzeichnen:

Zusätzlich sind anzugeben:

- CECC-Hersteller-Code
- NATO-Hersteller-Code, falls anwendbar
- Herstelldatum nach IEC 62

### 3 Bezugsdokumente

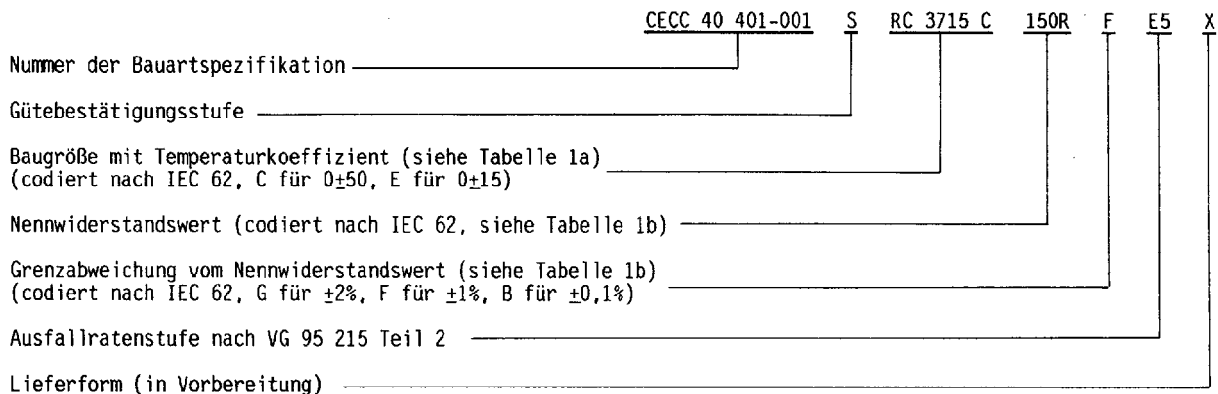
CECC 00 200, CECC 40 000, CECC 40 400, CECC 40 401, CECC 40 401-005, IEC 62, IEC 63, IEC 68-2-10, IEC 68-2-13, IEC 68-2-30, IEC 68-2-45, IEC 115-2, IEC 286-3, IEC 410, IEC 695-2-2, DIN 44 050, DIN 45 921 Teil 5, VG 95 212 Teil 5, VG 95 215 Teil 2, CECC-MUAHAG-PPL Band 2

### 4 Bestellangaben

Bestellungen von Widerständen nach dieser Spezifikation müssen die nachstehenden Angaben enthalten:

- Nennwiderstandswert nach Tabelle 1b
- Grenزابweichung vom Nennwiderstandswert nach Tabelle 1b
- Nummer der Bauartspezifikation und Baugröße mit Temperaturkoeffizient nach Tabelle 1a
- Ausfallratenstufe zur nachgewiesenen Zuverlässigkeit nach VG 95 215 Teil 2
- Lieferform

Beispiel zu den Bestellangaben \*)



Bestellbeispiel für 0-Ω-Widerstand

CECC 40 401-001 RC 3715 - 00R0 - X

Für die Datenverarbeitung muß die Bestellangabe ohne Leerzeichen durchgehend geschrieben werden.

### 5 Bestätigte Prüfberichte

Bestätigte Prüfberichte nach CECC 40 000, Abschnitt 3.5, werden nach Vereinbarung zwischen Anwender und Hersteller aufgestellt.

### 6 Verzögerte Auslieferung

Es gelten die Maßnahmen nach CECC 40 000, Abschnitt 3.6.

### 7 Zusätzliche Angaben

Die Angaben nach Abschnitt 7.1 und 7.2 werden auch im Rahmen des Gütebestätigungsverfahrens überwacht. Weitere Angaben dienen der Information.

#### 7.1 Nachgewiesene Zuverlässigkeit \*)

##### 7.1.1 Allgemeines

Die nachgewiesene Zuverlässigkeit der Bauelemente nach dieser Spezifikation wird nach VG 95 215 Teil 2 ermittelt.

Für welche Ausfallratenstufe nach VG 95 215 Teil 2 sich ein Hersteller qualifiziert hat, ist MUAHAG-PPL Band 2 oder VG 95 212 Teil 5 zu entnehmen.

##### 7.1.2 Ausfallkriterien

Nur für die Sammlung von Prüfergebnissen zur Zuverlässigkeit gelten für die Bewertung von Ausfällen die Grenzen der 8000 h-Prüfung auch für die 1000 h-Prüfung nach Abschnitt 4.24.1

#### 7.2 Vollprüfung \*)

Alle Widerstände nach dieser Spezifikation werden im Fertigungsprozeß einer 100%-Prüfung unterzogen. Dabei muß folgende Reihenfolge eingehalten werden:

- 1) Nichtlinearität nach Abschnitt 1.2 (nur für Widerstandswerte ab 50 Ω)
- 2) Widerstandswert und Grenزابweichung nach Tabelle 1 b

\*) Verschärfungen gegenüber CECC 40 401

### 7.3 Verwenden von Reinigungsmitteln

Ist ein Reinigen von Leiterplatten, die mit Widerständen nach dieser Norm bestückt sind, notwendig, so sind für das Entfernen von Flußmittelresten folgende Reinigungsmittel zu verwenden:

- Alkohole, wie  
Methanol, Propanol, Isopropanol, Butanol
- Ester, wie  
Methylacetat, Butylacetat
- wässrige Waschlösungen

Das Reinigungsmittel darf nicht länger als 5 min. einwirken. Für sofortiges Ablüften der Leiterplatten nach der Entnahme aus dem Reinigungsbad ist zu sorgen.

Sollen andere Rückstände oder Chemikalien gelöst werden oder andere Zeiten, andere Temperaturen, mechanische Beanspruchungen des Widerstandes oder andere Lösungsmittel angewendet werden, dann ist Rücksprache mit dem Hersteller der Widerstände notwendig.

(Ultraschallwaschen in Vorbereitung)

### 7.4 Montage

Die Widerstände können mit den für SMD-Montage geeigneten Klebern montiert werden. Härte-temperaturen über 155 °C sind zu vermeiden.

Lötverfahren, -temperaturen und -zeiten: Die Widerstände sind für alle zur Zeit bekannten Weich-lötverfahren geeignet. Beim Eintauchen in ein Lötbad, Temperatur 270 °C, soll die Tauchzeit von 10 s nicht überschritten werden.

### 7.5 Wärmewiderstand

Siehe Anhang B

### 7.6 Zulässige relative Änderung des Widerstandswertes (Drift)

7.6.1 Für eine Betriebszeit  $t_N = 8000$  h bei einer Oberflächentemperatur  $\vartheta_0 = 125^\circ\text{C}$

Stabilitätsklassen 0,25; 0,5; 1

$$\left| \frac{\Delta R}{R} \right|_{8000\text{h}, 125^\circ\text{C}} \leq 1,5\% + 0,05$$

Stabilitätsklasse 2

$$\left| \frac{\Delta R}{R} \right|_{8000\text{h}, 125^\circ\text{C}} \leq 3\% + 0,05$$

7.6.2 Für andere Zeiten und Oberflächentemperaturen

Die zu erwartende Änderung des Widerstandswertes kann ermittelt werden durch die Formel

$$\left( \frac{\Delta R}{R} \right)_{t, \vartheta_0} \leq M \cdot \left( \frac{\Delta R}{R} \right)_{8000\text{ h}, 125^\circ\text{C}}$$

Darin ist M ein empirisch ermittelter Driftfaktor, der den nachstehenden Nomogrammen zu entnehmen ist.

t = Betriebszeit

$\vartheta_0$  = Oberflächentemperatur in der Mitte des Widerstandes

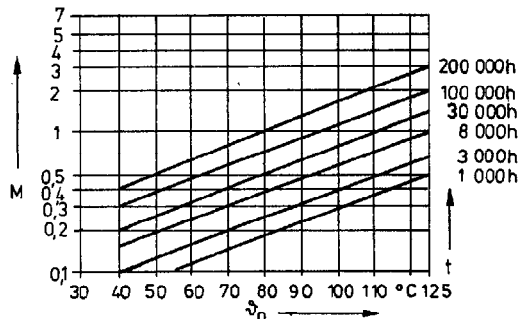
Die Oberflächentemperatur  $\vartheta_0$  kann ermittelt werden durch Messung oder die Formel

$$\vartheta_0 = P \cdot R_{th} + \vartheta_U$$

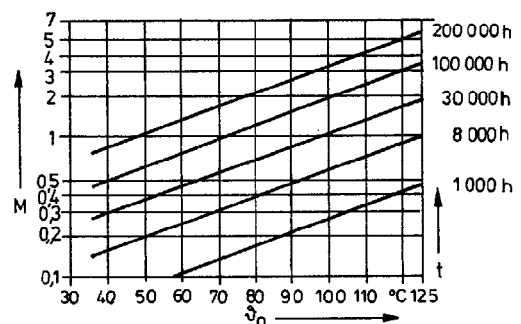
P = Belastung in W

$R_{th}$  = Wärmewiderstand in K/W (Beispiele siehe Anhang B)

$\vartheta_U$  = Umgebungstemperatur

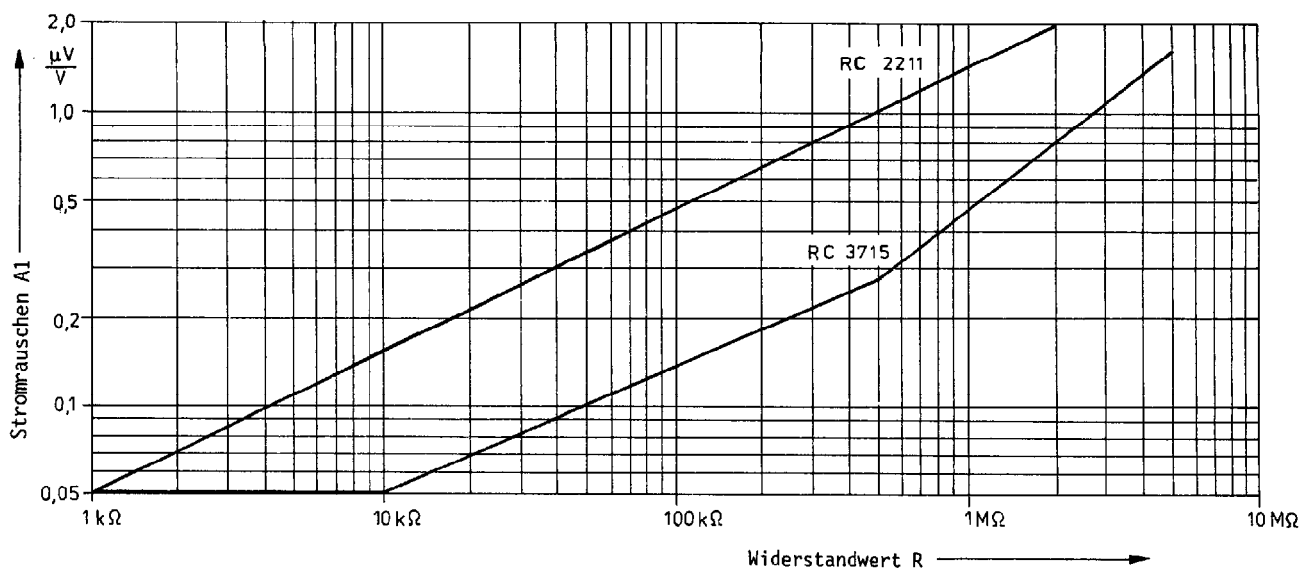


M für Widerstandswerte 1 Ω bis 324 kΩ (RC 3715)  
1 Ω bis 221 kΩ (RC 2211)



M für Widerstandswerte > 324 kΩ bis 5,11 MΩ (RC 3715)  
> 221 kΩ bis 2,21 MΩ (RC 2211)

7.7 Stromrauschen A1 (CECC 40 000, Abschnitt 4.10, jedoch Belastung 0,01 W bzw. max. 40 V)  
Bei mindestens 95% aller Widerstände dürfen die Werte der folgenden Kurve nicht überschritten werden.



#### 7.8 Impulsbelastbarkeit

Siehe Anhang A

#### 7.9 Lagerfähigkeit

Lagertemperatur : - 25 bis 45°C

relative Luftfeuchte: ≤ 75% im Jahresmittel

≤ 95% an 30 Tagen im Jahr

- Im eingebauten Zustand mindestens 20 Jahre ohne Minderung der Eigenschaften

- Im nicht eingebauten Zustand beträgt die Lötbarkeit mindestens 2 Jahre (bei Lagerung in Originalverpackung).

Mit Ausnahme der zulässigen relativen Änderung des Widerstandswertes werden die anderen Eigenschaften nicht beeinflusst.

#### 7.10 Schimmelwachstum

Die Beständigkeit gegen Schimmelwachstum ist auf Verlangen nachzuweisen.

Prüfverfahren: IEC 68-2-10, Variante 1, 28 Tage

Vorbehandlung: Reinigen

Behandlung: Eintauchen

Endkontrolle: Sichtprüfung Stufe 1

Pilzbewuchs darf erst ab 50facher Vergrößerung zu erkennen sein.

## 8 Prüfanforderungen

### 8.1 Trocknung

Wenn eine Trocknung verlangt wird, ist Verfahren I nach CECC 40 000, Abschnitt 4.2 anzuwenden.

### 8.2 Bauartzulassung

Es ist das Verfahren mit fester Stichprobengröße (siehe CECC 40 000, Abschnitt 3.3.3) zu verwenden.

Es gilt der Prüfplan nach Tabelle 3 dieser Spezifikation.

Die Bauartzulassung wird erteilt, wenn mit der Dauerprüfung bei 70°C nach 1000 h die Ausfallratenstufe E5 erreicht wird und auch alle anderen Prüfungen nach Tabelle 3 bestanden wurden.

Wird die 8000 h-Prüfung nicht bestanden, so wird die Bauartzulassung zurückgezogen.

### 8.3 Gütebestätigungskontrolle

Der Prüfplan für die Gütebestätigungskontrolle (Tabelle 2) enthält Angaben über Stichprobenumfang, Periodizität, Schärfegrade und Anforderungen. Angaben über die Bildung der Prüflöse enthält CECC 40 400, Abschnitt 3.1.

### 8.4 0-Ω-Widerstand

Für den 0-Ω-Widerstand werden diejenigen Prüfungen der Tabellen 2 und 3 durchgeführt, zu denen die entsprechenden Prüfparameter festgelegt sind. Die elektrischen Prüfparameter reduzieren sich auf die Einhaltung des Widerstandswertes < 20 mΩ und der Belastbarkeit 2 A bei Raumtemperatur. Die Prüfung der Temperaturabhängigkeit des Widerstandes und der Nichtlinearität entfallen.