

SIEMENS

Heißeleiter

Datenbuch 1986/87

Inhaltsverzeichnis
Bauformen-Übersichten

Allgemeine technische Angaben

Qualität

Gurtung

Bauformen

Kennlinien

Bestellnummern-Verzeichnis

Anschriftenverzeichnis

SIEMENS

Heißleiter

Datenbuch 1986/87



Problemlos bestellen mit der SBS-Preis- und Lagerliste

Für Kunden in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West).

Die SBS-Preis- und Lagerliste erscheint jährlich neu. Sie umfaßt die Schwerpunkttypen aus dem Siemens-Bauteile-Gesamtprogramm mit Preisen und den wichtigsten technischen Daten.

Ihre Bestellungen richten Sie bitte an den Ihnen nächstgelegenen Siemens-Bauteile-Vertrieb (Anschriften siehe Seite 223).

Die SBS Preis- und Lagerliste erhalten Sie kostenlos bei

Siemens AG

Infoservice

Postfach 146

D-8510 Fürth

☎ (0911) 30 01-260

☎ 6 23 313

FAX (0911) 30 01-271

Stichwort „SBS-Preis- und Lagerliste“.

Für Kunden im Ausland

dient als Bezugsquelle der Vertrieb Bauteile der jeweiligen Landesgesellschaften oder Vertretungen.

Alle mit Kennzeichen **■** oder **▼** versehenen Bauelemente sind Schwerpunkttypen und können kurzfristig über unseren Siemens-Bauteile-Service bezogen werden. Das jeweils aktuelle Schwerpunktspektrum bitten wir der neuesten Ausgabe unserer SBS-Preis- und Lagerliste zu entnehmen.

Herausgegeben von Siemens AG, Bereich Bauelemente, Produkt-Information, Balanstraße 73, D-8000 München 80.

Für die angegebenen Schaltungen, Beschreibungen und Tabellen wird keine Gewähr bezüglich der Freiheit von Rechten Dritter übernommen.

Mit den Angaben werden die Bauelemente spezifiziert, nicht Eigenschaften zugesichert.

Liefermöglichkeiten und technische Änderungen vorbehalten.

Fragen über Technik, Preise und Liefermöglichkeiten richten Sie bitte an den Ihnen nächstgelegenen Siemens-Bauteile-Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) oder an unsere Landesgesellschaften im Ausland (siehe Anschriftenverzeichnis).

Inhaltsverzeichnis

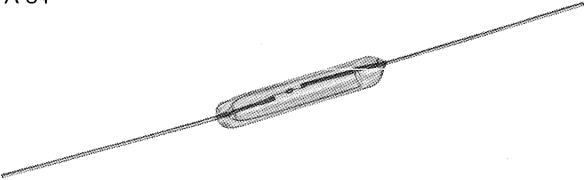

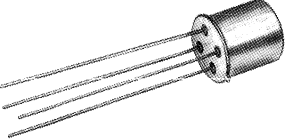
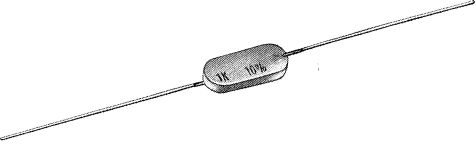
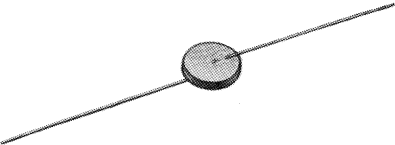
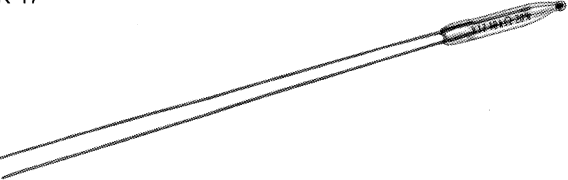
Bauformen-Übersichten

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|-------|
| Alphanumerische Bauformen-Übersicht | 8 |
| Anwendungs- und branchenorientierte Bauformen-Übersicht | 24 |
| Typenübersicht | 26 |
| Allgemeine technische Angaben | 27 |
| 1 Definition | 28 |
| 2 Herstellung | 28 |
| 3 Elektrische Eigenschaften | 28 |
| 3.1 Elektrisch nicht belastete Heißeiter | 28 |
| 3.1.1 Widerstandswert-Temperatur-Kennlinie | 28 |
| 3.1.2 B -Wert | 29 |
| 3.1.3 Temperaturkoeffizient α_R | 30 |
| 3.1.4 Null-Last-Messung | 31 |
| 3.1.5 Toleranz | 31 |
| 3.1.6 Alterung | 32 |
| 3.2 Elektrisch belastete Heißeiter | 33 |
| 3.2.1 Spannungs-Strom-Kennlinie | 33 |
| 3.2.2 Belastbarkeit P | 36 |
| 3.2.3 Thermische Abkühlzeitkonstante τ_{th} | 36 |
| 3.2.4 Wärmeleitwert G_{th} | 37 |
| 3.2.5 Wärmekapazität C_{th} | 37 |
| 3.2.6 Strom-Zeit-Kennlinie | 37 |
| 3.3 Fremdbeheizte Heißeiter | 38 |
| 4 Anwendungshinweise | 39 |
| 4.1 Anwendungsmöglichkeiten | 39 |
| 4.2 Dimensionierungshinweise | 41 |
| 4.2.1 Temperaturmessung und -regelung | 41 |
| 4.2.2 Temperaturkompensation | 42 |
| 4.2.3 Linearisierung der Heißeiterkennlinie | 42 |
| 4.2.4 Relaisverzögerung | 44 |
| 4.2.5 Einschaltstrom-Begrenzung | 45 |
| 4.2.6 Spannungsregelung | 46 |
| 4.2.7 Weitere Anwendungen | 46 |
| 4.3 Allgemeines zu Temperaturfühler für medizinische Elektrothermometer | 47 |


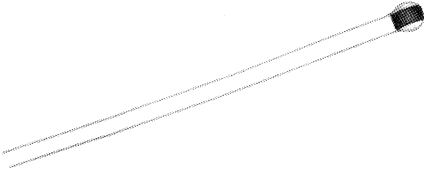

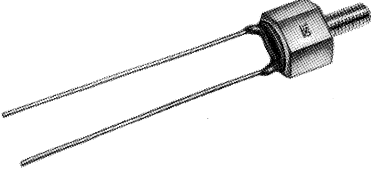

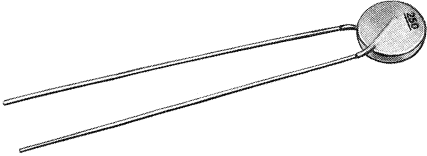
| | Seite |
|--|------------|
| 5 Einbauhinweise | 47 |
| 5.1 Lötung | 47 |
| 5.1.1 Bedrahtete Heißeiter | 47 |
| 5.1.2 Unbedrahtete Scheiben | 47 |
| 5.1.3 Chips | 48 |
| 5.2 Mechanische Belastung der Anschlußdrähte | 49 |
| 5.3 Umhüllen und Vergießen | 49 |
| 5.4 Einbauverhältnisse | 49 |
| 5.5 Lagerung | 49 |
| 5.6 Reinigung | 49 |
| 6 Erläuterungen zu den Technischen Daten | 50 |
| 6.1 Nenn- bzw. Bezugstemperatur | 50 |
| 6.2 Lagertemperaturen | 50 |
| 6.3 Anwendungsklassen nach DIN 40040 | 50 |
| 7 Symbole und Begriffe | 53 |
| Qualität | 55 |
| 1 Lieferqualität | 56 |
| 1.1 Stichproben | 56 |
| 1.2 Fehlerkriterien | 56 |
| 1.3 AQL-Werte | 56 |
| 1.4 Eingangsprüfung | 57 |
| 2 Ausfallrate | 58 |
| 2.1 Ausfallphasen | 58 |
| 2.2 Referenzbedingungen | 58 |
| 2.3 Typischer Wert der Ausfallrate | 59 |
| 3 Ergänzende Hinweise | 59 |
| Gurtung | 61 |
| 1 Gurtung der radial bedrahteten Ausführung | 62 |
| 2 Gurtung der Chip-Ausführung | 65 |
| Bauformen | 67 |
| Kennlinien | 197 |
| 1 Normierte R/T -Kennlinien | 198 |
| 2 $\Delta R/\Delta T$ -Kennlinien | 213 |
| Bestellnummern-Verzeichnis | 217 |
| Anschriftenverzeichnis | 223 |

Alphanumerische Bauformenübersicht

| Typ | Abmessungen $\varnothing \times l$ bzw. $b \times l$ (max.) mm | Anwendungs- klasse nach DIN 40040/ Temperatur- bereich | |
|---|--|--|--|
| <p>A 34</p>  | <p>4 × 24</p> | <p>FKR – 55 bis + 125 °C</p> | |
| <p>C 621</p>  | <p>EIA 1206 1,8 × 3,5</p> | <p>FKF – 55 bis + 125 °C</p> | |
| <p>F 75</p>  | <p>Gehäuse TO 5 9,4 × 9,8</p> | <p>FKF – 55 bis + 125 °C</p> | |
| <p>K 11</p>  | <p>6 × 12,5</p> | <p>FKF – 55 bis + 125 °C</p> | |
| <p>K 15</p>  | <p>\varnothing 8</p> | <p>FHF – 55 bis + 155 °C</p> | |
| <p>K 17</p>  | <p>3 × 17</p> | <p>FDE – 55 bis + 250 °C</p> | |

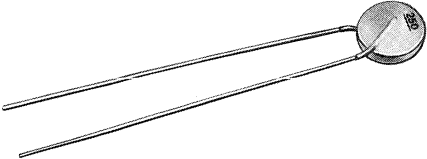
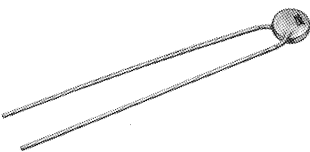
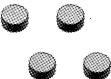
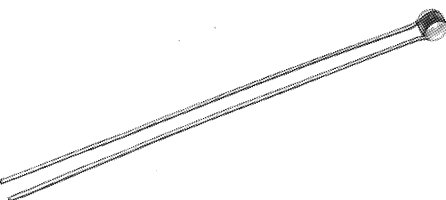
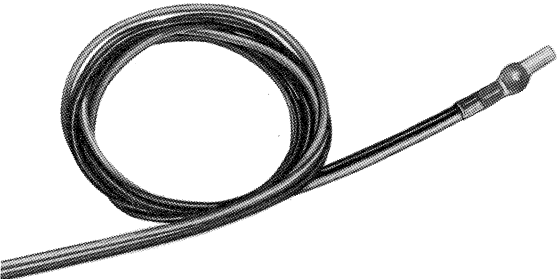
| Nennwiderstand | Nenn-temperatur | Widerstands-toleranz | Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$) | Anwendungsbereich/ Besonderheiten | Seite |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|--|---|-------|
| 5 k Ω bis 200 k Ω | 20 °C | $\pm 20\%$ $\pm 30\%$ | 60 bis 450 mW | Für Relaisverzögerung | 68 |
| 470 Ω bis 470 k Ω | 25 °C | $\pm 20\%$ | 200 mW | Kompensationsheißleiter, Chip-Ausführung, auch gegurtet lieferbar, für automatische Bestückung | 81 |
| 4 k Ω 400 k Ω | 20 °C | $\pm 20\%$ | – | Fremdbeheizter Heißleiter zur Lösung von Regelauf- gaben | 83 |
| 50 Ω bis 500 k Ω | 20 °C | $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ | 100 mW | Für Temperaturkompens- ation | 87 |
| 4 Ω bis 5 k Ω | 20 °C | $\pm 20\%$ | 1000 mW | Für Temperaturkompens- ation | 89 |
| 2,5 k Ω bis 100 k Ω | 20 °C | $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ | 160 mW | Meß- und Regelheißleiter für hohe Temperaturen | 91 |

Alphanumerische Bauformenübersicht

| Typ | Abmessungen $\varnothing \times l$ (max.) bzw. $b \times l$ (max.) mm | Anwendungs- klasse nach DIN 40040/ Temperatur- bereich | |
|--|---|--|--|
| K 19  | $\varnothing 0,4$ | FEF - 55 bis + 200 °C | |
| K 22  | $\varnothing 3,2$ | FEF - 55 bis + 200 °C | |
| K 29  | $1,2 \times 3$ | FDE - 55 bis + 250 °C | |
| K 45  | Gewinde M3 | FKF - 55 bis + 125 °C | |
| K 150  | $\varnothing 7,7$ | FHF - 55 bis + 155 °C | |
| K 153  | $\varnothing 8,8$ | FKF - 55 bis + 125 °C | |

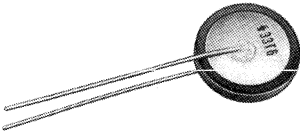
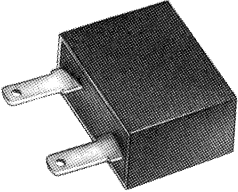
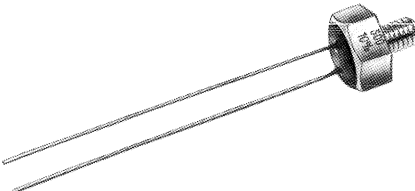
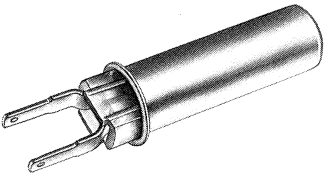
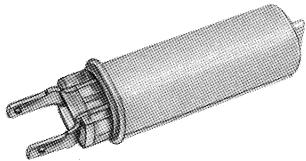
| | Nennwiderstand | Nenn-temperatur | Widerstands-toleranz | Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_U = 25^\circ\text{C}$) | Anwendungsbereich/ Besonderheiten | Seite |
|--|------------------------------------|-----------------|--------------------------|--|--|-------|
| | 12 k Ω | 20 °C | $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ | 25 mW | Meß- und Regelheißleiter für hohe Temperaturen, extrem kleine Abmessungen | 94 |
| | 1 k Ω bis 250 k Ω | 20 °C | $\pm 20\%$ | 150 mW | Meß- und Regelheißleiter für hohe Temperaturen, besonders kleine Abmessungen | 97 |
| | 12 k Ω | 20 °C | $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ | 70 mW | Meß- und Regelheißleiter für hohe Temperaturen, besonders kleine Abmessungen | 99 |
| | 10 Ω bis 470 k Ω | 25 °C | $\pm 10\%$ | 750 mW | Für Temperaturkompensation | 102 |
| | 12,5 Ω und 144 Ω | 100 °C | $\pm 5\%$ | 650 mW | Für Temperaturmessung in Kraftfahrzeugen | 104 |
| | 2,2 Ω bis 10 Ω | 25 °C | $\pm 20\%$ | 800 mW | Für Temperaturkompensation (Linearisierung), auch gegurtet lieferbar | 106 |

Alphanumerische Bauformenübersicht

| Typ | Abmessungen $\varnothing \times l$ (max.) bzw. $b \times l$ (max.) mm | Anwendungs- klasse nach DIN 40040/ Temperatur- bereich | |
|--|---|--|--|
| K 154  | $\varnothing 8,8$ | HMF - 10 bis + 100 °C | |
| K 164  | $\varnothing 5,5$ | FKF - 55 bis + 125 °C | |
| K 220  | $\varnothing 3,2$ | FDF - 55 bis + 250 °C | |
| K 222  | $\varnothing 3,5$ | FHF - 55 bis + 150 °C | |
| K 227  | 5×14 | FHF - 55 bis + 150 °C | |


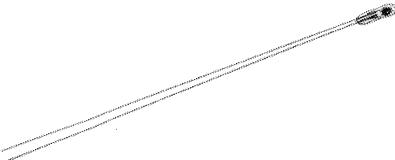
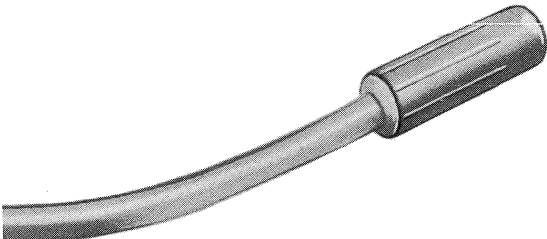
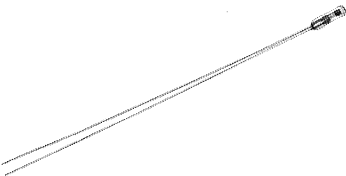

| | Nennwiderstand | Nenn-temperatur | Widerstands-toleranz | Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$) | Anwendungsbereich/ Besonderheiten | Seite |
|--|------------------------------------|----------------------|--------------------------|--|--|-------|
| | 4 Ω bis 60 k Ω | 20 $^\circ\text{C}$ | $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ | 600 mW | Kompensations-Heißeiter Nicht für Neuanwendung! | 108 |
| | 10 Ω bis 470 k Ω | 25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ | 750 mW | Für Temperaturkompensation, auch gegurtet lieferbar | 110 |
| | 1 k Ω bis 2,5 k Ω | 20 $^\circ\text{C}$ | $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ | 220 mW | Kfz-Heißeiter, für hohe Temperaturen, besonders kleine Abmessungen | 112 |
| | 2,5 k Ω | 20 $^\circ\text{C}$ | $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ | 250 mW | Für Temperaturmessung in Kraftfahrzeugen, besonders kleine Abmessungen | 114 |
| | 1,8 k Ω | 100 $^\circ\text{C}$ | $\pm 10\%$ | 250 mW | Für allgemeine Meß- und Regelaufgaben | 117 |

Alphanumerische Bauformenübersicht

| Typ | Abmessungen $\varnothing \times l$ (max.) bzw. $b \times l$ (max.) mm | Anwendungs- klasse nach DIN 40040/ Temperatur- bereich | |
|--|---|--|--|
| K 232  | $\varnothing 14$ | FEF - 55 bis + 200 °C | |
| K 243  | $18 \times 9 \times 14,5$ $(l \times b \times h)$ | FME - 55 bis + 100 °C | |
| K 252  | Gewinde M4 | FKF - 55 bis + 125 °C | |
| K 276  | $10 \times 48,2$ | JME - 10 bis + 100 °C | |
| K 277  | $10,9 \times 46,3$ | GKE - 40 bis + 125 °C | |


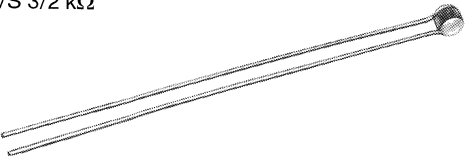
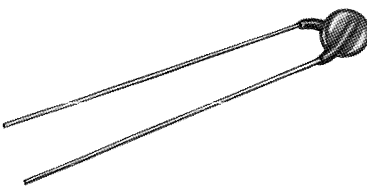
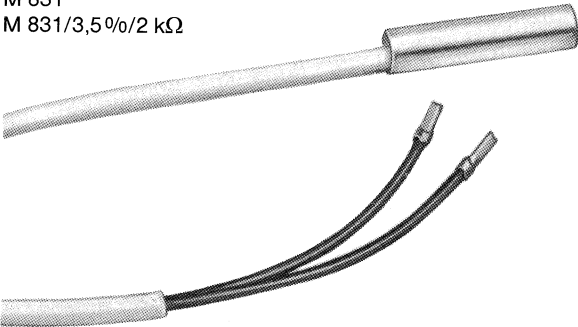

| Nennwiderstand | Nenn-temperatur | Widerstands-toleranz | Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$) | Anwendungsbereich/ Besonderheiten | Seite |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--|---|-------|
| 33 Ω | 25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 20\%$ | $P_{\leq 80} = 2\text{W}$ | Einschaltstrombegrenzung, für Schaltnetzteilanwendung | 119 |
| 9,4 k Ω | -30 $^\circ\text{C}$ | $\pm 3,5\%$ | 300 mW | Temperaturfühler für Haus- haltsgeräte, hohe Meßgenauigkeit | 121 |
| 470 Ω bis 40 k Ω | 20 $^\circ\text{C}$ | $\pm 2\%$ $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ | 400 mW | Temperaturkompensation | 123 |
| 330 Ω und 950 Ω | 100 $^\circ\text{C}$ | $\pm 3,5\%$ | 1000 mW | Temperaturfühler, hohe Meßgenauigkeit | 126 |
| 2 k Ω | 5 $^\circ\text{C}$ | $\pm 3,5\%$ | 900 mW | Temperaturfühler, hohe Meßgenauigkeit | 128 |

Alphanumerische Bauformenübersicht

| Typ | Abmessungen $\varnothing \times l$ (max.) bzw. $b \times l$ (max.) mm | Anwendungs- klasse nach DIN 40040/ Temperatur- bereich | |
|--|---|--|--|
| K 292  | 1,2 × 3 | FBE – 55 bis + 350 °C | |
| M 85  | 1,8 × 5 | FEE – 55 bis + 200 °C | |
| M 732  | 11 × 35 | GSE – 40 bis + 70 °C | |
| M 812  | 1,8 × 5 | FBE – 55 bis + 350 °C | |
| M 820  | \varnothing 5,5 | FHF – 55 bis + 155 °C | |

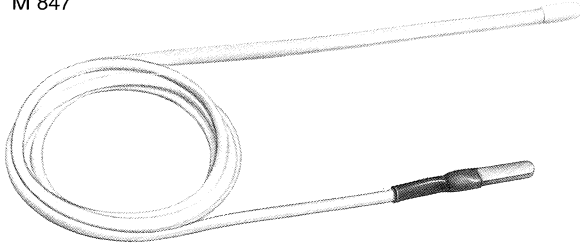
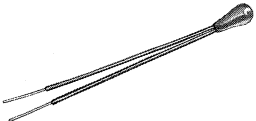
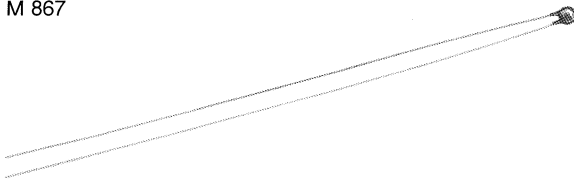

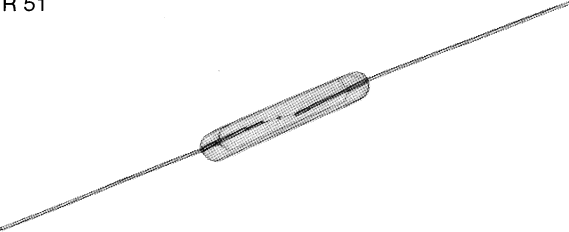
| Nennwiderstand | Nenn-temperatur | Widerstands-toleranz | Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$) | Anwendungsbereich/ Besonderheiten | Seite |
|--------------------------------------|-----------------|---|--|---|-------|
| 100 k Ω | 20 °C | + 20 % | 120 mW | Meß- und Regelheißleiter Nicht für Neuanwendung! | 130 |
| 4,7 k Ω bis 100 k Ω | 25 °C | $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ | 120 mW | Meß- und Regelheißleiter, besonders kleine Ab- messungen | 133 |
| 2 k Ω | 25 °C | $\pm 0,5\text{ K}$ (bei -20 bis $+20^\circ\text{C}$) | 600 mW | Temperaturfühler für Hei- zungs- und Klimatechnik, Aufbau nach DIN 44574 | 136 |
| 100 k Ω | 20 °C | $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ | 220 mW | Für Temperaturmessung und -regelung bei hohen Tempe- raturen, besonders kleine Abmessungen | 138 |
| 20 Ω bis 2,3 k Ω | 100 °C | $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ | 400 mW | Kfz-Heißleiter, besonders kleine Abmessungen | 141 |

Alphanumerische Bauformenübersicht

| Typ | Abmessungen $\varnothing \times l$ (max.) bzw. $b \times l$ (max.) mm | Anwendungs- klasse nach DIN 40040/ Temperatur- bereich | |
|--|---|--|--|
| M 822  | $\varnothing 5,5$ | FKF - 55 bis + 125 °C | |
| M 822/S 3/2 k Ω  | $\varnothing 3,5$ | FKF - 55 bis + 125 °C | |
| M 829  | $\varnothing 5,9$ | FHF - 55 bis + 150 °C | |
| M 831 M 831/3,5%/2 k Ω  | $9,5 \times 40$ | JSD - 10 bis + 70 °C | |
| M 841  | $\varnothing 3$ | GMF - 40 bis + 100 °C | |

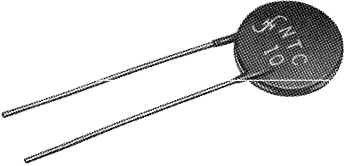
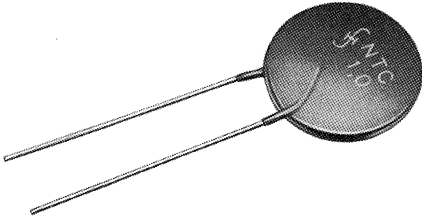
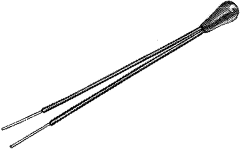
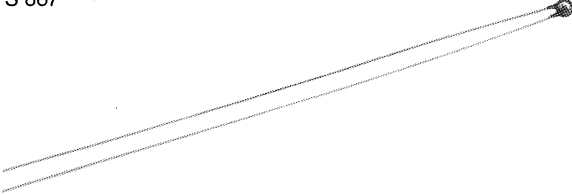
| | Nennwiderstand | Nenn-temperatur | Widerstands-toleranz | Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$) | Anwendungsbereich/ Besonderheiten | Seite |
|--|--|---|---|--|---|------------|
| | 1 k Ω bis 470 k Ω 330 Ω bis 150 k Ω | 25 $^\circ\text{C}$ 5 $^\circ\text{C}$, 25 $^\circ\text{C}$, 100 $^\circ\text{C}$ | $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ $\pm 5\%$ $\pm 3,5\%$ | 750 mW 600 mW | Meß- und Regelheißleiter, auch gegurtet lieferbar | 144 146 |
| | 2 k Ω | 25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 1\%$ | 600 mW | Meß- und Regelheißleiter, entspricht DIN 44574, Teil 5, besonders enge Widerstandstoleranz | 148 |
| | 20 k Ω | 25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 1\%$ | 625 mW | Meß- und Regelheißleiter, hohe Meßgenauigkeit | 151 |
| | 1 k Ω bis 22 k Ω | -30 $^\circ\text{C}$ +5 $^\circ\text{C}$ +25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 3,5\%$ $\pm 10\%$ | 1000 mW | Temperaturfühler | 154 156 |
| | 3 k Ω und 5 k Ω | 25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 0,4\%$ (ΔR_{40}) | 20 mW | Für Temperaturmessung, hohe Meßgenauigkeit | 158 |

Alphanumerische Bauformenübersicht

| Typ | Abmessungen $\varnothing \times l$ (max.) bzw. $b \times l$ (max.) mm | Anwendungs- klasse nach DIN 40040/ Temperatur- bereich | |
|--|---|--|--|
| <p>M 847</p>  | 4,1 × 110 | HQC – 25 bis + 80 °C | |
| <p>M 861</p>  | 2,41 × 7,5 | GKC – 40 bis + 125 °C | |
| <p>M 867</p>  | $\varnothing 2$ | GMF – 40 bis + 100 °C | |
| <p>M 891</p>  | $\varnothing 3,5$ | FKF – 55 bis + 125 °C | |
| <p>R 51</p>  | 4 × 24 | FKE – 55 bis + 125 °C | |

| Nennwiderstand | Nenn-temperatur | Widerstands-toleranz | Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_U = 25^\circ\text{C}$) | Anwendungsbereich/ Besonderheiten | Seite |
|---------------------------------|-----------------|---|--|--|------------|
| 5 k Ω | 25 °C | $\pm 0,1$ K (30 bis 50 °C) $\pm 0,2$ K (0 bis 30 °C) | $P_{\text{me\ss}} = 0,15$ mW | Temperaturmessung in der Medizin, geeicht 2 Ausführungen: – Standardfühler SF 1 – Standardfühler SF 2 | 162 166 |
| 30 k Ω | 25 °C | $\pm 5\%$ | 140 mW | Für Meß- und Regeltechnik, besonders kleine Abmessungen, hohe Spannungsfestigkeit | 170 |
| 10 k Ω und 60 k Ω | 25 °C | $\pm 1\%$ $\pm 0,4\%$ | 55 mW | Für Meß- und Regeltechnik, sehr kleine Abmessungen, hohe Meßgenauigkeit | 172 |
| 1 k Ω bis 1 M Ω | 25 °C | $\pm 10\%$ | 350 mW | Für Meß- und Regeltechnik, auch gegurtet lieferbar | 178 |
| 10 k Ω und 40 k Ω | 20 und 30 °C | $\pm 10\%$ (ΔU_N) | 40 mW | Breitband-Spannungsregelung in der Nachrichtentechnik (4 und 8 V) | 180 |

Alphanumerische Bauformenübersicht

| Typ | Abmessungen $\varnothing \times l$ (max.) bzw. $b \times l$ (max.) mm | Anwendungs- klasse nach DIN 40040/ Temperatur- bereich | |
|--|---|--|--|
| S 231  | $\varnothing 17$ | HGF - 25 bis + 170 °C | |
| S 361  | $\varnothing 21$ | HGF - 25 bis + 170 °C | |
| S 861  | $2,41 \times 7,5$ | FKF - 55 bis + 125 °C | |
| S 867  | $\varnothing 2,41$ | FKF - 55 bis + 125 °C | |

| Nennwiderstand | Nenn-temperatur | Widerstands-toleranz | Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$) | Anwendungsbereich/ Besonderheiten | Seite |
|------------------------------------|---------------------|----------------------|--|---|-------|
| 1 bis 33 Ω | 25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 20\%$ | 2,4 W | Einschaltstrombegrenzung, für Schaltnetzteilanwendung | 184 |
| 1 bis 10 Ω | 25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 20\%$ | 3,2 W | Einschaltstrombegrenzung, für Schaltnetzteilanwendung | 189 |
| 5 k Ω bis 500 k Ω | 25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 2\%$ | 140 mW | Für Temperaturmessung, hohe Meßgenauigkeit, sehr kleine Abmessungen | 193 |
| 5 k Ω bis 500 k Ω | 25 $^\circ\text{C}$ | $\pm 2\%$ | 140 mW | Für Temperaturmessung, hohe Meßgenauigkeit, sehr kleine Abmessungen | 195 |

Anwendungs- und branchenorientierte Bauformenübersicht

Temperaturmessung

| Einsatzgebiet | Typ | Seite | Einsatzgebiet | Typ | Seite | |
|-----------------------------------|-----------|-------|---|-------------------|----------------|-----|
| Kraftfahrzeuge | | | Haushaltsgeräte | | | |
| Kühlwasser | K150 | 104 | Kühlgeräte | K243 | 121 | |
| | K220 | 112 | | K277 | 128 | |
| | K222 | 114 | | M822 | 144 | |
| | M820 | 141 | | M831 | 154 | |
| | S861 | 193 | Gefriergeräte | K243 | 121 | |
| Außentemperatur | K222 | 114 | | K277 | 128 | |
| | M841 | 158 | | M822 | 144 | |
| | M861 | 170 | Waschmaschinen | K276 | 126 | |
| | S861 | 193 | | M822 | 144 | |
| | S867 | 195 | Geschirrspüler | K276 | 126 | |
| Ansaugluft | K222 | 114 | | M822 | 144 | |
| | M861 | 170 | Fieberthermometer | M847 | 162 | |
| | M891 | 178 | | | 166 | |
| | S861 | 193 | Allgemeine Meß- und Regeltechnik | | | |
| Fahrgrastraum | K222 | 114 | Brandmelder | M822 | 144 | |
| | M822 | 144 | | M891 | 178 | |
| | M861 | 170 | Hohe Meßgenauigkeit | M841 | 158 | |
| | S861 | 193 | | M847 | 162 | |
| Heizungs- und Klimatechnik | | | | | 166 | |
| | Außenluft | K252 | 123 | | M867 | 172 |
| | | M732 | 136 | | S861 | 193 |
| | | M822 | 144 | Hohe Temperaturen | S867 | 195 |
| | | M829 | 151 | | K17 | 91 |
| | | M831 | 154 | | K19 | 94 |
| M891 | | 178 | K22 | | 97 | |
| Raumluft | K252 | 123 | M85 | | 133 | |
| | M732 | 136 | M812 | | 138 | |
| | M822 | 144 | Kleine Abmessungen | K19 | 94 | |
| | M829 | 151 | | K29 | 99 | |
| | M891 | 178 | | M85 | 133 | |
| | Vorlauf | K252 | | 123 | M861 | 170 |
| K276 | | 126 | | M867 | 172 | |
| M822 | | 144 | | S861 | 193 | |
| M829 | | 151 | S867 | 195 | | |
| M891 | | 178 | Motor- und Trafowicklung | K227 | 117 | |
| Heizkostenverteilung | | M822 | | 144 | an Oberflächen | K45 |
| | M891 | 178 | K252 | 123 | | |

Anwendungs- und branchenorientierte Bauformenübersicht

Temperaturkompensation

| Einsatzgebiet | Typ | Seite | Einsatzgebiet | Typ | Seite |
|--------------------------------------|------|-------|-------------------------------|-----------------------|-------|
| Nachrichten- und Datentechnik | C621 | 81 | Für Oberflächenmontage | C621 | 81 |
| | K11 | 87 | | Bei Raummangel | C621 |
| | K15 | 89 | M891 | | 178 |
| | M822 | 144 | Bei hoher Belastung | K15 | 89 |
| Rundfunk- und Fernsehtechnik | C621 | 81 | | K45 | 102 |
| | K45 | 102 | | K252 | 123 |
| | K153 | 106 | | | |
| | K164 | 110 | | | |
| Kfz-Elektronik | M891 | 178 | | | |
| | C621 | 81 | | | |
| | K164 | 110 | | | |
| | M891 | 178 | | | |

Einschaltstrombegrenzung und Relaisverzögerung

| Einsatzgebiet | Typ | Seite | Einsatzgebiet | Typ | Seite |
|--------------------------------------|-------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|-----------------|
| Nachrichten- und Datentechnik | | | Rundfunk- und Fernsehtechnik | | |
| | Relaisverzögerung | A34 | | 68 | Schaltnetzteile |
| Schaltnetzteile | K232 | 119 | | S361 | 189 |
| | S231 | 184 | Haushalts-Elektronik | | |
| | S361 | 189 | | Softanlauf von | S231 |
| | | Elektromotoren | | S361 | 189 |
| | | | Schaltnetzteile | S231 | 184 |
| | | | | S361 | 189 |

Sonstige Anwendungen

Neben den bisher gezeigten Heißeiteranwendungen gibt es noch eine Fülle von weiteren Anwendungsmöglichkeiten. Wir können hier nur auf einige Applikationen und die dafür geeigneten Heißeiter hinweisen.

| Einsatzgebiet | Typ | Seite | Einsatzgebiet | Typ | Seite | |
|-----------------------------|------------------------------|-------|---|-------------------|------------------|-----|
| Nachrichtentechnik | | | Allgemeine Meß- und Regeltechnik | | | |
| | Pegelregelung in TF-Systemen | F75 | | 83 | Niveauekontrolle | K17 |
| Breitband-Spannungsregelung | R51 | 180 | | von Flüssigkeiten | K29 | 99 |
| | | | | | M85 | 133 |
| | | | | Strömungsmessung | K19 | 94 |
| | | | | | K29 | 99 |
| | | | | M85 | 133 | |
| | | | | S867 | 195 | |

Typenübersicht

| Typ | Seite |
|---------------------------------|----------|
| S A 34 | 68 |
| S C 621 | 81 |
| S F 75 | 83 |
| S K 11 | 87 |
| S K 15 | 89 |
| S K 17 | 91 |
| S K 19 | 94 |
| S K 22 | 97 |
| S K 29 | 99 |
| S K 45 | 102 |
| K 150 | 104 |
| K 153 | 106 |
| K 154 | 108 |
| S K 164 | 110 |
| K 220 | 112 |
| K 222 | 114 |
| S K 227 | 117 |
| S K 232 | 119 |
| S K 243 | 121 |
| S K 252 | 123 |
| S K 276 | 126 |
| S K 277 | 128 |
| K 292 | 130 |
| S M 85 | 133 |
| M 732 | 136 |
| S M 812 | 138 |
| M 820 | 141 |
| S M 822 | 144, 146 |
| M 822/S3/2k Ω | 148 |
| M 829 | 151 |
| S M 831 | 154 |
| S M 831/3,5%/2k Ω | 156 |
| S M 841 | 158 |
| S M 847 | 162, 166 |
| S M 861 | 170 |
| S M 867 | 172 |
| S M 891 | 178 |
| R 51 | 180 |
| S S 231 | 184 |
| S S 361 | 189 |
| S 861 | 193 |
| S 867 | 195 |

S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Allgemeine technische Angaben



Allgemeine technische Angaben

1 Definition

Heißleiter (NTC-Thermistoren) sind nach IEC Publ. 539 und DIN 44070 temperaturabhängige Halbleiterwiderstände, deren Widerstandswerte mit steigender Temperatur abnehmen. Die negativen Temperaturkoeffizienten ihrer Widerstandswerte liegen zwischen 2 und 6 %/K und sind damit etwa zehnfach größer als die der Metalle.

Eine Änderung des Widerstandswertes kann erfolgen sowohl durch Änderung der Umgebungstemperatur als auch durch Eigenerwärmung infolge elektrischer Belastung. Diese Verhaltensweise ist die Grundlage für alle praktischen Anwendungen.

Da die Heißleiter aus polykristalliner Mischoxidkeramik bestehen, ist der Leitungsmechanismus komplex, d.h. es kann Störstellenleitung oder Eigenleitung auftreten. Vielfach besitzen die Heißleiter Spinellstruktur und zeigen dann Valenzleitung.

2 Herstellung

Heißleiter werden mit sorgfältigst ausgesuchten und geprüften Rohmaterialien hergestellt. Ausgangsmaterialien sind dazu verschiedene Oxide von Metallen, wie z. B. Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer und Zink, denen zum Teil noch stabilisierende Oxide beigegeben werden, um eine bessere Reproduzierbarkeit und Stabilität der Heißleitereigenschaften zu erreichen.

Die Oxide werden zu einer pulvrigen Masse aufbereitet, mit einem plastischen Bindemittel vermischt und in der Regel zu drei wesentlichen Formen verarbeitet.

Scheibenförmige Heißleiter: Sie werden unter hohem Druck auf Tablettiermaschinen gepreßt.

Stabförmige Heißleiter: Die Herstellung erfolgt durch Strangpressen und Trennen auf die gewünschte Länge.

Perlenförmige Heißleiter: Das Oxid/Bindemittel-Gemisch wird als Tropfen auf 2 parallel aufgespannte Drähte aus einer Platinlegierung aufgebracht.

Die Rohkörper werden nun bei hohen Temperaturen (zwischen 1000 und 1400 °C) gesintert, wobei sich der polykristalline Heißleiterkörper bildet. Die Kontaktierung erfolgt bei Scheiben und Stäben meist durch Aufbrennen einer Silberpaste. Bei Perlen stellen die eingesinterten Drähte die Kontakte dar. Je nach Anwendung werden die Heißleiter mit Anschlußdrähten oder -steckern versehen, umhüllt oder zusätzlich in die verschiedensten Gehäuseversionen eingebaut. Da sich der Heißleiterwiderstand infolge des polykristallinen Aufbaus auch bei Raumtemperatur im Laufe der Zeit ändern kann, wird durch spezielle Alterungsverfahren eine relativ hohe Stabilität der elektrischen Werte erreicht.

3 Elektrische Eigenschaften

Es ist zu unterscheiden zwischen den Eigenschaften des elektrisch belasteten und elektrisch nicht belasteten Heißleiters. Bei elektrisch nicht belasteten Heißleitern spricht man auch von „Null-Last-Kennwerten“.

3.1 Elektrisch nicht belastete Heißleiter

3.1.1 Widerstandswert-Temperatur-Kennlinie

Die Abhängigkeit des Widerstandswertes von der Temperatur läßt sich näherungsweise durch die folgende Gleichung beschreiben:

$$R_T = R_N \cdot e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_N} \right)} \quad (1)$$

- R_T = Heißeiterwiderstand in Ω bei der Temperatur T in K
 R_N = Heißeiterwiderstand in Ω bei der Temperatur T_N in K
 T, T_N = Temperatur in K
 B = Materialkonstante des Heißeiters in K (der „ B -Wert“)
 e = Basis des natürlichen Logarithmus ($e = 2,7182 \dots$)

Natürliche Vorgänge lassen sich jedoch in der Regel nicht exakt durch eine mathematische Formel wiedergeben, da man nicht alle Einflußfaktoren erfassen kann. Die Gleichung (1) wird aber für die meisten Anwendungsfälle ausreichen.

Für genauere Messungen über einen großen Temperaturbereich kann man durch verschiedene Korrekturformeln verbesserte Annäherungen erhalten. Da der B -Wert ebenfalls temperaturabhängig ist, ist z. B. eine Korrektur in folgender Form möglich:

$$R_T = R_{T_0} \cdot e^{B(\vartheta) \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

$$B(\vartheta) = B [1 + \beta (\vartheta - 100)]$$

$$\beta = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K für } \vartheta > 100^\circ\text{C}$$

$$\beta = 5 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K für } \vartheta \leq 100^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 298,15 \text{ K } (\cong 25^\circ\text{C})$$

ϑ ist die Temperatur in $^\circ\text{C}$, also $T = \vartheta + 273,15 \text{ K}$.

Für exakte Messungen ist die Beschreibung der R/T -Kennlinie mit Korrekturformeln nicht immer ausreichend. Aus diesem Grunde ist es notwendig, die Kennlinien durch genaue Messungen zu bestimmen. Für Siemens-Heißeiter wurden diese Kennlinien Punkt für Punkt ermittelt und in Tabellenform im Anhang dieses Datenbuches zusammengestellt. Die Handhabung ist einfach:

Bei den Einzelbauformen ist die jeweilige R/T -Kennlinie in Form einer 4stelligen Zahl angegeben. Unter dieser Kennlinien-Nummer findet man im Anhang die zugehörige „Normierte R/T -Kennlinie“. Durch Multiplikation der in der Spalte $R_{\vartheta}/R_{25^\circ\text{C}}$ angegebenen Faktoren mit dem jeweiligen Widerstandswert bei 25°C erhält man die aktuellsten Widerstandswerte bei den Temperaturen ϑ .

Beispiel: Heißeiter M822/10 ϑ /a/33 k Ω

| | |
|--|--|
| Kennlinien-Nummer | 1012 |
| Widerstandswert bei 85°C | $R_{85} = 0,091115 \cdot 33000 \Omega$ |
| | $= 3006,8 \Omega$ |

3.1.2 B -Wert

Wie schon in Punkt 3.1.1 erwähnt, ist der B -Wert abhängig von der Temperatur. Es ist also wesentlich, auf welche Temperatur der B -Wert bezogen wird. Die Angaben in diesem Datenbuch beziehen sich auf die Messungen bei der Temperatur 25°C (T_1) und 100°C (T_2). Kurzzeichen: $B_{25/100}$.

Allgemeine technische Angaben

Für einen bestimmten Heißleiter kann der B -Wert durch Messung der Widerstandswerte bei 25°C (R_1) und 100°C (R_2) und Berechnung nach folgender Formel ermittelt werden:

$$B = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{R_1}{R_2} = \frac{(25 + 273,15) \cdot (100 + 273,15)}{75} \cdot \ln \frac{R_{25}}{R_{100}} = 1485,1 \cdot \ln \frac{R_{25}}{R_{100}} \quad (2)$$

T_1, T_2 in K

R_1, R_2 in Ω

B in K

Für die gängigen Heißleitermaterialien liegen die B -Werte zwischen 2000 bis 6000 K. In Bild 1 ist die Abhängigkeit der R/T -Kennlinien vom B -Wert grafisch dargestellt.

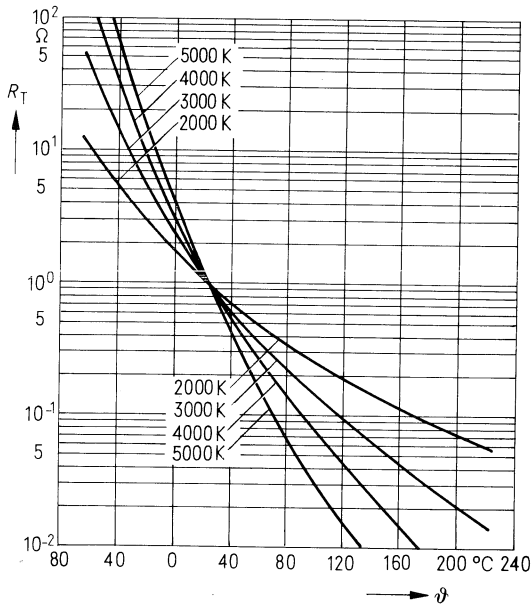


Bild 1
Widerstands-Temperatur-Kennlinien
(Parameter = B)

3.1.3 Temperaturkoeffizient α_R

Der Temperaturkoeffizient α_R ist die durch eine Temperaturänderung hervorgerufene relative wiederholbare und auf 1 K bezogene Änderung des Nullast-Widerstandswertes bei einer Temperatur T . Er wird in $\%/K$ angegeben und wird näherungsweise nach der Formel

$$\alpha_R = \frac{-B \cdot 100}{T^2}$$

berechnet, wobei T in K.

Praktische Handhabung siehe Kapitel Kennlinien „Normierte R/T -Kennlinien“.

3.1.4 Null-Last-Messung

Der Nulllast-Widerstandswert R_T ist der bei einer angegebenen Temperatur T mit einer so kleinen elektrischen Belastung gemessene Widerstandswert, daß bei beliebiger Belastungsminde- rung keine merkbare Widerstandswertänderung auftritt. Bei zu hohen Meßlasten werden durch die Eigenwär- mung des Heißleiters die Meßwerte verfälscht (siehe Punkt 3.2). Bei der Mes- sung von niederohmigen Heißleitern sind die Widerstände der Meßleitungen unbedingt zu be- rücksichtigen.

3.1.5 Toleranz

Der Widerstandswert R_N und der B -Wert sind mit Fertigungstoleranzen behaftet. Auf Grund der B -Toleranz, die die unterschiedliche Steilheit der Widerstands-Temperatur-Kennlinie be- schreibt, muß bei Temperaturen, die oberhalb oder unterhalb der Nenntemperatur T_N liegen, mit einer Zunahme der Streuung gerechnet werden. Die Abweichung eines Heißleiters von der Sollkennlinie errechnet sich nach Gleichung (3).

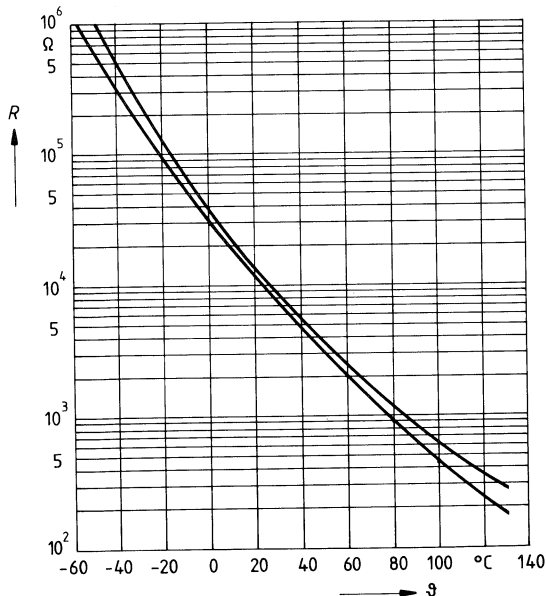


Bild 2
Streubereich des Widerstandswertes
M822/5%/10 kΩ

$$\left| \frac{\Delta R_T}{R_T} \right| = \left| \frac{\Delta R_N}{R_N} \right| + \left| \frac{\Delta B}{B} \ln \frac{R_T}{R_N} \right| \quad (3)$$

$\frac{\Delta R_T}{R_T}$ ist die maximale Streuung des Widerstandswertes bei der Temperatur T .

$\frac{\Delta R_N}{R_N}$ ist die Toleranz bei der Nenntemperatur T_N .

$\frac{\Delta B}{B}$ ist die zulässige Abweichung des B -Wertes.

Allgemeine technische Angaben

Die Widerstandsstreuung setzt sich also zusammen aus der Grundtoleranz des Nennwiderstandes und einem temperaturabhängigen Anteil, in den die Toleranz des B -Wertes eingeht.

Als Beispiel beträgt die maximal zu erwartende Widerstandsstreuung des M822/5%/10 k Ω

bei 25 °C = 10 k Ω \pm 5 %

bei 120 °C = 0,3 k Ω \pm 23 %

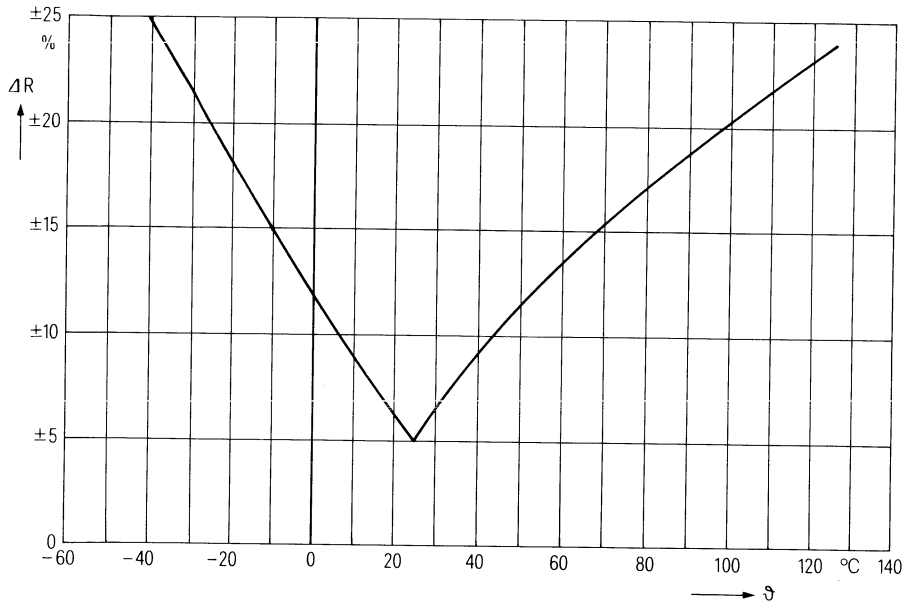


Bild 3
Streibereich des Widerstandswertes M822/5%/10 k Ω

Ähnlich läßt sich die zu erwartende Temperaturtoleranz berechnen (siehe Kapitel Kennlinien, „ $\Delta R/\Delta T$ -Kennlinien“).

3.1.6 Alterung

Im polykristallinen Heißeiterkörper laufen auch bei Raumtemperaturen gewisse Festkörperreaktionen ab, die eine Änderung des Widerstandswertes in der Regel nach oben bewirken. Diese Reaktionen laufen bei niedrigen Temperaturen verlangsamt, bei höheren Temperaturen beschleunigt ab und verringern sich mit zunehmender Zeit. Um diesen Änderungen entgegenzuwirken, werden Heißeiter künstlich gealtert. Die Langzeitstabilität wird dadurch erheblich verbessert.

Richtwerte für die durch Alterung auftretende Änderung des Widerstandswertes gibt die Formel

$$\left(\frac{\Delta R_N}{R_N}\right)_t = \left(\frac{\Delta R_N}{R_N}\right)_{10000} \cdot \left(\frac{t}{10000}\right)^k \quad (4)$$

$\left(\frac{\Delta R_N}{R_N}\right)_t$ Änderung des Widerstandswertes nach der Zeit t in Std.

$\left(\frac{\Delta R_N}{R_N}\right)_{10000}$ Änderung des Widerstandswertes nach 10000 Stunden

k Der Wert für den Exponenten k liegt zwischen 0,3 und 0,5.

Die bei einigen Typen angegebenen Werte für die Änderung der Widerstandswerte nach 10000 Std. gelten dann, wenn der Heißeiter innerhalb des zulässigen Temperaturbereiches betrieben wird. Beträgt die maximale Betriebstemperatur nur 60 °C, so verringert sich im allgemeinen die Änderung um den Faktor 2 bis 3.

Die relativen Widerstandsänderungen, Widerstands- und B -Wert-Streuungen $\Delta R/R$, $\Delta B/B$ sind in den technischen Daten aus Gründen der besseren Lesbarkeit ΔR , ΔB geschrieben.

3.2 Elektrisch belastete Heißeiter

Jeder Heißeiter wird beim Durchfluß eines elektrischen Stromes aufgrund der elektrischen Verluste mehr oder weniger erwärmt. Die Eigenerwärmung ist nicht nur abhängig von der zugeführten elektrischen Leistung, sondern auch von der Geometrie und dem thermischen Leitwert G_{th} des Bauelementes.

In der Regel gilt:

Je kleiner das Bauelement, um so geringer ist die zulässige maximale elektrische Belastung sowie die Meßlast (Nullast).

Für die Eigenerwärmung eines Heißeiters durch elektrische Belastung gilt allgemein:

$$P = G_{th} (T - T_u) + C_{th} \cdot \frac{dT}{dt} \quad (5)$$

P = elektrische Belastung

G_{th} = Wärmeleitwert des Heißeiters

T = Temperatur des Heißeiters

T_u = Umgebungstemperatur

C_{th} = Wärmekapazität des Heißeiters

$\frac{dT}{dt}$ = Änderung der Temperatur mit der Zeit

3.2.1 Spannungs-Strom-Kennlinie

Führt man dem Heißeiter konstante elektrische Leistung zu, so wird sich zunächst seine Temperatur erheblich ändern, diese Änderung klingt jedoch ab. Nach einiger Zeit ist der stationäre Zustand erreicht, die zugeführte Leistung wird durch Wärmeleistung oder Wärmestrahlung an die Umgebung abgegeben.

Allgemeine technische Angaben

In diesem Fall wird in Gleichung (5) $\frac{dT}{dt} = 0$; damit erhält man:

$$P = G_{th} \cdot (T - T_u) \tag{6}$$

$$I^2 \cdot R_T = G_{th} \cdot (T - T_u)$$

$$\frac{U^2}{R_T} = G_{th} \cdot (T - T_u)$$

und mit

$$R_T = A \cdot e^{\frac{B}{T}}$$

$$I = \sqrt{\frac{G_{th}(T - T_u)}{A \cdot e^{\frac{B}{T}}}} \tag{6a}$$

$$U = \sqrt{G_{th}(T - T_u) \cdot A \cdot e^{\frac{B}{T}}} \tag{6b}$$

die Parameterdarstellung der Spannungs-Strom-Kennlinie, wobei R_T der (temperaturabhängige) Widerstandswert des Heißleiters ist.

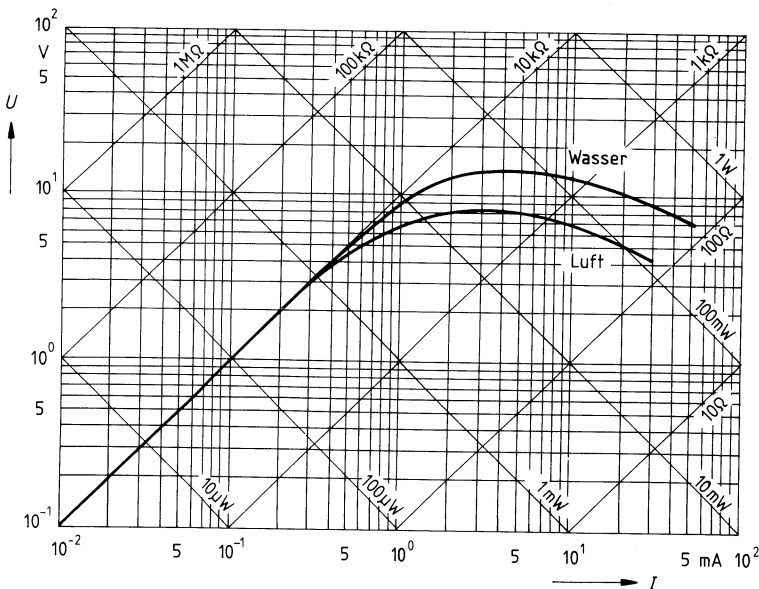


Bild 4
Spannungs-Strom-Kennlinie: M85/10 k Ω (logarithmischer Maßstab)

Trägt man die bei konstanter Temperatur gewonnenen Werte der Spannung als Funktion des Stromes auf, so erhält man die Spannungs-Strom-Kennlinie des Heißleiters. Die Gleichungen (6a) und (6b) sind die Parameterdarstellung dieser Kennlinie. Mit ihrer Hilfe lassen sich die Spannungs-Strom-Kennlinien für verschiedene Umgebungstemperaturen berechnen oder in einem doppellogarithmischen Koordinatensystem grafisch konstruieren. [Hier werden die Kurven gleicher Leistung ($P = \text{const.}$) und die Kurven gleichen Widerstandswertes ($R = \text{const.}$) zu Geraden unter 45° .]

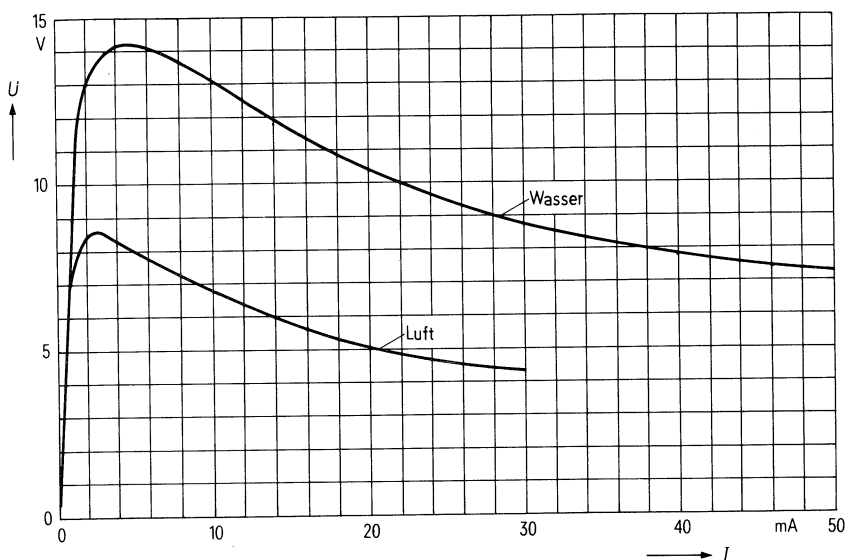


Bild 4a
Spannungs-Strom-Kennlinie: M85/10 k Ω (linearer Maßstab)

Die Spannungs-Strom-Kennlinie des Heißleiters hat drei verschiedene Bereiche:

1. den geradlinigen Anstiegsteil, in dem die zugeführte Leistung so gering ist, daß keine merkliche Eigenerwärmung stattfindet. Der Widerstandswert des Heißleiters ist hier nur von der Umgebungstemperatur bestimmt.
2. den verzögerten Anstieg bis zum Spannungsmaximum, in dem der Widerstandswert des Heißleiters bereits merklich abnimmt. Im Spannungsmaximum ist die relative Widerstandsabnahme $\Delta R/R$ durch die Erwärmung gleich der relativen Stromzunahme $\Delta I/I$.
3. den fallenden Teil, in dem die relative Widerstandsabnahme größer ist als die relative Stromzunahme.

Allgemeine technische Angaben

Die Bedingung für das Spannungsmaximum läßt sich aus Gleichung (6b) ermitteln, wenn man $\frac{dU}{dT} = 0$ setzt.

Dann erhält man

$$T = \frac{B}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{4T_u}{B}} \right) \quad (6c)$$

Aus Gleichung (6a) und (6b) läßt sich dann das zugehörige Wertepaar U_1 und I_1 ermitteln.

Für $B < 4T_u$ (etwa $B < 1200$ K) ergibt sich kein Spannungsmaximum mehr, da dann der Wert unter der Wurzel negativ wird.

Bei 25 °C Umgebungstemperatur und den praktisch vorkommenden B -Werten von 2500 K bis 5000 K liegt das Spannungsmaximum bei einer Temperatur des Heißleiters von 20 bis 50 K über der Umgebungstemperatur.

Nach Gleichung (6a) und (6b) geht in den Verlauf der Spannungs-Strom-Kennlinie neben dem Widerstandswert des Heißleiters R_T auch der Wärmeleitwert G_{th} des Heißleiters ein. Dieser ist nicht nur von der Größe und Form des Heißleiters und seinen Anschlußdrähten abhängig, sondern auch von dem den Heißleiter umgebenden Medium.

Die in den Datenblättern angegebenen Spannungs-Strom-Kennlinien gelten für ruhende Luft als umgebendes Medium. In strömender Luft oder auch in einer Flüssigkeit erhöht sich der Wärmeleitwert und die Spannungs-Strom-Kennlinie verschiebt sich zu größeren Spannungs- und Stromwerten. Das Umgekehrte gilt im Vakuum.

Aus der Lage der Spannungs-Strom-Kennlinie kann damit auf das umgebende Medium geschlossen werden. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, Heißleiter als Fühler für Strömungsgeschwindigkeit von Gasen und Flüssigkeiten, zur Vakuummessung oder zur Gasanalyse einzusetzen.

3.2.2 Belastbarkeit P

Die Belastbarkeit P ist die höchste elektrische Belastung, mit der ein Heißleiter bei der jeweiligen Umgebungstemperatur belastet werden darf, wobei seine maximale Temperatur die obere Grenztemperatur nicht überschreiten darf (siehe auch Punkt 3.2.4).

3.2.3 Thermische Abkühlzeitkonstante τ_{th}

Die thermische Abkühlzeitkonstante τ_{th} ist die Zeit, während der sich die mittlere Temperatur eines Heißleiters bei Nullast um 63,2% der Gesamtdifferenz zwischen Anfangs- und Endtemperatur ändert.

Die Abkühlzeitkonstante ist wesentlich von der Größe und Konfektionierung des Heißleiters abhängig und wird in der Regel zwischen 85 °C und 47,1 °C bestimmt (Umgebungstemperatur $\vartheta_u = 25$ °C). Der Heißleiter wird über Eigenerwärmung auf 85 °C aufgeheizt, danach wird die Zeit bestimmt, die er bei $\vartheta_u = 25$ °C braucht, um sich auf 47,1 °C abzukühlen. Die Angleichung an die Umgebungstemperatur erfolgt asymptotisch und geht um so rascher vor sich, je kleiner das Bauelement ist.

3.2.4 Wärmeleitwert G_{th}

Der Wärmeleitwert G_{th} ist ein Quotient, gebildet aus elektrischer Belastung und zugeordneter Übertemperatur des Heißleiters. Er wird in mW/K angegeben und ist ein Maß für die Belastung, die im stationären Zustand eine Übertemperatur von 1 K hervorruft. Der Heißleiter wird elektrisch so belastet, daß der Quotient U/I dem gemessenen Widerstandswert bei 85°C entspricht.

$$G_{th} = \frac{U \cdot I}{\vartheta_{85} - \vartheta_u} = \frac{P}{\vartheta_{85} - \vartheta_u} \text{ in mW/K} \quad (7)$$

U = Spannung in V

I = Strom in mA

P = Leistung in mW

ϑ_u = Umgebungstemperatur

Anmerkung: Der Wärmeleitwert wird mit abnehmender Temperaturdifferenz kleiner.

Rein rechnerisch kann bei bestimmtem Wärmeleitwert die zulässige Belastung aus

$$P = G_{th} (\vartheta_{OG} - \vartheta_u) \quad (8)$$

bestimmt werden.

ϑ_{OG} = Obere Grenztemperatur des Bauelementes

3.2.5 Wärmekapazität C_{th}

Die Wärmekapazität C_{th} ist die Wärmemenge, die einem Heißleiter zugeführt werden muß, um seine mittlere Temperatur um 1 K zu erhöhen. Sie wird in mJ/K angegeben.

$$C_{th} = G_{th} \cdot \tau_{th} \quad (9)$$

G_{th} in mW/K

τ_{th} in Sekunden

3.2.6 Strom-Zeit-Kennlinie

Legt man einen Heißleiter über einen Vorwiderstand an eine Spannungsquelle und mißt den Strom abhängig von der Zeit, so erhält man die Strom-Zeit-Kennlinie des Heißleiters.

Beim Anlegen der Spannung ist der Heißleiter kalt, also hochohmig, es fließt nur ein geringer Strom. Durch diesen Strom erwärmt sich der Heißleiter und die ihm zugeführte Leistung nimmt um so mehr zu, je mehr sich der Widerstandswert des Heißleiters dem des Vorwiderstandes nähert. Dadurch wird der Stromanstieg immer steiler, bis der Widerstandswert des Heißleiters gleich dem des Vorwiderstandes ist. Für weiter abnehmenden Widerstandswert des Heißleiters wird die zugeführte Leistung als Folge der wachsenden Fehlanpassung wieder geringer, der Strom strebt einem Endwert zu. Hier wird dann die ganze zugeführte Leistung dazu verbraucht, die Übertemperatur aufrechtzuerhalten.

Allgemeine technische Angaben

Der Verlauf der Strom-Zeit-Kennlinie ist vor allem dann von Bedeutung, wenn der Heißleiter zur Relaisverzögerung oder zur Unterdrückung von Stromstößen eingesetzt wird.

Nur bei Heißleitern, die speziell für diese Anwendungsfälle hergestellt werden, sind Strom-Zeit-Kennlinien zu den Datenblättern angegeben.

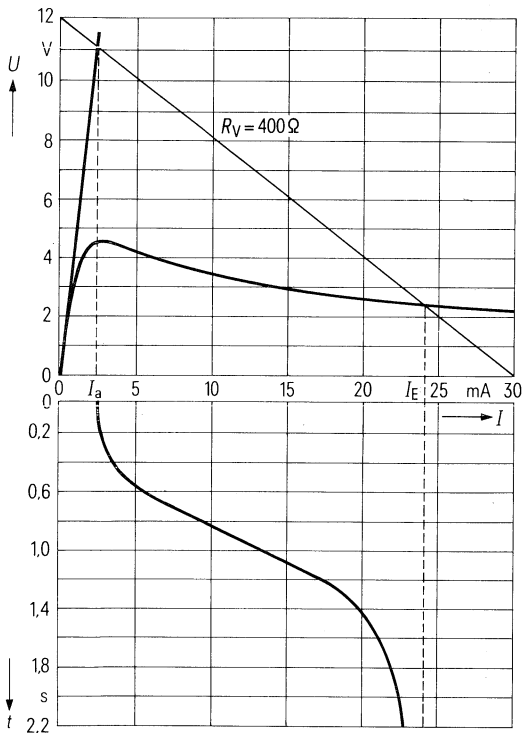


Bild 5
Strom-Zeit-Kennlinie
(A34-2/30)

3.3 Fremdbeheizte Heißleiter

Fremdbeheizte Heißleiter bestehen aus einem perlenförmigen Heißleiter, auf den der Glasträger einer Heizwendel aufgeschmolzen ist. Durch den Glasträger ist der Heizer vom Heißleiter elektrisch isoliert, steht jedoch in gutem Wärmekontakt mit ihm. Ein durch die Heizwendel fließender Strom steuert den Widerstandswert des Heißleiters.

Eingesetzt werden fremdbeheizte Heißleiter vor allem zur Pegelregelung in Trägerfrequenzsystemen und allgemein als stromabhängig steuerbare Widerstände in der Meß- und Regeltechnik.

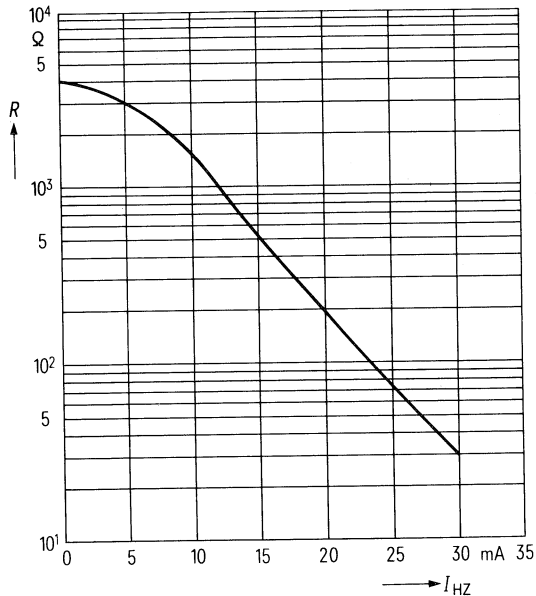


Bild 6
Widerstandswert-Heizerstrom-Kennlinie
(F75-34/14u)

4 Anwendungshinweise

Aufgrund der in Kapitel 3 aufgezeigten Eigenschaften der Heißeiterbauelemente ergibt sich eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten.

Bei der Auswahl, welche Heißeiter für die jeweiligen Einsatzfälle besonders geeignet sind, soll die branchen- und anwendungsorientierte Bauformenübersicht auf Seite 24 behilflich sein. Hinweise zur Dimensionierung sind im Kapitel 4.2 zu finden.

4.1 Anwendungsmöglichkeiten

In der Chemie

- Kalorimetrie
- Differential-thermometrische Titration
- Niveauregelung von Flüssigkeiten, z. B. flüssigem Stickstoff
- Messung der Wärmeleitfähigkeit von Gasen

In der Physik

- Vakuummessung
- Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen und Flüssigkeiten
- Strahlungsmessung

Allgemeine technische Angaben

In der Medizin

Messung von Körper- und Hauttemperaturen
Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Blut

In Haushaltsgeräten

Kühl- und Gefriergeräte
Waschmaschinen
Elektroherde
Drehzahlstabilisierung bei Küchenmaschinen
Haartrockner
Staubsauger

In Kraftfahrzeugen

Messung von Kühlwasser- und Öltemperatur
Überwachung der Abgastemperatur
Glatteiswarngerät
Fahrer- und Passagierraumtemperatursteuerung
elektronische Benzin- und Dieseleinspritzanlagen
Tankfüllstandsanzeige
Bremsystemtemperatur
Zylinderkopftemperatur

In der Elektrotechnik

Verzögerung von Relais
Kompensation unerwünschter Temperaturgänge
Mikrowellen-Leistungsmessung

In der Heizungs- und Klimatechnik

Heizkostenverteiler
Raumtemperaturüberwachung
Außentemperaturfühler
Vorlauftemperatur
Fußbodenheizung
Gasboiler
Abgas- und Brennertemperatur

In der Industrieelektronik

Begrenzung des Einschaltstroms bei Leuchtstoff-, Projektions- und Halogenlampen
Temperaturstabilisierung von Laserdioden und Fotoelementen
Ladegeräte für Solargeneratoren
Temperaturkompensation von Kupferspulen
Vergleichsstellenkompensation von Thermoelementen
Bremsstrombegrenzung von Kettensägen

In der Unterhaltungselektronik

Temperaturkompensation von HiFi-Endstufen mit SIPMOS-Transistoren
abschirmbare HF-Kreise mit Kapazitätsdioden
automatisch umschaltbare Netzleiter für Fernsehgeräte

In der Kommunikationstechnik

Schaltnetzteile für Kommunikationsendgeräte, Personalcomputer, Monitore usw.

4.2 Dimensionierungshinweise

4.2.1 Temperaturmessung und -regelung

Gegenüber anderen handelsüblichen Temperaturfühlern besitzen Heißleiter in vielen Anwendungsfällen erhebliche Vorteile:

- Der hohe Widerstandswert macht den ohmschen Einfluß von Zuleitungen vernachlässigbar. Dadurch können die Heißleiter in einfachen Spannungsteiler- und Brückenschaltungen betrieben werden, die Kompensation der Zuleitungswiderstände kann entfallen.
- Mit geringem Aufwand sind enge Widerstandstoleranzen und damit hohe Temperatur-Meßgenauigkeiten erreichbar. So ist z. B. eine Meßgenauigkeit von 0,1 K in einem Temperaturbereich von 20 K und von 0,2 K in einem Temperaturbereich von 70 K durch individuellen Abgleich der Heißleiter erreichbar. Ein Abgleich der Meßschaltung, in der der Heißleiter eingesetzt wird, kann deshalb in fast allen Fällen entfallen.
- Der große Temperaturkoeffizient von 3 bis 5%/K macht es möglich, Temperaturdifferenzen von 10^{-4} K und weniger sicher und mit geringem Schaltungsaufwand zu erfassen.
- Die geringen Abmessungen ermöglichen den Aufbau von Temperaturfühlern mit sehr geringen Zeitkonstanten, die an kleinsten Meßstellen eingesetzt werden können und sehr schnell ansprechen. Der kleinste Meßheißleiter in diesem Datenbuch besitzt einen Durchmesser von nur 0,4 mm.
- Heißleiter sind gesinterte Massivkörper. Dadurch ist ihr Aufbau robust, und sie sind gegen Umwelteinflüsse weitgehend unempfindlich.

Wegen des günstigeren Preises, der größeren Robustheit und der höheren erreichbaren Meßgenauigkeit wird man zur Temperaturmessung bevorzugt Scheibenheißleiter einsetzen. Der Einsatz von Heißleiterperlen ist dort notwendig, wo hohe Temperaturen auftreten oder wo extrem kleiner Raumbedarf oder extrem schnelles Ansprechen notwendig ist.

Heißleiter, die zur Temperaturmessung eingesetzt werden, sollen elektrisch so schwach belastet sein, daß keine nennenswerte Erwärmung auftritt und der Widerstandswert des Heißleiters nur von der Umgebungstemperatur bestimmt wird.

Wird eine Übertemperatur ΔT durch die Eigenerwärmung zugelassen, so ist

$$I = \sqrt{\frac{G_{th} \cdot \Delta T}{R_T}} \quad (10a)$$

und

$$U = \sqrt{G_{th} \cdot \Delta T \cdot R_T} \quad (10b)$$

Allgemeine technische Angaben

Als Faustregel gilt, daß die Übertemperatur ΔT kleiner sein soll als die gewünschte Meßgenauigkeit. Der Wärmeleitwert G_{th} ist im Datenblatt des Heißleiters meist für ruhende Luft als umgebendes Medium angegeben.

Bei Betrieb in Flüssigkeit oder bei Einbau in ein Gehäuse kann sich der Wärmeleitwert um den Faktor 2 bis 5 vergrößern, so daß dann höhere Belastung möglich ist.

4.2.2 Temperaturkompensation

Fast alle Halbleiter und die aus ihnen bestehenden Schaltungen weisen ebenso wie die Kupferspulen von Meßgeräten oder die Fokussierungsspulen von Fernsehgeräten einen Temperaturkoeffizienten auf. Zur Kompensation dieses meist unerwünschten Temperaturganges eignen sich Heißleiter ganz besonders wegen ihres hohen Temperaturkoeffizienten. Durch Reihen- und Parallelwiderstände und durch geeignete Spannungsteiler- und Brückenschaltungen können mit einfachen Mitteln temperaturabhängige Widerstände und Spannungen erzeugt werden, die den vorhandenen Temperaturgang kompensieren.

Wichtig ist dabei, daß der kompensierende Heißleiter soweit wie möglich die gleiche Temperatur besitzt wie das den Temperaturgang verursachende Bauelement. Bei den zur Temperaturkompensation geeigneten Heißleitern gibt es deshalb neben den konventionellen Bauformen mit Anschlußdrähten auch Heißleiter im Schraubgehäuse, die zur Befestigung auf Kühlblechen und -körpern vorgesehen sind, sowie eine Chip-Bauform zur Oberflächenmontage mit automatischen Bestückungsmaschinen.

Auch hier soll die elektrische Belastung so gering sein, daß der Widerstandswert des Heißleiters nur von der Umgebungstemperatur bestimmt wird.

4.2.3 Linearisierung der Heißleiterkennlinie

Bei Temperaturmeß- und Kompensationsanwendungen stört vielfach die sehr starke Nichtlinearität der Heißleiterkennlinie. Durch Parallelschaltung eines festen Widerstandes kann man jedoch die Heißleiterkennlinie linearisieren. Die Kombination Heißleiter-Parallelwiderstand besitzt abhängig von der Temperatur eine S-förmige Kennlinie mit einem Wendepunkt.

Die beste Linearisierung erhält man, wenn man diesen Wendepunkt in die Mitte des Arbeitstemperaturbereichs legt. Der Widerstandswert des Parallelwiderstandes ist dann

$$R_p = R_{TM} \cdot \frac{B - 2T_M}{B + 2T_M} \quad (11)$$

R_{TM} = Widerstandswert des Heißleiters bei der mittleren Temperatur T_M
 B = B-Wert des Heißleiters

Die Steilheit der Kennlinie der Kombination im Wendepunkt beträgt

$$\frac{dR}{dT} = - \frac{B}{T_M^2} \cdot R_{TM} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{R_{TM}}{R_p}\right)^2} \quad (12)$$

Setzt man den aus Gl. (11) erhaltenen Wert R_{TM}/R_p in Gl. (12) ein, so kann man für ein gegebenes $\frac{dR}{dT}$ den geeigneten Heißleiter-Widerstandswert berechnen.

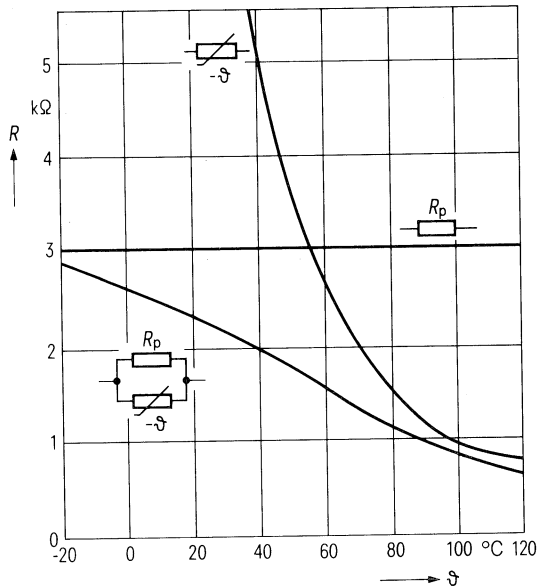


Bild 7
 Linearisierung der Kennlinie
 durch Parallelwiderstand; $R_p = 3 k\Omega$
 ($K_{11}/10 k\Omega$)

Zur Temperaturkompensation von Spannungen, die linear von der Temperatur abhängen, verwendet man die Schaltung nach Bild 8.

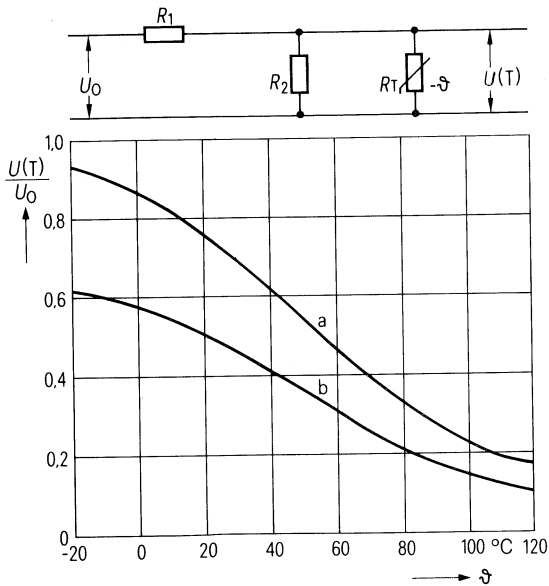


Bild 8
 Temperaturabhängiger Spannungsteiler
 a: $R_1 = 3 k\Omega$; $R_2 \rightarrow \infty$
 b: $R_1 = 4,5 k\Omega$; $R_2 = 9 k\Omega$
 $R_T = K_{11}/10 k\Omega$

Allgemeine technische Angaben

Wie Bild 8 zeigt, besitzt die Spannung $U(T)$ einen S-förmigen Verlauf. Im Wendepunkt gilt wieder

$$R = R_{TM} \cdot \frac{B - 2T}{B + 2T}$$

wobei $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

Die Spannungsänderung mit der Temperatur ist hier

$$\frac{dU}{dT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_0 \cdot -\frac{B}{T^2} \cdot \frac{R_{TM}}{R} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{R_T}{R}\right)^2} \quad (13)$$

Über das Teilverhältnis $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$ sind beliebige Spannungsänderungen einstellbar, eine etwaige Belastung des Spannungsteilers ist dabei zu berücksichtigen. Der Widerstand des Verbrauchers wirkt sich als Verkleinerung von R_2 aus.

4.2.4 Relaisverzögerung

Zur Relaisverzögerung steht vor allem die Typenreihe A34 zur Verfügung. Diese Heißeiter ermöglichen Relaisanzugs- und -verzögerungszeiten von 0,1 s bis zu einigen Sekunden. Die Verzögerungszeit t_V hängt allerdings sehr stark von der Versorgungsspannung U_B ab, etwa

$$t_V \sim \frac{1}{U_B^2} \text{ bis } \frac{1}{U_B^3},$$

außerdem ist sie temperaturabhängig. Ihr Temperaturkoeffizient ist etwa halb so groß wie der des Heißeiters, wenn die folgenden Dimensionierungsregeln eingehalten werden.

Zur Relaisanzugsverzögerung kommt eine Reihenschaltung von Heißeiter und Relaispule zur Anwendung, wie Bild 9 zeigt.

Beim Anlegen der Spannung U_B fließt ein Strom durch die Relaispule, der durch den hohen Widerstandswert des kalten Heißeiters auf einen Bruchteil des Relaisansprechstromes begrenzt wird. Durch die Eigenerwärmung des Heißeiters nimmt sein Widerstandswert ab und der Strom steigt an, bis der Ansprechstrom I_S des Relais erreicht ist. Folgende Regeln sind bei der Dimensionierung von Verzögerungsschaltungen mit Heißeitern zu beachten (s. auch Bild 5):

- Die Versorgungsspannung U_B soll mindestens das 1,5fache und höchstens das 6fache des Spannungsmaximums U_1 der Spannungs-Strom-Kennlinie des Heißeiters sein.
- Die Versorgungsspannung U_B soll mindestens das 1,5fache, möglichst jedoch das 2fache der mittleren Relaisanzugsspannung sein.
- Der maximale Ansprechstrom I_S des Relais darf das 0,8fache des sich einstellenden Strom-Endwertes I_E nicht überschreiten.
- Der stationäre Endstrom I_E darf nicht größer sein als der in den Datenblättern angegebene Dauerbetriebsstrom I_N . Wenn beim Anziehen eines Relais der Heißeiter kurzgeschlossen oder abgeschaltet wird, dürfen sowohl I_S als auch I_E größer sein als I_N , solange der max. Strom I_i nicht überschritten wird.

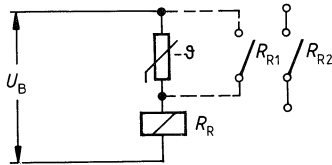


Bild 9
Relais-Anzugsverzögerung

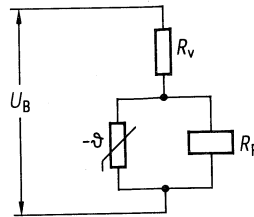


Bild 10
Relais-Abfallverzögerung

Zur Abfallverzögerung wird eine Parallelschaltung von Relaisspule und Heißleiter benutzt (siehe Bild 10).

Hierbei gelten folgende Dimensionierungsregeln:

- Die Spannung an der Spule soll bei kaltem Heißleiter mindestens den 1,5fachen Wert des Spannungsmaximums U_1 besitzen.
- Die Spannung, bei der das Relais abfällt, soll nicht kleiner sein als das 1,5fache der Heißleiternennspannung U_N .

Die Schaltfolge eines mit einem Heißleiter verzögerten Relais ist von der Wiederbereitschaftszeit des Heißleiters abhängig. Der Heißleiter muß abkühlen, bevor er eine neue Verzögerung bewirken kann. Wenn er zwischen zwei Belastungsfällen eine Zeit $t = 3 \cdot \tau_{th}$ (3mal thermische Abkühlzeitkonstante) unbelastet ist, beträgt die Verzögerung beim zweiten Mal etwa 80 bis 90% der ersten Verzögerungszeit. Es ist daher günstig, wenn der Heißleiter durch zusätzliche Relais-Kontakte kurzgeschlossen oder abgeschaltet wird, damit möglichst viel Zeit zum Abkühlen zur Verfügung steht (im Bild 9 gestrichelt).

4.2.5 Einschaltstrom-Begrenzung

Viele Geräte, wie Schaltnetzteile, Elektromotoren oder Transformatoren, weisen im Einschaltmoment überhöhte Ströme auf, so daß es zu Beschädigungen anderer Bauelemente oder zum Fehl auslösen von Sicherungen kommen kann. Mit Heißleitern ist es kostengünstig möglich, diese Ströme wirksam zu begrenzen, indem man einen Heißleiter in Reihe zu dem jeweiligen Gerät schaltet.

Die speziell für diesen Einsatz entwickelten Heißleiter begrenzen den Strom im Einschaltmoment durch den relativ hohen Kaltwiderstand. Als Folge der Strombelastung verringert der Heißleiter seinen Widerstandswert dann um den Faktor 10 bis 50, die von ihm aufgenommene Leistung reduziert sich entsprechend. So sind Dauerströme bis 7,5 A möglich.

Wichtig bei der Auswahl des geeigneten Heißleiters ist der notwendige Dauerstrombedarf. Der zulässige Dauerstrom bestimmt dann den Kaltwiderstand des Heißleiters. Es ist nicht möglich, zwei oder mehrere Heißleiter parallel zu schalten. Der Heißleiter mit dem kleineren Widerstandswert erhält den größeren Stromanteil und erwärmt sich stärker, wodurch sein Widerstandswert weiter abnimmt. Schließlich übernimmt dieser Heißleiter dann den gesamten Strom und der parallelgeschaltete Heißleiter bleibt kalt.

4.2.6 Spannungsregelung

Ähnlich wie Zenerdioden können auch Heißleiter zur Stabilisierung von Spannungen verwendet werden. Wird in Reihe zum Heißleiter ein Festwiderstand mit einem Wert von etwa 1% des Heißleiter-Kaltwiderstandes geschaltet, so läßt sich in einem Strombereich von 1:10 an Heißleiter und Vorwiderstand eine auf etwa 10% konstante Spannung abnehmen.

Zenerdioden gegenüber hat die Spannungsregelung mit Heißleitern den Vorteil, daß keine Oberwellen erzeugt werden und dadurch breite Frequenzbänder geregelt werden können. Erst bei Frequenzen um 20 Hz tritt ein mit abnehmender Frequenz steigender Klirrfaktor auf, der dadurch verursacht wird, daß der Widerstandswert des Heißleiters sich bereits während einer Halbwelle ändert.

Für diesen Anwendungsfall steht insbesondere die Bauform R51 zur Verfügung, mit der Spannungen von etwa 4 V (R51-4/1/20) und 8 V (R51-8/0,5/10) geregelt werden können.

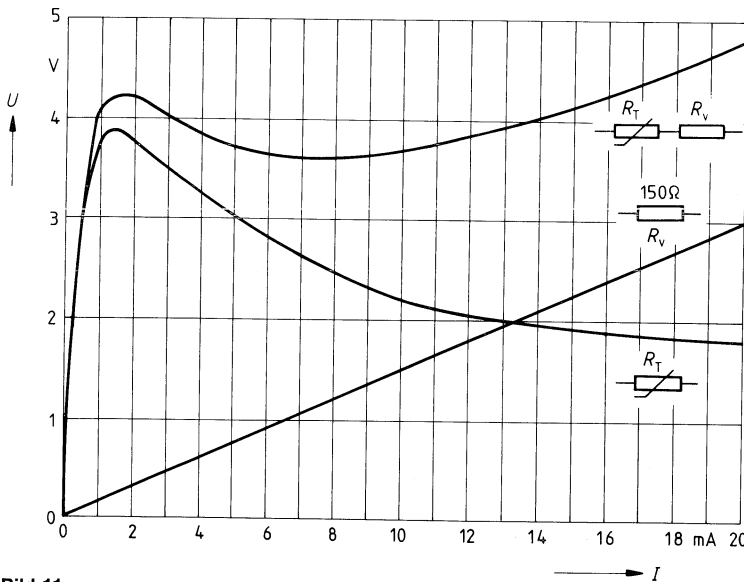


Bild 11
Spannungsregelung (R51-4/1/20)

4.2.7 Weitere Anwendungen

Niveauabtastung

Die Temperatur eines elektrisch belasteten Heißleiters hängt von dem ihn umgebenden Medium ab. Beim Eintauchen in eine Flüssigkeit erhöht sich der Wärmeleitwert, damit sinkt die Heißleitertemperatur und die am Heißleiter liegende Spannung erhöht sich. Damit ist eine Abtastung der Flüssigkeitsoberfläche möglich.

Zur Niveauabastung eignen sich vor allem glasumhüllte Heißeiterperlen. Durch die Glasschicht ist der Heißeiter vor der zu überwachenden Flüssigkeit geschützt, durch den dünnen Glasüberzug besteht aber immer noch guter Wärmekontakt zur Umgebung.

Strömungsgeschwindigkeits- und Vakuummessung

Auch hier wird der Heißeiter elektrisch belastet betrieben. Die sich einstellende Temperatur des Heißeiters und damit sein Widerstandswert werden ebenfalls von dem umgebenden Medium beeinflusst. Bewegte Luft senkt die Heißeitertemperatur und erhöht den Widerstand, Vakuum erhöht dagegen die Temperatur und senkt den Widerstandswert. So können Heißeiter zur Überwachung von Ventilatoren, zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen oder zur Vakuummessung eingesetzt werden.

4.3 Allgemeines zu Temperaturfühler für medizinische Elektrothermometer

Temperaturfühler für medizinische Elektrothermometer unterliegen in der Bundesrepublik Deutschland und im Land Berlin der Eichpflicht [(Eichgesetz vom 11. Juli 1969, Bundesgesetzblatt I, S. 759), geändert durch das Gesetz zur Änderung des Eichgesetzes vom 6. Juli 1973 (Bundesgesetzblatt I, S. 716), in Verbindung mit der Verordnung über die Eichpflicht von Meßgeräten vom 10. März 1972 (Bundesgesetzblatt I, S. 436)]. MET und Temperaturfühler für MET müssen geeicht sein, wenn sie zur Verwendung im Gültigkeitsbereich des Eichgesetzes in den Verkehr gebracht werden (§4 des Eichgesetzes).

Die Gültigkeitsdauer der Eichung für MET und für Temperaturfühler für MET beträgt nach der Eichgültigkeitsverordnung vom 18. Juli 1970 (Bundesgesetzblatt I, S. 802) zwei Jahre. Die Nacheichung ist vor Ablauf der Gültigkeitsdauer der Eichung vom Verwender der Geräte bei der zuständigen Eichbehörde zu beantragen.

5 Einbauhinweise

5.1 Lötung

5.1.1 Bedrahtete Heißeiter

Für bedrahtete Heißeiter gelten die Richtlinien entsprechend DIN 44070.

Tauchlötung: Badtemperatur 260 °C, Lötzeit 4 s
Kolbenlötung: Kolbentemperatur 360 °C, Lötzeit 2 s

Ein Abstand von mindestens 6 mm vom Heißeiterkörper ist dabei einzuhalten, sofern nichts anderes angegeben. Bei schärferen Lötbedingungen sind Widerstandsänderungen zu erwarten. In jedem Fall ist beim Lötvorgang zu beachten, daß die Temperatur des Heißeiterkörpers die obere Grenztemperatur nicht überschreitet.

5.1.2 Unbedrahtete Scheiben

An Heißeitern, die keine Anschlußdrähte besitzen, ist eine Lötung bedingt möglich. Durch den Temperaturschock beim Aufbringen des heißen Lotes können feine Risse in der Keramik auftreten, die sich als Änderungen des Widerstandswertes auswirken.

Um ein Ablegieren der Silberschicht von der Keramikscheibe zu vermeiden, sind Lote mit Silberzusatz oder Lote mit niedrigem Zinngehalt zu verwenden.

5.1.3 Chips

Kleben

Im Falle einer Schwall- oder Schlepplötlung müssen die Chip-Bauelemente auf die Leiterplatte aufgeklebt werden. An den Kleber werden hohe Anforderungen gestellt, die im einzelnen auf das Kleberauftragsverfahren und den Bestückungsautomaten abgestimmt sein müssen. In bezug auf die Bauelemente ist vom Kleber zu fordern, daß er elektrisch neutral ist und keine chemischen Reaktionen mit den Leiterplatten- und Bauelementematerialien zeigt. Einer der empfehlenswerten Kleber, der den verschiedenen Anforderungen genügt, ist der Typ RTV3140 von Dow-Corning. Durch den Kleberauftrag darf der anschließende Lötvorgang nicht beeinträchtigt werden, z. B. durch Abdecken der Lötflächen. Nach der Bauelemente-Bestückung muß der Kleber ausgehärtet werden. Die üblichen Aushärteverfahren mittels UV-Strahlung und/oder Wärme sind keine kritischen Belastungen für unsere Bauelemente. Bei anderen Lötverfahren wird kein Kleber benötigt, weil das Flußmittel bzw. die Lötpaste als Kleber fungieren.

Löthinweise

Je nach Einsatz der Bauelemente gibt es unterschiedliche Lötverfahren. Um Lötverbindungen mit der erforderlichen Qualität und Zuverlässigkeit zu erzielen, empfehlen wir die Beachtung folgender Punkte:

- Flußmittel
Es werden Kolophonium-Flußmittel empfohlen (F-SW32 nach DIN 8511). Die Anschlüsse von Chip-Heißeitern haben eine Ag-Pd-Oberfläche und sind auch nach längerer Lagerung gut lötlbar.
- Lote
Als Lot sollte ein Sn-Pb-Lot, z. B. für Schwall- und Schlepplöten L-Sn 60 Pb und für andere Lötverfahren L-Sn 63 PbAg (DIN 1707) verwendet werden. Bei Lötpasten sollte der Metallanteil größer als 80% sein.
- Löttemperaturen
Während des Lötvorgangs sollte die maximale Löttemperatur von 260°C bei einer Verweildauer von 5 s nicht überschritten werden. Bei niedrigerer Löttemperatur darf die Lötdauer entsprechend gesteigert werden.
- Schwall- und Schlepplöten
Die Badtemperatur beträgt in der Regel $255^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, wobei die erwähnte Lötzeit von 5 s zugelassen ist. Für das Lötresultat ist die Lage der Bauelemente, ihr Abstand zueinander sowie ihre Orientierung zur Transportrichtung von Wichtigkeit.
- Reflowlöten
Beim Reflowlöten erfolgt das Erwärmen in einem Durchlauf-Ofen. Darin werden die Objekte allmählich auf eine Temperatur von ca. 200°C gebracht, wobei die Lötdauer ca. 5 bis 10 s beträgt.
- Vapor-phase-Löten
Hierbei handelt es sich um ein spezielles Reflow-Lötverfahren, für das ähnliche Daten gelten.
- Kolbenlöten
Lötungen, z. B. mit einem temperaturgeregelten Miniaturkolben, sind zulässig, dabei muß eine Berührung des Bauelementes mit der Kolbenspitze vermieden werden. Dieses Verfahren sollte jedoch nur in Ausnahmefällen (Reparatur etc.) angewendet werden, da es einige Nachteile aufweist, wie z. B. Gefahr der Beschädigung der Bauelemente und Leiterplatten, ungenaue Positionierung usw.

– Leitkleben

Dieses relativ selten angewandte Verfahren wird nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Für das Kleben von Chips bieten sich silbergefüllte Zweikomponenten-Epoxidharzkleber an. Die Kleber können mit Dosier-, Siebdruck- oder Stempelmaschinen aufgebracht werden. Die Aushärtungszeiten liegen je nach Aushärtetemperatur zwischen 1 Minute und 12 Stunden. Die Temperaturbelastung der Bauelemente ist geringer als beim Löten, der Klebevorgang muß aber getrennt nach dem Löten anderer Bauelemente erfolgen.

Widerstandsänderung

Bei der Verarbeitung von Heißeiter-Chip-Elementen ist aufgrund des polykristallinen Aufbaus sowie der wirksamen äußeren Fläche mit einer Änderung der Widerstandswerte zu rechnen. Diese ist um so kleiner, je geringer die Löttemperatur und Leitzeit ist und je geringer die Änderung der ursprünglich metallisierten Oberfläche des Bauelementes ist (Lotmenge, Leiterbahnen).

5.2 Mechanische Belastung der Anschlußdrähte

Verdrehen (Torsion) der Anschlußdrähte um 180° im Abstand von mindestens 6 mm vom Heißeiterkörper ist zulässig.

Biegen der Anschlußdrähte direkt am Heißeiterkörper ist nicht zulässig. Der Draht darf mit einem Mindestabstand vom 2fachen des Drahtdurchmessers + 2 mm vom Heißeiterkörper entfernt abgebogen werden. Der Biegeradius muß dabei mindestens 0,75 mm betragen. Ein Abbiegen von Löt- oder Steckfahnen ist nicht zulässig.

5.3 Umhüllen und Vergießen

Beim Umhüllen und Vergießen von Heißeitern dürfen keine mechanischen Spannungen durch unterschiedliche Wärmeausdehnung beim Aushärten und späteren Betrieb auftreten. Beim Aushärten darf die obere Grenztemperatur des Heißeiters nicht überschritten werden. Außerdem ist auf die chemische Neutralität der Vergußmasse zu achten. Gut bewährt hat sich die Umhüllung mit Silikonkautschuk vor dem Vergießen mit Epoxidharzen.

5.4 Einbauverhältnisse

Bei der Anwendung ist darauf zu achten, daß die tatsächliche Umgebungstemperatur durch die Einbauverhältnisse berücksichtigt wird. Schlechte Wärmeabfuhr kann eine erhebliche Herabsetzung der Belastbarkeit erforderlich machen. Ungeschützte Heißeiter sollen nicht in einem reduzierenden Medium betrieben werden.

5.5 Lagerung

Zur Erhaltung der Lötbarkeit müssen die Heißeiter in nicht aggressiver Atmosphäre gelagert werden. Luftfeuchte und Behälterwerkstoffe (Holz, bestimmte Kunststoffe und Pappe) sind zu beachten. Die zulässigen Lagertemperaturen (siehe Einzelbauformen) dürfen nicht überschritten werden.

5.6 Reinigung

Sollte eine Reinigung erforderlich sein, empfehlen wir milde Reinigungsmittel, wie z. B. Isopropylalkohol oder Freon.

Allgemeine technische Angaben

6 Erläuterungen zu den Technischen Daten

6.1 Nenn- bzw. Bezugstemperatur

Die in den folgenden Technischen Daten für die Heißeiter verwendeten Begriffe stimmen weitgehend mit DIN 44070 „Heißeiter-, Technische Werte und Prüfbestimmungen“ überein.

Die Temperatur, bei der der Nennwiderstandswert festgelegt ist, beträgt aus historischen Gründen vielfach 20 °C. Die Umstellung auf 25 °C würde zu „krummen“ Widerstandswerten führen, wenn die Austauschbarkeit mit den ursprünglichen Typen gewährleistet sein soll.

Da die Bezugstemperatur 25 °C neuerdings ebenfalls verwendet wird, wird abweichend von der Norm eine Nenntemperatur eingeführt, bei der der Nennwiderstandswert festgelegt ist. Die in den Technischen Daten angegebenen Nennwiderstandswerte sind Nullast-Widerstandswerte, d. h. der Widerstandswert ist mit einer so kleinen elektrischen Belastung gemessen, daß eine weitere Verringerung der Belastung maximal 0,1 % Änderung des Widerstandswertes bewirkt.

6.2 Lagertemperaturen

Wir unterscheiden bei Heißeitern zwischen unterer und oberer Grenztemperatur und unterer und oberer Lagergrenztemperatur.

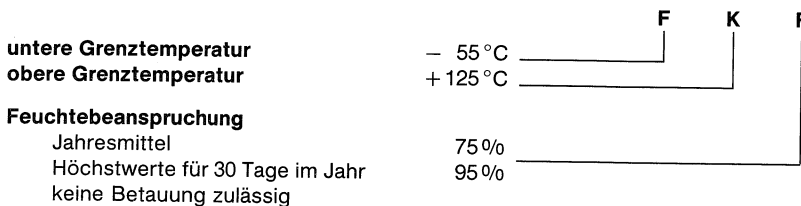
Die Lagergrenztemperaturen umfassen im allgemeinen einen engeren Temperaturbereich. In diesem Bereich können die Heißeiter in ihrer Verpackung sowie auch ohne Verpackung gelagert werden, ohne daß z. B. die PVC-Verpackung leidet, oder daß die Lötbarkeit der Anschlüsse Schaden nimmt.

Anders verhält es sich beim elektrisch unbelasteten, **eingebauten** Heißeiter. Hier gilt als Lager-temperatur der in den Einzeldatenblättern angegebene **Grenztemperaturbereich**.

6.3 Anwendungsklassen nach DIN 40040

Die zulässige Temperatur- und Feuchtebeanspruchung ist bauformabhängig und in den Einzeldatenblättern jeweils als Anwendungsklasse in Form von drei Kennbuchstaben angegeben. Für die Bildung der klimatischen Anwendungsklassen gilt grundsätzlich DIN 40040. Aus dem ersten Kennbuchstaben ist die untere Grenztemperatur, aus dem zweiten die obere Grenztemperatur und aus dem dritten die zulässige Feuchtebelastung abzuleiten. (Siehe auch nachfolgende Tabellen.)

Beispiel für die Bildung der Anwendungsklasse



Untere Grenztemperatur ϑ_{\min}

ist definiert als die niedrigste im Betrieb zulässige Temperatur des Bauelementes (ohne Einfluß von Eigen- und Fremderwärmung, z. B. im Einschaltmoment).

Obere Grenztemperatur ϑ_{\max}

ist definiert als die höchstzulässige Temperatur, die an der wärmsten Stelle der Oberfläche des Bauelementes (einschließlich des Einflusses von Eigen- und Fremderwärmung) auftreten darf.

Tabelle 1

Kurzzeichen für Grenztemperaturen

| 1. Kennbuchstabe | Untere Grenztemperatur |
|------------------|------------------------|
| F | – 55 °C |
| G | – 40 °C |
| H | – 25 °C |
| J | – 10 °C |
| 2. Kennbuchstabe | Obere Grenztemperatur |
| B | + 350 °C |
| C | + 300 °C |
| D | + 250 °C |
| E | + 200 °C |
| F | + 180 °C |
| G | + 170 °C |
| H | + 155 °C |
| K | + 125 °C |
| M | + 100 °C |
| Q | + 80 °C |
| S | + 70 °C |

Allgemeine technische Angaben

Tabelle 2

Kurzzeichen für Feuchteklassen

| 3. Kennbuchstabe | Grenzen der relativen Luftfeuchte ¹⁾ | | Betauung | z. B. geeignet für folgende Bauelemente-Umgebungsklimata |
|------------------|---|---|---------------------|---|
| | Jahresmittel | Höchstwert | | |
| C | ≤ 95 % | 100 % | ja | Gerät an jedem Einsatzort, Bauelement häufig feucht, jedoch ohne andauernde Nässe. |
| R ³⁾ | ≤ 90 % | 100 % | ja | Gerät im Freien oder in Außenräumen, in kalten, gemäßigten und mildtropischen Klimagebieten, auch in ungeheizten, nicht zu feuchten Räumen. |
| D ³⁾ | ≤ 80 % | 100 % für 30 Tage ²⁾ im Jahr | ja | Gerät in Außenräumen und mäßig feuchten Betriebsstätten, in ungeheizten Räumen ohne wesentliche zusätzliche Feuchtequellen in gemäßigten und kalten Klimagebieten. Geräte im Freien in trockenwarmen Klimagebieten, wenn $\bar{U}_{\text{mon}} 75 \%$ ⁵⁾ im feuchtesten Monat. |
| E ⁴⁾ | ≤ 75 % | 95 % für 30 Tage ²⁾ im Jahr | seltene und leichte | Gerät in trockenwarmen Klimagebieten in Außen- und Innenräumen, wenn $\bar{U}_{\text{mon}} 70 \%$ ⁵⁾ im feuchtesten Monat. Betriebene Geräte in feuchtigkeitsgefährdeten Räumen, z. B. Werkstätten, in kalten, gemäßigten und trockenwarmen Klimagebieten. Nicht betriebene Geräte in temperierten feuchtigkeitsgefährdeten Räumen in gemäßigten und kalten Klimagebieten, kurzzeitige, seltene und leichte Betauung ist zulässig. |
| F ⁴⁾ | ≤ 75 % | 95 % für 30 Tage ²⁾ im Jahr | nein | Wie E, jedoch ist Betauung unzulässig. |

¹⁾ Die Angaben beziehen sich auf das Bauelemente-Umgebungsklima.

²⁾ Diese Tage sollen in natürlicher Weise über das Jahr verteilt sein.

³⁾ Die angegebenen Werte gelten für alle Temperaturen innerhalb der oberen und unteren Grenztemperaturen (zul. Temperaturbereich). Insbesondere für Klimate mit zusätzlichen Feuchtequellen.

⁴⁾ Die angegebenen Werte für die rel. Luftfeuchte beziehen sich auf Bauelemente in Raumtemperatur. Bei höheren Temperaturen ermäßigt sich die rel. Feuchte entsprechend DIN 40040, Anlage I.

⁵⁾ \bar{U}_{mon} ist das Monatsmittel der relativen Luftfeuchte, ermittelt über viele Jahre.

7 Symbole und Begriffe

| | |
|---------------------|--|
| A | Konstante des Heißleiters |
| α_R | Temperaturkoeffizient des spez. Widerstandes |
| B | B -Wert, Materialkonstante zur Bestimmung der Temperaturabhängigkeit von Heißleitern |
| $B_{25/100}$ | B -Wert, bezogen auf Meßtemperatur 25 °C und 100 °C |
| ΔB | Toleranz des B -Wertes |
| β | Temperaturkoeffizient des B -Wertes |
| C_{HL-Hz} | Kapazität zwischen Heißleiter und Heizwendel bei fremdgeheizten Heißleitern |
| C_p | Parallelkapazität |
| C_{th} | Wärmekapazität |
| ϑ | Temperatur |
| ϑ_{min} | Untere Grenztemperatur |
| ϑ_{max} | Obere Grenztemperatur |
| $\vartheta_{s min}$ | Untere Lagergrenztemperatur |
| $\vartheta_{s max}$ | Obere Lagergrenztemperatur |
| ϑ_N | Nenntemperatur |
| ϑ_u | Umgebungstemperatur |
| G_{th} | Wärmeleitwert |
| G_{thu} | Wärmeleitwert in Luft |
| G_{thw} | Wärmeleitwert in Wasser |
| G_{thG} | Wärmeleitwert bei Chassismontage |
| HL | Abkürzung für Heißleiter |
| I | Strom durch den Heißleiter |
| I_E | Endwert des Stromes |
| I_{HZ} | Heizwendelstrom bei fremdgeheizten Heißleitern |
| $I_{Hz max}$ | Max. zul. Heizerstrom |
| I_i | Heißleiter-Spitzenstrom (kurzzeitig zulässiger Strom, solange der Heißleiter-Widerstand R_T einen bestimmten minimalen Wert nicht unterschreitet) |
| $I_{meß}$ | Meßstrom |
| I_N | Nennstrom |
| I_s | Schaltstrom |
| I_1 | Strom bei Spannungsmaximum U_1 der stationären Spannungsstrom-Kennlinie |
| I_{25} | Max. Dauerstrom bei 25 °C |
| I_{60} | Max. Dauerstrom bei 60 °C |
| K | Kelvin |
| $k_{3 kHz}$ | Klirrfaktor bei 3 kHz |
| $k_{30 Hz}$ | Klirrfaktor bei 30 Hz |
| L_s | Serieninduktivität |
| L_{HZ} | Heizerinduktivität |
| P | Leistung |
| $P_{meß}$ | max. Meßlast |
| P_1 | Heißleiter-Spitzenbelastung (kurzzeitig zulässige Verlustleistung, solange der Heißleiter-Widerstand R_T einen bestimmten Wert nicht unterschreitet) |

Allgemeine technische Angaben

| | |
|------------------|--|
| P_{25} | Belastbarkeit bei 25 °C |
| P_{60} | Belastbarkeit bei 60 °C |
| R | Widerstand |
| ΔR | Widerstandstoleranz |
| R_{20} | Widerstandswert bei 20 °C |
| R_{25} | Widerstandswert bei 25 °C (etc.) |
| R_{\emptyset} | Null-Last-Widerstandswert |
| R_{Gr} | Grundwertereihe |
| ΔR_{Gr} | Zul. Abweichung der Grundwerte |
| R_{HZ} | Heizwendel-Widerstand fremdgeheizter Heißeiter |
| ΔR_{HZ} | Toleranz des Heizwendel-Widerstandes |
| R_{is} | Isolationswiderstand |
| R_{min} | Warmwiderstand (Mindestwert bei Dauerbetrieb) |
| R_N | Nennwiderstand |
| ΔR_N | Toleranz des Nennwiderstandes |
| $\Delta R_{10.}$ | Max. Änderung des Nennwiderstandes nach 10000 Std. |
| ΔR_T | Abweichung des Widerstandswertes von der Idealkennlinie |
| R_p | Wert des Parallelwiderstandes |
| R_R | Relaiswiderstand |
| R_T | Heißeiter-Widerstand bei der Temperatur T |
| R_{TM} | Widerstand des Heißeiters bei der Temperatur T_M |
| R_V | Vorwiderstand |
| R_W | Heißeiter-Warmwiderstand |
| t | Zeit |
| t_p | Prüfdauer |
| t_v | Nennwert der Verzögerungszeit |
| Δt_v | Toleranz der Verzögerungszeit |
| T | absolute Temperatur |
| ΔT | Temperaturdifferenz |
| T_M | Temperatur in der Mitte eines Temperaturbereiches |
| T_N | Nenntemperatur |
| T_u | Umgebungstemperatur |
| τ | Zeitkonstante |
| τ_{th} | Abkühlzeitkonstante |
| τ_{thG} | Abkühlzeitkonstante bei Chassismontage |
| τ_{thu} | Abkühlzeitkonstante in Luft |
| τ_{thw} | Abkühlzeitkonstante in Wasser |
| U | Spannung |
| U_B | Betriebsspannung |
| U_N | Nennspannung |
| ΔU_N | Nennspannungs-Toleranz |
| U_1 | Spannungsmaximum der stationären Stromspannungskennlinie |
| U_{is} | Prüfspannung |

Qualität



1 Lieferqualität

Unter „Lieferqualität“ ist die Übereinstimmung mit vereinbarten Daten im Lieferzeitpunkt zu verstehen.

1.1 Stichproben

Den angegebenen AQL-Werten (AQL = acceptable quality level, annehmbare Qualitätsgrenzlage) liegt die Stichprobenvorschrift DIN 40080 (inhaltlich übereinstimmend mit MIL-Standard 105D und IEC410) zugrunde, Einfachstichprobenplan für normale Prüfung, Prüfniveau II. Die Prüfanweisungen dieser Norm sind so abgefaßt, daß ein Lieferlos mit höherer Wahrscheinlichkeit als 90% angenommen wird, wenn der prozentuale Anteil der fehlerhaften Bauelemente nicht größer als der jeweils angegebene AQL-Wert ist. Üblicherweise liegt der prozentuale Fehleranteil unserer Lieferungen mit genügender Sicherheit unter dem AQL-Wert.

1.2 Fehlerkriterien

Ein Fehler liegt vor, wenn ein Bauelementemerkmal nicht den Angaben des Datenblattes oder einer vereinbarten Liefervorschrift entspricht. Man unterscheidet Totalfehler (inoperatives), die im allgemeinen eine funktionsgemäße Verwendung des Bauelements ausschließen, und Fehler von geringerer Bedeutung.

Totalfehler bei Heißeleitern sind folgende Eigenschaften:

- Kurzschluß oder Unterbrechung
- Bruch von Bauelement, Gehäuse, Anschlüssen oder Umhüllung
- Fehlerhafte Kennzeichnung
- Typenvermischung

Die übrigen Fehler werden eingeteilt in

- Fehler in den elektrischen Eigenschaften (Grenzwertüberschreitungen bei elektrischen Kenndaten)
- Fehler in den mechanischen Eigenschaften, z. B. nicht eingehaltene Abmessungen, beschädigte Gehäuse, nicht lesbare Beschriftung, verbogene Anschlüsse.

1.3 AQL-Werte

Für die genannten Fehler gelten folgende AQL-Werte:

- | | |
|--|-------|
| – für Totalfehler (elektrisch und mechanisch) | 0,065 |
| – für die Summe der elektrisch fehlerhaften Stücke | 0,25 |
| – für die Summe der mechanisch fehlerhaften Stücke | 0,25 |

Die Summenwerte schließen die zugehörigen Totalfehler ein.

(Die Gruppierung in „Hauptfehler“ und „Nebenfehler“ nach DIN 40080 wurde hier bewußt vermieden, weil diese Begriffe überwiegend anwendungs- und nicht spezifikationsorientiert definiert sind. Im Gegensatz dazu werden die von uns benutzten Fehlerklassen durch die Spezifikation und durch die genannten Totalfehler klar umrissen.)

1.4 Eingangsprüfung

Will der Anwender eine Eingangsprüfung vornehmen, so wird die Verwendung eines Stichprobenplanes nach DIN 40080 (inhaltlich übereinstimmend mit MIL STD 105D bzw. IEC 410) empfohlen. Die angewandte Prüftechnik muß dabei zwischen Kunden und Lieferanten abgestimmt sein.

Für die Beurteilung etwaiger Reklamationen sind folgende Angaben erforderlich: Prüfschaltung, Stichprobengröße, gefundene Anzahl fehlerhafter Elemente, Belegmuster, Packzettel.

Einfach-Stichprobenplan für normale Prüfung – Prüfniveau II (Auszug)

| N | Stichprobenplan | AQL | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|--------|-------------|-------------|-------------|--------|------------|------------|
| | | 0,065 | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 0,40 | 0,65 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 4,0 |
| 2 ... | 8 | N | N | N | N | N | N | N | N | N bzw. 5-0 | N bzw. 3-0 |
| 9 ... | 15 | N | N | N | N | N | N | N bzw. 13-0 | 8-0 | 5-0 | 3-0 |
| 16 ... | 25 | N | N | N | N | N | N bzw. 20-0 | 13-0 | 8-0 | 5-0 | 3-0 |
| 26 ... | 50 | N | N | N | N | N bzw. 32-0 | 20-0 | 13-0 | 8-0 | 5-0 | 13-1 |
| 51 ... | 90 | N | N | N bzw. 80-0 | 50-0 | 32-0 | 20-0 | 13-0 | 8-0 | 20-1 | 13-1 |
| 91 ... | 150 | N | N bzw. 125-0 | 80-0 | 50-0 | 32-0 | 20-0 | 13-0 | 32-1 | 20-1 | 20-2 |
| 151 ... | 280 | N bzw. 200-0 | 125-0 | 80-0 | 50-0 | 32-0 | 20-0 | 50-1 | 32-1 | 32-2 | 32-3 |
| 281 ... | 500 | 200-0 | 125-0 | 80-0 | 50-0 | 32-0 | 80-1 | 50-1 | 50-2 | 50-3 | 50-5 |
| 501 ... | 1200 | 200-0 | 125-0 | 80-0 | 50-0 | 125-1 | 80-1 | 80-2 | 80-3 | 80-5 | 80-7 |
| 1201 ... | 3200 | 200-0 | 125-0 | 80-0 | 200-1 | 125-1 | 125-2 | 125-3 | 125-5 | 125-7 | 125-10 |
| 3201 ... | 10000 | 200-0 | 125-0 | 315-1 | 200-1 | 200-2 | 200-3 | 200-5 | 200-7 | 200-10 | 200-14 |
| 10001 ... | 35000 | 200-0 | 500-1 | 315-1 | 315-2 | 315-3 | 315-5 | 315-7 | 315-10 | 315-14 | 315-21 |
| 35001 ... | 150000 | 800-1 | 500-1 | 500-2 | 500-3 | 500-5 | 500-7 | 500-10 | 500-14 | 500-21 | 315-21 |
| 150001 ... | 500000 | 800-1 | 800-2 | 800-3 | 800-5 | 800-7 | 800-10 | 800-14 | 800-21 | 500-21 | 315-21 |
| > 500000 | | 1250-2 | 1250-3 | 1250-5 | 1250-7 | 1250-10 | 1250-14 | 1250-21 | 800-21 | 500-21 | 315-21 |

N = Losgröße

Spalte 2 bis 10: Linke Zahl = Stichprobengröße, rechte Zahl = zulässige Fehler

Ausfallkriterien:

Totalausfall (Kurzschluß, Unterbrechung) sowie Änderungen von Eigenschaften, die in der Mehrzahl der Anwendungen zum Ausfall der Funktionseinheit führen.

2 Ausfallrate

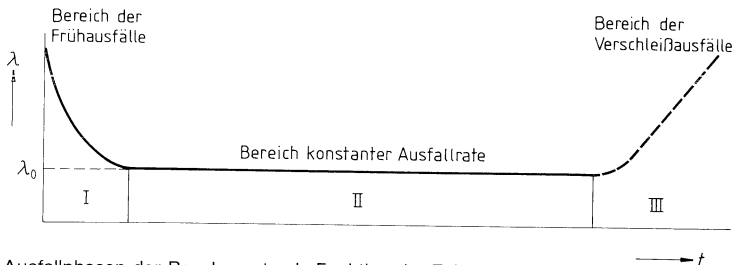
Die Angabe von Bauelemente-Ausfallraten liefert dem Gerätehersteller die Basis für Zuverlässigkeitsprognosen und gibt ihm die Möglichkeit, den Service-Aufwand abzuschätzen.

Wenn aus einer großen Anzahl N gleichartiger Bauelemente der Anteil ΔN in der Zeitspanne Δt ausfällt, so bezeichnet $\lambda = \frac{\Delta N}{N \cdot \Delta t}$ die (über den Zeitraum Δt gemittelte) Ausfallrate. Sie hängt von den Ausfallkriterien, von der Beanspruchung und von der Betriebszeit ab.

Die Ausfallrate hat die Dimension einer reziproken Zeit. Als Einheit ist $10^{-9}/h = \text{fit}$ (failures in time) gebräuchlich.

2.1 Ausfallphasen

Die Anzahl der ausgefallenen Bauelemente würde – aufgetragen über der Zeit t – eine Treppenkurve bilden, da nur ganzzahlige Änderungen vorkommen können. Bei großem N kann man diese Treppenkurve ohne störende Fehler durch eine stetige Kurve annähern. Sie bietet den Vorteil, daß damit λ auch für beliebig kleine Zeitabschnitte (als Differentialquotient $dN/N \cdot dt$) angegeben und so als Funktion der Zeit aufgetragen werden kann. Hierbei ist die Unterscheidung von drei Zeitbereichen üblich.



Ausfallphasen der Bauelemente als Funktion der Zeit

Bei Bauelementen wird die Existenz einer „Nutzungsphase“ – Bereich II – angenommen. Daher wird die Angabe der in diesem Bereich (annähernd) konstanten Ausfallrate λ_0 als ausreichend erachtet.

2.2 Referenzbedingungen

Soweit keine besonderen Vereinbarungen getroffen werden, beziehen sich die Angaben über Ausfallraten von Heißeitern auf die nachstehend genannten Bedingungen. Diese Referenzbedingungen (auch als Bezugsbedingungen bezeichnet) entsprechen den durchschnittlichen Gegebenheiten der meisten Anwendungen.

Elektrische Beanspruchung:

Betrieb mit jeweils 50% der oberen Grenzwerte für Strom, Spannung, Belastbarkeit.

Klimatische Beanspruchung:

Umgebungstemperatur 40°C , Feuchtekategorie F nach DIN 40 040, keine aggressive Atmosphäre.

2.3 Typischer Wert der Ausfallrate

Ein typischer Wert für die Ausfallrate der Heißeiter ist 10 fit.

3 Ergänzende Hinweise

Mit der Angabe von Qualitätsdaten – die sich stets auf eine größere Anzahl von Bauelementen beziehen – ist keine Zusicherung von Eigenschaften im Rechtssinne verbunden. Die Vereinbarung solcher Daten schließt hingegen nicht aus, daß der Kunde für einzelne fehlerhafte Heißeiter im Rahmen der Lieferbedingungen Ersatz beanspruchen kann. Eine weitergehende Haftung, insbesondere für die Folgen von Bauelementefehlern, können wir jedoch nicht übernehmen.

Gurtung



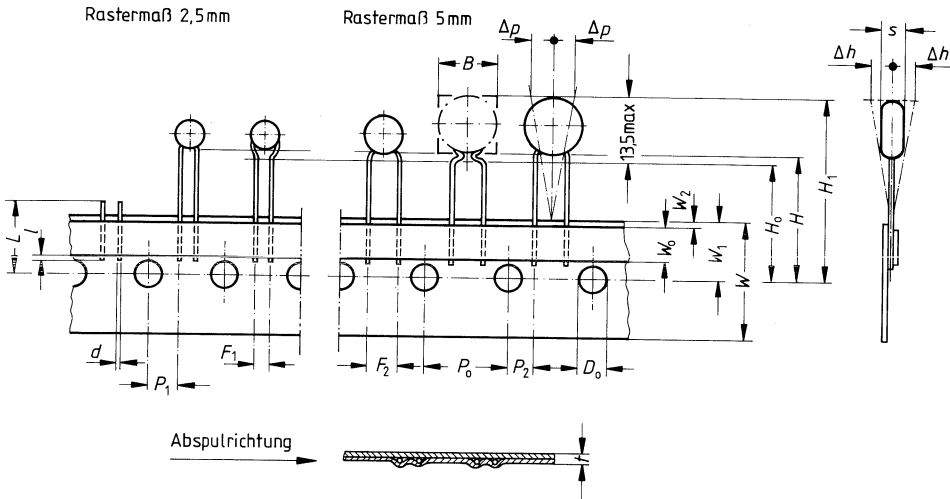
Gurtung

Für die Verarbeitung auf Bestückungsautomaten stehen gegurtete Bauförmn mit radialen Anschlußdrähten in den Rastermaßen 2,5 und 5 mm sowie in Chip-Ausführung zur Verfügung. Als Grundlage für die Gurtung der radialen Ausführung dient DIN IEC 286-2 (z. Z. noch Entwurf), der Chip-Ausführung DIN IEC 286-3 (z. Z. in Vorbereitung). Die gegurteten Bauelemente werden in Rollenverpackung geliefert.

1 Gurtung der radial bedrahteten Ausführung

Zunächst werden die Heißeiter des Typs K 153, K 164, M 822 und M 891 auch gegurtet angeboten.

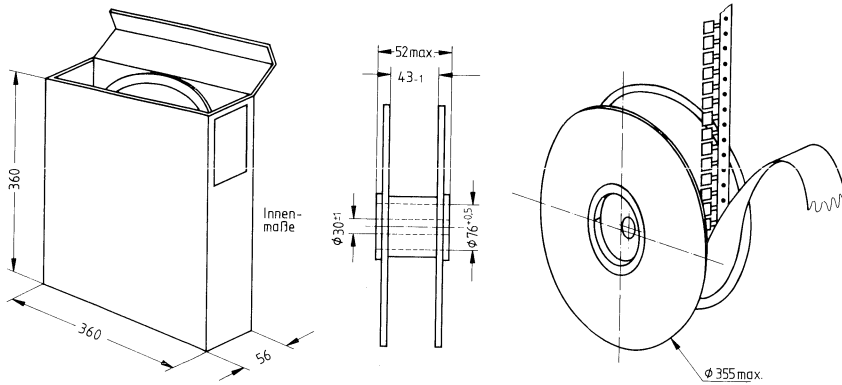
Abmessungen und Toleranzen:



| Bezeichnung | Sym- bol | Maße (mm) | | | Bemerkungen |
|--|-----------------------|-----------|---------|--------------|----------------------------|
| | | RM2,5 | RM5 | Toleranz | |
| Kopfdurchmesser | <i>B</i> | 11 | 11 | max. | |
| Kopfdicke | <i>s</i> | 3,5 | 5 | max. | |
| Drahtdurchmesser | <i>d</i> | 0,5/0,6 | 0,5/0,6 | ± 0,05 | |
| Lochabstand | <i>P</i> ₀ | 12,7 | 12,7 | ± 0,2 | ± 1 mm/20 Lochabstände |
| Abstand Lochmitte/Drahtmitte | <i>P</i> ₁ | 5,1 | – | ± 0,7 | |
| | <i>P</i> ₂ | – | 3,85 | | |
| Drahtabstand | <i>F</i> ₁ | 2,5 | – | +0,6/–0,1 | |
| | <i>F</i> ₂ | – | 5 | | |
| Schräglage Bauteil | Δh | 0 | 0 | ± 2,0 | gemessen an Oberkante Kopf |
| Schräglage Bauteil | Δp | 0 | 0 | ± 1,3 | |
| Trägerbandbreite | <i>W</i> | 18 | 18 | ± 0,5 | |
| Klebebandbreite | <i>W</i> ₀ | 5,5 | 5,5 | min. | Abzugsfestigkeit ≥ 5 N |
| Abstand Lochmitte zu Bandoberkante | <i>W</i> ₁ | 9 | 9 | ± 0,5 | |
| Lage des Klebebandes | <i>W</i> ₂ | 3 | 3 | – 2,5 | |
| Abstand Lochmitte zu Bauelementeunterkante | <i>H</i> | 18 | 18 | + 2,0 – 0 | |
| Abstand Lochmitte zu Knickkante | <i>H</i> ₀ | 16 | 16 | ± 0,5 | |
| Abstand Lochmitte zu Bauelementeoberkante | <i>H</i> ₁ | 32,2 | 32,2 | max. | |
| Lochdurchmesser | <i>D</i> ₀ | 4 | 4 | ± 0,2 | |
| Dicke des Gurtes | <i>t</i> | 0,7 | 0,7 | + 0,2 | |
| Länge der abgeschnittenen Drähte | <i>L</i> | 11 | 11 | max. | |
| Drahtüberstand | <i>l</i> | – 2 | – 2 | min. | |

Gurtung

Rollenverpackung



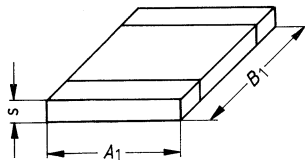
| Rastermaß | Typ | Bestellbezeichnung | Verpackungseinheit ≅ Mindestbestellmenge |
|-----------|-------|---|---|
| 2,5 mm | M 891 | Q63089-M****-K52 | 2500 |
| 5 mm | K 153 | Q63015-K****-K52 | 1500 |
| | M 822 | Q63082-M****-K52 bzw. Q63082-M****-M52 | 1500 |
| | K 164 | auf Anfrage | |

Die mit * gekennzeichneten Stellen sind mit den Angaben der Bestellbezeichnung entspr. Einzeldatenblatt zu ergänzen.

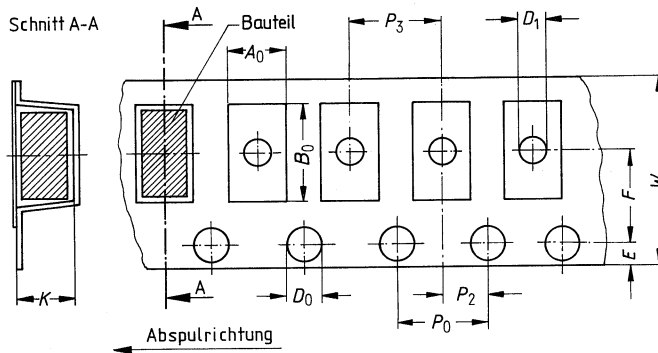
2 Gurtung der Chip-Ausführung

Der Halbleiter-Chip C621 wird im 8-mm-Gurt gegurtet.

Abmessungen und Toleranzen:



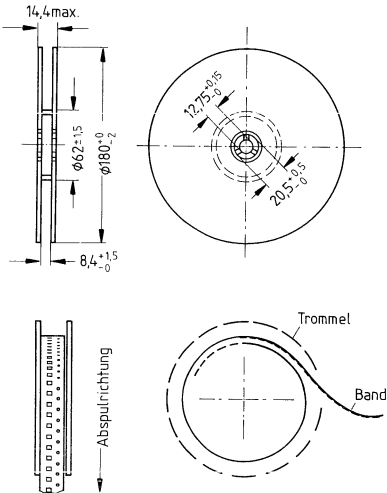
$A_1: 1,6 \pm 0,15$
 $B_1: 3,15 \pm 0,20$
 $s: 0,65 \text{ bis } 1,20$



| Bezeichnung | Symbol | Maße | |
|-----------------------------|--------|---------------------------------|---|
| | | Wert | Toleranz |
| Nestbreite | A_0 | 1,9 | $\pm 0,2$ |
| Nestlänge | B_0 | 3,5 | $\pm 0,2$ |
| Nesttiefe | K | 0,9 1,3 je nach Bauteildicke | |
| Lochdurchmesser | D_0 | 1,5 | +0,1 -0 |
| Lochdurchmesser | D_1 | 1,0 | $\pm 0,1$ |
| Lochabstand | P_0 | 4,0 | $\pm 0,1 \leq \pm 0,5 \text{ mm über } 10 \text{ Löcher}$ |
| Abstand Lochmitte/Nestmitte | P_2 | 2,0 | $\pm 0,05$ |
| Abstand Lochmitte/Lochmitte | P_3 | 4,0 | $\pm 0,2$ |
| Bandbreite | W | 8,0 | $\pm 0,3$ |
| Abstand Lochmitte/Bandrand | E | 1,75 | $\pm 0,1$ |
| Abstand Lochmitte/Nestmitte | F | 3,5 | $\pm 0,05$ |

Gurtung

Die Verpackung und Lieferung erfolgt auf Rollen entsprechend folgender Darstellung.



Verpackungseinheit: 4000 Stück je Rolle

Bestellbezeichnung für gegurtete Ausführung

Die Bestellbezeichnung wird durch Anfügen der Kennziffer „62“ an die Bestellbezeichnung des ungegurteten Bauelementes gebildet.

Beispiel:

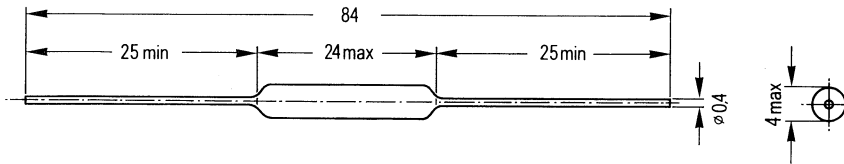
ungegurtete Ausführung: Q63062-C1333-M

gegurtete Ausführung: Q63062-C1333-M62

Bauformen



- Anwendung** Anzugs- und Abfallverzögerung von Relais
Ausführung Glasgehäuse, hermetisch dicht
Anschlüsse Anschlußdrähte, verzinnt
Kennzeichnung Typenbezeichnung ist aufgestempelt
Qualitätsmerkmal Hohe Zuverlässigkeit durch spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Gewicht: ca. 0,6 g

- Anwendungsklasse** **FKR**
 nach DIN 40040
- Untere Grenztemperatur **F** – 55 °C
 Obere Grenztemperatur **K** + 125 °C
 Feuchtekategorie **R** Mittlere relative Feuchte ≤ 90 %
 100 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 95 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 Betauung zulässig
- Lagertemperaturen**
 Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 25 °C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | Bestellbezeichnung |
|-------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------------------------|
| A 34–2/30a | 5 kΩ | ± 30 % | 3440 K | Q63034–A1–J <input type="checkbox"/> |
| A 34–2/30b | 5 kΩ | ± 30 % | 3440 K | Q63034–A1–M <input type="checkbox"/> |
| A 34–4/20 | 15 kΩ | ± 30 % | 3440 K | Q63034–A2 <input type="checkbox"/> |
| A 34–5/15 | 40 kΩ | ± 30 % | 3450 K | Q63034–A3 <input type="checkbox"/> |
| A 34–6/40 | 6 kΩ | ± 20 % | 3210 K | Q63034–A4 <input type="checkbox"/> |
| A 34–7/10 | 100 kΩ | ± 30 % | 3950 K | Q63034–A5 <input type="checkbox"/> |
| A 34–10/25 | 40 kΩ | ± 20 % | 3440 K | Q63034–A6 <input type="checkbox"/> |
| A 34–14/30 | 40 kΩ | ± 20 % | 3440 K | Q63034–A7 <input type="checkbox"/> |
| A 34–25/18 | 200 kΩ | ± 20 % | 3900 K | Q63034–A8 <input type="checkbox"/> |

Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Kenndaten

| Typ | A 34– | 2/30a | 2/30b | 4/20 | 5/15 | 6/40 | 7/10 | 10/25 | 14/30 | 25/18 | Einheit |
|---|--------------------|--------------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 5 | 5 | 15 | 40 | 6 | 100 | 40 | 40 | 200 | $k\Omega$ |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Toleranz | ΔR_N | ± 30 | ± 30 | ± 30 | ± 30 | ± 20 | ± 30 | ± 20 | ± 20 | ± 20 | % |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3440 | 3440 | 3440 | 3450 | 3210 | 3950 | 3440 | 3440 | 3900 | K |
| R/T-Kennlinie | | siehe Seite 71, 72 | | | | | | | | | |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 60 | 60 | 80 | 75 | 240 | 70 | 250 | 420 | 450 | mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 46 | 46 | 66 | 61 | 190 | 56 | 210 | 340 | 360 | mW |
| Wärmeleitwert in Luft | $G_{\text{th}u}$ | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 1,5 | 0,4 | 1,2 | 2,3 | 2,5 | mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 7,0 | 1,2 | 6,0 | 14 | 12 | s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 10,0 | 0,5 | 7,0 | 32 | 30 | mJ/K |
| Nennspannung | U_N | 2 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 10 | 14 | 25 | V |
| Nennstrom | I_N | 30 | 30 | 20 | 15 | 40 | 10 | 25 | 30 | 18 | mA |
| Spannungsmaximum | U_1 | 4 | 4 | 8 | 13 | 9 | 18 | 21 | 28 | 60 | V |
| Belastbarkeit, kurzzeitig ¹⁾ | P_1 | 600 | 600 | 600 | 600 | 1200 | 600 | 1200 | 2000 | 2000 | mW |
| Max. zul. Strom, kurzzeitig ¹⁾ | I_1 | 60 | 60 | 30 | 25 | 60 | 20 | 40 | 60 | 25 | mA |
| Min. zul. Warmwiderstand | R_{min} | 40 | 40 | 150 | 300 | 120 | 500 | 350 | 350 | 1000 | Ω |
| Prüfschaltung | | | | | | | | | | | |
| Betriebsspannung | U_B | 12 | 12 | 24 | 36 | 24 | 60 | 60 | 60 | 220 | V |
| Vorwiderstand | R_v | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 1,2 | 0,4 | 3 | 1,5 | 1,5 | 10 | $k\Omega$ |
| Schaltstrom | I_s | 30 | 30 | 20 | 15 | 30 | 10 | 20 | 20 | 11 | mA |
| Verzögerungszeit | t_v | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 7 | 0,5 | 3,5 | 24 | 25 | s |
| Toleranz | Δt_v | -40 +20 | -20 +40 | ± 30 | ± 30 | ± 25 | ± 30 | ± 25 | ± 25 | ± 25 | % |

¹⁾ Nur zulässig, solange $R > R_{\text{min}}$

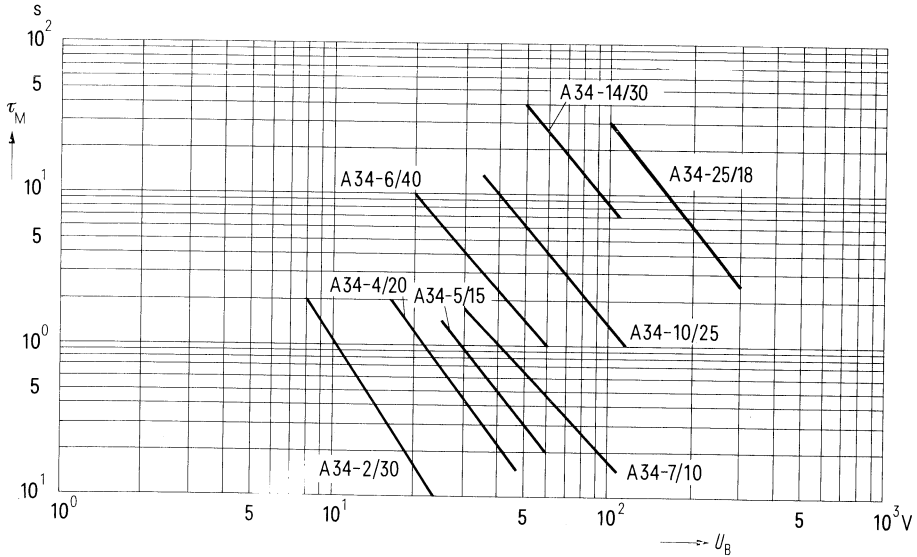
Verzögerungszeiten

bei verschiedenen Betriebsspannungen U_B (Richtwerte)

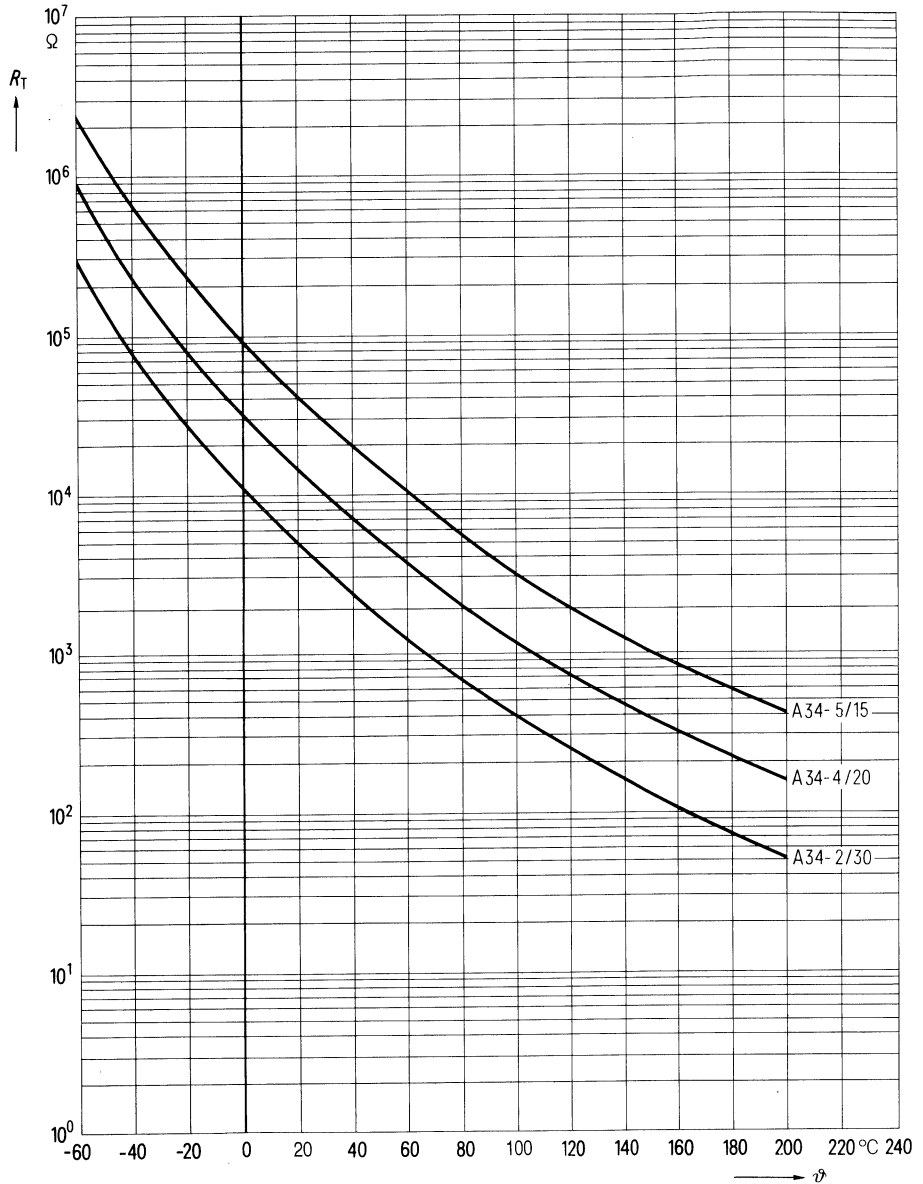
| Betriebsspannung U_B | 8 V | 12 V | 16 V | 24 V | 36 V | 48 V | 60 V | 110 V | 220 V | Einheit |
|------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|-------|-------|---------|
| Typ | | | | | | | | | | |
| A 34-2/30 | 2 | 0,7 | 0,4 | 0,1 | – | – | – | – | – | s |
| A 34-4/20 | – | – | 1,7 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | – | – | – | s |
| A 34-5/15 | – | – | – | 1,5 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | – | – | s |
| A 34-6/40 | – | – | 17 | 7 | 2,5 | 1,5 | – | – | – | s |
| A 34-7/10 | – | – | – | – | 2 | 0,8 | 0,5 | – | – | s |
| A 34-10/25 | – | – | – | – | 10 | 6 | 3,5 | 1 | – | s |
| A 34-14/30 | – | – | – | – | – | 40 | 24 | 6 | 1 | s |
| A 34-25/18 | – | – | – | – | – | – | – | 20 | 5 | s |

Verzögerungszeit $\tau_M = f(U_B)$

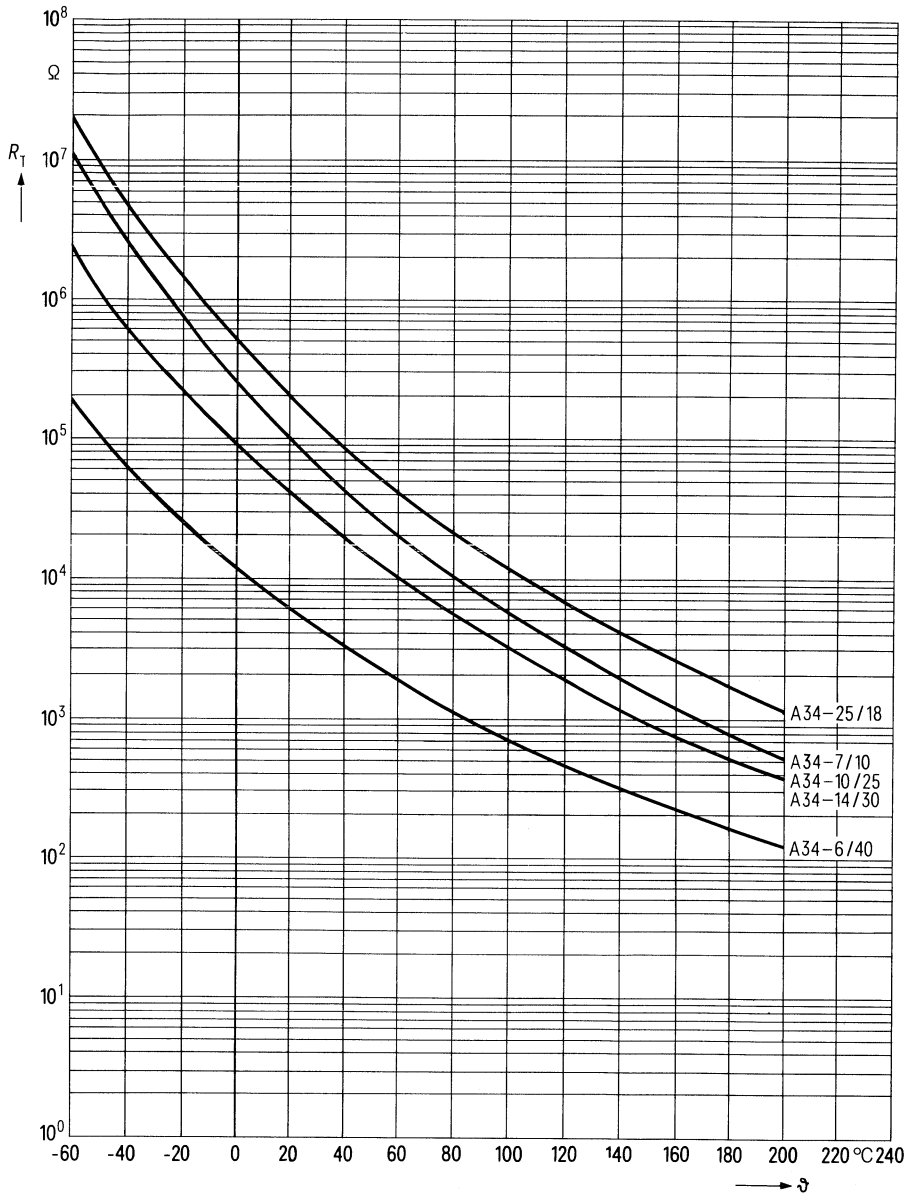
als Funktion der Betriebsspannung (Richtwerte)



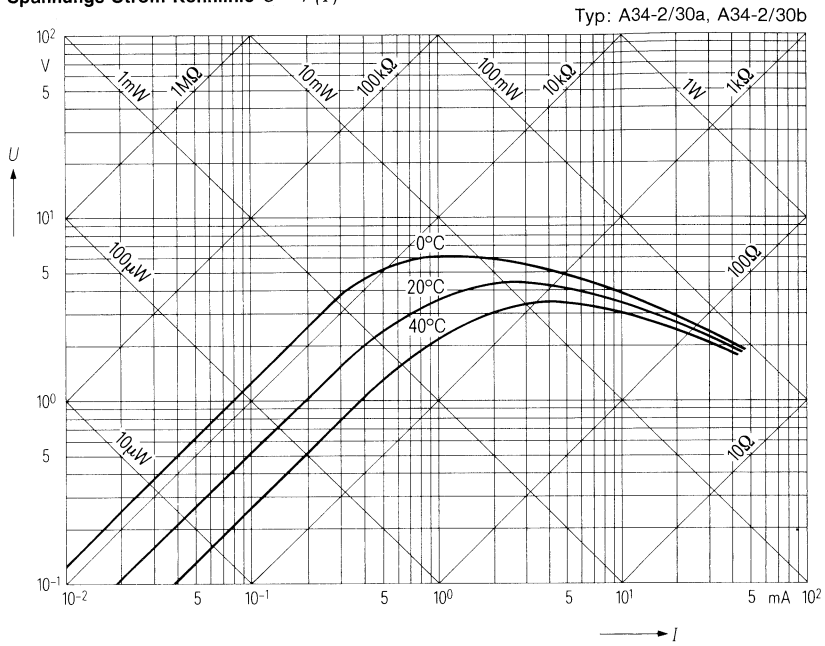
Heileiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heileitertemperatur



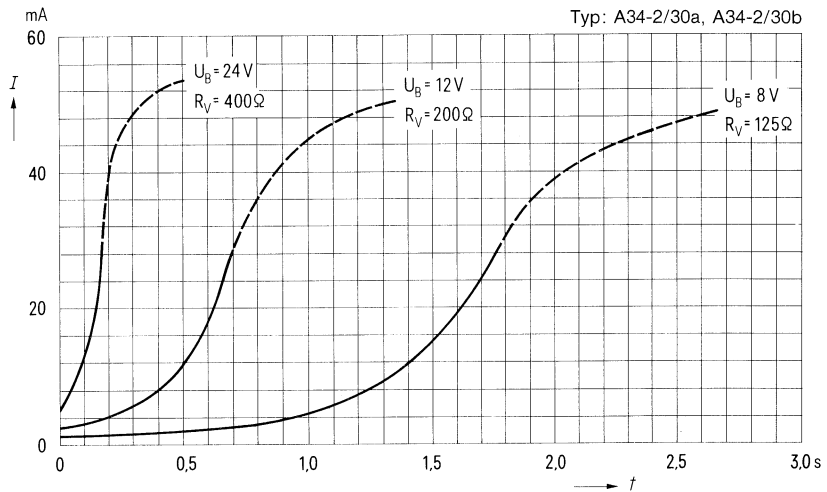
Heißeleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heißeleitertemperatur



Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

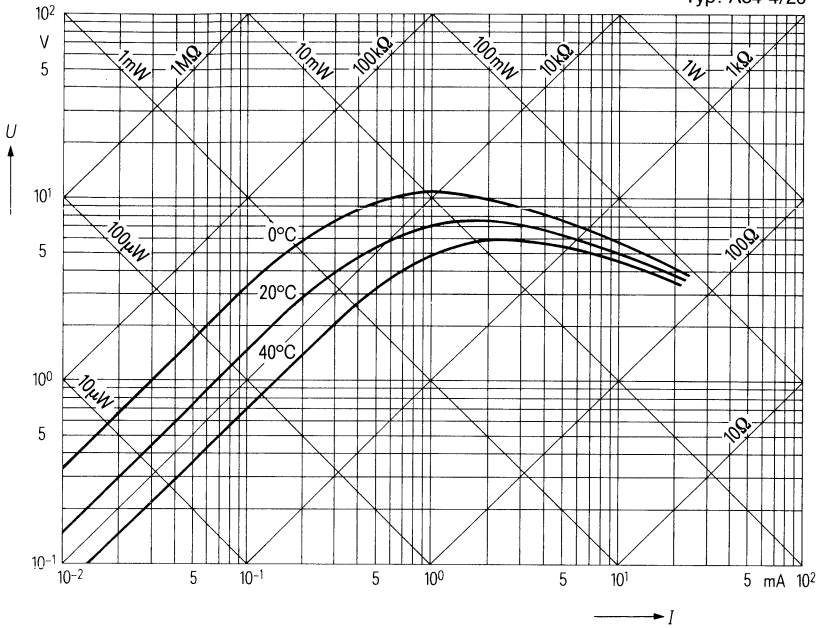


**Heibleiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit**



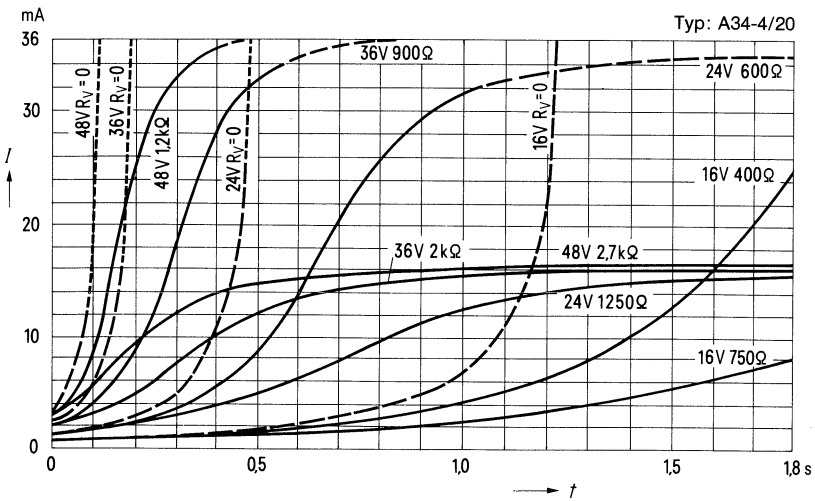
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-4/20



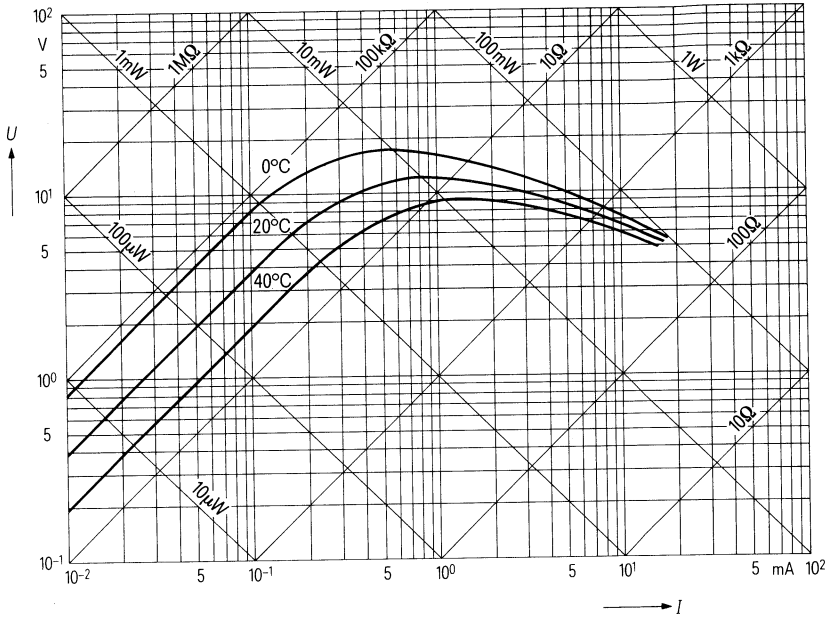
Heileiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit

Typ: A34-4/20



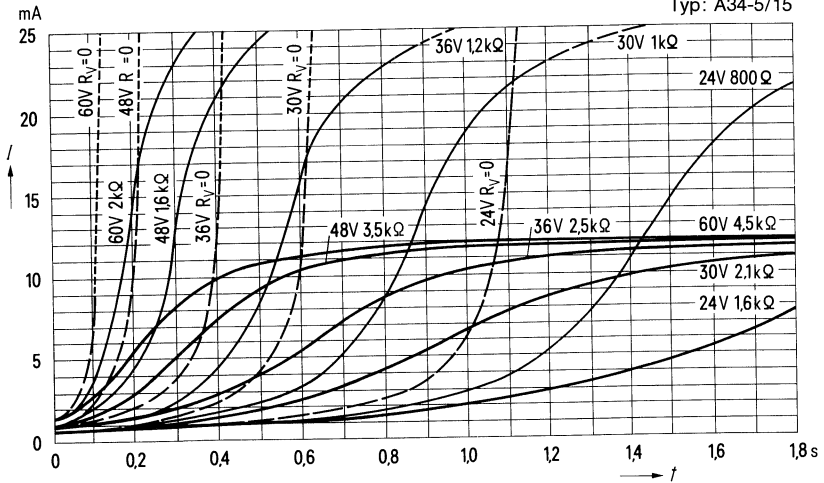
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-5/15

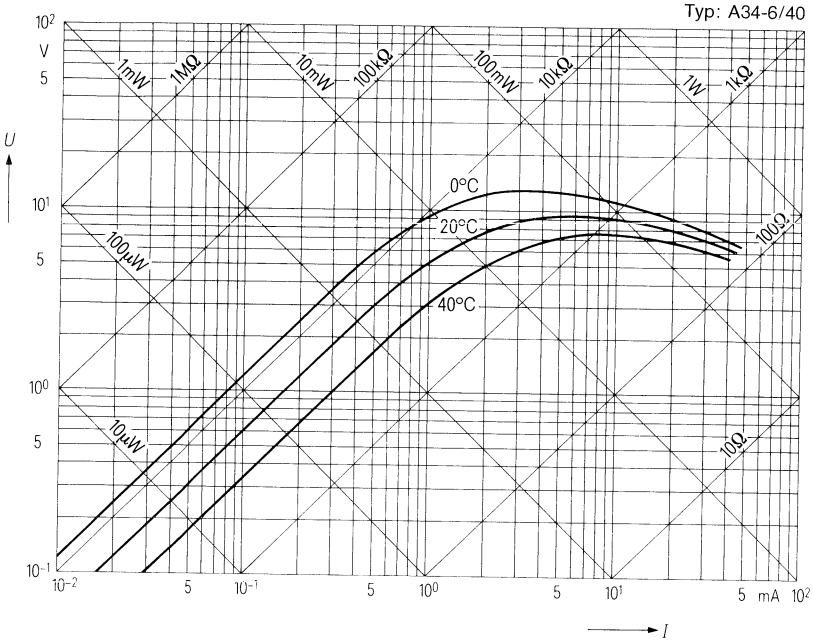


Heileiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit

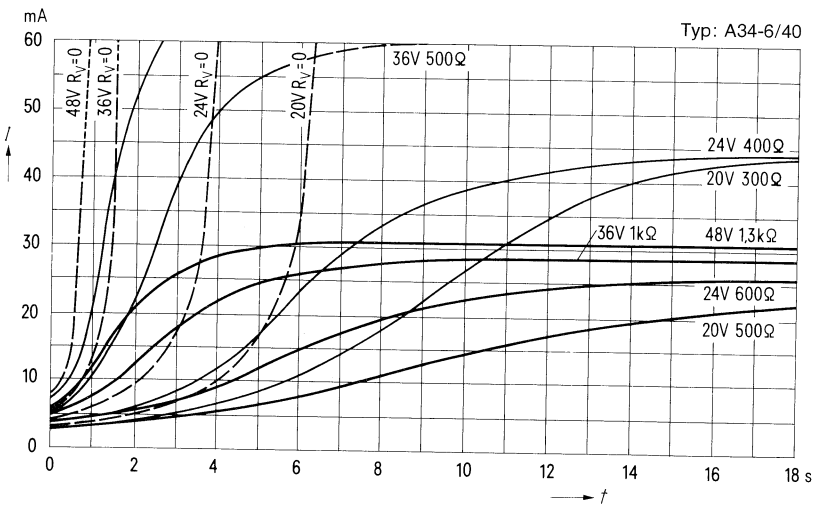
Typ: A34-5/15



Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

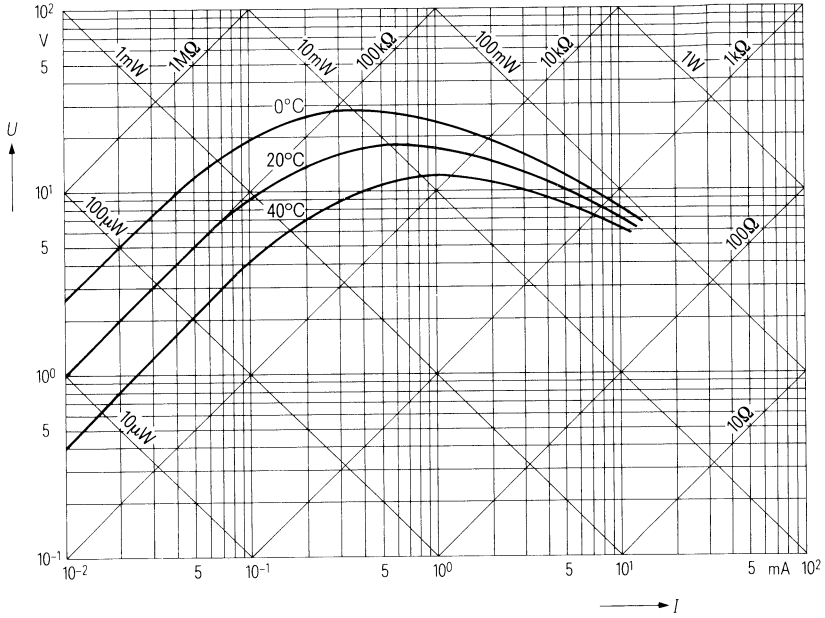


Heißeleiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit



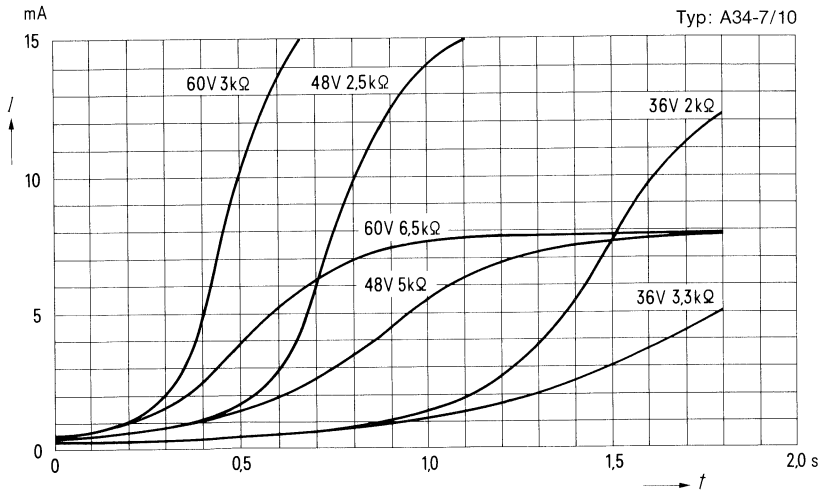
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-7/10



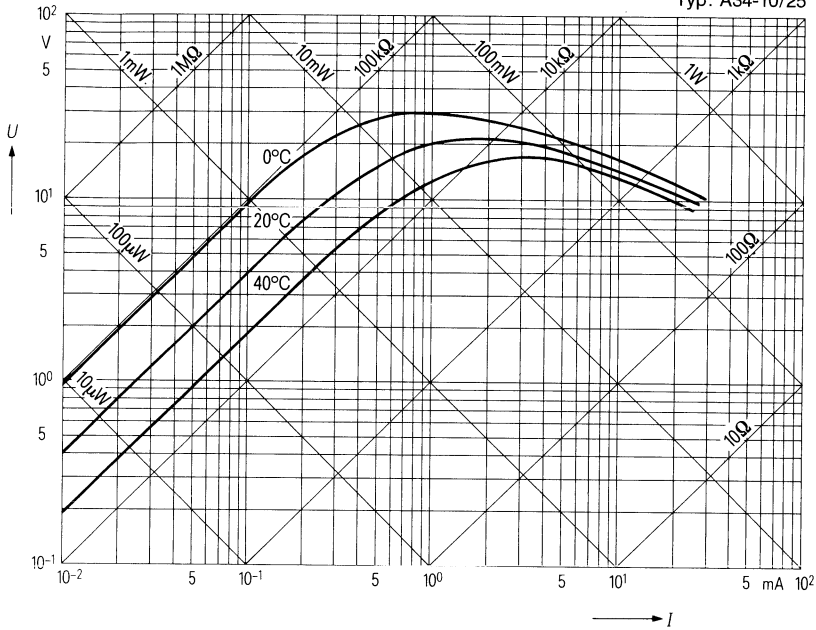
Heibleiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit

Typ: A34-7/10



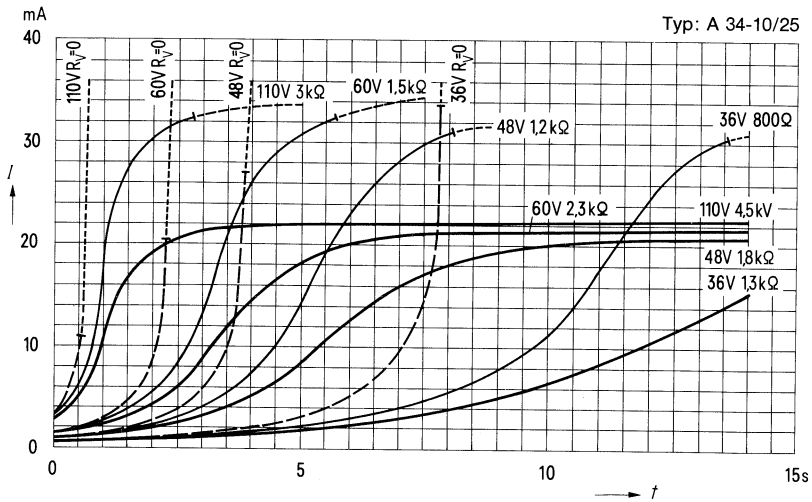
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-10/25

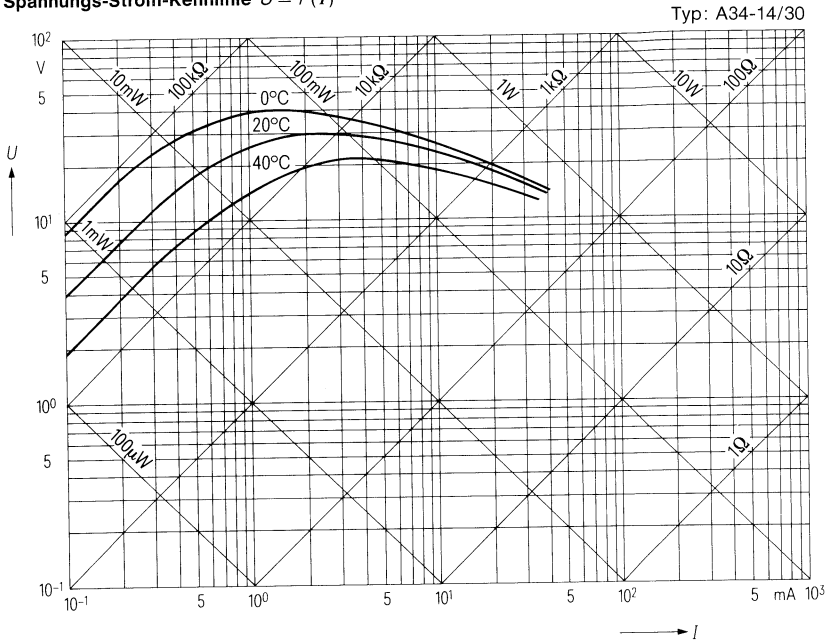


Heißeleiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit

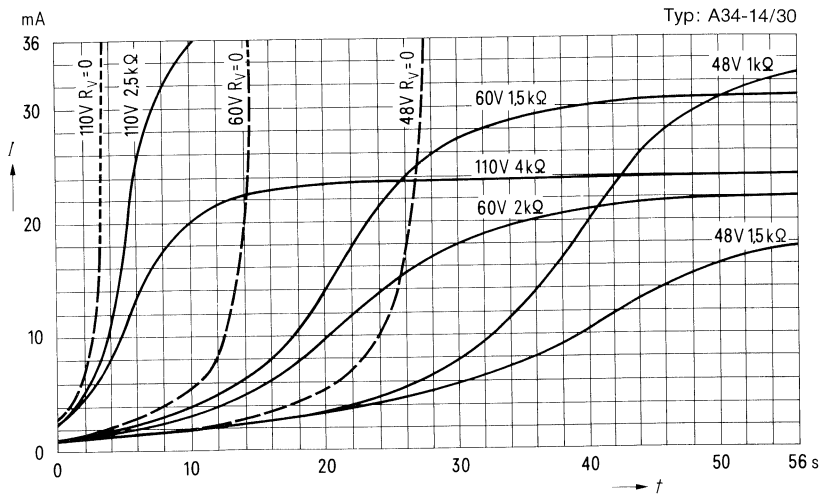
Typ: A 34-10/25



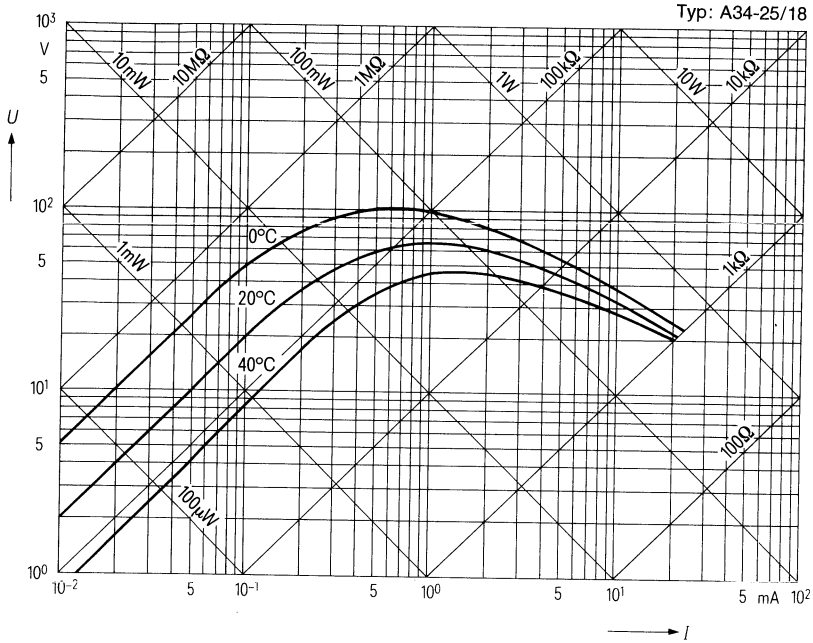
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



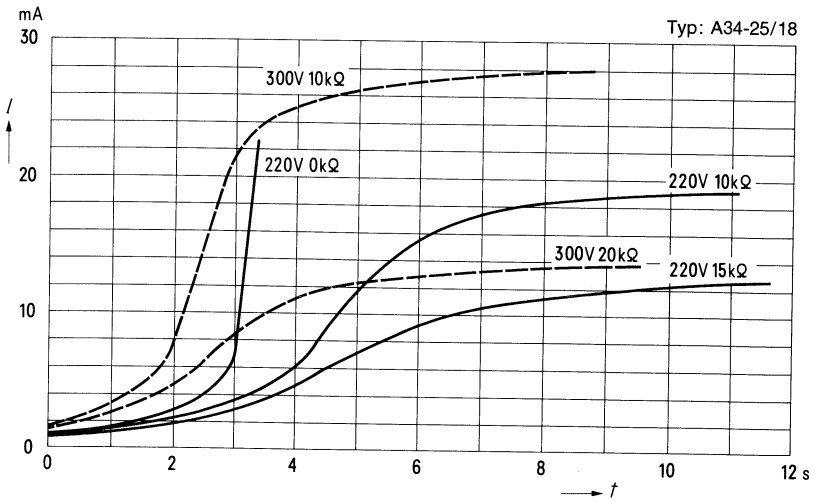
Heileiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit



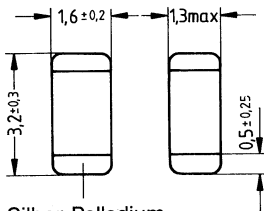
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



**Heileiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit**



- Ausführung** Heißeiter-Chip mit Kontaktflächen aus Silber-Palladium; auch in gegurter Ausführung lieferbar (siehe Kapitel „Gurtung“)
- Anwendung** Temperaturkompensation in Hybridschaltungen, insbesondere Datentechnik, Nachrichtentechnik, Kfz-Elektronik
- Qualitätsmerkmal** Automatisch bestückbar, gut lötbar bei Schwall- und Reflowlötung, klebbar



Baugröße 1206
(EIA-Norm)

Silber-Palladium-Kontaktierung

Gewicht: ca. 18 mg

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchteklasse

F - 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-------------------|-------------------------|----------|--------|---------------|-------------------------|
| C 621/20 %/470 Ω | 470 Ω | ± 20 % | 2900 K | 1203 | Q63062-C1471-M ▽ |
| C 621/20 %/1 kΩ | 1 kΩ | ± 20 % | 3000 K | 1302 | Q63062-C1102-M S |
| C 621/20 %/2,2 kΩ | 2,2 kΩ | ± 20 % | 3050 K | 1303 | Q63062-C1222-M S |
| C 621/20 %/4,7 kΩ | 4,7 kΩ | ± 20 % | 3300 K | 1304 | Q63062-C1472-M S |
| C 621/20 %/10 kΩ | 10 kΩ | ± 20 % | 3450 K | 1306 | Q63062-C1103-M S |
| C 621/20 %/22 kΩ | 22 kΩ | ± 20 % | 3560 K | 1008 | Q63062-C1223-M S |
| C 621/20 %/47 kΩ | 47 kΩ | ± 20 % | 3920 K | 2001 | Q63062-C1473-M S |
| C 621/20 %/100 kΩ | 100 kΩ | ± 20 % | 3950 K | 4901 | Q63062-C1104-M S |
| C 621/20 %/220 kΩ | 220 kΩ | ± 20 % | 4100 K | 2004 | Q63062-C1224-M ▽ |
| C 621/20 %/470 kΩ | 470 kΩ | ± 20 % | 4250 K | 1014 | Q63062-C1474-M ▽ |

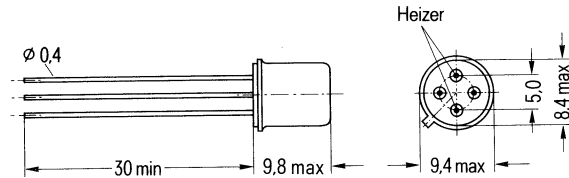
S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4), ▽ Schwerpunkttypen ab April 1986

Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|---------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 20 % |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | ± 5 % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit (Luft) | P_{25} | 200 mW |
| Belastbarkeit (Platine) | P_{25} | 500 mW ¹⁾ |
| Wärmeleitwert (Platine) | G_{thG} | ca. 5 mW/K ¹⁾ |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 15 s ¹⁾ |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 75 mJ/K ¹⁾ |

¹⁾ abhängig vom Einbau

- Anwendung** Lösung von Regelaufgaben in elektronischen Geräten, zur Pegelregelung und als Ersatz mechanischer Regelglieder
- Ausführung** Metallgehäuse, hermetisch dicht, ähnlich T05
- Anschlüsse** Anschlußdrähte, verzinkt, isoliert herausgeführt
- Kennzeichnung** Typenbezeichnung ist aufgestempelt



Gewicht: ca. 3 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

F – 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur

ϑ_s (min) – 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

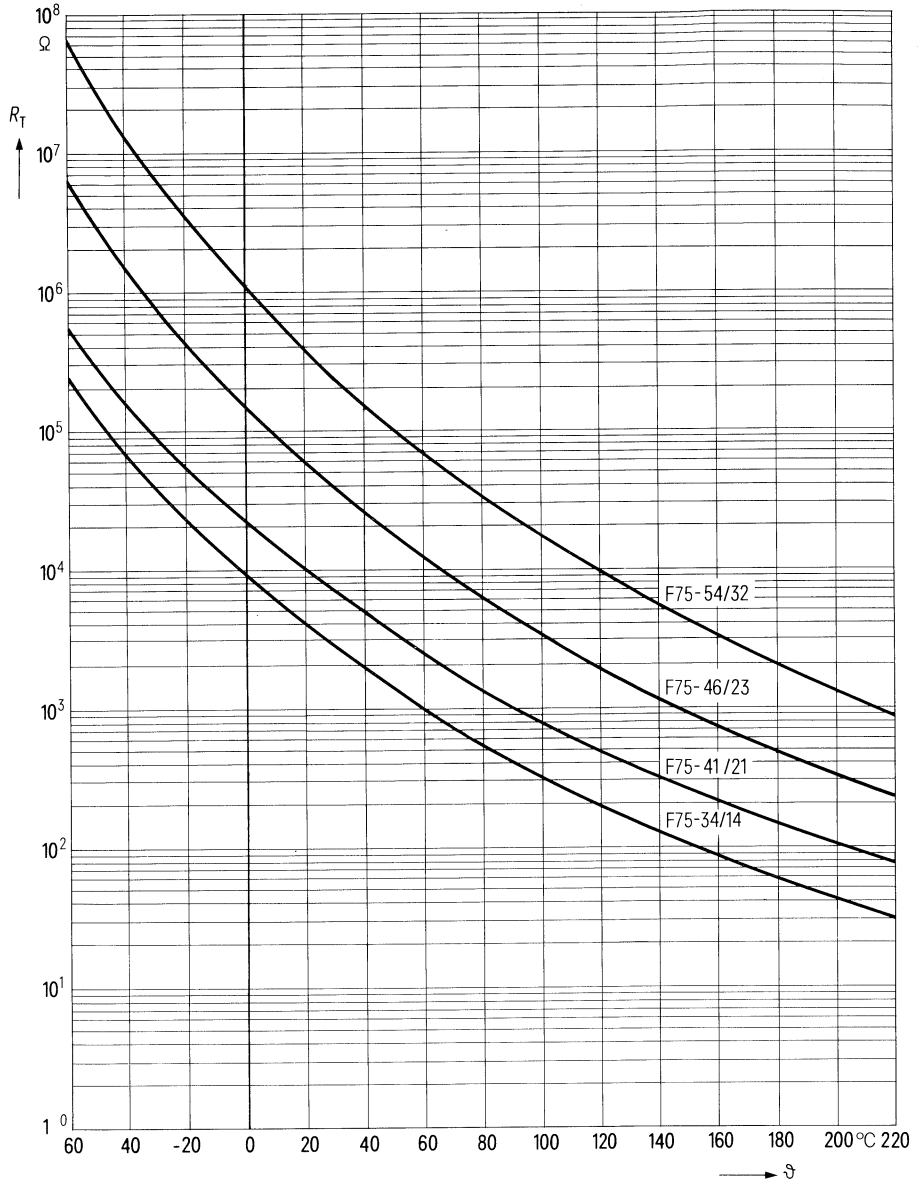
| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | Bestellbezeichnung | |
|--------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|---|
| F 75–34/14 u | 4 k Ω | ± 20 % | 3440 K | Q63075–F9 | ☒ |
| F 75–34/14 x | 4 k Ω | ± 20 % | 3440 K | Q63075–F1 | ☒ |
| F 75–41/21 u | 10 k Ω | ± 20 % | 3440 K | Q63075–F2 | ☒ |
| F 75–41/21 x | 10 k Ω | ± 20 % | 3440 K | Q63075–F3 | ☒ |
| F 75–46/23 u | 60 k Ω | ± 20 % | 3950 K | Q63075–F4 | ☒ |
| F 75–46/23 x | 60 k Ω | ± 20 % | 3950 K | Q63075–F5 | ☒ |
| F 75–54/32 u | 400 k Ω | ± 20 % | 4300 K | Q63075–F6 | ☒ |
| F 75–54/32 x | 400 k Ω | ± 20 % | 4300 K | Q63075–F7 | ☒ |

☒ Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

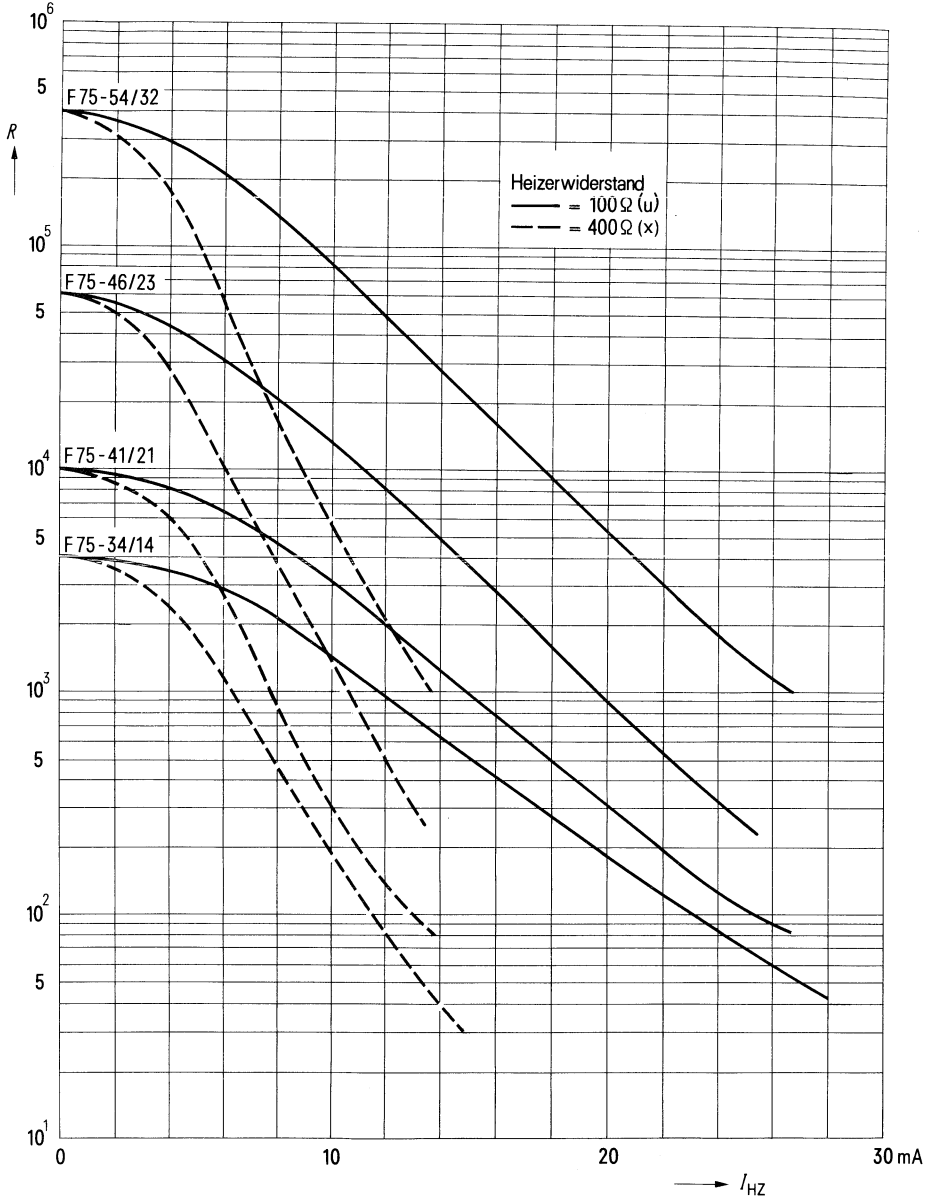
Kenndaten

| Typ | F 75- | 34/14u | 34/14x | 41/21u | 41/21x | 46/23u | 46/23x | 54/32u | 54/32x | Einheit |
|---------------------------------------|------------------------|----------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 4 | 4 | 10 | 10 | 60 | 60 | 400 | 400 | k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Toleranz | ΔR_N | ± 20 | ± 20 | ± 20 | ± 20 | ± 20 | ± 20 | ± 20 | ± 20 | % |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3440 | 3440 | 3440 | 3440 | 3950 | 3950 | 4300 | 4300 | K |
| Toleranz | ΔB | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | % |
| R/T-Kennlinie | | siehe Diagramm | | | | | | | | |
| Wärmeleitwert Heizer-Heißl. | G_{thu} | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | s |
| Min. zul. Warmwiderstand | R_{min} | 35 | 35 | 80 | 80 | 250 | 250 | 1500 | 1500 | Ω |
| Heizwendel-Widerstand | R_{HZ} | 100 | 400 | 100 | 400 | 100 | 400 | 100 | 400 | Ω |
| Toleranz | ΔR_{HZ} | ± 10 | ± 10 | ± 10 | ± 10 | ± 10 | ± 10 | ± 10 | ± 10 | % |
| Max. zul. Heizerstrom | $I_{\text{HZ max}}$ | 32 | 16 | 32 | 16 | 32 | 16 | 32 | 16 | mA |
| HL-Widerstand bei $I_{\text{HZ max}}$ | R_W | ≤ 40 | ≤ 40 | ≤ 100 | ≤ 100 | ≤ 300 | ≤ 300 | ≤ 2000 | ≤ 2000 | Ω |
| Kapazität Heizer-Heißleiter | C_{HLHZ} | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | pF |
| Parallelkapazität | C_p | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | pF |
| Isolationswiderstand | R_{is} | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | M Ω |
| Prüfspannung | U_{is} | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | V |

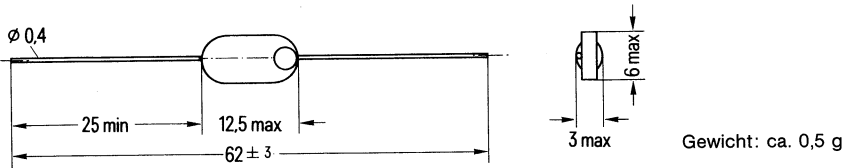
Heißeleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heißeleitertemperatur



Heißleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
 als Funktion der Heißleitertemperatur



- Anwendung** Für Kompensations- und Meßaufgaben bei geringer elektrischer Belastung
- Ausführung** Heißleiterkörper blau lackiert
- Anschlüsse** Anschlußdrähte aus Silber
- Kenzeichnung** Nennwiderstandswert und Toleranz sind aufgestempelt
- Qualitätsmerkmal** Hohe Zuverlässigkeit durch spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

F — 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75%
95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
85% an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) — 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|----------------|-------------------------|----------|--------|---------------|------------------------|
| K 11/5%/50 Ω | 50 Ω | ± 5% | 3000 K | 1302 | Q63011-K500-J S |
| K 11/5%/100 Ω | 100 Ω | ± 5% | 3000 K | 1302 | Q63011-K101-J S |
| K 11/5%/200 Ω | 200 Ω | ± 5% | 3000 K | 1302 | Q63011-K201-J S |
| K 11/5%/500 Ω | 500 Ω | ± 5% | 3000 K | 1302 | Q63011-K501-J S |
| K 11/5%/1 kΩ | 1 kΩ | ± 5% | 3300 K | 1304 | Q63011-K102-J S |
| K 11/5%/2 kΩ | 2 kΩ | ± 5% | 3300 K | 1304 | Q63011-K202-J S |
| K 11/5%/5 kΩ | 5 kΩ | ± 5% | 3250 K | 1004 | Q63011-K502-J S |
| K 11/5%/10 kΩ | 10 kΩ | ± 5% | 3250 K | 1004 | Q63011-K103-J S |
| K 11/5%/20 kΩ | 20 kΩ | ± 5% | 3250 K | 1004 | Q63011-K203-J S |
| K 11/5%/50 kΩ | 50 kΩ | ± 5% | 3250 K | 1004 | Q63011-K503-J S |
| K 11/5%/100 kΩ | 100 kΩ | ± 5% | 4250 K | 4002 | Q63011-K104-J S |
| K 11/5%/200 kΩ | 200 kΩ | ± 5% | 4250 K | 4002 | Q63011-K204-J S |
| K 11/5%/500 kΩ | 500 kΩ | ± 5% | 4600 K | 2005 | Q63011-K504-J S |

Fortsetzung siehe Seite 88

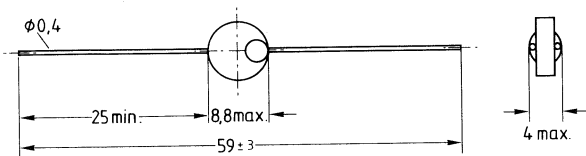
| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-------------------------|-------------------------|------------|--------|---------------|------------------------|
| K 11/10%/20 Ω | 20 Ω | $\pm 10\%$ | 2600 K | 1201 | Q63011-K200-K S |
| K 11/10%/50 Ω | 50 Ω | $\pm 10\%$ | 3000 K | 1302 | Q63011-K500-K S |
| K 11/10%/100 Ω | 100 Ω | $\pm 10\%$ | 3000 K | 1302 | Q63011-K101-K S |
| K 11/10%/200 Ω | 200 Ω | $\pm 10\%$ | 3000 K | 1302 | Q63011-K201-K S |
| K 11/10%/500 Ω | 500 Ω | $\pm 10\%$ | 3000 K | 1302 | Q63011-K501-K S |
| K 11/10%/1 k Ω | 1 k Ω | $\pm 10\%$ | 3300 K | 1304 | Q63011-K102-K S |
| K 11/10%/2 k Ω | 2 k Ω | $\pm 10\%$ | 3300 K | 1304 | Q63011-K202-K S |
| K 11/10%/5 k Ω | 5 k Ω | $\pm 10\%$ | 3250 K | 1004 | Q63011-K502-K S |
| K 11/10%/10 k Ω | 10 k Ω | $\pm 10\%$ | 3250 K | 1004 | Q63011-K103-K S |
| K 11/10%/20 k Ω | 20 k Ω | $\pm 10\%$ | 3250 K | 1004 | Q63011-K203-K S |
| K 11/10%/50 k Ω | 50 k Ω | $\pm 10\%$ | 3250 K | 1004 | Q63011-K503-K S |
| K 11/10%/100 k Ω | 100 k Ω | $\pm 10\%$ | 4250 K | 4002 | Q63011-K104-K S |
| K 11/10%/200 k Ω | 200 k Ω | $\pm 10\%$ | 4250 K | 4002 | Q63011-K204-K S |
| K 11/10%/500 k Ω | 500 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63011-K504-K S |

Kenndaten

| | | |
|--------------------------|---------------|------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 5\%$; $\pm 10\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | $\pm 5\%$ |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 100 mW |
| Belastbarkeit bei 100 °C | P_{100} | 100 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 8 (> 6,5) mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 30 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 350 mJ/K |

S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

- Anwendung** Für Kompensationsaufgaben bei höheren Temperaturen
Ausführung Heißleiterkörper, unlackiert
Anschlüsse Anschlußdrähte aus Silber
Kennzeichnung Widerstandswert ist aufgestempelt



Gewicht: ca. 0,5 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

FHF

- F** – 55 °C
H + 155 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 25 °C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

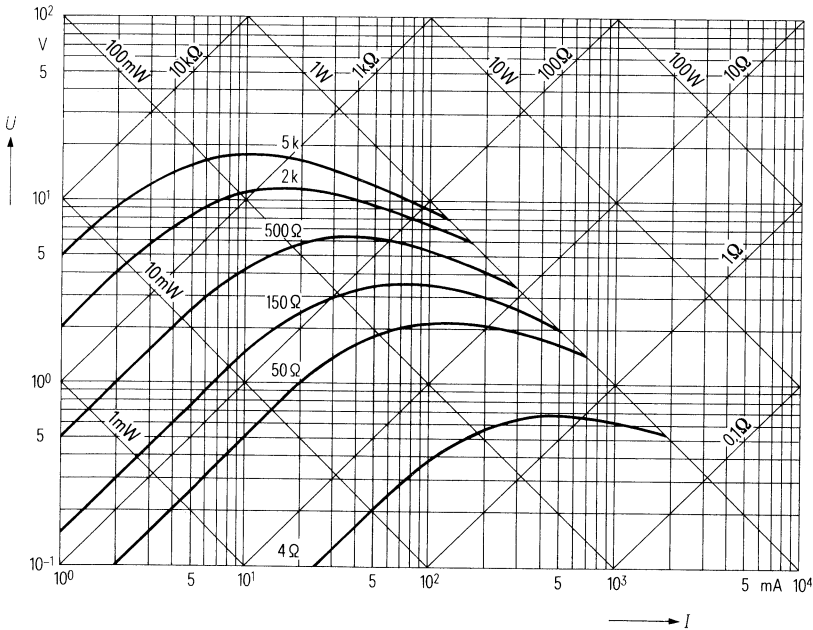
| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-----------------|-------------------------|----------|--------|---------------|------------------------|
| K 15/20 %/4 Ω | 4 Ω | ± 20 % | 2600 K | 1201 | Q63015-K40-M S |
| K 15/20 %/50 Ω | 50 Ω | ± 20 % | 3000 K | 1302 | Q63015-K500-M |
| K 15/20 %/150 Ω | 150 Ω | ± 20 % | 3450 K | 1306 | Q63015-K151-M S |
| K 15/20 %/500 Ω | 500 Ω | ± 20 % | 3730 K | 1011 | Q63015-K501-M |
| K 15/20 %/2 kΩ | 2 kΩ | ± 20 % | 3950 K | 4001 | Q63015-K202-M S |
| K 15/20 %/5 kΩ | 5 kΩ | ± 20 % | 4300 K | 2904 | Q63015-K502-M S |

S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

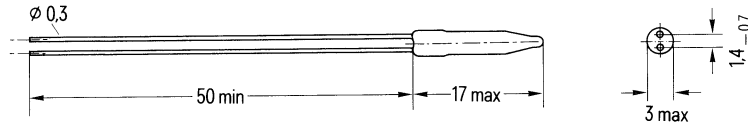
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|---------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 20 % |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | ± 5 % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 1000 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 700 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 8 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 30 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 240 mJ/K |

Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



- Anwendung** Temperaturfühler mit geringer Wärmeträgheit
Ausführung Glaskörper, hermetisch dicht
Anschlüsse Anschlußdrähte, verzinkt
Kennzeichnung Typenbezeichnung ist aufgestempelt
Qualitätsmerkmal Hohe Zuverlässigkeit durch spezielle Herstellungs-
 und Alterungsverfahren



Gewicht: ca. 0,3 mg

Anwendungsklasse

nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

FDE

- F** - 55 °C
D + 250 °C
E Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 seltene oder leichte Betauung ist zulässig¹⁾

Lagertemperaturen

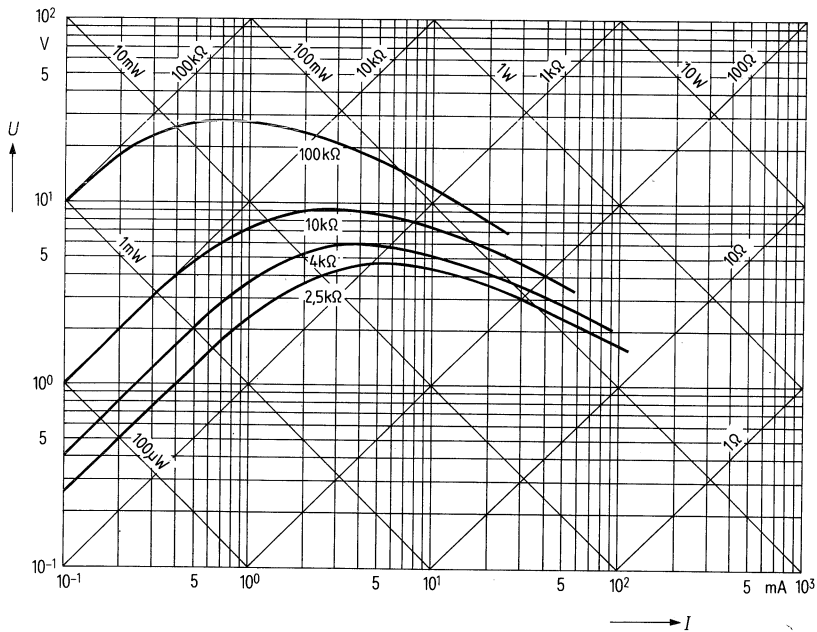
Untere Grenztemperatur *T_s* (min) - 25 °C
 Obere Grenztemperatur *T_s* (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand <i>R</i> ₂₀ | Toleranz | <i>B</i> -Wert | Bestellbezeichnung | |
|------------------|---------------------------------------|----------|----------------|--------------------|---|
| K 17/10 %/2,5 kΩ | 2,5 kΩ | ± 10 % | 3420 K | Q63017-K252-K | ☒ |
| K 17/10 %/4 kΩ | 4 kΩ | ± 10 % | 3420 K | Q63017-K402-K | ☒ |
| K 17/10 %/10 kΩ | 10 kΩ | ± 10 % | 3420 K | Q63017-K103-K | ☒ |
| K 17/10 %/100 kΩ | 100 kΩ | ± 10 % | 3950 K | Q63017-K104-K | ☒ |
| K 17/20 %/2,5 kΩ | 2,5 kΩ | ± 20 % | 3420 K | Q63017-K252-M | ☒ |
| K 17/20 %/4 kΩ | 4 kΩ | ± 20 % | 3420 K | Q63017-K402-M | |
| K 17/20 %/10 kΩ | 10 kΩ | ± 20 % | 3420 K | Q63017-K103-M | |
| K 17/20 %/100 kΩ | 100 kΩ | ± 20 % | 3950 K | Q63017-K104-M | |

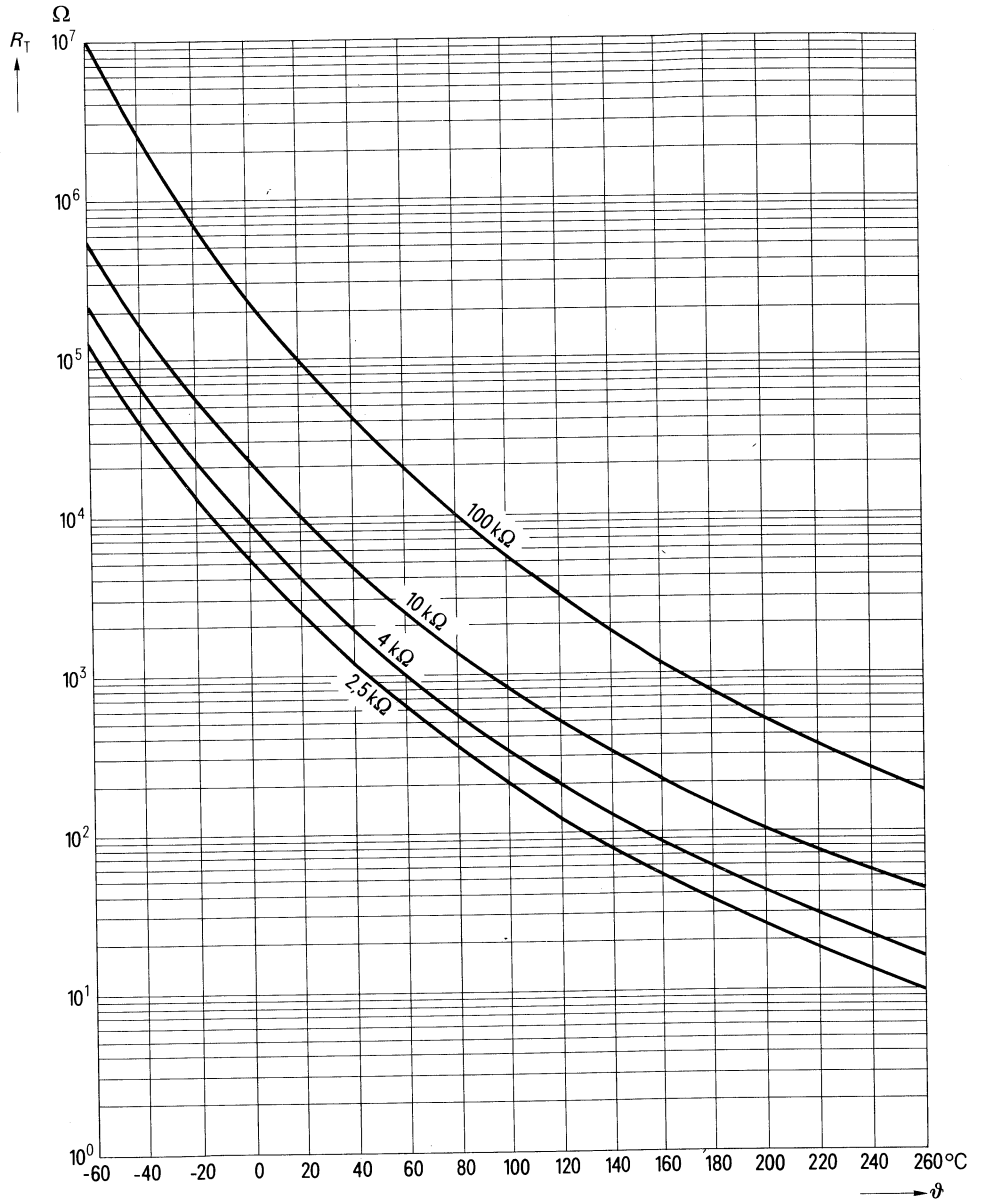
¹⁾ Die Betauung kann an der Austrittsstelle der Anschlußdrähte zu einem vorübergehenden Nebenschluß führen.
 ☒ Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Kenndaten

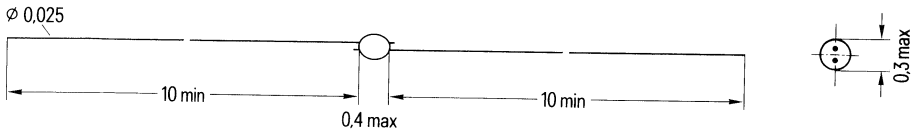
| | | |
|-------------------------|---------------|-------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 10\%$, $\pm 20\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | $\pm 5\%$ |
| R/T-Kennlinie | | siehe Diagramm |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 160 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 140 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thu} | 0,8 mW/K |
| Wärmeleitwert (Wasser) | G_{thw} | 1,5 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 3 s |

Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$ 

Halbleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Halbleitertemperatur



- Anwendung** Für Temperaturmessungen bei kleinen Meßstellen und schnellen Temperaturänderungen, Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen, Wärmestrahlungs- und Vakuummessungen
- Ausführung** Heißleiterkörper mit Glasschichtüberzug
- Anschlüsse** Anschlußdrähte aus Platin
- Kennzeichnung** keine



Gewicht: ca. 0,3 mg

- Anwendungsklasse** FEF
nach DIN 40 040
- Untere Grenztemperatur **F** - 55 °C
 Obere Grenztemperatur **E** + 200 °C
 Feuchteklasse **F** Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

- Lagertemperaturen**
 Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

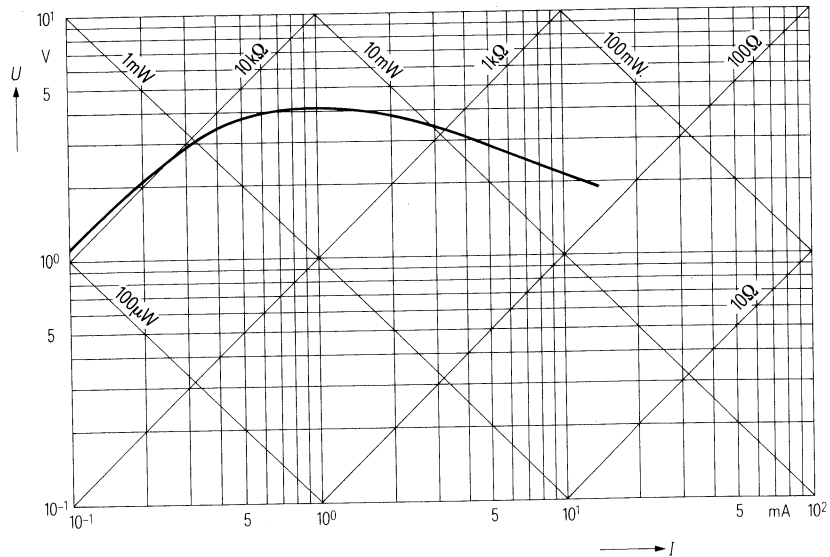
| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | Bestellbezeichnung |
|----------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| K 19/10%/12 kΩ | 12 kΩ | ± 10 % | 3440 K | Q63019-K123-K |
| K 19/20%/12 kΩ | 12 kΩ | ± 20 % | 3440 K | Q63019-K123-M |

Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

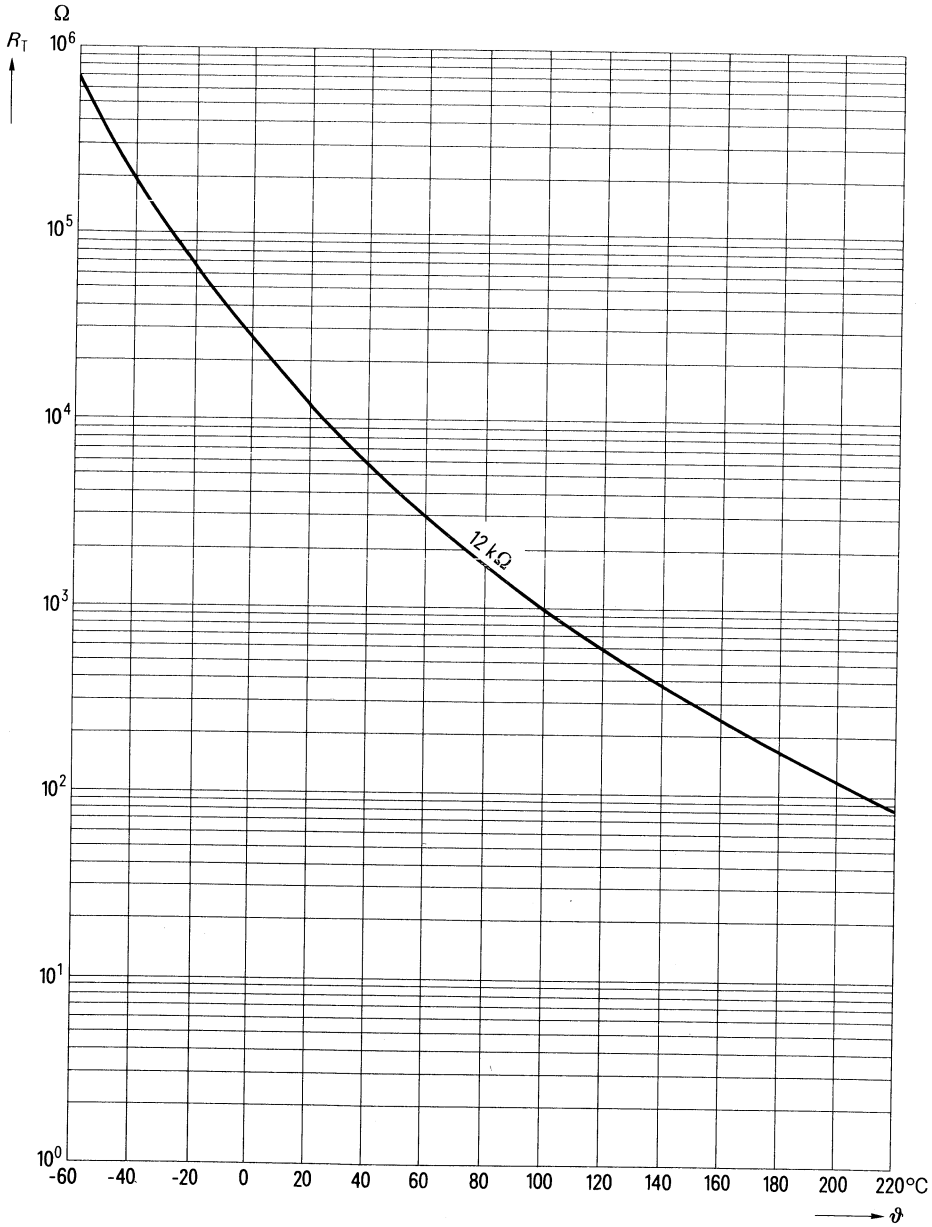
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|-------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 12 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 10\%$, $\pm 20\%$ |
| B -Wert | $B_{25/100}$ | 3440 K |
| Toleranz | ΔB | $\pm 5\%$ |
| R/T-Kennlinie | | siehe Diagramm Seite 96 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 25 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 20 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 0,14 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | 0,4 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 56 μ J/K |

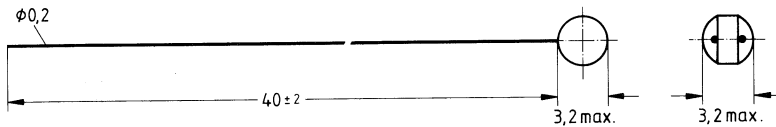
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



Heißeleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heißeleitertemperatur



- Anwendung** Kompensations- und Meßaufgaben bei erhöhter Temperatur, Schutz von Motorwicklungen
- Ausführung** Heißleiterkörper, unlackiert
- Anschlüsse** Anschlußdrähte mit Silbermantel (schlecht wärmeleitendes Material)
- Kennzeichnung** Farbpunkt, siehe Tabelle



Gewicht: ca. 0,1 mg

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FEF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

F – 55 °C
E + 200 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

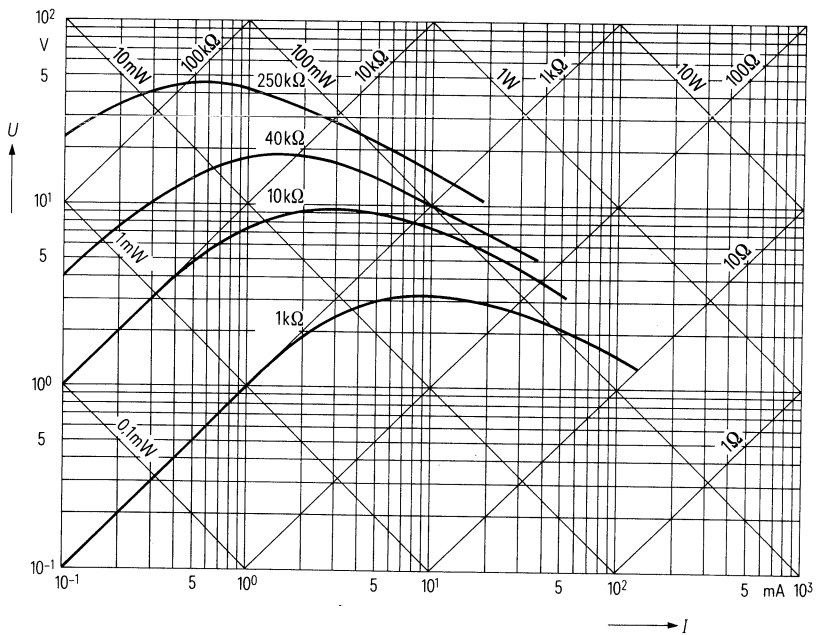
| Typ | Nennwiderstand R_{20} | B-Wert | R/T-Kennlinie | Farbpunkt | Bestellbezeichnung |
|------------------|-------------------------|--------|---------------|-----------|--------------------|
| K 22/20 %/1 kΩ | 1 kΩ | 3530 K | 1010 | orange | Q63022-K102-M |
| K 22/20 %/10 kΩ | 10 kΩ | 3950 K | 4001 | braun | Q63022-K103-M |
| K 22/20 %/40 kΩ | 40 kΩ | 4300 K | 2904 | gelb | Q63022-K403-M |
| K 22/20 %/250 kΩ | 250 kΩ | 4600 K | 2005 | – | Q63022-K254-M |

Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

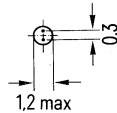
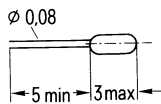
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|---------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 20 % |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | ± 5 % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 150 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 125 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 1 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 30 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 30 mJ/K |

Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



- Anwendung** Temperaturmessung und -regelung an kleinen Meßstellen, Messungen von Wärmestrahlung und Strömungsgeschwindigkeiten
- Ausführung** Glasgehäuse, hermetisch dicht
- Anschlüsse** Anschlußdrähte aus einer Platinlegierung
- Kennzeichnung** keine
- Qualitätsmerkmal** Hohe Zuverlässigkeit durch spezielle Alterungsverfahren



Gewicht: ca. 6 mg

Anwendungsklasse
nach DIN 40 040

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

FDE

F - 55 °C

D + 250 °C

E Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
seltene und leichte Betauung zulässig¹⁾

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

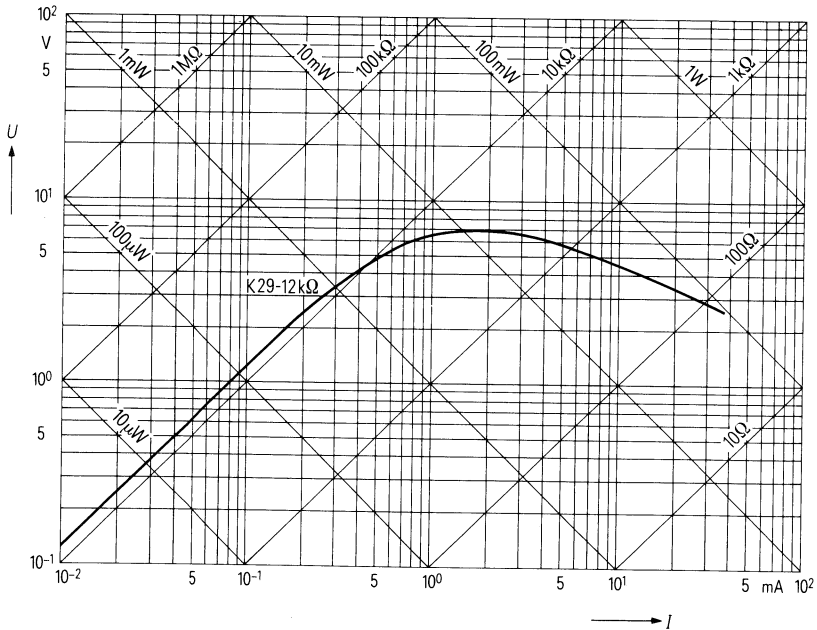
| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | Bestellbezeichnung |
|--|-------------------------|------------|--------|--------------------|
| K 29/10 %/12 kΩ | 12 k Ω | $\pm 10\%$ | 3430 K | Q63029-K123-K |
| K 29/20 %/12 kΩ | 12 k Ω | $\pm 20\%$ | 3430 K | Q63029-K123-M |

¹⁾ Die Betauung kann an der Austrittsstelle der Anschlußdrähte zu einem vorübergehenden Nebenschluß führen.
 Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

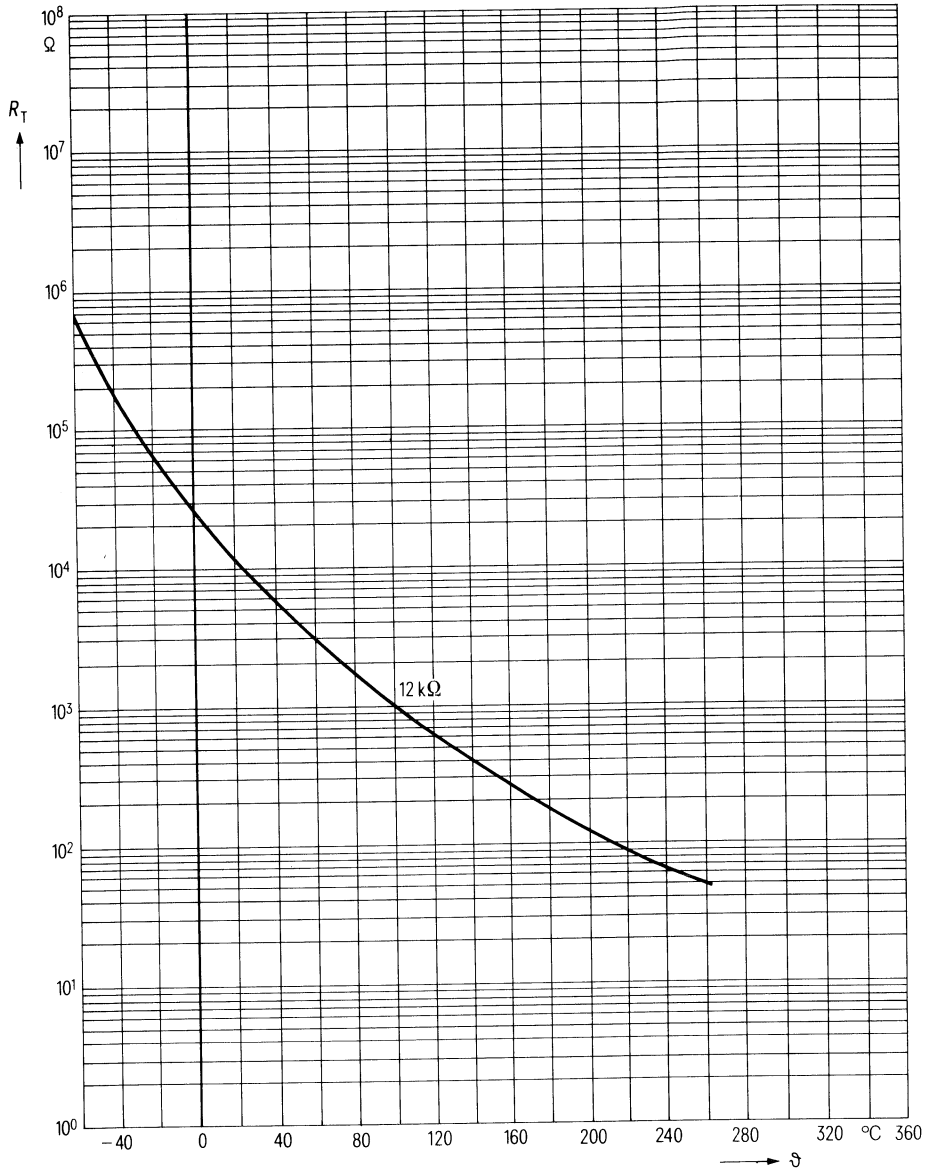
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|-------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 12 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 10\%$, $\pm 20\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3430 K |
| Toleranz | ΔB | $\pm 5\%$ |
| R/T-Kennlinie | | siehe Diagramm |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 70 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 55 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | $G_{th,u}$ | 0,4 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 5 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 2 mJ/K |

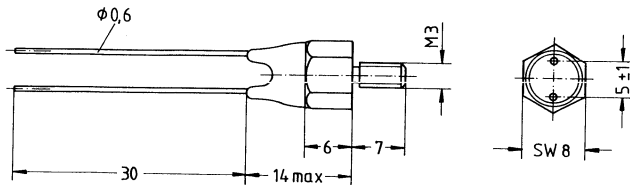
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



Heißleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heißleitertemperatur



- Anwendung** Temperaturkompensation und Messung bei Chassismontage
- Ausführung** Aluminiumgehäuse, Heißeiterkörper elektrisch isoliert
- Anschlüsse** Anschlußdrähte, Kupfer/verzinkt
- Kennzeichnung** keine



Gewicht: ca. 1,0 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchteklasse














F - 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig


Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

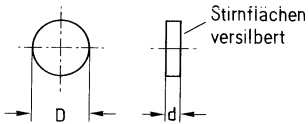
Kenndaten

| | | |
|--------------------------------------|---------------|---------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 10 % |
| <i>B</i> -Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | ± 5 % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 750 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 500 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thu} | ca. 9 mW/K |
| Wärmeleitwert (Chassismontage) | G_{thG} | ca. 20 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante (Luft) | τ_{thu} | ca. 75 s |
| Abkühlzeitkonstante (Chassismontage) | τ_{thG} | ca. 15 s |
| Isolationswiderstand | R_{is} | > 100 MΩ |
| Prüfspannung | U_{is} | 2500 V |
| Prüfdauer | t_p | 1 s |

| Typ | Nenn- widerstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | R/T- Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-------------------------|------------------------------|------------|--------|-------------------|---|
| K 45/10%/10 Ω | 10 Ω | $\pm 10\%$ | 2600 K | 1201 | Q63045-K100-K  |
| K 45/10%/15 Ω | 15 Ω | $\pm 10\%$ | 2900 K | 1203 | Q63045-K150-K |
| K 45/10%/22 Ω | 22 Ω | $\pm 10\%$ | 2900 K | 1203 | Q63045-K220-K  |
| K 45/10%/33 Ω | 33 Ω | $\pm 10\%$ | 2900 K | 1203 | Q63045-K330-K |
| K 45/10%/47 Ω | 47 Ω | $\pm 10\%$ | 3000 K | 1302 | Q63045-K470-K  |
| K 45/10%/68 Ω | 68 Ω | $\pm 10\%$ | 3050 K | 1303 | Q63045-K680-K |
| K 45/10%/100 Ω | 100 Ω | $\pm 10\%$ | 3200 K | 1305 | Q63045-K101-K  |
| K 45/10%/150 Ω | 150 Ω | $\pm 10\%$ | 3200 K | 1305 | Q63045-K151-K |
| K 45/10%/220 Ω | 220 Ω | $\pm 10\%$ | 3200 K | 1305 | Q63045-K221-K |
| K 45/10%/330 Ω | 330 Ω | $\pm 10\%$ | 3450 K | 1306 | Q63045-K331-K |
| K 45/10%/470 Ω | 470 Ω | $\pm 10\%$ | 3450 K | 1306 | Q63045-K471-K  |
| K 45/10%/680 Ω | 680 Ω | $\pm 10\%$ | 3560 K | 1307 | Q63045-K681-K |
| K 45/10%/1 k Ω | 1 k Ω | $\pm 10\%$ | 3730 K | 1011 | Q63045-K102-K  |
| K 45/10%/1,5 k Ω | 1,5 k Ω | $\pm 10\%$ | 3900 K | 1013 | Q63045-K152-K |
| K 45/10%/2,2 k Ω | 2,2 k Ω | $\pm 10\%$ | 3900 K | 1013 | Q63045-K222-K  |
| K 45/10%/3,3 k Ω | 3,3 k Ω | $\pm 10\%$ | 3950 K | 4001 | Q63045-K332-K |
| K 45/10%/4,7 k Ω | 4,7 k Ω | $\pm 10\%$ | 3950 K | 4001 | Q63045-K472-K  |
| K 45/10%/6,8 k Ω | 6,8 k Ω | $\pm 10\%$ | 4200 K | 2903 | Q63045-K682-K  |
| K 45/10%/10 k Ω | 10 k Ω | $\pm 10\%$ | 4300 K | 2904 | Q63045-K103-K  |
| K 45/10%/15 k Ω | 15 k Ω | $\pm 10\%$ | 4250 K | 1014 | Q63045-K153-K |
| K 45/10%/22 k Ω | 22 k Ω | $\pm 10\%$ | 4300 K | 1012 | Q63045-K223-K |
| K 45/10%/33 k Ω | 33 k Ω | $\pm 10\%$ | 4300 K | 1012 | Q63045-K333-K |
| K 45/10%/47 k Ω | 47 k Ω | $\pm 10\%$ | 4450 K | 4003 | Q63045-K473-K  |
| K 45/10%/68 k Ω | 68 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63045-K683-K  |
| K 45/10%/100 k Ω | 100 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63045-K104-K |
| K 45/10%/150 k Ω | 150 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63045-K154-K  |
| K 45/10%/220 k Ω | 220 k Ω | $\pm 10\%$ | 4830 K | 2007 | Q63045-K224-K |
| K 45/10%/330 k Ω | 330 k Ω | $\pm 10\%$ | 5000 K | 2006 | Q63045-K334-K |
| K 45/10%/470 k Ω | 470 k Ω | $\pm 10\%$ | 5000 K | 2006 | Q63045-K474-K |

 Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

| | |
|----------------------|--|
| Anwendung | Temperaturmessung in Kraftfahrzeugen, z. B. Kühlwasser- und Öltemperatur |
| Ausführung | Heißeiterscheibe, planparallel geläpft |
| Anschlüsse | Stirnflächen, versilbert |
| Kennzeichnung | keine |



| Typ | Abmessungen | |
|-----------------|-------------|---------|
| | D (mm) | d (mm) |
| K 150/S1/12,5 Ω | 7,7-1,0 | 2,0±0,5 |
| K 150/S1/144 Ω | 6,9±0,4 | 1,4±0,3 |

Gewicht: ca. 0,3 g

Anwendungsklasse FHF
nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

F - 55 °C
H + 155 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

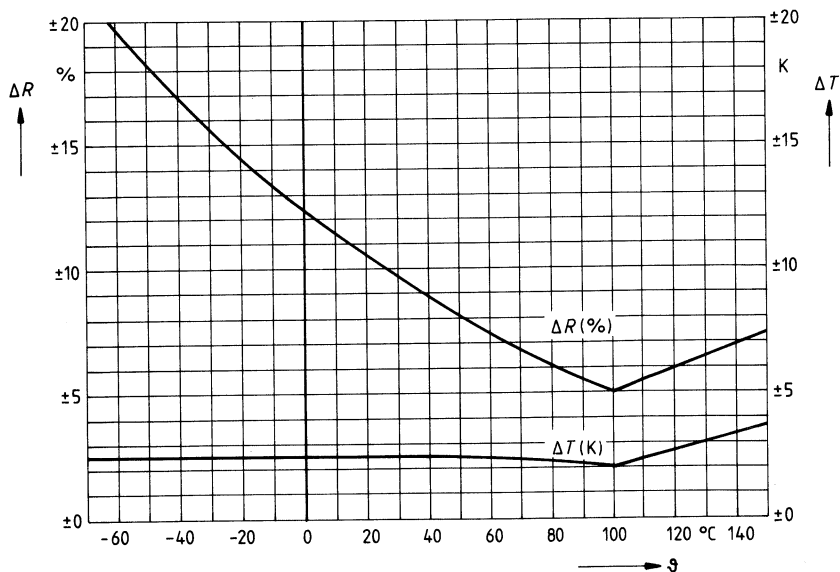
Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{100} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-----------------|--------------------------|----------|--------|---------------|--------------------|
| K 150/S1/12,5 Ω | 12,5 Ω | ± 5 % | 3450 K | 1306 | Q63015-K9120-S1 |
| K 150/S1/144 Ω | 144 Ω | ± 5 % | 3950 K | 4901 | Q63015-K9141-S1 |

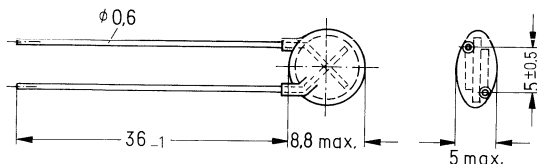
Kenndaten

| | | |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 100 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 5% |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 650 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 470 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thu} | 5 mW/K |
| Wärmeleitwert (Chassismontage) | G_{thG} | 30 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | 7 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 200 mJ/K |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



- Anwendung** Temperaturkompensation, Temperaturmessung und -regelung
- Ausführung** Heißleiterscheibe, lackiert; auch gegurtet lieferbar (siehe Kapitel „Gurtung“)
- Anschlüsse** Anschlußdrähte, Kupfer/verzinkt
- Kennzeichnung** Widerstandswert ist aufgestempelt



Gewicht: ca. 0,6 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur

F – 55 °C

Obere Grenztemperatur

K + 125 °C

Feuchtekategorie

F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur

ϑ_s (min) – 25 °C

Obere Grenztemperatur

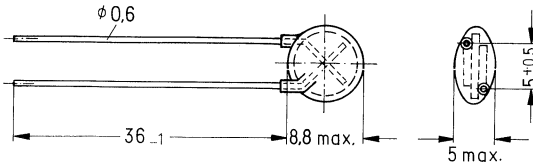
ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-------------------------|-------------------------|----------|--------|---------------|--------------------|
| K 153/20 %/2,2 Ω | 2,2 Ω | ± 20 % | 2600 K | 1201 | Q63015–K3229–M |
| K 153/20 %/4,7 Ω | 4,7 Ω | ± 20 % | 2800 K | 1202 | Q63015–K3479–M |
| K 153/20 %/10 Ω | 10 Ω | ± 20 % | 2800 K | 1202 | Q63015–K3100–M |

Kenndaten

| | | |
|--|------------------|---------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 20\%$ |
| <i>B</i> -Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | $\pm 5\%$ |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 800 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 500 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{th} | ca. 8 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 30 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 240 mJ/K |
| zu erwartende Widerstands- änderung nach 10000 Std. | $\Delta R_{10.}$ | $\leq 10\%$ |

- Anwendung** Temperaturkompensation in Rundfunk-, Fernseh- und Tonbandgeräten
Ausführung Heißeiterscheibe, lackiert
Anschlüsse Anschlußdrähte, verzinkt
Kennzeichnung Widerstandswert ist aufgestempelt¹⁾



Gewicht: ca. 0,6 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40040

HMF

- Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

- H** - 10 °C
M + 100 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

- Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur

- ϑ_s (min) - 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

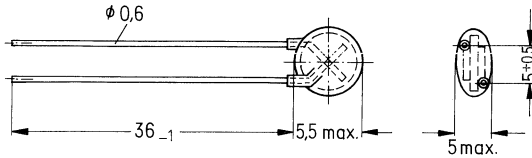
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|----------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 10 %, ± 20 % |
| <i>B</i> -Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | ± 7 % |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 600 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 300 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 8 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 30 s |

¹⁾ Die Toleranz ± 10 % ist durch einen Strich unter dem Widerstandswert codiert.

| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-------------------------|-------------------------|------------|--------|---------------|--------------------|
| K 154/10%/4 Ω | 4 Ω | $\pm 10\%$ | 2600 K | 1201 | Q63015-K4040-K |
| K 154/10%/10 Ω | 10 Ω | $\pm 10\%$ | 2800 K | 1202 | Q63015-K4100-K |
| K 154/10%/20 Ω | 20 Ω | $\pm 10\%$ | 2900 K | 1203 | Q63015-K4200-K |
| K 154/10%/40 Ω | 40 Ω | $\pm 10\%$ | 3000 K | 1302 | Q63015-K4400-K |
| K 154/10%/100 Ω | 100 Ω | $\pm 10\%$ | 3300 K | 1304 | Q63015-K4101-K |
| K 154/10%/150 Ω | 150 Ω | $\pm 10\%$ | 3450 K | 1306 | Q63015-K4151-K |
| K 154/10%/250 Ω | 250 Ω | $\pm 10\%$ | 3560 K | 1307 | Q63015-K4251-K |
| K 154/10%/500 Ω | 500 Ω | $\pm 10\%$ | 3730 K | 1011 | Q63015-K4501-K |
| K 154/10%/1 k Ω | 1 k Ω | $\pm 10\%$ | 3900 K | 1013 | Q63015-K4102-K |
| K 154/10%/2 k Ω | 2 k Ω | $\pm 10\%$ | 3950 K | 4001 | Q63015-K4202-K |
| K 154/10%/5 k Ω | 5 k Ω | $\pm 10\%$ | 4300 K | 2904 | Q63015-K4502-K |
| K 154/10%/10 k Ω | 10 k Ω | $\pm 10\%$ | 4250 K | 4002 | Q63015-K4103-K |
| K 154/10%/25 k Ω | 25 k Ω | $\pm 10\%$ | 4450 K | 4003 | Q63015-K4253-K |
| K 154/10%/60 k Ω | 60 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63015-K4603-K |
| K 154/20%/4 Ω | 4 Ω | $\pm 20\%$ | 2600 K | 1201 | Q63015-K4040-M |
| K 154/20%/10 Ω | 10 Ω | $\pm 20\%$ | 2800 K | 1202 | Q63015-K4100-M |
| K 154/20%/20 Ω | 20 Ω | $\pm 20\%$ | 2900 K | 1203 | Q63015-K4200-M |
| K 154/20%/40 Ω | 40 Ω | $\pm 20\%$ | 3000 K | 1302 | Q63015-K4400-M |
| K 154/20%/100 Ω | 100 Ω | $\pm 20\%$ | 3300 K | 1304 | Q63015-K4101-M |
| K 154/20%/150 Ω | 150 Ω | $\pm 20\%$ | 3450 K | 1306 | Q63015-K4151-M |
| K 154/20%/250 Ω | 250 Ω | $\pm 20\%$ | 3560 K | 1307 | Q63015-K4251-M |
| K 154/20%/500 Ω | 500 Ω | $\pm 20\%$ | 3730 K | 1011 | Q63015-K4501-M |
| K 154/20%/1 k Ω | 1 k Ω | $\pm 20\%$ | 3900 K | 1013 | Q63015-K4102-M |
| K 154/20%/2 k Ω | 2 k Ω | $\pm 20\%$ | 3950 K | 4001 | Q63015-K4202-M |
| K 154/20%/5 k Ω | 5 k Ω | $\pm 20\%$ | 4300 K | 2904 | Q63015-K4502-M |
| K 154/20%/10 k Ω | 10 k Ω | $\pm 20\%$ | 4250 K | 4002 | Q63015-K4103-M |
| K 154/20%/25 k Ω | 25 k Ω | $\pm 20\%$ | 4450 K | 4003 | Q63015-K4253-M |
| K 154/20%/60 k Ω | 60 k Ω | $\pm 20\%$ | 4600 K | 2005 | Q63015-K4603-M |

- Anwendung** Temperaturkompensation, -messung, -regelung
Ausführung Heißleiterscheibe, lackiert; auch gegurtet lieferbar (siehe Kapitel „Gurtung“)
Anschlüsse Anschlußdrähte, Kupfer/verzinkt
Kennzeichnung Widerstandswert und Toleranz¹⁾ sind aufgestempelt



Gewicht: ca. 0,6 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchteklasse

F – 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen






























Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur

ϑ_s (min) – 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

Kenndaten

| | | |
|--|------------------|----------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 10 %; ± 20 % |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | ± 5 % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 750 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 500 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thu} | ca. 7,5 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 20 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 150 mJ/K |
| Zu erwartende Widerstandsänderung nach 10000 h | $\Delta R_{10.}$ | ± 10 % |

¹⁾ Die Toleranz ± 10% ist durch einen Strich unter dem Widerstandswert codiert.

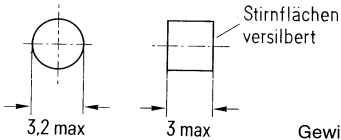
| Typ | Nenn- widerstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | R/T- Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------|--|--|
| K 164/** %/10 Ω | 10 Ω | $\pm 10\%$ $\pm 20\%$ | 2600 K | 1201 | Q63016-K4010-+  |
| K 164/** %/15 Ω | 15 Ω | | 2900 K | 1203 | Q63016-K4015-+  |
| K 164/** %/22 Ω | 22 Ω | | 2900 K | 1203 | Q63016-K4022-+  |
| K 164/** %/33 Ω | 33 Ω | | 2900 K | 1203 | Q63016-K4033-+  |
| K 164/** %/47 Ω | 47 Ω | | 3000 K | 1302 | Q63016-K4047-+  |
| K 164/** %/68 Ω | 68 Ω | | 3050 K | 1303 | Q63016-K4068-+  |
| K 164/** %/100 Ω | 100 Ω | | 3200 K | 1305 | Q63016-K4100-+  |
| K 164/** %/150 Ω | 150 Ω | | 3200 K | 1305 | Q63016-K4150-+  |
| K 164/** %/220 Ω | 220 Ω | | 3200 K | 1305 | Q63016-K4220-+  |
| K 164/** %/330 Ω | 330 Ω | | 3450 K | 1306 | Q63016-K4330-+  |
| K 164/** %/470 Ω | 470 Ω | | 3450 K | 1306 | Q63016-K4470-+  |
| K 164/** %/680 Ω | 680 Ω | | 3560 K | 1307 | Q63016-K4680-+  |
| K 164/** %/1 k Ω | 1 k Ω | | 3730 K | 1011 | Q63016-K4001-+40  |
| K 164/** %/1,5 k Ω | 1,5 k Ω | | 3900 K | 1013 | Q63016-K4001-+45  |
| K 164/** %/2,2 k Ω | 2,2 k Ω | | 3900 K | 1013 | Q63016-K4002-+42  |
| K 164/** %/3,3 k Ω | 3,3 k Ω | | 3950 K | 4001 | Q63016-K4003-+43  |
| K 164/** %/4,7 k Ω | 4,7 k Ω | | 3950 K | 4001 ₁ | Q63016-K4004-+47  |
| K 164/** %/6,8 k Ω | 6,8 k Ω | | 4200 K | 2903 | Q63016-K4006-+48  |
| K 164/** %/10 k Ω | 10 k Ω | | 4300 K | 2904 | Q63016-K4010-+40  |
| K 164/** %/15 k Ω | 15 k Ω | | 4250 K | 1014 | Q63016-K4015-+40  |
| K 164/** %/22 k Ω | 22 k Ω | 4300 K | 1012 ₁ | Q63016-K4022-+40  | |
| K 164/** %/33 k Ω | 33 k Ω | 4300 K | 1012 | Q63016-K4033-+40  | |
| K 164/** %/47 k Ω | 47 k Ω | 4450 K | 4003 | Q63016-K4047-+40  | |
| K 164/** %/68 k Ω | 68 k Ω | 4600 K | 2005 | Q63016-K4068-+40  | |
| K 164/** %/100 k Ω | 100 k Ω | 4600 K | 2005 | Q63016-K4100-+40  | |
| K 164/** %/150 k Ω | 150 k Ω | 4600 K | 2005 | Q63016-K4150-+40  | |
| K 164/** %/220 k Ω | 220 k Ω | 4830 K | 2007 | Q63016-K4220-+40  | |
| K 164/** %/330 k Ω | 330 k Ω | 5000 K | 2006 | Q63016-K4330-+40  | |
| K 164/** %/470 k Ω | 470 k Ω | 5000 K | 2006 | Q63016-K4470-+40  | |

** Hier ist der Toleranzwert „10“ bzw. „20“ einzusetzen.

+ Hier ist der Kennbuchstabe für den Toleranzwert einzusetzen:

K $\cong \pm 10\%$, M $\cong \pm 20\%$

| | |
|----------------------|---|
| Anwendung | Temperaturmessungen bei geringer elektrischer Belastung |
| Ausführung | Heißleiterscheibe, planparallel geläppt |
| Anschlüsse | Stirnfläche, versilbert |
| Kennzeichnung | keine |



Gewicht: ca. 0,2 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FD

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

F – 55 °C
D + 250 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

Kenndaten

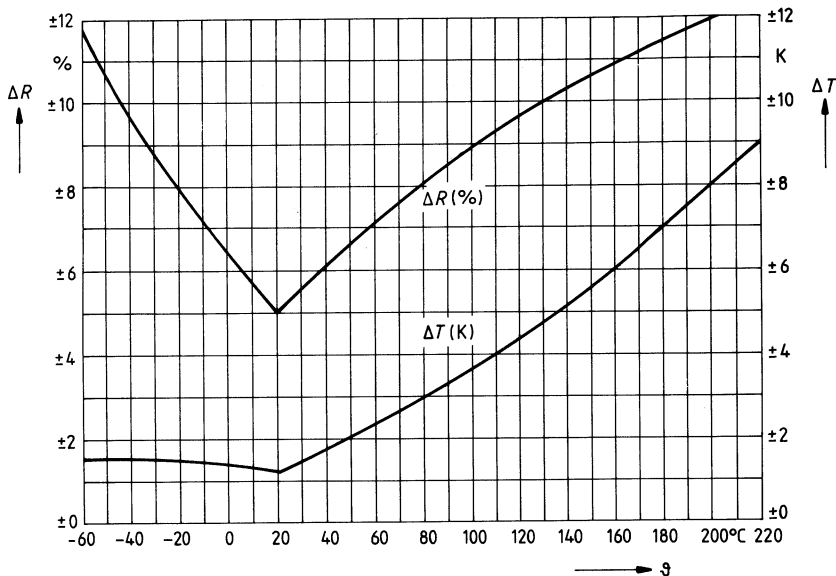
| | | |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | siehe Tabelle |
| <i>B</i> -Wert | $B_{25/100}$ | 3560 K |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 1008 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 220 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 180 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thU} | 1 mW/K |
| Wärmeleitwert (Chassismontage) | G_{thG} | ca. 6 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 5 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 30 mJ/K |

| Typ | Nennwiderstand $R_{20}^1)$ | Toleranz | <i>B</i> -Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-------------------------|----------------------------|----------|----------------|---------------|--------------------|
| K 220/S1/1 kΩ | 1,0 kΩ | ± 5 % | 3560 K | 1008 | Q63022–K9102–S1 |
| K 220/5 %/2,5 kΩ | 2,5 kΩ | ± 5 % | 3560 K | 1008 | Q63022–K9252–J |
| K 220/S1/2,5 kΩ | 2,5 kΩ | ± 10 % | 3560 K | 1008 | Q63022–K252–S1 |

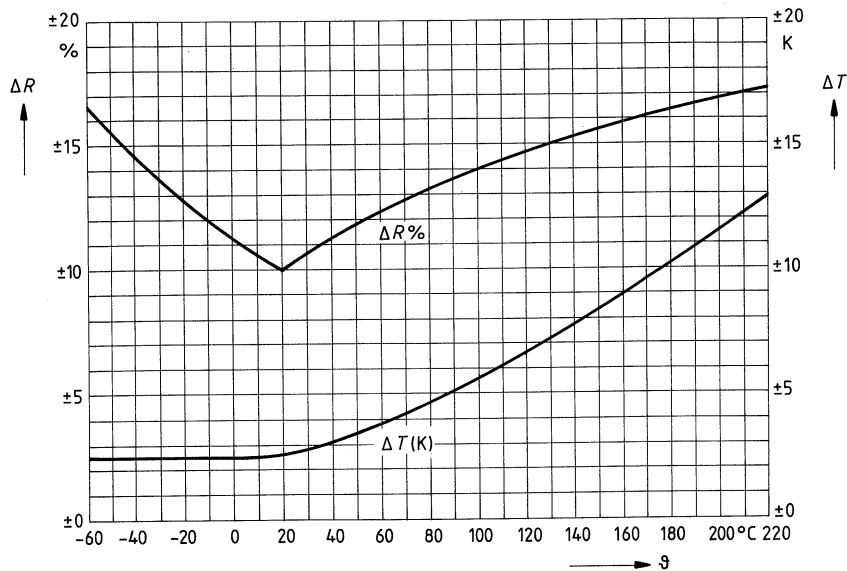
¹⁾ Andere Widerstandswerte auf Anfrage.

**Widerstands- und Temperaturtoleranz
als Funktion der Temperatur**

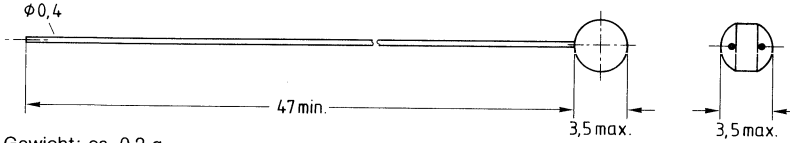
Typ K220/S1/1 kΩ
Typ K220/5%/2,5 kΩ



Typ K220/S1/2,5 kΩ



- Anwendung** Meß- und Kompensationsaufgaben bei geringer elektrischer Belastung
Ausführung Heißleiterscheibe, unlackiert
Anschlüsse Anschlußdrähte aus Silber
Kennzeichnung keine



Gewicht: ca. 0,2 g

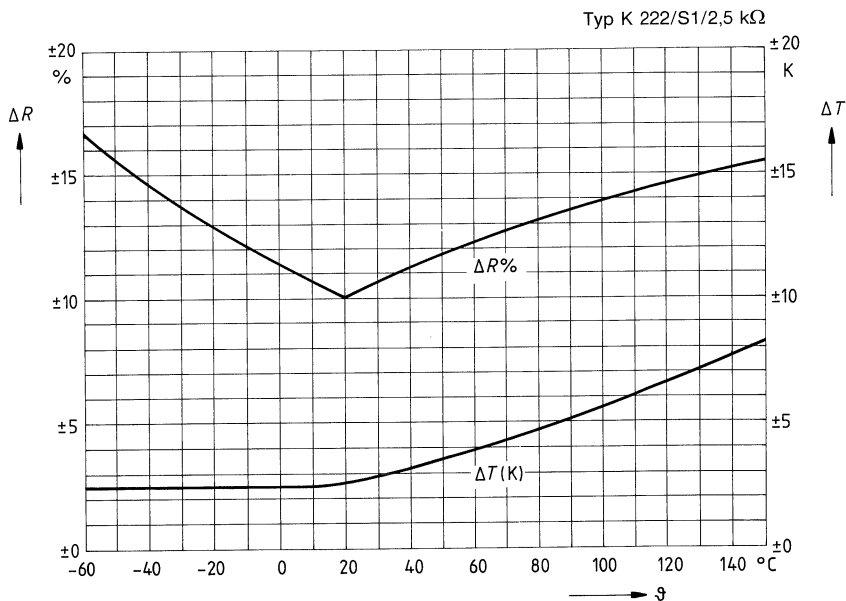
- Anwendungsklasse** FHF
 nach DIN 40040
 Untere Grenztemperatur **F** - 55 °C
 Obere Grenztemperatur **H** + 150 °C
 Feuchtekategorie **F** Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig
- Lagertemperaturen**
 Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-----------------|-------------------------|----------|--------|---------------|--------------------|
| K 222/S1/2,5 kΩ | 2,5 kΩ | ± 10 % | 3560 K | 1008 | Q63022-K2252-S1 |
| K 222/S4/2,5 kΩ | 2,5 kΩ | ± 5 % | 3560 K | 1008 | Q63022-K2252-S4 |

Kenndaten

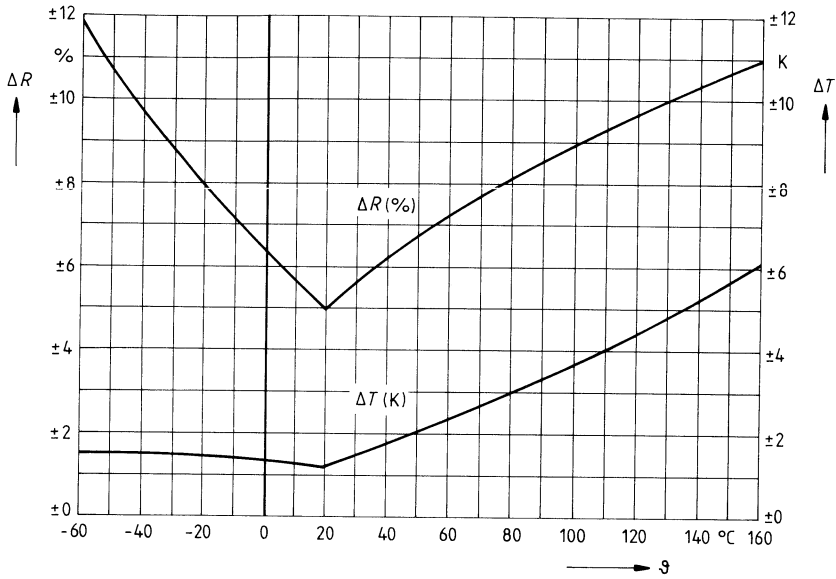
| | | |
|-------------------------|---------------|----------------|
| Nennwiderstand | R_N | 2,5 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | siehe Tabelle |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3560 K |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 1008 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 250 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 190 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | $G_{th,u}$ | 2 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | 20 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 40 mJ/K |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

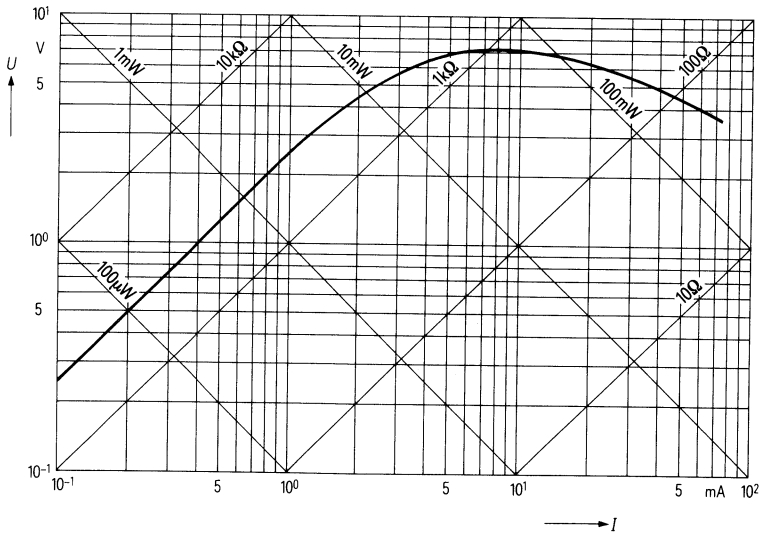


Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

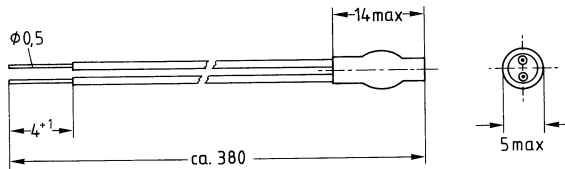
Typ K 222/S4/2,5 kΩ



Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



- Anwendung** Temperaturüberwachung von Motor- und Transformatorwicklungen
Ausführung Heißleiter mit Schrumpfschlauch isoliert
Anschlüsse PTFE isoliert AWG 26, Enden verzinnt
Kennzeichnung Kennfarben der Anschlußlitzen rot/grau



Gewicht: ca. 5,5 g

Anwendungsklasse
 nach DIN 40040

FHF

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtklasse

F – 55 °C
H + 150 °C¹⁾
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur

ϑ_s (min) – 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

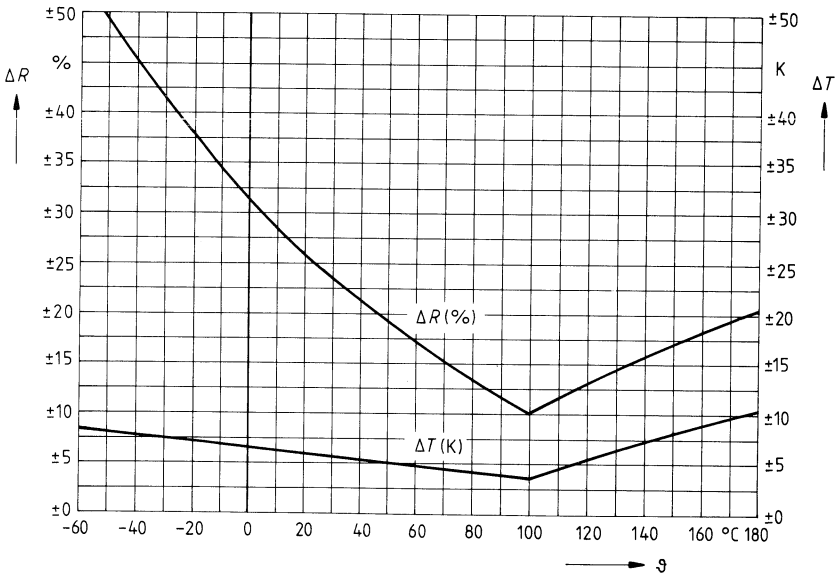
| Typ | Nennwiderstand R_{100} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-----------------|--------------------------|----------|--------|---------------|--------------------|
| K 227/S1/1,8 kΩ | 1,8 kΩ | ± 10 % | 4300 K | 2904 | Q63022-K7182-S1 |

¹⁾ Die obere Grenztemperatur kann während maximal 50 Stunden bis 180 °C überschritten werden.
 Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

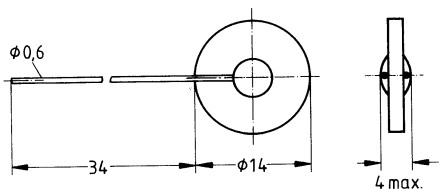
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 1,8 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 100 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 10\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 4300 K |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 2904 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 250 mW |
| Wärmeleitwert | G_{th} | 5 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | < 30 s |
| Isolationswiderstand | R_{is} | > 100 M Ω |
| Prüfspannung | U_{is} | 2500 V |
| Prüfdauer | t_p | 1 s |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



- Anwendung** Unterdrückung von Einschaltstromstößen z. B. in Schaltnetzteilen
- Ausführung** Heißleiterscheibe, unlackiert
- Anschlüsse** Anschlußdrähte aus Silber
- Kennzeichnung** Der Widerstandswert ist aufgestempelt
- Qualitätsmerkmal** Hohe Stoßstrombelastung durch spezielles Kontaktierverfahren



Gewicht: ca. 2,0 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FEF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchteklasse

F – 55 °C
E + 200 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

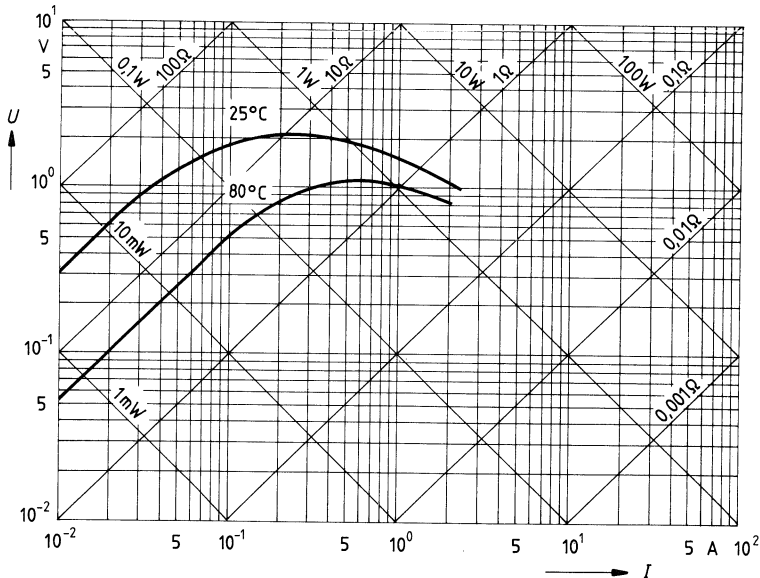
Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur

ϑ_s (min) – 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | Max. Dauerstrom | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|------------------------|-------------------------|-----------------|--------|---------------|--------------------|
| K 232/20 %/33 Ω | 33 Ω | 2 A | 3300 K | 1304 | Q63023-K2330-M |

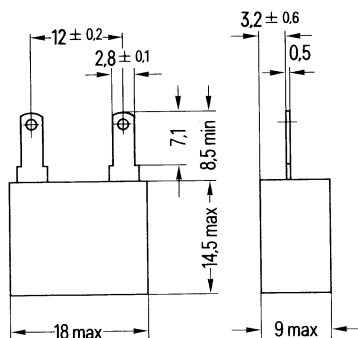
Kenndaten

| | | |
|---------------------------------------|--------------------|--|
| Nennwiderstand | R_N | 33 Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 20\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3300 K |
| Toleranz | ΔB | $\pm 5\%$ |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 1304 |
| Belastbarkeit $\leq 80^\circ\text{C}$ | $P_{\leq 80}$ | 2 W |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{thu} | 12 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | 90 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 1080 mJ/K |
| Nennstrom | I_N | 2 A |
| Widerstandswert bei $I = I_N$ | R_W | $\leq 1 \Omega$ |
| Max. zul. Strom, kurzzeitig | I_j | abhängig von der Impulsbelastung ¹⁾ |
| Min. zul. Warmwiderstand | R_{min} | 0,5 Ω |

Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$ 

¹⁾ Es kann ein Mehrfaches des Nennstromes auftreten.

- Anwendung** Temperaturüberwachung und -regelung in Kühlschränken und Tiefkühlanlagen
- Ausführung** Kunststoffbecher, vergossen
- Anschlüsse** Flachstecker 2,8 × 0,5 mm für AMP-Faston-Steckhülsen
- Kenzeichnung** Typenbezeichnung eingepreßt
- Qualitätsmerkmal** Hohe Meßgenauigkeit durch enge Widerstandstoleranz



Gewicht: ca. 4,5 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040


Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

FME

- F** – 55 °C
M + 100 °C
E Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
seltene und leichte Betauung zulässig

Lagertemperaturen

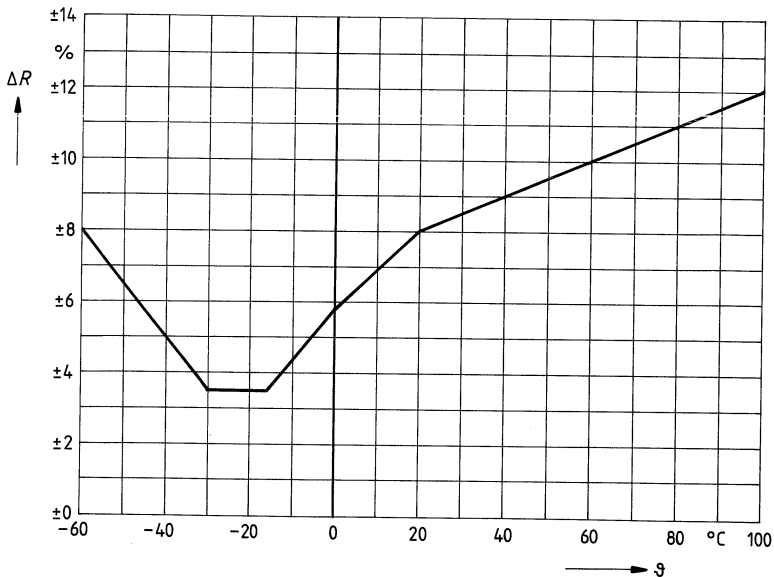
Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{-30} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-----------------|--------------------------|----------|--------|---------------|---|
| K 243/S2/9,4 kΩ | 9,4 kΩ | ± 3,5 % | 3560 K | 1307 | Q63024-K3942-S2  |

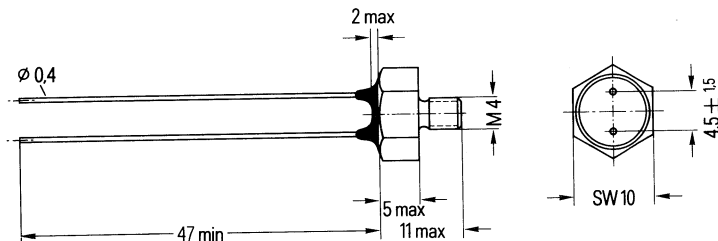
 Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

Kenndaten

| | | |
|--------------------------------------|---------------|----------------|
| Nennwiderstand | R_N | 9,4 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | -30 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 3,5\%$ |
| B -Wert | $B_{25/100}$ | 3560 K |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 1307 |
| Belastbarkeit bei -30 °C | P_{-30} | 300 mW |
| Belastbarkeit bei +25 °C | P_{25} | 300 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thU} | 12 mW/K |
| Wärmeleitwert (Chassismontage) | G_{thG} | ≥ 20 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante (Luft) | τ_{thU} | ca. 180 s |
| Abkühlzeitkonstante (Chassismontage) | τ_{thG} | ca. 45 s |

Zulässige Abweichung der Widerstandswerte

- Anwendung** Temperaturkompensation bei größerer Belastung, Meßfühler für Regelschaltungen, z. B. in der Heizungstechnik
- Ausführung** Metallgehäuse, Anschlüsse isoliert herausgeführt
- Anschlüsse** Anschlußdrähte, verzinkt
- Kennzeichnung** Nennwiderstand und Toleranz sind aufgestempelt



Gewicht: ca. 1,5 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchteklasse

F - 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur

ϑ_s (min) - 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

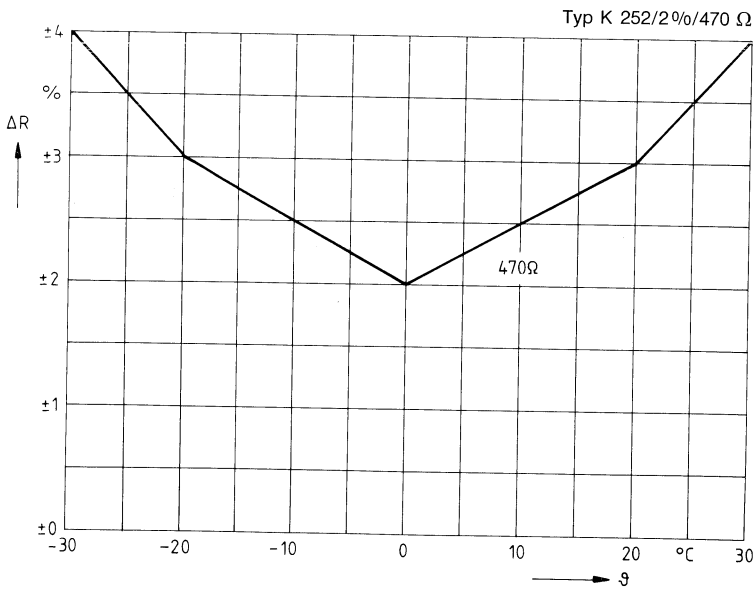
| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-------------------------|-------------------------|----------|--------|---------------|--|
| K 252/2 %/470 Ω | 470 Ω | ± 2 % | 3410 K | 1007 | Q63025-K2471-G |
| K 252/2 %/6,0 kΩ | 6 kΩ | ± 2 % | 3950 K | 4001 | Q63025-K2602-G <input checked="" type="checkbox"/> |
| K 252/2 %/40 kΩ | 40 kΩ | ± 2 % | 4250 K | 4002 | Q63025-K2403-G <input checked="" type="checkbox"/> |
| K 252/10 %/500 Ω | 500 Ω | ± 10 % | 3410 K | 1007 | Q63025-K2501-K <input checked="" type="checkbox"/> |
| K 252/10 %/1 kΩ | 1 kΩ | ± 10 % | 3560 K | 1307 | Q63025-K2013-K <input checked="" type="checkbox"/> |
| K 252/10 %/6 kΩ | 6 kΩ | ± 10 % | 3950 K | 4001 | Q63025-K2063-K <input checked="" type="checkbox"/> |
| K 252/10 %/40 kΩ | 40 kΩ | ± 10 % | 4250 K | 4002 | Q63025-K2044-K <input checked="" type="checkbox"/> |
| K 252/20 %/500 Ω | 500 Ω | ± 20 % | 3410 K | 1007 | Q63025-K2501-M |
| K 252/20 %/1 kΩ | 1 kΩ | ± 20 % | 3560 K | 1307 | Q63025-K2102-M |
| K 252/20 %/6 kΩ | 6 kΩ | ± 20 % | 3950 K | 4001 | Q63025-K2063-M |
| K 252/20 %/40 kΩ | 40 kΩ | ± 20 % | 4250 K | 4002 | Q63025-K2044-M |

Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

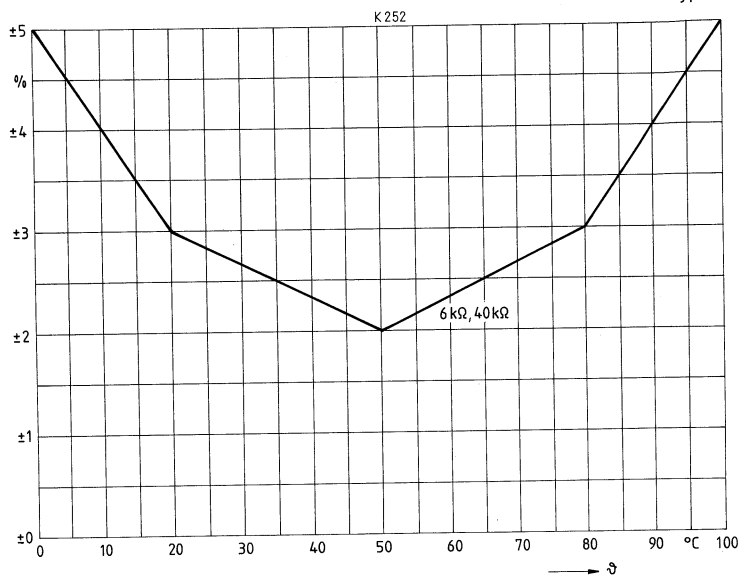
Kenndaten

| | | |
|--|------------------|--------------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | siehe Tabelle |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 400 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 400 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{th} | ≥ 30 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 20 s |
| Isolationswiderstand | R_{is} | > 100 M Ω |
| Prüfspannung | U_{is} | 250 V |
| Prüfspannungsdauer | t_p | 1 s |
| Max. Widerstandsänderung nach 10000 h | $\Delta R_{10.}$ | 2% |

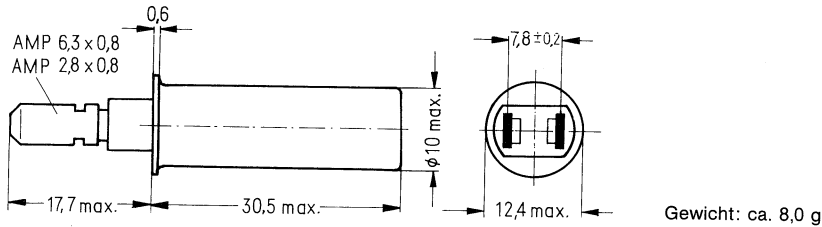
Toleranz der Widerstandswerte



Toleranz der Widerstandswerte

Typ K 252/2%/6 k Ω
Typ K 252/2%/40 k Ω 

- Anwendung** Temperaturüberwachung, -messung und -regelung von Flüssigkeiten
Ausführung Edelstahlgehäuse, Anschlüsse isoliert herausgeführt
Anschlüsse Flachstecker 2,8 × 0,8 mm oder 6,3 × 0,8 mm nach DIN 46244
Kennzeichnung Rote Farbmarkierung $\cong 950 \Omega$
Qualitätsmerkmal Temperatur-Meßgenauigkeit: $< \pm 1,5 \text{ K}$ im Bereich 25 °C bis 100 °C



Anwendungsklasse
nach DIN 40040

JME

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

J $- 10^\circ\text{C}$
M $+ 100^\circ\text{C}$
E Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$
 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85% an den übrigen Tagen gelegentlich
 seltene und leichte Betauung zulässig

Lagertemperaturen

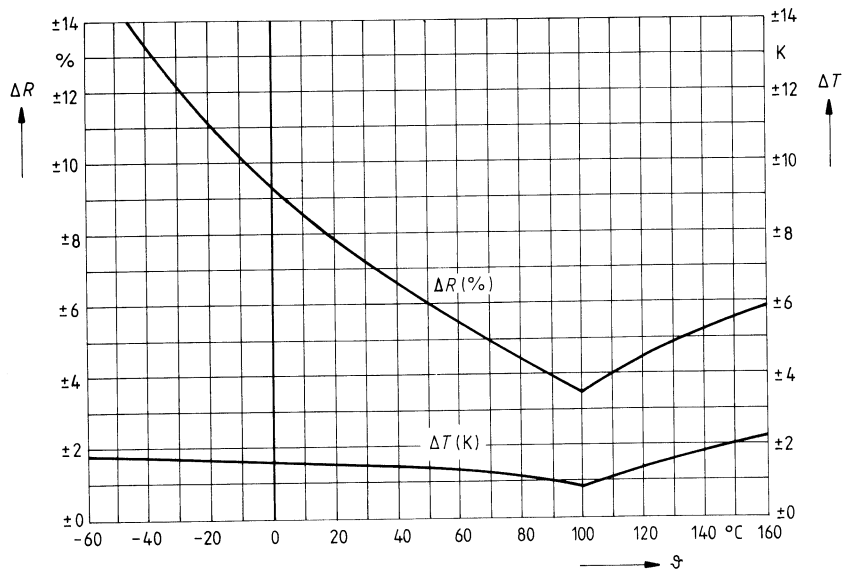
Untere Grenztemperatur $\vartheta_s \text{ (min)} - 10^\circ\text{C}$
 Obere Grenztemperatur $\vartheta_s \text{ (max)} + 65^\circ\text{C}$

| Typ | Nennwiderstand R_{100} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Flachstecker | Bestellbezeichnung |
|-------------------|--------------------------|-------------|--------|---------------|--------------|--------------------|
| K 276/S2/330Ω/2,8 | 330 Ω | $\pm 3,5\%$ | 3950 K | 4001 | 2,8 × 0,8 | Q63027-K6331-S228 |
| K 276/S2/330Ω/6,3 | 330 Ω | $\pm 3,5\%$ | 3950 K | 4001 | 6,3 × 0,8 | Q63027-K6331-S263 |
| K 276/S2/950Ω/2,8 | 950 Ω | $\pm 3,5\%$ | 3760 K | 2901 | 2,8 × 0,8 | Q63027-K6951-S228 |
| K 276/S2/950Ω/6,3 | 950 Ω | $\pm 3,5\%$ | 3760 K | 2901 | 6,3 × 0,8 | Q63027-K6951-S263 |

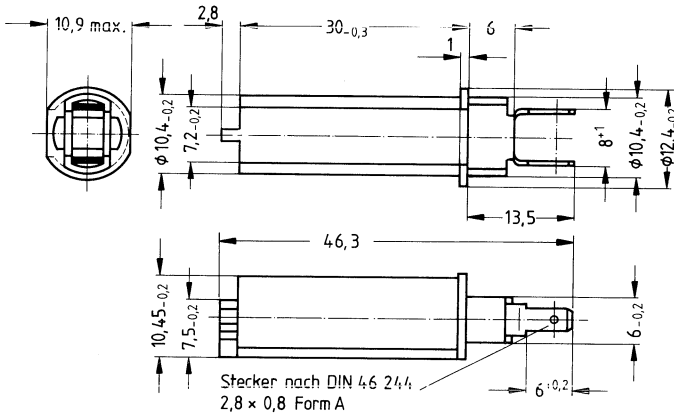
Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Kenndaten

| | | |
|-------------------------------|---------------|---------------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 100 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 3,5\%$ |
| <i>B</i> -Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 1000 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 500 mW |
| Wärmeleitwert in Wasser | G_{thw} | ca. 20 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante in Wasser | τ_{thw} | ≤ 10 s |
| Isolationswiderstand | R_{is} | > 1000 M Ω |
| Prüfspannung | U_{is} | 2500 V |
| Prüfdauer | t_p | 1 s |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

- Anwendung** Temperaturregelung in Kühl- und Gefriergeräten
Ausführung Kunststoffbecher, vergossen
Anschlüsse Flachstecker passend zur Stechhülse nach DIN 46245
 bzw. DIN 46247
Qualitätsmerkmal Temperatur-Meßgenauigkeit $< \pm 1 \text{ K}$ im Bereich von -30°C bis $+10^\circ\text{C}$



Gewicht: ca. 6 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40 040

Untere Grenztemperatur

Obere Grenztemperatur

Feuchtekategorie

GKE

G $- 40^\circ\text{C}$

K $+ 125^\circ\text{C}$

E Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$

95% an 30 Tagen im Jahr andauernd

85% an den übrigen Tagen gelegentlich

seltene, kurzzeitige Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur

$\vartheta_s (\text{min}) - 25^\circ\text{C}$

Obere Grenztemperatur

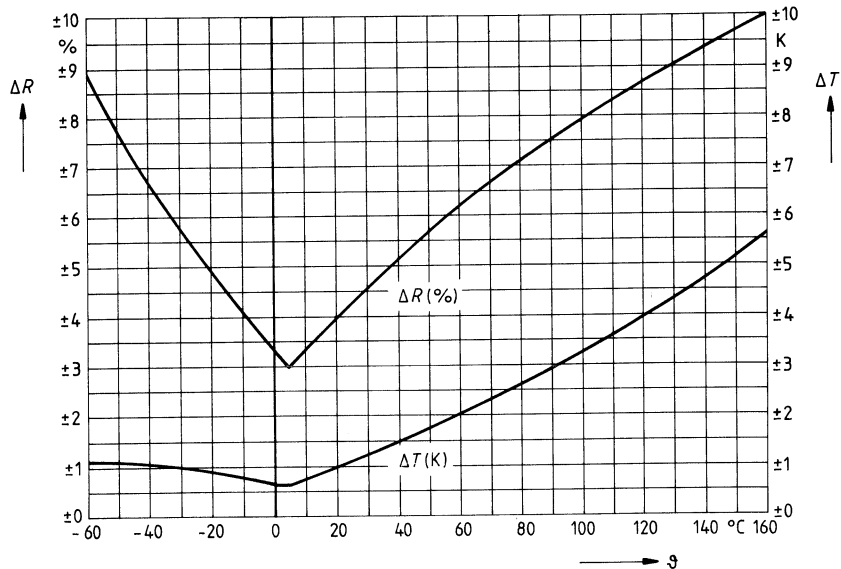
$\vartheta_s (\text{max}) + 65^\circ\text{C}$

| Typ | Nennwiderstand R_5 | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-----------------------|----------------------|--------|---------------|--------------------|
| K 277/S1/2 k Ω | 2 k Ω | 3560 K | 1307 | Q63027-K7202-S1 |

Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

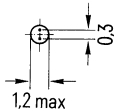
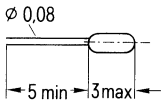
Kenndaten

| | | |
|--|---------------|----------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 2 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 5 °C |
| Toleranz | ΔR_N | siehe Diagramm |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | ca. 3560 K |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 1307 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 900 mW ¹⁾ |
| Wärmeleitwert (in ruhender Luft) | G_{thu} | > 12 mW/K |
| Thermische Zeitkonstante (in ruhender Luft) | τ_{th} | 130 s |
| Empfohlene Meßlast | | < 5 mW |
| Isolationswiderstand | R_{is} | > 1 M Ω |
| Prüfspannung | U_{is} | 1500 V |
| Prüfdauer | t_p | 1 s |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

¹⁾ Nicht für Temperaturmeßzwecke. Siehe „empfohlene Meßlast“.

- Anwendung** Temperaturmessung und -regelung bei höheren Temperaturen
Ausführung Glasgehäuse, hermetisch dicht
Anschlüsse Anschlußdrähte aus einer Platinlegierung
Kennzeichnung keine
Qualitätsmerkmal Hohe Stabilität auch bei hoher Grenztemperatur



Gewicht: ca. 6 mg

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FBE

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

F – 55 °C
M + 350 °C
E Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 seltene und leichte Betauung zulässig¹⁾

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur $\vartheta_{s (min)} - 25\text{ °C}$
 Obere Grenztemperatur $\vartheta_{s (max)} + 65\text{ °C}$

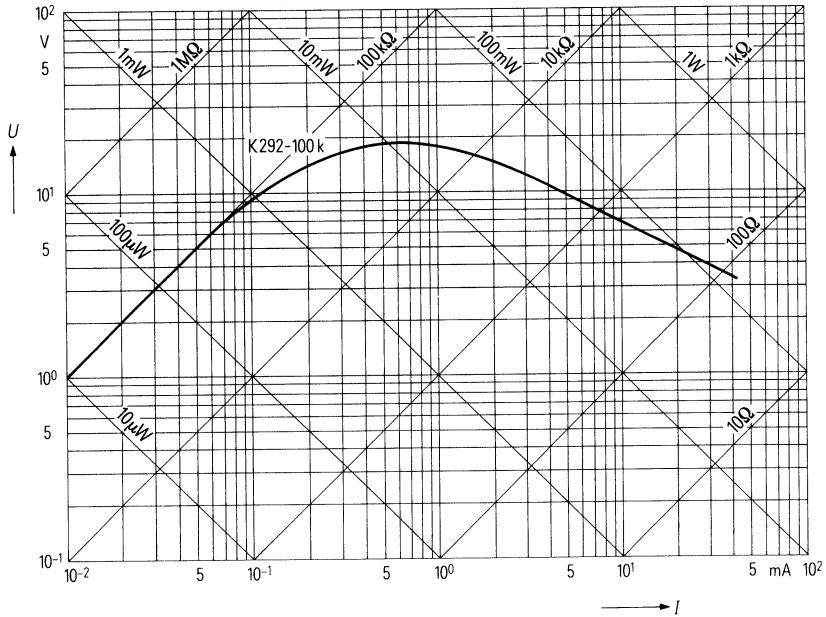
| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | Bestellbezeichnung |
|-------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| K 292/20 %/100 kΩ | 100 kΩ | ± 20 % | 3950 K | Q63029–K2104–M |

¹⁾ Betauung kann an der Austrittsstelle der Anschlußdrähte zu einem vorübergehenden Nebenschluß führen.

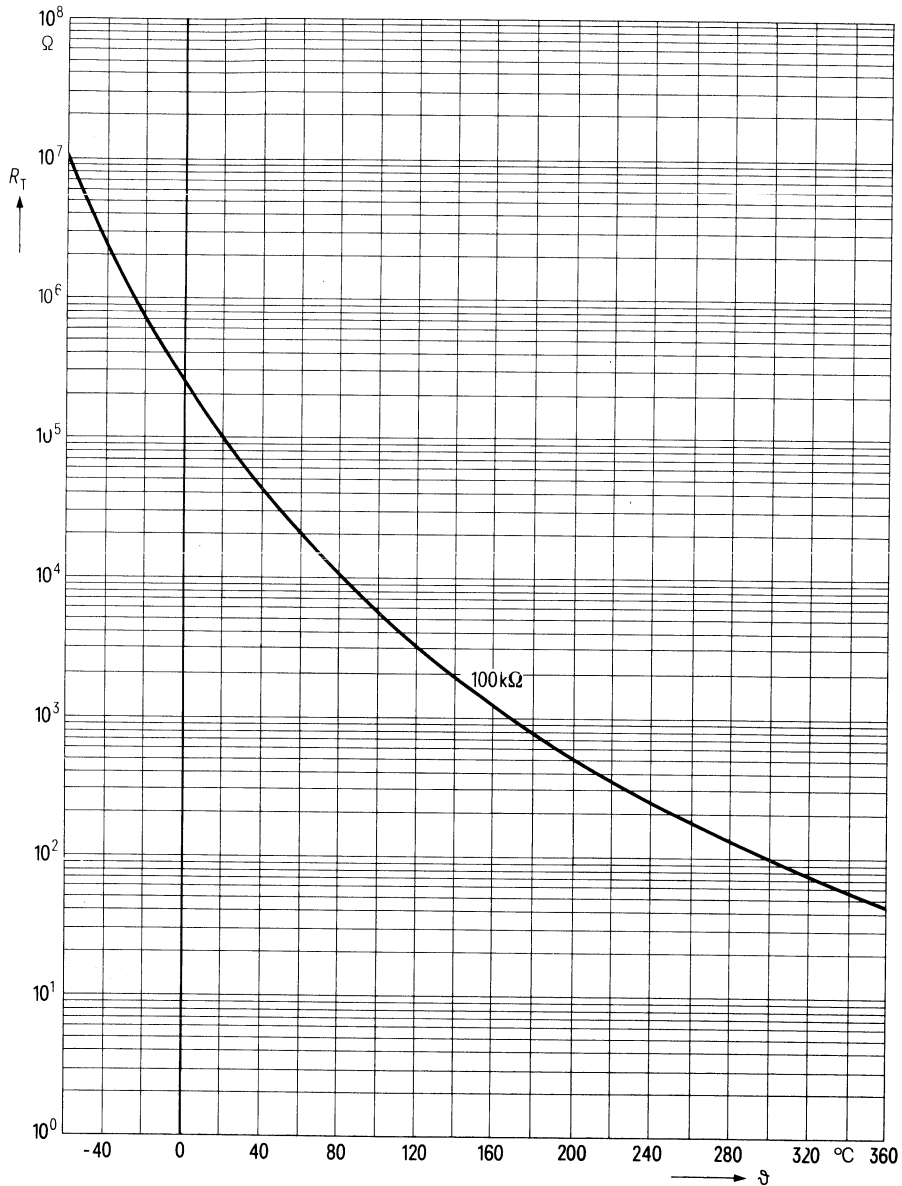
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|-----------------|
| Nennwiderstand | R_N | 100 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 20\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3950 K |
| Toleranz | ΔB | $\pm 5\%$ |
| R/T-Kennlinie | | siehe Seite 132 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 120 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 110 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 0,4 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 5 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 2 mJ/K |

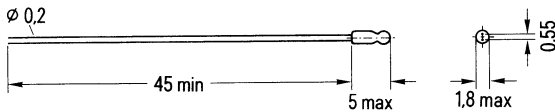
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



Heißeleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heißeleitertemperatur



- Anwendung** Temperaturmessung und -regelung. Speziell für die Abtastung kleiner Meßstellen
- Ausführung** Glasgehäuse, hermetisch dicht
- Anschlüsse** Anschlußdrähte, verzinkt
- Kennzeichnung** keine
- Qualitätsmerkmal** Hohe Stabilität durch spezielles Herstellungsverfahren
DIN-Bezeichnung: Heißleiter 0206-X-XX-DIN 44072



Gewicht: ca. 40 mg

Anwendungsklasse

FEE

nach DIN 40 040

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

F – 55 °C
E + 200 °C
E Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
seltene und leichte Betauung zulässig¹⁾

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

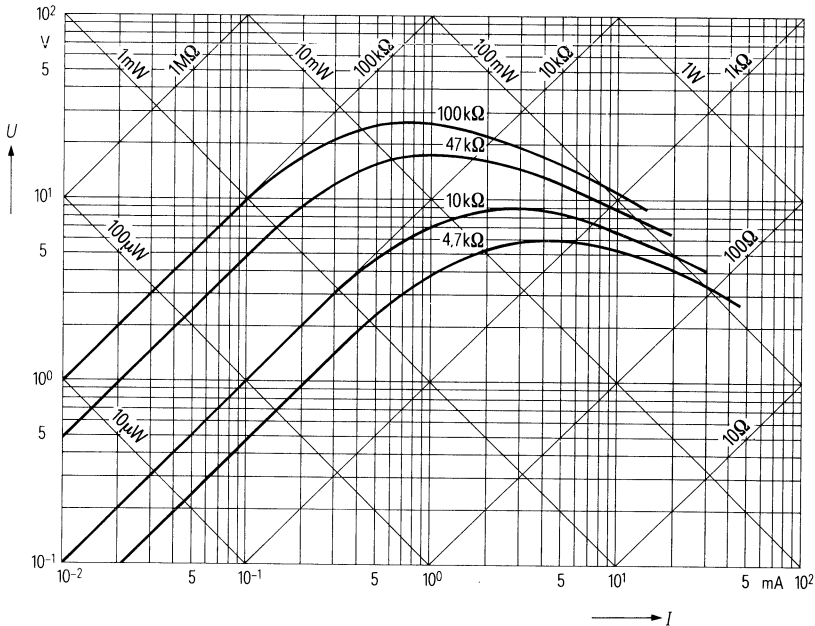
| Typ | Nennwiderstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | Bestellbezeichnung |
|-------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| M 85/10 %/4,7 kΩ | 4,7 kΩ | ± 10 % | 3430 K | Q63085–M472–K |
| M 85/10 %/10 kΩ | 10 kΩ | ± 10 % | 3430 K | Q63085–M103–K |
| M 85/10 %/47 kΩ | 47 kΩ | ± 10 % | 3950 K | Q63085–M473–K |
| M 85/10 %/100 kΩ | 100 kΩ | ± 10 % | 3950 K | Q63085–M104–K |
| M 85/20 %/4,7 kΩ | 4,7 kΩ | ± 20 % | 3430 K | Q63085–M472–M |
| M 85/20 %/10 kΩ | 10 kΩ | ± 20 % | 3430 K | Q63085–M103–M |
| M 85/20 %/47 kΩ | 47 kΩ | ± 20 % | 3950 K | Q63085–M473–M |
| M 85/20 %/100 kΩ | 100 kΩ | ± 20 % | 3950 K | Q63085–M104–M |

¹⁾ Die Betauung kann an der Austrittsstelle der Anschlußdrähte zu einem vorübergehenden Nebenschluß führen.
 Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

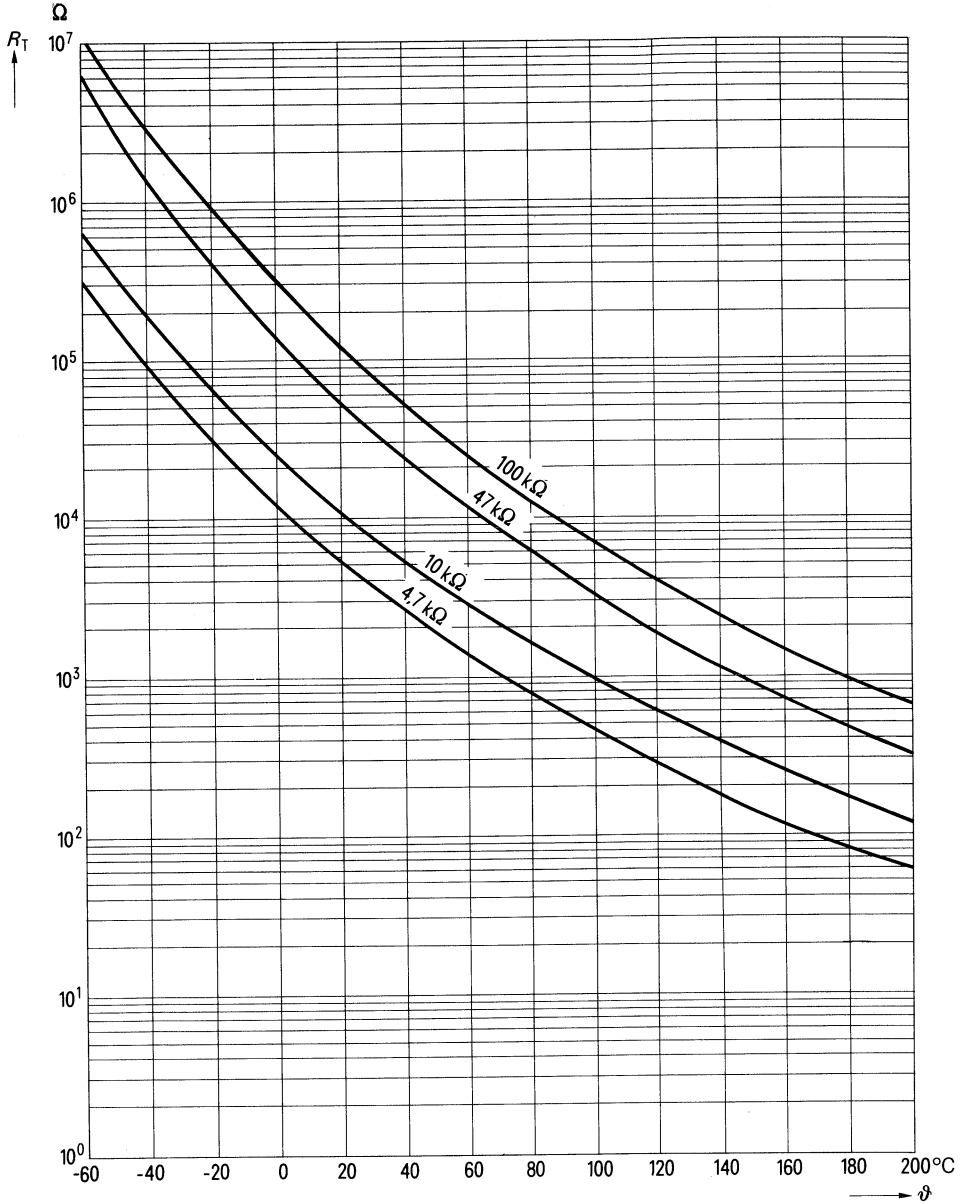
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|-------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 10\%$; $\pm 20\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | $\pm 5\%$ |
| R/T-Kennlinie | | siehe Diagramm |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 120 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 100 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thu} | 0,7 (> 0,55) mW/K |
| Wärmeleitwert (Wasser) | G_{thw} | 2,0 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 14 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 10 mJ/K |
| Isolationswiderstand | R_{is} | > 100 M Ω |
| Prüfspannung | U_{is} | 250 V |
| Prüfspannungsdauer | t_p | 1 s |

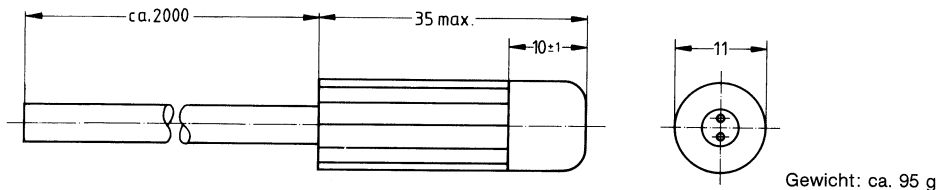
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



Halbleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Halbleitertemperatur



- Anwendung** Fühler zum Einbau in Betonfußböden zur Überwachung der Temperatur bei Fußbodenheizung
- Ausführung** Heißleiter in gerändeltem Kunststoffbecher, mit Epoxydharz vergossen, Kunststoffschlauchleitung XYLHY $2 \times 0,75 \text{ mm}^2$, Aufbau nach DIN 44574; Leitungslänge 2 m
- Kennzeichnung** keine



Anwendungsklasse

nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

GSE

- G** -40°C
- S** $+70^\circ\text{C}$
- E** Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$
 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85% an den übrigen Tagen gelegentlich
 seltene und leichte Betauung zulässig

Lagertemperaturen

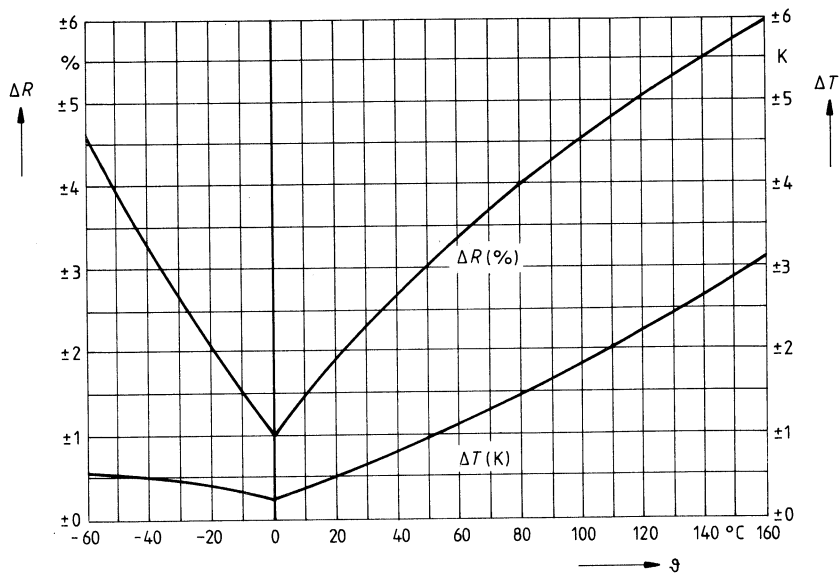
Untere Grenztemperatur $\vartheta_s (\text{min}) -25^\circ\text{C}$
 Obere Grenztemperatur $\vartheta_s (\text{max}) +65^\circ\text{C}$

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|------------------------|-------------------------|--------|---------------|--------------------|
| M 732/S10/2 k Ω | 2 k Ω | 3500 K | 1016 | Q63073-M2202-S10 |

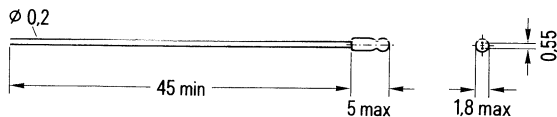
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|---|
| Nennwiderstand | R_N | 2 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔT | $\pm 0,5$ K im Bereich -20 bis $+20$ °C |
| B -Wert | $B_{25/100}$ | 3500 K |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 1016 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 600 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{th} | ca. 10 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 100 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 1000 mJ/K |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



- Anwendung** Temperaturmessung und -regelung, speziell für die Abtastung kleiner Meßstellen
- Ausführung** Glasgehäuse, hermetisch dicht
- Anschlüsse** Anschlußdrähte, vergoldet
- Kennzeichnung** keine



Gewicht: ca. 40 mg

Anwendungsklasse FBE

nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur **F** – 55 °C

Obere Grenztemperatur **B** + 350 °C

Feuchteklasse

E Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$
 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85% an den übrigen Tagen gelegentlich
 seltene und leichte Betauung zulässig¹⁾

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 25 °C

Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

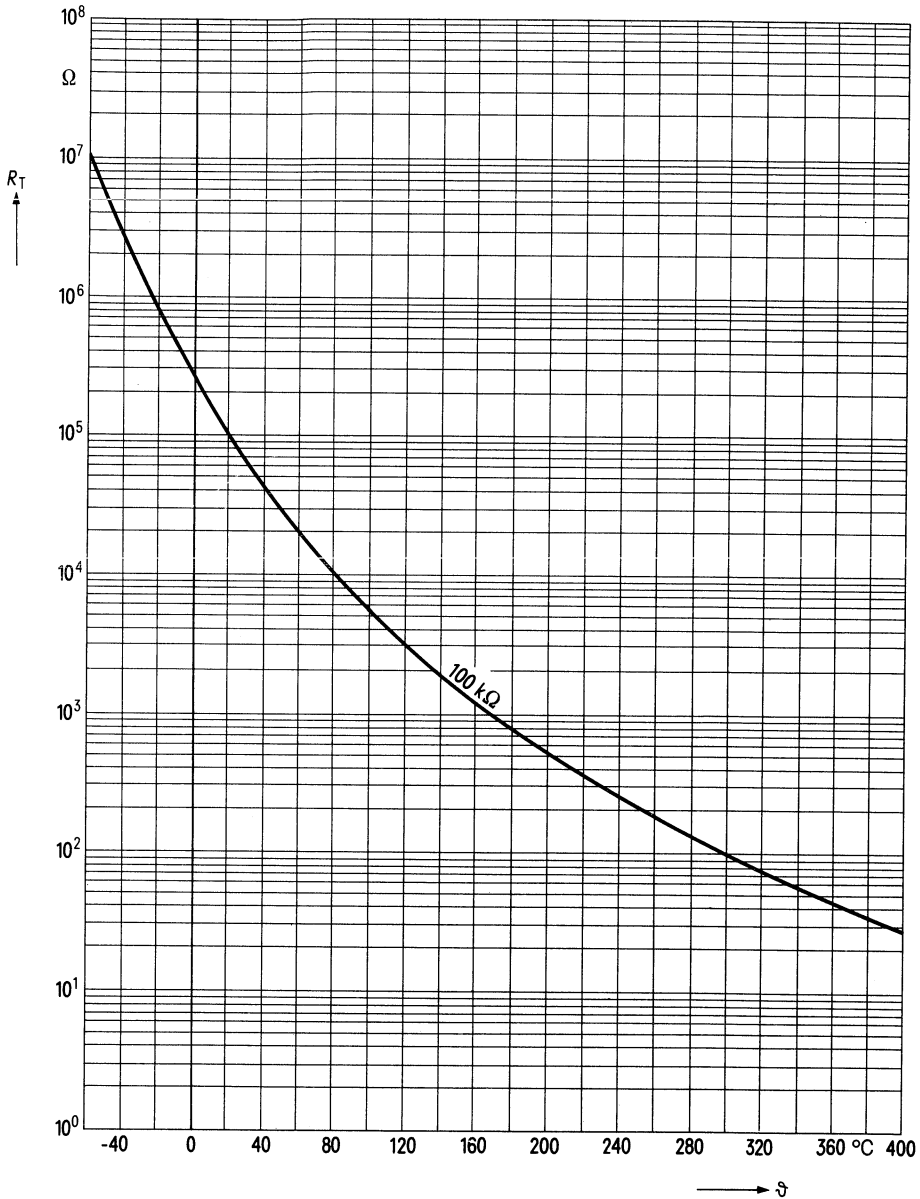
| Typ | Nennwiderstand R_{20} | Toleranz | B-Wert | Bestellbezeichnung |
|---|-------------------------|------------|--------|-------------------------|
| M 812/10%/100 kΩ | 100 k Ω | $\pm 10\%$ | 3950 K | Q63081–M2104–K S |
| M 812/20%/100 kΩ | 100 k Ω | $\pm 20\%$ | 3950 K | Q63081–M2104–M S |

¹⁾ Die Betauung kann an der Austrittsstelle der Anschlußdrähte zu einem vorübergehenden Nebenschluß führen.
S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

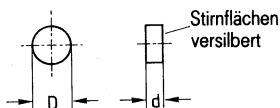
Kenndaten

| | | |
|--------------------------------|---------------|-------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 100 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 10\%$, $\pm 20\%$ |
| <i>B</i> -Wert | $B_{25/100}$ | 3950 K |
| Toleranz | ΔB | $\pm 5\%$ |
| R/T-Kennlinie | | siehe Seite 140 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 220 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 200 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thU} | 0,7 mW/K |
| Wärmeleitwert (Chassismontage) | G_{thG} | 2,1 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 5 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 0,35 mJ/K |
| Isolationswiderstand | R_{is} | > 100 M Ω |
| Prüfspannung | U_{is} | 250 V |
| Prüfdauer | t_p | 1 s |

Heißleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heißleitertemperatur



| | |
|----------------------|--|
| Anwendung | Temperaturmessung in Kraftfahrzeugen, z. B. Kühlwasser- und Öltemperatur |
| Ausführung | Heißleiterscheibe, planparallel geläppt |
| Anschlüsse | Stirnflächen, versilbert |
| Kennzeichnung | keine |



Gewicht: ca. 0,2 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

FHF**F** – 55 °C**H** + 155 °C

F Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$
 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85% an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur

 ϑ_s (min) – 55 °C ϑ_s (max) + 155 °C

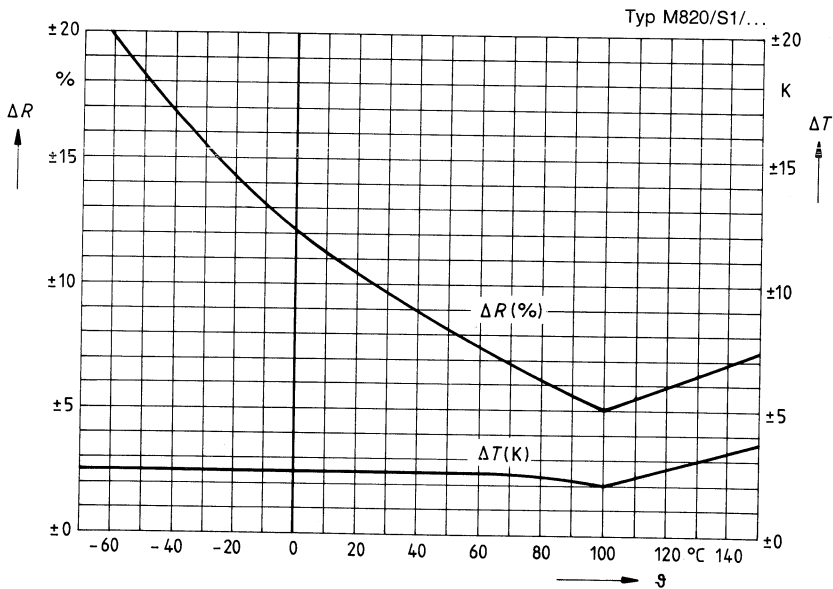
| Typ | Nennwiderstand R_{100} | Abmessungen D (mm) d (mm) | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|---|------------------------------|-------------------------------|--------|---------------|--------------------|
| M 820/S1/20 Ω | 20 Ω | 5,5 $_{-1,1}$, 2,0 $_{-1,4}$ | 3410 K | 1007 | Q63082–M20–S1 |
| M 820/S1/21,05 Ω | 21,05 Ω | 5,1 $_{-1,1}$, 2,2 $_{-1,4}$ | 3975 K | 3202 | Q63082–M21–S101 |
| M 820/S1/30,7 Ω | 30,7 Ω | 5,5 $_{-1,1}$, 2,0 $_{-1,4}$ | 4150 K | 3902 | Q63082–M310–S1 |
| M 820/S1/39,6 Ω | 39,6 Ω | 5,1 $_{-1,1}$, 2,2 $_{-1,4}$ | 3930 K | 1009 | Q63082–M39–S106 |
| M 820/S1/77 Ω | 77 Ω | 5,3 $\pm 0,3$, 1,3 $\pm 0,2$ | 3550 K | 1006 | Q63082–M770–S1 |
| M 820/S1/144 Ω | 144 Ω | 5,5 $_{-1,1}$, 2,0 $_{-1,4}$ | 3940 K | 2002 | Q63082–M144–S1 |
| M 820/10%/2,3 kΩ | 2,3 k Ω ¹⁾ | 5,5 $\pm 0,7$, 2,2 $_{-1,4}$ | 4100 K | 3901 | Q63082–M232–K |

¹⁾ Nennwiderstand R_{20}

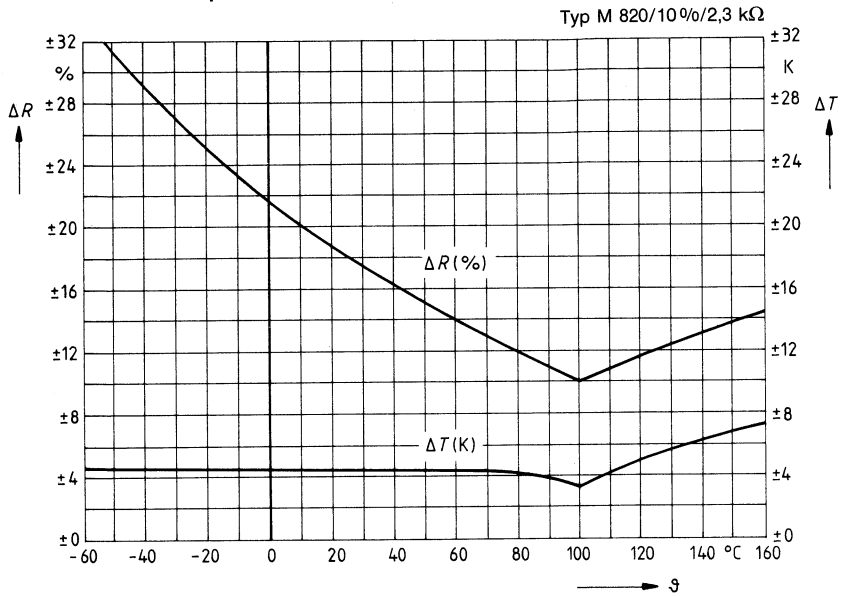
Kenndaten

| | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | + 100 °C |
| Toleranz | ΔR_N | siehe Diagramme |
| B -Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 400 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 300 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thu} | 3 mW/K |
| Wärmeleitwert (Chassismontage) | G_{thG} | ca. 20 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 30 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 100 mJ/K |

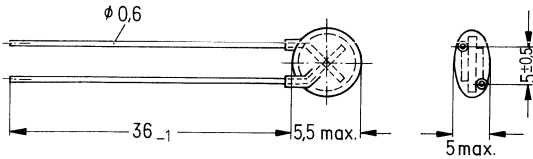
Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



- Anwendung** Temperaturkompensation, -messung und -regelung
Ausführung Heißleiterscheibe, lackiert; auch gegurtet lieferbar (siehe Kapitel „Gurtung“)
Anschlüsse Anschlußdrähte, Kupfer/verzinkt
Kennzeichnung Widerstandswert und Toleranz¹⁾ sind aufgestempelt



Gewicht: ca. 0,6 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchteklasse

F – 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur















ϑ_s (min) – 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

Kenndaten

| | | |
|--|------------------|-----------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 5 %; ± 10 % ²⁾ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle ²⁾ |
| Toleranz | ΔB | ± 5 % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 750 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 500 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thu} | ca. 7,5 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 20 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 150 mJ/K |
| Zu erwartende Widerstandsänderung nach 10000 h | $\Delta R_{10.}$ | ≤ 5 % |

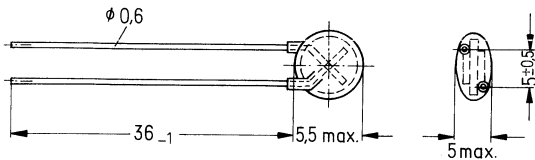
¹⁾ Die Toleranz ± 10 % ist durch einen Strich, die Toleranz ± 5 % durch zwei Striche unter dem Widerstandswert codiert.

²⁾ Engere Werte auf Anfrage.

| Typ | Nenn- widerstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | R/T- Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|--------------------------|------------------------------|------------|--------|-------------------|--|
| M 822/5%/1 k Ω | 1 k Ω | $\pm 5\%$ | 3730 K | 1011 | Q63082-M2102-J  |
| M 822/5%/1,5 k Ω | 1,5 k Ω | $\pm 5\%$ | 3900 K | 1013 | Q63082-M2152-J  |
| M 822/5%/2,2 k Ω | 2,2 k Ω | $\pm 5\%$ | 3900 K | 1013 | Q63082-M2222-J  |
| M 822/5%/3,3 k Ω | 3,3 k Ω | $\pm 5\%$ | 3950 K | 4001 | Q63082-M2332-J  |
| M 822/5%/4,7 k Ω | 4,7 k Ω | $\pm 5\%$ | 3950 K | 4001 | Q63082-M2472-J  |
| M 822/5%/6,8 k Ω | 6,8 k Ω | $\pm 5\%$ | 4200 K | 2903 | Q63082-M2682-J  |
| M 822/5%/10 k Ω | 10 k Ω | $\pm 5\%$ | 4300 K | 2904 | Q63082-M2103-J  |
| M 822/5%/15 k Ω | 15 k Ω | $\pm 5\%$ | 4250 K | 1014 | Q63082-M2153-J  |
| M 822/5%/22 k Ω | 22 k Ω | $\pm 5\%$ | 4300 K | 1012 | Q63082-M2223-J  |
| M 822/5%/33 k Ω | 33 k Ω | $\pm 5\%$ | 4300 K | 1012 | Q63082-M2333-J  |
| M 822/5%/47 k Ω | 47 k Ω | $\pm 5\%$ | 4450 K | 4003 | Q63082-M2473-J  |
| M 822/5%/68 k Ω | 68 k Ω | $\pm 5\%$ | 4600 K | 2005 | Q63082-M2683-J  |
| M 822/5%/100 k Ω | 100 k Ω | $\pm 5\%$ | 4600 K | 2005 | Q63082-M2104-J  |
| M 822/5%/150 k Ω | 150 k Ω | $\pm 5\%$ | 4600 K | 2005 | Q63082-M2154-J  |
| M 822/5%/220 k Ω | 220 k Ω | $\pm 5\%$ | 4830 K | 2007 | Q63082-M2224-J |
| M 822/5%/330 k Ω | 330 k Ω | $\pm 5\%$ | 5000 K | 2006 | Q63082-M2334-J |
| M 822/5%/470 k Ω | 470 k Ω | $\pm 5\%$ | 5000 K | 2006 | Q63082-M2474-J |
| | | | | | |
| M 822/10%/1 k Ω | 1 k Ω | $\pm 10\%$ | 3730 K | 1011 | Q63082-M2102-K |
| M 822/10%/1,5 k Ω | 1,5 k Ω | $\pm 10\%$ | 3900 K | 1013 | Q63082-M2152-K |
| M 822/10%/2,2 k Ω | 2,2 k Ω | $\pm 10\%$ | 3900 K | 1013 | Q63082-M2222-K |
| M 822/10%/3,3 k Ω | 3,3 k Ω | $\pm 10\%$ | 3950 K | 4001 | Q63082-M2332-K |
| M 822/10%/4,7 k Ω | 4,7 k Ω | $\pm 10\%$ | 3950 K | 4001 | Q63082-M2472-K |
| M 822/10%/6,8 k Ω | 6,8 k Ω | $\pm 10\%$ | 4200 K | 2903 | Q63082-M2682-K |
| M 822/10%/10 k Ω | 10 k Ω | $\pm 10\%$ | 4300 K | 2904 | Q63082-M2103-K |
| M 822/10%/15 k Ω | 15 k Ω | $\pm 10\%$ | 4250 K | 1014 | Q63082-M2153-K |
| M 822/10%/22 k Ω | 22 k Ω | $\pm 10\%$ | 4300 K | 1012 | Q63082-M2223-K |
| M 822/10%/33 k Ω | 33 k Ω | $\pm 10\%$ | 4300 K | 1012 | Q63082-M2333-K |
| M 822/10%/47 k Ω | 47 k Ω | $\pm 10\%$ | 4450 K | 4003 | Q63082-M2473-K |
| M 822/10%/68 k Ω | 68 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63082-M2683-K |
| M 822/10%/100 k Ω | 100 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63082-M2104-K |
| M 822/10%/150 k Ω | 150 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63082-M2154-K |
| M 822/10%/220 k Ω | 220 k Ω | $\pm 10\%$ | 4830 K | 2007 | Q63082-M2224-K |
| M 822/10%/330 k Ω | 330 k Ω | $\pm 10\%$ | 5000 K | 2006 | Q63082-M2334-K |
| M 822/10%/470 k Ω | 470 k Ω | $\pm 10\%$ | 5000 K | 2006 | Q63082-M2474-K |

 Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

- Anwendung** Temperaturkompensation, -messung und -regelung
Ausführung Heißleiterscheibe, lackiert
Anschlüsse Anschlußdrähte, verzinkt
Kennzeichnung keine
Qualitätsmerkmal Hohe Stabilität durch spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Gewicht: ca. 0,6 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

F – 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75%
 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85% an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur

ϑ_s (min) – 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|--------------------|---------------------------|----------|--------|---------------|--------------------|
| M 822/S1/330 Ω | 330 Ω (R ₁₀₀) | ± 5 % | 3950 K | 4001 | Q63082–M2331–S1 |
| M 822/S3/330 Ω | 330 Ω (R ₁₀₀) | ± 5 % | 3950 K | 4001 | Q63082–M2331–S3 |
| M 822/3,5 %/2 kΩ | 2 kΩ (R ₅) | ± 3,5 % | 3560 K | 1307 | Q63082–M2202–J1 |
| M 822/3,5 %/47 kΩ | 47 kΩ (R ₂₅) | ± 3,5 % | 4450 K | 4003 | Q63082–M2473–J1 |
| M 822/3,5 %/150 kΩ | 150 kΩ (R ₂₅) | ± 3,5 % | 4600 K | 2005 | Q63082–M2154–J1 |

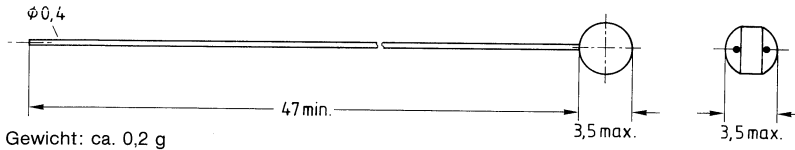
Kenndaten

| Typ | M 822 | S 1 330 Ω | S 3 ¹⁾ 330 Ω | 3,5% 2 kΩ | 3,5% 47 kΩ | 3,5% 150 kΩ | Einheit |
|---|-----------------|------------------|----------------------------|--------------|---------------|----------------|---------|
| Nennwiderstand | R_N | 330 | 330 | 2,0 k | 47 k | 150 k | Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 100 | 100 | 5 | 25 | 25 | °C |
| Toleranz | ΔR_N | ±5 | ±5 | ±3,5 | ±3,5 | ±3,5 | % |
| B-Wert | B | 3950 | 3950 | 3560 | 4450 | 4600 | K |
| Toleranz | ΔB | ±5 ²⁾ | ±5 ²⁾ | ±5 | ±5 | ±5 | % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 4001 | 4001 | 1307 | 4003 | 2005 | |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | mW |
| bei 60 °C | P_{60} | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 7,5 (>6) | | | | | mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 20 | | | | | s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 150 | | | | | mJ/K |
| Widerstandsänderung (max. Änderung nach 10000 h) | ΔR_{10} | ≤3 | | | | | % |

¹⁾ Sonderselektion aus dem Typ M 822/S1/330Ω: $R_{60} = 1,194$ bis $1,256$ kΩ

²⁾ $R_{25} = 4,7$ kΩ ± 10%

- Anwendung** Temperaturmessung und -regelung, z. B. Klimaanlage, Heizungen.
 Der Heißleiter entspricht in seiner Kennlinie DIN 44574, Teil 5.
- Ausführung** Heißleiterscheibe, unlackiert
- Anschlüsse** Anschlußdrähte, verzinkt
- Kennzeichnung** keine
- Qualitätsmerkmal** Hohe Stabilität durch spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Gewicht: ca. 0,2 g

Anwendungsklasse
 nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

F - 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$
 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85% an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

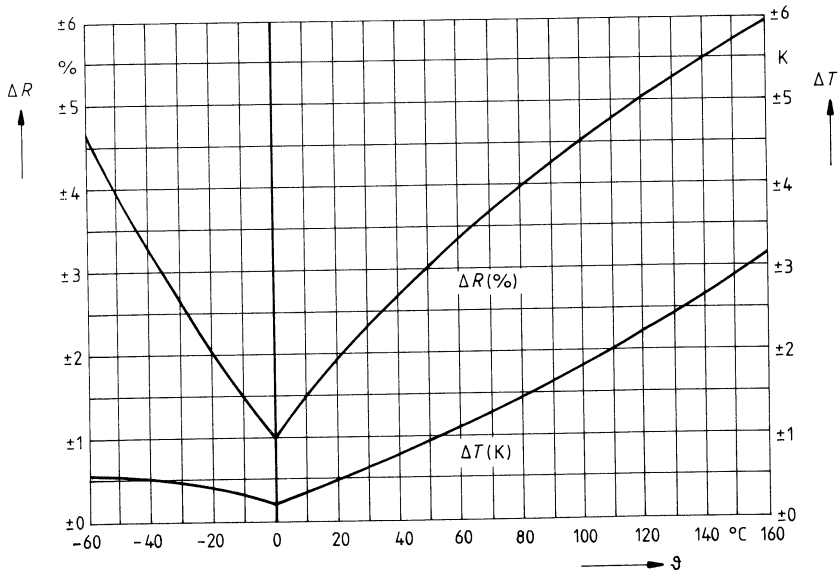
Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|---------------|-------------------------|--------|---------------|--------------------|
| M 822/S3/2 kΩ | 2 kΩ | 3500 K | 1016 | Q63082-M2202-S3 |

Kenndaten

| | | |
|------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 2 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | +25 °C |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3500 K |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 1016 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 600 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 400 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{thu} | ≥ 6 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 20 s |
| max. Meßlast | $P_{me\beta}$ | 3 mW |
| für <0,5 K Erwärmung | $\Delta R_{10.}$ | $\leq 5\%$ bei ϑ_{max} |
| Widerstandsänderung | | $\leq 1\%$ bei <50 °C |
| (max. Änderung nach 10000 h) | | |

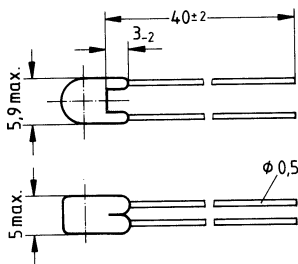
Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



Widerstands-Temperatur-Charakteristik
 (Widerstandswerte in Ω)

| Temperatur °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Temperatur °C |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| -20 | 14616,00 | 13893,00 | 13211,00 | 12567,00 | 11958,00 | 11383,00 | -15 |
| -15 | 11383,00 | 10839,00 | 10325,00 | 9838,00 | 9377,30 | 8941,00 | -10 |
| -10 | 8941,00 | 8525,50 | 8131,90 | 7759,00 | 7405,50 | 7070,30 | -5 |
| -5 | 7070,30 | 6752,40 | 6450,70 | 6164,40 | 5892,60 | 5634,40 | 0 |
| 0 | 5634,40 | 5388,30 | 5154,60 | 4932,40 | 4721,10 | 4520,20 | 5 |
| 5 | 4520,20 | 4329,00 | 4147,10 | 3973,90 | 3808,90 | 3651,80 | 10 |
| 10 | 3651,80 | 3502,20 | 3359,50 | 3223,60 | 3093,90 | 2970,20 | 15 |
| 15 | 2970,20 | 2852,10 | 2739,40 | 2631,90 | 2529,10 | 2431,00 | 20 |
| 20 | 2431,00 | 2336,80 | 2246,80 | 2160,80 | 2078,60 | 2000,00 | 25 |
| 25 | 2000,00 | 1925,30 | 1853,80 | 1785,30 | 1719,70 | 1656,90 | 30 |
| 30 | 1656,90 | 1596,60 | 1538,80 | 1483,40 | 1430,30 | 1379,40 | 35 |
| 35 | 1379,40 | 1330,60 | 1283,70 | 1238,80 | 1195,70 | 1154,30 | 40 |
| 40 | 1154,30 | 1114,40 | 1076,10 | 1039,40 | 1004,10 | 970,14 | 45 |
| 45 | 970,14 | 937,55 | 906,22 | 876,11 | 847,16 | 819,31 | 50 |
| 50 | 819,31 | 792,42 | 766,56 | 741,68 | 717,74 | 694,70 | 55 |
| 55 | 694,70 | 672,52 | 651,17 | 630,60 | 610,80 | 591,72 | 60 |
| 60 | 591,72 | 573,32 | 555,57 | 538,47 | 521,96 | 506,05 | 65 |
| 65 | 506,05 | 490,69 | 475,87 | 461,57 | 447,76 | 434,43 | 70 |
| 70 | 434,43 | 421,61 | 409,23 | 397,27 | 385,72 | 374,56 | 75 |
| 75 | 374,56 | 363,78 | 353,35 | 343,28 | 333,53 | 324,11 | 80 |
| 80 | 324,11 | 315,07 | 306,33 | 297,87 | 289,69 | 281,77 | 85 |
| 85 | 281,77 | 274,11 | 266,69 | 259,51 | 252,55 | 245,82 | 90 |
| 90 | 245,82 | 239,29 | 232,97 | 226,85 | 220,92 | 215,17 | 95 |
| 95 | 215,17 | 209,59 | 204,19 | 198,95 | 193,87 | 188,94 | 100 |
| 100 | 188,94 | 184,18 | 179,55 | 175,07 | 170,72 | 166,49 | 105 |
| 105 | 166,49 | 162,39 | 158,41 | 154,55 | 150,90 | 147,15 | 110 |
| 110 | 147,15 | 143,59 | 140,13 | 136,77 | 133,50 | 130,33 | 115 |
| 115 | 130,33 | 127,24 | 124,24 | 121,33 | 118,49 | 115,74 | 120 |
| 120 | 115,74 | 113,06 | 110,46 | 107,93 | 105,46 | 103,07 | 125 |

- Anwendung** Temperaturmessung und -regelung, z. B. Heizungsregler
Ausführung Heißleiterscheibe, mit Epoxydharz umhüllt
Anschlüsse Anschlußdrähte, verzinkt, schlecht wärmeleitend
Qualitätsmerkmal Hohe Stabilität und Genauigkeit durch spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Gewicht: ca. 0,8 g

Anwendungsklasse
 nach DIN 40040

FHF

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchteklasse

- F** — 55 °C
H + 150 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

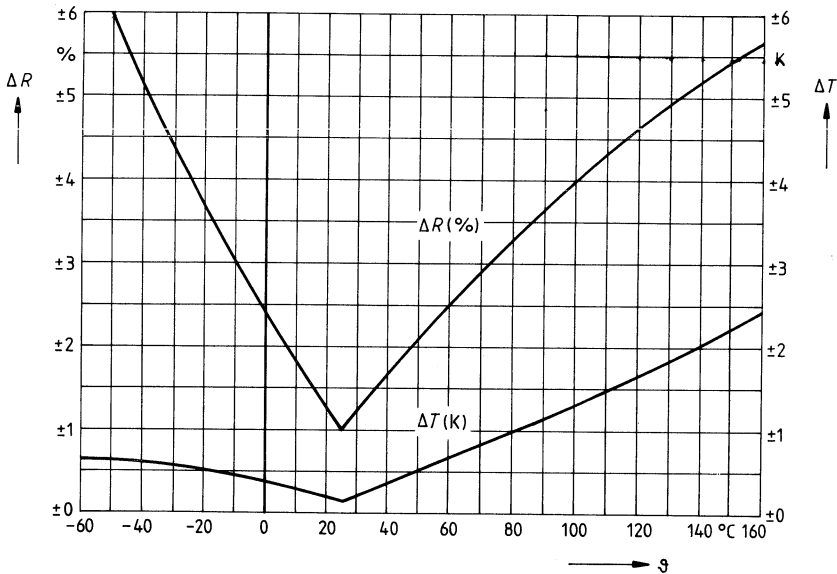
Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) — 25 °C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|----------------|-------------------------|--------|---------------|--------------------|
| M 829/S1/20 kΩ | 20 kΩ | 4300 K | 2904 | Q63082-M9203-S104 |

Kenndaten

| | | |
|---------------------------------------|---------------|----------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 20 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | siehe Toleranzschema |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 4300 K |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 2904 |
| Belastbarkeit bei 25 °C ¹⁾ | P_{25} | 625 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 450 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 5 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | 24 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 120 mJ/K |

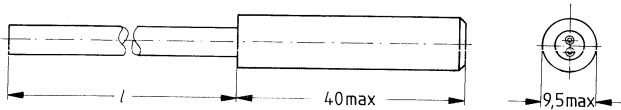
Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

¹⁾ empfohlene Meßlast $P_{meß} < 2$ mW

Widerstands-Temperatur-Charakteristik
 (Widerstandswerte in Ω)

| Temperatur °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Temperatur °C |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------|
| -55 | 2429200,00 | 2257100,00 | 2098100,00 | 1950900,00 | 1814800,00 | 1688800,00 | -50 |
| -50 | 1688800,00 | 1572100,00 | 1464000,00 | 1363800,00 | 1271000,00 | 1184900,00 | -45 |
| -45 | 1184900,00 | 1105000,00 | 1030900,00 | 962040,00 | 898130,00 | 838770,00 | -40 |
| -40 | 838770,00 | 783600,00 | 732310,00 | 684610,00 | 640240,00 | 598950,00 | -35 |
| -35 | 598950,00 | 560510,00 | 524720,00 | 491380,10 | 460310,10 | 431350,10 | -30 |
| -30 | 431350,10 | 404140,00 | 378810,00 | 355240,00 | 333280,00 | 312810,00 | -25 |
| -25 | 312810,00 | 293730,00 | 275930,00 | 259310,00 | 243800,00 | 229310,00 | -20 |
| -20 | 229310,00 | 215560,00 | 202720,00 | 190720,00 | 179500,00 | 169020,00 | -15 |
| -15 | 169020,00 | 159210,00 | 150030,00 | 141440,00 | 133390,00 | 125850,00 | -10 |
| -10 | 125850,00 | 118660,00 | 111930,00 | 105620,00 | 99700,00 | 94153,00 | -5 |
| -5 | 94153,00 | 88950,00 | 84066,00 | 79480,00 | 75173,00 | 71126,00 | 0 |
| 0 | 71126,00 | 67324,00 | 63749,00 | 60385,00 | 57218,00 | 54237,00 | 5 |
| 5 | 54237,00 | 51429,00 | 48783,00 | 46289,00 | 43938,00 | 41719,00 | 10 |
| 10 | 41719,00 | 39640,00 | 37676,00 | 35820,00 | 34067,00 | 32409,00 | 15 |
| 15 | 32409,00 | 30841,00 | 29358,00 | 27954,00 | 26625,00 | 25367,00 | 20 |
| 20 | 25367,00 | 24176,00 | 23047,00 | 21977,00 | 20962,00 | 20000,00 | 25 |
| 25 | 20000,00 | 19089,00 | 18225,00 | 17404,00 | 16624,00 | 15884,00 | 30 |
| 30 | 15884,00 | 15169,00 | 14491,00 | 13847,00 | 13235,00 | 12654,00 | 35 |
| 35 | 12654,00 | 12101,00 | 11575,00 | 11076,00 | 10600,00 | 10148,00 | 40 |
| 40 | 10148,00 | 9721,10 | 9314,50 | 8926,90 | 8557,50 | 8205,30 | 45 |
| 45 | 8205,30 | 7869,30 | 7548,90 | 7243,10 | 6951,20 | 6672,60 | 50 |
| 50 | 6672,60 | 6404,60 | 6148,90 | 5904,60 | 5671,40 | 5448,60 | 55 |
| 55 | 5448,60 | 5235,70 | 5032,30 | 4837,80 | 4651,80 | 4473,90 | 60 |
| 60 | 4473,90 | 4303,60 | 4140,50 | 3984,40 | 3835,00 | 3691,80 | 65 |
| 65 | 3691,80 | 3554,70 | 3423,30 | 3297,40 | 3176,60 | 3060,90 | 70 |
| 70 | 3060,90 | 2950,30 | 2844,20 | 2742,40 | 2644,70 | 2551,00 | 75 |
| 75 | 2551,00 | 2461,00 | 2374,60 | 2291,70 | 2212,00 | 2135,50 | 80 |
| 80 | 2135,50 | 2062,70 | 1992,70 | 1925,40 | 1860,70 | 1798,60 | 85 |
| 85 | 1798,60 | 1738,80 | 1681,20 | 1625,90 | 1572,60 | 1521,40 | 90 |
| 90 | 1521,40 | 1471,60 | 1423,80 | 1377,70 | 1333,20 | 1290,50 | 95 |
| 95 | 1290,50 | 1249,30 | 1209,60 | 1171,30 | 1134,40 | 1098,80 | 100 |
| 100 | 1098,80 | 1064,70 | 1031,90 | 1000,20 | 969,58 | 940,06 | 105 |
| 105 | 940,06 | 911,58 | 884,08 | 857,54 | 831,91 | 807,17 | 110 |
| 110 | 807,17 | 783,13 | 759,90 | 737,47 | 715,80 | 694,85 | 115 |
| 115 | 694,85 | 674,60 | 655,04 | 636,12 | 617,82 | 600,13 | 120 |
| 120 | 600,13 | 583,06 | 566,54 | 550,56 | 535,09 | 520,13 | 125 |
| 125 | 520,13 | 505,64 | 491,62 | 478,05 | 464,90 | 452,17 | 130 |
| 130 | 452,17 | 439,88 | 427,96 | 416,42 | 405,24 | 394,41 | 135 |
| 135 | 394,41 | 383,91 | 373,73 | 363,86 | 354,29 | 345,01 | 140 |
| 140 | 345,01 | 336,04 | 327,34 | 318,90 | 310,72 | 302,77 | 145 |
| 145 | 302,77 | 295,06 | 287,58 | 280,32 | 273,27 | 266,42 | 150 |
| 150 | 266,42 | 259,78 | 253,33 | 247,07 | 240,99 | 235,08 | 155 |

- Anwendung** Temperaturmessung in Luft und in Flüssigkeiten
- Ausführung** Metallgehäuse, Heißeleiter elektrisch isoliert
- Anschlüsse** PVC-Anschlußkabel H03VV-F2 × 075 weiß DIN 57281
- Kennzeichnung** Kabelmarkierer gemäß Kenndaten



Gewicht: ca. 120 g

Anwendungsklasse **JSD**
nach DIN 40 040

- Untere Grenztemperatur **J** – 10 °C
 Obere Grenztemperatur **S** + 70 °C
 Feuchteklasse **D** Mittlere relative Feuchte ≤ 80 %
 100 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 90 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 Betauung ist zulässig

Lagertemperaturen

- Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 10 °C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 70 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|------------------------------|-------------------------|----------|--------|---------------|--|
| M 831/10 %/1 kΩ/2,1 | 1,0 kΩ | ± 10 % | 3730 K | 1011 | Q63483–M1001–K40 |
| M 831/10 %/1,5 kΩ/2,1 | 1,5 kΩ | ± 10 % | 3900 K | 1013 | Q63483–M1001–K45 |
| M 831/S1/2 kΩ/0,5 | 2,0 kΩ ¹⁾ | ± 3,5 % | 3560 K | 1307 | Q63383–M1002–S14 |
| M 831/10 %/3,3 kΩ/2,1 | 3,3 kΩ | ± 10 % | 3950 K | 4001 | Q63483–M1003–K43 <input checked="" type="checkbox"/> |
| M 831/10 %/6,8 kΩ/2,1 | 6,8 kΩ | ± 10 % | 4100 K | 2004 | Q63483–M1006–K48 <input checked="" type="checkbox"/> |
| M 831/S1/9,4 kΩ/2,1 | 9,4 kΩ ²⁾ | ± 10 % | 3560 K | 1307 | Q63483–M1009–S144 |
| M 831/10 %/10 kΩ/2,1 | 10,0 kΩ | ± 10 % | 4100 K | 2004 | Q63483–M1010–K40 <input checked="" type="checkbox"/> |
| M 831/10 %/22 kΩ/2,1 | 22,0 kΩ | ± 10 % | 4250 K | 4002 | Q63483–M1022–K40 |

Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

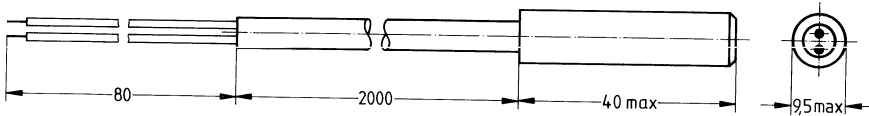
¹⁾ R_5

²⁾ R_{-30}

Kenndaten

| Typ | M 831 | 10% | 10% | S 1 | 10% | 10% | S 1 | 10% | 10% | Einheit |
|---|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| | | 1 k Ω 2,1 | 1,5 k Ω 2,1 | 2 k Ω 0,5 | 3,3 k Ω 2,1 | 6,8 k Ω 2,1 | 9,4 k Ω 2,1 | 10 k Ω 2,1 | 22 k Ω 2,1 | |
| Nennwiderstand | R_N | 1 | 1,5 | 2 | 3,3 | 6,8 | 9,4 | 10 | 22 | k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 | 25 | 5 | 25 | 25 | -30 | 25 | 25 | $^{\circ}\text{C}$ |
| Toleranz | ΔR_N | ± 10 | ± 10 | $\pm 3,5$ | ± 10 | ± 10 | ± 10 | ± 10 | ± 10 | % |
| B-Wert | B | 3730 | 3900 | 3560 | 3950 | 4100 | 3560 | 4100 | 4250 | K |
| Toleranz | ΔB | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | ± 5 | % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 1011 | 1013 | 1307 | 4001 | 2004 | 1307 | 2004 | 4002 | |
| Belastbarkeit bei 25 $^{\circ}\text{C}$ | P_{25} | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | mW |
| Wärmeleitwert | | | | | | | | | | |
| in Luft | G_{thu} | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | mW/K |
| in Wasser | G_{thw} | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | | | | | | | | | | |
| in Luft | τ_{th} | ca. 200 | ca. 200 | ca. 200 | ca. 200 | ca. 200 | ca. 200 | ca. 200 | ca. 200 | s |
| in Wasser | τ_{thw} | ca. 22 | ca. 22 | ca. 22 | ca. 22 | ca. 22 | ca. 22 | ca. 22 | ca. 22 | s |
| Kabellänge | l | 2100 | 2100 | 500 | 2100 | 2100 | 2100 | 2100 | 2100 | mm |
| Kennzeichen | | 2 | 3 | - | 10 | 4 | 1 | 5 | 6 | - |
| Isolationswiderstand | R_{is} | 10^3 | 10^3 | 10^3 | 10^3 | 10^3 | 10^3 | 10^3 | 10^3 | M Ω |
| Prüfspannung | U_{is} | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | V |
| Prüfdauer | t_p | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | s |

- Anwendung** Temperaturmessung in Luft und in Flüssigkeiten
Ausführung Heißleiter im Metallgehäuse; elektrisch isoliert
Anschlüsse Anschlußkabel PVC H03VV-F2 × 0,75 weiß, DIN 57 281,
 Länge 2 m, Aderendhülsen



Gewicht: ca. 105 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40 040

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

JSD

- J** - 10 °C
S + 70 °C
D Mittlere relative Feuchte ≤ 80 %
 100 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 90 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 Betauung ist zulässig

Lagertemperaturen

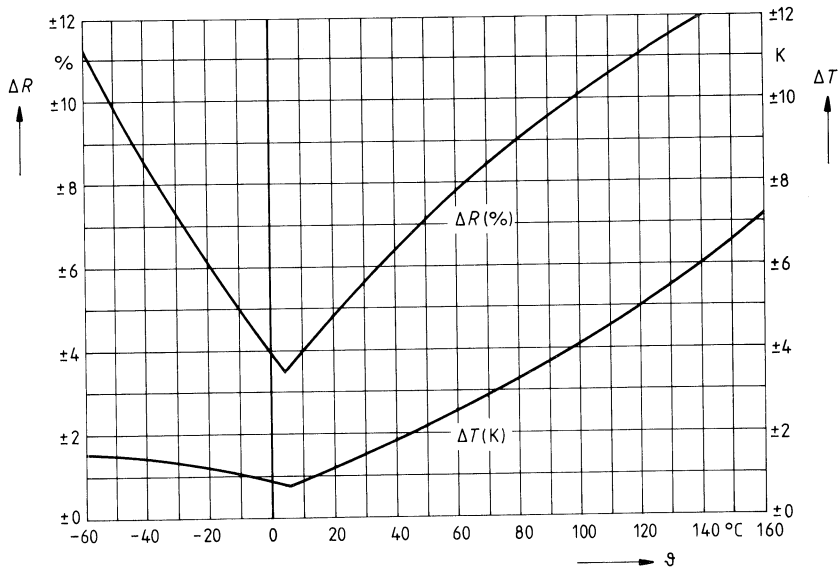
Untere Grenztemperatur $\vartheta_{s (min)}$ - 10 °C
 Obere Grenztemperatur $\vartheta_{s (max)}$ + 70 °C

| Typ | Nennwiderstand R_5 | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-----------------|----------------------|----------|--------|---------------|--------------------|
| M 831/3,5%/2 kΩ | 2 kΩ | ± 3,5 % | 3560 K | 1307 | Q63083-M1202-S221 |

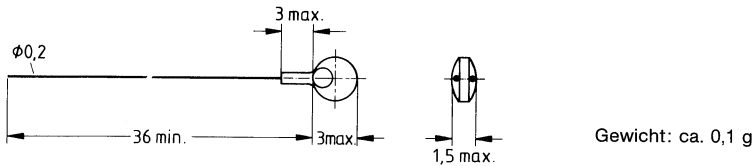
Kenndaten

| | | |
|------------------------------|---------------|----------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 2 kΩ |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 5 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 3,5% |
| B -Wert | $B_{25/100}$ | 3560 K |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 1307 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 1000 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thu} | ca. 11 mW/K |
| Wärmeleitwert (Wasser) | G_{thw} | ca. 20 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante (Luft) | τ_{thu} | ca. 200 s |
| Abkühlzeitkonstante (Wasser) | τ_{thw} | ca. 22 s |
| Isolationswiderstand | R_{is} | ≥ 10 ⁹ MΩ |
| Prüfspannung | U_{is} | 2500 V |
| Prüfdauer | t_p | 1 s |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



- Anwendung** Präzisions-Meßheißleiter für sehr genaue Temperaturmessung im Bereich -40 bis $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Ausführung** Heißleiterscheibe, lackiert
- Anschlüsse** Anschlußdrähte, schlecht wärmeleitend, versilbert
- Kennzeichnung** keine
- Qualitätsmerkmal** Hohe Stabilität durch besondere Materialauswahl und spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Anwendungsklasse
nach DIN 40040

GMF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

G $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$
M $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$
F Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$
95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
85% an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | Bestellbezeichnung |
|----------------------|-------------------------|-------------|--------|--------------------|
| M 841/S1/3 kΩ | 3 kΩ | $\pm 0,4\%$ | 3980 K | Q63084-M1302-S1 |
| M 841/S1/5 kΩ | 5 kΩ | $\pm 0,4\%$ | 3980 K | Q63084-M1502-S1 |

Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

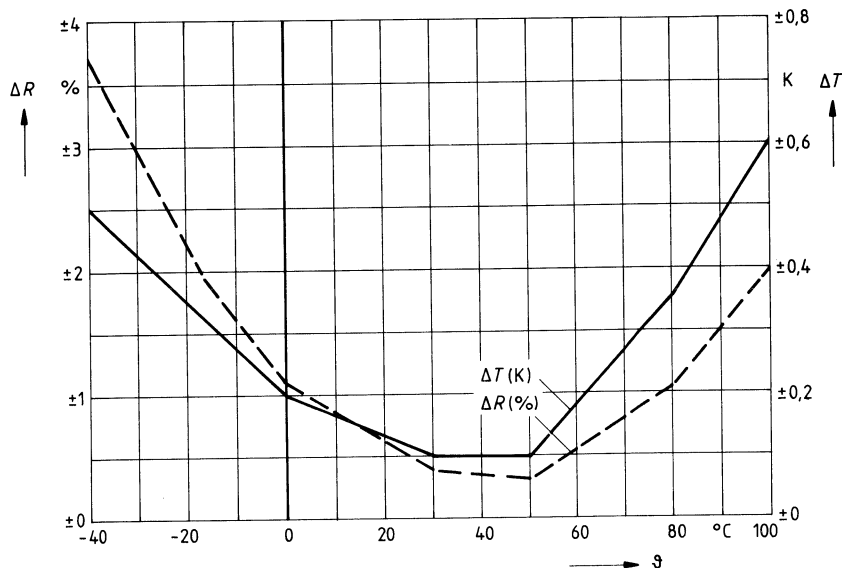
Kenndaten

| | | |
|-------------------------|-----------------|---------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_{40} | $\pm 0,4\%$ |
| B-Wert | B | 3980 K |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 20 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 0 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | ca. 1 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 20 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 20 mJ/K |

Stabilität der elektrischen Werte

Die maximale Widerstandsänderung bei 10000 Betriebsstunden im Bereich -40 bis $+100$ °C beträgt $\Delta R_{10.} < 1\%$.

Wird der Bereich, in dem die Heißeiter betrieben werden, auf 0 bis $+60$ °C eingengt, so sind in 10000 Betriebsstunden keine größeren Widerstandsänderungen als $\pm 0,3\%$ vom Anfangswert zu erwarten.

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

Widerstands-Temperatur-Charakteristik
 (Widerstandswerte in Ω)
Typ M 841/S1/3 k Ω

| Temperatur °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Temperatur °C |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| -40 | 101490,00 | 94945,00 | 88863,00 | 83213,00 | 77961,00 | 73077,00 | -35 |
| -35 | 73077,00 | 68532,00 | 64300,00 | 60358,01 | 56685,00 | 53259,00 | -30 |
| -30 | 53259,00 | 50047,00 | 47050,00 | 44253,00 | 41640,00 | 39200,00 | -25 |
| -25 | 39200,00 | 36918,00 | 34784,00 | 32788,00 | 30919,00 | 29168,00 | -20 |
| -20 | 29168,00 | 27521,00 | 25978,00 | 24532,00 | 23175,00 | 21902,00 | -15 |
| -15 | 21902,00 | 20707,00 | 19585,00 | 18531,00 | 17540,00 | 16608,00 | -10 |
| -10 | 16608,00 | 15729,00 | 14902,00 | 14123,00 | 13390,00 | 12700,00 | -5 |
| -5 | 12700,00 | 12049,00 | 11436,00 | 10858,00 | 10313,00 | 9798,00 | 0 |
| 0 | 9798,00 | 9310,70 | 8850,60 | 8416,10 | 8005,60 | 7617,50 | 5 |
| 5 | 7617,50 | 7250,70 | 6903,70 | 6575,40 | 6264,70 | 5970,50 | 10 |
| 10 | 5970,50 | 5691,20 | 5426,50 | 5175,80 | 4938,20 | 4712,80 | 15 |
| 15 | 4712,80 | 4499,10 | 4296,30 | 4103,80 | 3921,10 | 3747,60 | 20 |
| 20 | 3747,60 | 3582,50 | 3425,60 | 3276,50 | 3134,80 | 3000,00 | 25 |
| 25 | 3000,00 | 2871,70 | 2749,50 | 2633,30 | 2522,60 | 2417,20 | 30 |
| 30 | 2417,20 | 2316,70 | 2221,00 | 2129,70 | 2042,70 | 1959,80 | 35 |
| 35 | 1959,80 | 1880,70 | 1805,20 | 1733,10 | 1664,40 | 1598,70 | 40 |
| 40 | 1598,70 | 1535,90 | 1475,90 | 1418,60 | 1363,80 | 1311,50 | 45 |
| 45 | 1311,50 | 1261,40 | 1213,50 | 1167,70 | 1123,90 | 1081,90 | 50 |
| 50 | 1081,90 | 1041,70 | 1003,20 | 966,39 | 931,08 | 897,25 | 55 |
| 55 | 897,25 | 864,83 | 833,75 | 803,96 | 775,38 | 747,97 | 60 |
| 60 | 747,97 | 721,67 | 696,43 | 672,20 | 648,94 | 626,59 | 65 |
| 65 | 626,59 | 605,13 | 584,51 | 564,70 | 545,66 | 527,35 | 70 |
| 70 | 527,35 | 509,77 | 492,86 | 476,60 | 460,95 | 445,89 | 75 |
| 75 | 445,89 | 431,40 | 417,45 | 404,02 | 391,08 | 378,63 | 80 |
| 80 | 378,63 | 366,64 | 355,10 | 343,97 | 333,24 | 322,90 | 85 |
| 85 | 322,90 | 312,94 | 303,32 | 294,05 | 285,11 | 276,48 | 90 |
| 90 | 276,48 | 268,16 | 260,13 | 252,38 | 244,90 | 237,67 | 95 |
| 95 | 237,67 | 230,70 | 223,95 | 217,44 | 211,15 | 205,07 | 100 |

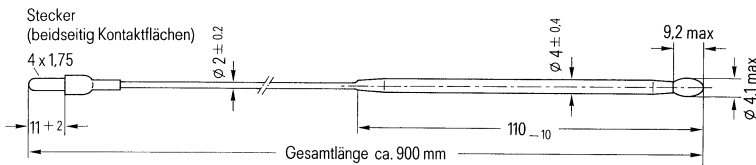
Widerstands-Temperatur-Charakteristik
 (Widerstandswerte in Ω)
Typ M 841/S1/5 k Ω

| Temperatur °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Temperatur °C |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| -40 | 169160,00 | 158240,00 | 148110,00 | 138690,00 | 129940,00 | 121790,00 | -35 |
| -35 | 121790,00 | 114220,00 | 107170,00 | 100600,00 | 94475,00 | 88766,00 | -30 |
| -30 | 88766,00 | 83412,00 | 78417,00 | 73755,00 | 69401,00 | 65333,00 | -25 |
| -25 | 65333,00 | 61530,00 | 57973,00 | 54646,01 | 51531,00 | 48614,00 | -20 |
| -20 | 48614,00 | 45869,00 | 43297,00 | 40886,00 | 38625,00 | 36503,00 | -15 |
| -15 | 36503,00 | 34511,00 | 32641,00 | 30884,00 | 29233,00 | 27680,00 | -10 |
| -10 | 27680,00 | 26215,00 | 24836,00 | 23538,00 | 22317,00 | 21166,00 | -5 |
| -5 | 21166,00 | 20082,00 | 19060,00 | 18097,00 | 17188,00 | 16330,00 | 0 |
| 0 | 16330,00 | 15518,00 | 14751,00 | 14027,00 | 13343,00 | 12696,00 | 5 |
| 5 | 12696,00 | 12084,00 | 11506,00 | 10959,00 | 10441,00 | 9950,80 | 10 |
| 10 | 9950,00 | 9485,30 | 9044,20 | 8626,30 | 8230,20 | 7854,70 | 15 |
| 15 | 7854,70 | 7498,50 | 7160,50 | 6839,70 | 6535,20 | 6246,00 | 20 |
| 20 | 6246,00 | 5970,80 | 5709,40 | 5460,90 | 5224,70 | 5000,00 | 25 |
| 25 | 5000,00 | 4786,10 | 4582,50 | 4388,80 | 4204,40 | 4028,70 | 30 |
| 30 | 4028,70 | 3861,20 | 3701,60 | 3549,60 | 3404,60 | 3266,30 | 35 |
| 35 | 3266,30 | 3134,40 | 3008,60 | 2888,50 | 2773,90 | 2664,50 | 40 |
| 40 | 2664,50 | 2559,80 | 2459,90 | 2364,30 | 2273,00 | 2185,80 | 45 |
| 45 | 2185,80 | 2102,30 | 2022,50 | 1946,20 | 1873,10 | 1803,20 | 50 |
| 50 | 1803,20 | 1736,20 | 1672,10 | 1610,60 | 1551,80 | 1495,40 | 55 |
| 55 | 1495,40 | 1441,40 | 1389,60 | 1339,90 | 1292,30 | 1246,60 | 60 |
| 60 | 1246,60 | 1202,80 | 1160,70 | 1120,30 | 1081,60 | 1044,30 | 65 |
| 65 | 1044,30 | 1008,60 | 974,19 | 941,17 | 909,43 | 878,92 | 70 |
| 70 | 878,92 | 849,62 | 821,43 | 794,33 | 768,24 | 743,15 | 75 |
| 75 | 743,15 | 719,00 | 695,75 | 673,36 | 651,81 | 631,04 | 80 |
| 80 | 631,04 | 611,07 | 591,83 | 573,28 | 555,40 | 538,17 | 85 |
| 85 | 538,17 | 521,56 | 505,54 | 490,08 | 475,18 | 460,79 | 90 |
| 90 | 460,79 | 446,93 | 433,55 | 420,63 | 408,16 | 396,12 | 95 |
| 95 | 396,12 | 384,49 | 373,26 | 362,40 | 351,92 | 341,78 | 100 |

- Anwendung** Hautoberflächen-Temperaturmessung in der Medizin
- Ausführung** Keramikgehäuse
- Zulassung** Die Bauart dieser Temperaturfühler ist von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt mit dem Zulassungsschein 26/78-3.12 vom 31. Mai 1978 zur Eichung zugelassen. Sie tragen das Zulassungszeichen

| |
|------|
| MET |
| 402p |

Das Zeichen ist aufgestempelt
- Eichung** Die Heißleiter sind vom Bayerischen Landesamt für Maß und Gewicht geeicht (siehe auch Pkt. 4.3)



Gewicht: ca. 4,8 g

- Anwendungsklasse** **HQC**
nach DIN 40040
- Untere Grenztemperatur **H** - 25 °C
Obere Grenztemperatur **Q** + 80 °C
Feuchtekategorie **C** Mittlere relative Feuchte \leq 95 %
100 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
100 % an den übrigen Tagen gelegentlich
Betauung ist zulässig

- Lagertemperaturen**
- Untere Grenztemperatur $\vartheta_{s \text{ (min)}}$ - 25 °C
Obere Grenztemperatur $\vartheta_{s \text{ (max)}}$ + 65 °C

Kenndaten

| | | |
|-----------------------------------|-----------------|--|
| Nennwiderstand | R_N | 5000 Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3981 K |
| Grundwertereihe (s. Seite 164) | R_{Gr} | Die Grundwertereihe errechnet sich nach folgender empirisch gefundenen Gleichung: $R(\vartheta) = 5000 \cdot \exp \left[B(\vartheta) \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right]$ $B(\vartheta) = 3981 (0,9683 + 4,83 \cdot 10^{-4} \vartheta - 1,66 \cdot 10^{-6} \vartheta^2)$ $T_0 = 298,15 \text{ K}$ |
| Zul. Abweichung | ΔR_{Gr} | ±0,1 K im Bereich 30 bis 50 °C; ±0,2 K im Bereich 0 bis 30 °C |
| Belastbarkeit | $P_{me\beta}$ | 0,15 mW |
| Wärmeleitwert | | |
| in Luft | G_{thu} | 3 mW/K |
| in Wasser | G_{thw} | 20 mW/K |
| Abkühlkonstante | | |
| in Luft | τ_{thu} | 35 s |
| in Wasser | τ_{thw} | 2,5 s |
| Isolationswiderstand | R_{is} | 100 MΩ |
| Prüfspannung | U_{is} | 250 V |
| Prüfdauer | t_p | 1 s |

| Typ | Bestellnummer |
|-----------------------|-------------------|
| M 847/X1/5 kΩ geeicht | Q63084–M7502–X102 |

**M 847/X1/5 kΩ geeicht
Standardfühler SF 1**

Grundwertereihe

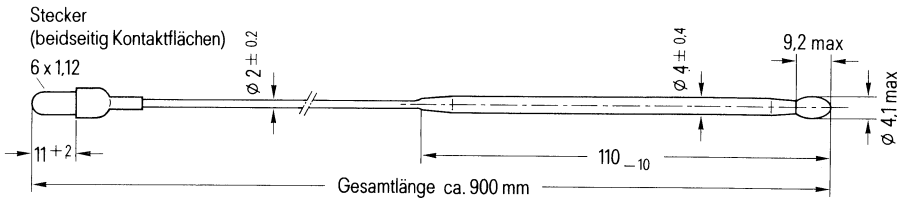
| Temperatur °C | Widerstand Ω | Ω | Ω | Ω | Ω |
|------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| 0,0 | 16326,2 | 16243,0 | 16160,3 | 16078,1 | 15996,4 |
| 1,0 | 15515,7 | 15437,2 | 15359,1 | 15281,5 | 15204,3 |
| 2,0 | 14750,2 | 14676,1 | 14602,3 | 14528,9 | 14456,0 |
| 3,0 | 14027,0 | 13956,9 | 13887,1 | 13817,8 | 13748,9 |
| 4,0 | 13343,3 | 13277,1 | 13211,2 | 13145,6 | 13080,5 |
| 5,0 | 12697,0 | 12634,3 | 12572,0 | 12510,0 | 12448,4 |
| 6,0 | 12085,6 | 12026,4 | 11967,4 | 11908,8 | 11850,5 |
| 7,0 | 11507,3 | 11451,2 | 11395,4 | 11339,9 | 11284,7 |
| 8,0 | 10959,9 | 10996,8 | 10853,9 | 10801,4 | 10749,2 |
| 9,0 | 10441,6 | 10391,4 | 10341,3 | 10291,6 | 10242,1 |
| 10,0 | 9950,9 | 9903,2 | 9855,9 | 9808,8 | 9761,9 |
| 11,0 | 9488,0 | 9440,8 | 9395,9 | 9351,3 | 9306,9 |
| 12,0 | 9045,4 | 9002,6 | 8960,1 | 8917,8 | 8875,7 |
| 13,0 | 8627,8 | 8567,3 | 8546,9 | 8506,8 | 8466,9 |
| 14,0 | 8231,8 | 8193,4 | 8155,1 | 8117,1 | 8079,2 |
| 15,0 | 7856,3 | 7819,8 | 7783,5 | 7747,4 | 7711,5 |
| 16,0 | 7500,0 | 7465,4 | 7430,9 | 7396,7 | 7362,6 |
| 17,0 | 7161,8 | 7129,0 | 7096,3 | 7063,8 | 7031,4 |
| 18,0 | 6840,8 | 6809,6 | 6778,6 | 6747,7 | 6717,0 |
| 19,0 | 6530,0 | 6506,3 | 6476,9 | 6447,5 | 6418,4 |
| 20,0 | 6246,4 | 6218,3 | 6190,3 | 6162,4 | 6134,7 |
| 21,0 | 5971,3 | 5944,5 | 5917,9 | 5891,4 | 5865,1 |
| 22,0 | 5709,8 | 5684,4 | 5659,1 | 5633,9 | 5608,9 |
| 23,0 | 5461,2 | 5437,1 | 5413,0 | 5389,1 | 5365,3 |
| 24,0 | 5224,8 | 5201,9 | 5179,0 | 5156,2 | 5133,6 |
| 25,0 | 5000,0 | 4978,1 | 4956,4 | 4934,7 | 4913,1 |
| 26,0 | 4780,1 | 4765,2 | 4744,5 | 4723,9 | 4703,4 |
| 27,0 | 4582,5 | 4562,6 | 4542,9 | 4523,3 | 4503,8 |
| 28,0 | 4388,6 | 4369,8 | 4351,0 | 4332,3 | 4313,7 |
| 29,0 | 4204,0 | 4186,1 | 4168,2 | 4150,4 | 4132,7 |
| 30,0 | 4028,2 | 4011,1 | 3994,1 | 3977,1 | 3960,3 |
| 31,0 | 3860,7 | 3844,4 | 3828,2 | 3812,1 | 3796,0 |
| 32,0 | 3701,1 | 3685,6 | 3670,1 | 3654,7 | 3639,4 |
| 33,0 | 3549,0 | 3534,2 | 3519,4 | 3504,7 | 3490,1 |
| 34,0 | 3403,9 | 3389,8 | 3375,7 | 3361,7 | 3347,8 |
| 35,0 | 3265,5 | 3252,1 | 3238,6 | 3225,3 | 3212,0 |
| 36,0 | 3133,5 | 3120,7 | 3107,9 | 3095,1 | 3082,5 |
| 37,0 | 3007,6 | 2995,3 | 2983,1 | 2970,9 | 2958,8 |
| 38,0 | 2887,4 | 2875,7 | 2864,0 | 2852,4 | 2840,8 |
| 39,0 | 2772,6 | 2761,4 | 2750,3 | 2739,2 | 2728,2 |
| 40,0 | 2663,1 | 2652,4 | 2641,7 | 2631,1 | 2620,6 |
| 41,0 | 2555,4 | 2543,2 | 2538,0 | 2527,9 | 2517,8 |
| 42,0 | 2458,4 | 2448,6 | 2438,9 | 2429,3 | 2419,7 |
| 43,0 | 2362,8 | 2353,5 | 2344,2 | 2335,0 | 2325,8 |
| 44,0 | 2271,5 | 2262,6 | 2253,7 | 2244,9 | 2236,1 |
| 45,0 | 2184,2 | 2175,7 | 2167,2 | 2158,8 | 2150,4 |
| 46,0 | 2100,7 | 2092,6 | 2084,4 | 2076,4 | 2068,3 |
| 47,0 | 2020,8 | 2013,1 | 2005,3 | 1997,6 | 1989,9 |
| 48,0 | 1944,4 | 1937,0 | 1929,6 | 1922,2 | 1914,8 |
| 49,0 | 1871,3 | 1864,2 | 1857,1 | 1850,0 | 1843,0 |
| Temperatur | 0,0 °C | 0,1 °C | 0,2 °C | 0,3 °C | 0,4 °C |

**M 847/X1/5 kΩ geeicht
Standardfühler SF 1**

| Widerstand Ω | Ω | Ω | Ω | Ω | Ω | Temperatur °C |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|
| 15915,1 | 15834,3 | 15754,0 | 15674,1 | 15594,7 | 15515,7 | 1,0 |
| 15127,5 | 15051,2 | 14975,3 | 14899,9 | 14824,8 | 14750,2 | 2,0 |
| 14383,5 | 14311,4 | 14239,7 | 14168,4 | 14097,5 | 14027,0 | 3,0 |
| 13680,4 | 13612,2 | 13544,4 | 13477,0 | 13410,0 | 13343,3 | 4,0 |
| 13015,6 | 12951,2 | 12887,1 | 12823,4 | 12760,0 | 12697,0 | 5,0 |
| 12387,1 | 12326,1 | 12265,5 | 12205,2 | 12145,3 | 12085,6 | 6,0 |
| 11792,5 | 11734,6 | 11677,4 | 11620,4 | 11563,7 | 11507,3 | 7,0 |
| 11229,8 | 11175,2 | 11120,9 | 11067,0 | 11013,3 | 10959,9 | 8,0 |
| 10697,2 | 10645,5 | 10594,2 | 10543,0 | 10492,2 | 10441,6 | 9,0 |
| 10192,9 | 10144,0 | 10095,3 | 10046,9 | 9998,8 | 9950,9 | 10,0 |
| 9715,3 | 9668,9 | 9622,8 | 9576,9 | 9531,3 | 9486,0 | 11,0 |
| 9262,7 | 9218,8 | 9175,1 | 9131,6 | 9088,4 | 9045,4 | 12,0 |
| 8833,8 | 8792,2 | 8750,8 | 8709,6 | 8668,6 | 8627,8 | 13,0 |
| 8427,2 | 8387,7 | 8348,4 | 8309,4 | 8270,5 | 8231,8 | 14,0 |
| 8041,6 | 8004,1 | 7966,9 | 7929,8 | 7893,0 | 7856,3 | 15,0 |
| 7675,8 | 7640,3 | 7604,9 | 7569,8 | 7534,8 | 7500,0 | 16,0 |
| 7328,7 | 7295,0 | 7261,4 | 7228,0 | 7194,8 | 7161,8 | 17,0 |
| 6999,2 | 6967,2 | 6935,4 | 6903,7 | 6872,2 | 6840,8 | 18,0 |
| 6686,4 | 6656,0 | 6625,8 | 6595,7 | 6565,7 | 6536,0 | 19,0 |
| 6389,3 | 6360,5 | 6331,7 | 6303,1 | 6274,7 | 6246,4 | 20,0 |
| 6107,1 | 6079,7 | 6052,4 | 6025,2 | 5998,2 | 5971,3 | 21,0 |
| 5838,9 | 5812,8 | 5786,9 | 5761,1 | 5735,4 | 5709,8 | 22,0 |
| 5584,0 | 5559,2 | 5534,5 | 5510,0 | 5485,5 | 5461,2 | 23,0 |
| 5341,6 | 5318,0 | 5294,5 | 5271,2 | 5248,0 | 5224,8 | 24,0 |
| 5111,0 | 5088,6 | 5066,3 | 5044,1 | 5022,0 | 5000,0 | 25,0 |
| 4891,7 | 4870,4 | 4849,1 | 4828,0 | 4807,0 | 4786,1 | 26,0 |
| 4683,0 | 4662,7 | 4642,5 | 4622,4 | 4602,4 | 4582,5 | 27,0 |
| 4484,3 | 4465,0 | 4445,8 | 4426,6 | 4407,6 | 4389,6 | 28,0 |
| 4295,2 | 4276,8 | 4258,5 | 4240,2 | 4222,1 | 4204,0 | 29,0 |
| 4115,1 | 4097,5 | 4080,1 | 4062,7 | 4045,4 | 4028,2 | 30,0 |
| 3943,5 | 3926,8 | 3910,2 | 3893,6 | 3877,1 | 3860,7 | 31,0 |
| 3780,0 | 3764,1 | 3748,2 | 3732,4 | 3716,7 | 3701,1 | 32,0 |
| 3624,1 | 3609,0 | 3593,9 | 3578,8 | 3563,9 | 3549,0 | 33,0 |
| 3475,6 | 3461,1 | 3446,7 | 3432,4 | 3418,1 | 3403,9 | 34,0 |
| 3333,9 | 3320,1 | 3306,4 | 3292,7 | 3279,1 | 3265,5 | 35,0 |
| 3198,8 | 3185,6 | 3172,5 | 3159,4 | 3146,5 | 3133,5 | 36,0 |
| 3069,8 | 3057,3 | 3044,8 | 3032,3 | 3019,9 | 3007,6 | 37,0 |
| 2946,8 | 2934,8 | 2922,9 | 2911,0 | 2899,2 | 2887,4 | 38,0 |
| 2829,3 | 2817,9 | 2806,5 | 2795,2 | 2783,9 | 2772,6 | 39,0 |
| 2717,2 | 2706,3 | 2695,4 | 2684,6 | 2673,8 | 2663,1 | 40,0 |
| 2610,1 | 2599,7 | 2589,3 | 2578,9 | 2568,6 | 2558,4 | 41,0 |
| 2507,8 | 2497,8 | 2487,9 | 2478,0 | 2468,2 | 2458,4 | 42,0 |
| 2410,1 | 2400,5 | 2391,1 | 2381,6 | 2372,2 | 2362,8 | 43,0 |
| 2316,7 | 2307,6 | 2298,5 | 2289,5 | 2280,5 | 2271,5 | 44,0 |
| 2227,4 | 2218,7 | 2210,0 | 2201,4 | 2192,8 | 2184,2 | 45,0 |
| 2142,0 | 2133,7 | 2125,4 | 2117,1 | 2108,9 | 2100,7 | 46,0 |
| 2060,3 | 2052,4 | 2044,4 | 2036,5 | 2028,7 | 2020,8 | 47,0 |
| 1982,2 | 1974,6 | 1967,0 | 1959,5 | 1951,9 | 1944,4 | 48,0 |
| 1907,5 | 1900,2 | 1892,9 | 1885,7 | 1878,5 | 1871,3 | 49,0 |
| 1836,0 | 1829,0 | 1822,0 | 1815,1 | 1808,2 | 1801,4 | 50,0 |

0,5 °C 0,6 °C 0,7 °C 0,8 °C 0,9 °C 1,0 °C Temperatur

| | |
|-------------------|--|
| Anwendung | Hautoberflächen-Temperaturmessung in der Medizin |
| Ausführung | Keramikgehäuse |
| Zulassung | Die Bauart dieser Temperaturfühler ist von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt mit dem Zulassungsschein 27/78-3.12 vom 31. Mai 1978 zur Eichung zugelassen. Sie tragen das Zulassungszeichen MET Das Zeichen ist aufgestempelt 403 |
| Eichung | Die Heißleiter sind vom Bayerischen Landesamt für Maß und Gewicht geeicht (siehe auch Pkt. 4.3) |




Gewicht: ca. 4,8 g

| | |
|--------------------------|---|
| Anwendungsklasse | HQC |
| nach DIN 40 040 | |
| Untere Grenztemperatur | H - 25 °C |
| Obere Grenztemperatur | Q + 80 °C |
| Feuchteklasse | C Mittlere relative Feuchte ≤ 95% 100% an 30 Tagen im Jahr andauernd 100% an den übrigen Tagen gelegentlich Betauung ist zulässig |
| Lagertemperaturen | |
| Untere Grenztemperatur | \mathcal{I}_s (min) - 25 °C |
| Obere Grenztemperatur | \mathcal{I}_s (max) + 65 °C |

Kenndaten

| | | |
|-----------------------------------|-----------------|--|
| Nennwiderstand | R_N | 5000 Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3920 K |
| Grundwertereihe (s. Seite 168) | R_{Gr} | Die Grundwertereihe errechnet sich nach folgender empirisch gefundenen Gleichung: $R(\vartheta) = 4951,8 \cdot \exp \left[B(\vartheta) \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right]$ $B(\vartheta) = 3920 (0,9683 + 4,83 \cdot 10^{-4} \vartheta - 1,66 \cdot 10^{-6} \vartheta^2)$ $T_0 = 298,15 \text{ K}$ |
| Zul. Abweichung | ΔR_{Gr} | ± 0,1 K im Bereich 30 °C bis 50 °C; ± 0,2 K im Bereich 0 °C bis 30 °C |
| Belastbarkeit | $P_{me\beta}$ | 0,15 mW |
| Wärmeleitwert | | |
| in Luft | G_{thu} | 3 mW/K |
| in Wasser | G_{thw} | 20 mW/K |
| Abkühlkonstante | | |
| in Luft | τ_{thu} | 35 s |
| in Wasser | τ_{thw} | 2,5 s |
| Isolationswiderstand | R_{is} | 100 MΩ |
| Prüfspannung | U_{is} | 250 V |
| Prüfdauer | t_p | 1 s |

| Typ | Bestellnummer |
|-----------------------|---|
| M 847/X3/5 kΩ geeicht | Q63084–M7502–X3  |

**M 847/X3/5 k Ω geeicht
Standardfühler SF 2**

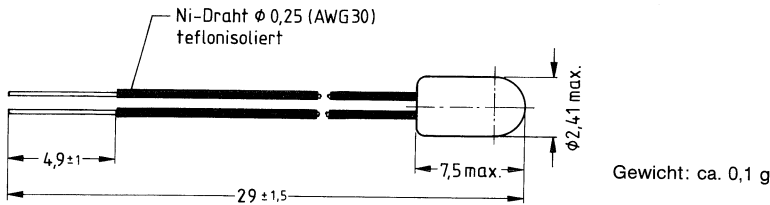
Grundwertereihe

| Temperatur °C | Widerstand Ω | Ω | Ω | Ω | Ω |
|------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 0,0 | 15878,2 | 15798,6 | 15719,4 | 15640,7 | 15562,4 |
| 1,0 | 15101,8 | 15026,2 | 14951,7 | 14877,3 | 14803,3 |
| 2,0 | 14367,9 | 14296,7 | 14226,0 | 14155,6 | 14085,6 |
| 3,0 | 13673,9 | 13606,6 | 13539,7 | 13473,1 | 13406,9 |
| 4,0 | 13017,4 | 12953,8 | 12890,5 | 12827,5 | 12764,9 |
| 5,0 | 12396,3 | 12336,0 | 12276,1 | 12216,5 | 12157,2 |
| 6,0 | 11808,4 | 11751,3 | 11694,6 | 11638,2 | 11582,1 |
| 7,0 | 11251,7 | 11197,7 | 11144,0 | 11090,5 | 11037,4 |
| 8,0 | 10724,5 | 10673,3 | 10622,4 | 10571,8 | 10521,4 |
| 9,0 | 10225,0 | 10176,5 | 10128,2 | 10080,3 | 10032,6 |
| 10,0 | 9751,6 | 9705,6 | 9659,9 | 9614,4 | 9569,2 |
| 11,0 | 9302,8 | 9259,2 | 9215,9 | 9172,7 | 9129,8 |
| 12,0 | 8877,2 | 8835,9 | 8794,8 | 8753,9 | 8713,2 |
| 13,0 | 8473,5 | 8434,3 | 8395,3 | 8356,5 | 8317,9 |
| 14,0 | 8090,5 | 8053,2 | 8016,2 | 7979,4 | 7942,7 |
| 15,0 | 7726,9 | 7691,5 | 7656,4 | 7621,4 | 7586,6 |
| 16,0 | 7381,7 | 7348,1 | 7314,7 | 7281,5 | 7248,5 |
| 17,0 | 7053,8 | 7022,0 | 6990,3 | 6958,7 | 6927,3 |
| 18,0 | 6742,4 | 6712,1 | 6682,0 | 6652,0 | 6622,2 |
| 19,0 | 6446,4 | 6417,7 | 6389,0 | 6360,5 | 6332,2 |
| 20,0 | 6165,1 | 6137,8 | 6110,6 | 6083,5 | 6056,5 |
| 21,0 | 5897,7 | 5871,6 | 5845,8 | 5820,0 | 5794,4 |
| 22,0 | 5643,3 | 5618,5 | 5593,9 | 5569,4 | 5545,0 |
| 23,0 | 5401,3 | 5377,7 | 5354,3 | 5331,0 | 5307,8 |
| 24,0 | 5171,0 | 5148,6 | 5126,3 | 5104,1 | 5082,0 |
| 25,0 | 4951,8 | 4930,5 | 4909,2 | 4888,1 | 4867,1 |
| 26,0 | 4743,1 | 4722,8 | 4702,6 | 4682,5 | 4662,4 |
| 27,0 | 4544,3 | 4525,0 | 4505,7 | 4486,6 | 4467,5 |
| 28,0 | 4355,0 | 4336,6 | 4318,2 | 4300,0 | 4281,8 |
| 29,0 | 4174,6 | 4157,0 | 4139,5 | 4122,1 | 4104,8 |
| 30,0 | 4002,6 | 3985,9 | 3969,2 | 3952,6 | 3936,1 |
| 31,0 | 3838,7 | 3822,7 | 3806,8 | 3791,0 | 3775,3 |
| 32,0 | 3682,4 | 3667,2 | 3652,0 | 3636,9 | 3621,9 |
| 33,0 | 3533,3 | 3518,7 | 3504,3 | 3489,9 | 3475,6 |
| 34,0 | 3391,0 | 3377,1 | 3363,3 | 3349,6 | 3335,9 |
| 35,0 | 3255,2 | 3242,0 | 3228,8 | 3215,7 | 3202,7 |
| 36,0 | 3125,6 | 3113,0 | 3100,4 | 3087,9 | 3075,5 |
| 37,0 | 3001,9 | 2909,8 | 2977,8 | 2965,9 | 2954,0 |
| 38,0 | 2883,7 | 2872,2 | 2860,7 | 2849,3 | 2837,9 |
| 39,0 | 2770,8 | 2759,8 | 2748,9 | 2738,0 | 2727,1 |
| 40,0 | 2663,0 | 2652,4 | 2642,0 | 2631,5 | 2621,2 |
| 41,0 | 2559,9 | 2549,8 | 2539,8 | 2529,8 | 2519,9 |
| 42,0 | 2461,3 | 2451,7 | 2442,1 | 2432,6 | 2423,1 |
| 43,0 | 2367,1 | 2357,9 | 2348,8 | 2339,6 | 2330,6 |
| 44,0 | 2277,0 | 2268,2 | 2259,4 | 2250,7 | 2242,0 |
| 45,0 | 2190,8 | 2182,4 | 2174,0 | 2165,6 | 2157,3 |
| 46,0 | 2108,3 | 2100,2 | 2092,2 | 2084,2 | 2076,3 |
| 47,0 | 2029,3 | 2021,6 | 2014,0 | 2006,3 | 1998,7 |
| 48,0 | 1953,8 | 1946,4 | 1939,0 | 1931,7 | 1924,5 |
| 49,0 | 1881,4 | 1874,3 | 1867,3 | 1860,3 | 1853,3 |
| Temperatur | 0,0 °C | 0,1 °C | 0,2 °C | 0,3 °C | 0,4 °C |

**M 847/X3/5 kΩ geeicht
Standardfühler SF 2**

| Widerstand Ω | Ω | Ω | Ω | Ω | Ω | Temperatur °C |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|
| 15484,6 | 15407,1 | 15330,2 | 15253,6 | 15177,5 | 15101,8 | 1,0 |
| 14729,7 | 14656,5 | 14583,8 | 14511,4 | 14439,5 | 14367,9 | 2,0 |
| 14016,1 | 13946,9 | 13878,1 | 13809,6 | 13741,6 | 13673,9 | 3,0 |
| 13341,1 | 13275,7 | 13210,6 | 13145,8 | 13081,5 | 13017,4 | 4,0 |
| 12702,6 | 12640,7 | 12579,1 | 12517,8 | 12456,9 | 12396,3 | 5,0 |
| 12098,3 | 12039,7 | 11981,4 | 11923,4 | 11865,7 | 11808,4 | 6,0 |
| 11526,2 | 11470,7 | 11415,5 | 11360,6 | 11306,0 | 11251,7 | 7,0 |
| 10984,5 | 10931,9 | 10879,7 | 10827,6 | 10775,9 | 10724,5 | 8,0 |
| 10471,4 | 10421,5 | 10372,0 | 10322,7 | 10273,7 | 10225,0 | 9,0 |
| 9985,1 | 9937,9 | 9890,9 | 9844,2 | 9797,8 | 9751,6 | 10,0 |
| 9524,2 | 9479,4 | 9434,9 | 9390,6 | 9346,6 | 9302,8 | 11,0 |
| 9087,2 | 9044,7 | 9002,5 | 8960,5 | 8918,8 | 8877,2 | 12,0 |
| 8672,7 | 8632,4 | 8592,4 | 8552,6 | 8512,9 | 8473,5 | 13,0 |
| 8279,5 | 8241,3 | 8203,3 | 8165,5 | 8127,9 | 8090,5 | 14,0 |
| 7906,3 | 7870,0 | 7834,0 | 7798,1 | 7762,4 | 7726,9 | 15,0 |
| 7552,0 | 7517,6 | 7483,4 | 7449,3 | 7415,4 | 7381,7 | 16,0 |
| 7215,6 | 7182,9 | 7150,4 | 7118,1 | 7085,9 | 7053,8 | 17,0 |
| 6896,1 | 6865,1 | 6834,2 | 6803,4 | 6772,8 | 6742,4 | 18,0 |
| 6592,5 | 6563,0 | 6533,7 | 6504,4 | 6475,4 | 6446,4 | 19,0 |
| 6304,0 | 6275,9 | 6248,0 | 6220,3 | 6192,6 | 6165,1 | 20,0 |
| 6029,7 | 6003,0 | 5976,5 | 5950,1 | 5923,8 | 5897,7 | 21,0 |
| 5768,9 | 5743,5 | 5718,3 | 5693,1 | 5668,1 | 5643,3 | 22,0 |
| 5520,8 | 5496,6 | 5472,6 | 5448,7 | 5424,9 | 5401,3 | 23,0 |
| 5284,7 | 5261,7 | 5238,9 | 5216,1 | 5193,5 | 5171,0 | 24,0 |
| 5060,0 | 5038,2 | 5016,4 | 4994,8 | 4973,2 | 4951,8 | 25,0 |
| 4846,2 | 4825,4 | 4804,6 | 4784,0 | 4763,5 | 4743,1 | 26,0 |
| 4642,5 | 4622,7 | 4603,0 | 4583,3 | 4563,8 | 4544,3 | 27,0 |
| 4448,5 | 4429,6 | 4410,9 | 4392,1 | 4373,5 | 4355,0 | 28,0 |
| 4263,7 | 4245,7 | 4227,8 | 4210,0 | 4192,3 | 4174,6 | 29,0 |
| 4087,6 | 4070,4 | 4053,4 | 4036,4 | 4019,5 | 4002,6 | 30,0 |
| 3919,7 | 3903,3 | 3887,1 | 3870,9 | 3854,8 | 3838,7 | 31,0 |
| 3759,6 | 3744,0 | 3728,5 | 3713,1 | 3697,7 | 3682,4 | 32,0 |
| 3606,9 | 3592,1 | 3577,3 | 3562,5 | 3547,9 | 3533,3 | 33,0 |
| 3461,3 | 3447,1 | 3433,0 | 3418,9 | 3404,9 | 3391,0 | 34,0 |
| 3322,3 | 3308,8 | 3295,3 | 3281,9 | 3268,5 | 3255,2 | 35,0 |
| 3189,7 | 3176,8 | 3163,9 | 3151,1 | 3138,3 | 3125,6 | 36,0 |
| 3063,1 | 3050,7 | 3038,4 | 3026,2 | 3014,0 | 3001,9 | 37,0 |
| 2942,1 | 2930,3 | 2918,6 | 2906,9 | 2895,3 | 2883,7 | 38,0 |
| 2826,5 | 2815,4 | 2804,2 | 2793,0 | 2781,9 | 2770,8 | 39,0 |
| 2716,3 | 2705,5 | 2694,8 | 2684,1 | 2673,5 | 2663,0 | 40,0 |
| 2610,8 | 2600,6 | 2590,3 | 2580,1 | 2570,0 | 2559,9 | 41,0 |
| 2510,0 | 2500,2 | 2490,4 | 2480,7 | 2471,0 | 2461,3 | 42,0 |
| 2413,7 | 2404,3 | 2394,9 | 2385,6 | 2376,3 | 2367,1 | 43,0 |
| 2321,5 | 2312,5 | 2303,6 | 2294,7 | 2285,8 | 2277,0 | 44,0 |
| 2233,4 | 2224,8 | 2216,2 | 2207,7 | 2199,2 | 2190,8 | 45,0 |
| 2149,1 | 2140,8 | 2132,6 | 2124,5 | 2116,4 | 2108,3 | 46,0 |
| 2068,4 | 2060,5 | 2052,7 | 2044,9 | 2037,1 | 2029,3 | 47,0 |
| 1991,1 | 1983,6 | 1976,1 | 1968,6 | 1961,2 | 1953,8 | 48,0 |
| 1917,2 | 1910,0 | 1902,8 | 1895,6 | 1888,5 | 1881,4 | 49,0 |
| 1846,4 | 1839,5 | 1832,6 | 1825,7 | 1818,9 | 1812,1 | 50,0 |
| 0,5 °C | 0,6 °C | 0,7 °C | 0,8 °C | 0,9 °C | 1,0 °C | Temperatur |

- Anwendung** Miniatur-Heißleiter für genaue Temperaturmessung im Bereich von -40 bis $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Ausführung** Heißleiter mit Epoxidharz beschichtet
- Anschlüsse** Anschlußdrähte $\varnothing 0,25$ mm, Nickeldraht mit Teflonummhüllung
- Qualitätsmerkmale** Hohe Stabilität durch spezielle Alterung, Spannungsfestigkeit: 200 V Gleichspannung



Anwendungsklasse

nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur

Obere Grenztemperatur

Feuchteklasse

GKC

G $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$

K $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$

C Mittlere relative Feuchte $\leq 95\%$
Höchstwert 100%, einschl. Betauung

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur

Obere Grenztemperatur

ϑ_s (min) $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$

ϑ_s (max) $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$

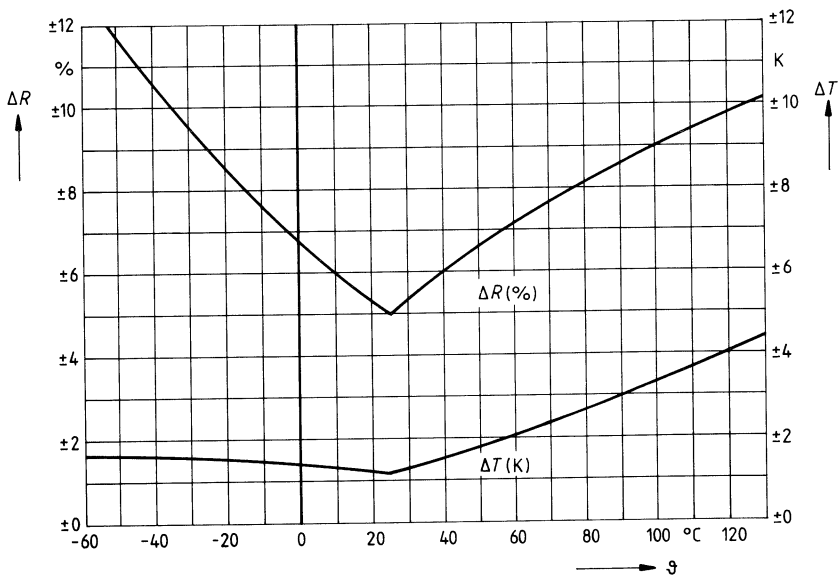
| Typ | Nennwiderstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|------------------------|-------------------------|-----------|--------|---------------|--------------------|
| M 861/S1/30 k Ω | 30 k Ω | $\pm 5\%$ | 3967 K | 2902 | Q63086-M1303-S1 |

Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

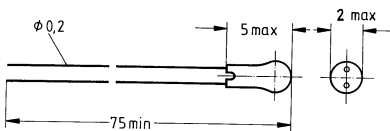
Kenndaten

| | | |
|--------------------------|---------------|--------------------------------------|
| Nennwiderstand | R_N | 30 k Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 5\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | 3967 K |
| Toleranz | ΔB | siehe $\Delta R/\Delta T$ -Kennlinie |
| R/T-Kennlinie | Nr. | 2902 |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 140 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{th} | 1,4 mW/K |
| Thermische Zeitkonstante | τ_{th} | < 20 s |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



- Anwendung** Austauschbarer Miniatur-Präzisionsheißleiter für genaue Temperaturmessungen
- Ausführung** Heißleiterscheibe mit Lackumhüllung
- Anschlüsse** Drahtanschlüsse, schlecht wärmeleitendes Material
- Kennzeichnung** keine
- Qualitätsmerkmal** Hohe Stabilität der elektrischen Werte durch besondere Materialauswahl und spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Gewicht: ca. 0,1 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

GMF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtklasse

G - 40 °C
M + 100 °C¹⁾
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-----------------|-------------------------|--------|---------------|--------------------|
| M 867/1 %/10 kΩ | 10 kΩ | 3920 K | 2001 | Q63086-M7103-F |
| M 867/S1/60 kΩ | 60 kΩ | 4224 K | 2905 | Q63086-M7603-S1 |

Handwritten notes:
B 57 125
Schwerpunkttypen

¹⁾ Die obere Grenztemperatur kann bis 125 °C während 100 Stunden überschritten werden.
 Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|----------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | siehe Diagramm |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 55 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 30 mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 0,75 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | 10 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | 7,5 mJ/K |

Stabilität der elektrischen Werte

Die maximale Widerstandsänderung bei 10000 Betriebsstunden im Bereich -40 bis $+100$ °C (125 °C < 100 Stunden) beträgt $\Delta R_{10} < 1\%$.

Wenn der Heißleiter M 867/S1/60 k Ω nur im Bereich 0 bis 80 °C betrieben wird, dann erfüllt er die Forderungen der Norm DIN 13402 (Entwurf) für Fühler von medizinischen Elektrothermometern.

Widerstands-Temperatur-Charakteristik
 (Widerstandswerte in Ω)
Typ M 867/1 $\%/10$ k Ω

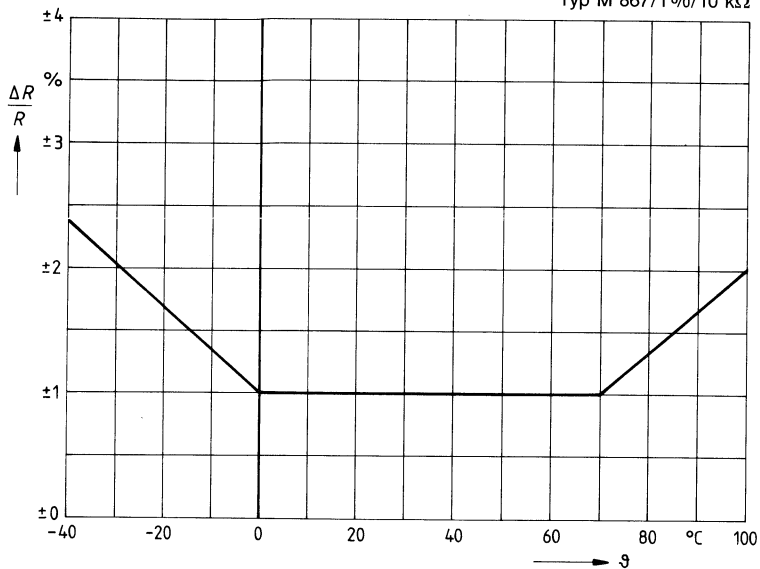
| Temperatur °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Temperatur °C |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| -40 | 318330,00 | 298510,00 | 280030,00 | 262800,00 | 246730,00 | 231730,00 | -35 |
| -35 | 231730,00 | 217720,00 | 204640,00 | 192410,00 | 180990,00 | 170300,00 | -30 |
| -30 | 170300,00 | 160260,00 | 150870,00 | 142090,00 | 133890,00 | 126210,00 | -25 |
| -25 | 126210,00 | 119020,00 | 112280,00 | 105980,00 | 100060,00 | 94515,00 | -20 |
| -20 | 94515,00 | 89256,00 | 84324,00 | 79696,00 | 75353,00 | 71273,00 | -15 |
| -15 | 71273,00 | 67441,00 | 63839,00 | 60453,00 | 57267,00 | 54270,01 | -10 |
| -10 | 54270,01 | 51401,00 | 48703,00 | 46164,00 | 43773,00 | 41522,00 | -5 |
| -5 | 41522,00 | 39401,00 | 37402,00 | 35518,00 | 33740,00 | 32063,00 | 0 |
| 0 | 32063,00 | 30491,00 | 29005,00 | 27602,00 | 26274,00 | 25019,00 | 5 |
| 5 | 25019,00 | 23831,00 | 22707,00 | 21643,00 | 20635,00 | 19679,00 | 10 |
| 10 | 19679,00 | 18781,00 | 17928,00 | 17119,00 | 16351,00 | 15622,00 | 15 |
| 15 | 15622,00 | 14930,00 | 14272,00 | 13647,00 | 13053,00 | 12488,00 | 20 |
| 20 | 12488,00 | 11939,00 | 11416,00 | 10920,00 | 10448,00 | 10000,00 | 25 |
| 25 | 10000,00 | 9585,30 | 9189,90 | 8813,00 | 8453,50 | 8110,50 | 30 |
| 30 | 8110,50 | 7777,40 | 7459,90 | 7157,20 | 6868,40 | 6593,00 | 35 |
| 35 | 6593,00 | 6330,10 | 6079,20 | 5839,60 | 5610,80 | 5392,20 | 40 |
| 40 | 5392,20 | 5183,00 | 4983,10 | 4792,00 | 4609,20 | 4434,50 | 45 |
| 45 | 4434,50 | 4267,30 | 4107,40 | 3954,30 | 3807,70 | 3667,40 | 50 |
| 50 | 3667,40 | 3533,50 | 3405,20 | 3282,20 | 3164,40 | 3051,30 | 55 |
| 55 | 3051,30 | 2942,90 | 2838,90 | 2739,10 | 2643,30 | 2551,40 | 60 |
| 60 | 2551,40 | 2463,50 | 2379,20 | 2298,20 | 2220,40 | 2145,70 | 65 |
| 65 | 2145,70 | 2073,80 | 2004,80 | 1938,40 | 1874,50 | 1813,10 | 70 |
| 70 | 1813,10 | 1753,40 | 1695,90 | 1640,50 | 1587,30 | 1536,00 | 75 |
| 75 | 1536,00 | 1486,60 | 1439,00 | 1393,20 | 1349,00 | 1306,40 | 80 |
| 80 | 1306,40 | 1265,40 | 1225,90 | 1187,80 | 1151,00 | 1115,50 | 85 |
| 85 | 1115,50 | 1081,30 | 1048,30 | 1016,50 | 985,73 | 956,06 | 90 |
| 90 | 956,06 | 927,66 | 900,24 | 873,76 | 848,18 | 823,47 | 95 |
| 95 | 823,47 | 799,59 | 776,51 | 754,21 | 732,64 | 711,80 | 100 |
| 100 | 711,80 | 691,72 | 672,31 | 653,53 | 635,36 | 617,79 | 105 |
| 105 | 617,79 | 600,77 | 584,31 | 568,37 | 552,94 | 537,99 | 110 |
| 110 | 537,99 | 523,45 | 509,37 | 495,72 | 482,50 | 469,70 | 115 |
| 115 | 469,70 | 457,28 | 445,25 | 433,59 | 422,28 | 411,32 | 120 |
| 120 | 411,32 | 400,72 | 390,44 | 380,47 | 370,80 | 361,41 | 125 |

Widerstands-Temperatur-Charakteristik
 (Widerstandswerte in Ω)
Typ M 867/S1/60 k Ω

| Temperatur °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Temperatur °C |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------|
| -40 | 2520100,00 | 2347800,00 | 2188300,00 | 2040800,00 | 1904100,00 | 1777500,00 | -35 |
| -35 | 1777500,00 | 1660100,00 | 1551200,00 | 1450200,00 | 1356400,00 | 1269200,00 | -30 |
| -30 | 1269200,00 | 1188200,00 | 1112900,00 | 1042900,00 | 977640,10 | 916920,00 | -25 |
| -25 | 916920,00 | 860340,00 | 807610,00 | 758440,00 | 712570,00 | 669750,00 | -20 |
| -20 | 669750,00 | 629770,00 | 592420,00 | 557520,00 | 524880,00 | 494350,00 | -15 |
| -15 | 494350,00 | 465780,10 | 439040,00 | 413990,00 | 390520,00 | 368530,00 | -10 |
| -10 | 368530,00 | 347900,00 | 328550,00 | 310390,00 | 293340,00 | 277330,00 | - 5 |
| - 5 | 277330,00 | 262290,00 | 248150,00 | 234860,00 | 222350,00 | 210590,00 | 0 |
| 0 | 210590,00 | 199510,00 | 189090,00 | 179260,00 | 170010,00 | 161280,00 | 5 |
| 5 | 161280,00 | 153060,00 | 145300,00 | 137970,00 | 131060,00 | 124530,00 | 10 |
| 10 | 124530,00 | 118370,00 | 112550,00 | 107040,00 | 101840,00 | 96912,00 | 15 |
| 15 | 96912,00 | 92255,00 | 87848,00 | 83675,00 | 79725,00 | 75982,00 | 20 |
| 20 | 75982,00 | 72436,00 | 69075,00 | 65889,00 | 62857,00 | 60000,00 | 25 |
| 25 | 60000,00 | 57280,00 | 54698,00 | 52246,00 | 49917,00 | 47705,00 | 30 |
| 30 | 47705,00 | 45603,00 | 43606,00 | 41706,00 | 39899,00 | 38181,00 | 35 |
| 35 | 38181,00 | 36545,00 | 34989,00 | 33507,00 | 32095,00 | 30751,00 | 40 |
| 40 | 30751,00 | 29470,00 | 28250,00 | 27086,00 | 25977,00 | 24918,00 | 45 |
| 45 | 24918,00 | 23909,00 | 22946,00 | 22026,00 | 21148,00 | 20310,00 | 50 |
| 50 | 20310,00 | 19510,00 | 18745,00 | 18014,00 | 17316,00 | 16648,00 | 55 |
| 55 | 16648,00 | 16010,00 | 15399,00 | 14815,00 | 14256,00 | 13721,00 | 60 |
| 60 | 13721,00 | 13208,00 | 12718,00 | 12248,00 | 11798,00 | 11367,00 | 65 |
| 65 | 11367,00 | 10954,00 | 10558,00 | 10179,00 | 9815,00 | 9466,00 | 70 |
| 70 | 9466,00 | 9131,00 | 8809,00 | 8501,00 | 8205,00 | 7921,00 | 75 |
| 75 | 7921,00 | 7648,20 | 7386,00 | 7134,00 | 6892,00 | 6659,00 | 80 |
| 80 | 6659,00 | 6436,00 | 6221,00 | 6015,00 | 5816,00 | 5625,00 | 85 |
| 85 | 5625,00 | 5441,00 | 5264,00 | 5094,00 | 4930,00 | 4772,00 | 90 |
| 90 | 4772,00 | 4620,00 | 4474,00 | 4333,00 | 4197,00 | 4066,00 | 95 |
| 95 | 4066,00 | 3940,00 | 3819,00 | 3701,00 | 3588,00 | 3479,00 | 100 |
| 100 | 3479,00 | 3374,00 | 3273,00 | 3175,00 | 3080,00 | 2989,00 | 105 |
| 105 | 2989,00 | 2901,00 | 2816,00 | 2734,00 | 2655,00 | 2578,00 | 110 |
| 110 | 2578,00 | 2504,00 | 2433,00 | 2364,00 | 2297,00 | 2233,00 | 115 |
| 115 | 2233,00 | 2170,00 | 2110,00 | 2051,00 | 1995,00 | 1940,00 | 120 |
| 120 | 1940,00 | 1888,00 | 1836,00 | 1787,00 | 1739,00 | 1692,00 | 125 |

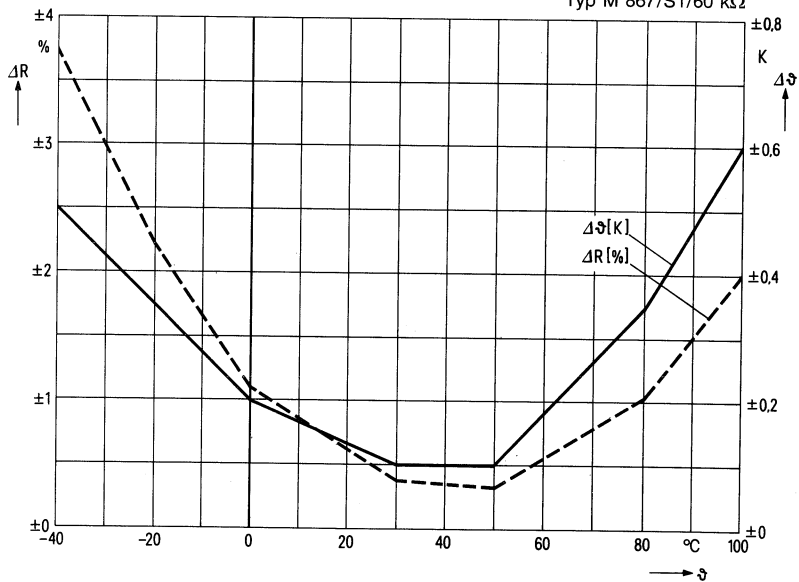
Toleranz der Widerstandswerte

Typ M 867/1%/10 kΩ

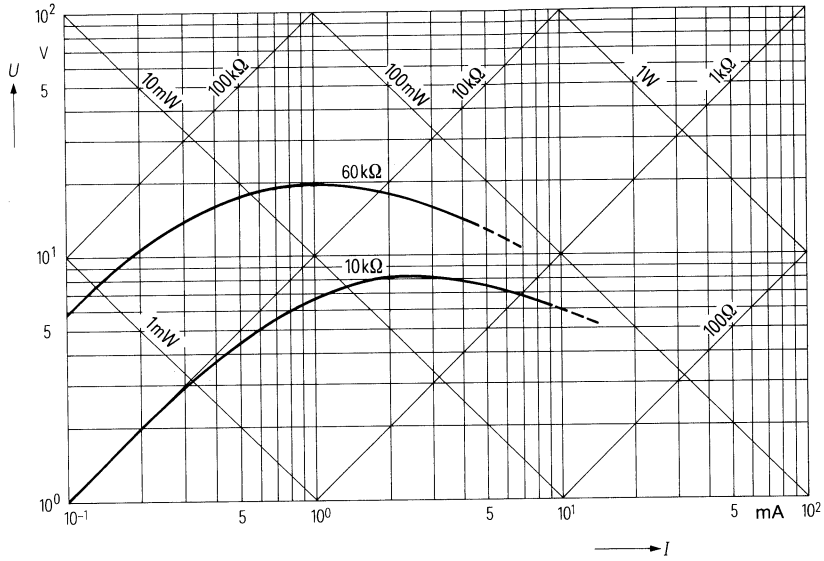


Widerstands- und Tempertertoleranz als Funktion der Temperatur

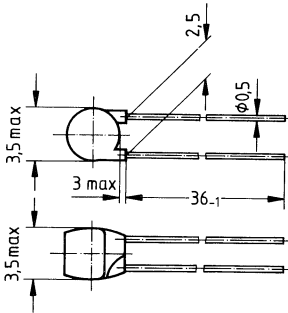
Typ M 867/S1/60 kΩ



Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



- Anwendung** Messen, Steuern, Regeln
- Ausführung** Heißleiterscheibe, lackiert; auch gegurtet lieferbar (siehe Kapitel „Gurtung“)
- Anschlüsse** Anschlußdrähte aus schlecht wärmeleitendem Material, verzinkt, im Rastermaß 2,5 mm
- Kennzeichnung** Widerstandswert und Toleranz¹⁾ sind aufgestempelt



Gewicht: ca. 0,2 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

F — 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75%
 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85% an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betaugung zulässig

Lagertemperaturen




















Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur


$\vartheta_{s (min)}$ — 25 °C
 $\vartheta_{s (max)}$ + 65 °C

Kenndaten

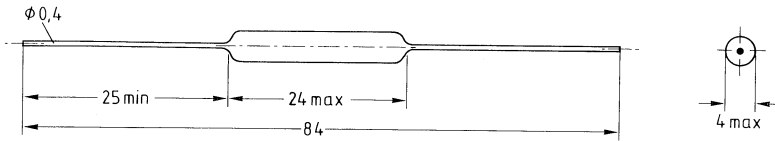
| | | |
|-------------------------|---------------|---------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 10% |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| Toleranz | ΔB | ± 5% |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 350 mW |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 220 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{th} | ca. 3,5 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 12 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 40 mJ/K |

¹⁾ Die Toleranz ± 10% ist durch einen Strich unter dem Widerstandswert codiert.

| Typ | Nenn- widerstand R_{25} | Toleranz | B -Wert | R/T- Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|---------------------------|------------------------------|------------|-----------|-------------------|--|
| M 891/10 %/1 k Ω | 1 k Ω | $\pm 10\%$ | 3560 K | 1008 | Q63089-M1102-K  |
| M 891/10 %/1,5 k Ω | 1,5 k Ω | $\pm 10\%$ | 3560 K | 1008 | Q63089-M1152-K  |
| M 891/10 %/2,2 k Ω | 2,2 k Ω | $\pm 10\%$ | 3900 K | 1013 | Q63089-M1222-K  |
| M 891/10 %/3,3 k Ω | 3,3 k Ω | $\pm 10\%$ | 3980 K | 2003 | Q63089-M1332-K  |
| M 891/10 %/4,7 k Ω | 4,7 k Ω | $\pm 10\%$ | 3980 K | 2003 | Q63089-M1472-K  |
| M 891/10 %/6,8 k Ω | 6,8 k Ω | $\pm 10\%$ | 3980 K | 2003 | Q63089-M1682-K  |
| M 891/10 %/10 k Ω | 10 k Ω | $\pm 10\%$ | 3950 K | 4901 | Q63089-M1103-K  |
| M 891/10 %/15 k Ω | 15 k Ω | $\pm 10\%$ | 4100 K | 2004 | Q63089-M1153-K  |
| M 891/10 %/22 k Ω | 22 k Ω | $\pm 10\%$ | 4300 K | 2904 | Q63089-M1223-K  |
| M 891/10 %/33 k Ω | 33 k Ω | $\pm 10\%$ | 4300 K | 2904 | Q63089-M1333-K  |
| M 891/10 %/47 k Ω | 47 k Ω | $\pm 10\%$ | 4250 K | 4002 | Q63089-M1473-K  |
| M 891/10 %/68 k Ω | 68 k Ω | $\pm 10\%$ | 4250 K | 4002 | Q63089-M1683-K  |
| M 891/10 %/100 k Ω | 100 k Ω | $\pm 10\%$ | 4450 K | 4003 | Q63089-M1104-K  |
| M 891/10 %/150 k Ω | 150 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63089-M1154-K  |
| M 891/10 %/220 k Ω | 220 k Ω | $\pm 10\%$ | 4600 K | 2005 | Q63089-M1224-K  |
| M 891/10 %/330 k Ω | 330 k Ω | $\pm 10\%$ | 5000 K | 2006 | Q63089-M1334-K  |
| M 891/10 %/470 k Ω | 470 k Ω | $\pm 10\%$ | 5000 K | 2006 | Q63089-M1474-K  |
| M 891/10 %/680 k Ω | 680 k Ω | $\pm 10\%$ | 5000 K | 2006 | Q63089-M1684-K  |
| M 891/10 %/1 M Ω | 1 M Ω | $\pm 10\%$ | 5000 K | 2006 | Q63089-M1105-K  |

 Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

- Anwendung** Spannungs- und Amplitudenstabilisierung,
z. B. von Verstärkerschaltungen
- Ausführung** Glasgehäuse, hermetisch dicht
- Anschlüsse** Anschlußdrähte, verzinkt
- Kennzeichnung** Typenbezeichnung ist aufgestempelt
- Qualitätsmerkmal** Hohe Zuverlässigkeit durch spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Gewicht: ca. 0,6 g

Anwendungsklasse FKE
nach DIN 40040

- Untere Grenztemperatur **F** - 55 °C
 Obere Grenztemperatur **K** + 125 °C
 Feuchteklasse **E** Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
 seltene und leichte Betauung zulässig

Lagertemperaturen

- Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand | B-Wert | HL-Spannung U_N bei $I_{me\beta}$ | Toleranz ΔU_N | Bestellbezeichnung |
|-------------------|-----------------------------|--------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| R 51-4/1/20/10% | 10 k Ω ¹⁾ | 3350 K | 4 V | ± 10 % | Q63051-R6 |
| R 51-8/0,5/10/10% | 40 k Ω ²⁾ | 3350 K | 8 V | ± 10 % | Q63051-R2 |

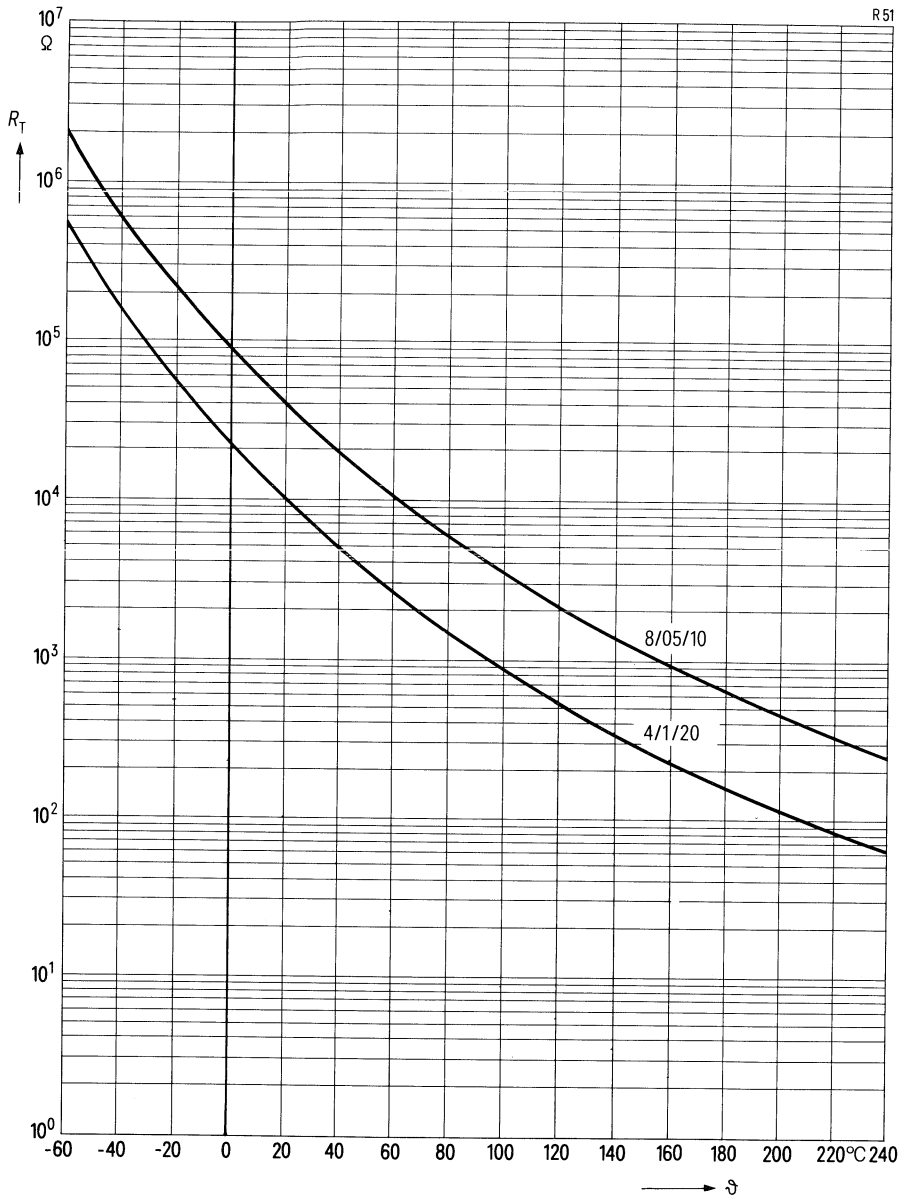
¹⁾ Nennwiderstand R_{20}

²⁾ Nennwiderstand R_{30}

Kenndaten

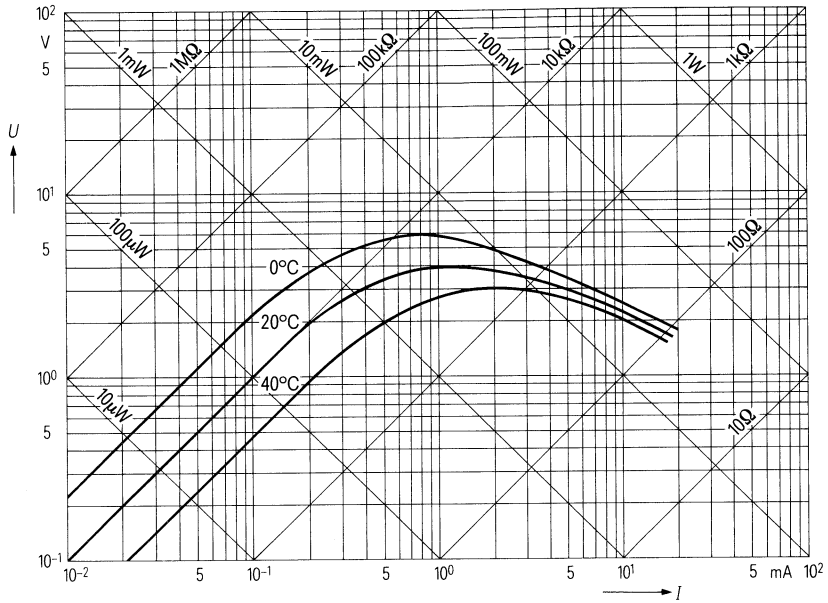
| Typ | R 51- | 4/1/20/10 % | 8/0,5/10/10 % | Einheit |
|----------------------------------|--------------------|--------------|---------------|-------------|
| Nennwiderstand | R_N | 10 | 40 | $k\Omega$ |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 20 | 30 | $^{\circ}C$ |
| Toleranz | ΔR_N | 7,5 bis 11,5 | 28 bis 47 | $k\Omega$ |
| B-Wert | B | 3350 | 3350 | K |
| Belastbarkeit bei 25 $^{\circ}C$ | P_{25} | 40 | 40 | mW |
| Wärmeleitwert in Luft | G_{th} | 0,2 | 0,2 | mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 0,6 | ca. 0,6 | s |
| Nennstrom | I_N | 20 | 10 | mA |
| Spannungsmaximum | U_1 | 4 | 8 | V |
| Strom im Spannungsmaximum | I_1 | 1 | 0,5 | mA |
| Min. zul. Warmwiderstand | R_{min} | 90 | 350 | Ω |
| Vorwiderstand | R_v | 110 | 500 | Ω |
| Meßstrom | $I_{me\beta}$ | 1,5 | 0,6 | mA |
| HL-Spannung bei $I_{me\beta}$ | U_N | 4 | 8 | V |
| U_N -Toleranz | ΔU_N | ± 10 | ± 10 | % |
| Parallelkapazität | C_p | 1,5 | 1,5 | pF |
| Klirrfaktor bei 3 kHz | $k_{3\text{ kHz}}$ | 0,1 | 0,1 | % |
| bei 30 Hz | $k_{30\text{ Hz}}$ | 0,8 | 0,8 | % |

Heileiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heileitertemperatur

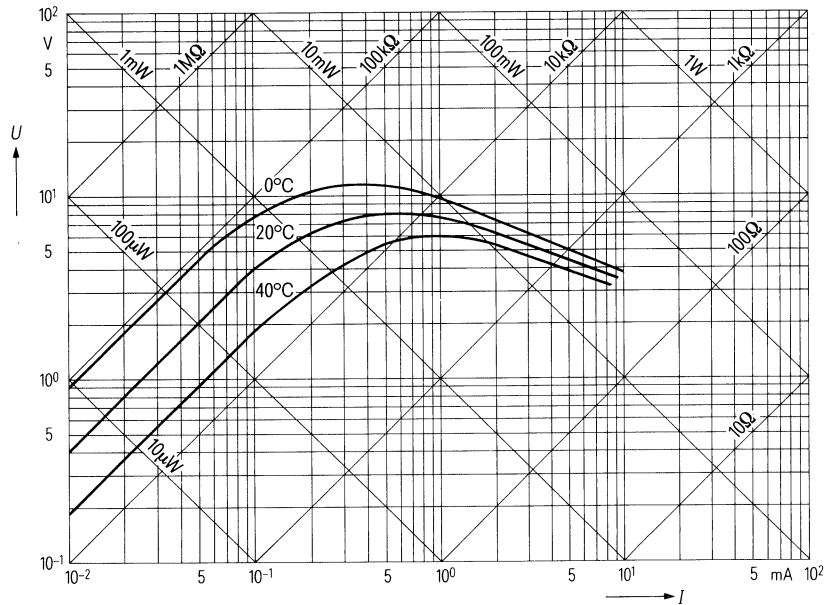


Spannungs-Strom-Kennlinien $U = f(I)$

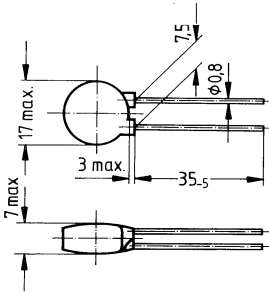
Typ R 51-4/1/20/10%



Typ R 51-8/0,5/10/10%



- Anwendung** Begrenzung von Einschaltströmen in Geräten für die Kommunikationstechnik, Unterhaltungs- und Industrieelektronik
- Ausführung** Heißeleiterscheibe, umhüllt
- Anschlüsse** Anschlußdrähte aus Kupfer/verzinkt, Rastermaß 7,5 mm
- Kennzeichnung** Der Widerstandswert ist aufgestempelt



Gewicht: ca. 2,0 g

Anwendungsklasse nach DIN 40 040

HGF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchteklasse

H – 25 °C
G + 170 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %
95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
85 % an den übrigen Tagen gelegentlich
keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur

ϑ_s (min) – 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

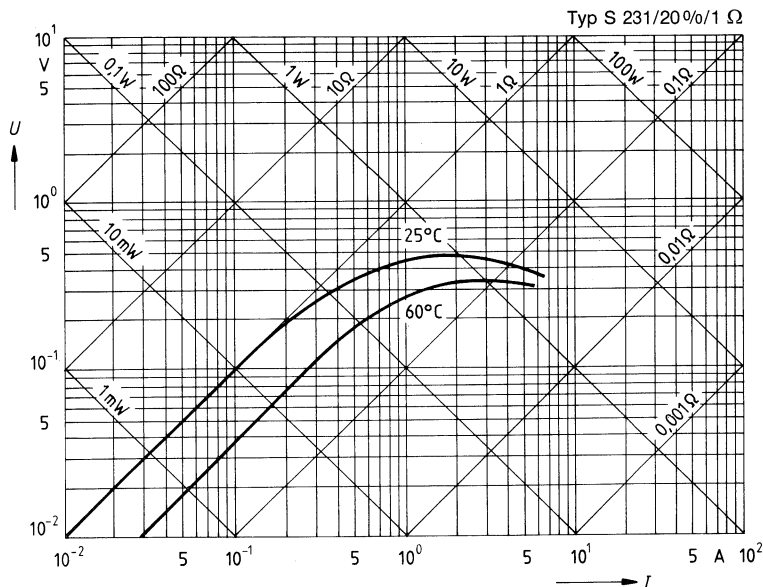
| Typ | Nennwiderstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-------------------------|-------------------------|----------|--------|---------------|-------------------------|
| S 231/20 %/1 Ω | 1,0 Ω | ± 20 % | 2600 K | 1201 | Q63023–S1109–M |
| S 231/20 %/2,2 Ω | 2,2 Ω | ± 20 % | 2800 K | 1202 | Q63023–S1229–M |
| S 231/20 %/4,7 Ω | 4,7 Ω | ± 20 % | 2900 K | 1203 | Q63023–S1479–M S |
| S 231/20 %/10 Ω | 10,0 Ω | ± 20 % | 3000 K | 1302 | Q63023–S1100–M |
| S 231/20 %/15 Ω | 15,0 Ω | ± 20 % | 3000 K | 1302 | Q63023–S1150–M S |
| S 231/20 %/22 Ω | 22,0 Ω | ± 20 % | 3050 K | 1303 | Q63023–S1220–M |
| S 231/20 %/33 Ω | 33,0 Ω | ± 20 % | 3300 K | 1304 | Q63023–S1330–M S |

S Schwerpunktypen ab April 1986 (siehe Seite 4)

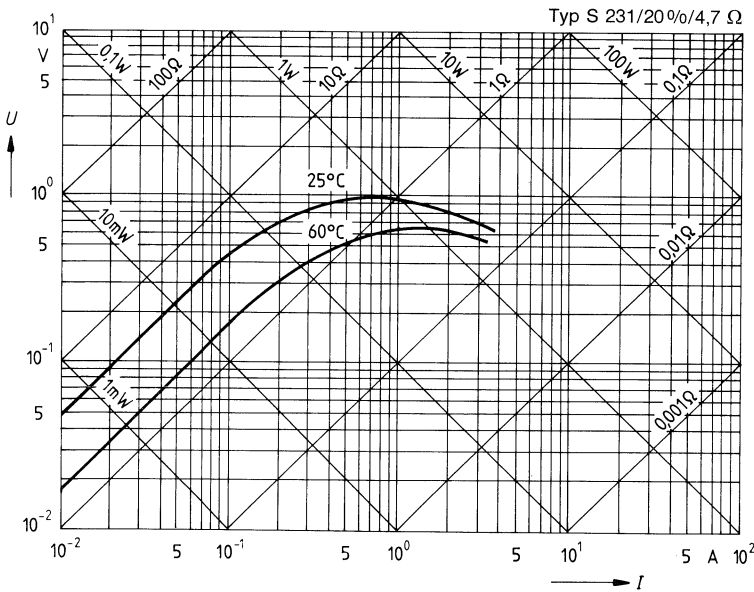
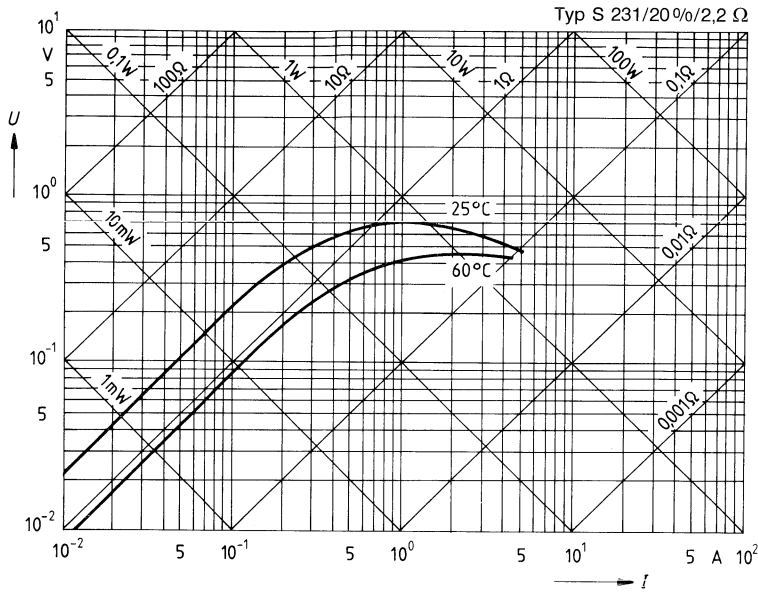
Kenndaten

| Typ | S 231/20 %/ | 1 Ω | 2,2 Ω | 4,7 Ω | 10 Ω | 15 Ω | 22 Ω | 33 Ω | Einheit |
|---------------------------|---------------|---------------|-------|-------|------|------|------|------|---------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle | | | | | | | Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 | | | | | | | °C |
| Toleranz | ΔR_N | ± 20 | | | | | | | % |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle | | | | | | | K |
| Toleranz | ΔB | ± 5 | | | | | | | % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle | | | | | | | |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 2,4 | | | | | | | W |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 1,5 | | | | | | | W |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{th} | ca. 16 | | | | | | | mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 100 | | | | | | | s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 1600 | | | | | | | mJ/K |
| Max. Dauerstrom bei 25 °C | I_{25} | 6,3 | 4,7 | 3,4 | 2,5 | 2,0 | 1,7 | 1,6 | A |
| Max. Dauerstrom bei 60 °C | I_{60} | 5,5 | 4,1 | 3,0 | 2,1 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | A |
| Min. zul. Warmwiderstand | R_{min} | 0,06 | 0,10 | 0,19 | 0,37 | 0,56 | 0,78 | 0,90 | Ω |

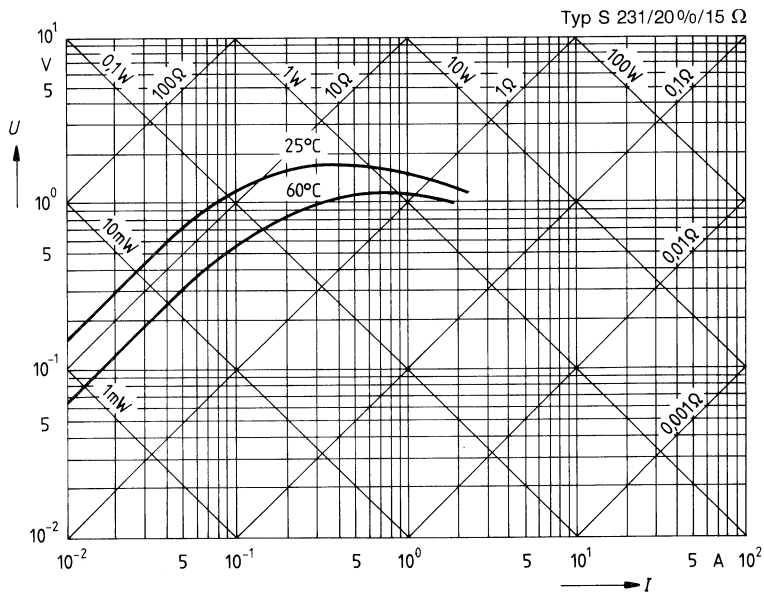
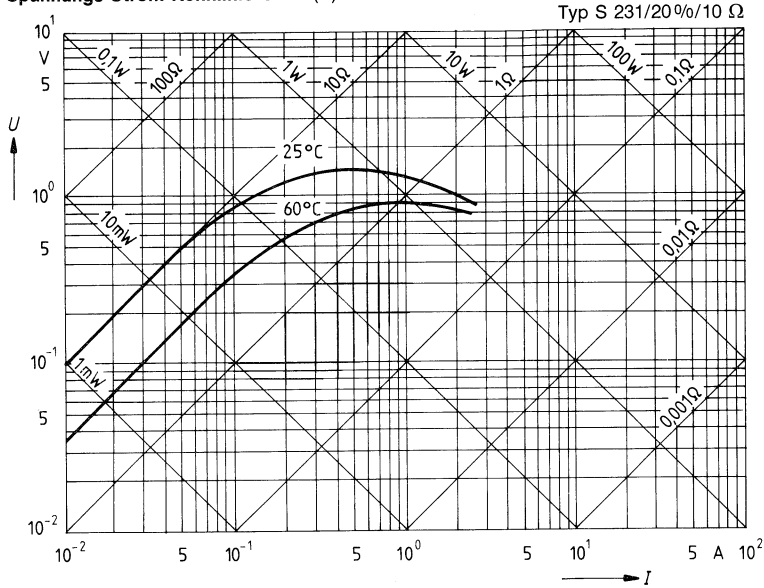
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



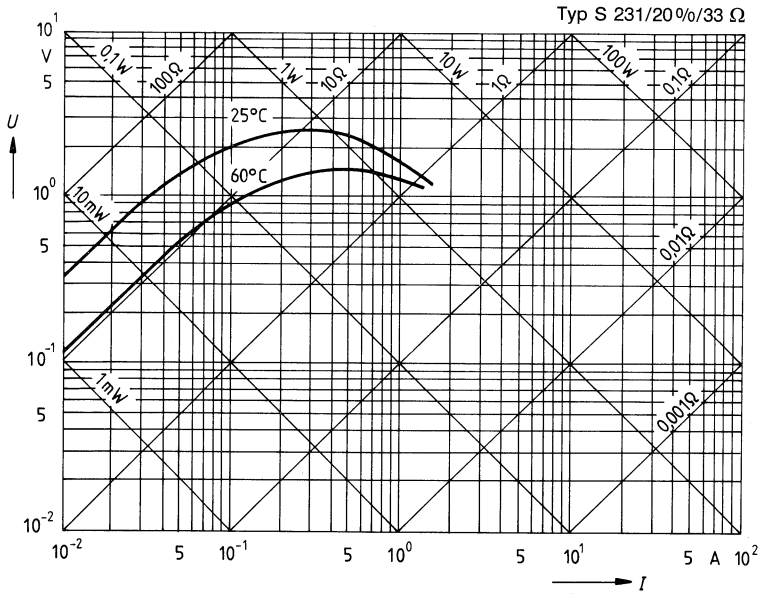
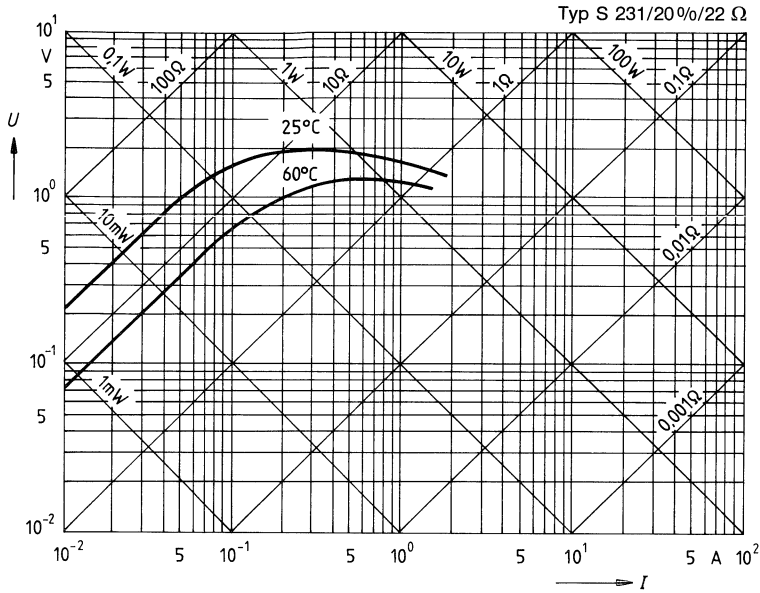
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



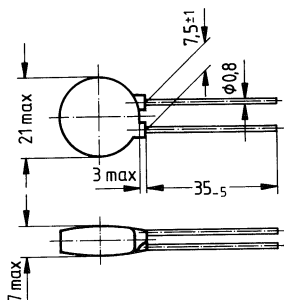
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



- Anwendung** Begrenzung von Einschaltströmen in Geräten für die Kommunikationstechnik, Unterhaltungs- und Industrieelektronik
- Ausführung** Heißeleiterscheibe, umhüllt
- Anschlüsse** Anschlußdrähte aus Kupfer/verzinnt, Rastermaß 7,5 mm
- Kennzeichnung** Der Widerstandswert ist aufgestempelt



Gewicht: ca. 4,0 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur

Obere Grenztemperatur

Feuchtekategorie

HGF

H – 25 °C

G + 170 °C

F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %

95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd

85 % an den übrigen Tagen gelegentlich

keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur

Obere Grenztemperatur

ϑ_s (min) – 25 °C

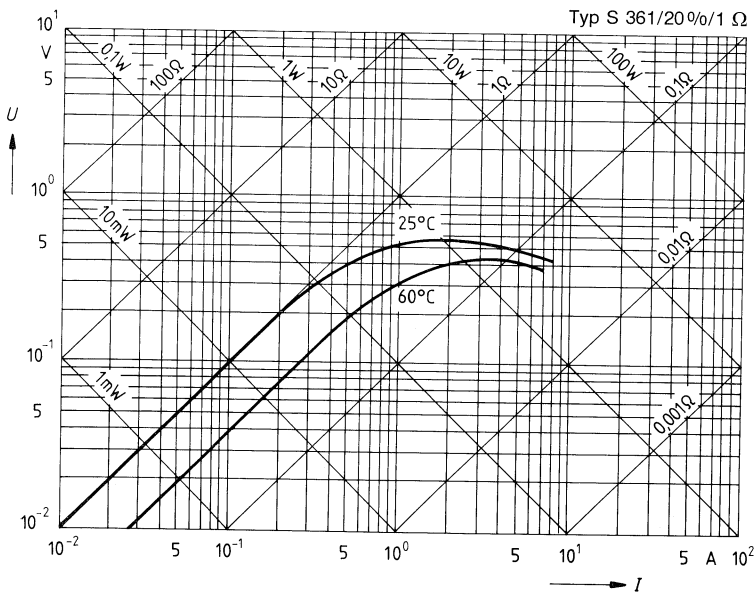
ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{25} | Toleranz | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|---|-------------------------|----------|--------|---------------|---|
| S 361/20 %/1 Ω | 1,0 Ω | ± 20 % | 2600 K | 1201 | Q63036–S1109–M <input type="checkbox"/> |
| S 361/20 %/2,5 Ω | 2,5 Ω | ± 20 % | 2900 K | 1203 | Q63036–S1259–M <input type="checkbox"/> |
| S 361/20 %/5 Ω | 5,0 Ω | ± 20 % | 3050 K | 1303 | Q63036–S1509–M <input type="checkbox"/> |
| S 361/20 %/10 Ω | 10,0 Ω | ± 20 % | 3300 K | 1304 | Q63036–S1100–M <input type="checkbox"/> |

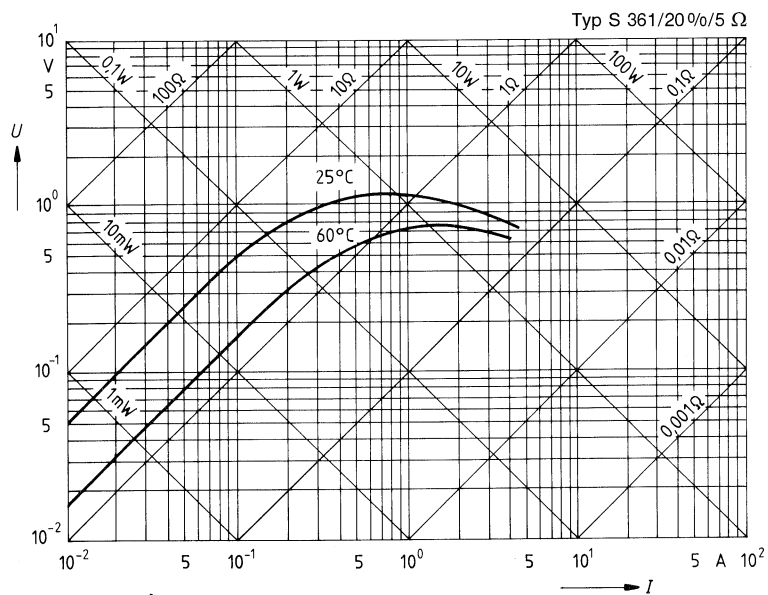
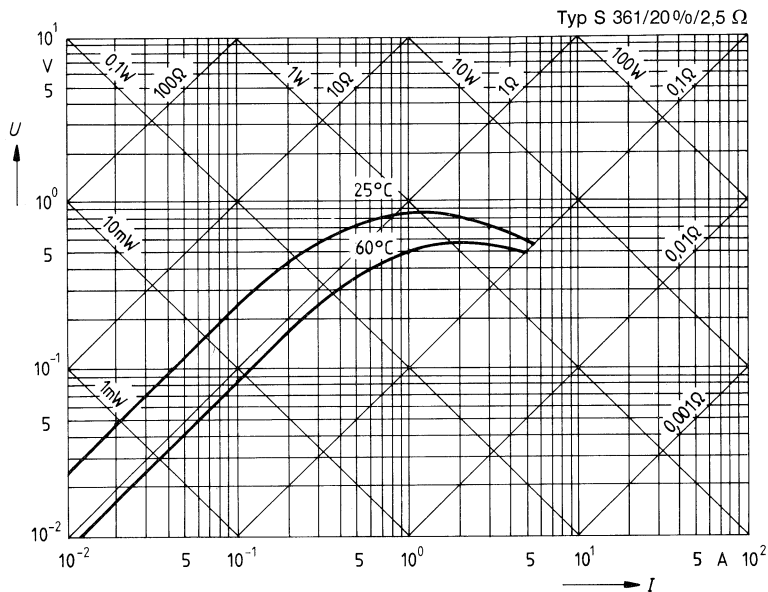
Kenndaten

| Typ | S 361/20%/ | 1 Ω | 2,5 Ω | 5 Ω | 10 Ω | Einheit |
|---------------------------|---------------|---------------|-------|------|------|---------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle | | | | Ω |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 | | | | °C |
| Toleranz | ΔR_N | ±20 | | | | % |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle | | | | K |
| Toleranz | ΔB | ±5 | | | | % |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle | | | | |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 3,2 | | | | W |
| Belastbarkeit bei 60 °C | P_{60} | 2,4 | | | | W |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{th} | ca. 22 | | | | mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ca. 145 | | | | s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ca. 3190 | | | | mJ/K |
| Max. Dauerstrom bei 25 °C | I_{25} | 7,4 | 5,5 | 4,2 | 3,4 | A |
| Max. Dauerstrom bei 60 °C | I_{60} | 6,4 | 4,8 | 3,7 | 3,0 | A |
| Min. zul. Warmwiderstand | R_{min} | 0,06 | 0,10 | 0,18 | 0,27 | Ω |

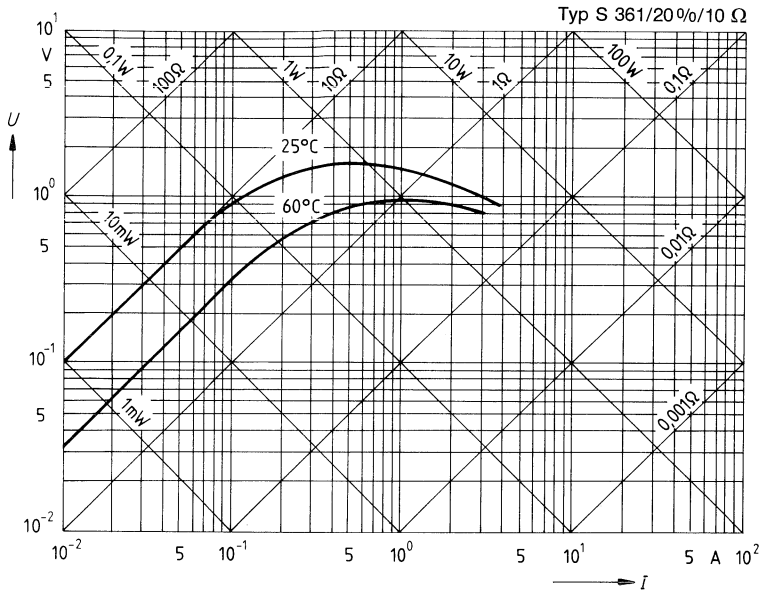
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



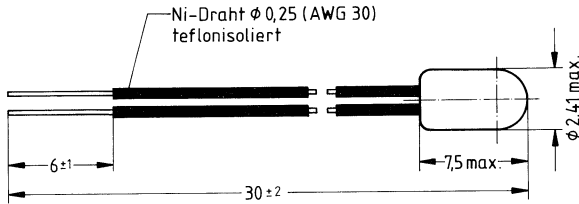
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$



- Anwendung** Heißleiter in Miniaturausführung für genaue Temperaturmessung
Ausführung Heißleiterscheibe, umhüllt
Anschlüsse Anschlußdrähte aus Ni AWG 30/PTFE, isoliert



Gewicht: ca. 0,1 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchteklasse

F - 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$
 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85% an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur

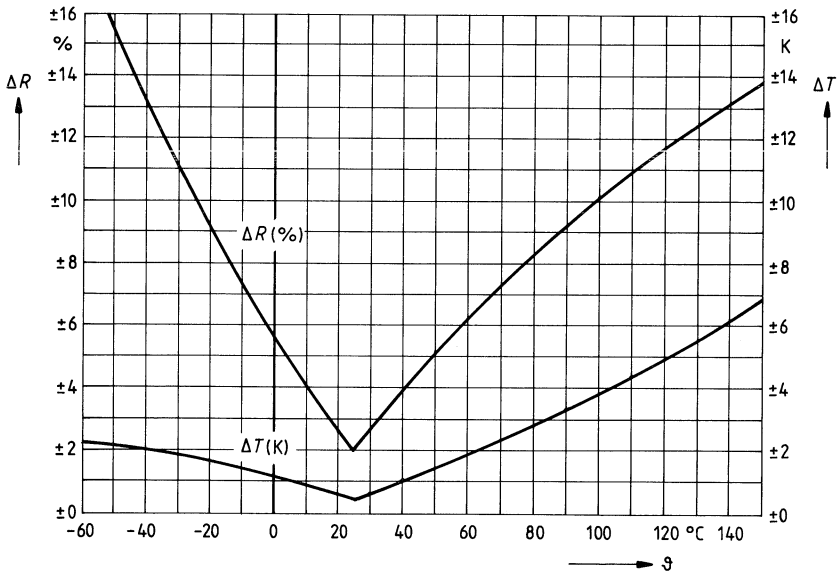
ϑ_s (min) - 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

| Typ | Nennwiderstand R_{25^1} | Toleranz ¹⁾ | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|---|---------------------------|------------------------|--------|---------------|--------------------|
| S 861/2 %/5 kΩ | 5 k Ω | $\pm 2\%$ | 3900 K | 1013 | Q63086-S1502-G |
| S 861/2 %/10 kΩ | 10 k Ω | $\pm 2\%$ | 3920 K | 2001 | Q63086-S1103-G |
| S 861/2 %/100 kΩ | 100 k Ω | $\pm 2\%$ | 4300 K | 1012 | Q63086-S1104-G |
| S 861/2 %/500 kΩ | 500 k Ω | $\pm 2\%$ | 4600 K | 2005 | Q63086-S1504-G |

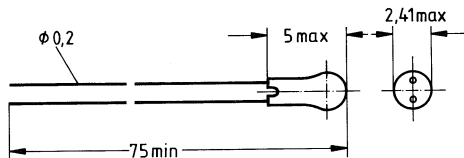
¹⁾ Andere Widerstandswerte und Toleranzen auf Anfrage

Kenndaten

| | | |
|-------------------------|---------------|----------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 2\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit bei 25 °C | P_{25} | 140 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | $G_{th,u}$ | ca. 1,5 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ≤ 25 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ≤ 38 mJ/K |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

- Anwendung** Heißeiter in Miniaturausführung für genaue Temperaturmessung
Ausführung Heißeiterscheibe, umhüllt
Anschlüsse Anschlußdrähte aus schlecht wärmeleitendem Material



Gewicht: ca. 0,1 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40 040

- Untere Grenztemperatur
 Obere Grenztemperatur
 Feuchtekategorie

FKF

- F** - 55 °C
K + 125 °C
F Mittlere relative Feuchte ≤ 75%
 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd
 85% an den übrigen Tagen gelegentlich
 keine Betaugung zulässig

Lagertemperaturen

- Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) - 25 °C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

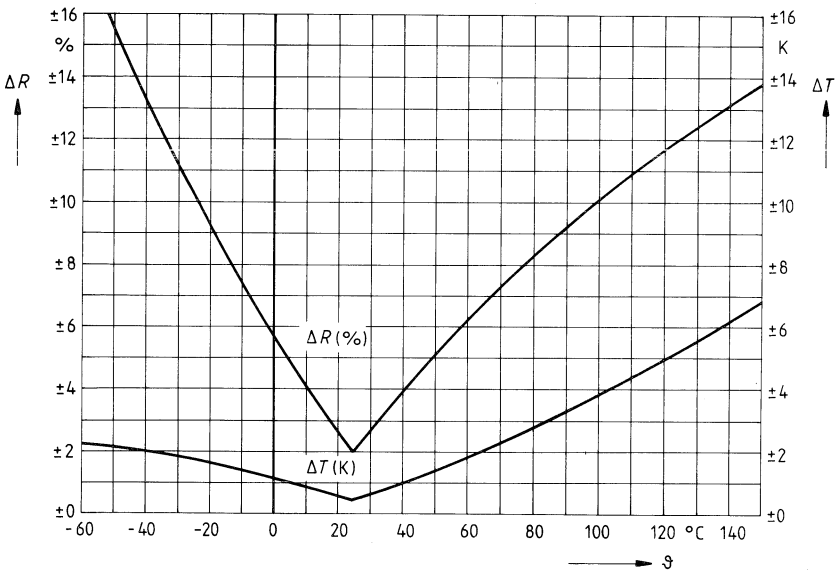
| Typ | Nennwiderstand R_{25}^1 | Toleranz ¹⁾ | B-Wert | R/T-Kennlinie | Bestellbezeichnung |
|-----------------|---------------------------|------------------------|--------|---------------|--------------------|
| S 867/2%/5 kΩ | 5 kΩ | ± 2% | 3900 K | 1013 | Q63086-S7502-G |
| S 867/2%/10 kΩ | 10 kΩ | ± 2% | 3920 K | 2001 | Q63086-S7103-G |
| S 867/2%/100 kΩ | 100 kΩ | ± 2% | 4300 K | 1012 | Q63086-S7104-G |
| S 867/2%/500 kΩ | 500 kΩ | ± 2% | 4600 K | 2005 | Q63086-S7504-G |

¹⁾ Andere Widerstandswerte und Toleranzen auf Anfrage

Kenndaten

| | | |
|----------------------|---------------|----------------|
| Nennwiderstand | R_N | siehe Tabelle |
| Nenntemperatur | ϑ_N | 25 °C |
| Toleranz | ΔR_N | $\pm 2\%$ |
| B-Wert | $B_{25/100}$ | siehe Tabelle |
| R/T-Kennlinie | Nr. | siehe Tabelle |
| Belastbarkeit | P_{25} | 140 mW |
| Wärmeleitwert (Luft) | G_{thL} | ca. 1,0 mW/K |
| Abkühlzeitkonstante | τ_{th} | ≤ 15 s |
| Wärmekapazität | C_{th} | ≤ 15 mJ/K |

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



Kennlinien



Kennlinien

1 Normierte R/T-Kennlinien

Die nachfolgend angeführten R/T-Kennlinien sind auf den Widerstandswert bei 25 °C normiert. Die tatsächlichen Widerstandswerte der betreffenden Halbleiter erhält man durch Multiplikation der Verhältniszahlen $R(\vartheta)/R(25\text{ °C})$ mit dem Widerstandswert bei 25 °C.

Der Temperaturkoeffizient α ermöglicht innerhalb des jeweils nächstfolgenden Temperaturintervalls die Berechnung des Widerstandswertes für dazwischen liegende Temperaturen.

Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel:

$$R(\vartheta) = R(\vartheta_x) \cdot e^{\frac{\alpha_x}{100} (\vartheta_x + 273,15)^2 \left(\frac{1}{\vartheta + 273,15} - \frac{1}{\vartheta_x + 273,15} \right)}$$

$R(\vartheta)$ Widerstandswert bei der Temperatur ϑ

$R(\vartheta_x)$ Widerstandswert am Beginn des betreffenden Temperaturintervalls

ϑ_x Temperatur in °C am Beginn des betreffenden Temperaturintervalls

ϑ gewünschte Temperatur in °C ($\vartheta_x \leq \vartheta < \vartheta_{x+1}$)

α_x Temperaturkoeffizient bei der Temperatur ϑ_x

Beispiel

Kennlinie 1006

$R_{25} = 4,7 \text{ k}\Omega$

$\vartheta = 7\text{ °C}$

$$R_{5\text{ °C}} = 2,28409 \cdot 4,7 \text{ k}\Omega = 10,735 \text{ k}\Omega$$

$\alpha_{5\text{ °C}} = 4,4$

$$\begin{aligned} R(7\text{ °C}) &= R(5\text{ °C}) \cdot e^{\frac{\alpha(5\text{ °C})}{100} \cdot (5 + 273,15)^2 \left(\frac{1}{7 + 273,15} - \frac{1}{5 + 273,15} \right)} \\ &= 10,735 \cdot e^{-0,08737} = 4,7 \text{ k}\Omega \cdot 0,9163 \end{aligned}$$

$$R(7\text{ °C}) = 9,836 \text{ k}\Omega$$

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 1004 | | 1006 | | 1007 | |
|--------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | $B_{25/100} = 3250 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3550 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3410 \text{ K}$ | |
| | $R_9/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_9/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_9/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) |
| -60,0 | - | - | - | - | 59,620 | 6,3 |
| -55,0 | 35,035 | 5,5 | 48,503 | 5,8 | 43,927 | 6,0 |
| -50,0 | 26,789 | 5,3 | 36,524 | 5,7 | 32,699 | 5,8 |
| -45,0 | 20,624 | 5,2 | 27,639 | 5,6 | 24,578 | 5,6 |
| -40,0 | 15,982 | 5,1 | 21,021 | 5,5 | 18,644 | 5,5 |
| -35,0 | 12,465 | 4,9 | 16,069 | 5,4 | 14,267 | 5,3 |
| -30,0 | 9,7821 | 4,8 | 12,348 | 5,3 | 11,008 | 5,1 |
| -25,0 | 7,7437 | 4,6 | 9,5313 | 5,1 | 8,5579 | 5,0 |
| -20,0 | 6,1748 | 4,7 | 7,4185 | 5,1 | 6,7090 | 4,8 |
| -15,0 | 4,9114 | 4,5 | 5,7780 | 4,9 | 5,2926 | 4,7 |
| -10,0 | 3,9363 | 4,4 | 4,5374 | 4,9 | 4,2073 | 4,6 |
| - 5,0 | 3,1775 | 4,2 | 3,5762 | 4,7 | 3,3644 | 4,4 |
| 0,0 | 2,5824 | 4,1 | 2,8409 | 4,5 | 2,7092 | 4,3 |
| 5,0 | 2,1136 | 4,0 | 2,2739 | 4,4 | 2,1939 | 4,2 |
| 10,0 | 1,7404 | 3,9 | 1,8330 | 4,2 | 1,7880 | 4,1 |
| 15,0 | 1,4391 | 3,8 | 1,4883 | 4,1 | 1,4648 | 3,9 |
| 20,0 | 1,1966 | 3,7 | 1,2160 | 4,0 | 1,2072 | 3,8 |
| 25,0 | 1,0000 | 3,5 | 1,0000 | 3,9 | 1,0000 | 3,7 |
| 30,0 | 0,84164 | 3,5 | 0,82627 | 3,8 | 0,83260 | 3,6 |
| 35,0 | 0,70981 | 3,4 | 0,68600 | 3,7 | 0,69657 | 3,5 |
| 40,0 | 0,60150 | 3,3 | 0,57254 | 3,6 | 0,58570 | 3,4 |
| 45,0 | 0,51246 | 3,2 | 0,48050 | 3,5 | 0,49464 | 3,3 |
| 50,0 | 0,43842 | 3,1 | 0,40514 | 3,4 | 0,41967 | 3,3 |
| 55,0 | 0,37589 | 3,0 | 0,34213 | 3,3 | 0,35755 | 3,2 |
| 60,0 | 0,32365 | 2,9 | 0,29036 | 3,2 | 0,30592 | 3,1 |
| 65,0 | 0,28017 | 2,9 | 0,24838 | 3,1 | 0,26280 | 3,0 |
| 70,0 | 0,24342 | 2,8 | 0,21342 | 3,0 | 0,22661 | 2,9 |
| 75,0 | 0,21213 | 2,7 | 0,18371 | 3,0 | 0,19616 | 2,9 |
| 80,0 | 0,18546 | 2,7 | 0,15873 | 2,9 | 0,17039 | 2,8 |
| 85,0 | 0,16267 | 2,6 | 0,13756 | 2,8 | 0,14855 | 2,7 |
| 90,0 | 0,14310 | 2,5 | 0,11961 | 2,8 | 0,12993 | 2,6 |
| 95,0 | 0,12620 | 2,5 | 0,10435 | 2,7 | 0,11403 | 2,6 |
| 100,0 | 0,11160 | 2,4 | 0,091314 | 2,6 | 0,10038 | 2,5 |
| 105,0 | 0,099063 | 2,4 | 0,080265 | 2,6 | 0,088652 | 2,5 |
| 110,0 | 0,088170 | 2,3 | 0,070764 | 2,5 | 0,078512 | 2,4 |
| 115,0 | 0,078575 | 2,3 | 0,062544 | 2,4 | 0,069743 | 2,3 |
| 120,0 | 0,070188 | 2,2 | 0,055431 | 2,4 | 0,062116 | 2,3 |
| 125,0 | 0,062951 | 2,2 | 0,049252 | 2,3 | 0,055483 | 2,2 |
| 130,0 | 0,056590 | 2,1 | 0,043872 | 2,3 | 0,049681 | 2,2 |
| 135,0 | 0,051029 | 2,0 | 0,039254 | 2,2 | 0,044602 | 2,1 |
| 140,0 | 0,046115 | 2,0 | 0,035209 | 2,2 | 0,040135 | 2,1 |
| 145,0 | 0,041707 | 2,0 | 0,031581 | 2,2 | 0,036207 | 2,0 |
| 150,0 | 0,037794 | 1,9 | 0,028389 | 2,1 | 0,032733 | 2,0 |
| 155,0 | 0,034354 | 1,9 | 0,025614 | 2,0 | 0,029662 | 1,9 |
| 160,0 | 0,031291 | 1,8 | 0,023162 | 2,0 | 0,026939 | 1,9 |
| 165,0 | 0,028558 | 1,8 | 0,020990 | 1,9 | 0,024517 | 1,9 |
| 170,0 | 0,026114 | 1,8 | 0,019061 | 1,9 | 0,022360 | 1,8 |
| 175,0 | 0,023922 | 1,7 | 0,017344 | 1,9 | 0,020434 | 1,8 |
| 180,0 | 0,021954 | 1,7 | 0,015813 | 1,9 | 0,018711 | 1,8 |

Kennlinien

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 1008 | | Nummer | 1008 | |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Temperatur °C | $B_{25/100} = 3560 \text{ K}$ | | Temperatur °C | $B_{25/100} = 3560 \text{ K}$ | |
| | $R_g / R_{25^\circ\text{C}}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ | | $R_g / R_{25^\circ\text{C}}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ |
| -55,0 | 53,104 | 6,1 | 100,0 | 0,090741 | 2,6 |
| -50,0 | 39,318 | 6,0 | 105,0 | 0,079642 | 2,6 |
| -45,0 | 29,325 | 5,8 | 110,0 | 0,070102 | 2,5 |
| -40,0 | 22,030 | 5,7 | 115,0 | 0,061889 | 2,5 |
| -35,0 | 16,666 | 5,6 | 120,0 | 0,054785 | 2,4 |
| -30,0 | 12,696 | 5,4 | 125,0 | 0,048706 | 2,3 |
| -25,0 | 9,7251 | 5,3 | 130,0 | 0,043415 | 2,3 |
| -20,0 | 7,5171 | 5,2 | 135,0 | 0,038722 | 2,3 |
| -15,0 | 5,8353 | 5,0 | 140,0 | 0,034615 | 2,2 |
| -10,0 | 4,5686 | 4,8 | 145,0 | 0,031048 | 2,2 |
| - 5,0 | 3,6050 | 4,7 | 150,0 | 0,027910 | 2,1 |
| 0,0 | 2,8665 | 4,6 | 155,0 | 0,025193 | 2,0 |
| 5,0 | 2,2907 | 4,4 | 160,0 | 0,022790 | 2,0 |
| 10,0 | 1,8438 | 4,3 | 165,0 | 0,020667 | 1,9 |
| 15,0 | 1,4920 | 4,2 | 170,0 | 0,018780 | 1,9 |
| 20,0 | 1,2154 | 4,0 | 175,0 | 0,017090 | 1,9 |
| 25,0 | 1,0000 | 3,8 | 180,0 | 0,015582 | 1,8 |
| 30,0 | 0,82976 | 3,9 | 185,0 | 0,014227 | 1,8 |
| 35,0 | 0,68635 | 3,7 | 190,0 | 0,013012 | 1,7 |
| 40,0 | 0,57103 | 3,5 | 195,0 | 0,011934 | 1,7 |
| 45,0 | 0,48015 | 3,4 | 200,0 | 0,010964 | 1,7 |
| 50,0 | 0,40545 | 3,5 | 205,0 | 0,010100 | 1,6 |
| 55,0 | 0,34170 | 3,4 | 210,0 | 0,0093191 | 1,6 |
| 60,0 | 0,28952 | 3,2 | 215,0 | 0,0085949 | 1,6 |
| 65,0 | 0,24714 | 3,1 | 220,0 | 0,0079384 | 1,6 |
| 70,0 | 0,21183 | 3,1 | 225,0 | 0,0073411 | 1,6 |
| 75,0 | 0,18194 | 3,0 | 230,0 | 0,0067980 | 1,5 |
| 80,0 | 0,15680 | 2,9 | 235,0 | 0,0063087 | 1,5 |
| 85,0 | 0,13592 | 2,8 | 240,0 | 0,0058623 | 1,5 |
| 90,0 | 0,11822 | 2,7 | 245,0 | 0,0054487 | 1,5 |
| 95,0 | 0,10340 | 2,6 | 250,0 | 0,0050705 | 1,5 |

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 1009 | | 1010 | | 1011 | |
|--------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| | $B_{25/100} = 3930 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3530 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3730 \text{ K}$ | |
| | $R_9/R_{25} \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ | $R_9/R_{25} \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ | $R_9/R_{25} \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ |
| -60,0 | - | - | - | - | - | - |
| -55,0 | 85,423 | 7,0 | 52,826 | 6,4 | 70,014 | 6,9 |
| -50,0 | 60,781 | 6,8 | 38,643 | 6,2 | 49,906 | 6,7 |
| -45,0 | 43,650 | 6,6 | 28,574 | 6,0 | 36,015 | 6,4 |
| -40,0 | 31,629 | 6,4 | 21,346 | 5,8 | 26,296 | 6,2 |
| -35,0 | 23,118 | 6,2 | 16,100 | 5,6 | 19,411 | 6,0 |
| -30,0 | 17,040 | 6,1 | 12,256 | 5,4 | 14,479 | 5,8 |
| -25,0 | 12,649 | 5,9 | 9,4071 | 5,2 | 10,903 | 5,6 |
| -20,0 | 9,4864 | 5,8 | 7,2862 | 5,1 | 8,2923 | 5,4 |
| -15,0 | 7,1545 | 5,6 | 5,6835 | 4,9 | 6,3591 | 5,2 |
| -10,0 | 5,4479 | 5,4 | 4,4698 | 4,8 | 4,9204 | 5,1 |
| - 5,0 | 4,1732 | 5,2 | 3,5385 | 4,6 | 3,8279 | 4,9 |
| 0,0 | 3,2256 | 5,1 | 2,8222 | 4,5 | 3,0029 | 4,8 |
| 5,0 | 2,5147 | 4,9 | 2,2649 | 4,3 | 2,3773 | 4,6 |
| 10,0 | 1,9763 | 4,8 | 1,8300 | 4,2 | 1,8959 | 4,5 |
| 15,0 | 1,5649 | 4,6 | 1,4872 | 4,1 | 1,5207 | 4,3 |
| 20,0 | 1,2481 | 4,5 | 1,2161 | 4,0 | 1,2280 | 4,2 |
| 25,0 | 1,0000 | 4,3 | 1,0000 | 3,9 | 1,0000 | 4,1 |
| 30,0 | 0,80956 | 4,2 | 0,82677 | 3,8 | 0,81779 | 3,9 |
| 35,0 | 0,65726 | 4,1 | 0,68708 | 3,7 | 0,67341 | 3,8 |
| 40,0 | 0,53697 | 4,0 | 0,57401 | 3,6 | 0,55747 | 3,7 |
| 45,0 | 0,44169 | 3,9 | 0,48181 | 3,5 | 0,46357 | 3,6 |
| 50,0 | 0,36534 | 3,8 | 0,40638 | 3,4 | 0,38740 | 3,6 |
| 55,0 | 0,30327 | 3,7 | 0,34427 | 3,3 | 0,32368 | 3,5 |
| 60,0 | 0,25313 | 3,5 | 0,29296 | 3,2 | 0,27200 | 3,4 |
| 65,0 | 0,21271 | 3,4 | 0,25035 | 3,1 | 0,23041 | 3,3 |
| 70,0 | 0,17962 | 3,4 | 0,21478 | 3,0 | 0,19604 | 3,2 |
| 75,0 | 0,15219 | 3,3 | 0,18501 | 3,0 | 0,16735 | 3,1 |
| 80,0 | 0,12949 | 3,2 | 0,15995 | 2,9 | 0,14342 | 3,0 |
| 85,0 | 0,11067 | 3,1 | 0,13881 | 2,8 | 0,12347 | 3,0 |
| 90,0 | 0,094952 | 3,0 | 0,12088 | 2,7 | 0,10668 | 2,8 |
| 95,0 | 0,081780 | 3,0 | 0,10563 | 2,7 | 0,092734 | 2,8 |
| 100,0 | 0,070690 | 2,9 | 0,092597 | 2,6 | 0,080903 | 2,8 |
| 105,0 | 0,061383 | 2,8 | 0,081442 | 2,5 | 0,070616 | 2,7 |
| 110,0 | 0,053486 | 2,7 | 0,071842 | 2,5 | 0,061826 | 2,6 |
| 115,0 | 0,046730 | 2,7 | 0,063571 | 2,4 | 0,054282 | 2,6 |
| 120,0 | 0,040955 | 2,6 | 0,056407 | 2,4 | 0,047793 | 2,5 |
| 125,0 | 0,036006 | 2,5 | 0,050196 | 2,3 | 0,042249 | 2,4 |
| 130,0 | 0,031747 | 2,5 | 0,044783 | 2,3 | 0,037450 | 2,4 |
| 135,0 | 0,028097 | 2,4 | 0,040064 | 2,2 | 0,033244 | 2,4 |
| 140,0 | 0,024935 | 2,4 | 0,035928 | 2,2 | 0,029582 | 2,3 |
| 145,0 | 0,022176 | 2,3 | 0,032302 | 2,1 | 0,026406 | 2,3 |
| 150,0 | 0,019772 | 2,3 | 0,029107 | 2,1 | 0,023625 | 2,2 |
| 155,0 | 0,017683 | 2,2 | 0,026291 | 2,0 | 0,021193 | 2,1 |
| 160,0 | 0,015853 | 2,2 | 0,023801 | 2,0 | 0,019057 | 2,1 |
| 165,0 | 0,014247 | 2,1 | 0,021594 | 1,9 | 0,017176 | 2,1 |
| 170,0 | 0,012834 | 2,1 | 0,019634 | 1,9 | 0,015516 | 2,0 |
| 175,0 | 0,011587 | 2,0 | 0,017888 | 1,8 | 0,014046 | 2,0 |
| 180,0 | 0,010483 | 2,0 | 0,016271 | 1,8 | 0,012742 | 2,0 |

Kennlinien

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 1012 | | 1013 | | 1014 | |
|------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | $B_{25/100} = 4300 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3900 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 4250 \text{ K}$ | |
| Temperatur °C | $R_g/R_{25} \text{ °C}$ | $\alpha \text{ (‰/K)}$ | $R_g/R_{25} \text{ °C}$ | $\alpha \text{ (‰/K)}$ | $R_g/R_{25} \text{ °C}$ | $\alpha \text{ (‰/K)}$ |
| -60,0 | - | - | - | - | - | - |
| -55,0 | 87,237 | 6,9 | 77,285 | 7,0 | 83,935 | 6,8 |
| -50,0 | 62,264 | 6,7 | 54,938 | 6,7 | 60,228 | 6,6 |
| -45,0 | 44,854 | 6,5 | 39,507 | 6,5 | 43,593 | 6,4 |
| -40,0 | 32,599 | 6,3 | 28,722 | 6,3 | 31,815 | 6,3 |
| -35,0 | 23,893 | 6,2 | 21,099 | 6,1 | 23,404 | 6,1 |
| -30,0 | 17,654 | 6,1 | 15,652 | 5,9 | 17,349 | 6,0 |
| -25,0 | 13,098 | 5,9 | 11,715 | 5,7 | 12,946 | 5,8 |
| -20,0 | 9,8059 | 5,7 | 8,8541 | 5,6 | 9,7439 | 5,7 |
| -15,0 | 7,4266 | 5,5 | 6,7433 | 5,4 | 7,3737 | 5,5 |
| -10,0 | 5,6677 | 5,5 | 5,1815 | 5,2 | 5,6247 | 5,4 |
| - 5,0 | 4,3213 | 5,4 | 4,0099 | 5,1 | 4,3063 | 5,3 |
| 0,0 | 3,3208 | 5,1 | 3,1283 | 4,9 | 3,3221 | 5,2 |
| 5,0 | 2,5842 | 5,0 | 2,4569 | 4,8 | 2,5779 | 5,0 |
| 10,0 | 2,0238 | 5,0 | 1,9438 | 4,6 | 2,0144 | 4,9 |
| 15,0 | 1,5858 | 4,8 | 1,5475 | 4,5 | 1,5848 | 4,8 |
| 20,0 | 1,2507 | 4,5 | 1,2403 | 4,4 | 1,2547 | 4,6 |
| 25,0 | 1,0000 | 4,6 | 1,0000 | 4,3 | 1,0000 | 4,6 |
| 30,0 | 0,79640 | 4,4 | 0,81104 | 4,1 | 0,79913 | 4,4 |
| 35,0 | 0,64053 | 4,3 | 0,66146 | 4,0 | 0,64287 | 4,3 |
| 40,0 | 0,51772 | 4,3 | 0,54254 | 3,9 | 0,51991 | 4,2 |
| 45,0 | 0,41958 | 4,2 | 0,44727 | 3,8 | 0,42299 | 4,1 |
| 50,0 | 0,34172 | 4,1 | 0,37067 | 3,7 | 0,34573 | 4,1 |
| 55,0 | 0,27877 | 4,0 | 0,30865 | 3,6 | 0,28298 | 4,0 |
| 60,0 | 0,22861 | 3,9 | 0,25825 | 3,5 | 0,23277 | 3,8 |
| 65,0 | 0,18872 | 3,8 | 0,21707 | 3,4 | 0,19262 | 3,8 |
| 70,0 | 0,15645 | 3,7 | 0,18323 | 3,3 | 0,16005 | 3,7 |
| 75,0 | 0,13012 | 3,7 | 0,15535 | 3,3 | 0,13349 | 3,6 |
| 80,0 | 0,10863 | 3,6 | 0,13223 | 3,2 | 0,11175 | 3,5 |
| 85,0 | 0,091115 | 3,5 | 0,11302 | 3,1 | 0,093934 | 3,5 |
| 90,0 | 0,076700 | 3,4 | 0,096951 | 3,0 | 0,079231 | 3,4 |
| 95,0 | 0,064867 | 3,3 | 0,083487 | 3,0 | 0,067054 | 3,3 |
| 100,0 | 0,055047 | 3,3 | 0,072139 | 2,9 | 0,056932 | 3,2 |
| 105,0 | 0,046797 | 3,2 | 0,062559 | 2,8 | 0,048591 | 3,1 |
| 110,0 | 0,039904 | 3,1 | 0,054425 | 2,8 | 0,041605 | 3,1 |
| 115,0 | 0,034255 | 3,0 | 0,047508 | 2,7 | 0,035653 | 3,1 |
| 120,0 | 0,029498 | 3,0 | 0,041594 | 2,6 | 0,030636 | 3,0 |
| 125,0 | 0,025448 | 2,9 | 0,036532 | 2,6 | 0,026454 | 2,9 |
| 130,0 | 0,022016 | 2,9 | 0,032175 | 2,5 | 0,022905 | 2,9 |
| 135,0 | 0,019038 | 2,9 | 0,028423 | 2,5 | 0,019867 | 2,8 |
| 140,0 | 0,016502 | 2,8 | 0,025173 | 2,4 | 0,017274 | 2,8 |
| 145,0 | 0,014355 | 2,8 | 0,022358 | 2,4 | 0,015027 | 2,8 |
| 150,0 | 0,012514 | 2,7 | 0,019907 | 2,3 | 0,013101 | 2,7 |
| 155,0 | 0,010932 | 2,7 | 0,017770 | 2,2 | 0,011453 | 2,7 |
| 160,0 | 0,0095681 | 2,7 | 0,015901 | 2,2 | 0,010031 | 2,6 |
| 165,0 | 0,0083903 | 2,6 | 0,014263 | 2,2 | 0,0088012 | 2,6 |
| 170,0 | 0,0073706 | 2,6 | 0,012824 | 2,1 | 0,0077359 | 2,6 |
| 175,0 | - | - | 0,011556 | 2,1 | 0,0068109 | 2,5 |
| 180,0 | - | - | 0,010436 | 2,1 | 0,0060061 | 2,5 |

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 1016 | | 1201 | | 1202 | |
|--------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|
| | $B_{25/100} = 3500 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 2600 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 2800 \text{ K}$ | |
| | $R_{\text{g}}/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_{\text{g}}/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_{\text{g}}/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) |
| -60,0 | - | - | - | - | - | - |
| -55,0 | 52,216 | 6,3 | 21,445 | 5,1 | 27,119 | 5,5 |
| -50,0 | 38,360 | 6,1 | 16,720 | 4,9 | 20,748 | 5,3 |
| -45,0 | 28,458 | 5,9 | 13,159 | 4,7 | 16,035 | 5,1 |
| -40,0 | 21,309 | 5,7 | 10,457 | 4,5 | 12,521 | 4,9 |
| -35,0 | 16,099 | 5,6 | 8,3782 | 4,4 | 9,8633 | 4,7 |
| -30,0 | 12,266 | 5,4 | 6,7701 | 4,2 | 7,8415 | 4,5 |
| -25,0 | 9,4253 | 5,2 | 5,5112 | 4,0 | 6,2836 | 4,4 |
| -20,0 | 7,3079 | 5,1 | 4,5207 | 3,9 | 5,0768 | 4,2 |
| -15,0 | 5,6916 | 4,9 | 3,7332 | 3,8 | 4,1312 | 4,1 |
| -10,0 | 4,4705 | 4,8 | 3,1041 | 3,6 | 3,3866 | 3,9 |
| - 5,0 | 3,5351 | 4,6 | 2,5966 | 3,5 | 2,7944 | 3,8 |
| 0,0 | 2,8172 | 4,5 | 2,1856 | 3,4 | 2,3211 | 3,7 |
| 5,0 | 2,2601 | 4,3 | 1,8498 | 3,3 | 1,9395 | 3,5 |
| 10,0 | 1,8259 | 4,2 | 1,5744 | 3,2 | 1,6303 | 3,4 |
| 15,0 | 1,4851 | 4,1 | 1,3467 | 3,1 | 1,3779 | 3,3 |
| 20,0 | 1,2155 | 4,0 | 1,1578 | 3,0 | 1,1709 | 3,2 |
| 25,0 | 1,0000 | 3,8 | 1,0000 | 2,9 | 1,0000 | 3,1 |
| 30,0 | 0,82847 | 3,7 | 0,86761 | 2,8 | 0,85816 | 3,0 |
| 35,0 | 0,68969 | 3,6 | 0,75598 | 2,7 | 0,73986 | 2,9 |
| 40,0 | 0,57715 | 3,5 | 0,66147 | 2,6 | 0,64074 | 2,8 |
| 45,0 | 0,48507 | 3,4 | 0,58102 | 2,6 | 0,55721 | 2,8 |
| 50,0 | 0,40966 | 3,4 | 0,51231 | 2,5 | 0,48657 | 2,7 |
| 55,0 | 0,34735 | 3,3 | 0,45333 | 2,4 | 0,42652 | 2,6 |
| 60,0 | 0,29586 | 3,2 | 0,40255 | 2,3 | 0,37530 | 2,5 |
| 65,0 | 0,25302 | 3,1 | 0,35865 | 2,3 | 0,33141 | 2,5 |
| 70,0 | 0,21722 | 3,0 | 0,32055 | 2,2 | 0,29364 | 2,4 |
| 75,0 | 0,18728 | 2,9 | 0,28737 | 2,2 | 0,26105 | 2,3 |
| 80,0 | 0,16206 | 2,8 | 0,25838 | 2,1 | 0,23280 | 2,3 |
| 85,0 | 0,14089 | 2,8 | 0,23298 | 2,0 | 0,20826 | 2,2 |
| 90,0 | 0,12291 | 2,7 | 0,21065 | 2,0 | 0,18683 | 2,1 |
| 95,0 | 0,10758 | 2,6 | 0,19095 | 1,9 | 0,16809 | 2,1 |
| 100,0 | 0,094470 | 2,6 | 0,17353 | 1,9 | 0,15164 | 2,0 |
| 105,0 | 0,083247 | 2,5 | 0,15808 | 1,8 | 0,13715 | 2,0 |
| 110,0 | 0,073577 | 2,5 | 0,14434 | 1,8 | 0,12436 | 1,9 |
| 115,0 | 0,065164 | 2,4 | 0,13210 | 1,8 | 0,11304 | 1,9 |
| 120,0 | 0,057868 | 2,3 | 0,12115 | 1,7 | 0,10299 | 1,8 |
| 125,0 | 0,051534 | 2,3 | 0,11135 | 1,7 | 0,094040 | 1,8 |
| 130,0 | 0,046009 | 2,3 | 0,10254 | 1,6 | 0,086055 | 1,8 |
| 135,0 | 0,041167 | 2,2 | 0,094615 | 1,6 | 0,078918 | 1,7 |
| 140,0 | 0,036920 | 2,2 | 0,087464 | 1,6 | 0,072516 | 1,7 |
| 145,0 | 0,033175 | 2,1 | 0,081003 | 1,5 | 0,066766 | 1,6 |
| 150,0 | 0,029873 | 2,1 | 0,075148 | 1,5 | 0,061586 | 1,6 |
| 155,0 | 0,026956 | 2,0 | 0,069838 | 1,5 | 0,056912 | 1,6 |
| 160,0 | 0,024370 | 2,0 | 0,065007 | 1,4 | 0,052685 | 1,5 |
| 165,0 | 0,022072 | 2,0 | 0,060607 | 1,4 | 0,048857 | 1,5 |
| 170,0 | 0,020027 | 1,9 | 0,056590 | 1,4 | 0,045380 | 1,5 |
| 175,0 | 0,018202 | 1,9 | 0,052920 | 1,3 | 0,042221 | 1,4 |
| 180,0 | 0,016571 | 1,9 | 0,049557 | 1,3 | 0,039341 | 1,4 |

Kennlinien

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 1203 | | 1302 | | 1303 | |
|--------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | $B_{25/100} = 2900 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3000 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3050 \text{ K}$ | |
| | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) |
| -60,0 | - | - | - | - | - | - |
| -55,0 | 30,252 | 5,6 | 33,701 | 5,9 | 34,363 | 5,8 |
| -50,0 | 22,966 | 5,4 | 25,252 | 5,7 | 25,827 | 5,6 |
| -45,0 | 17,612 | 5,2 | 19,149 | 5,4 | 19,635 | 5,4 |
| -40,0 | 13,650 | 5,0 | 14,684 | 5,2 | 15,089 | 5,2 |
| -35,0 | 10,671 | 4,8 | 11,380 | 5,0 | 11,712 | 5,0 |
| -30,0 | 8,4216 | 4,7 | 8,9067 | 4,8 | 9,1774 | 4,8 |
| -25,0 | 6,7001 | 4,5 | 7,0357 | 4,6 | 7,2552 | 4,6 |
| -20,0 | 5,3757 | 4,3 | 5,6065 | 4,5 | 5,7835 | 4,5 |
| -15,0 | 4,3443 | 4,2 | 4,5044 | 4,3 | 4,6467 | 4,3 |
| -10,0 | 3,5376 | 4,1 | 3,6471 | 4,2 | 3,7611 | 4,2 |
| - 5,0 | 2,8995 | 3,9 | 2,9746 | 4,0 | 3,0547 | 4,1 |
| 0,0 | 2,3929 | 3,8 | 2,4429 | 3,9 | 2,4986 | 4,0 |
| 5,0 | 1,9866 | 3,7 | 2,0194 | 3,8 | 2,0575 | 3,8 |
| 10,0 | 1,6596 | 3,5 | 1,6797 | 3,6 | 1,7051 | 3,7 |
| 15,0 | 1,3941 | 3,4 | 1,4053 | 3,5 | 1,4210 | 3,6 |
| 20,0 | 1,1777 | 3,3 | 1,1823 | 3,4 | 1,1910 | 3,6 |
| 25,0 | 1,0000 | 3,2 | 1,0000 | 3,3 | 1,0000 | 3,3 |
| 30,0 | 0,85337 | 3,1 | 0,85007 | 3,2 | 0,85053 | 3,3 |
| 35,0 | 0,73170 | 3,0 | 0,72608 | 3,1 | 0,72386 | 3,2 |
| 40,0 | 0,63032 | 2,9 | 0,62300 | 3,0 | 0,61897 | 3,1 |
| 45,0 | 0,54534 | 2,9 | 0,53685 | 2,9 | 0,53134 | 3,0 |
| 50,0 | 0,47384 | 2,8 | 0,46453 | 2,9 | 0,45814 | 2,9 |
| 55,0 | 0,41336 | 2,7 | 0,40357 | 2,8 | 0,39637 | 2,9 |
| 60,0 | 0,36201 | 2,6 | 0,35193 | 2,7 | 0,34439 | 2,7 |
| 65,0 | 0,31822 | 2,5 | 0,30799 | 2,6 | 0,30081 | 2,7 |
| 70,0 | 0,28073 | 2,5 | 0,27047 | 2,6 | 0,26372 | 2,6 |
| 75,0 | 0,24850 | 2,4 | 0,23832 | 2,5 | 0,23212 | 2,5 |
| 80,0 | 0,22069 | 2,3 | 0,21067 | 2,4 | 0,20501 | 2,5 |
| 85,0 | 0,19663 | 2,3 | 0,18677 | 2,4 | 0,18150 | 2,4 |
| 90,0 | 0,17572 | 2,2 | 0,16607 | 2,3 | 0,16117 | 2,4 |
| 95,0 | 0,15750 | 2,2 | 0,14805 | 2,3 | 0,14330 | 2,3 |
| 100,0 | 0,14157 | 2,1 | 0,13233 | 2,2 | 0,12775 | 2,2 |
| 105,0 | 0,12760 | 2,1 | 0,11862 | 2,2 | 0,11458 | 2,1 |
| 110,0 | 0,11531 | 2,0 | 0,10660 | 2,1 | 0,10306 | 2,1 |
| 115,0 | 0,10447 | 2,0 | 0,096009 | 2,1 | 0,092752 | 2,1 |
| 120,0 | 0,094881 | 1,9 | 0,086667 | 2,0 | 0,083677 | 2,0 |
| 125,0 | 0,086371 | 1,9 | 0,078398 | 2,0 | 0,075739 | 2,0 |
| 130,0 | 0,078799 | 1,8 | 0,071067 | 1,9 | 0,068710 | 1,9 |
| 135,0 | 0,072059 | 1,8 | 0,064544 | 1,9 | 0,062431 | 1,9 |
| 140,0 | 0,066032 | 1,7 | 0,058733 | 1,9 | 0,056844 | 1,9 |
| 145,0 | 0,060629 | 1,7 | 0,053561 | 1,8 | 0,051849 | 1,8 |
| 150,0 | 0,055776 | 1,6 | 0,048933 | 1,8 | 0,047384 | 1,8 |
| 155,0 | 0,051415 | 1,6 | 0,044793 | 1,8 | 0,043383 | 1,8 |
| 160,0 | 0,047481 | 1,6 | 0,041077 | 1,7 | 0,039788 | 1,7 |
| 165,0 | 0,043927 | 1,5 | 0,037736 | 1,7 | 0,036552 | 1,7 |
| 170,0 | 0,040708 | 1,5 | 0,034726 | 1,6 | 0,033632 | 1,7 |
| 175,0 | 0,037792 | 1,5 | 0,032009 | 1,6 | 0,030993 | 1,6 |
| 180,0 | 0,035140 | 1,5 | 0,029553 | 1,6 | 0,028604 | 1,6 |

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 1304 | | 1305 | | 1306 | |
|--------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | $B_{25/100} = 3300 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3200 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3450 \text{ K}$ | |
| | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) |
| -60,0 | - | - | - | - | - | - |
| -55,0 | 39,326 | 5,5 | 42,131 | 6,2 | 49,935 | 6,3 |
| -50,0 | 30,121 | 5,4 | 31,129 | 5,9 | 36,640 | 6,1 |
| -45,0 | 23,164 | 5,3 | 23,273 | 5,7 | 27,180 | 5,9 |
| -40,0 | 17,888 | 5,2 | 17,592 | 5,5 | 20,370 | 5,7 |
| -35,0 | 13,874 | 5,1 | 13,438 | 5,3 | 15,416 | 5,5 |
| -30,0 | 10,810 | 5,0 | 10,366 | 5,0 | 11,775 | 5,3 |
| -25,0 | 8,4512 | 4,9 | 8,1005 | 4,9 | 9,0698 | 5,1 |
| -20,0 | 6,6612 | 4,8 | 6,3856 | 4,8 | 7,0497 | 5,0 |
| -15,0 | 5,2540 | 4,7 | 5,0364 | 4,7 | 5,5187 | 4,8 |
| -10,0 | 4,1777 | 4,6 | 4,0067 | 4,4 | 4,3558 | 4,7 |
| - 5,0 | 3,3309 | 4,5 | 3,2217 | 4,3 | 3,4609 | 4,5 |
| 0,0 | 2,6767 | 4,3 | 2,6097 | 4,2 | 2,7705 | 4,4 |
| 5,0 | 2,1680 | 4,1 | 2,1260 | 4,0 | 2,2316 | 4,3 |
| 10,0 | 1,7683 | 4,0 | 1,7438 | 3,9 | 1,8098 | 4,1 |
| 15,0 | 1,4538 | 3,9 | 1,4415 | 3,8 | 1,4762 | 4,0 |
| 20,0 | 1,2025 | 3,8 | 1,1987 | 3,7 | 1,2116 | 3,9 |
| 25,0 | 1,0000 | 3,6 | 1,0000 | 3,5 | 1,0000 | 3,8 |
| 30,0 | 0,83752 | 3,5 | 0,84185 | 3,4 | 0,82984 | 3,7 |
| 35,0 | 0,70362 | 3,4 | 0,71080 | 3,3 | 0,69220 | 3,6 |
| 40,0 | 0,59417 | 3,3 | 0,60317 | 3,2 | 0,58042 | 3,5 |
| 45,0 | 0,50453 | 3,2 | 0,51419 | 3,1 | 0,48899 | 3,4 |
| 50,0 | 0,43035 | 3,2 | 0,44037 | 3,1 | 0,41395 | 3,3 |
| 55,0 | 0,36798 | 3,1 | 0,37824 | 3,0 | 0,35197 | 3,2 |
| 60,0 | 0,31608 | 3,0 | 0,32636 | 2,9 | 0,30060 | 3,1 |
| 65,0 | 0,27324 | 2,9 | 0,28333 | 2,8 | 0,25780 | 3,0 |
| 70,0 | 0,23718 | 2,8 | 0,24697 | 2,7 | 0,22197 | 3,0 |
| 75,0 | 0,20635 | 2,8 | 0,21573 | 2,7 | 0,19189 | 2,9 |
| 80,0 | 0,18016 | 2,6 | 0,18908 | 2,6 | 0,16648 | 2,8 |
| 85,0 | 0,15843 | 2,5 | 0,16649 | 2,5 | 0,14498 | 2,7 |
| 90,0 | 0,13984 | 2,6 | 0,14709 | 2,5 | 0,12669 | 2,7 |
| 95,0 | 0,12277 | 2,6 | 0,13021 | 2,4 | 0,11109 | 2,6 |
| 100,0 | 0,10804 | 2,4 | 0,11560 | 2,3 | 0,097717 | 2,5 |
| 105,0 | 0,095996 | 2,3 | 0,10301 | 2,3 | 0,086235 | 2,5 |
| 110,0 | 0,085543 | 2,3 | 0,092038 | 2,2 | 0,076325 | 2,4 |
| 115,0 | 0,076380 | 2,2 | 0,082442 | 2,2 | 0,067760 | 2,4 |
| 120,0 | 0,068378 | 2,2 | 0,074035 | 2,1 | 0,060320 | 2,3 |
| 125,0 | 0,061386 | 2,1 | 0,066701 | 2,1 | 0,053852 | 2,2 |
| 130,0 | 0,055245 | 2,1 | 0,060238 | 2,0 | 0,048200 | 2,2 |
| 135,0 | 0,049926 | 2,0 | 0,054515 | 2,0 | 0,043256 | 2,1 |
| 140,0 | 0,045227 | 2,0 | 0,049446 | 1,9 | 0,038911 | 2,1 |
| 145,0 | 0,041008 | 1,9 | 0,044944 | 1,9 | 0,035091 | 2,0 |
| 150,0 | 0,037262 | 1,9 | 0,040937 | 1,8 | 0,031716 | 2,0 |
| 155,0 | 0,033961 | 1,8 | 0,037362 | 1,8 | 0,028733 | 2,0 |
| 160,0 | 0,031019 | 1,8 | 0,034165 | 1,8 | 0,026288 | 1,9 |
| 165,0 | 0,028389 | 1,8 | 0,031300 | 1,7 | 0,025738 | 1,8 |
| 170,0 | 0,026034 | 1,7 | 0,028726 | 1,7 | 0,021644 | 1,8 |
| 175,0 | 0,023920 | 1,7 | 0,026410 | 1,7 | 0,016775 | 1,6 |
| 180,0 | 0,022018 | 1,7 | 0,024322 | 1,7 | 0,018104 | 1,6 |

Kennlinien

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 1307 | | 2001 | | 2002 | |
|--------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | $B_{25/100} = 3560 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3920 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3940 \text{ K}$ | |
| | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) |
| -60,0 | - | - | - | - | - | - |
| -55,0 | 51,115 | 5,9 | 87,762 | 7,1 | 88,463 | 7,2 |
| -50,0 | 38,300 | 5,8 | 61,922 | 6,9 | 62,368 | 6,9 |
| 45,0 | 29,847 | 5,7 | 44,168 | 6,7 | 44,461 | 6,7 |
| -40,0 | 21,842 | 5,6 | 31,833 | 6,5 | 32,032 | 6,5 |
| -35,0 | 16,627 | 5,5 | 23,173 | 6,3 | 23,312 | 6,3 |
| -30,0 | 12,725 | 5,4 | 17,030 | 6,1 | 17,130 | 6,1 |
| -25,0 | 9,7859 | 5,2 | 12,621 | 5,9 | 12,695 | 5,9 |
| -20,0 | 7,5902 | 5,2 | 9,4515 | 5,8 | 9,5068 | 5,8 |
| -15,0 | 5,8918 | 5,0 | 7,1273 | 5,6 | 7,1700 | 5,6 |
| -10,0 | 4,6124 | 4,9 | 5,4270 | 5,5 | 5,4595 | 5,5 |
| - 5,0 | 3,6247 | 4,7 | 4,1522 | 5,3 | 4,1779 | 5,3 |
| 0,0 | 2,8717 | 4,6 | 3,2063 | 5,1 | 3,2263 | 5,1 |
| 5,0 | 2,2929 | 4,4 | 2,5019 | 4,9 | 2,5112 | 4,9 |
| 10,0 | 1,8442 | 4,3 | 1,9679 | 4,7 | 1,9707 | 4,7 |
| 15,0 | 1,4941 | 4,2 | 1,5623 | 4,6 | 1,5618 | 4,6 |
| 20,0 | 1,2183 | 4,0 | 1,2488 | 4,5 | 1,2465 | 4,5 |
| 25,0 | 1,0000 | 4,0 | 1,0000 | 4,3 | 1,0000 | 4,3 |
| 30,0 | 0,82246 | 3,8 | 0,81105 | 4,2 | 0,80868 | 4,2 |
| 35,0 | 0,68231 | 3,7 | 0,65930 | 4,1 | 0,65735 | 4,1 |
| 40,0 | 0,56909 | 3,6 | 0,53922 | 4,0 | 0,53754 | 4,0 |
| 45,0 | 0,47670 | 3,5 | 0,44345 | 3,9 | 0,44242 | 3,8 |
| 50,0 | 0,40133 | 3,4 | 0,36674 | 3,7 | 0,36605 | 3,8 |
| 55,0 | 0,33894 | 3,3 | 0,30513 | 3,6 | 0,30398 | 3,7 |
| 60,0 | 0,28769 | 3,2 | 0,25514 | 3,5 | 0,25373 | 3,5 |
| 65,0 | 0,24573 | 3,1 | 0,21457 | 3,4 | 0,21310 | 3,4 |
| 70,0 | 0,21081 | 3,0 | 0,18131 | 3,4 | 0,17982 | 3,4 |
| 75,0 | 0,18147 | 3,0 | 0,15360 | 3,3 | 0,15227 | 3,3 |
| 80,0 | 0,15682 | 2,9 | 0,13064 | 3,2 | 0,12948 | 3,2 |
| 85,0 | 0,13601 | 2,8 | 0,11155 | 3,1 | 0,11034 | 3,2 |
| 90,0 | 0,11838 | 2,7 | 0,095606 | 3,0 | 0,094357 | 3,0 |
| 95,0 | 0,10342 | 2,7 | 0,082347 | 3,0 | 0,081215 | 3,0 |
| 100,0 | 0,090649 | 2,6 | 0,071180 | 2,9 | 0,070155 | 2,9 |
| 105,0 | 0,079672 | 2,6 | 0,061779 | 2,8 | 0,060801 | 2,8 |
| 110,0 | 0,070236 | 2,5 | 0,053799 | 2,8 | 0,052869 | 2,8 |
| 115,0 | 0,062118 | 2,4 | 0,046970 | 2,7 | 0,046109 | 2,7 |
| 120,0 | 0,055093 | 2,4 | 0,041132 | 2,6 | 0,040336 | 2,6 |
| 125,0 | 0,048901 | 2,4 | 0,036141 | 2,6 | 0,035408 | 2,6 |
| 130,0 | 0,043513 | 2,3 | 0,031847 | 2,5 | 0,031170 | 2,5 |
| 135,0 | 0,038925 | 2,2 | 0,028153 | 2,4 | 0,027502 | 2,5 |
| 140,0 | 0,034908 | 2,2 | 0,024955 | 2,4 | 0,024329 | 2,4 |
| 145,0 | 0,031349 | 2,1 | 0,022158 | 2,4 | 0,021563 | 2,4 |
| 150,0 | 0,028216 | 2,1 | 0,019722 | 2,3 | 0,019157 | 2,3 |
| 155,0 | 0,025477 | 2,0 | 0,017607 | 2,2 | 0,017074 | 2,3 |
| 160,0 | 0,023056 | 2,0 | 0,015756 | 2,2 | 0,015253 | 2,2 |
| 165,0 | 0,020911 | 1,9 | 0,014132 | 2,2 | 0,013654 | 2,2 |
| 170,0 | 0,019006 | 1,9 | 0,012703 | 2,1 | 0,012248 | 2,1 |
| 175,0 | 0,017309 | 1,9 | 0,011444 | 2,1 | 0,011016 | 2,1 |
| 180,0 | 0,015796 | 1,9 | 0,010331 | 2,1 | 0,009927 | 2,1 |

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 2003 | | 2004 | | 2005 | |
|--------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | $B_{25/100} = 3980 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 4100 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 4600 \text{ K}$ | |
| | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (%/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (%/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (%/K) |
| -60,0 | - | - | - | - | - | - |
| -55,0 | 97,578 | 7,5 | 99,552 | 7,6 | 120,22 | 7,0 |
| -50,0 | 67,650 | 7,2 | 68,582 | 7,3 | 85,480 | 6,9 |
| -45,0 | 47,538 | 7,0 | 47,963 | 7,0 | 61,004 | 6,8 |
| -40,0 | 33,831 | 6,7 | 34,019 | 6,7 | 43,712 | 6,7 |
| -35,0 | 24,359 | 6,5 | 24,448 | 6,5 | 31,459 | 6,6 |
| -30,0 | 17,753 | 6,3 | 17,787 | 6,3 | 22,746 | 6,6 |
| -25,0 | 13,067 | 6,0 | 13,083 | 6,1 | 16,490 | 6,4 |
| -20,0 | 9,7228 | 5,8 | 9,7251 | 5,8 | 12,071 | 6,3 |
| -15,0 | 7,3006 | 5,6 | 7,3160 | 5,6 | 8,8455 | 6,1 |
| -10,0 | 5,5361 | 5,5 | 5,5545 | 5,4 | 6,5446 | 6,0 |
| - 5,0 | 4,2332 | 5,3 | 4,2531 | 5,3 | 4,8852 | 5,8 |
| 0,0 | 3,2660 | 5,1 | 3,2836 | 5,1 | 3,6781 | 5,6 |
| 5,0 | 2,5392 | 5,0 | 2,5512 | 5,0 | 2,7944 | 5,4 |
| 10,0 | 1,9902 | 4,8 | 1,9973 | 4,8 | 2,1391 | 5,3 |
| 15,0 | 1,5709 | 4,7 | 1,5738 | 4,7 | 1,6507 | 5,1 |
| 20,0 | 1,2492 | 4,5 | 1,2488 | 4,5 | 1,2823 | 5,1 |
| 25,0 | 1,0000 | 4,4 | 1,0000 | 4,5 | 1,0000 | 5,0 |
| 30,0 | 0,80575 | 4,3 | 0,80080 | 4,3 | 0,78393 | 4,8 |
| 35,0 | 0,65326 | 4,1 | 0,64733 | 4,2 | 0,61822 | 4,7 |
| 40,0 | 0,53290 | 4,0 | 0,52628 | 4,0 | 0,49053 | 4,6 |
| 45,0 | 0,43715 | 3,9 | 0,43263 | 3,9 | 0,39116 | 4,5 |
| 50,0 | 0,36064 | 3,8 | 0,35708 | 3,9 | 0,31371 | 4,3 |
| 55,0 | 0,29908 | 3,7 | 0,29406 | 3,8 | 0,25338 | 4,2 |
| 60,0 | 0,24932 | 3,6 | 0,24342 | 3,7 | 0,20565 | 4,2 |
| 65,0 | 0,20886 | 3,5 | 0,20278 | 3,6 | 0,16762 | 4,1 |
| 70,0 | 0,17578 | 3,4 | 0,16964 | 3,5 | 0,13726 | 4,0 |
| 75,0 | 0,14863 | 3,3 | 0,14257 | 3,4 | 0,11279 | 3,9 |
| 80,0 | 0,12621 | 3,2 | 0,12028 | 3,4 | 0,093053 | 3,8 |
| 85,0 | 0,10763 | 3,1 | 0,10196 | 3,3 | 0,077177 | 3,7 |
| 90,0 | 0,092159 | 3,1 | 0,086757 | 3,3 | 0,064263 | 3,6 |
| 95,0 | 0,079225 | 3,0 | 0,073804 | 3,2 | 0,053678 | 3,6 |
| 100,0 | 0,068356 | 2,9 | 0,062974 | 3,0 | 0,044996 | 3,5 |
| 105,0 | 0,059247 | 2,8 | 0,054276 | 2,9 | 0,037917 | 3,4 |
| 110,0 | 0,051531 | 2,8 | 0,046943 | 3,0 | 0,032063 | 3,4 |
| 115,0 | 0,044921 | 2,7 | 0,040576 | 2,9 | 0,027161 | 3,3 |
| 120,0 | 0,039282 | 2,7 | 0,035174 | 2,8 | 0,023079 | 3,2 |
| 125,0 | 0,034387 | 2,6 | 0,030637 | 2,7 | 0,019680 | 3,2 |
| 130,0 | 0,030186 | 2,5 | 0,026760 | 2,7 | 0,016831 | 3,1 |
| 135,0 | 0,026650 | 2,5 | 0,023425 | 2,6 | 0,014457 | 3,0 |
| 140,0 | 0,023594 | 2,4 | 0,020559 | 2,6 | 0,012453 | 3,0 |
| 145,0 | 0,020931 | 2,4 | 0,018097 | 2,5 | 0,010756 | 2,9 |
| 150,0 | 0,018616 | 2,3 | 0,015969 | 2,5 | 0,0093154 | 2,8 |
| 155,0 | 0,016612 | 2,3 | 0,014129 | 2,4 | 0,0080948 | 2,8 |
| 160,0 | 0,014861 | 2,2 | 0,012534 | 2,4 | 0,0070537 | 2,7 |
| 165,0 | 0,013327 | 2,2 | 0,011146 | 2,3 | 0,0061631 | 2,7 |
| 170,0 | 0,011980 | 2,1 | 0,0099357 | 2,3 | 0,0053990 | 2,6 |
| 175,0 | 0,010794 | 2,1 | 0,0088782 | 2,2 | 0,0047417 | 2,6 |
| 180,0 | 0,0097471 | 2,1 | 0,0079517 | 2,2 | 0,0041746 | 2,6 |

Kennlinien

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 2006 | | 2007 | | 2901 | |
|--------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | $B_{25/100} = 5000 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 4830 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3760 \text{ K}$ | |
| | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) |
| -60,0 | - | - | - | - | - | - |
| -55,0 | 200,55 | 8,7 | 185,87 | 8,4 | 63,969 | 6,7 |
| -50,0 | 131,02 | 8,3 | 123,23 | 8,1 | 46,179 | 6,4 |
| -45,0 | 87,171 | 8,0 | 82,888 | 7,8 | 33,736 | 6,2 |
| -40,0 | 58,988 | 7,7 | 56,544 | 7,6 | 24,927 | 6,0 |
| -35,0 | 40,545 | 7,4 | 39,061 | 7,3 | 18,611 | 5,8 |
| -30,0 | 28,272 | 7,1 | 27,321 | 7,1 | 14,033 | 5,6 |
| -25,0 | 19,997 | 6,9 | 19,326 | 6,8 | 10,679 | 5,4 |
| -20,0 | 14,292 | 6,6 | 13,823 | 6,6 | 8,1980 | 5,3 |
| -15,0 | 10,350 | 6,4 | 10,001 | 6,4 | 6,3123 | 5,2 |
| -10,0 | 7,5614 | 6,4 | 7,3067 | 6,4 | 4,9014 | 5,1 |
| - 5,0 | 5,5343 | 6,2 | 5,3454 | 6,2 | 3,8210 | 4,9 |
| 0,0 | 4,0860 | 6,0 | 3,9484 | 5,9 | 3,0027 | 4,7 |
| 5,0 | 3,0374 | 5,9 | 2,9595 | 5,7 | 2,3801 | 4,6 |
| 10,0 | 2,2760 | 5,7 | 2,2358 | 5,6 | 1,9000 | 4,5 |
| 15,0 | 1,7188 | 5,6 | 1,7001 | 5,4 | 1,5257 | 4,3 |
| 20,0 | 1,3074 | 5,5 | 1,3021 | 5,4 | 1,2330 | 4,3 |
| 25,0 | 1,0000 | 5,3 | 1,0000 | 5,2 | 1,0000 | 4,1 |
| 30,0 | 0,76988 | 5,2 | 0,77560 | 5,0 | 0,81679 | 4,0 |
| 35,0 | 0,59540 | 5,1 | 0,60507 | 4,9 | 0,67166 | 3,9 |
| 40,0 | 0,46341 | 4,9 | 0,47498 | 4,8 | 0,55527 | 3,8 |
| 45,0 | 0,36327 | 4,8 | 0,37533 | 4,7 | 0,46095 | 3,7 |
| 50,0 | 0,28636 | 4,8 | 0,29823 | 4,6 | 0,38459 | 3,6 |
| 55,0 | 0,22620 | 4,7 | 0,23763 | 4,5 | 0,32184 | 3,5 |
| 60,0 | 0,17974 | 4,5 | 0,19041 | 4,4 | 0,27068 | 3,4 |
| 65,0 | 0,14380 | 4,4 | 0,15356 | 4,3 | 0,22907 | 3,3 |
| 70,0 | 0,11560 | 4,3 | 0,12442 | 4,2 | 0,19468 | 3,2 |
| 75,0 | 0,093296 | 4,3 | 0,10131 | 4,1 | 0,16607 | 3,1 |
| 80,0 | 0,075623 | 4,2 | 0,082860 | 4,0 | 0,14221 | 3,1 |
| 85,0 | 0,061619 | 4,1 | 0,068004 | 3,9 | 0,12218 | 3,0 |
| 90,0 | 0,050414 | 3,9 | 0,056032 | 3,8 | 0,10533 | 2,9 |
| 95,0 | 0,041532 | 3,8 | 0,046379 | 3,8 | 0,091231 | 2,8 |
| 100,0 | 0,034355 | 3,8 | 0,038533 | 3,7 | 0,079284 | 2,8 |
| 105,0 | 0,028525 | 3,7 | 0,032169 | 3,6 | 0,069062 | 2,7 |
| 110,0 | 0,023774 | 3,7 | 0,026952 | 3,5 | 0,060340 | 2,7 |
| 115,0 | 0,019852 | 3,6 | 0,022658 | 3,4 | 0,052886 | 2,6 |
| 120,0 | 0,016632 | 3,5 | 0,019111 | 3,3 | 0,046482 | 2,5 |
| 125,0 | 0,014016 | 3,4 | 0,016201 | 3,3 | 0,040985 | 2,5 |
| 130,0 | 0,011850 | 3,4 | 0,013778 | 3,2 | 0,036233 | 2,5 |
| 135,0 | 0,010043 | 3,3 | 0,011742 | 3,2 | 0,032101 | 2,4 |
| 140,0 | 0,0085371 | 3,2 | 0,010035 | 3,2 | 0,028510 | 2,4 |
| 145,0 | 0,0072791 | 3,2 | 0,0085864 | 3,1 | 0,025373 | 2,3 |
| 150,0 | 0,0062238 | 3,1 | 0,0073657 | 3,1 | 0,022633 | 2,3 |
| 155,0 | 0,0053381 | 3,0 | 0,0067293 | 3,2 | 0,020231 | 2,3 |
| 160,0 | 0,0045915 | 3,0 | 0,0054517 | 2,9 | 0,018121 | 2,2 |
| 165,0 | 0,0039601 | 2,9 | 0,0047230 | 2,9 | 0,016262 | 2,2 |
| 170,0 | 0,0034248 | 2,9 | 0,0041014 | 2,8 | 0,014621 | 2,1 |
| 175,0 | 0,0029696 | 2,8 | 0,0035715 | 2,8 | 0,013170 | 2,1 |
| 180,0 | 0,0025814 | 2,8 | 0,0031171 | 2,8 | 0,011883 | 2,1 |

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 2902 | | 2903 | | 2904 | |
|--------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| | $B_{25/100} = 3967 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 4200 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 4300 \text{ K}$ | |
| | $R_9/R_{25} \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ | $R_9/R_{25} \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ | $R_9/R_{25} \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ |
| -60,0 | - | - | - | - | - | - |
| -55,0 | 69,349 | 6,4 | 120,03 | 7,7 | 121,46 | 7,4 |
| -50,0 | 50,738 | 6,3 | 82,380 | 7,4 | 84,439 | 7,2 |
| -45,0 | 37,360 | 6,1 | 57,248 | 7,2 | 59,243 | 7,1 |
| -40,0 | 27,683 | 6,0 | 40,255 | 7,0 | 41,938 | 6,9 |
| -35,0 | 20,641 | 5,9 | 28,627 | 6,7 | 29,947 | 6,7 |
| -30,0 | 15,487 | 5,7 | 20,577 | 6,6 | 21,567 | 6,6 |
| -25,0 | 11,707 | 5,5 | 14,876 | 6,4 | 15,641 | 6,3 |
| -20,0 | 8,9244 | 5,6 | 10,880 | 6,1 | 11,466 | 6,2 |
| -15,0 | 6,7927 | 5,4 | 8,0808 | 5,9 | 8,4510 | 6,0 |
| -10,0 | 5,2151 | 5,3 | 6,0612 | 5,8 | 6,2927 | 5,9 |
| - 5,0 | 4,0287 | 5,1 | 4,5649 | 5,6 | 4,7077 | 5,7 |
| 0,0 | 3,1371 | 4,9 | 3,4708 | 5,4 | 3,5563 | 5,5 |
| 5,0 | 2,4608 | 4,8 | 2,6625 | 5,2 | 2,7119 | 5,3 |
| 10,0 | 1,9443 | 4,6 | 2,0599 | 5,1 | 2,0860 | 5,1 |
| 15,0 | 1,5481 | 4,5 | 1,6069 | 4,9 | 1,6204 | 5,0 |
| 20,0 | 1,2406 | 4,4 | 1,2631 | 4,8 | 1,2683 | 4,8 |
| 25,0 | 1,0000 | 4,4 | 1,0000 | 4,6 | 1,0000 | 4,7 |
| 30,0 | 0,80666 | 4,2 | 0,79593 | 4,5 | 0,79420 | 4,6 |
| 35,0 | 0,65678 | 4,1 | 0,63796 | 4,4 | 0,63268 | 4,5 |
| 40,0 | 0,53769 | 4,0 | 0,51467 | 4,2 | 0,50740 | 4,3 |
| 45,0 | 0,44231 | 3,9 | 0,41887 | 4,1 | 0,41026 | 4,2 |
| 50,0 | 0,36570 | 3,8 | 0,34272 | 4,0 | 0,33363 | 4,1 |
| 55,0 | 0,30320 | 3,7 | 0,28081 | 3,9 | 0,27243 | 4,0 |
| 60,0 | 0,25268 | 3,6 | 0,23141 | 3,8 | 0,22370 | 3,9 |
| 65,0 | 0,21176 | 3,5 | 0,19211 | 3,7 | 0,18459 | 3,8 |
| 70,0 | 0,17823 | 3,4 | 0,16027 | 3,6 | 0,15305 | 3,7 |
| 75,0 | 0,15062 | 3,3 | 0,13421 | 3,5 | 0,12755 | 3,6 |
| 80,0 | 0,12778 | 3,2 | 0,11288 | 3,4 | 0,10677 | 3,5 |
| 85,0 | 0,10889 | 3,2 | 0,095326 | 3,3 | 0,089928 | 3,4 |
| 90,0 | 0,093128 | 3,1 | 0,080828 | 3,2 | 0,076068 | 3,3 |
| 95,0 | 0,080006 | 3,0 | 0,068916 | 3,2 | 0,064524 | 3,3 |
| 100,0 | 0,068975 | 2,9 | 0,058989 | 3,1 | 0,054941 | 3,2 |
| 105,0 | 0,059642 | 2,9 | 0,050701 | 3,0 | 0,047003 | 3,1 |
| 110,0 | 0,051738 | 2,8 | 0,043735 | 3,0 | 0,040358 | 3,0 |
| 115,0 | 0,044995 | 2,8 | 0,037778 | 2,9 | 0,034743 | 3,0 |
| 120,0 | 0,039245 | 2,7 | 0,032736 | 2,8 | 0,030007 | 2,9 |
| 125,0 | 0,034309 | 2,7 | 0,028513 | 2,7 | 0,026006 | 2,8 |
| 130,0 | 0,030073 | 2,6 | 0,024912 | 2,7 | 0,022609 | 2,8 |
| 135,0 | 0,026488 | 2,5 | 0,021804 | 2,6 | 0,019720 | 2,7 |
| 140,0 | 0,023392 | 2,5 | 0,019136 | 2,6 | 0,017251 | 2,6 |
| 145,0 | 0,020683 | 2,4 | 0,016848 | 2,5 | 0,015139 | 2,6 |
| 150,0 | 0,018331 | 2,4 | 0,014872 | 2,5 | 0,013321 | 2,5 |
| 155,0 | 0,016304 | 2,3 | 0,013165 | 2,4 | 0,011754 | 2,5 |
| 160,0 | 0,014538 | 2,3 | 0,011686 | 2,4 | 0,010399 | 2,4 |
| 165,0 | 0,012994 | 2,2 | 0,010400 | 2,3 | 0,0092238 | 2,4 |
| 170,0 | 0,011640 | 2,2 | 0,0092790 | 2,3 | 0,0082017 | 2,3 |
| 175,0 | 0,010451 | 2,1 | 0,0082997 | 2,2 | 0,0073104 | 2,3 |
| 180,0 | 0,0094039 | 2,1 | 0,0074419 | 2,2 | 0,0065311 | 2,3 |

Kennlinien

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 2905 | | 3202 | | 3901 | |
|--------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | $B_{25/100} = 4224 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3975 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 4100 \text{ K}$ | |
| | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (‰/K) |
| -60,0 | - | - | 115,76 | 7,2 | - | - |
| -55,0 | - | - | 81,252 | 7,0 | 111,51 | 7,8 |
| -50,0 | - | - | 57,704 | 6,8 | 76,193 | 7,5 |
| -45,0 | - | - | 41,437 | 6,6 | 52,859 | 7,2 |
| -40,0 | 42,002 | 7,1 | 30,070 | 6,3 | 37,197 | 6,9 |
| -35,0 | 29,625 | 6,9 | 22,039 | 6,2 | 26,527 | 6,6 |
| -30,0 | 21,154 | 6,6 | 16,307 | 6,0 | 19,157 | 6,4 |
| -25,0 | 15,282 | 6,4 | 12,170 | 5,8 | 13,994 | 6,2 |
| -20,0 | 11,163 | 6,2 | 9,1710 | 5,6 | 10,337 | 5,9 |
| -15,0 | 8,2392 | 6,0 | 6,9604 | 5,4 | 7,7395 | 5,7 |
| -10,0 | 6,1421 | 5,8 | 5,3296 | 5,3 | 5,8497 | 5,7 |
| - 5,0 | 4,6222 | 5,6 | 4,1086 | 5,1 | 4,4242 | 5,5 |
| 0,0 | 3,5098 | 5,4 | 3,1930 | 5,0 | 3,3782 | 5,3 |
| 5,0 | 2,6880 | 5,3 | 2,4974 | 4,9 | 2,6067 | 5,1 |
| 10,0 | 2,0756 | 5,1 | 1,9680 | 4,7 | 2,0282 | 4,9 |
| 15,0 | 1,6152 | 5,0 | 1,5602 | 4,6 | 1,5916 | 4,8 |
| 20,0 | 1,2664 | 4,8 | 1,2454 | 4,5 | 1,2583 | 4,7 |
| 25,0 | 1,0000 | 4,7 | 1,0000 | 4,3 | 1,0000 | 4,5 |
| 30,0 | 0,79508 | 4,5 | 0,80774 | 4,2 | 0,80113 | 4,4 |
| 35,0 | 0,63635 | 4,4 | 0,65610 | 4,1 | 0,64482 | 4,3 |
| 40,0 | 0,51252 | 4,3 | 0,53604 | 4,0 | 0,52239 | 4,2 |
| 45,0 | 0,41530 | 4,2 | 0,44020 | 3,9 | 0,42553 | 4,0 |
| 50,0 | 0,33850 | 4,0 | 0,36345 | 3,8 | 0,34874 | 3,9 |
| 55,0 | 0,27747 | 3,9 | 0,30153 | 3,7 | 0,28730 | 3,8 |
| 60,0 | 0,22868 | 3,8 | 0,25140 | 3,6 | 0,23803 | 3,7 |
| 65,0 | 0,18945 | 3,7 | 0,21059 | 3,5 | 0,19858 | 3,6 |
| 70,0 | 0,15777 | 3,6 | 0,17718 | 3,4 | 0,16654 | 3,5 |
| 75,0 | 0,13202 | 3,5 | 0,14975 | 3,3 | 0,14009 | 3,4 |
| 80,0 | 0,11098 | 3,4 | 0,12708 | 3,2 | 0,11836 | 3,3 |
| 85,0 | 0,093750 | 3,3 | 0,10830 | 3,2 | 0,10042 | 3,3 |
| 90,0 | 0,079533 | 3,2 | 0,092645 | 3,1 | 0,085548 | 3,1 |
| 95,0 | 0,067767 | 3,2 | 0,079573 | 3,0 | 0,073289 | 3,1 |
| 100,0 | 0,057983 | 3,1 | 0,068586 | 2,9 | 0,063034 | 3,0 |
| 105,0 | 0,049817 | 3,0 | 0,059338 | 2,9 | 0,054287 | 3,0 |
| 110,0 | 0,042967 | 2,9 | 0,051506 | 2,8 | 0,046913 | 2,9 |
| 115,0 | 0,037217 | 2,8 | 0,044869 | 2,7 | 0,040744 | 2,8 |
| 120,0 | 0,032333 | 2,8 | 0,039207 | 2,7 | 0,035502 | 2,7 |
| 125,0 | 0,028200 | - | 0,034374 | 2,6 | 0,031050 | 2,7 |
| 130,0 | | | 0,030224 | 2,5 | 0,027240 | 2,6 |
| 135,0 | | | 0,026658 | 2,5 | 0,023957 | 2,5 |
| 140,0 | | | 0,023577 | 2,4 | 0,021130 | 2,5 |
| 145,0 | | | 0,020912 | 2,4 | 0,018668 | 2,5 |
| 150,0 | | | 0,018595 | 2,3 | 0,016535 | 2,4 |
| 155,0 | | | 0,016581 | 2,3 | 0,014683 | 2,4 |
| 160,0 | | | 0,014823 | 2,2 | 0,013068 | 2,3 |
| 165,0 | | | 0,013285 | 2,2 | 0,011654 | 2,3 |
| 170,0 | | | 0,011935 | 2,1 | 0,012415 | 2,2 |
| 175,0 | | | 0,010749 | 2,1 | 0,0093254 | 2,2 |
| 180,0 | | | 0,0097026 | 2,1 | 0,0083652 | 2,2 |

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 3902 | | 4001 | | 4002 | |
|--------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| | $B_{25/100} = 4150 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3950 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 4250 \text{ K}$ | |
| | $R_9/R_{25} \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ | $R_9/R_{25} \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ | $R_9/R_{25} \text{ } ^\circ\text{C}$ | $\alpha \text{ (}\%/\text{K)}$ |
| -60,0 | 143,79 | 7,6 | - | - | - | - |
| -55,0 | 99,297 | 7,3 | 88,052 | 7,3 | 113,41 | 7,7 |
| -50,0 | 69,416 | 7,1 | 61,650 | 7,0 | 77,695 | 7,4 |
| -45,0 | 49,092 | 6,9 | 43,727 | 6,8 | 54,008 | 7,2 |
| -40,0 | 35,102 | 6,6 | 31,395 | 6,5 | 38,056 | 6,9 |
| -35,0 | 25,362 | 6,4 | 22,802 | 6,3 | 27,159 | 6,6 |
| -30,0 | 18,507 | 6,2 | 16,742 | 6,2 | 19,615 | 6,4 |
| -25,0 | 13,626 | 6,0 | 12,367 | 6,0 | 14,365 | 6,1 |
| -20,0 | 10,135 | 5,9 | 9,2353 | 5,6 | 10,629 | 6,0 |
| -15,0 | 7,5952 | 5,7 | 7,0079 | 5,4 | 7,9249 | 5,8 |
| -10,0 | 5,7452 | 5,5 | 5,3654 | 5,4 | 5,9641 | 5,7 |
| - 5,0 | 4,3770 | 5,4 | 4,1260 | 5,2 | 4,5098 | 5,5 |
| 0,0 | 3,3631 | 5,2 | 3,2000 | 5,0 | 3,4405 | 5,4 |
| 5,0 | 2,6016 | 5,1 | 2,4986 | 4,9 | 2,6434 | 5,2 |
| 10,0 | 2,0282 | 4,9 | 1,9662 | 4,7 | 2,0475 | 5,0 |
| 15,0 | 1,5914 | 4,8 | 1,5596 | 4,6 | 1,6005 | 4,9 |
| 20,0 | 1,2576 | 4,7 | 1,2457 | 4,5 | 1,2600 | 4,7 |
| 25,0 | 1,0000 | 4,5 | 1,0000 | 4,4 | 1,0000 | 4,7 |
| 30,0 | 0,80013 | 4,4 | 0,80355 | 4,2 | 0,79511 | 4,5 |
| 35,0 | 0,64399 | 4,3 | 0,65346 | 4,1 | 0,63773 | 4,4 |
| 40,0 | 0,52148 | 4,2 | 0,53456 | 4,0 | 0,51454 | 4,2 |
| 45,0 | 0,42454 | 4,1 | 0,43966 | 3,9 | 0,41764 | 4,1 |
| 50,0 | 0,34757 | 4,0 | 0,36357 | 3,8 | 0,34080 | 4,0 |
| 55,0 | 0,28599 | 3,9 | 0,30183 | 3,7 | 0,27970 | 3,9 |
| 60,0 | 0,23656 | 3,8 | 0,25189 | 3,6 | 0,23063 | 3,8 |
| 65,0 | 0,19662 | 3,7 | 0,21136 | 3,5 | 0,19082 | 3,8 |
| 70,0 | 0,16418 | 3,6 | 0,17819 | 3,4 | 0,15857 | 3,7 |
| 75,0 | 0,13774 | 3,5 | 0,15089 | 3,3 | 0,13242 | 3,6 |
| 80,0 | 0,11604 | 3,4 | 0,12833 | 3,2 | 0,11104 | 3,5 |
| 85,0 | 0,098203 | 3,3 | 0,10948 | 3,1 | 0,093483 | 3,4 |
| 90,0 | 0,083435 | 3,2 | 0,093748 | 3,0 | 0,079004 | 3,3 |
| 95,0 | 0,071183 | 3,1 | 0,080764 | 2,9 | 0,066980 | 3,3 |
| 100,0 | 0,060954 | 3,1 | 0,069842 | 2,9 | 0,056982 | 3,2 |
| 105,0 | 0,052401 | 3,0 | 0,060455 | 2,9 | 0,048754 | 3,1 |
| 110,0 | 0,045203 | 2,9 | 0,052498 | 2,8 | 0,041857 | 3,0 |
| 115,0 | 0,039138 | 2,9 | 0,045740 | 2,7 | 0,036019 | 3,0 |
| 120,0 | 0,033995 | 2,8 | 0,039972 | 2,7 | 0,031090 | 2,9 |
| 125,0 | 0,029631 | 2,7 | 0,034984 | 2,6 | 0,027004 | 2,8 |
| 130,0 | 0,025905 | 2,7 | 0,030700 | 2,5 | 0,023528 | 2,8 |
| 135,0 | 0,022721 | 2,6 | 0,027100 | 2,5 | 0,020474 | 2,8 |
| 140,0 | 0,019984 | 2,5 | 0,023986 | 2,5 | 0,017863 | 2,7 |
| 145,0 | 0,017632 | 2,5 | 0,021230 | 2,4 | 0,015643 | 2,6 |
| 150,0 | 0,015598 | 2,4 | 0,018835 | 2,3 | 0,013732 | 2,6 |
| 155,0 | 0,013839 | 2,4 | 0,016787 | 2,3 | 0,012095 | 2,5 |
| 160,0 | 0,012311 | 2,3 | 0,015002 | 2,2 | 0,010686 | 2,4 |
| 165,0 | 0,010981 | 2,3 | 0,013443 | 2,2 | 0,0094683 | 2,4 |
| 170,0 | 0,0098202 | 2,2 | 0,012077 | 2,1 | 0,0084143 | 2,3 |
| 175,0 | 0,0088040 | 2,2 | 0,010877 | 2,1 | 0,0074994 | 2,3 |
| 180,0 | 0,0079124 | 2,2 | 0,0098217 | 2,1 | 0,0067834 | 2,3 |

Kennlinien

Normierte R/T-Kennlinien

| Nummer | 4003 | | 4901 | |
|------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | $B_{25/100} = 4450 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3950 \text{ K}$ | |
| Temperatur °C | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (%/K) | $R_g/R_{25^\circ\text{C}}$ | α (%/K) |
| -60,0 | - | - | - | - |
| -55,0 | 103,81 | 7,0 | 87,890 | 7,2 |
| -50,0 | 73,707 | 6,9 | 61,759 | 7,0 |
| -45,0 | 52,723 | 6,7 | 43,934 | 6,7 |
| -40,0 | 37,988 | 6,6 | 31,618 | 6,5 |
| -35,0 | 27,565 | 6,4 | 23,006 | 6,3 |
| -30,0 | 20,142 | 6,3 | 16,915 | 6,1 |
| -25,0 | 14,801 | 6,1 | 12,555 | 5,9 |
| -20,0 | 10,976 | 6,0 | 9,4143 | 5,7 |
| -15,0 | 8,1744 | 5,8 | 7,1172 | 5,5 |
| -10,0 | 6,1407 | 5,7 | 5,4308 | 5,5 |
| - 5,0 | 4,6331 | 5,6 | 4,1505 | 5,3 |
| 0,0 | 3,5243 | 5,4 | 3,2014 | 5,0 |
| 5,0 | 2,6995 | 5,3 | 2,5011 | 4,9 |
| 10,0 | 2,0831 | 5,1 | 1,9691 | 4,7 |
| 15,0 | 1,6189 | 5,0 | 1,5618 | 4,6 |
| 20,0 | 1,2666 | 4,9 | 1,2474 | 4,5 |
| 25,0 | 1,0000 | 4,8 | 1,0000 | 4,3 |
| 30,0 | 0,78351 | 4,6 | 0,80800 | 4,2 |
| 35,0 | 0,62372 | 4,5 | 0,65690 | 4,1 |
| 40,0 | 0,49937 | 4,4 | 0,53720 | 3,9 |
| 45,0 | 0,40218 | 4,3 | 0,44235 | 3,8 |
| 50,0 | 0,32557 | 4,3 | 0,36610 | 3,8 |
| 55,0 | 0,26402 | 4,1 | 0,30393 | 3,7 |
| 60,0 | 0,21527 | 4,0 | 0,25359 | 3,6 |
| 65,0 | 0,17693 | 3,9 | 0,21283 | 3,5 |
| 70,0 | 0,14616 | 3,8 | 0,17942 | 3,4 |
| 75,0 | 0,12097 | 3,8 | 0,15183 | 3,3 |
| 80,0 | 0,10053 | 3,7 | 0,12901 | 3,2 |
| 85,0 | 0,083761 | 3,6 | 0,11002 | 3,2 |
| 90,0 | 0,070039 | 3,5 | 0,094179 | 3,1 |
| 95,0 | 0,058937 | 3,4 | 0,080896 | 3,0 |
| 100,0 | 0,049777 | 3,4 | 0,069722 | 2,9 |
| 105,0 | 0,042146 | 3,3 | 0,060397 | 2,8 |
| 110,0 | 0,035803 | 3,2 | 0,052493 | 2,8 |
| 115,0 | 0,030504 | 3,2 | 0,045733 | 2,7 |
| 120,0 | 0,026067 | 3,1 | 0,039963 | 2,7 |
| 125,0 | 0,022332 | 3,1 | 0,035057 | 2,6 |
| 130,0 | 0,019186 | 3,0 | 0,030844 | 2,6 |
| 135,0 | 0,016515 | 3,0 | 0,027192 | 2,5 |
| 140,0 | 0,014253 | 2,9 | 0,024034 | 2,5 |
| 145,0 | 0,012367 | 2,8 | 0,021285 | 2,4 |
| 150,0 | 0,010758 | 2,7 | 0,018895 | 2,4 |
| 155,0 | 0,0093933 | 2,7 | 0,016813 | 2,3 |
| 160,0 | 0,0082272 | 2,6 | 0,014991 | 2,3 |
| 165,0 | 0,0072270 | 2,6 | 0,013394 | 2,2 |
| 170,0 | 0,0063661 | 2,5 | 0,011991 | 2,2 |
| 175,0 | 0,0056228 | 2,5 | 0,010754 | 2,2 |
| 180,0 | 0,0049790 | 2,5 | 0,0096629 | 2,2 |

2 $\Delta R/\Delta T$ -Kennlinien

Die nachfolgenden $\Delta R/\Delta T$ -Kennlinien dienen nur der Abschätzung der Widerstands- bzw. Temperaturtoleranzen über den B -Wert-Bereich von 2500 bis 5000 K.

Die Toleranzkennlinien berücksichtigen nicht die Abhängigkeit des B -Wertes von der Temperatur. Die Berechnung erfolgte bei konstantem B -Wert für die Nenntemperatur 25 °C.

2.1 Widerstandstoleranz

$$\left| \frac{\Delta R_T}{R_T} \right| = \left| \frac{\Delta R_N}{R_N} \right| + \left| \frac{\Delta B}{B} \ln \frac{R_T}{R_N} \right| \quad \text{allgemeine Formel}$$

$\frac{\Delta R_T}{R_T}$ maximale Streuung des Widerstandswertes bei der Temperatur T

$\frac{\Delta R_N}{R_N}$ Widerstandstoleranz bei der Nenntemperatur T_N

$\frac{\Delta B}{B}$ zulässige Abweichung des B -Wertes

Die Widerstandstoleranz wurde für $\frac{\Delta R_N}{R_N} = \frac{\Delta R_{25}}{R_{25}} = 0$ berechnet.

Von „0“ abweichende Toleranzen sind hinzuzuzählen.

2.2 Temperaturtoleranz

$$\Delta T = \frac{T^2 \cdot \ln \left(1 \pm \frac{\Delta R_T}{R_T} \right)}{B \pm \Delta B - T \cdot \ln \left(1 \pm \frac{\Delta R_T}{R_T} \right)}$$

T Temperatur in K

Für die Berechnung der Temperaturtoleranz ΔT wurde die Widerstandstoleranz $\pm \Delta R$ zugrunde gelegt. Dies würde genau genommen zu unterschiedlichen Zahlenwerten für die Minus- bzw. Plus-Temperaturtoleranz führen. Angegeben wurde jedoch nur die jeweils größte Abweichung.

Kennlinien

$\Delta R / \Delta T$ -Kennlinien

| Temperatur °C | $B_{25/100} = 2500 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3000 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 3500 \text{ K}$ | |
|------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | $\Delta B_e \pm 5\%$ | | $\Delta B_e \pm 5\%$ | | $\Delta B_e \pm 5\%$ | |
| | $\pm \Delta R (\%)$ | $\pm \Delta T (\text{K})$ | $\pm \Delta R (\%)$ | $\pm \Delta T (\text{K})$ | $\pm \Delta R (\%)$ | $\pm \Delta T (\text{K})$ |
| -55,0 | 15,4 | 3,3 | 18,4 | 3,4 | 21,5 | 3,4 |
| -50,0 | 14,1 | 3,1 | 16,9 | 3,2 | 19,7 | 3,2 |
| -45,0 | 12,9 | 3,0 | 15,4 | 3,0 | 18,0 | 3,1 |
| -40,0 | 11,7 | 2,8 | 14,0 | 2,8 | 16,4 | 2,9 |
| -35,0 | 10,6 | 2,6 | 12,7 | 2,7 | 14,8 | 2,7 |
| -30,0 | 9,5 | 2,5 | 11,4 | 2,5 | 13,3 | 2,5 |
| -25,0 | 8,4 | 2,3 | 10,1 | 2,3 | 11,8 | 2,3 |
| -20,0 | 7,5 | 2,1 | 8,9 | 2,1 | 10,4 | 2,1 |
| -15,0 | 6,5 | 1,9 | 7,8 | 1,9 | 9,1 | 1,9 |
| -10,0 | 5,6 | 1,7 | 6,7 | 1,7 | 7,8 | 1,7 |
| - 5,0 | 4,7 | 1,4 | 5,6 | 1,5 | 6,6 | 1,5 |
| 0,0 | 3,8 | 1,2 | 4,6 | 1,2 | 5,4 | 1,2 |
| 5,0 | 3,0 | 1,0 | 3,6 | 1,0 | 4,2 | 1,0 |
| 10,0 | 2,2 | 0,8 | 2,7 | 0,8 | 3,1 | 0,8 |
| 15,0 | 1,5 | 0,5 | 1,7 | 0,5 | 2,0 | 0,5 |
| 20,0 | 0,7 | 0,3 | 0,9 | 0,3 | 1,0 | 0,3 |
| 25,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 30,0 | 0,7 | 0,3 | 0,8 | 0,3 | 1,0 | 0,3 |
| 35,0 | 1,4 | 0,5 | 1,6 | 0,5 | 1,9 | 0,5 |
| 40,0 | 2,0 | 0,8 | 2,4 | 0,8 | 2,8 | 0,8 |
| 45,0 | 2,6 | 1,1 | 3,2 | 1,1 | 3,7 | 1,1 |
| 50,0 | 3,2 | 1,4 | 3,9 | 1,4 | 4,5 | 1,5 |
| 55,0 | 3,8 | 1,8 | 4,6 | 1,8 | 5,4 | 1,8 |
| 60,0 | 4,4 | 2,1 | 5,3 | 2,1 | 6,2 | 2,1 |
| 65,0 | 5,0 | 2,4 | 6,0 | 2,4 | 6,9 | 2,5 |
| 70,0 | 5,5 | 2,8 | 6,6 | 2,8 | 7,7 | 2,8 |
| 75,0 | 6,0 | 3,1 | 7,2 | 3,2 | 8,4 | 3,2 |
| 80,0 | 6,5 | 3,5 | 7,8 | 3,5 | 9,1 | 3,6 |
| 85,0 | 7,0 | 3,9 | 8,4 | 3,9 | 9,8 | 3,9 |
| 90,0 | 7,5 | 4,3 | 9,0 | 4,3 | 10,5 | 4,3 |
| 95,0 | 8,0 | 4,7 | 9,6 | 4,7 | 11,2 | 4,8 |
| 100,0 | 8,4 | 5,1 | 10,1 | 5,1 | 11,8 | 5,2 |
| 105,0 | 8,9 | 5,5 | 10,6 | 5,6 | 12,4 | 5,6 |
| 110,0 | 9,3 | 5,9 | 11,2 | 6,0 | 13,0 | 6,1 |
| 115,0 | 9,7 | 6,4 | 11,7 | 6,4 | 13,6 | 6,5 |
| 120,0 | 10,1 | 6,8 | 12,2 | 6,9 | 14,2 | 7,0 |
| 125,0 | 10,5 | 7,3 | 12,6 | 7,4 | 14,7 | 7,5 |
| 130,0 | 10,9 | 7,8 | 13,1 | 7,9 | 15,3 | 7,9 |
| 135,0 | 11,3 | 8,2 | 13,6 | 8,3 | 15,8 | 8,4 |
| 140,0 | 11,7 | 8,7 | 14,0 | 8,8 | 16,3 | 9,0 |
| 145,0 | 12,0 | 9,2 | 14,4 | 9,4 | 16,8 | 9,5 |
| 150,0 | 12,4 | 9,7 | 14,9 | 9,9 | 17,3 | 10,0 |
| 155,0 | 12,7 | 10,3 | 15,3 | 10,4 | 17,8 | 10,6 |
| 160,0 | 13,1 | 10,8 | 15,7 | 10,9 | 18,3 | 11,1 |
| 165,0 | 13,4 | 11,3 | 16,1 | 11,5 | 18,8 | 11,7 |
| 170,0 | 13,7 | 11,9 | 16,5 | 12,1 | 19,2 | 12,2 |
| 175,0 | 14,0 | 12,4 | 16,8 | 12,6 | 19,6 | 12,8 |
| 180,0 | 14,3 | 13,0 | 17,2 | 13,2 | 20,1 | 13,4 |

ΔR / ΔT-Kennlinien

| Temperatur °C | $B_{25/100} = 4000 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 4500 \text{ K}$ | | $B_{25/100} = 5000 \text{ K}$ | |
|------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | $\Delta B_e \pm 5\%$ | | $\Delta B_e \pm 5\%$ | | $\Delta B_e \pm 5\%$ | |
| | $\pm \Delta R (\%)$ | $\pm \Delta T (\text{K})$ | $\pm \Delta R (\%)$ | $\pm \Delta T (\text{K})$ | $\pm \Delta R (\%)$ | $\pm \Delta T (\text{K})$ |
| -55,0 | 24,6 | 3,5 | 27,7 | 3,5 | 30,7 | 3,6 |
| -50,0 | 22,5 | 3,3 | 25,4 | 3,4 | 28,2 | 3,4 |
| -45,0 | 20,6 | 3,1 | 23,2 | 3,2 | 25,7 | 3,2 |
| -40,0 | 18,7 | 2,9 | 21,0 | 3,0 | 23,4 | 3,0 |
| -35,0 | 16,9 | 2,7 | 19,0 | 2,8 | 21,1 | 2,8 |
| -30,0 | 15,2 | 2,5 | 17,1 | 2,6 | 19,0 | 2,6 |
| -25,0 | 13,5 | 2,3 | 15,2 | 2,4 | 16,9 | 2,4 |
| -20,0 | 11,9 | 2,1 | 13,4 | 2,1 | 14,9 | 2,2 |
| -15,0 | 10,4 | 1,9 | 11,7 | 1,9 | 13,0 | 1,9 |
| -10,0 | 8,9 | 1,7 | 10,0 | 1,7 | 11,2 | 1,7 |
| - 5,0 | 7,5 | 1,5 | 8,4 | 1,5 | 9,4 | 1,5 |
| 0,0 | 6,1 | 1,2 | 6,9 | 1,2 | 7,7 | 1,2 |
| 5,0 | 4,8 | 1,0 | 5,4 | 1,0 | 6,0 | 1,0 |
| 10,0 | 3,6 | 0,8 | 4,0 | 0,8 | 4,4 | 0,8 |
| 15,0 | 2,3 | 0,5 | 2,6 | 0,5 | 2,9 | 0,5 |
| 20,0 | 1,1 | 0,3 | 1,3 | 0,3 | 1,4 | 0,3 |
| 25,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 30,0 | 1,1 | 0,3 | 1,2 | 0,3 | 1,4 | 0,3 |
| 35,0 | 2,2 | 0,5 | 2,4 | 0,5 | 2,7 | 0,6 |
| 40,0 | 3,2 | 0,8 | 3,6 | 0,8 | 4,0 | 0,8 |
| 45,0 | 4,2 | 1,1 | 4,7 | 1,1 | 5,3 | 1,1 |
| 50,0 | 5,2 | 1,5 | 5,8 | 1,5 | 6,5 | 1,5 |
| 55,0 | 6,1 | 1,8 | 6,9 | 1,8 | 7,7 | 1,8 |
| 60,0 | 7,0 | 2,1 | 7,9 | 2,1 | 8,8 | 2,1 |
| 65,0 | 7,9 | 2,5 | 8,9 | 2,5 | 9,9 | 2,5 |
| 70,0 | 8,8 | 2,8 | 9,9 | 2,8 | 11,0 | 2,9 |
| 75,0 | 9,6 | 3,2 | 10,8 | 3,2 | 12,0 | 3,2 |
| 80,0 | 10,4 | 3,6 | 11,8 | 3,6 | 13,1 | 3,6 |
| 85,0 | 11,2 | 4,0 | 12,6 | 4,0 | 14,0 | 4,0 |
| 90,0 | 12,0 | 4,4 | 13,5 | 4,4 | 15,0 | 4,5 |
| 95,0 | 12,8 | 4,8 | 14,3 | 4,8 | 15,9 | 4,9 |
| 100,0 | 13,5 | 5,2 | 15,2 | 5,3 | 16,9 | 5,3 |
| 105,0 | 14,2 | 5,7 | 16,0 | 5,7 | 17,7 | 5,8 |
| 110,0 | 14,9 | 6,1 | 16,7 | 6,2 | 18,6 | 6,3 |
| 115,0 | 15,6 | 6,6 | 17,5 | 6,7 | 19,4 | 6,7 |
| 120,0 | 16,2 | 7,1 | 18,2 | 7,1 | 20,3 | 7,2 |
| 125,0 | 16,8 | 7,6 | 19,0 | 7,6 | 21,1 | 7,7 |
| 130,0 | 17,5 | 8,0 | 19,7 | 8,2 | 21,8 | 8,3 |
| 135,0 | 18,1 | 8,6 | 20,3 | 8,7 | 22,6 | 8,8 |
| 140,0 | 18,7 | 9,1 | 21,0 | 9,2 | 23,3 | 9,3 |
| 145,0 | 19,3 | 9,6 | 21,7 | 9,7 | 24,1 | 9,9 |
| 150,0 | 19,8 | 10,2 | 22,3 | 10,3 | 24,8 | 10,5 |
| 155,0 | 20,4 | 10,7 | 22,9 | 10,9 | 25,5 | 11,0 |
| 160,0 | 20,9 | 11,3 | 23,5 | 11,5 | 26,1 | 11,6 |
| 165,0 | 21,4 | 11,9 | 24,1 | 12,1 | 26,8 | 12,3 |
| 170,0 | 21,9 | 12,4 | 24,7 | 12,7 | 27,4 | 12,9 |
| 175,0 | 22,5 | 13,0 | 25,3 | 13,3 | 28,1 | 13,5 |
| 180,0 | 22,9 | 13,7 | 25,8 | 13,9 | 28,7 | 14,2 |

Bestellnummern-Verzeichnis



Bestellnummern-Verzeichnis

(alphanumerische Reihenfolge)

| Bestellbezeichnung | Seite | Bestellbezeichnung | Seite |
|--------------------|-------|--------------------|-------|
| Q63011-K101-J | 87 | Q63015-K4151-K | 109 |
| -K101-K | 88 | -K4151-M | 109 |
| -K102-J | 87 | -K4200-K | 109 |
| -K102-K | 88 | -K4200-M | 109 |
| -K103-J | 87 | -K4202-K | 109 |
| -K103-K | 88 | -K4202-M | 109 |
| -K104-J | 87 | -K4251-K | 109 |
| -K104-K | 88 | -K4251-M | 109 |
| -K200-K | 88 | -K4253-K | 109 |
| -K201-J | 87 | -K4253-M | 109 |
| -K201-K | 88 | -K4400-K | 109 |
| -K202-J | 87 | -K4400-M | 109 |
| -K202-K | 88 | -K4501-K | 109 |
| -K203-J | 87 | -K4501-M | 109 |
| -K203-K | 88 | -K4502-K | 109 |
| -K204-J | 87 | -K4502-M | 109 |
| -K204-K | 88 | -K4603-K | 109 |
| -K500-J | 87 | -K4603-M | 109 |
| -K500-K | 88 | -K9120-S1 | 104 |
| -K501-J | 87 | -K9141-S1 | 104 |
| -K501-K | 88 | | |
| -K502-J | 87 | Q63016-K4001-K40 | 111 |
| -K502-K | 88 | -K4001-K45 | 111 |
| -K503-J | 87 | -K4001-M40 | 111 |
| -K503-K | 88 | -K4001-M45 | 111 |
| -K504-J | 87 | -K4002-K42 | 111 |
| -K504-K | 88 | -K4002-M42 | 111 |
| | | -K4003-K43 | 111 |
| Q63015-K40-M | 89 | -K4003-M43 | 111 |
| -K151-M | 89 | -K4004-K47 | 111 |
| -K202-M | 89 | -K4004-M47 | 111 |
| -K500-M | 89 | -K4006-K48 | 111 |
| -K501-M | 89 | -K4006-M48 | 111 |
| -K502-M | 89 | -K4010-K | 111 |
| -K3100-M | 106 | -K4010-K40 | 111 |
| -K3229-M | 106 | -K4010-M | 111 |
| -K3479-M | 106 | -K4010-M40 | 111 |
| -K4040-K | 109 | -K4015-K | 111 |
| -K4040-M | 109 | -K4015-K40 | 111 |
| -K4100-K | 109 | -K4015-M | 111 |
| -K4100-M | 109 | -K4015-M40 | 111 |
| -K4101-K | 109 | -K4022-K | 111 |
| -K4101-M | 109 | -K4022-K40 | 111 |
| -K4102-K | 109 | -K4022-M | 111 |
| -K4102-M | 109 | -K4022-M40 | 111 |
| -K4103-K | 109 | -K4033-K | 111 |
| -K4103-M | 109 | -K4033-K40 | 111 |

| Bestellbezeichnung | Seite | Bestellbezeichnung | Seite |
|--------------------|-------|--------------------|-------|
| Q63016-K4033-M | 111 | Q63022-K252-S1 | 112 |
| -K4033-M40 | 111 | -K254-M | 97 |
| -K4047-K | 111 | -K403-M | 97 |
| -K4047-K40 | 111 | -K2252-S1 | 114 |
| -K4047-M | 111 | -K2252-S4 | 114 |
| -K4047-M40 | 111 | -K7182-S1 | 117 |
| -K4068-K | 111 | -K9102-S1 | 112 |
| -K4068-K40 | 111 | -K9252-S | 112 |
| -K4068-M | 111 | | |
| -K4068-M40 | 111 | Q63023-K2330-M | 119 |
| -K4100-K | 111 | -S1100-M | 184 |
| -K4100-K40 | 111 | -S1109-M | 184 |
| -K4100-M | 111 | -S1150-M | 184 |
| -K4100-M40 | 111 | -S1220-M | 184 |
| -K4150-K | 111 | -S1229-M | 184 |
| -K4150-K40 | 111 | -S1330-M | 184 |
| -K4150-M | 111 | -S1479-M | 184 |
| -K4150-M40 | 111 | | |
| -K4220-K | 111 | Q63024-K3942-S2 | 121 |
| -K4220-K40 | 111 | | |
| -K4220-M | 111 | Q63025-K2013-K | 123 |
| -K4220-M40 | 111 | -K2044-K | 123 |
| -K4330-K | 111 | -K2044-M | 123 |
| -K4330-K40 | 111 | -K2063-K | 123 |
| -K4330-M | 111 | -K2063-M | 123 |
| -K4330-M40 | 111 | -K2102-M | 123 |
| -K4470-K | 111 | -K2403-G | 123 |
| -K4470-K40 | 111 | -K2471-G | 123 |
| -K4470-M | 111 | -K2501-K | 123 |
| -K4470-M40 | 111 | -K2501-M | 123 |
| -K4680-K | 111 | -K2602-G | 123 |
| -K4680-M | 111 | | |
| | | Q63027-K6331-S228 | 126 |
| Q63017-K103-K | 91 | -K6331-S263 | 126 |
| -K103-M | 91 | -K6951-S228 | 126 |
| -K104-K | 91 | -K6951-S263 | 126 |
| -K104-M | 91 | -K7202-S1 | 128 |
| -K252-K | 91 | | |
| -K252-M | 91 | Q63029-K123-K | 99 |
| -K402-K | 91 | -K123-M | 99 |
| -K402-M | 91 | -K2104-M | 130 |
| | | | |
| Q63019-K123-K | 94 | Q63034-A1-J | 68 |
| -K123-M | 94 | -A1-M | 68 |
| | | -A2 | 68 |
| Q63022-K102-M | 97 | -A3 | 68 |
| -K103-M | 97 | -A4 | 68 |

Bestellnummern-Verzeichnis

(alphanumerische Reihenfolge)

| Bestellbezeichnung | Seite | Bestellbezeichnung | Seite |
|--------------------|-------|--------------------|-------|
| Q63034-A5 | 68 | Q63062-C1223-M | 81 |
| -A6 | 68 | -C1224-M | 81 |
| -A7 | 68 | -C1471-M | 81 |
| -A8 | 68 | -C1472-M | 81 |
| | | -C1473-M | 81 |
| | | -C1474-M | 81 |
| Q63036-S1100-M | 189 | | |
| -S1109-M | 189 | Q63073-M2202-S10 | 136 |
| -S1259-M | 189 | | |
| -S1509-M | 189 | Q63075-F1 | 83 |
| | | -F2 | 83 |
| Q63045-K100-K | 103 | -F3 | 83 |
| -K101-K | 103 | -F4 | 83 |
| -K102-K | 103 | -F5 | 83 |
| -K103-K | 103 | -F6 | 83 |
| -K104-K | 103 | -F7 | 83 |
| -K150-K | 103 | -F9 | 83 |
| -K151-K | 103 | | |
| -K152-K | 103 | Q63081-M2104-K | 138 |
| -K153-K | 103 | -M2104-M | 138 |
| -K154-K | 103 | | |
| -K220-K | 103 | Q63082-M20-S1 | 141 |
| -K221-K | 103 | -M21-S101 | 141 |
| -K222-K | 103 | -M39-S106 | 141 |
| -K223-K | 103 | -M144-S1 | 141 |
| -K224-K | 103 | -M232-K | 141 |
| -K330-K | 103 | -M310-S1 | 141 |
| -K331-K | 103 | -M770-S1 | 141 |
| -K332-K | 103 | | |
| -K333-K | 103 | Q63082-M2102-J | 145 |
| -K334-K | 103 | -M2102-K | 145 |
| -K470-K | 103 | -M2103-J | 145 |
| -K471-K | 103 | -M2103-K | 145 |
| -K472-K | 103 | -M2104-J | 145 |
| -K473-K | 103 | -M2104-K | 145 |
| -K474-K | 103 | -M2152-J | 145 |
| -K680-K | 103 | -M2152-K | 145 |
| -K681-K | 103 | -M2153-J | 145 |
| -K682-K | 103 | -M2153-K | 145 |
| -K683-K | 103 | -M2154-J | 145 |
| | | -M2154-J1 | 146 |
| Q63051-R2 | 180 | -M2154-K | 145 |
| -R6 | 180 | -M2202-J1 | 146 |
| | | -M2202-S3 | 148 |
| Q63062-C1102-M | 81 | -M2222-J | 145 |
| -C1103-M | 81 | -M2222-K | 145 |
| -C1104-M | 81 | -M2223-J | 145 |
| -C1222-M | 81 | | |

| Bestellbezeichnung | Seite | Bestellbezeichnung | Seite |
|--------------------|-------|--------------------|-------|
| Q63082-M2223-K | 145 | Q63086-M7103-F | 172 |
| -M2224-J | 145 | -M7603-S1 | 172 |
| -M2224-K | 145 | -S1103-G | 193 |
| -M2331-S1 | 146 | -S1104-G | 193 |
| -M2331-S3 | 146 | -S1502-G | 193 |
| -M2332-J | 145 | -S1504-G | 193 |
| -M2332-K | 145 | -S7103-G | 195 |
| -M2333-J | 145 | -S7104-G | 195 |
| -M2333-K | 145 | -S7502-G | 195 |
| -M2334-J | 145 | -S7504-G | 195 |
| -M2334-K | 145 | | |
| -M2472-J | 145 | Q63089-M1102-K | 179 |
| -M2472-K | 145 | -M1103-K | 179 |
| -M2473-J | 145 | -M1104-K | 179 |
| -M2473-J1 | 146 | -M1105-K | 179 |
| -M2473-K | 145 | -M1152-K | 179 |
| -M2474-J | 145 | -M1153-K | 179 |
| -M2474-K | 145 | -M1154-K | 179 |
| -M2682-J | 145 | -M1222-K | 179 |
| -M2682-K | 145 | -M1223-K | 179 |
| -M2683-J | 145 | -M1224-K | 179 |
| -M2683-K | 145 | -M1332-K | 179 |
| -M9203-S104 | 151 | -M1333-K | 179 |
| | | -M1334-K | 179 |
| Q63083-M1202-S221 | 156 | -M1472-K | 179 |
| | | -M1473-K | 179 |
| Q63084-M1302-S1 | 158 | -M1474-K | 179 |
| -M1502-S1 | 158 | -M1682-K | 179 |
| -M7502-X3 | 167 | -M1683-K | 179 |
| -M7502-X102 | 163 | -M1684-K | 179 |
| | | | |
| Q63085-M103-K | 133 | Q63383-M1002-S14 | 154 |
| -M103-M | 133 | | |
| -M104-K | 133 | Q63483-M1001-K40 | 154 |
| -M104-M | 133 | -M1001-K45 | 154 |
| -M472-K | 133 | -M1003-K43 | 154 |
| -M472-M | 133 | -M1006-K48 | 154 |
| -M473-K | 133 | -M1009-S144 | 154 |
| -M473-M | 133 | -M1010-K40 | 154 |
| | | -M1022-K40 | 154 |
| Q63086-M1303-S1 | 170 | | |

Anschriftenverzeichnis



Siemens AG, Bereich Bauelemente
Balanstraße 73, Postfach 8017 09, **D-8000 München 80**
☎ (089) 41 44-0 Tx 52108-0 FAX (089) 41 44-26 89

Siemens in Ihrer Nähe

Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)

Siemens AG
Salzuffer 6-8
1000 Berlin 10
☎ (030) 39 39-1, Tx 1810-278
FAX (030) 39 39-2630
Ttx 308190 — sieznb

Siemens AG
Schweriner Straße 1
Postfach 78 20
4800 Bielefeld 1
☎ (0521) 291-1, Tx 932805
FAX (0521) 291-375

Siemens AG
Contrescarpe 72
Postfach 10 78 27
2800 Bremen
☎ (0421) 364-0, Tx 2 45451
FAX (0421) 364-2687

Siemens AG
Lahnweg 10
Postfach 11 15
4000 Düsseldorf 1
☎ (0211) 399-0, Tx 8 581 301
FAX (0211) 399-2506

Siemens AG
Rödelheimer Landstraße 5-9
Postfach 11 17 33
6000 Frankfurt 1
☎ (069) 7 97-0, Tx 41 41 31
FAX (069) 7 97-2253

Siemens AG
Habsburgerstraße 132
Postfach 1380
7800 Freiburg 1
☎ (0761) 2712-1
Tx 772842
FAX (0761) 2712-234

Siemens AG
Lindenplatz 2
Postfach 10 56 09
2000 Hamburg 1
☎ (040) 282-1, Tx 215584-0
FAX (040) 282-2210

Siemens AG
Am Maschpark 1
Postfach 53 29
3000 Hannover 1
☎ (0511) 129-0, Tx 922333
FAX (0511) 129 2799

Siemens AG
Wittland 2-4
Postfach 40 49
2300 Kiel 1
☎ (0431) 5860-1
Tx 292814
FAX (0431) 5860-420

Siemens AG
Richard-Strauss-Straße 76
Postfach 20 21 09
8000 München
☎ (089) 9221-0
Tx 0529421-19
FAX (089) 9221-4390

Siemens AG
Von-der-Tann-Straße 30
Postfach 48 44
8500 Nürnberg 1
☎ (0911) 654-0, Tx 6 22 251
FAX (0911) 654-3436, 3464

Siemens AG
Geschwister-Scholl-Straße 24
Postfach 12 0
7000 Stuttgart 1
☎ (0711) 2076-1, Tx 723941-0
FAX (0711) 2076-706

Siemens AG
Nicolaus-Otto-Straße 4
Postfach 36 06
7900 Ulm 1
☎ (0731) 499-1
Tx 712826
FAX (0731) 499-267

Siemens AG
Andreas-Grieser-Str. 30
Postfach 32 80
8700 Würzburg 21
☎ (0931) 801-0
Tx 68844
FAX (0931) 801-348

Siemens in Europa

Belgien

Siemens S.A.
chaussée de Charleroi 116
B-1060 Bruxelles
☎ (02) 536-2111, ☎ 21347

Dänemark

Siemens A/S
Borupvang 3
DK-2750 Ballerup
☎ (02) 656565, ☎ 35313

Finnland

Siemens Osakeyhtiö
Fach 8
SF-00101 Helsinki 10
☎ (0) 1626-1, ☎ 124465

Frankreich

Siemens S.A.
B.P. 109
F-93203 Saint-Denis CEDEX 1
☎ (1) 8206120, ☎ 620853

Griechenland

Siemens AE
Voulas 7
P.O.B. 3601
GR-10247 Athen
☎ (01) 3293-1, ☎ 216291

Großbritannien

Siemens Ltd.
Siemens House
Windmill Road
Sunbury-on-Thames
Middlesex TW 16 7HS
☎ (09327) 85691, ☎ 8951091

Irland

Siemens Ltd.
Unit 8-11 Slaney Road
Dublin Industrial Estate
Finglas Road
Dublin 11
☎ (01) 302855, ☎ 24129

Italien

Siemens Elettra S.p.A.
Via Fabio Filzi, 29
Casella Postale 10388
I-20100 Milano
☎ (02) 67661, ☎ 330261

Niederlande

Siemens Nederland N.V.
Postb. 16068
NL-2500 BB Den Haag
☎ (070) 782782, ☎ 31373

Norwegen

Siemens A/S
Østre Aker vei 90
Postboks 10, Veitvet
N-0518 Oslo 5
☎ (02) 153090, ☎ 18477

Österreich

Siemens Aktiengesellschaft
Österreich
Postfach 326
A-1031 Wien
☎ (0222) 7293-0, ☎ 1372-0

Portugal

Siemens S.A.R.L.
Avenida Almirante Reis, 65
Apartado 1380
P-1100 Lisboa-1
☎ (01) 538805, ☎ 12563

Schweden

Siemens AB
Hälsingegatan 40
Box 23141
S-10435 Stockholm
☎ (08) 161-100, ☎ 19880

Schweiz

Siemens-Albis AG
Freilagerstraße 28
Postfach
CH-8047 Zürich
☎ (01) 495-3111, ☎ 558911

Spanien

Siemens S.A.
Orense, 2
Apartado 155
E-28080 Madrid
☎ (01) 4552500, ☎ 27247

Türkei

ETMAŞ Elektrik Tesisati ve
Mühendislik A.Ş.
Meclisi Mebusan Caddesi 55/35
Findikli
P.K. 1001 Karaköy
Istanbul
☎ (011) 452090, ☎ 24233

Notizen

Notizen

Notizen

Notizen

Notizen

Notizen

Inhaltsverzeichnis

Bauformen-Übersichten

Allgemeine technische Angaben

Qualität

Gurtung

Bauformen

Kennlinien

Bestellnummern-Verzeichnis

Anschriftenverzeichnis

Bestell-Nr. B4-B3401
Printed in Germany
DB 018620.