

SIEMENS

Heißleiter

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
TeX 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 **S** oder **■** versehenen Bauelemente sind Schwerpunkttypen und können kurzfristig über unseren Siemens-Bauteile-Service bezogen werden. Das jeweils aktuelle Schwerpunktsspektrum 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).

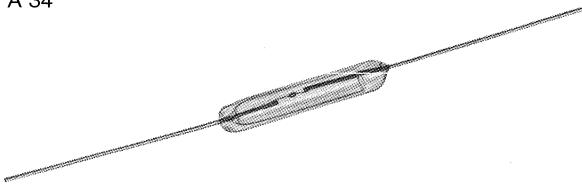
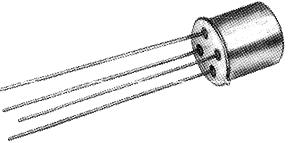
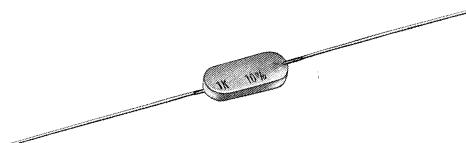
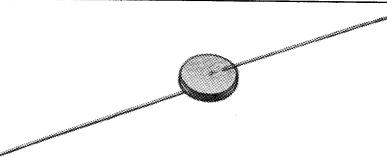
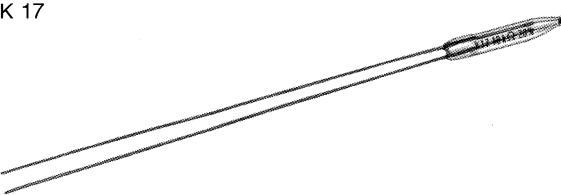
Inhaltsverzeichnis
Bauformen-Übersichten

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 Heißleiter	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 Heißleiter	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 Heißleiter	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 Heißleiterkennlinie	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

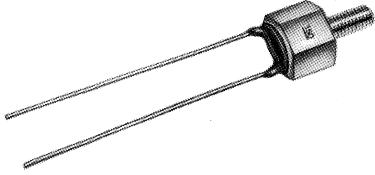
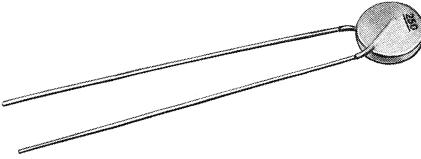
	Seite
5 Einbauhinweise	47
5.1 Lötung	47
5.1.1 Bedrahtete Heißleiter	47
5.1.2 Unbedrahtete Scheiben	47
5.1.3 Chips	48
5.2 Mechanische Belastung der Anschlußdrähte	49
5.3 Umhüllen und Vergießen	49
5.4 Einbauverhältnisse	49
5.5 Lagerung	49
5.6 Reinigung	49
6 Erläuterungen zu den Technischen Daten	50
6.1 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	
A 34	 4 x 24	FKR –55 bis +125 °C	
C 621	 EIA 1206 1,8 x 3,5	FKF –55 bis +125 °C	
F 75	 Gehäuse TO 5 9,4 x 9,8	FKF –55 bis +125 °C	
K 11	 6 x 12,5	FKF –55 bis +125 °C	
K 15	 Ø 8	FHF –55 bis +155 °C	
K 17	 3 x 17	FDE –55 bis +250 °C	

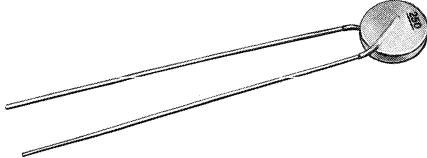
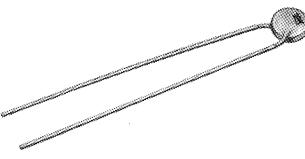
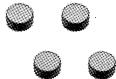
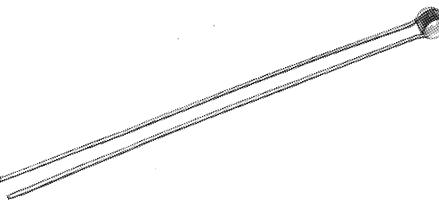
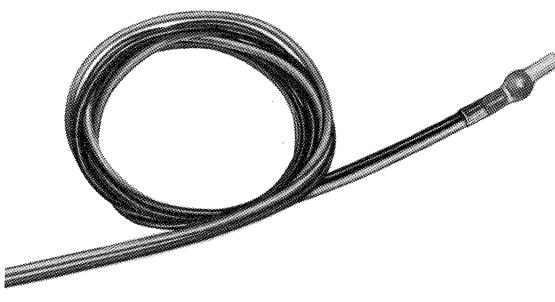
	Nennwiderstand	Nenn-temperatur	Widerstands-toleranz	Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$)	Anwendungsbereich/ Besonderheiten	Seite
	5 kΩ bis 200 kΩ	20 °C	± 20 % ± 30 %	60 bis 450 mW	Für Relaisverzögerung	68
	470 Ω bis 470 kΩ	25 °C	± 20 %	200 mW	Kompensationsheißleiter, Chip-Ausführung, auch gegurtet lieferbar, für automatische Bestückung	81
	4 kΩ 400 kΩ	20 °C	± 20 %	–	Fremdbeheizter Heißleiter zur Lösung von Regelaufgaben	83
	50 Ω bis 500 kΩ	20 °C	± 5 % ± 10 %	100 mW	Für Temperaturkompen-sation	87
	4 Ω bis 5 kΩ	20 °C	± 20 %	1000 mW	Für Temperaturkompen-sation	89
	2,5 kΩ bis 100 kΩ	20 °C	± 10 % ± 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	

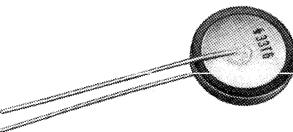
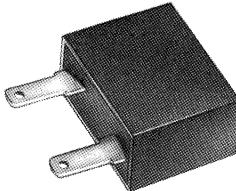
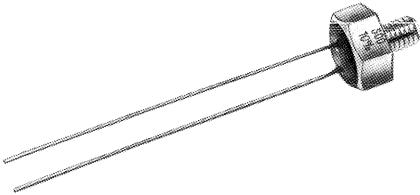
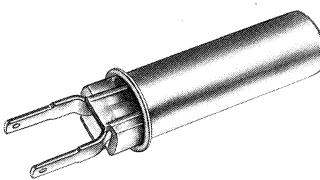
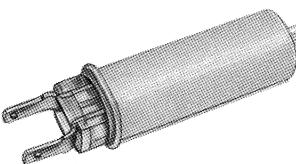
	Nennwiderstand	Nenn-temperatur	Widerstands-toleranz	Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$)	Anwendungsbereich/ Besonderheiten	Seite
	12 kΩ	20 °C	± 10% ± 20%	25 mW	Meß- und Regelheißleiter für hohe Temperaturen, extrem kleine Abmessungen	94
	1 kΩ bis 250 kΩ	20 °C	± 20 %	150 mW	Meß- und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

Alphanumerische Bauformenübersicht

Typ	Abmessungen $\varnothing \times l$ (max.) bzw. $b \times l$ (max.) mm	Anwendungs- klassen nach DIN 40 040/ 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

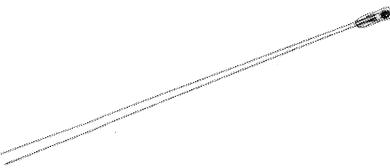
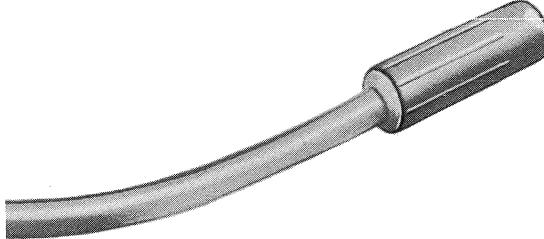
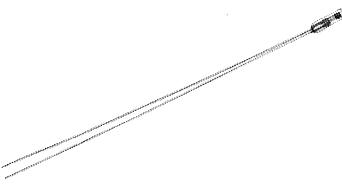
	Nennwiderstand	Nenn-temperatur	Widerstands-toleranz	Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$)	Anwendungsbereich/ Besonderheiten	Seite
	4 Ω bis 60 k Ω	20 $^\circ\text{C}$	$\pm 10\%$ $\pm 20\%$	600 mW	Kompensations-Heißleiter Nicht für Neuanwendung!	108
	10 Ω bis 470 k Ω	25 $^\circ\text{C}$	$\pm 10\%$ $\pm 20\%$	750 mW	Für Temperaturkompen-sation, auch gegurtet lieferbar	110
	1 k Ω bis 2,5 k Ω	20 $^\circ\text{C}$	$\pm 5\%$ $\pm 10\%$	220 mW	Kfz-Heißleiter, für hohe Tem-peraturen, 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

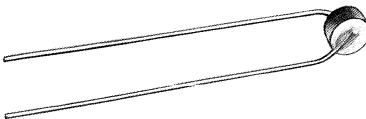
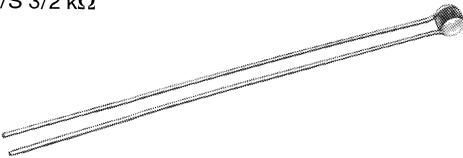
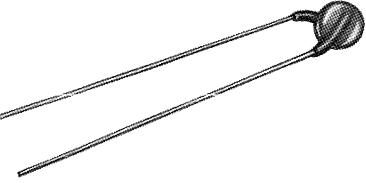
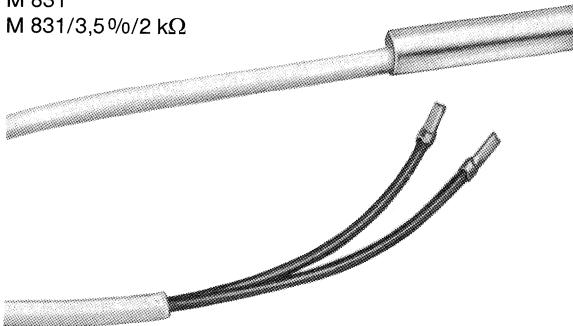
	Nennwiderstand	Nenn-temperatur	Widerstands-toleranz	Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$)	Anwendungsbereich/ Besonderheiten	Seite
	33 Ω	25 $^\circ\text{C}$	$\pm 20\%$	$P_{\leq 80} = 2\text{ W}$	Einschaltstrombegrenzung, für Schaltnetzteilanwendung	119
	9,4 k Ω	-30 $^\circ\text{C}$	$\pm 3,5\%$	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	 Ø 5,5	FHF – 55 bis + 155 °C	

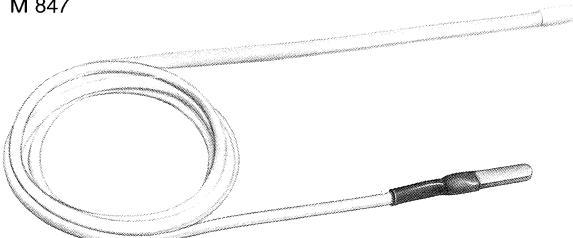
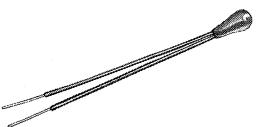
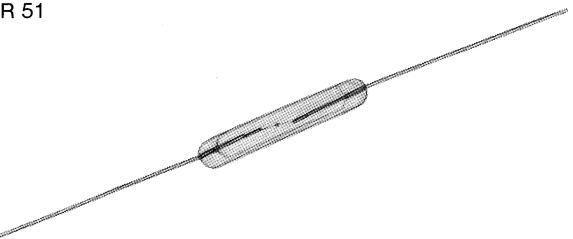
	Nennwiderstand	Nenn-temperatur	Widerstands-toleranz	Belast-barkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$)	Anwendungsbereich/ Besonderheiten	Seite
	100 kΩ	20 °C	+ 20 %	120 mW	Meß- und Regelheißleiter Nicht für Neuanwendung!	130
	4,7 kΩ bis 100 kΩ	25 °C	± 10 % ± 20 %	120 mW	Meß- und Regelheißleiter, besonders kleine Abmessungen	133
	2 kΩ	25 °C	± 0,5 K (bei – 20 bis + 20 °C)	600 mW	Temperaturfühler für Heizungs- und Klimatechnik, Aufbau nach DIN 44 574	136
	100 kΩ	20 °C	± 10 % ± 20 %	220 mW	Für Temperaturmessung und -regelung bei hohen Temperaturen, besonders kleine Abmessungen	138
	20 Ω bis 2,3 kΩ	100 °C	± 5 % ± 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 kΩ		$\varnothing 3,5$	FKF – 55 bis + 125 °C
M 829		$\varnothing 5,9$	FHF – 55 bis + 150 °C
M 831 M 831/3,5%/2 kΩ		$9,5 \times 40$	JSD – 10 bis + 70 °C
M 841		$\varnothing 3$	GMF – 40 bis + 100 °C

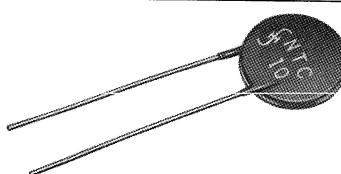
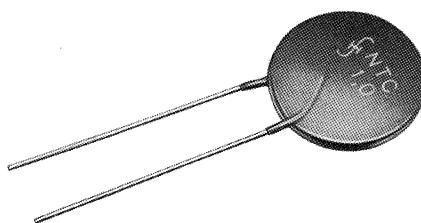
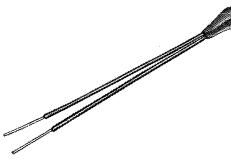
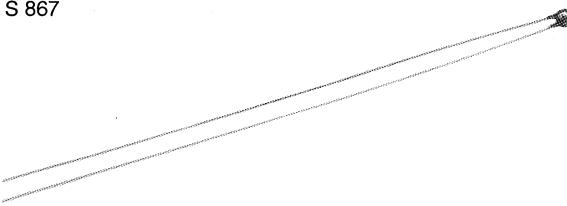
	Nennwiderstand	Nenn-temperatur	Widerstands-toleranz	Belastbarkeit P_{25} ($\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$)	Anwendungsbereich/ Besonderheiten	Seite
	1 kΩ bis 470 kΩ 330 Ω bis 150 kΩ	25 °C 5 °C, 25 °C, 100 °C	± 5 % ± 10 % ± 5 % ± 3,5 %	750 mW 600 mW	Meß- und Regelheißleiter, auch gegurtet lieferbar	144 146
	2 kΩ	25 °C	± 1 %	600 mW	Meß- und Regelheißleiter, entspricht DIN 44 574, Teil 5, besonders enge Widerstandstoleranz	148
	20 kΩ	25 °C	± 1 %	625 mW	Meß- und Regelheißleiter, hohe Meßgenauigkeit	151
	1 kΩ bis 22 kΩ	–30 °C +5 °C +25 °C	± 3,5 % ± 10 %	1000 mW	Temperaturfühler	154 156
	3 kΩ und 5 kΩ	25 °C	± 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 40 040/ Temperatur- bereich	
M 847	 4,1 × 110	HQC – 25 bis + 80 °C	
M 861	 2,41 × 7,5	GKC – 40 bis + 125 °C	
M 867	 Ø 2	GMF – 40 bis + 100 °C	
M 891	 Ø 3,5	FKF – 55 bis + 125 °C	
R 51	 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 kΩ	25 °C	± 0,1 K (30 bis 50 °C) ± 0,2 K (0 bis 30 °C)	$P_{\text{meß}} = 0,15 \text{ mW}$	Temperaturmessung in der Medizin, geeicht 2 Ausführungen: – Standardfühler SF 1 – Standardfühler SF 2	162 166
	30 kΩ	25 °C	± 5 %	140 mW	Für Meß- und Regeltechnik, besonders kleine Abmessungen, hohe Spannungsfestigkeit	170
	10 kΩ und 60 kΩ	25 °C	± 1 % ± 0,4 %	55 mW	Für Meß- und Regeltechnik, sehr kleine Abmessungen, hohe Meßgenauigkeit	172
	1 kΩ bis 1 MΩ	25 °C	± 10 %	350 mW	Für Meß- und Regeltechnik, auch gegurtet lieferbar	178
	10 kΩ und 40 kΩ	20 und 30 °C	± 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 40 040/ Temperatur- bereich	
S 231	 A circular component with two long, thin metal leads extending downwards. The top lead has the text "S NTC 10" printed on it.	$\varnothing 17$	HGF –25 bis +170 °C
S 361	 A circular component with two long, thin metal leads extending downwards. The top lead has the text "S NTC 10" printed on it.	$\varnothing 21$	HGF –25 bis +170 °C
S 861	 A component with a long, thin metal lead extending downwards and a shorter lead extending to the side. The lead has a small bulbous tip.	$2,41 \times 7,5$	FKF –55 bis +125 °C
S 867	 A component with two long, thin metal leads extending at an angle. The lead on the left is longer than the one on the right. Both leads have small bulbous tips.	$\varnothing 2,41$	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 $33\ \Omega$	25°C	$\pm 20\%$	2,4 W	Einschaltstrombegrenzung, für Schaltnetzteilanwendung	184
	1 bis $10\ \Omega$	25°C	$\pm 20\%$	3,2 W	Einschaltstrombegrenzung, für Schaltnetzteilanwendung	189
	$5\ \text{k}\Omega$ bis $500\ \text{k}\Omega$	25°C	$\pm 2\%$	140 mW	Für Temperaturmessung, hohe Meßgenauigkeit, sehr kleine Abmessungen	193
	$5\ \text{k}\Omega$ bis $500\ \text{k}\Omega$	25°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					
Kühlwasser	K150	104			
	K220	112			
	K222	114			
	M820	141			
	S861	193			
Außentemperatur	K222	114	Haushaltsgeräte		
	M841	158	Kühlgeräte	K243	121
	M861	170		K277	128
	S861	193		M822	144
	S867	195	Gefriergeräte	K243	121
Ansaugluft	K222	114		K277	128
	M861	170		M822	144
	M891	178	Waschmaschinen	K276	126
	S861	193		M822	144
Fahrgastrraum	K222	114	Geschirrspüler	K276	126
	M822	144		M822	144
	M861	170	Fieberthermometer	M847	162
	S861	193			166
Heizungs- und Klimatechnik					
Außenluft	K252	123	Allgemeine Meß- und Regeltechnik		
	M732	136	Brandmelder	M822	144
	M822	144		M891	178
	M829	151	Hohe Meßgenauigkeit	M841	158
	M831	154		M847	162
	M891	178			166
Raumluft	K252	123		M867	172
	M732	136		S861	193
	M822	144		S867	195
	M829	151	Hohe Temperaturen	K17	91
	M831	154		K19	94
	M891	178		K22	97
Vorlauf	K252	123		M85	133
	K276	126		M812	138
	M822	144			
	M829	151	Kleine Abmessungen	K19	94
	M891	178		K29	99
Heizkostenverteilung	M822	144		M85	133
	M891	178		M861	170
				M867	172
				S861	193
				S867	195
			Motor- und Trafowicklung	K227	117
			an Oberflächen	K45	102
				K252	123

Anwendungs- und branchenorientierte Bauformenübersicht

Temperaturkompensation

Einsatzgebiet	Typ	Seite	Einsatzgebiet	Typ	Seite
Nachrichten- und Datentechnik	C621	81	Für Oberflächenmontage	C621	81
	K11	87		C621	81
	K15	89		M891	178
	M822	144		Bei Raummangel	
Rundfunk- und Fernsehtechnik	C621	81	Bei hoher Belastung	K15	89
	K45	102		K45	102
	K153	106		K252	123
	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	S231	184
Schaltnetzteile	K232	119	S231	S361	189
	S231	184	Haushalts-Elektronik		
	S361	189	Softanlauf von Elektromotoren	S231	184
			S361		189
			Schaltnetzteile	S231	184
				S361	189

Sonstige Anwendungen

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

Einsatzgebiet	Typ	Seite	Einsatzgebiet	Typ	Seite
Nachrichtentechnik			Allgemeine Meß- und Regeltechnik		
Pegelregelung in TF-Systemen	F75	83	Niveaukontrolle von Flüssigkeiten	K17	91
Breitband- Spannungsregelung	R51	180	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/S3/2kΩ	148
M 829	151
S M 831	154
S M 831/3,5%/2kΩ	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 44 070 temperaturabhängige Halbleiterwiderstände, deren Widerstandswerte mit steigender Temperatur abnehmen. Die negativen Temperaturkoeffizienten ihrer Widerstandswerte liegen zwischen 2 und 6%/K und sind damit etwa zehnmal größer als die der Metalle.

Eine Änderung des Widerstandswertes kann erfolgen sowohl durch Änderung der Umgebungs-temperatur 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 pulvigen 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 = Heißleiterwiderstand in Ω bei der Temperatur T in K

R_N = Heißleiterwiderstand in Ω bei der Temperatur T_N in K

T, T_N = Temperatur in K

B = Materialkonstante des Heißleiters 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-Heißleiter 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 aktuellen Widerstandswerte bei den Temperaturen ϑ .

Beispiel: Heißleiter M822/10%/ $33 \text{ k}\Omega$

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

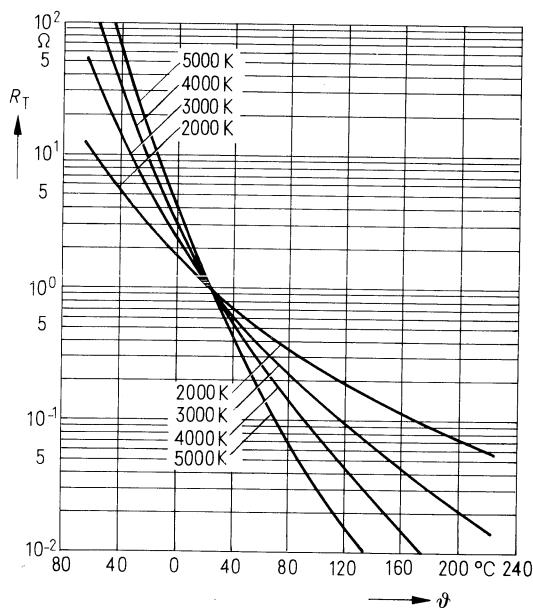


Bild 1
Widerstands-Temperatur-Kennlinien
(Parameter = B)

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 Nulllast-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 Eigenerwärmung 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).

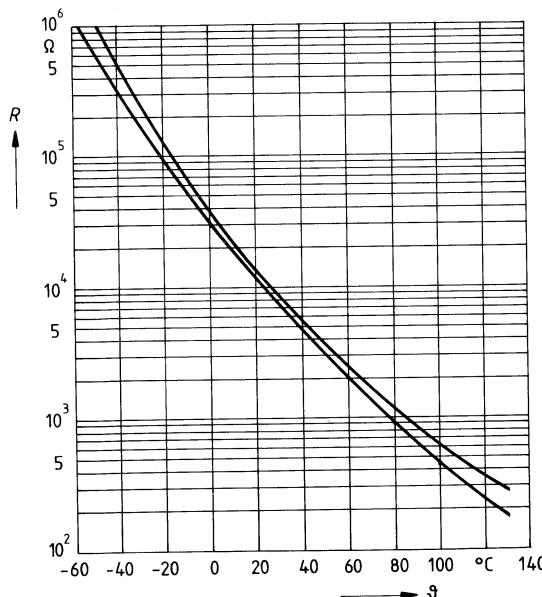


Bild 2
Streubereich des Widerstandswertes
M822/50%/10 kΩ

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

$\frac{\Delta R_T}{R_T}$ 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%/ $10\text{ k}\Omega$

bei $25^\circ\text{C} = 10\text{ k}\Omega \pm 5\%$

bei $120^\circ\text{C} = 0,3\text{ k}\Omega \pm 23\%$

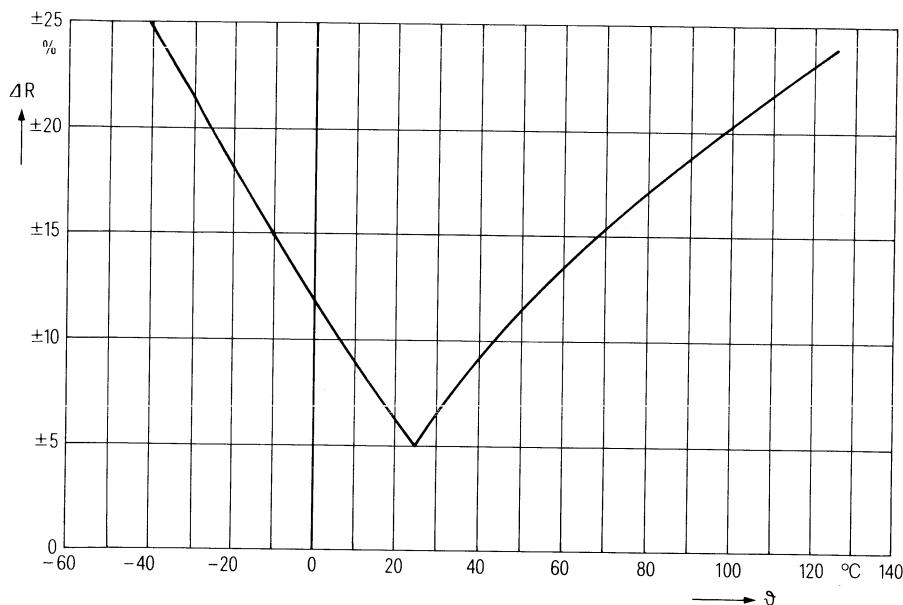


Bild 3
Streubereich des Widerstandswertes M822/5%/ $10\text{ k}\Omega$

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

3.1.6 Alterung

Im polykristallinen Halbleiterkörpern 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 Halbleiter 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 Heißleiter 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 Heißleiter

Jeder Heißleiter 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 (Nulllast).

Für die Eigenerwärmung eines Heißleiters 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 Heißleiters

T = Temperatur des Heißleiters

T_u = Umgebungstemperatur

C_{th} = Wärmekapazität des Heißleiters

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

3.2.1 Spannungs-Strom-Kennlinie

Führt man dem Heißleiter 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 Wärmeleitung oder Wärmestrahlung an die Umgebung abgegeben.

Allgemeine technische Angaben

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

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

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

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

und mit

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

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

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

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

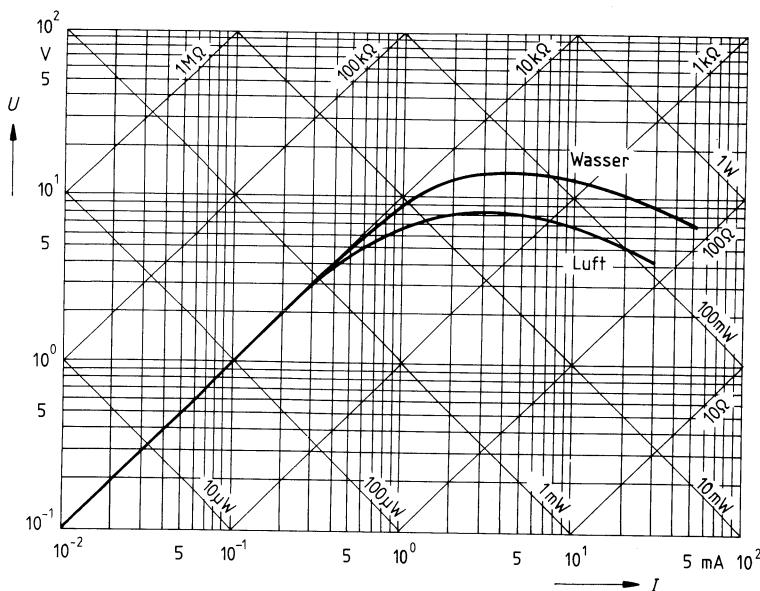


Bild 4
Spannungs-Strom-Kennlinie: M85/10 kΩ (logarithmischer Maßstab)

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° .]

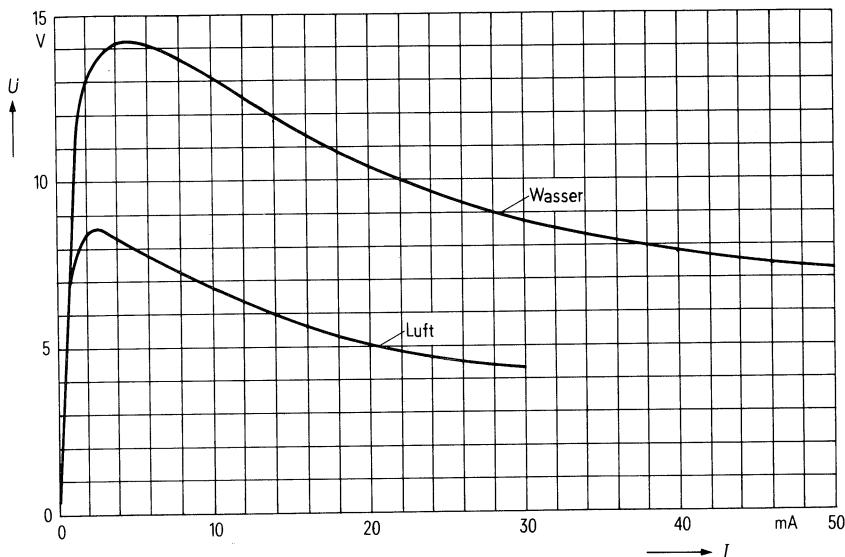


Bild 4a
Spannungs-Strom-Kennlinie: M85/10 kΩ (linearer Maßstab)

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 Vakummessung 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 $47,1^\circ\text{C}$ bestimmt (Umgebungstemperatur $\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$). Der Heißleiter wird über Eigenerwärmung auf 85°C aufgeheizt, danach wird die Zeit bestimmt, die er bei $\vartheta_u = 25^\circ\text{C}$ braucht, um sich auf $47,1^\circ\text{C}$ 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 Halbleiters. Er wird in mW/K angegeben und ist ein Maß für die Belastung, die im stationären Zustand eine Übertemperatur von 1 K hervorruft. Der Halbleiter 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 Halbleiter 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 Halbleiter über einen Vorwiderstand an eine Spannungsquelle und mißt den Strom abhängig von der Zeit, so erhält man die Strom-Zeit-Kennlinie des Halbleiters.

Beim Anlegen der Spannung ist der Halbleiter kalt, also hochohmig, es fließt nur ein geringer Strom. Durch diesen Strom erwärmt sich der Halbleiter und die ihm zugeführte Leistung nimmt um so mehr zu, je mehr sich der Widerstandswert des Halbleiters dem des Vorwiderstandes nähert. Dadurch wird der Stromanstieg immer steiler, bis der Widerstandswert des Halbleiters gleich dem des Vorwiderstandes ist. Für weiter abnehmenden Widerstandswert des Halbleiters 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.

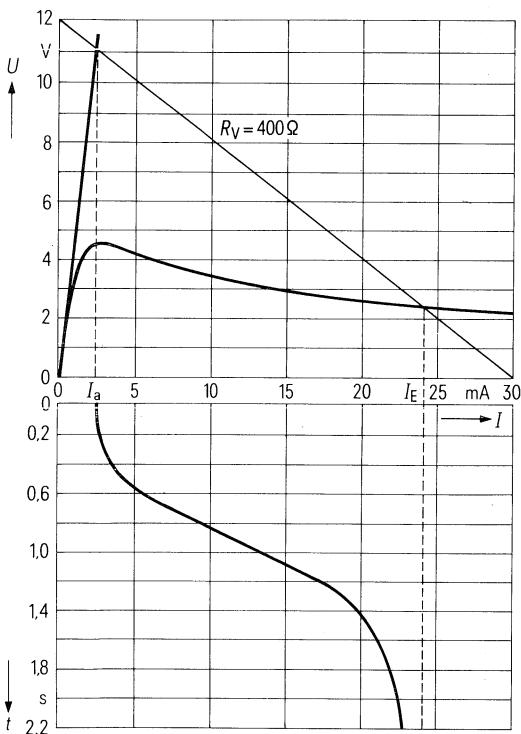


Bild 5
Strom-Zeit-Kennlinie
(A34-2/30)

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.

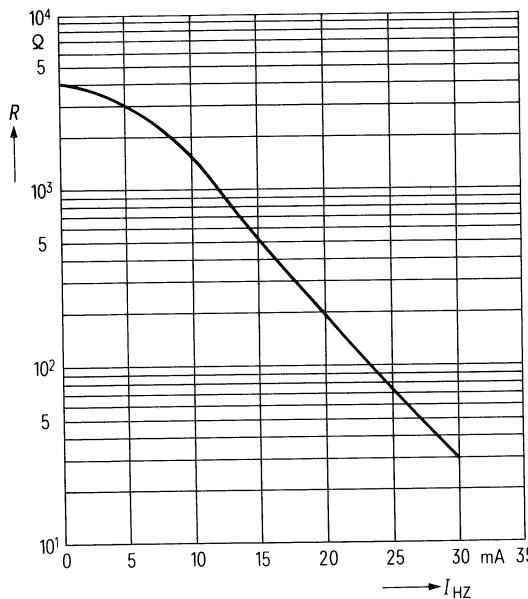


Bild 6
Widerstandswert-Heizerstrom-Kennlinie
(F75-34/14u)

4 Anwendungshinweise

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

Bei der Auswahl, welche Heißleiter 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
Fahrgasträumtemperatursteuerung
elektronische Benzin- und Dieseleinspritzanlagen
Tankfüllstandsanzeige
Bremssystemtemperatur
Zylinderkopftemperatur

In der Elektrotechnik

Verzögerung von Relais
Kompensation unerwünschter Temperaturlgänge
Mikrowellen-Leistungsmessung

In der Heizungs- und Klimatechnik

Heizkostenverteiler
Raumtemperaturüberwachung
Außentemperaturfühler
Vorlauftemperatur
Fußbodenheizung
Gasboiler
Abgas- und Brennertemperatur

In der Industrielektronik

Begrenzung des Einschaltstroms bei Leuchtstoff-, Projektions- und Halogenlampen
Temperaturstabilisierung von Laserdioden und Fotoelementen
Ladegeräte für Solargeneratorn
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 Temperaturgangs 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 -köpfen 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.

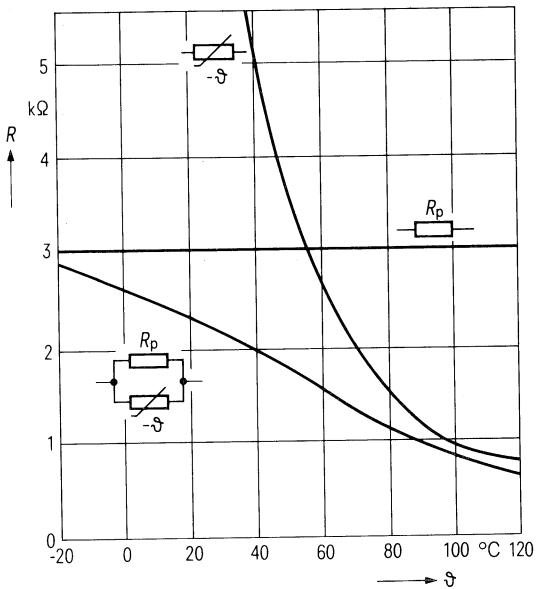


Bild 7
Linearisierung der Kennlinie
durch Parallelwiderstand; $R_p = 3 \text{ k}\Omega$
(K11/10 kΩ)

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

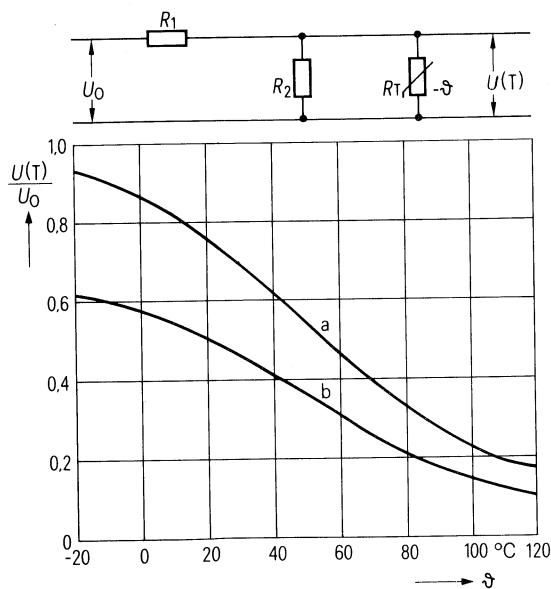


Bild 8
Temperaturabhängiger Spannungsteiler
a: $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$; $R_2 \rightarrow \infty$
b: $R_1 = 4.5 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 9 \text{ k}\Omega$
 $R_T = \text{K11/10 k}\Omega$

Allgemeine technische Angaben

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

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

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

Die Spannungsänderung mit der Temperatur ist hier

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

Über das Teilverhältnis $\frac{R_2}{R + R_2}$ 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 Heißleiter 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 Heißleiters, wenn die folgenden Dimensionierungsregeln eingehalten werden.

Zur Relaisanzugsverzögerung kommt eine Reihenschaltung von Heißleiter und Relaisspule zur Anwendung, wie Bild 9 zeigt.

Beim Anlegen der Spannung U_B fließt ein Strom durch die Relaisspule, der durch den hohen Widerstandswert des kalten Heißleiters auf einen Bruchteil des Relaisansprechstromes begrenzt wird. Durch die Eigenerwärmung des Heißleiters 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 Heißleitern 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 Heißleiters 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 Heißleiter 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.

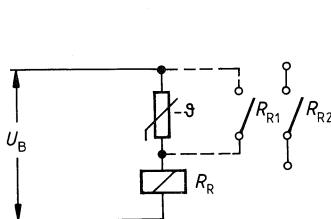


Bild 9
Relais-Anzugsverzögerung

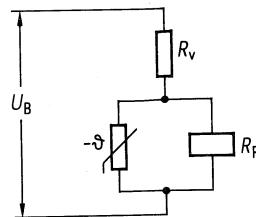


Bild 10
Relais-Abfallverzögerung

Zur Abfallverzögerung wird eine Parallelschaltung von Relaispule 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 Fehlauslösen 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.

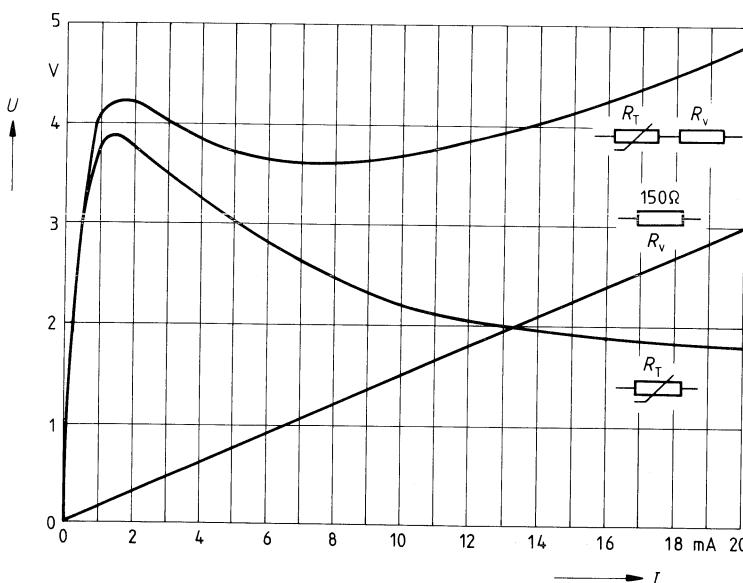


Bild 11
Spannungsregelung (R51-4/1/20)

4.2.7 Weitere Anwendungen

Niveaubaustellung

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 Heißleiterrichteratur und die am Heißleiter liegende Spannung erhöht sich. Damit ist eine Abtastung der Flüssigkeitsoberfläche möglich.

Zur Niveaumessung eignen sich vor allem glasumhüllte Heißleiterperlen. Durch die Glasschicht ist der Heißleiter 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 Heißleiter elektrisch belastet betrieben. Die sich einstellende Temperatur des Heißleiters und damit sein Widerstandswert werden ebenfalls von dem umgebenden Medium beeinflußt. Bewegte Luft senkt die HeißleiterTemperatur und erhöht den Widerstand, Vakuum erhöht dagegen die Temperatur und senkt den Widerstandswert. So können Heißleiter 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 Heißleiter

Für bedrahtete Heißleiter gelten die Richtlinien entsprechend DIN 44070.

Tauchlötung: Badtemperatur 260 °C, Lötzzeit 4 s

Kolbenlötung: Kolbentemperatur 360 °C, Lötzzeit 2 s

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

5.1.2 Unbedrahte Scheiben

An Heißleitern, 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.

Allgemeine technische Angaben

5.1.3 Chips

Kleben

Im Falle einer Schwall- oder Schleplötung 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 Bauelementmaterialien zeigt. Einer der empfehlenswerten Kleber, der den verschiedenen Anforderungen genügt, ist der Typ RTV 3140 von Dow-Corning. Durch den Kleberauftrag darf der anschließende Lötvorgang nicht beeinträchtigt werden, z.B. durch Abdecken der Lötfächen. 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 Lötvorfahren wird kein Kleber benötigt, weil das Flußmittel bzw. die Lötpaste als Kleber fungieren.

Löthinweise

Je nach Einsatz der Bauelemente gibt es unterschiedliche Lötvorfahren. 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-Heißleitern haben eine Ag-Pd-Oberfläche und sind auch nach längerer Lagerung gut lötbar.

– Lote

Als Lot sollte ein Sn-Pb-Lot, z.B. für Schwall- und Schleplöten L-Sn 60 Pb und für andere Lötvorfahren 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 Schleplöten

Die Badtemperatur beträgt in der Regel 255 °C ± 5 °C, wobei die erwähnte Lötzeit von 5 s zugelassen ist. Für das Lötergebnis 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 Heißleiter-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 Heißleiterkörper ist zulässig.

Biegen der Anschlußdrähte direkt am Heißleiterkörper ist nicht zulässig. Der Draht darf mit einem Mindestabstand vom 2fachen des Drahdurchmessers +2 mm vom Heißleiterkörper 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 Heißleitern dürfen keine mechanischen Spannungen durch unterschiedliche Wärmeausdehnung beim Aushärten und späteren Betrieb auftreten. Beim Aushärten darf die obere Grenztemperatur des Heißleiters 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 Heißleiter sollen nicht in einem reduzierenden Medium betrieben werden.

5.5 Lagerung

Zur Erhaltung der Lötabilität müssen die Heißleiter 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. Isopropanolkohol oder Freon.

Allgemeine technische Angaben

6 Erläuterungen zu den Technischen Daten

6.1 Nenn- bzw. Bezugstemperatur

Die in den folgenden Technischen Daten für die Heißleiter verwendeten Begriffe stimmen weitgehend mit DIN 44070 „Heißleiter-, 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 Heißleitern zwischen unterer und oberer Grenztemperatur und unterer und oberer Lagergrenztemperatur.

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

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

6.3 Anwendungsklassen nach DIN 40040

Die zulässige Temperatur- und Feuchtebeanspruchung ist baumäßig 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 Tabelle.)

Beispiel für die Bildung der Anwendungsklasse

untere Grenztemperatur	- 55 °C	—————	F	K	F
obere Grenztemperatur	+ 125 °C	—————			
Feuchtebeanspruchung					
Jahresmittel	75 %	—————			
Höchstwerte für 30 Tage im Jahr	95 %	—————			
keine Betauung zulässig					

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⁾ Jahresmittel	Höchstwert	Betauung	z. B. geeignet für folgende Bauelemente-Umgebungsklima
C	$\leq 95\%$	100%	ja	Gerät an jedem Einsatzort, Bauelement häufig feucht, jedoch ohne andauernde Nässe.
R ³⁾	$\leq 90\%$	100%	ja	Gerät im Freien oder in Außenräumen, in kalten, gemäßigten und mildtropischen Klimagebieten, auch in ungeheizten, nicht zu feuchten Räumen.
D ³⁾	$\leq 80\%$	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⁾	$\leq 75\%$	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⁾	$\leq 75\%$	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 Klima mit zusätzlichen Feuchtequellen.

⁴⁾ Die angegebenen Werte für die rel. Luftfeuchte beziehen sich auf Bauelemente in Raumtemperatur. Bei höheren Temperaturen erträgt 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
$C_{HL\text{-}Hz}$	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_9	Null-Last-Widerstandswert
R_{Gr}	Grundwertereihe
ΔR_{Gr}	Zul. Abweichung der Grundwerte
R_{Hz}	Heizwendel-Widerstand fremdgeheizter Heißleiter
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 10 000 Std.
ΔR_T	Abweichung des Widerstandswertes von der Idealkennlinie
R_p	Wert des Parallelwiderstandes
R_R	Relaiswiderstand
R_T	Heißleiter-Widerstand bei der Temperatur T
R_{TM}	Widerstand des Heißleiters bei der Temperatur T_M
R_v	Vorwiderstand
R_w	Heißleiter-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 IEC 410) 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 Bauelementmerkmal 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 Heißleitern sind folgende Eigenschaften:

- Kurzschluß oder Unterbrechung
- Bruch von Bauelement, Gehäuse, Anschläßen 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	AQL 0,10	AQL 0,15	AQL 0,25	AQL 0,40	AQL 0,65	AQL 1,0	AQL 1,5	AQL 2,5	AQL 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...	10 000	200–0	125–0	315–1	200–1	200–2	200–3	200–5	200–7	200–10	200–14
10 001...	35 000	200–0	500–1	315–1	315–2	315–3	315–5	315–7	315–10	315–14	315–21
35 001...	150 000	800–1	500–1	500–2	500–3	500–5	500–7	500–10	500–14	500–21	315–21
150 001...	500 000	800–1	800–2	800–3	800–5	800–7	800–10	800–14	800–21	500–21	315–21
> 500 000	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

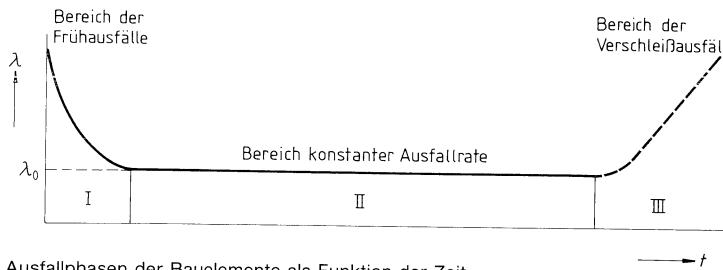
Die Angabe von Bauelemente-Ausfallraten liefert dem Gerätehersteller die Basis für Zuverlässigkeitsprognosen und gibt ihm die Möglichkeit, den Service-Aufwand abzuschätzen.

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 $10^{-9}/\text{h} = \text{fit}$ (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 Heißleitern 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, Feuchtekasse F nach DIN 40040, keine aggressive Atmosphäre.

2.3 Typischer Wert der Ausfallrate

Ein typischer Wert für die Ausfallrate der Heißleiter 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 Heißleiter im Rahmen der Lieferbedingungen Ersatz beanspruchen kann. Eine weitergehende Haftung, insbesondere für die Folgen von Bauelementfehlern, können wir jedoch nicht übernehmen.

Gurtung



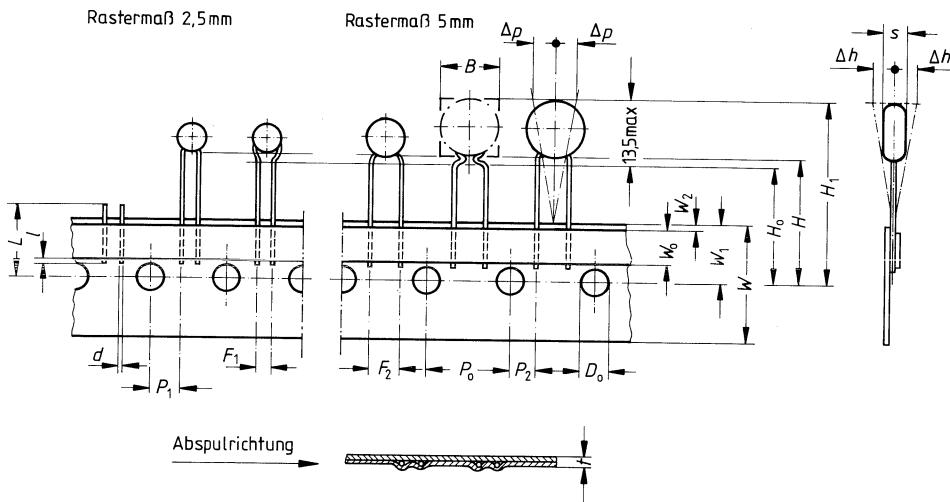
Gurtung

Für die Verarbeitung auf Bestückungsautomaten stehen gegurtete Bauformen 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 Heißleiter des Typs K 153, K 164, M 822 und M 891 auch gegurtet angeboten.

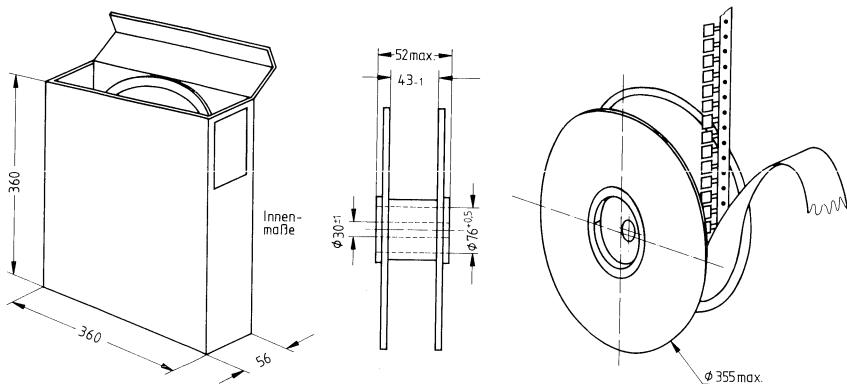
Abmessungen und Toleranzen:



Bezeichnung	Sym- bol	Maße (mm)			Bemerkungen
		RM 2,5	RM 5	Toleranz	
Kopfdurchmesser	B	11	11	max.	
Kopfdicke	s	3,5	5	max.	
Drahtdurchmesser	d	0,5/0,6	0,5/0,6	$\pm 0,05$	
Lochabstand	P_0	12,7	12,7	$\pm 0,2$	$\pm 1 \text{ mm}/20 \text{ Lochabstände}$
Abstand Lochmitte/Drahtmitte	P_1	5,1	—	$\pm 0,7$	
	P_2	—	3,85		
Drahtabstand	F_1	2,5	—	$+0,6/-0,1$	
	F_2	—	5		
Schräglage Bauteil	Δh	0	0	$\pm 2,0$	gemessen an Oberkante Kopf
Schräglage Bauteil	Δp	0	0	$\pm 1,3$	
Trägerbandbreite	W	18	18	$\pm 0,5$	
Klebebandbreite	W_0	5,5	5,5	min.	Abzugsfestigkeit $\geq 5 \text{ N}$
Abstand Lochmitte zu Bandoberkante	W_1	9	9	$\pm 0,5$	
Lage des Klebebandes	W_2	3	3	$-2,5$	
Abstand Lochmitte zu Bauelemente- unterkante	H	18	18	$+2,0$ -0	
Abstand Lochmitte zu Knickkante	H_0	16	16	$\pm 0,5$	
Abstand Lochmitte zu Bauelemente- oberkante	H_1	32,2	32,2	max.	
Lochdurchmesser	D_0	4	4	$\pm 0,2$	
Dicke des Gurtes	t	0,7	0,7	$+0,2$	
Länge der abgeschnittenen Drähte	L	11	11	max.	
Drahtüberstand	/	-2	-2	min.	

Gurtung

Rollenverpackung



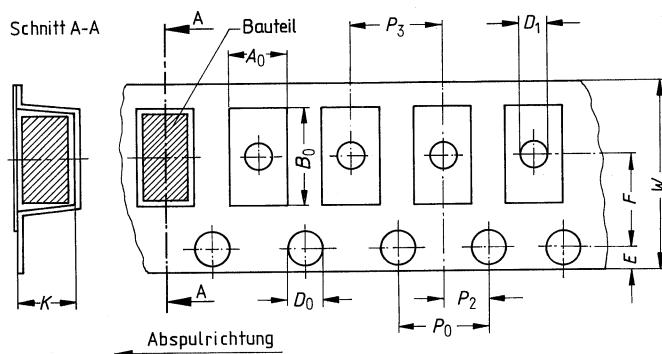
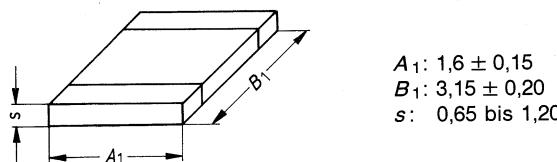
Rastermaß	Typ	Bestellbezeichnung	Verpackungseinheit △ Mindestbestellmenge
2,5 mm	M 891	Q63089-M****-K52	2500
5 mm	K 153	Q63015-K****-K52	1500
	M 822	Q63082-M****-K52 bzw. Q63082-M****-M52 auf Anfrage	1500
	K 164		

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

2 Gurtung der Chip-Ausführung

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

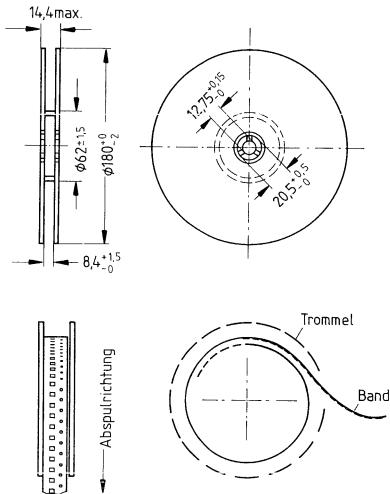
Abmessungen und Toleranzen:



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	$\pm 0,1 \leq \pm 0,5 \text{ mm über 10 Löcher}$
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

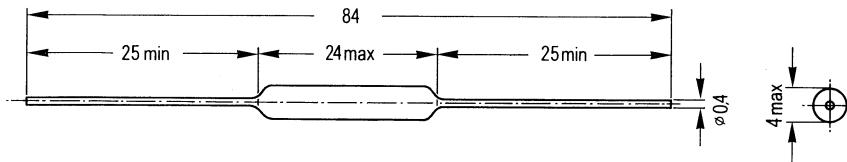
Die Bestellbezeichnung wird durch Anfügen der Kennziffer „62“ an die Bestellbezeichnung des ungegurteten Bauelementes gebildet.

Beispiel:

ungegurtete Ausführung: Q63062-C1333-M
gegurtete Ausführung: Q63062-C1333-M62

Bauformen

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



Gewicht: ca. 0,6 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40 040

FKR

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

F – 55 °C
K + 125 °C
R Mittlere relative Feuchte ≤ 90 %/
100 % an 30 Tagen im Jahr andauernd
95 % an den übrigen Tagen gelegentlich
Betaubung zulässig

Lagertemperaturen

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

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

S 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	kΩ
Nenntemperatur	ϑ_N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	°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_{thu}	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	kΩ
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	%

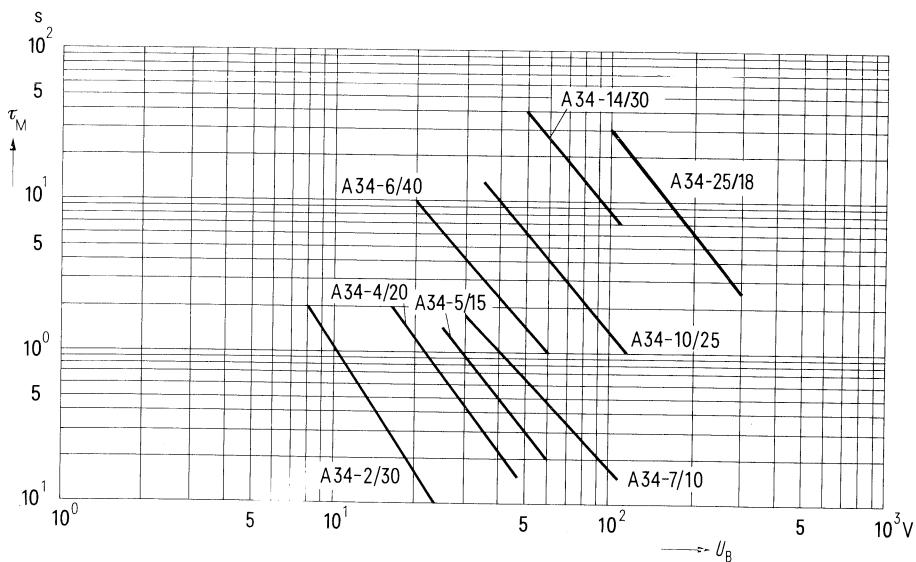
¹⁾ Nur zulässig, solange $R > R_{\min}$

Verzögerungszeitenbei verschiedenen Betriebsspannungen U_B (Richtwerte)

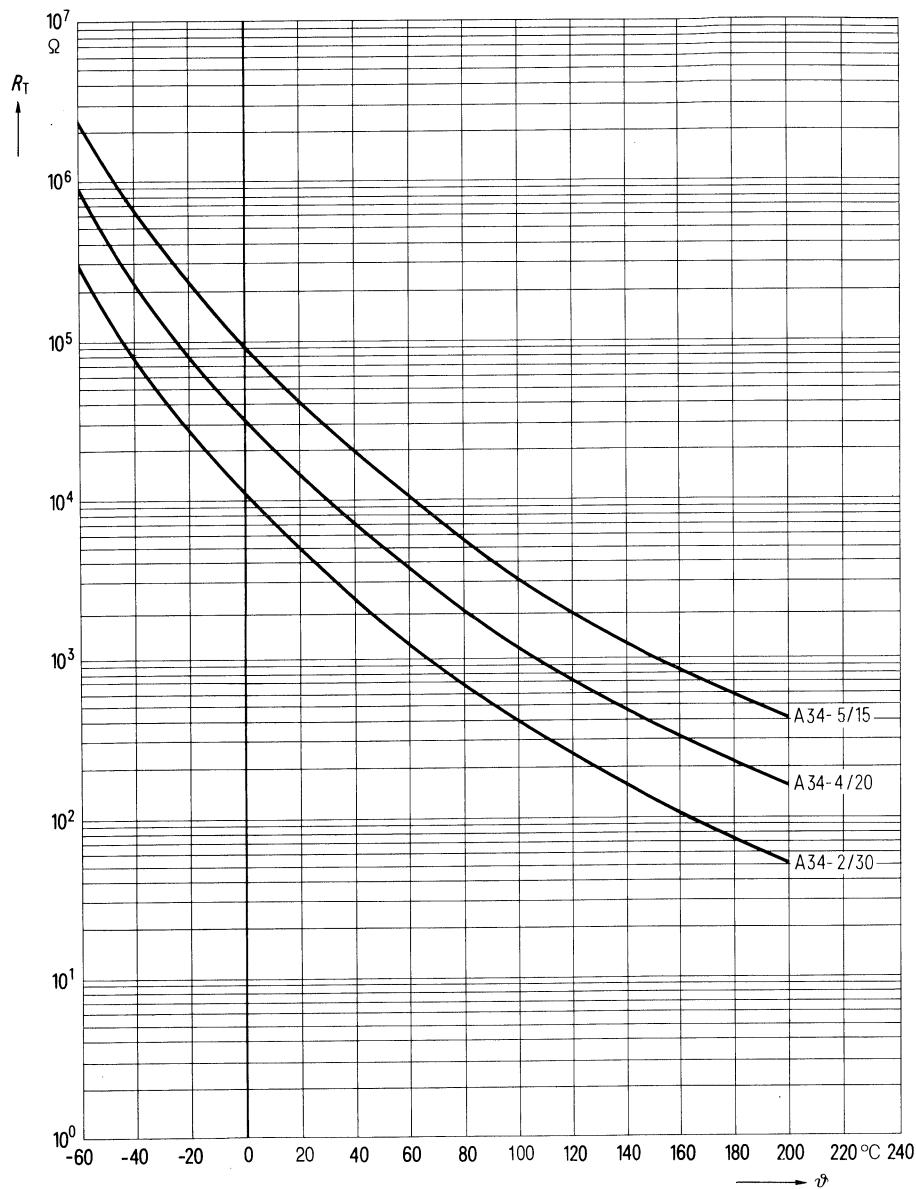
Betriebs- spannung U_B	8 V	12 V	16 V	24 V	36 V	48 V	60 V	110 V	220 V	Einheit
Typ										
A 34-2/30	2	0,7	0,4	0,1	—	—	—	—	—	s
A 34-4/20	—	—	1,7	0,7	0,2	0,1	—	—	—	s
A 34-5/15	—	—	—	1,5	0,6	0,3	0,2	—	—	s
A 34-6/40	—	—	17	7	2,5	1,5	—	—	—	s
A 34-7/10	—	—	—	—	2	0,8	0,5	—	—	s
A 34-10/25	—	—	—	—	10	6	3,5	1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

Verzögerungszeit $\tau_M = f(U_B)$

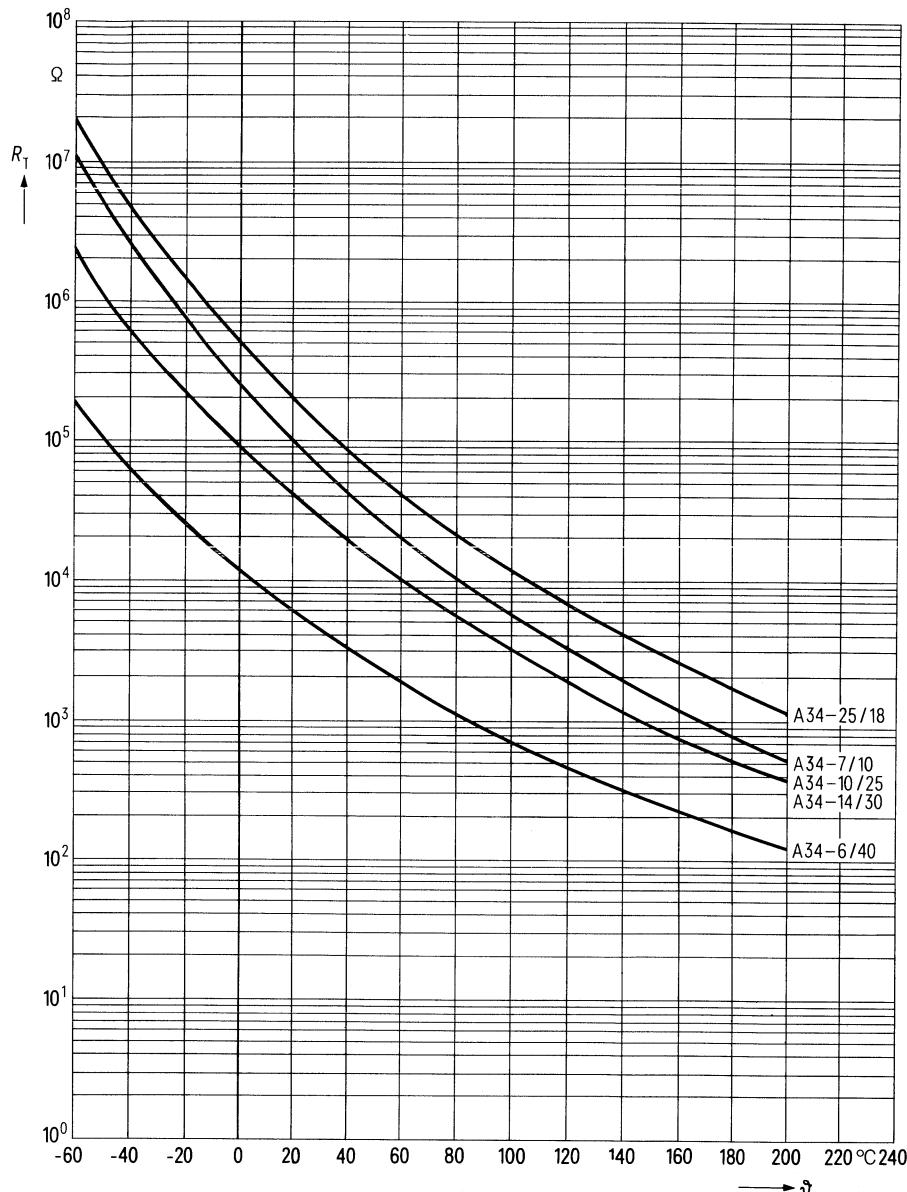
als Funktion der Betriebsspannung (Richtwerte)

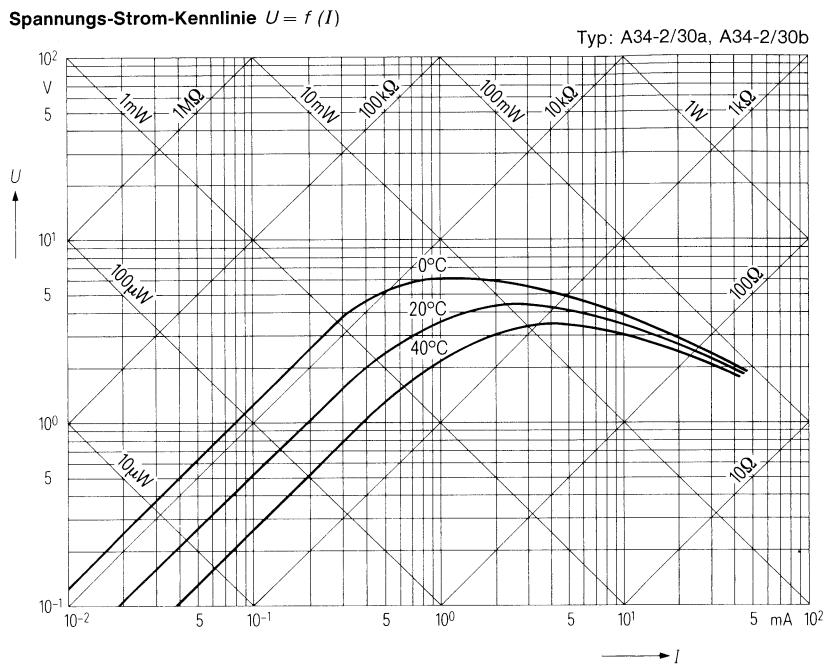


Heißleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heißleitertemperatur

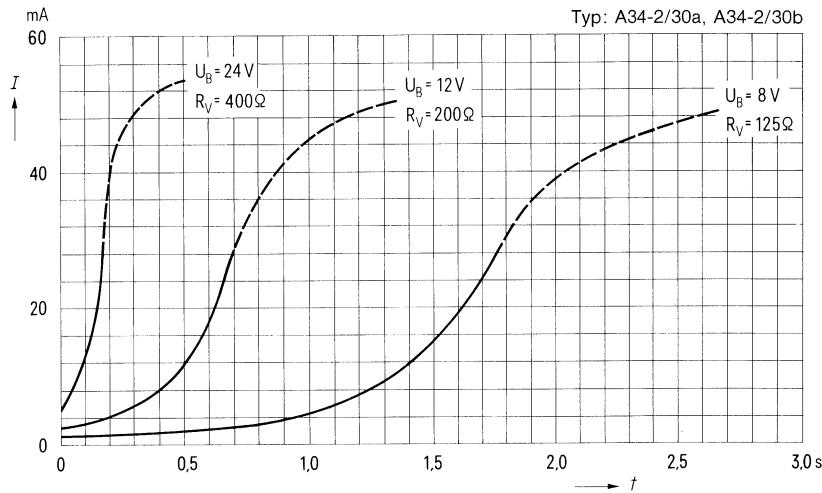


Halbleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der HalbleiterTemperatur



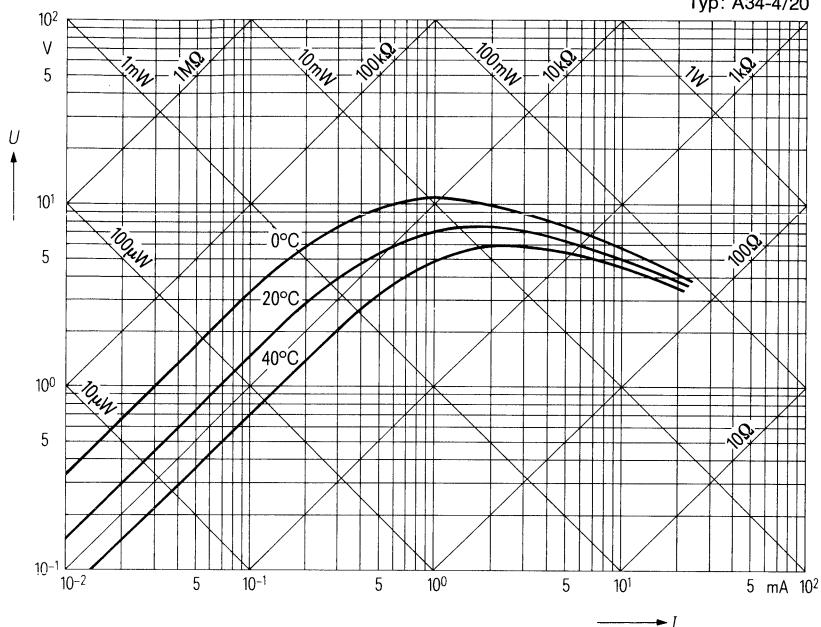


Heißleiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit

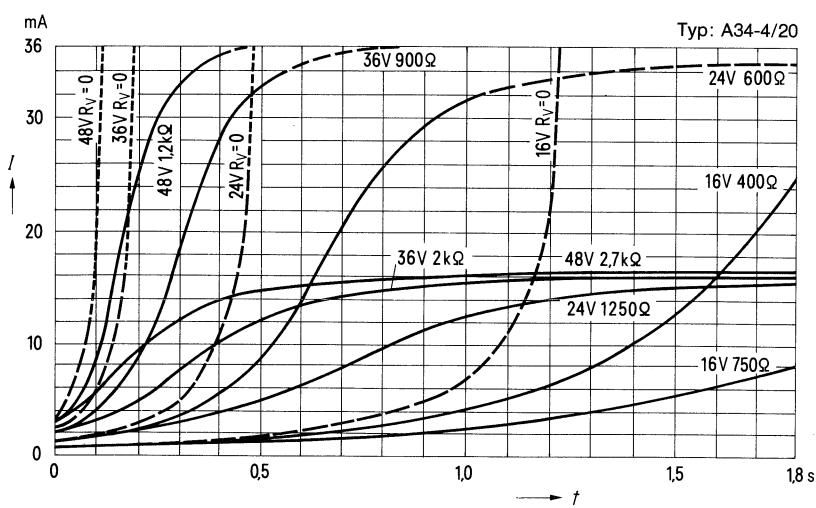


Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-4/20

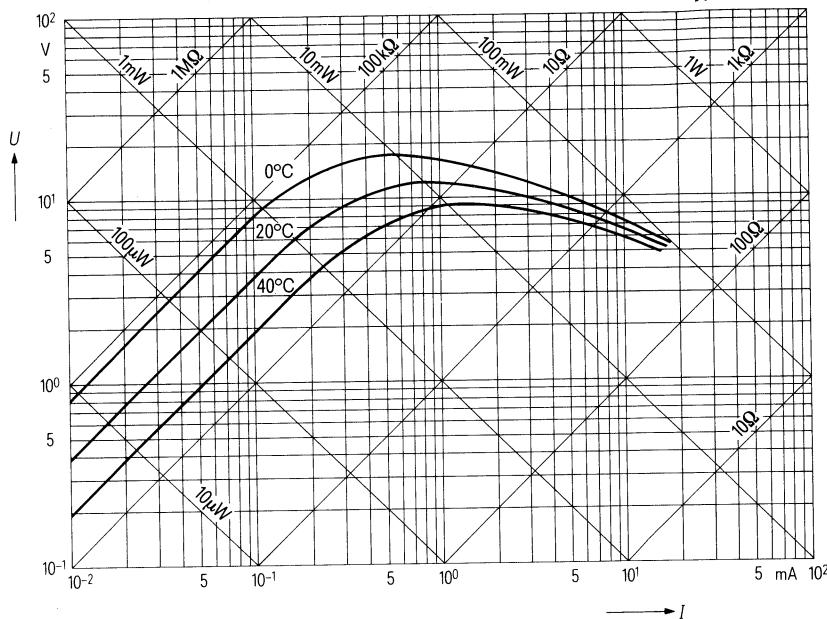
**Halbleiterstrom $I = f(t)$**
als Funktion der Zeit

Typ: A34-4/20

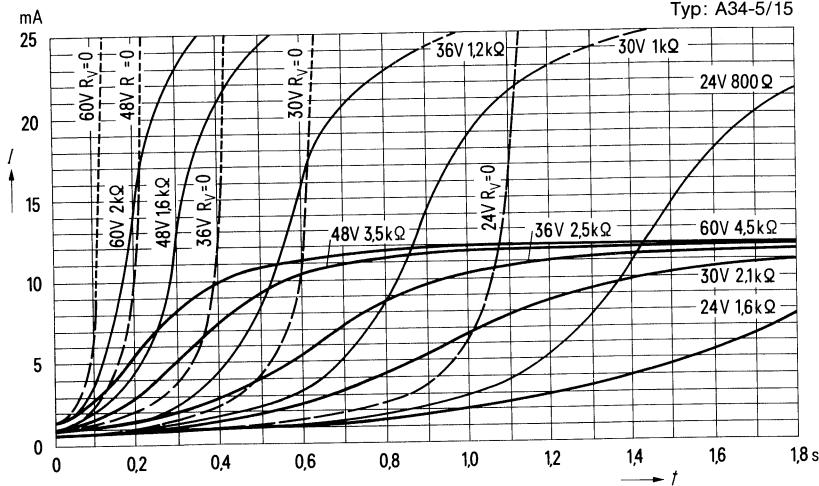


Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-5/15

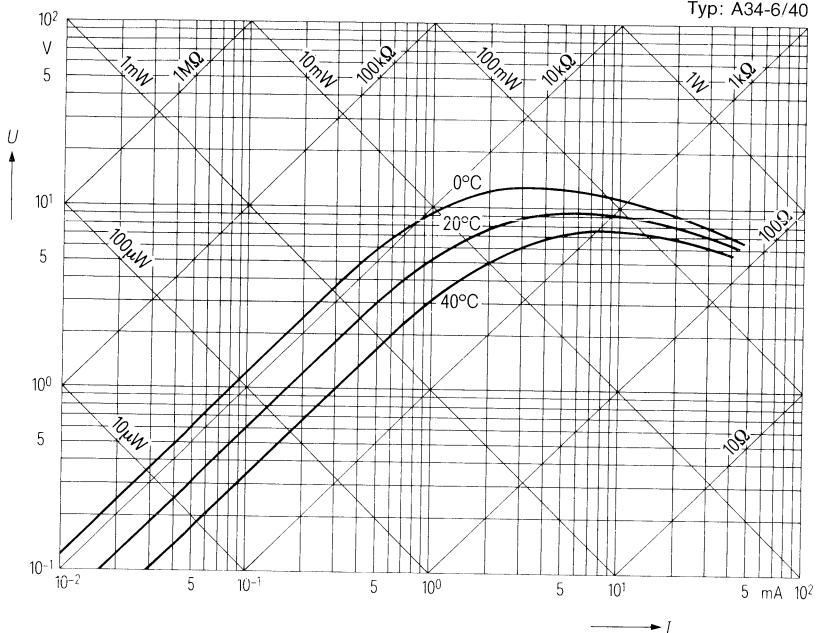
Heißleiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit

Typ: A34-5/15



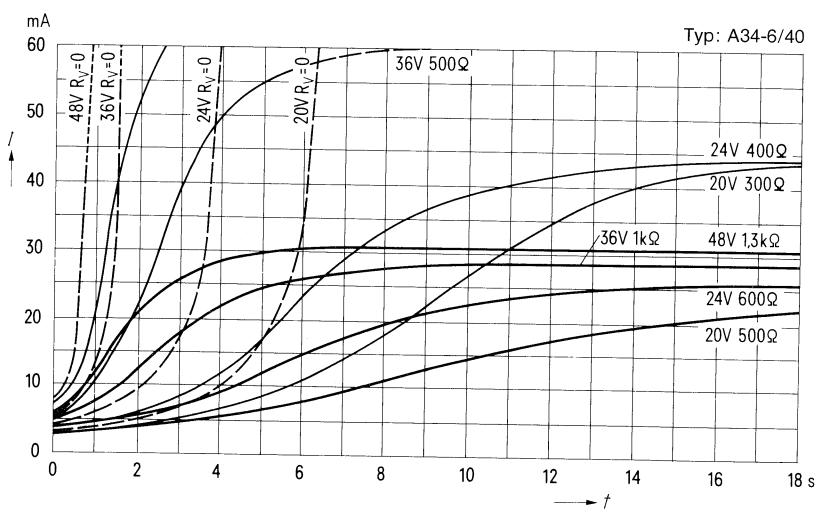
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-6/40

Halbleiterstrom $I = f(t)$

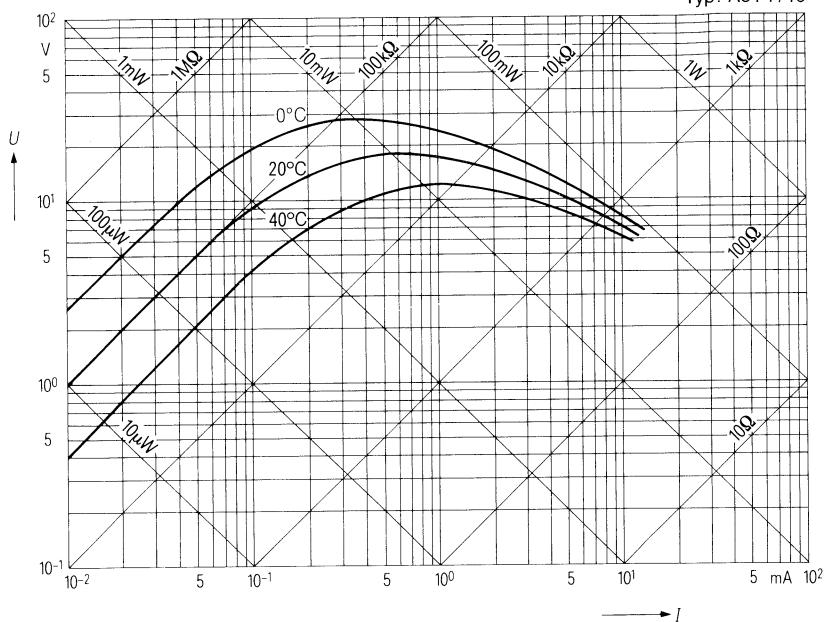
als Funktion der Zeit

Typ: A34-6/40

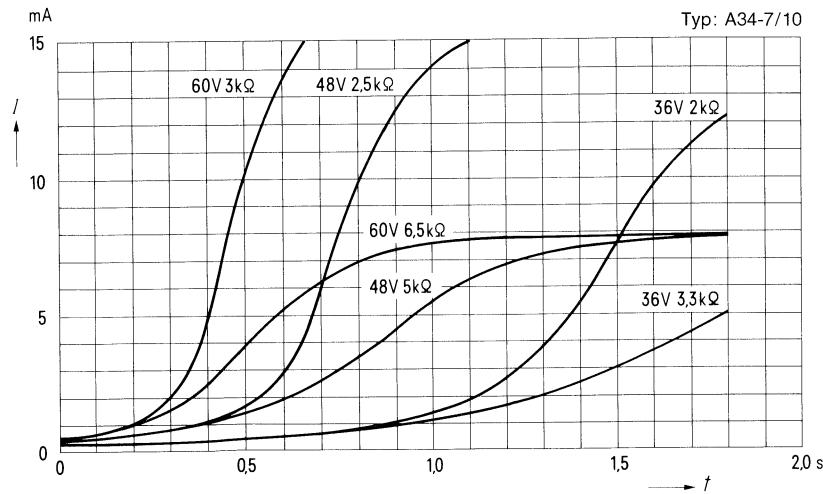


Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-7/10

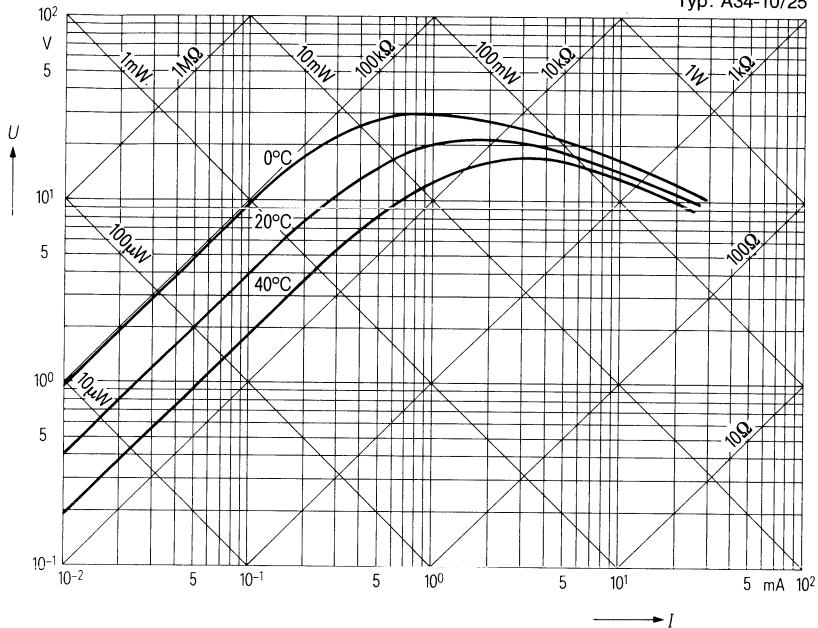
Heißleiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit

Typ: A34-7/10



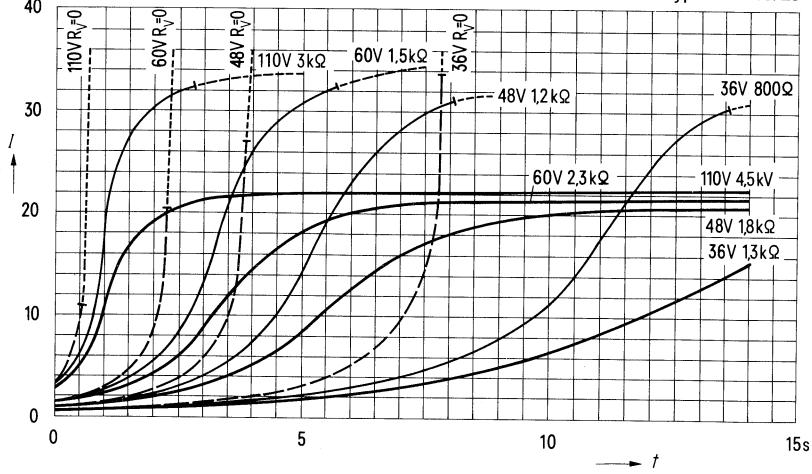
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-10/25



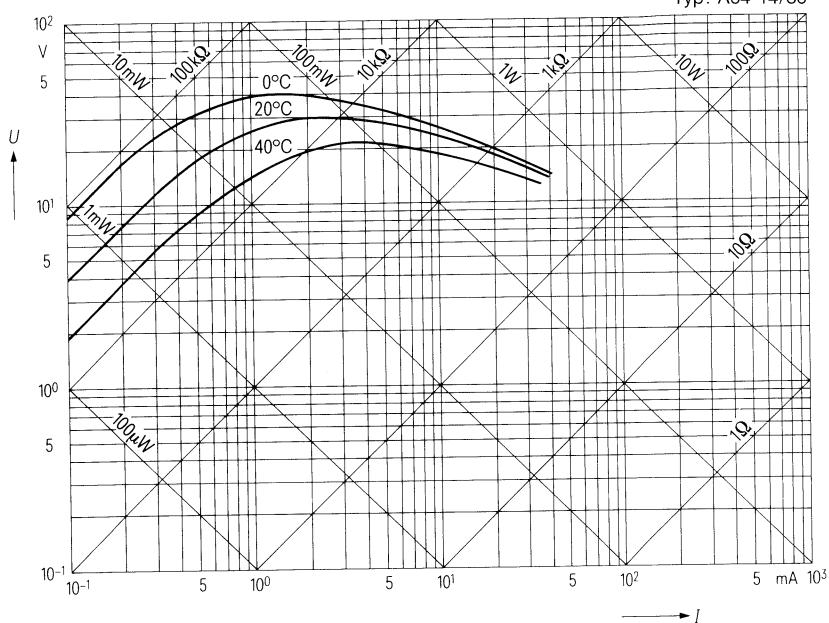
Heißleiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit

Typ: A 34-10/25

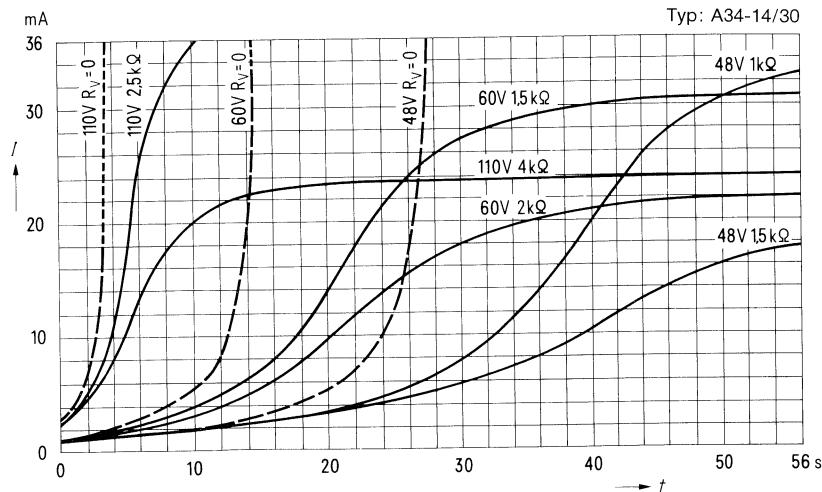


Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

Typ: A34-14/30

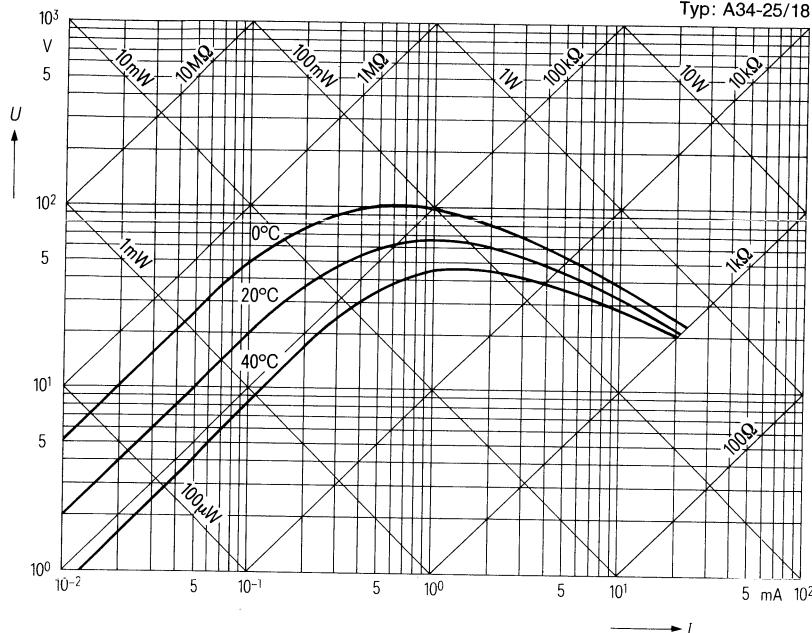
Heißleiterstrom $I = f(t)$
als Funktion der Zeit

Typ: A34-14/30

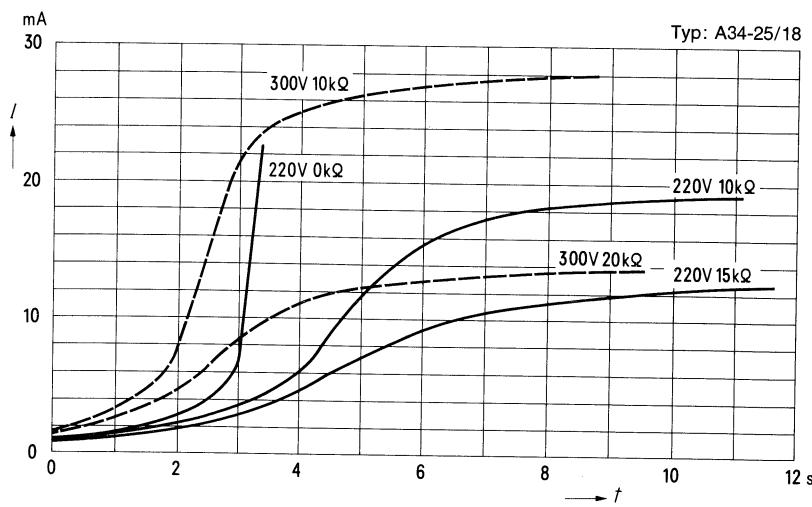


Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$

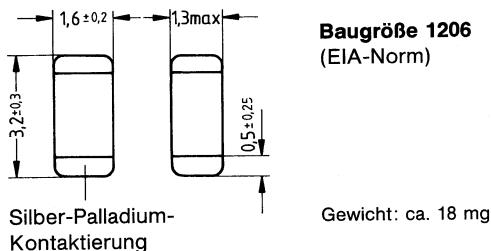
Typ: A34-25/18

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

Typ: A34-25/18



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



Anwendungsklasse
nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchteklaasse

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 Betauung zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur

θ_S (min) – 25 °C
θ_S (max) + 65 °C

Typ	Nenn- widerstand 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 ▀

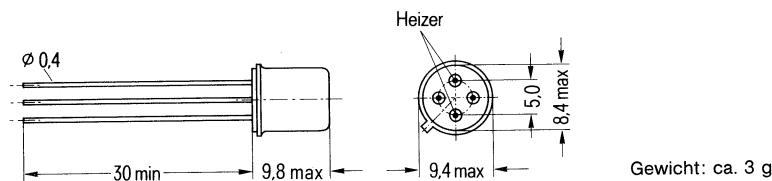
S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4), ▀ Schwerpunkttypen ab April 1986

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, verzinnt, isoliert herausgeführt
Kennzeichnung	Typenbezeichnung ist aufgestempelt



Anwendungsklasse nach DIN 40040	FKF
Untere Grenztemperatur	F - 55 °C
Obere Grenztemperatur	K + 125 °C
Feuchteklaasse	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

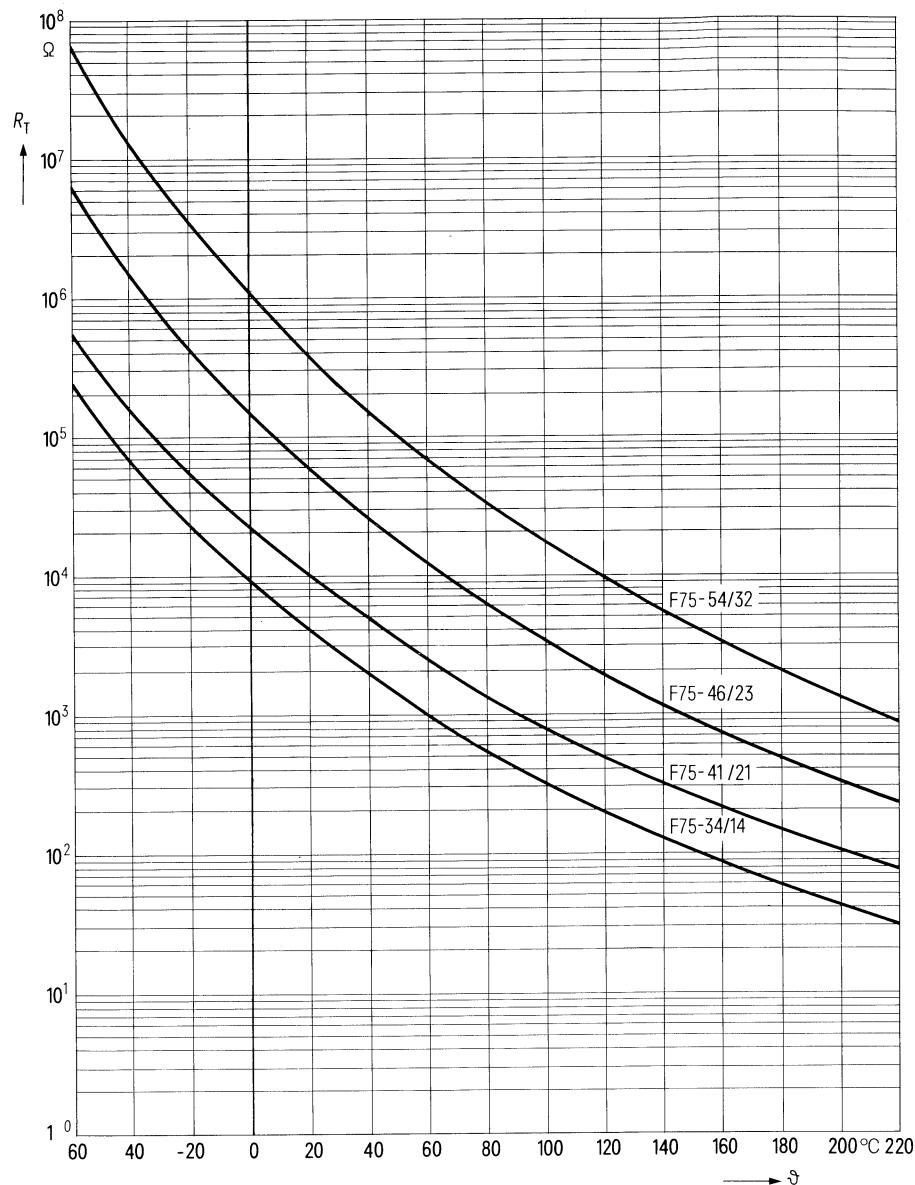
Typ	Nennwiderstand R_{20}	Toleranz	B-Wert	Bestellbezeichnung	
F 75-34/14 u	4 kΩ	± 20 %	3440 K	Q63075-F9	S
F 75-34/14 x	4 kΩ	± 20 %	3440 K	Q63075-F1	S
F 75-41/21 u	10 kΩ	± 20 %	3440 K	Q63075-F2	S
F 75-41/21 x	10 kΩ	± 20 %	3440 K	Q63075-F3	S
F 75-46/23 u	60 kΩ	± 20 %	3950 K	Q63075-F4	S
F 75-46/23 x	60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

S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

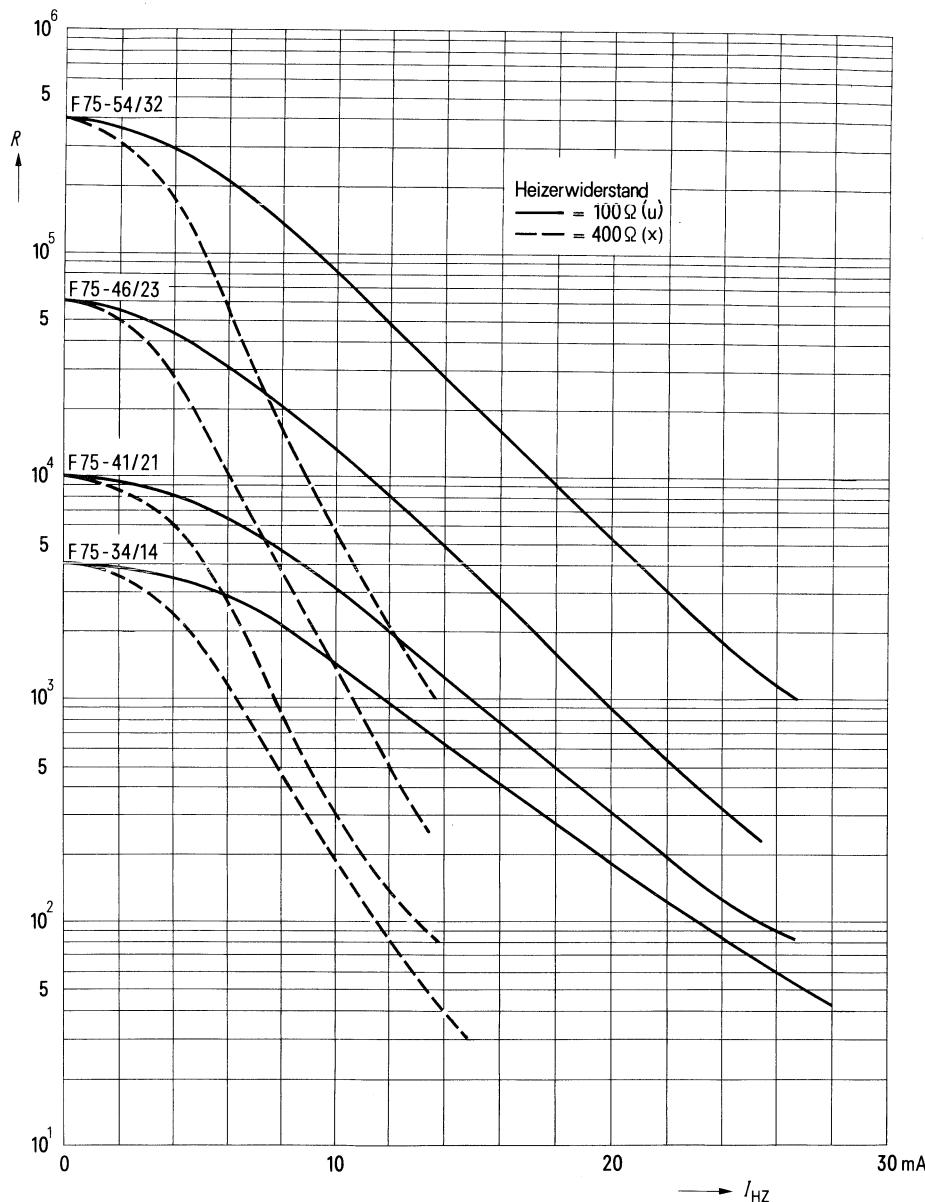
Kenndaten

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	kΩ
Nenntemperatur	ϑ_N	20	20	20	20	20	20	20	20	°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	MΩ
Prüfspannung	U_{is}	250	250	250	250	250	250	250	250	V

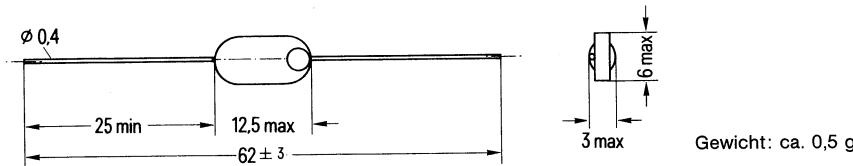
Heißleiterwiderstand $R_T = f(\vartheta)$
als Funktion der Heißleitertemperatur



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
Kennzeichnung	Nennwiderstandswert und Toleranz sind aufgestempelt
Qualitätsmerkmal	Hohe Zuverlässigkeit durch spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Anwendungsklasse nach DIN 40040	FKF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	K + 125 °C
Feuchteklaasse	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%/50Ω	50Ω	$\pm 5\%$	3000 K	1302	Q63011-K500-J S
K 11/5%/100Ω	100Ω	$\pm 5\%$	3000 K	1302	Q63011-K101-J S
K 11/5%/200Ω	200Ω	$\pm 5\%$	3000 K	1302	Q63011-K201-J S
K 11/5%/500Ω	500Ω	$\pm 5\%$	3000 K	1302	Q63011-K501-J S
K 11/5%/$1 k\Omega$	$1 k\Omega$	$\pm 5\%$	3300 K	1304	Q63011-K102-J S
K 11/5%/$2 k\Omega$	$2 k\Omega$	$\pm 5\%$	3300 K	1304	Q63011-K202-J S
K 11/5%/$5 k\Omega$	$5 k\Omega$	$\pm 5\%$	3250 K	1004	Q63011-K502-J S
K 11/5%/$10 k\Omega$	$10 k\Omega$	$\pm 5\%$	3250 K	1004	Q63011-K103-J S
K 11/5%/$20 k\Omega$	$20 k\Omega$	$\pm 5\%$	3250 K	1004	Q63011-K203-J S
K 11/5%/$50 k\Omega$	$50 k\Omega$	$\pm 5\%$	3250 K	1004	Q63011-K503-J S
K 11/5%/$100 k\Omega$	$100 k\Omega$	$\pm 5\%$	4250 K	4002	Q63011-K104-J S
K 11/5%/$200 k\Omega$	$200 k\Omega$	$\pm 5\%$	4250 K	4002	Q63011-K204-J S
K 11/5%/$500 k\Omega$	$500 k\Omega$	$\pm 5\%$	4600 K	2005	Q63011-K504-J S

Fortsetzung siehe Seite 88

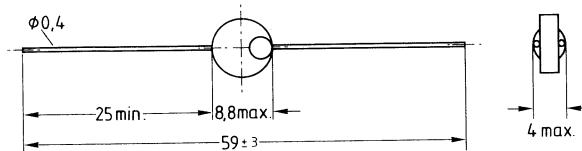
Typ	Nennwiderstand R_{20}	Toleranz	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
K 11/10%/ 20 Ω	20 Ω	± 10%	2600 K	1201	Q63011-K200-K S
K 11/10%/ 50 Ω	50 Ω	± 10%	3000 K	1302	Q63011-K500-K S
K 11/10%/ 100 Ω	100 Ω	± 10%	3000 K	1302	Q63011-K101-K S
K 11/10%/ 200 Ω	200 Ω	± 10%	3000 K	1302	Q63011-K201-K S
K 11/10%/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

Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	20 °C
Toleranz	ΔR_N	± 5%; ± 10%
B-Wert	$B_{25/100}$	siehe Tabelle
Toleranz	ΔB	± 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_{thu}	8 (> 6,5) mW/K
Abkühlzeitkonstante	T_{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	FHF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	H + 155 °C
Feuchteklaasse	F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 % 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich keine Betauung zulässig

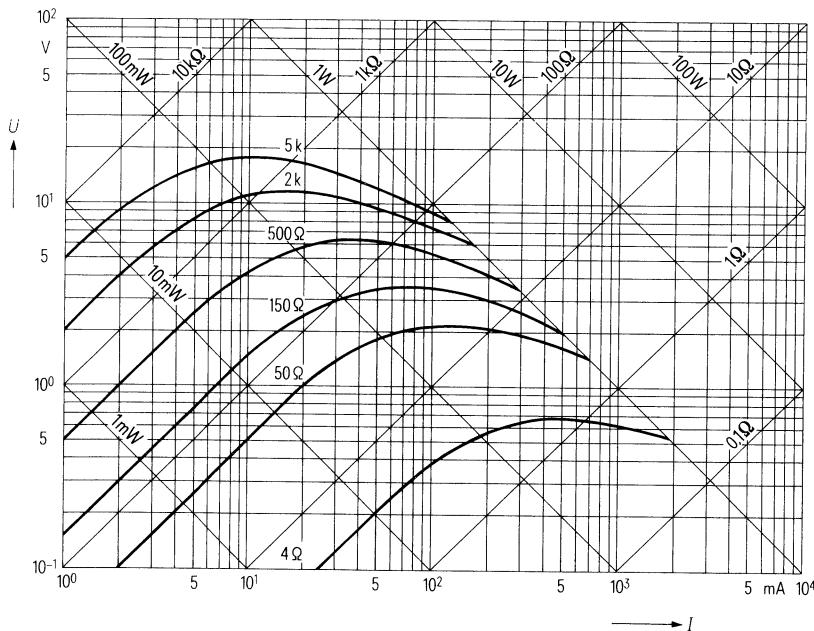
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) + 65 °C

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

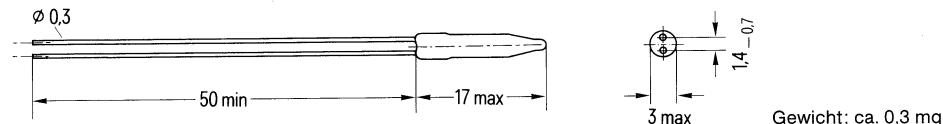
S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

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_{thu}	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, verzinnt
Kennzeichnung	Typenbezeichnung ist aufgestempelt
Qualitätsmerkmal	Hohe Zuverlässigkeit durch spezielle Herstellungs- und Alterungsverfahren



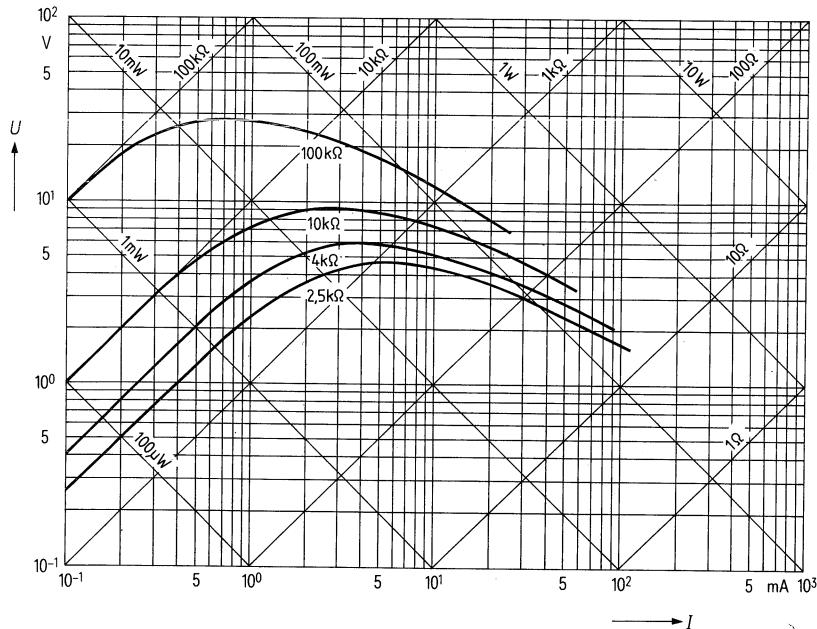
Anwendungsklasse nach DIN 40 040	FDE
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	D +250 °C
Feuchtekasse	E Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %/ 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich seltene oder leichte Betauung ist zulässig ¹⁾
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) –25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) +65 °C

Typ	Nennwiderstand R_{20}	Toleranz	B-Wert	Bestellbezeichnung	
K 17/10 %/2,5 kΩ	2,5 kΩ	± 10 %	3420 K	Q63017-K252-K	S
K 17/10 %/4 kΩ	4 kΩ	± 10 %	3420 K	Q63017-K402-K	S
K 17/10 %/10 kΩ	10 kΩ	± 10 %	3420 K	Q63017-K103-K	S
K 17/10 %/100 kΩ	100 kΩ	± 10 %	3950 K	Q63017-K104-K	S
K 17/20 %/2,5 kΩ	2,5 kΩ	± 20 %	3420 K	Q63017-K252-M	S
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	

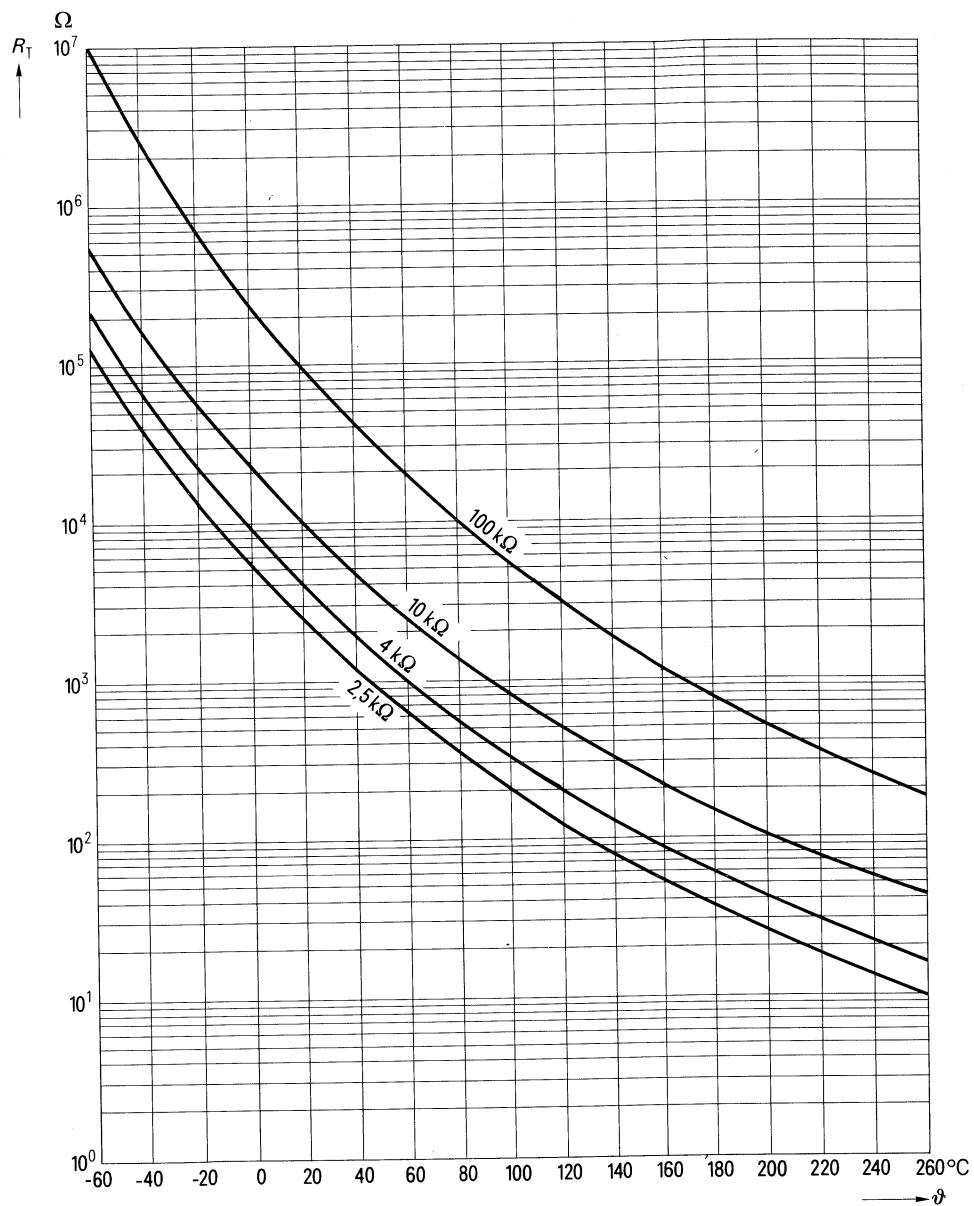
¹⁾ Die Betauung kann an der Austrittsstelle der Anschlußdrähte zu einem vorübergehenden Nebenschluß führen.
S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Kenndaten

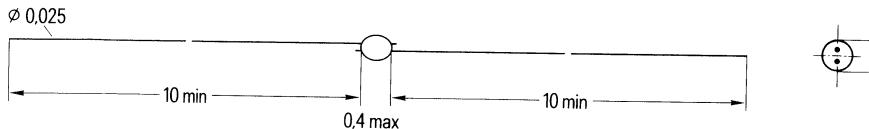
Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	20 °C
Toleranz	ΔR_N	± 10 %, ± 20 %
B -Wert	$B_{25/100}$	siehe Tabelle
Toleranz	ΔB	± 5 %
R/T-Kennlinie		siehe Diagramm
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	160 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	140 mW
Wärmeleitwert (Luft)	G_{thu}	0,8 mW/K
Wärmeleitwert (Wasser)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

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

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



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

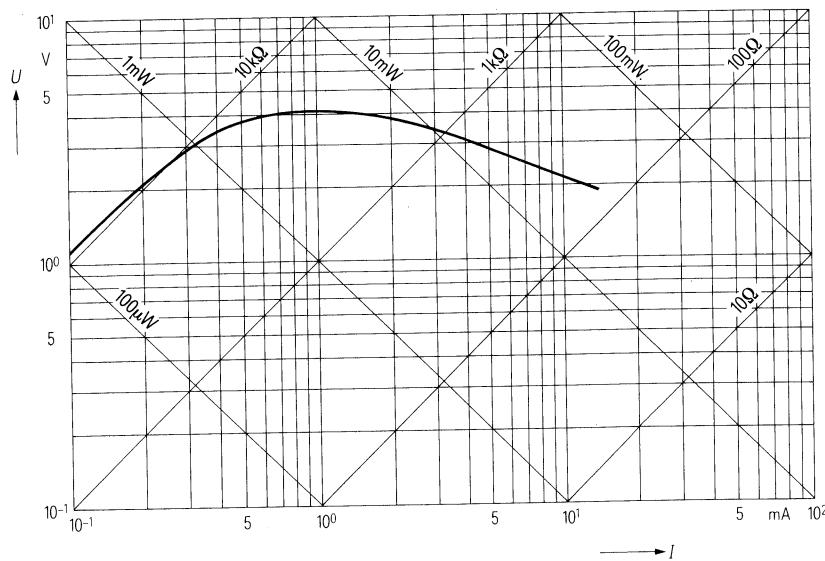
Anwendungsklasse nach DIN 40040	FEF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	E + 200 °C
Feuchteklaße	F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 % 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich keine Betauung zulässig
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	$\vartheta_s \text{ (min)}$ – 25 °C
Obere Grenztemperatur	$\vartheta_s \text{ (max)}$ + 65 °C

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

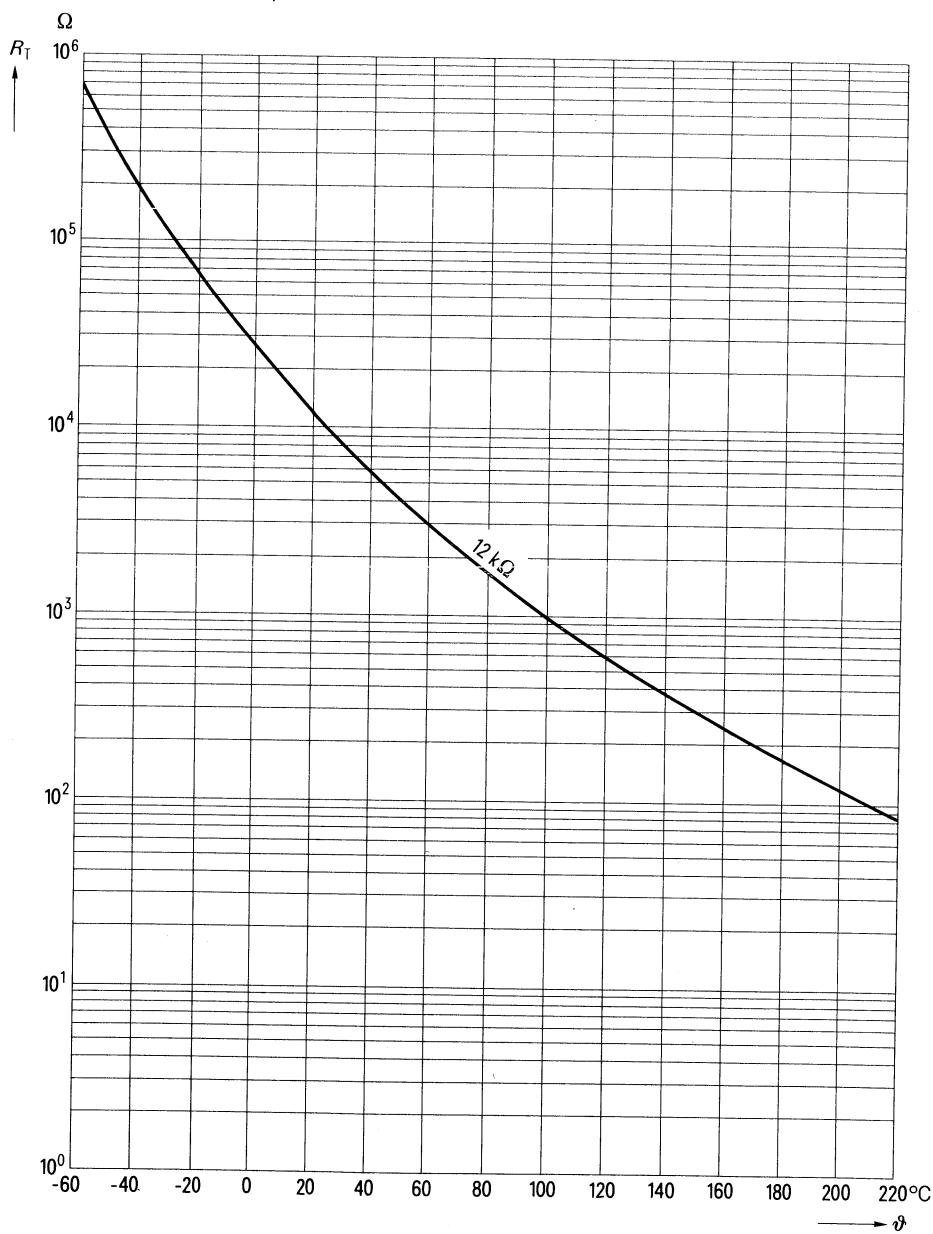
■ Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Kenndaten

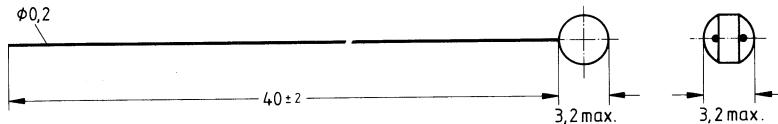
Nennwiderstand	R_N	12 k Ω
Nenntemperatur	ϑ_N	20 °C
Toleranz	ΔR_N	± 10 %, ± 20 %
B-Wert	$B_{25/100}$	3440 K
Toleranz	ΔB	± 5 %
R/T-Kennlinie		siehe Diagramm Seite 96
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	25 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	20 mW
Wärmeleitwert in Luft	G_{thu}	0,14 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}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

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

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



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

Lagertemperaturen

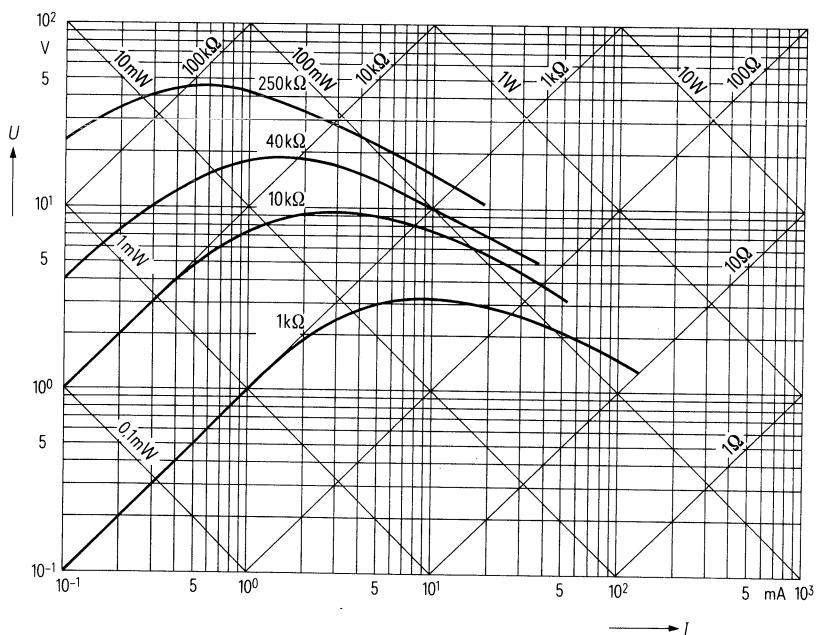
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) –25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) +65 °C

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

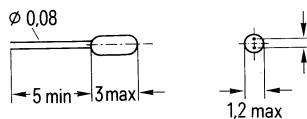
S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

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}	150 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	125 mW
Wärmeleitwert in Luft	G_{thu}	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 40040	FDE
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	D + 250 °C
Feuchteklaasse	E Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %/ 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich seltene und leichte Betauung zulässig ¹⁾

Lagertemperaturen

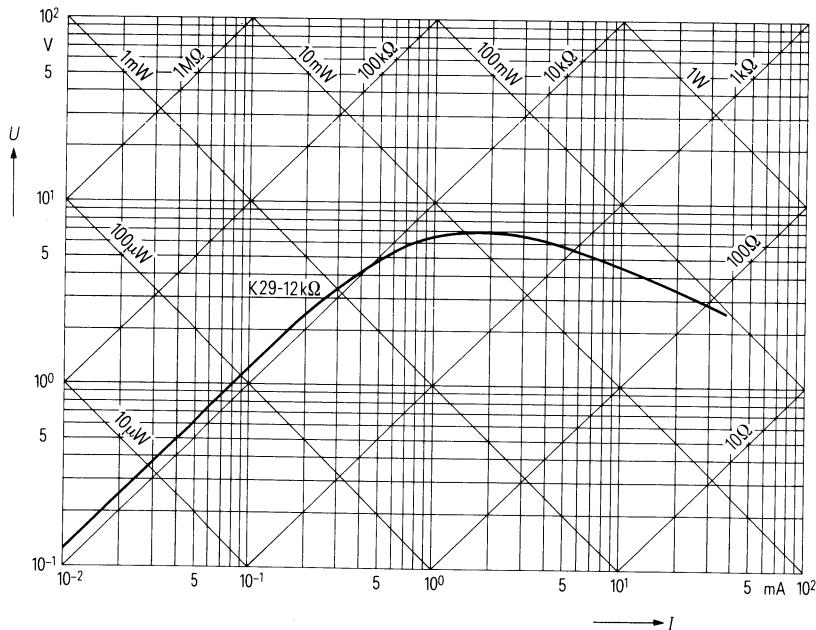
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) + 65 °C

Typ	Nennwiderstand R_{20}	Toleranz	B-Wert	Bestellbezeichnung	
K 29/10 %/12 kΩ	12 kΩ	± 10 %	3430 K	Q63029-K123-K	S
K 29/20 %/12 kΩ	12 kΩ	± 20 %	3430 K	Q63029-K123-M	

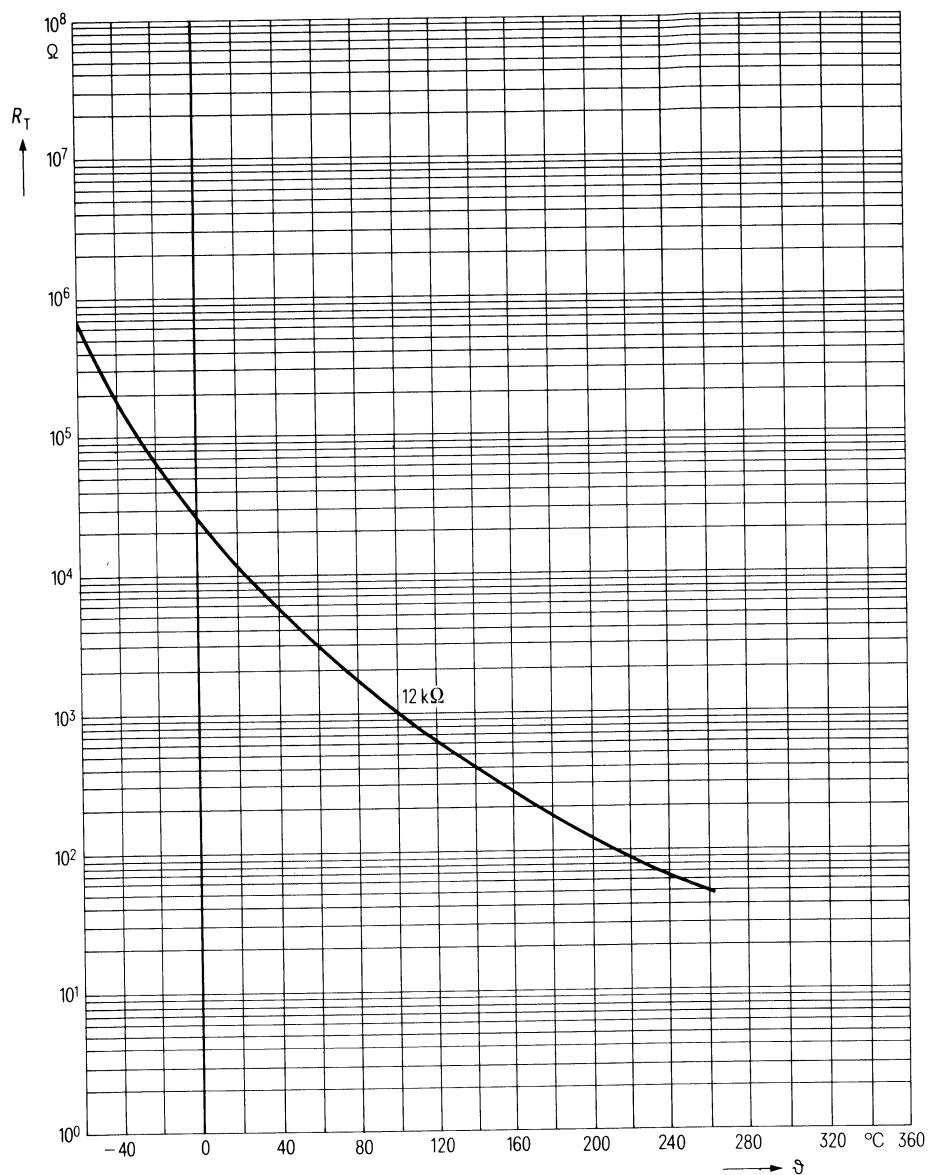
¹⁾ Die Betauung kann an der Austrittsstelle der Anschlußdrähte zu einem vorübergehenden Nebenschluß führen.
 ☐ Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

Kenndaten

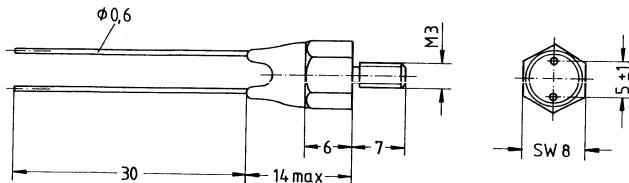
Nennwiderstand	R_N	12 k Ω
Nenntemperatur	ϑ_N	20 °C
Toleranz	ΔR_N	± 10 %, ± 20 %
B-Wert	$B_{25/100}$	3430 K
Toleranz	ΔB	± 5 %
R/T-Kennlinie		siehe Diagramm
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	70 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	55 mW
Wärmeleitwert in Luft	G_{thu}	0,4 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	ca. 5 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, Heißleiterkörper elektrisch isoliert
Anschlüsse	Anschlußdrähte, Kupfer/verzinnt
Kennzeichnung	keine



Gewicht: ca. 1,0 g

Anwendungsklasse	FKF
nach DIN 40040	
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	K + 125 °C
Feuchteklaasse	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

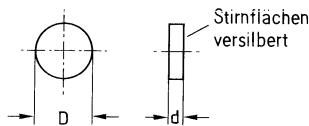
Kenndaten

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

S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Anwendung	Temperaturmessung in Kraftfahrzeugen, z. B. Kühlwasser- und Öltemperatur
Ausführung	Heißleiterscheibe, planparallel geläppt
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

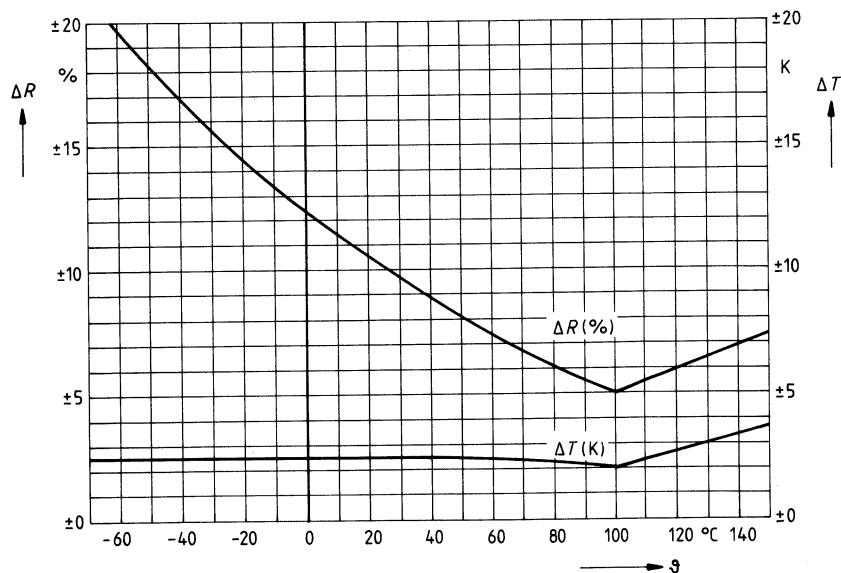
Anwendungsklasse nach DIN 40040	FHF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	H + 155 °C
Feuchteklaasse	F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 % 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich keine Betauung zulässig
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) + 65 °C

Typ	Nenn-widerstand 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

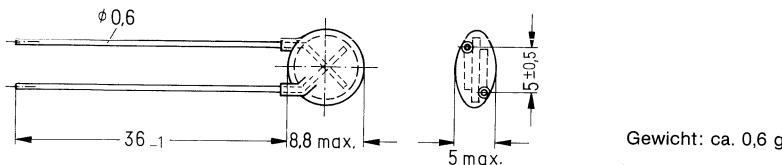
Kenndaten

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	Anschriftdrähte, Kupfer/verzinnt
Kennzeichnung	Widerstandswert ist aufgestempelt



Anwendungsklasse nach DIN 40040	FKF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	K + 125 °C
Feuchteklaasse	F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %/ 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich keine Betauung zulässig

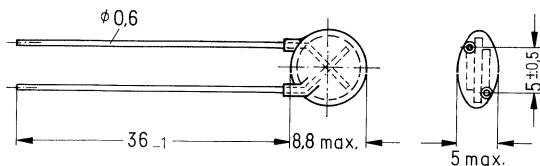
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) + 65 °C

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	± 20 %
B -Wert	$B_{25/100}$	siehe Tabelle
Toleranz	ΔB	± 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_{thu}	ca. 8 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	ca. 30 s
Wärmekapazität	C_{th}	240 mJ/K
zu erwartende Widerstandsänderung nach 10000 Std.	ΔR_{10}	≤ 10 %

Anwendung	Temperaturkompensation in Rundfunk-, Fernseh- und Tonbandgeräten
Ausführung	Heißleiterscheibe, lackiert
Anschlüsse	Anschlußdrähte, verzinkt
Kennzeichnung	Widerstandswert ist aufgestempelt ¹⁾



Gewicht: ca. 0,6 g

Anwendungsklasse	HMF
nach DIN 40 040	
Untere Grenztemperatur	H – 10 °C
Obere Grenztemperatur	M + 100 °C
Feuchteklaasse	F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 % 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich keine Betaubung zulässig
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) + 65 °C

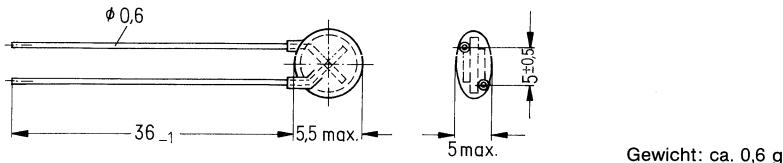
Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	20 °C
Toleranz	ΔR_N	± 10 %, ± 20 %
B-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_{thu}	8 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	ca. 30 s

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

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

Anwendung	Temperaturkompensation, -messung, -regelung
Ausführung	Heißleiterscheibe, lackiert; auch gegurtet lieferbar (siehe Kapitel „Gurtung“)
Anschlüsse	Anschlußdrähte, Kupfer/verzinnt
Kennzeichnung	Widerstandswert und Toleranz ¹⁾ sind aufgestempelt



Anwendungsklasse nach DIN 40040	FKF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	K + 125 °C
Feuchteklassse	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%; ± 20%
<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. 7,5 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	ca. 20 s
Wärmekapazität	C_{th}	ca. 150 mJ/K
Zu erwartende Widerstandsänderung nach 10 000 h	ΔR_{10}	± 10 %

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

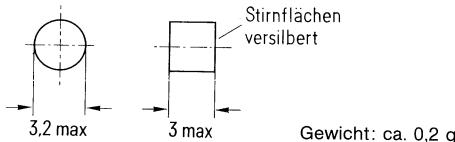
Typ	Nennwiderstand R_{25}	Toleranz	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
K 164/**%/10 Ω	10 Ω		2600 K	1201	Q63016-K4010-+ S
K 164/**%/15 Ω	15 Ω		2900 K	1203	Q63016-K4015-+ S
K 164/**%/22 Ω	22 Ω		2900 K	1203	Q63016-K4022-+ S
K 164/**%/33 Ω	33 Ω		2900 K	1203	Q63016-K4033-+ S
K 164/**%/47 Ω	47 Ω		3000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

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

+ Hier ist der Kennbuchstabe für den Toleranzwert einzusetzen:

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

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



Anwendungsklasse nach DIN 40040	FDF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	D + 250 °C
Feuchteklassse	F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 % 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich keine Betaubung zulässig

Lagertemperaturen

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

Kenndaten

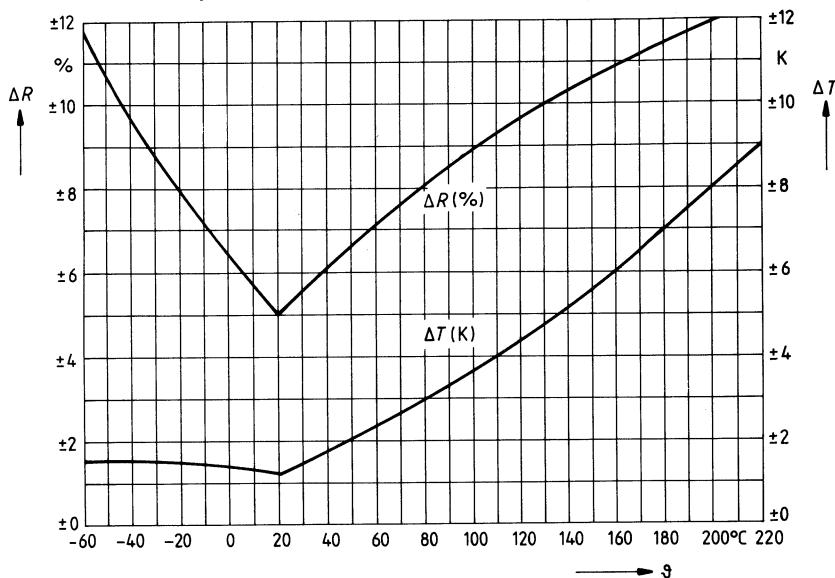
Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	20 °C
Toleranz	ΔR_N	siehe Tabelle
<i>B</i> -Wert	$B_{25/100}$	3560 K
R/T-Kennlinie	Nr.	1008
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	220 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	180 mW
Wärmeleitwert (Luft)	G_{thu}	1 mW/K
Wärmeleitwert (Chassismontage)	G_{thg}	ca. 6 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

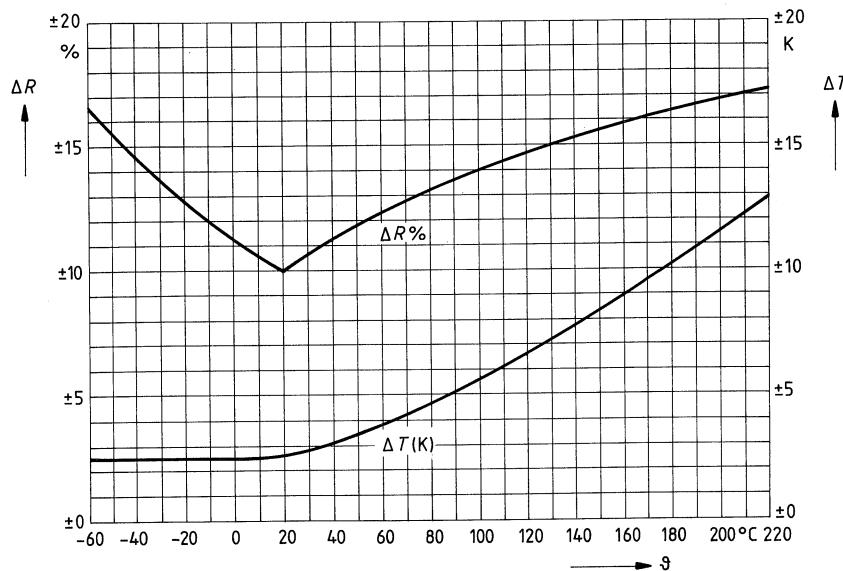
¹⁾ Andere Widerstandswerte auf Anfrage.

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

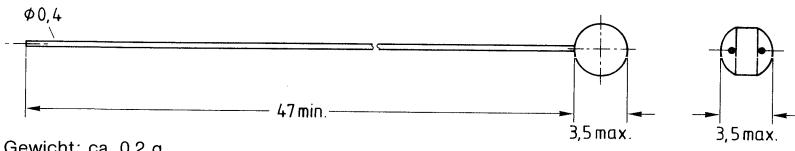
Typ K220/S1/1 k Ω
Typ K220/5% / 2,5 k Ω



Typ K220/S1/2,5 k Ω



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



Gewicht: ca. 0,2 g

Anwendungsklasse

nach DIN 40040

FHF

Untere Grenztemperatur

F $- 55^{\circ}\text{C}$

Obere Grenztemperatur

H $+ 150^{\circ}\text{C}$

Feuchteklaasse

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

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

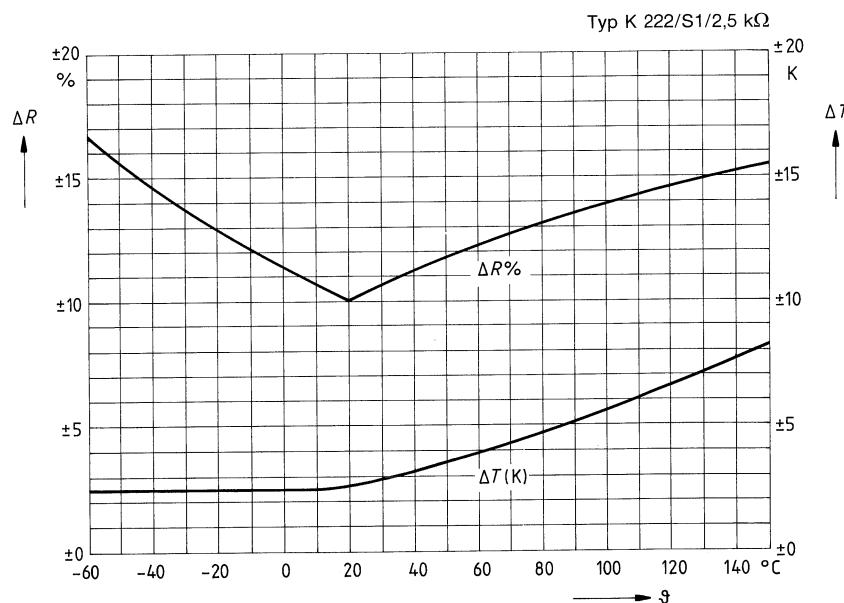
Obere Grenztemperatur

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

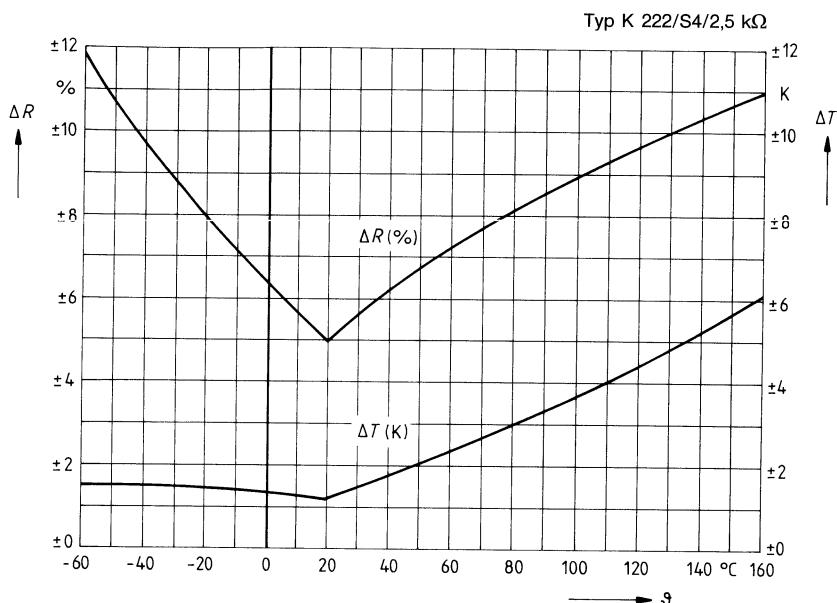
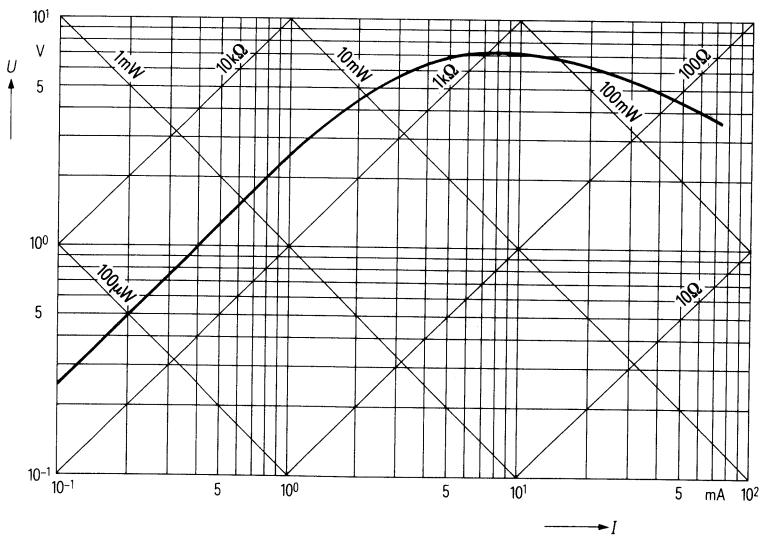
Typ	Nennwiderstand R_{20}	Toleranz	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
K 222/S1/2,5 k Ω	2,5 k Ω	$\pm 10\%$	3560 K	1008	Q63022-K2252-S1
K 222/S4/2,5 k Ω	2,5 k Ω	$\pm 5\%$	3560 K	1008	Q63022-K2252-S4

Kenndaten

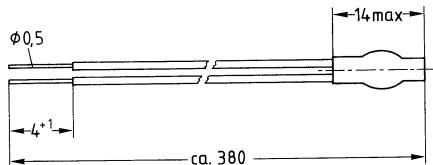
Nennwiderstand	R_N	2,5 kΩ
Nenntemperatur	ϑ_N	20 °C
Toleranz	ΔR_N	siehe Tabelle
B -Wert	$B_{25/100}$	3560 K
R/T-Kennlinie	Nr.	1008
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	250 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	190 mW
Wärmeleitwert (Luft)	G_{thu}	2 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	20 s
Wärmekapazität	C_{th}	40 mJ/K

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

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

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



Gewicht: ca. 5,5 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40 040

FHF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchteklass

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

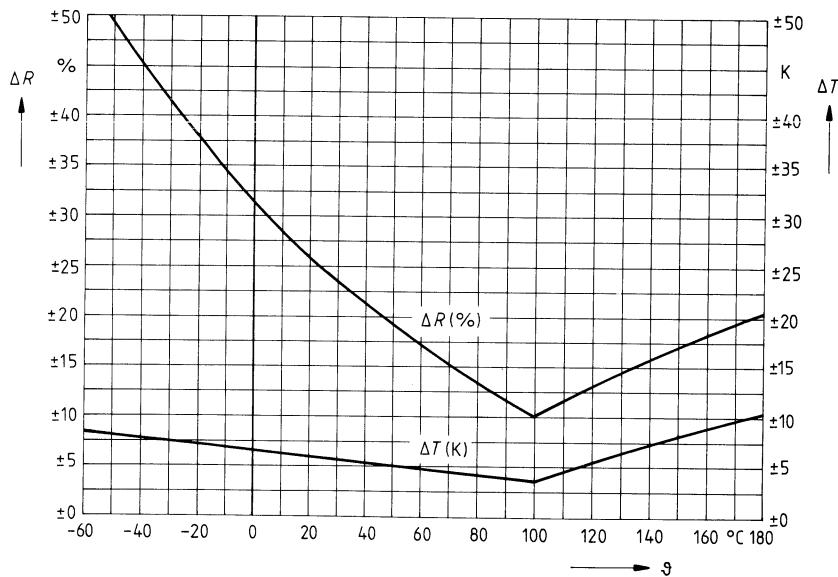
ϑ_s (min) – 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

Typ	Nenn-widerstand 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 S

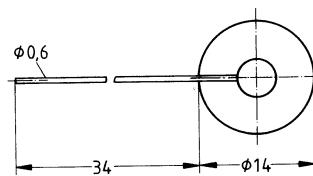
¹⁾ Die obere Grenztemperatur kann während maximal 50 Stunden bis 180 °C überschritten werden.
S Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	1,8 k Ω
Nenntemperatur	ϑ_N	100 °C
Toleranz	ΔR_N	± 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** FEF
nach DIN 40040

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

Lagertemperaturen

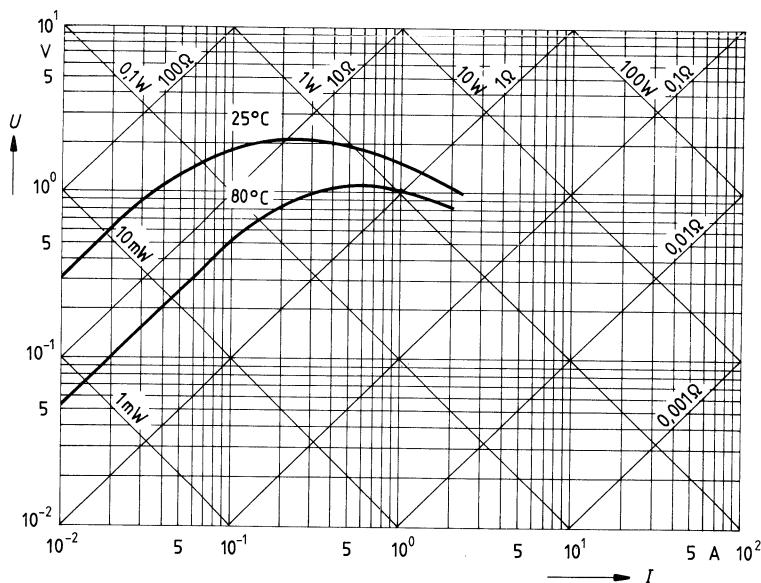
- Untere Grenztemperatur $\vartheta_s \text{ (min)} - 25^\circ\text{C}$
Obere Grenztemperatur $\vartheta_s \text{ (max)} + 65^\circ\text{C}$

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

S Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

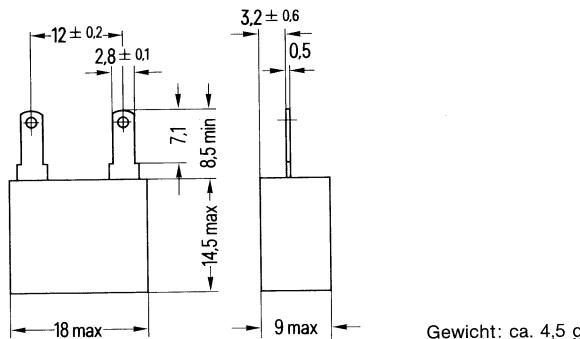
Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	33 Ω
Nenntemperatur	ϑ_N	25 °C
Toleranz	ΔR_N	±20 %
B -Wert	$B_{25/100}$	3300 K
Toleranz	ΔB	±5 %
R/T-Kennlinie	Nr.	1304
Belastbarkeit ≤ 80 °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 $2,8 \times 0,5$ mm für AMP-Faston-Steckhülsen
Kennzeichnung	Typenbezeichnung eingeprägt
Qualitätsmerkmal	Hohe Meßgenauigkeit durch enge Widerstandstoleranz



Anwendungsklasse nach DIN 40040	FME
Untere Grenztemperatur	F – 55°C
Obere Grenztemperatur	M + 100°C
Feuchtekategorie	E Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$ 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd 85% an den übrigen Tagen gelegentlich seltene und leichte Betauung zulässig

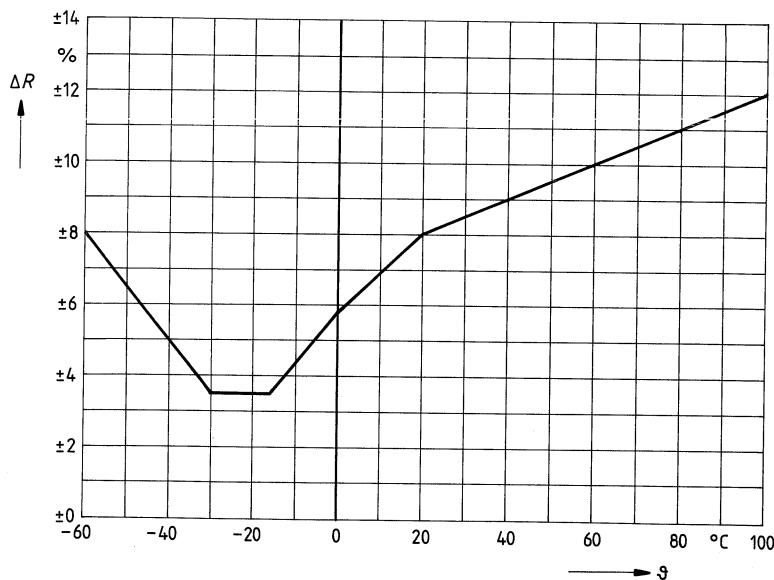
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) -25°C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) $+65^{\circ}\text{C}$

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

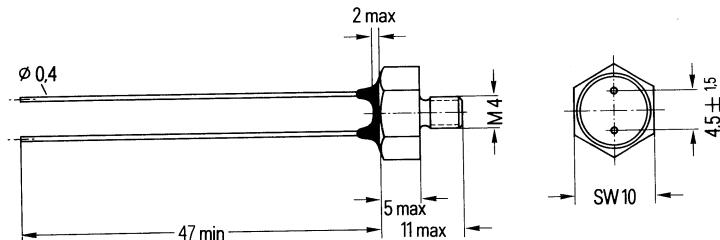
S Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	9,4 k Ω
Nenntemperatur	ϑ_N	-30 °C
Toleranz	ΔR_N	±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
Feuchteklassse

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

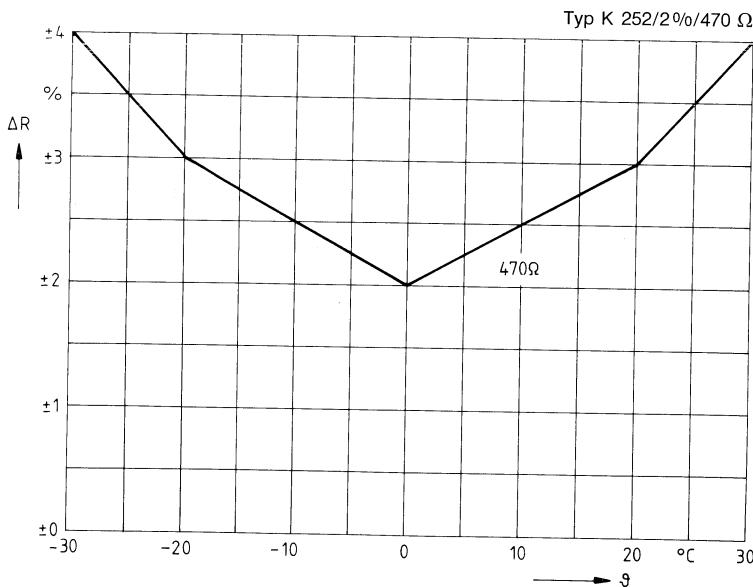
ϑ_s (min) – 25 °C
 ϑ_s (max) + 65 °C

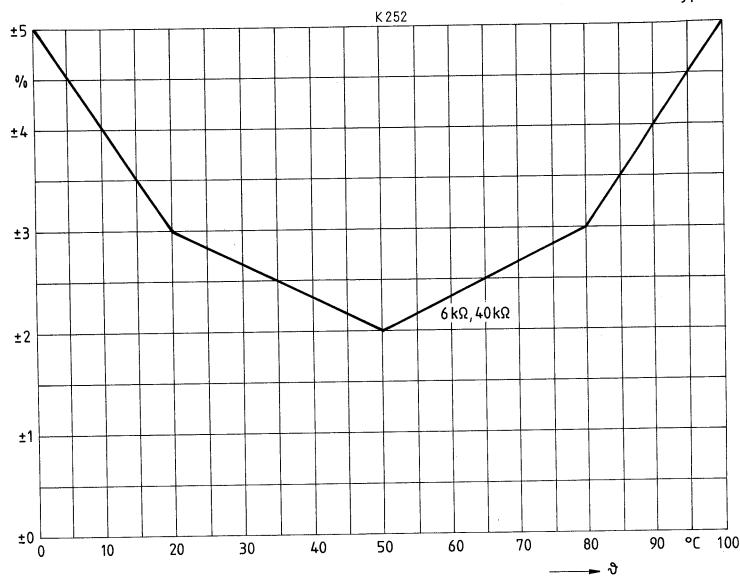
Typ	Nennwiderstand R_{20}	Toleranz	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
K 252/2%/ 470Ω	470 Ω	± 2%	3410 K	1007	Q63025-K2471-G
K 252/2%/ $6,0\text{ k}\Omega$	6 kΩ	± 2%	3950 K	4001	Q63025-K2602-G S
K 252/2%/ $40\text{ k}\Omega$	40 kΩ	± 2%	4250 K	4002	Q63025-K2403-G S
K 252/10%/ 500Ω	500 Ω	± 10%	3410 K	1007	Q63025-K2501-K S
K 252/10%/ $1\text{ k}\Omega$	1 kΩ	± 10%	3560 K	1307	Q63025-K2013-K S
K 252/10%/ $6\text{ k}\Omega$	6 kΩ	± 10%	3950 K	4001	Q63025-K2063-K S
K 252/10%/ $40\text{ k}\Omega$	40 kΩ	± 10%	4250 K	4002	Q63025-K2044-K S
K 252/20%/ 500Ω	500 Ω	± 20%	3410 K	1007	Q63025-K2501-M
K 252/20%/ $1\text{ k}\Omega$	1 kΩ	± 20%	3560 K	1307	Q63025-K2102-M
K 252/20%/ $6\text{ k}\Omega$	6 kΩ	± 20%	3950 K	4001	Q63025-K2063-M
K 252/20%/ $40\text{ k}\Omega$	40 kΩ	± 20%	4250 K	4002	Q63025-K2044-M

■ Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

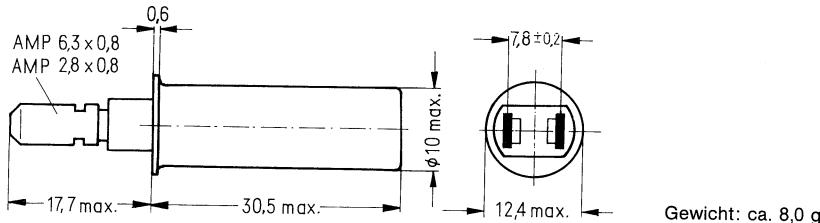
Kenndaten

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_{thu}	$\geq 30 \text{ mW/K}$
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	ca. 20 s
Isolationswiderstand	R_{is}	$> 100 \text{ M}\Omega$
Prüfspannung	U_{is}	250 V
Prüfspannungsdauer	t_p	1 s
Max. Widerstandsänderung nach 10 000 h	$\Delta R_{10.}$	2%

Toleranz der Widerstandswerte

Toleranz der WiderstandswerteTyp K 252/2%/ $6\text{ k}\Omega$
Typ K 252/2%/ $40\text{ k}\Omega$ 

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



- Anwendungsklasse** JME
 nach DIN 40040
- Untere Grenztemperatur **J** – 10°C
 Obere Grenztemperatur **M** + 100°C
Feuchteklaasse **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

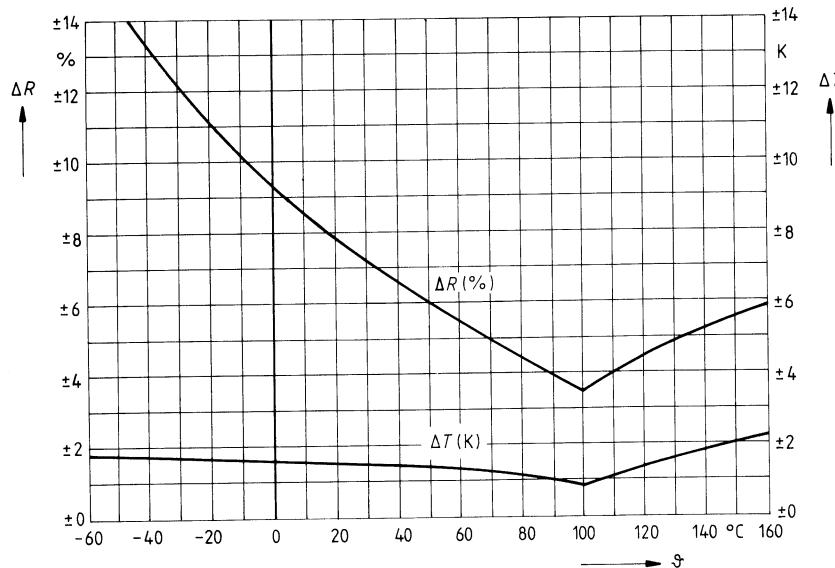
- Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 10°C
 Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65°C

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

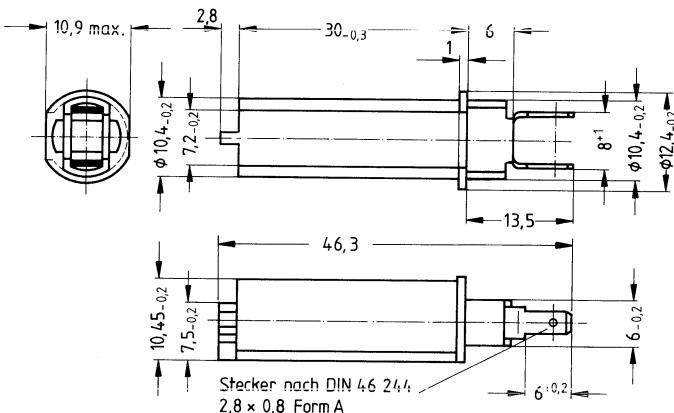
S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	100 °C
Toleranz	ΔR_N	±3,5%
B -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 MΩ
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 Steckhülse nach DIN 46245 bzw. DIN 46247
- Qualitätsmerkmal** Temperatur-Meßgenauigkeit $< \pm 1$ K im Bereich von -30°C bis $+10^{\circ}\text{C}$



Gewicht: ca. 6 g

Anwendungsklasse nach DIN 40040	GKE
Untere Grenztemperatur	G $- 40^{\circ}\text{C}$
Obere Grenztemperatur	K $+125^{\circ}\text{C}$
Feuchteklaasse	E Mittlere relative Feuchte $\leq 75\%$ 95% an 30 Tagen im Jahr andauernd 85% an den übrigen Tagen gelegentlich seltene, kurzzeitige Betaubung zulässig

Lagertemperaturen

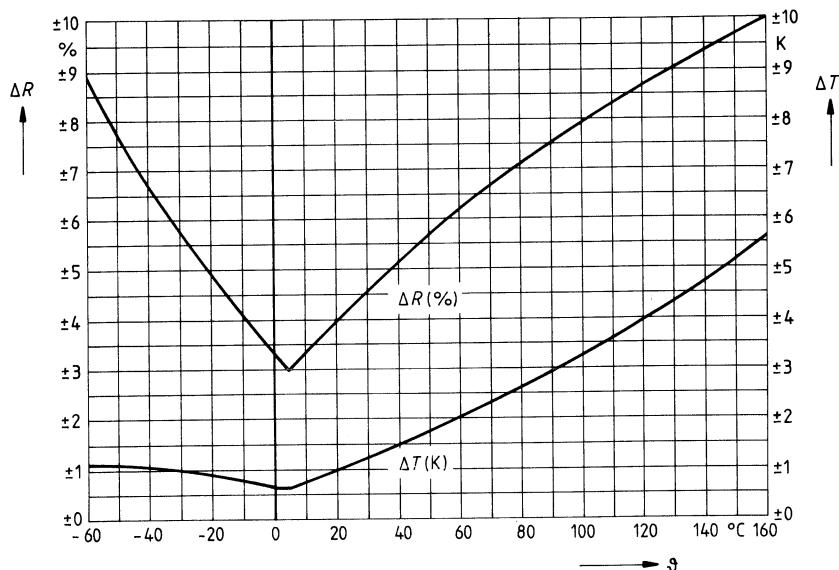
Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) -25°C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) $+65^{\circ}\text{C}$

Typ	Nennwiderstand R_5	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
K 277/S1/2 kΩ	2 kΩ	3560 K	1307	Q63027-K7202-S1 S

S Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

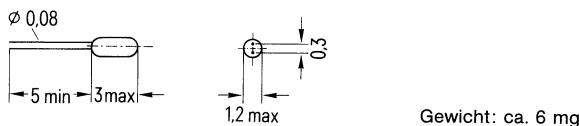
Kenndaten

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



Anwendungsklasse nach DIN 40040	FBE
Untere Grenztemperatur	F — 55 °C
Obere Grenztemperatur	M + 350 °C
Feuchteklaasse	E Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %/ 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich seltene und leichte Betauung zulässig ¹⁾

Lagertemperaturen

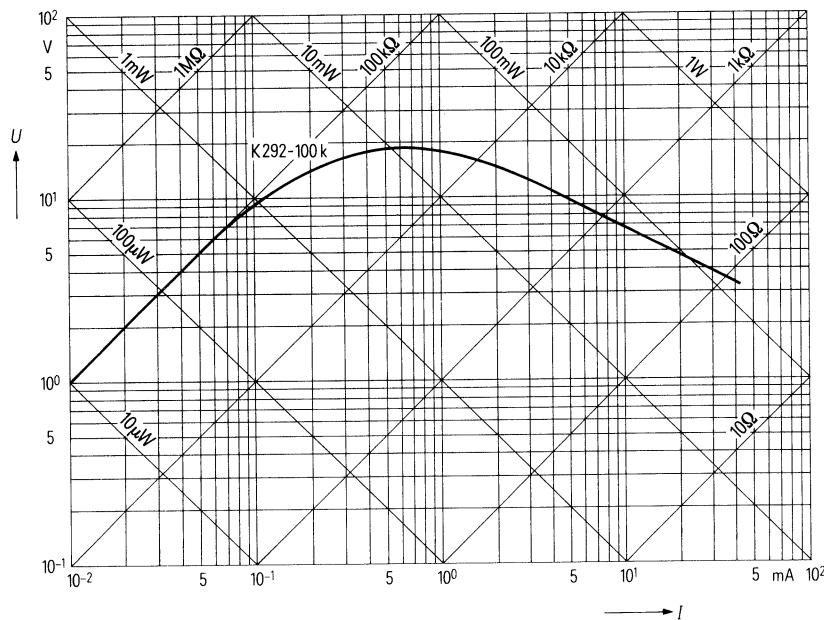
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) — 25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) + 65 °C

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

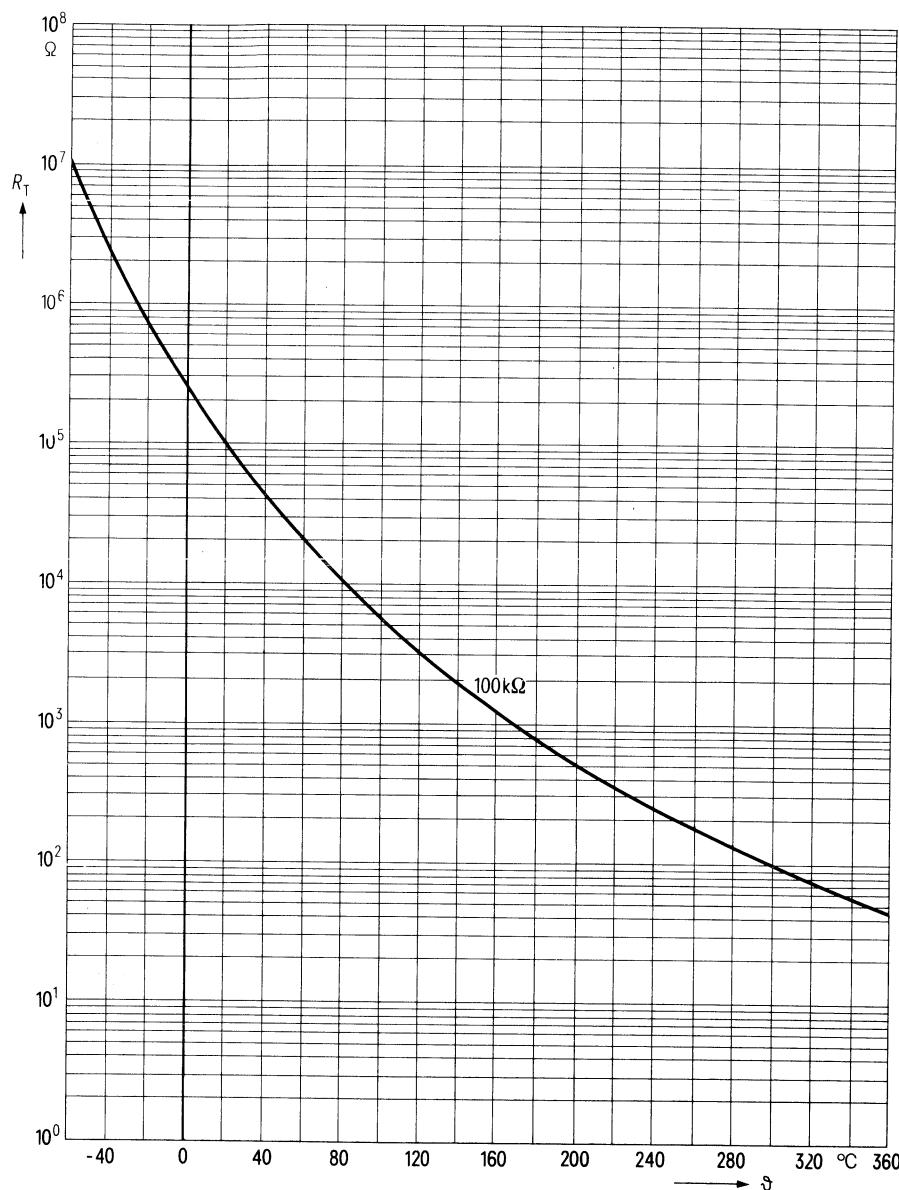
¹⁾ Betauung kann an der Austrittsstelle der Anschlußdrähte zu einem vorübergehenden Nebenschluß führen.

Kenndaten

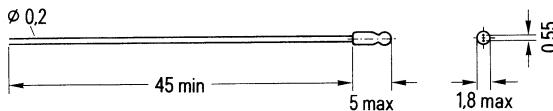
Nennwiderstand	R_N	100 k Ω
Nenntemperatur	ϑ_N	20 °C
Toleranz	ΔR_N	± 20 %
B-Wert	$B_{25/100}$	3950 K
Toleranz	ΔB	± 5 %
R/T-Kennlinie		siehe Seite 132
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	120 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	110 mW
Wärmeleitwert in Luft	G_{thu}	0,4 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	ca. 5 s
Wärmekapazität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

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

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



Anwendung	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 nach DIN 40040	FEE
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	E +200 °C
Feuchteklaasse	E Mittlere relative Feuchte ≤ 75 % 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich seltene und leichte Betauung zulässig ¹⁾

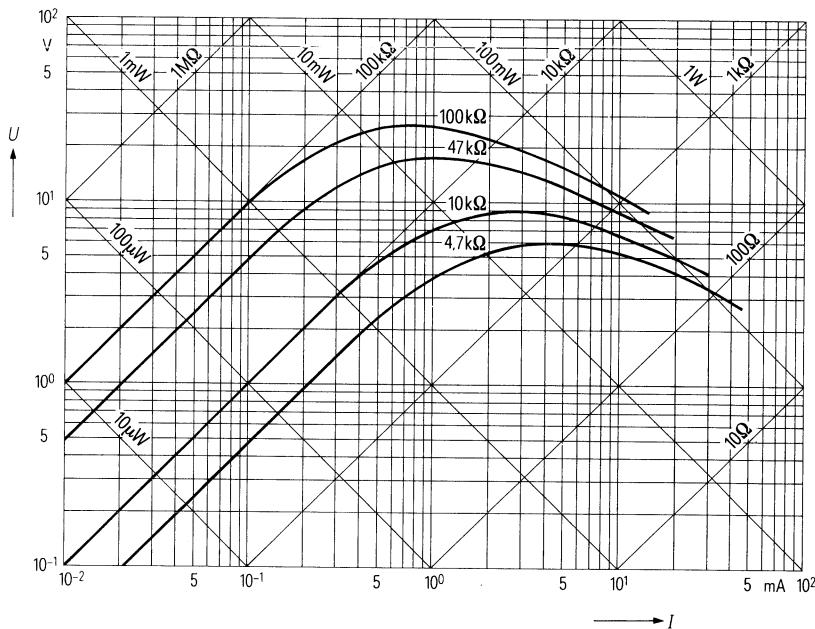
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) –25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) +65 °C

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

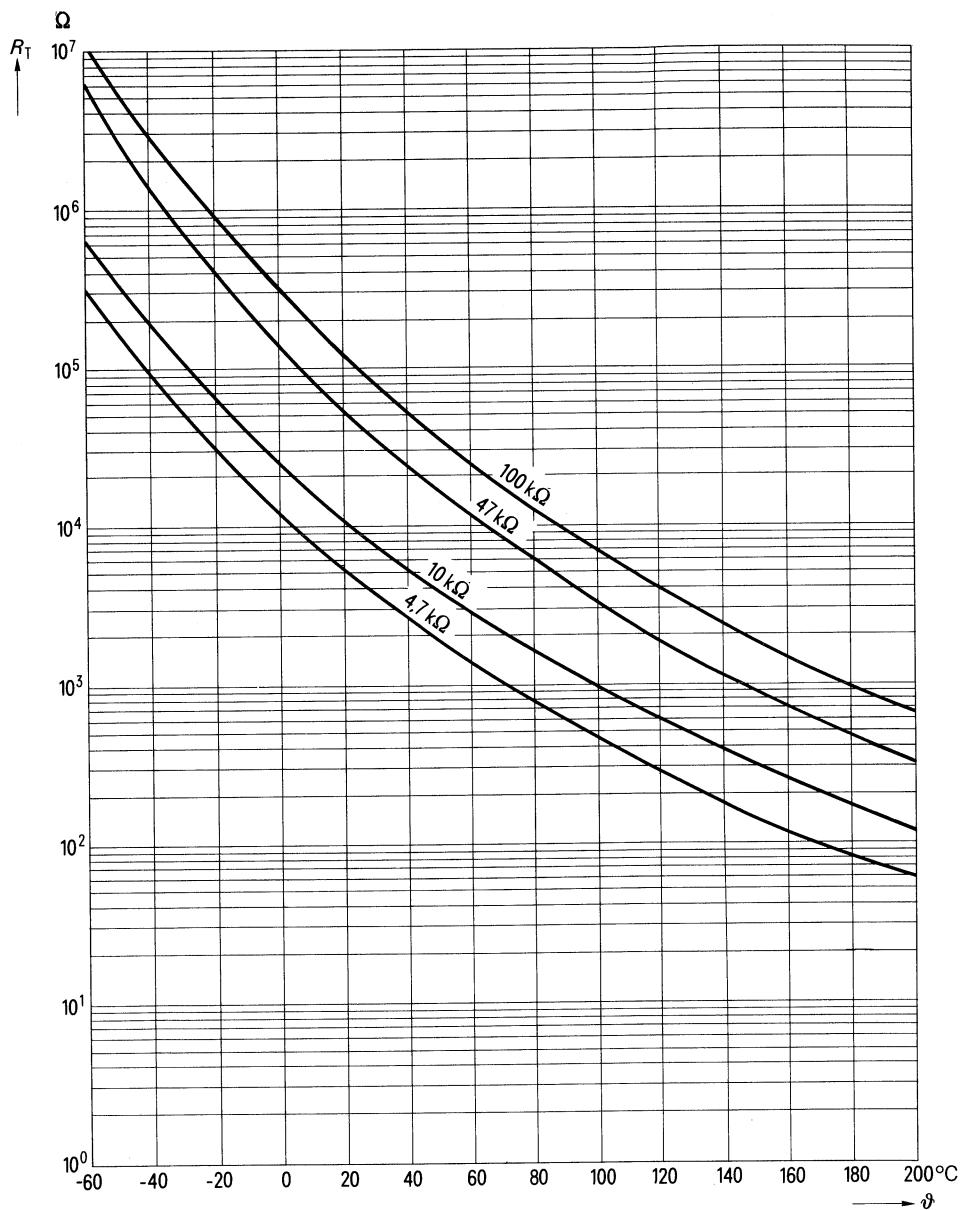
¹⁾ Die Betauung kann an der Austrittsstelle der Anschlußdrähte zu einem vorübergehenden Nebenschluß führen.
S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Kenndaten

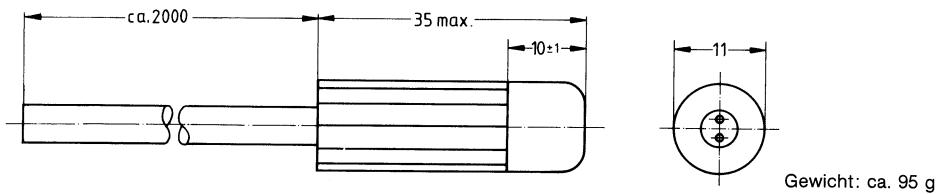
Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	25 °C
Toleranz	ΔR_N	± 10%; ± 20%
B-Wert	$B_{25/100}$	siehe Tabelle
Toleranz	ΔB	± 5%
R/T-Kennlinie		siehe Diagramm
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	120 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	100 mW
Wärmeleitwert (Luft)	G_{thu}	0,7 (> 0,55) mW/K
Wärmeleitwert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

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

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



Anwendung	Fühler zum Einbau in Betonfußböden zur Überwachung der Temperatur bei Fußbodenheizung
Ausführung	Heißleiter in gerändeltem Kunststoffbecher, mit Epoxydharz vergossen, Kunststoffschauchleitung XYLHY 2 × 0,75 mm ² , Aufbau nach DIN 44574; Leitungslänge 2 m
Kennzeichnung	keine

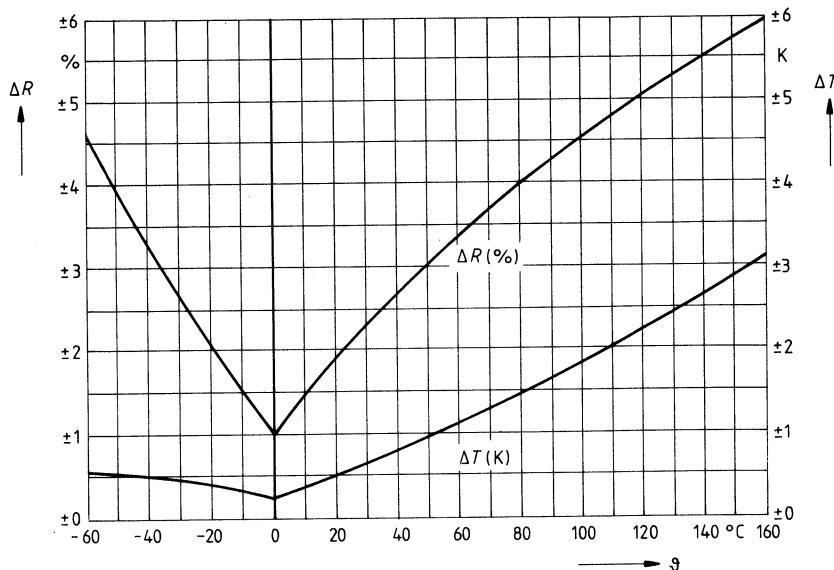


Anwendungsklasse nach DIN 40040	GSE
Untere Grenztemperatur	G -40 °C
Obere Grenztemperatur	S +70 °C
Feuchteklaasse	E Mittlere relative Feuchte ≤ 75% 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich seltene und leichte Betauung zulässig
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	$\vartheta_s \text{ (min)}$ -25 °C
Obere Grenztemperatur	$\vartheta_s \text{ (max)}$ +65 °C

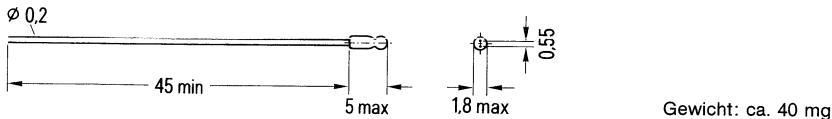
Typ	Nennwiderstand R_{25}	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
M 732/S10/2 kΩ	2 kΩ	3500 K	1016	Q63073-M2202-S10

Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	2 kΩ
Nenntemperatur	ϑ_N	25 °C
Toleranz	ΔT	±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_{thu}	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



Anwendungsklasse nach DIN 40040	FBE
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	B + 350 °C
Feuchteklaasse	E Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %/ 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich seltere und leichte Betauung zulässig ¹⁾

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

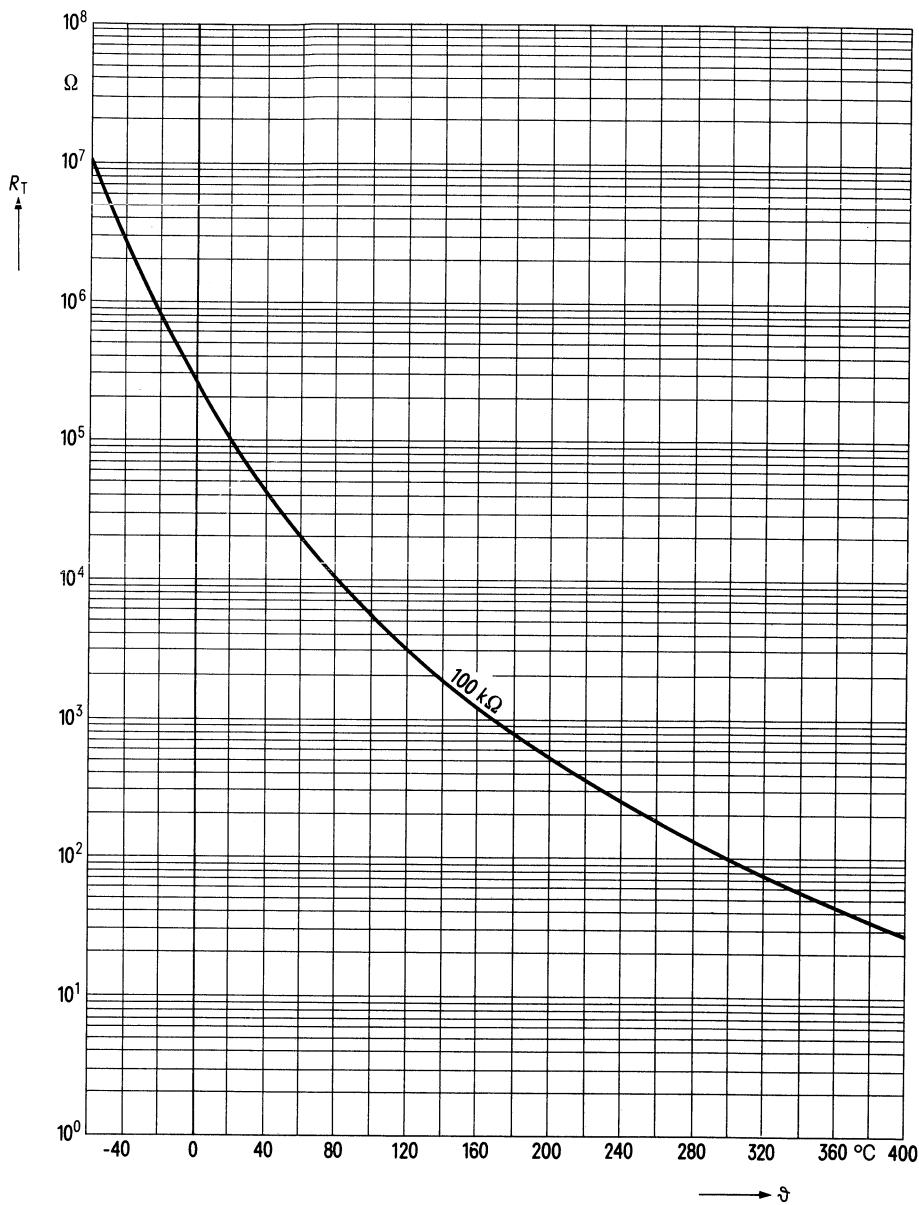
Typ	Nennwiderstand R_{20}	Toleranz	B-Wert	Bestellbezeichnung	
M 812/10 %/100 kΩ	100 kΩ	± 10 %	3950 K	Q63081–M2104–K	S
M 812/20 %/100 kΩ	100 kΩ	± 20 %	3950 K	Q63081–M2104–M	S

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

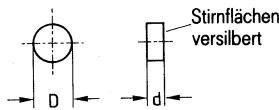
Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	100 kΩ
Nenntemperatur	ϑ_N	20 °C
Toleranz	ΔR_N	± 10 %, ± 20 %
B -Wert	$B_{25/100}$	3950 K
Toleranz	ΔB	± 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 MΩ
Prüfspannung	U_{is}	250 V
Prüfdauer	t_p	1 s

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



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



Gewicht: ca. 0,2 g

Anwendungsklasse	FHF
nach DIN 40040	

Untere Grenztemperatur

F — 55 °C

Obere Grenztemperatur

H +155 °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) — 55 °C

Obere Grenztemperatur

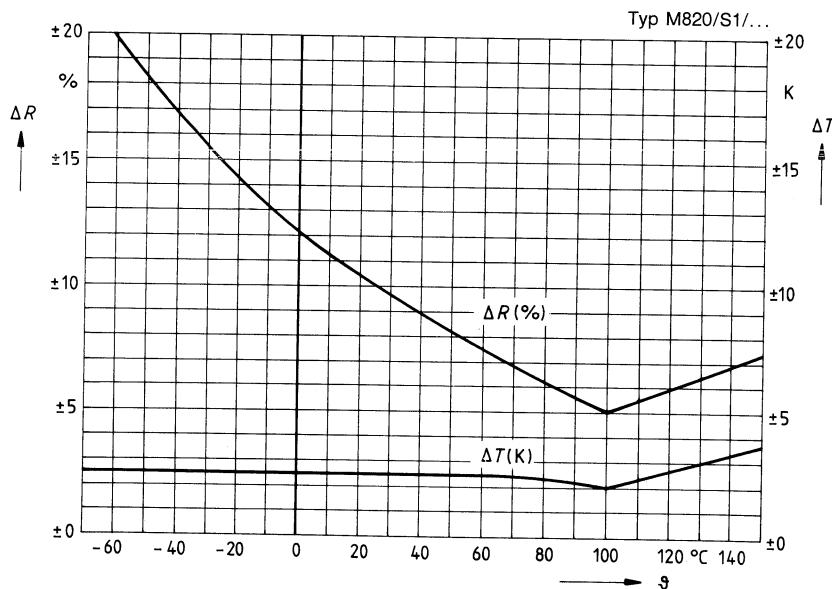
 ϑ_s (max) +155 °C

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±0,3	1,3±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%/ $2,3\text{ k}\Omega$	2,3 $\text{k}\Omega^1$	5,5±0,7	2,2–1,4	4100 K	3901	Q63082-M232-K

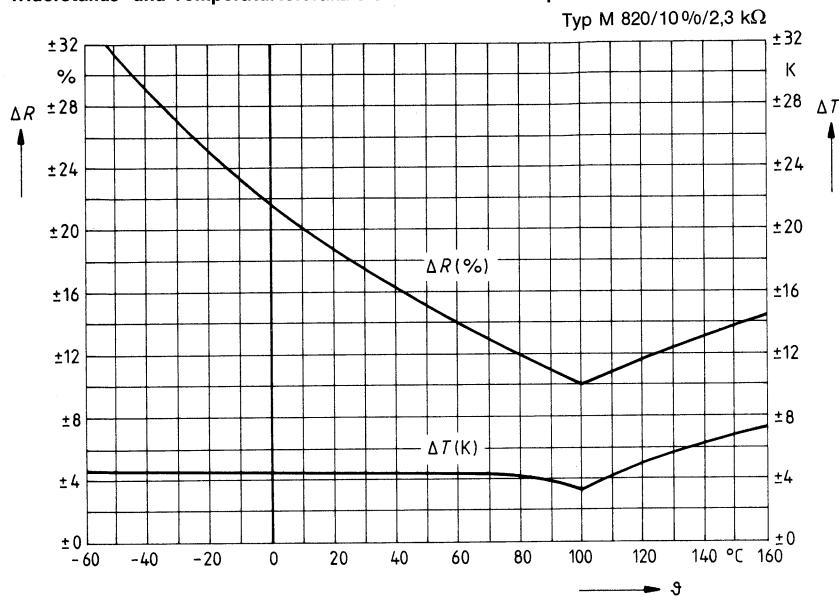
¹⁾ Nennwiderstand R_{20}

Kenndaten

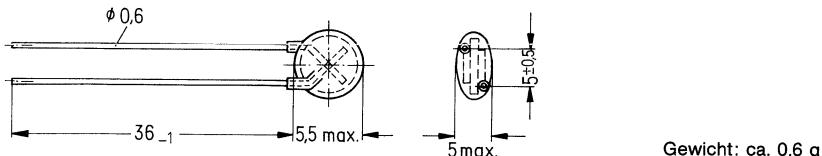
Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	+ 100 °C
Toleranz	ΔR_N	siehe Diagramme
B -Wert	$B_{25/100}$	siehe Tabelle
R/T-Kennlinie	Nr.	siehe Tabelle
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	400 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	300 mW
Wärmeleitwert (Luft)	G_{thu}	3 mW/K
Wärmeleitwert (Chassismontage)	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	Anschußdrähte, Kupfer/verzinnt
Kennzeichnung	Widerstandswert und Toleranz ¹⁾ sind aufgestempelt



Anwendungsklasse	FKF
nach DIN 40040	
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	K +125 °C
Feuchteklassse	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	± 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 %

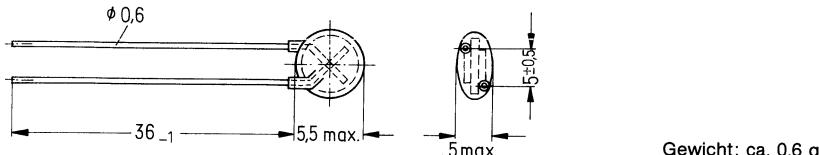
¹⁾ Die Toleranz ± 10 % ist durch einen Strich, die Toleranz ± 5 % durch zwei Striche unter dem Widerstandswert codiert.

²⁾ Engere Werte auf Anfrage.

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

S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

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



Anwendungsklasse nach DIN 40040	FKF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	K + 125 °C
Feuchteklassse	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

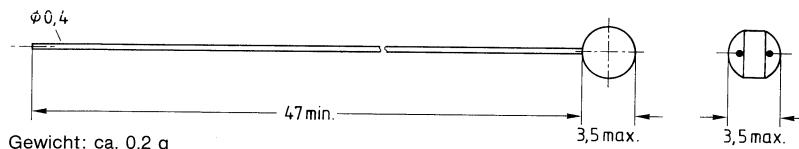
Typ	Nenn-widerstand	Toleranz	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
M 822/S1/330 Ω	330 Ω (R_{100})	± 5 %	3950 K	4001	Q63082-M2331-S1
M 822/S3/330 Ω	330 Ω (R_{100})	± 5 %	3950 K	4001	Q63082-M2331-S3
M 822/3,5 %/2 kΩ	2 kΩ (R_5)	± 3,5 %	3560 K	1307	Q63082-M2202-J1
M 822/3,5 %/47 kΩ	47 kΩ (R_{25})	± 3,5 %	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_{thu}	7,5 (>6)					mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	ca. 20					s
Wärmekapazität	C_{th}	ca. 150					mJ/K
Widerstandsänderung (max. Änderung nach 10000 h)	$\Delta R_{10.}$	≤3					%

¹⁾ Sonderselektion aus dem Typ M 822/S1/330Ω: $R_{60} = 1,194$ bis 1,256 kΩ²⁾ $R_{25} = 4,7$ kΩ ± 10%

Anwendung	Temperaturmessung und -regelung, z. B. Klimaanlagen, Heizungen. Der Heißleiter entspricht in seiner Kennlinie DIN 44 574, Teil 5.
Ausführung	Heißleiterscheibe, unlackiert
Anschlüsse	Anschlußdrähte, verzinkt
Kennzeichnung	keine
Qualitätsmerkmal	Hohe Stabilität durch spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren



Anwendungsklasse
nach DIN 40 040

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

Lagertemperaturen

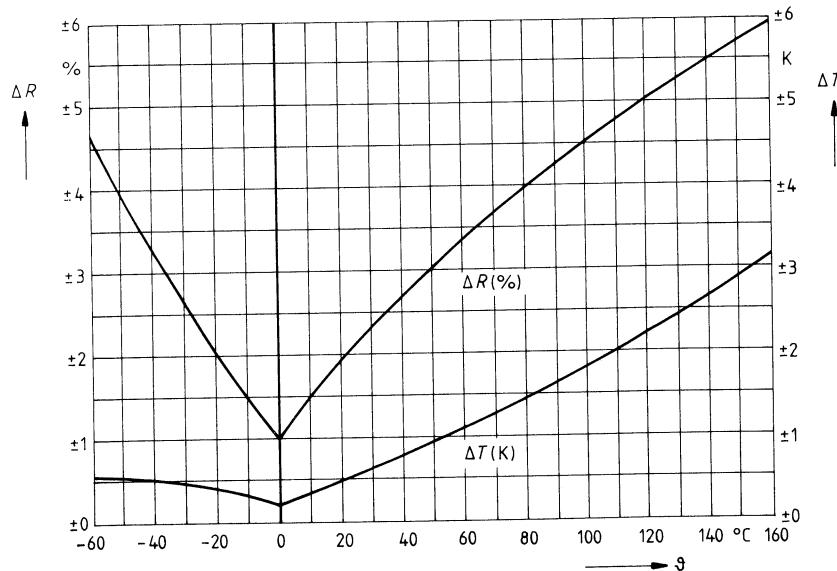
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) + 65 °C

Typ	Nennwiderstand R_{25}	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
M 822/S 3/2 kΩ	2 kΩ	3500 K	1016	Q63082-M2202-S3

Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	2 kΩ
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 für <0,5 K Erwärmung	$P_{\text{meß}}$	3 mW
Widerstandsänderung (max. Änderung nach 10000 h)	$\Delta R_{10.}$	$\leq 5\%$ bei ϑ_{max} $\leq 1\%$ bei <50 °C

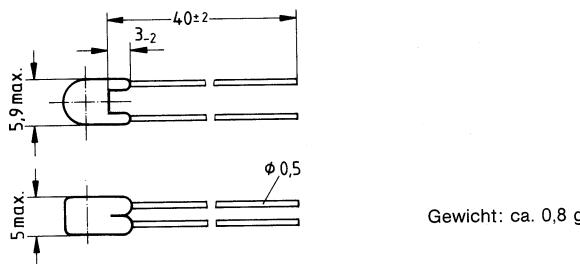
Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur



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, verzinnt, schlecht wärmeleitend
Qualitätsmerkmal	Hohe Stabilität und Genauigkeit durch spezielle Fertigungs- und Alterungsverfahren

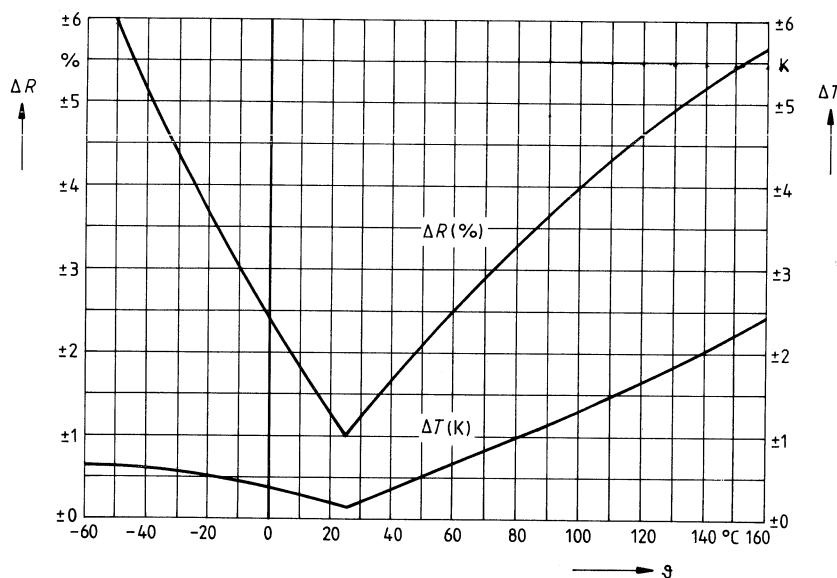


Anwendungsklasse nach DIN 40 040	FHF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	H + 150 °C
Feuchteklaasse	F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 % 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich keine Betauung zulässig
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) – 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_{thu}	5 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	24 s
Wärmekapazität	C_{th}	120 mJ/K

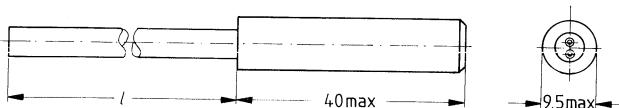
Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

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

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, Heißleiter elektrisch isoliert
Anschlüsse PVC-Anschlußkabel H03VV-F2 × 075 weiß DIN 57281
Kennzeichnung Kabelmarkierer gemäß Kenndaten



Gewicht: ca. 120 g

Anwendungsklasse nach DIN 40040	JSD
Untere Grenztemperatur	J – 10 °C
Obere Grenztemperatur	S + 70 °C
Feuchteklaasse	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%/$1\text{ k}\Omega/2,1$	1,0 kΩ	± 10 %	3730 K	1011	Q63483-M1001-K40
M 831/10%/$1,5\text{ k}\Omega/2,1$	1,5 kΩ	± 10 %	3900 K	1013	Q63483-M1001-K45
M 831/S1/$2\text{ k}\Omega/0,5$	2,0 kΩ ¹⁾	± 3,5 %	3560 K	1307	Q63383-M1002-S14
M 831/10%/$3,3\text{ k}\Omega/2,1$	3,3 kΩ	± 10 %	3950 K	4001	Q63483-M1003-K43 S
M 831/10%/$6,8\text{ k}\Omega/2,1$	6,8 kΩ	± 10 %	4100 K	2004	Q63483-M1006-K48 S
M 831/S1/$9,4\text{ k}\Omega/2,1$	9,4 kΩ ²⁾	± 10 %	3560 K	1307	Q63483-M1009-S144
M 831/10%/$10\text{ k}\Omega/2,1$	10,0 kΩ	± 10 %	4100 K	2004	Q63483-M1010-K40 S
M 831/10%/$22\text{ k}\Omega/2,1$	22,0 kΩ	± 10 %	4250 K	4002	Q63483-M1022-K40

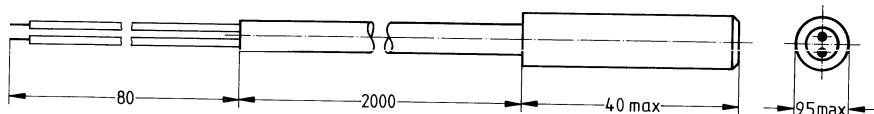
S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

¹⁾ R_5

²⁾ R_{-30}

Kenndaten

Typ	M 831	10%/ 1 kΩ 2,1	10%/ 1,5 kΩ 2,1	S 1 2 kΩ 0,5	10%/ 3,3 kΩ 2,1	10%/ 6,8 kΩ 2,1	S 1 9,4 kΩ 2,1	10%/ 10 kΩ 2,1	10%/ 22 kΩ 2,1	Einheit
Nennwiderstand	R_N	1	1,5	2	3,3	6,8	9,4	10	22	kΩ
Nenntemperatur	ϑ_N	25	25	5	25	-30	25	25	25	°C
Toleranz	ΔR_N	±10	±10	±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 °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	MΩ
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 JSD
nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur

J – 10 °C

Obere Grenztemperatur

S + 70 °C

Feuchteklaasse

D Mittlere relative Feuchte ≤ 80 %

100 % an 30 Tagen im Jahr andauernd

90 % an den übrigen Tagen gelegentlich

Betaubung ist zulässig

Lagertemperaturen

Untere Grenztemperatur

 $\vartheta_s \text{ (min)}$ – 10 °C

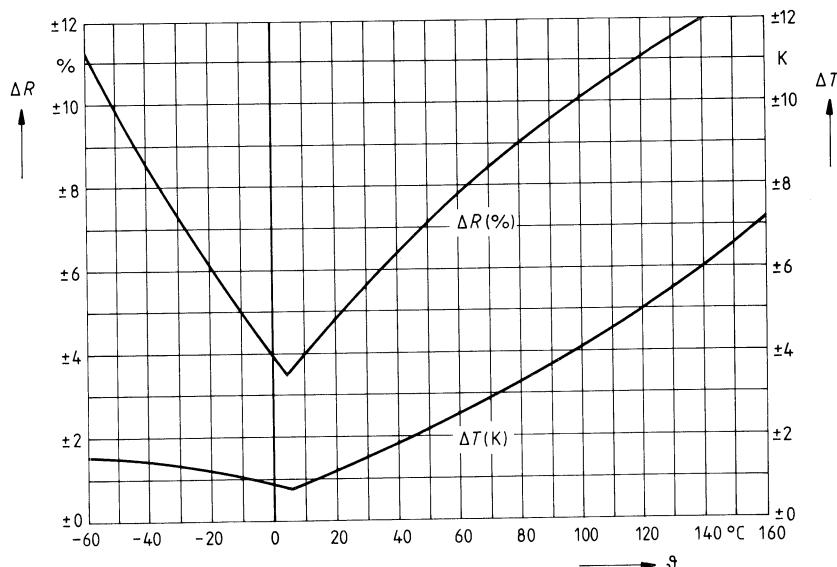
Obere Grenztemperatur

 $\vartheta_s \text{ (max)}$ + 70 °C

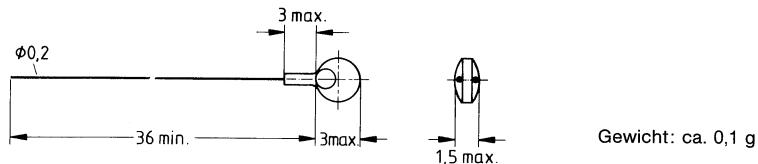
Typ	Nenn-widerstand R_5	Toleranz	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
M 831/3,5%/2 kΩ	2 kΩ	± 3,5%	3560 K	1307	Q63083-M1202-S221

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}	$\geq 10^3$ 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 °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	G – 40 °C
Obere Grenztemperatur	M +100 °C
Feuchteklaasse	F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %/o 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	Bestellbezeichnung
M 841/S1/3 kΩ	3 kΩ	± 0,4 %	3980 K	Q63084–M1302–S1 S
M 841/S1/5 kΩ	5 kΩ	± 0,4 %	3980 K	Q63084–M1502–S1 S

S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

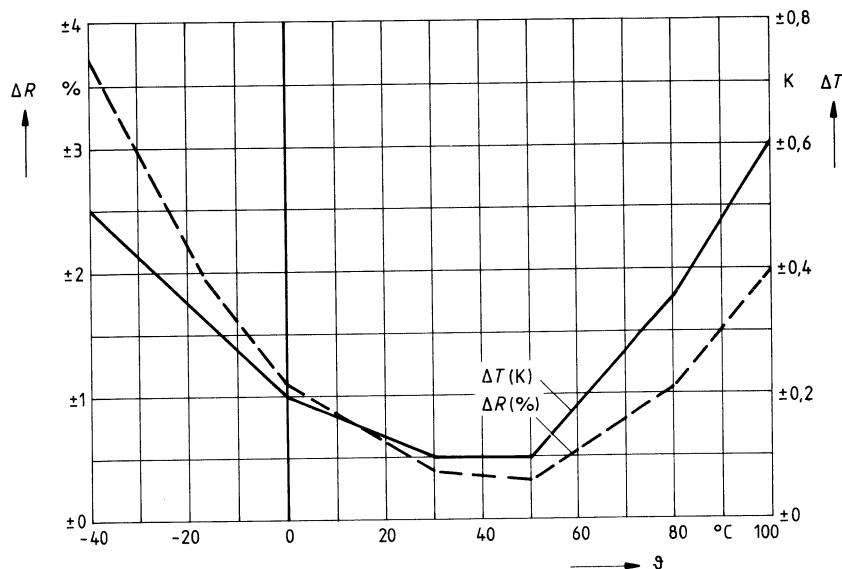
Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	25 °C
Toleranz	ΔR_{40}	± 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_{thu}	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 $\Delta R_{10000} < 1\%$.

Wird der Bereich, in dem die Halbleiter betrieben werden, auf 0 bis +60 °C eingeengt, so sind in 10000 Betriebsstunden keine größeren Widerstandsänderungen als ± 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

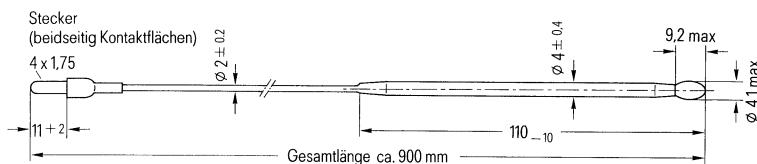
Temperatur $^{\circ}\text{C}$	0	1	2	3	4	5	Temperatur $^{\circ}\text{C}$
-40	101490,00	94945,00	88863,00	83213,00	77961,00	73077,00	-35
-35	73077,00	68532,00	64300,00	60358,01	56685,00	53259,00	-30
-30	53259,00	50047,00	47050,00	44253,00	41640,00	39200,00	-25
-25	39200,00	36918,00	34784,00	32788,00	30919,00	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 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 ≤ 95 % 100 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 100 % an den übrigen Tagen gelegentlich Betaubung 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	$P_{meß}$	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
Isulationswiderstand	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

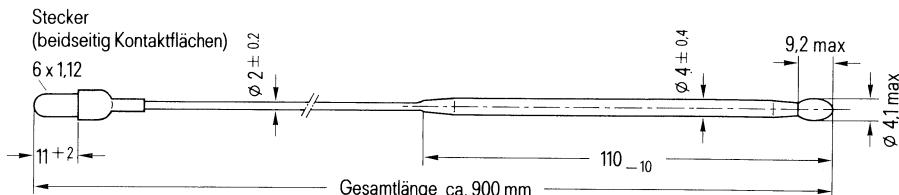
Grundwertereihe

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
Eichung	Die Heißleiter sind vom Bayerischen Landesamt für Maß und Gewicht geeicht (siehe auch Pkt. 4.3)



Gewicht: ca. 4,8 g

Anwendungsklasse
nach DIN 40 040

HQC

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekategorie

H -25 °C
Q +80 °C
C Mittlere relative Feuchte ≤ 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	$B_{25/100}$	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	$P_{meß}$	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 

 Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

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

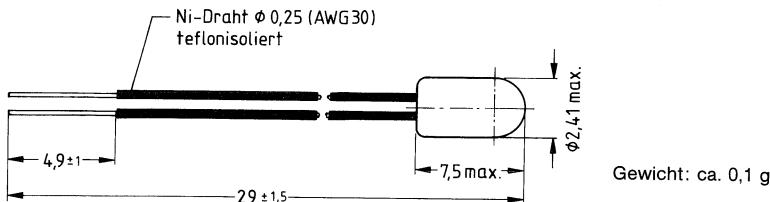
0,8 °C

0,9 °C

1,0 °C

Temperatur

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



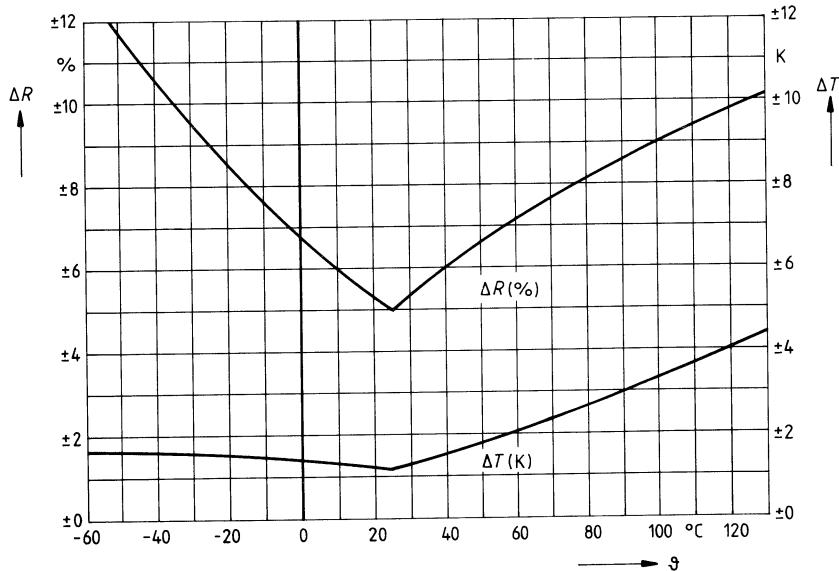
Anwendungsklasse	GKC
nach DIN 40 040	
Untere Grenztemperatur	G $- 40^{\circ}\text{C}$
Obere Grenztemperatur	K $+ 125^{\circ}\text{C}$
Feuchteklaasse	C Mittlere relative Feuchte $\leq 95\%$ Höchstwert 100%, einschl. Betauung
Lagertemperaturen	
Untere Grenztemperatur	$\vartheta_s \text{ (min)} - 25^{\circ}\text{C}$
Obere Grenztemperatur	$\vartheta_s \text{ (max)} + 65^{\circ}\text{C}$

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

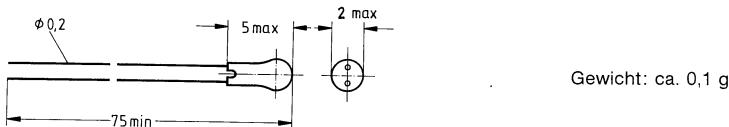
S Schwerpunkttyp (siehe Seite 4)

Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	30 k Ω
Nenntemperatur	ϑ_N	25 °C
Toleranz	ΔR_N	± 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_{thu}	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



Anwendungsklasse nach DIN 40040	GMF
Untere Grenztemperatur	G – 40 °C
Obere Grenztemperatur	M + 100 °C ¹)
Feuchteklaasse	F Mittlere relative Feuchte ≤ 75 %/ 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich keine 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 867/1 %/10 kΩ	10 kΩ	3920 K	2001	Q63086-M7103-F S
M 867/S1/60 kΩ	60 kΩ	4224 K	2905	Q63086-M7603-S1 S

¹) Die obere Grenztemperatur kann bis 125 °C während 100 Stunden überschritten werden.
S 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_{thu}	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 kΩ 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%/ $10\text{ k}\Omega$

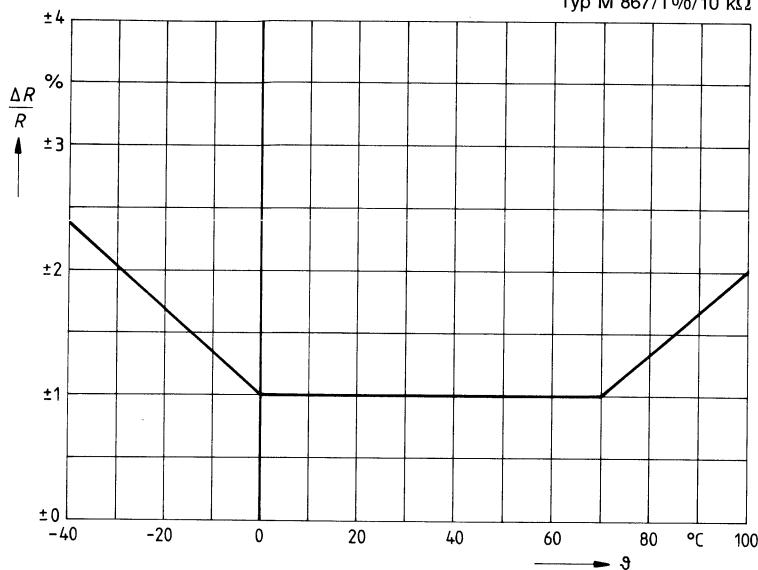
Temperatur $^{\circ}\text{C}$	0	1	2	3	4	5	Temperatur $^{\circ}\text{C}$
-40	318330,00	298510,00	280030,00	262800,00	246730,00	231730,00	-35
-35	231730,00	217720,00	204640,00	192410,00	180990,00	170300,00	-30
-30	170300,00	160260,00	150870,00	142090,00	133890,00	126210,00	-25
-25	126210,00	119020,00	112280,00	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)

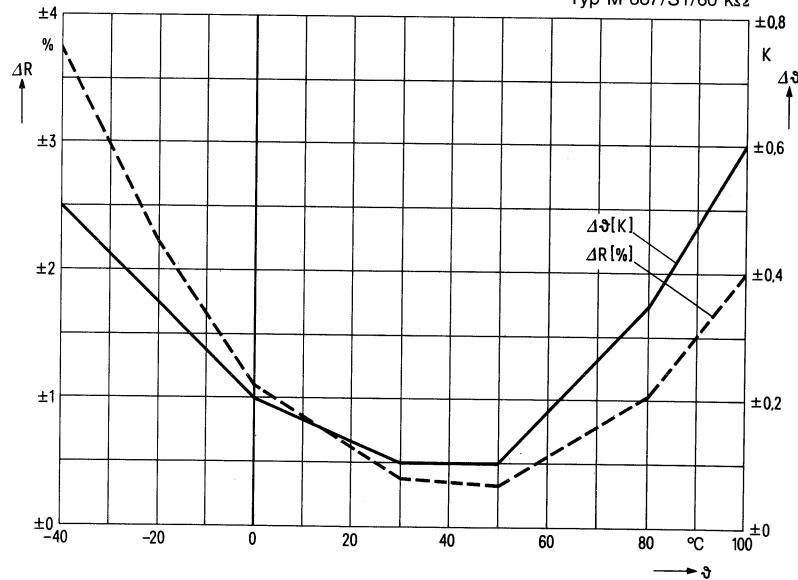
Typ M 867/S1/60 k Ω

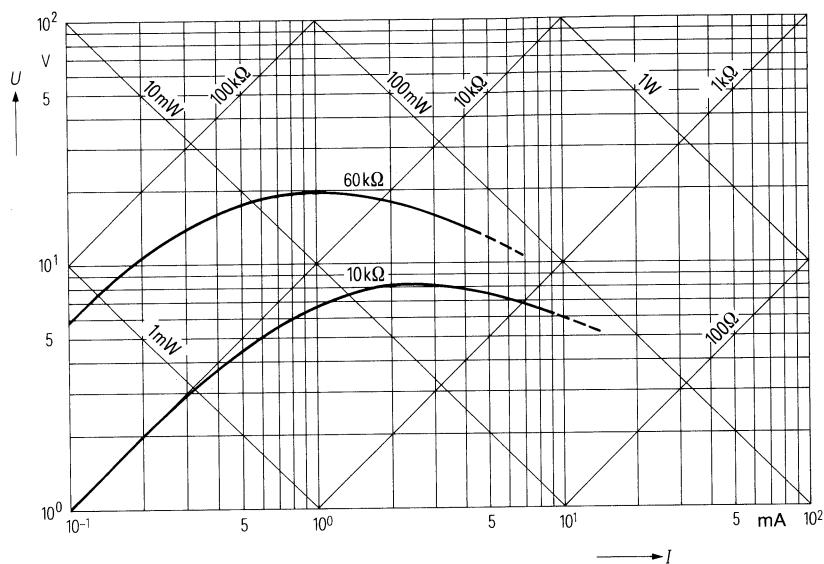
Temperatur °C	0	1	2	3	4	5	Temperatur °C
-40	2520100,00	2347800,00	2188300,00	2040800,00	1904100,00	1777500,00	-35
-35	1777500,00	1660100,00	1551200,00	1450200,00	1356400,00	1269200,00	-30
-30	1269200,00	1188200,00	1112900,00	1042900,00	977640,10	916920,00	-25
-25	916920,00	860340,00	807610,00	758440,00	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

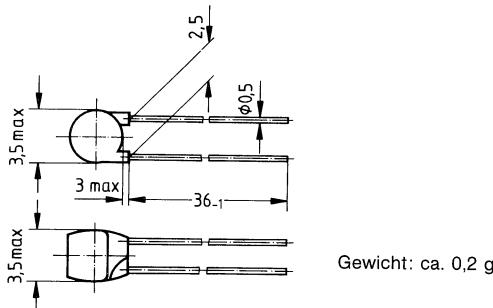
Typ M 867/1%/ $10\text{ k}\Omega$ 

Widerstands- und Temperturtoleranz als Funktion der Temperatur

Typ M 867/S1/60 $\text{k}\Omega$ 

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



Anwendungsklasse	FKF
nach DIN 40 040	
Untere Grenztemperatur	F = 55 °C
Obere Grenztemperatur	K +125 °C
Feuchteklassse	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

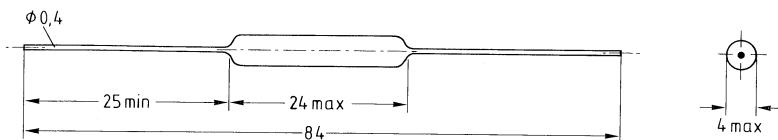
Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	25 °C
Toleranz	ΔR_N	± 10 %
B-Wert	$B_{25/100}$	siehe Tabelle
Toleranz	ΔB	± 5 %
R/T-Kennlinie	Nr.	siehe Tabelle
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	350 mW
Belastbarkeit bei 60 °C	P_{60}	220 mW
Wärmeleitwert (Luft)	G_{thu}	ca. 3,5 mW/K
Abkühlzeitkonstante	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%/ $1\text{ k}\Omega$	1 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	3560 K	1008	Q63089-M1102-K S
M 891/10%/ $1,5\text{ k}\Omega$	1,5 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	3560 K	1008	Q63089-M1152-K S
M 891/10%/ $2,2\text{ k}\Omega$	2,2 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	3900 K	1013	Q63089-M1222-K S
M 891/10%/ $3,3\text{ k}\Omega$	3,3 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	3980 K	2003	Q63089-M1332-K S
M 891/10%/ $4,7\text{ k}\Omega$	4,7 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	3980 K	2003	Q63089-M1472-K S
M 891/10%/ $6,8\text{ k}\Omega$	6,8 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	3980 K	2003	Q63089-M1682-K S
M 891/10%/ $10\text{ k}\Omega$	10 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	3950 K	4901	Q63089-M1103-K S
M 891/10%/ $15\text{ k}\Omega$	15 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	4100 K	2004	Q63089-M1153-K S
M 891/10%/ $22\text{ k}\Omega$	22 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	4300 K	2904	Q63089-M1223-K S
M 891/10%/ $33\text{ k}\Omega$	33 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	4300 K	2904	Q63089-M1333-K S
M 891/10%/ $47\text{ k}\Omega$	47 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	4250 K	4002	Q63089-M1473-K S
M 891/10%/ $68\text{ k}\Omega$	68 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	4250 K	4002	Q63089-M1683-K S
M 891/10%/ $100\text{ k}\Omega$	100 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	4450 K	4003	Q63089-M1104-K S
M 891/10%/ $150\text{ k}\Omega$	150 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	4600 K	2005	Q63089-M1154-K S
M 891/10%/ $220\text{ k}\Omega$	220 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	4600 K	2005	Q63089-M1224-K S
M 891/10%/ $330\text{ k}\Omega$	330 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	5000 K	2006	Q63089-M1334-K S
M 891/10%/ $470\text{ k}\Omega$	470 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	5000 K	2006	Q63089-M1474-K S
M 891/10%/ $680\text{ k}\Omega$	680 $\text{k}\Omega$	$\pm 10\%$	5000 K	2006	Q63089-M1684-K S
M 891/10%/ $1\text{ M}\Omega$	1 $\text{M}\Omega$	$\pm 10\%$	5000 K	2006	Q63089-M1105-K S

S Schwerpunkttypen (siehe Seite 4)

Anwendung	Spannungs- und Amplitudenstabilisierung, z.B. von Verstärkerschaltungen
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 **FKE**

nach DIN 40040

Untere Grenztemperatur

F = 55 °C

Obere Grenztemperatur

K = +125 °C

Feuchtekategorie

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 $I_{meß}$	Toleranz ΔU_N	Bestellbezeichnung
R 51-4/1/20/10%	10 kΩ ¹⁾	3350 K	4 V	± 10 %	Q63051-R6
R 51-8/0,5/10/10%	40 kΩ ²⁾	3350 K	8 V	± 10 %	Q63051-R2

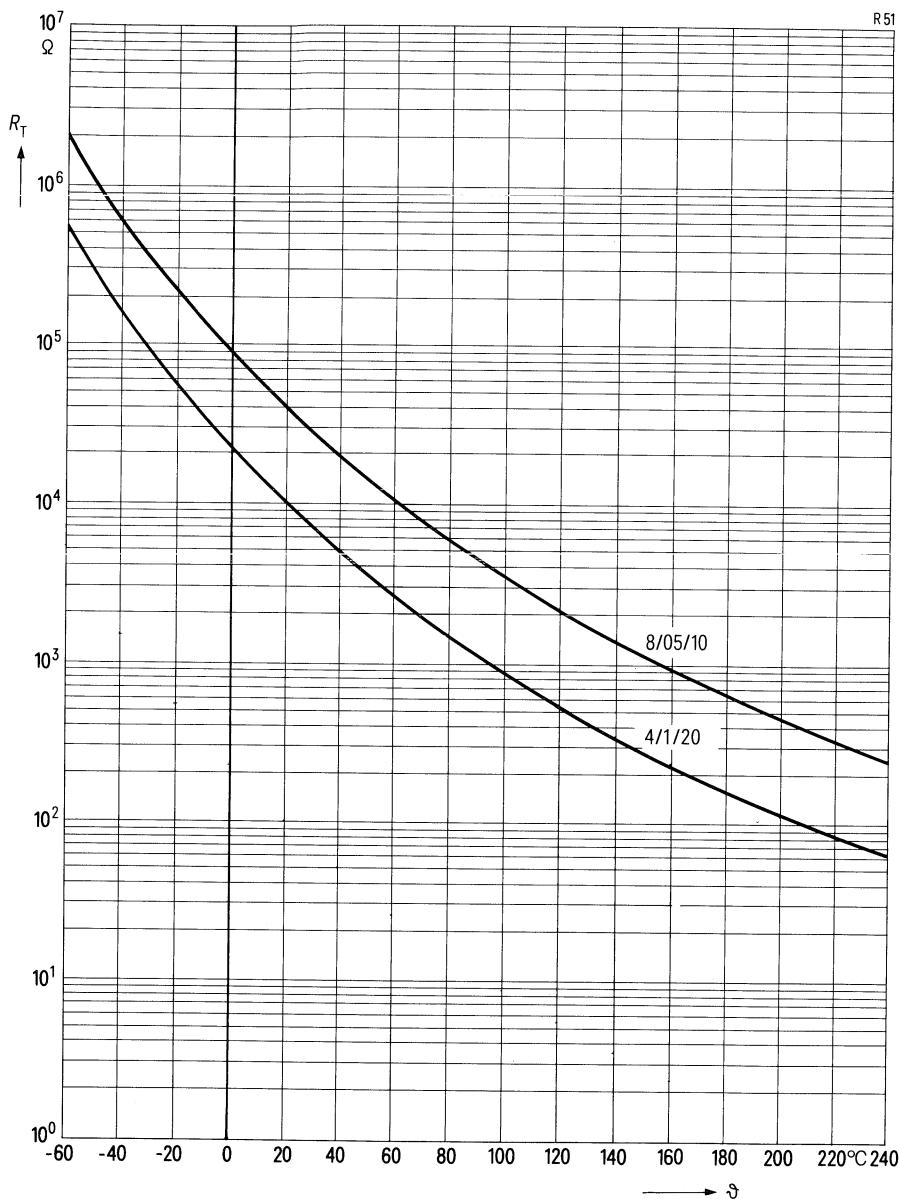
¹⁾) Nennwiderstand R_{20}

²⁾) Nennwiderstand R_{30}

Kenndaten

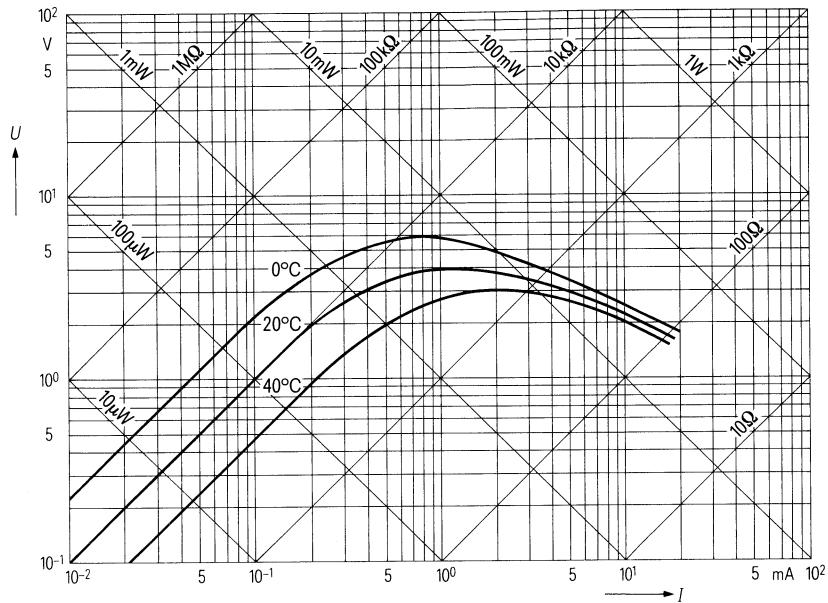
Typ	R 51-	4/1/20/10 %	8/0,5/10/10 %	Einheit
Nennwiderstand	R_N	10	40	kΩ
Nenntemperatur	ϑ_N	20	30	°C
Toleranz	ΔR_N	7,5 bis 11,5	28 bis 47	kΩ
B-Wert	B	3350	3350	K
Belastbarkeit bei 25 °C	P_{25}	40	40	mW
Wärmeleitwert in Luft	G_{thu}	0,2	0,2	mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	ca. 0,6	ca. 0,6	s
Nennstrom	I_N	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	$I_{\text{meß}}$	1,5	0,6	mA
HL-Spannung bei $I_{\text{meß}}$	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	%

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

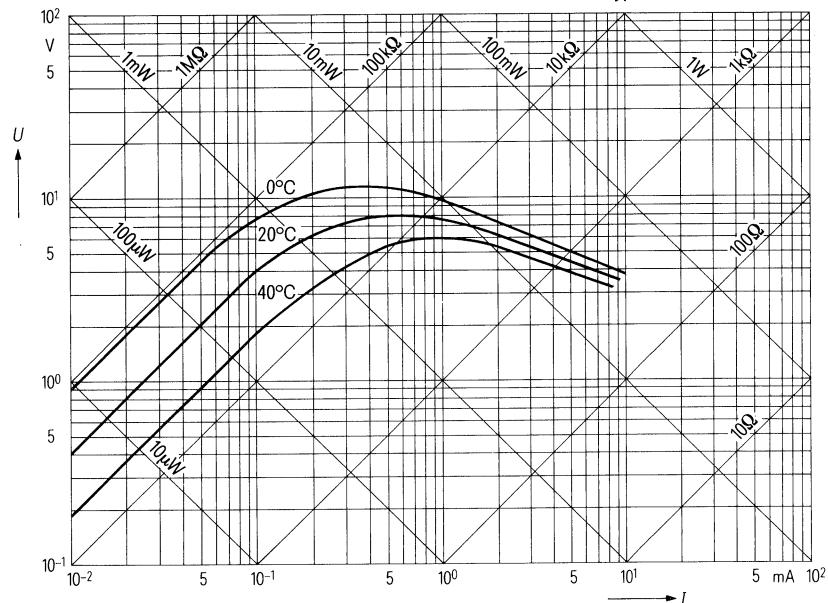


Spannungs-Strom-Kennlinien $U = f(I)$

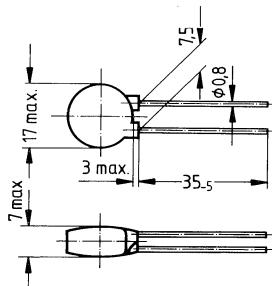
Typ R 51-4/1/20/10%



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



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



Gewicht: ca. 2,0 g

Anwendungsklasse HGF
nach DIN 40040

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

Lagertemperaturen

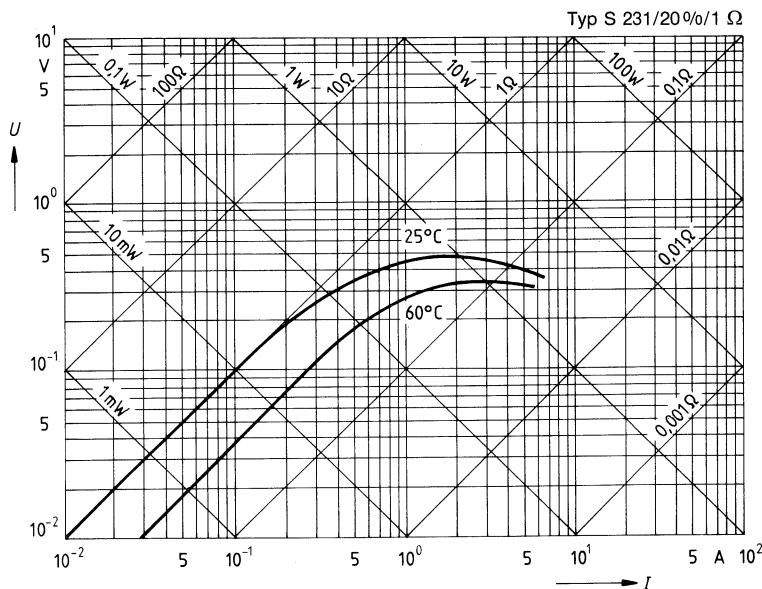
Untere Grenztemperatur ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur ϑ_s (max) + 65 °C

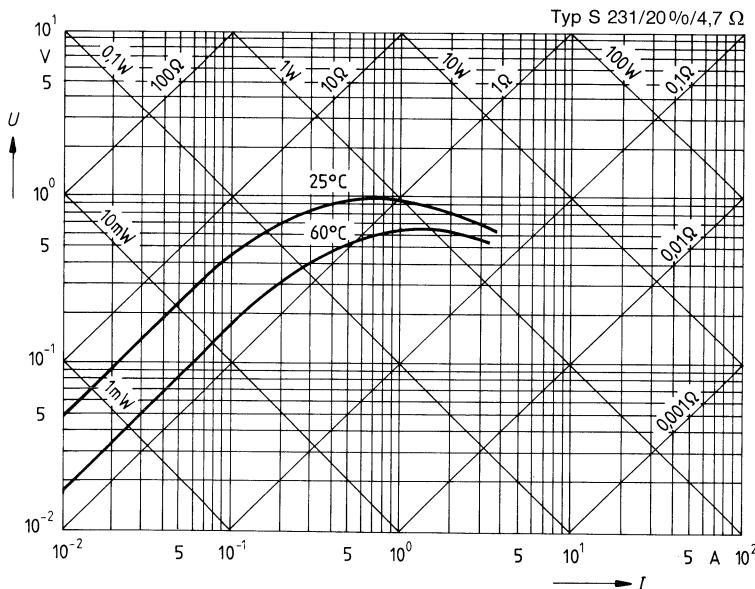
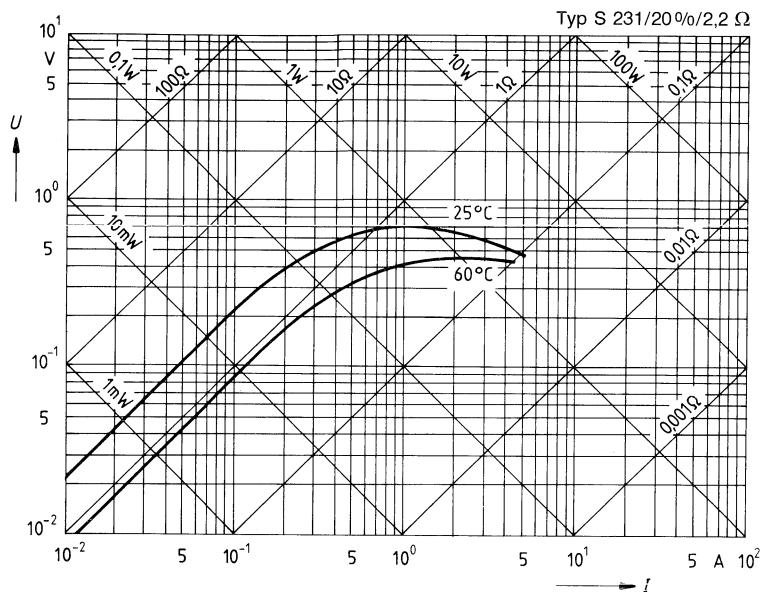
Typ	Nenn-widerstand R_{25}	Toleranz	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
S 231/20 %/1 Ω	1,0 Ω	± 20 %	2600 K	1201	Q63023-S1109-M
S 231/20 %/2,2 Ω	2,2 Ω	± 20 %	2800 K	1202	Q63023-S1229-M
S 231/20 %/4,7 Ω	4,7 Ω	± 20 %	2900 K	1203	Q63023-S1479-M S
S 231/20 %/10 Ω	10,0 Ω	± 20 %	3000 K	1302	Q63023-S1100-M
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

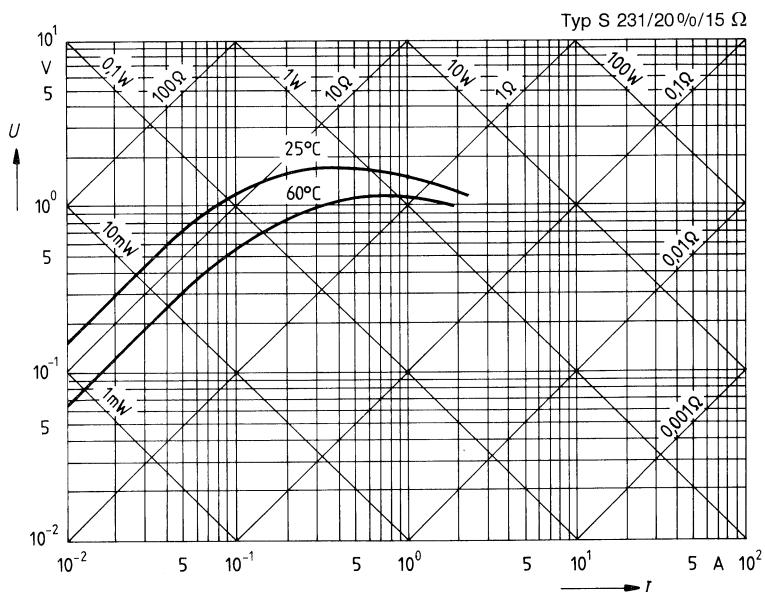
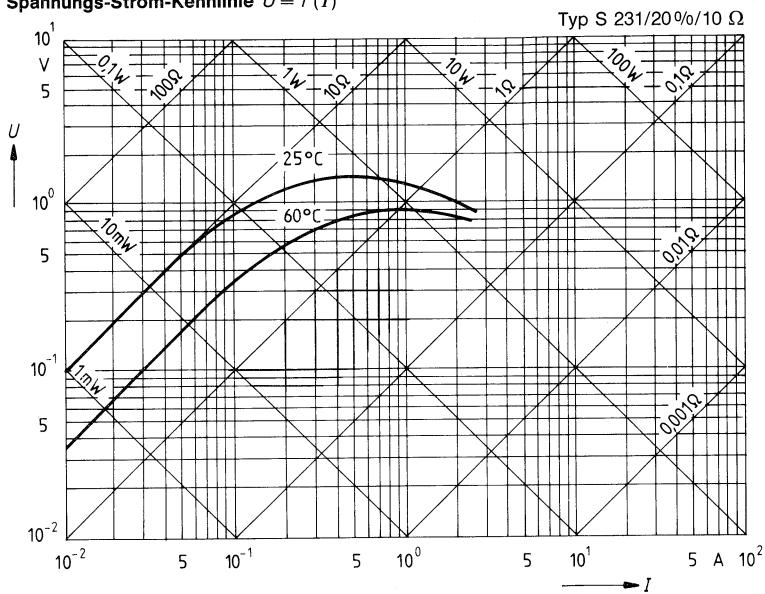
S Schwerpunkttypen ab April 1986 (siehe Seite 4)

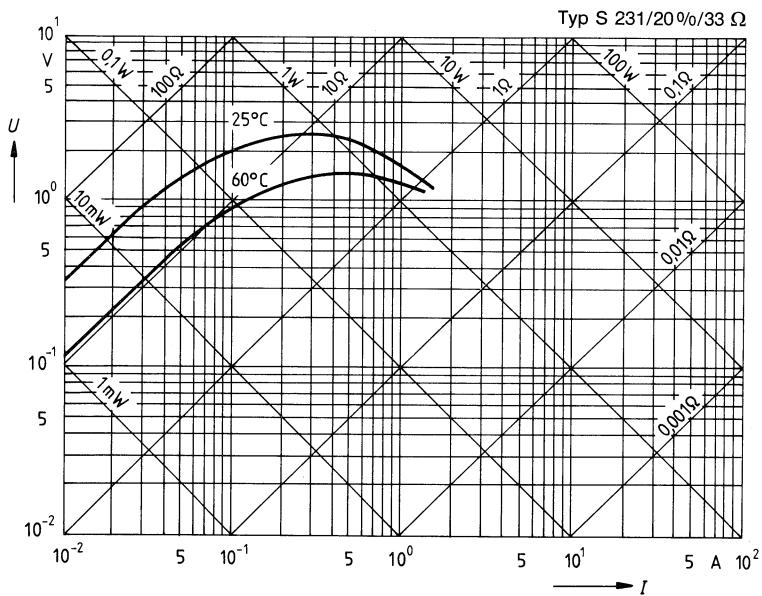
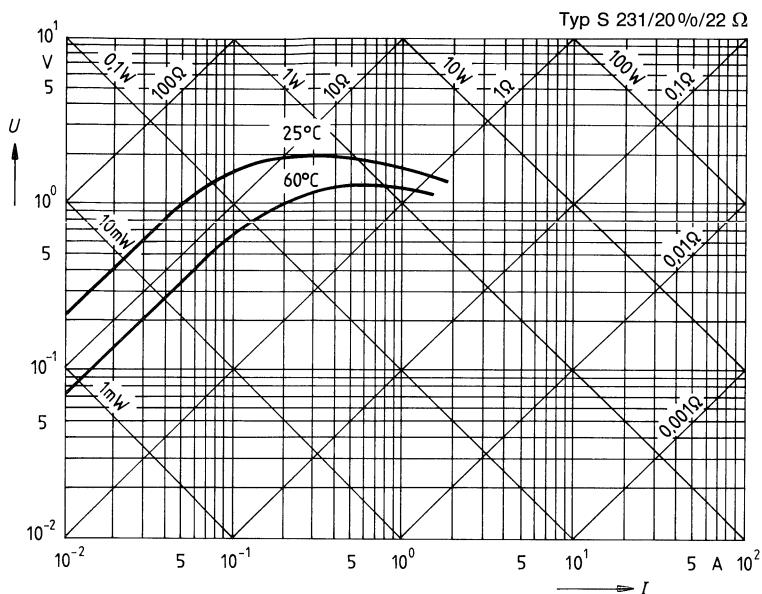
Kenndaten

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_{thu}	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

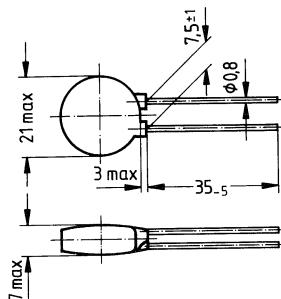
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$ 

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 Kommunikations-technik, Unterhaltungs- und Industrieelektronik
Ausführung	Heißleiterscheibe, umhüllt
Anschlüsse	Anschußdrähte aus Kupfer/verzinnt, Rastermaß 7,5 mm
Kennzeichnung	Der Widerstandswert ist aufgestempelt



Gewicht: ca. 4,0 g

Anwendungsklasse HGF

nach DIN 40 040

Untere Grenztemperatur

H – 25 °C

Obere Grenztemperatur

G +170 °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

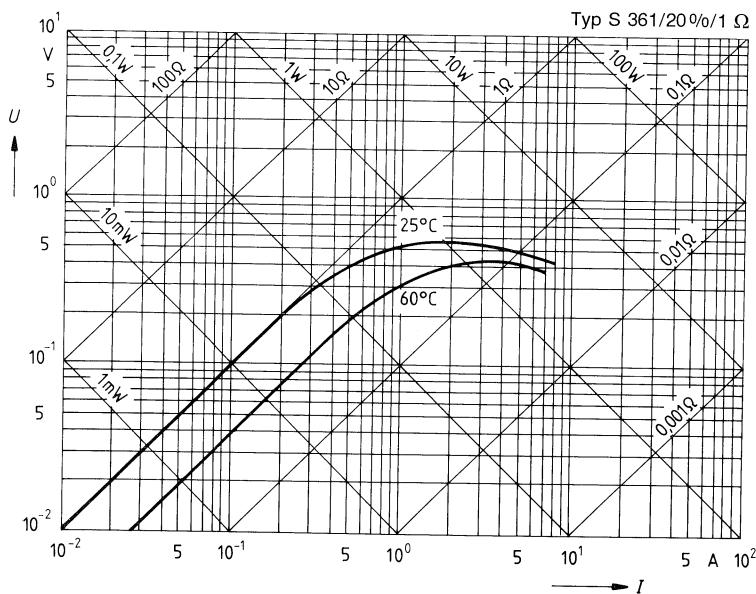
ϑ_s (max) + 65 °C

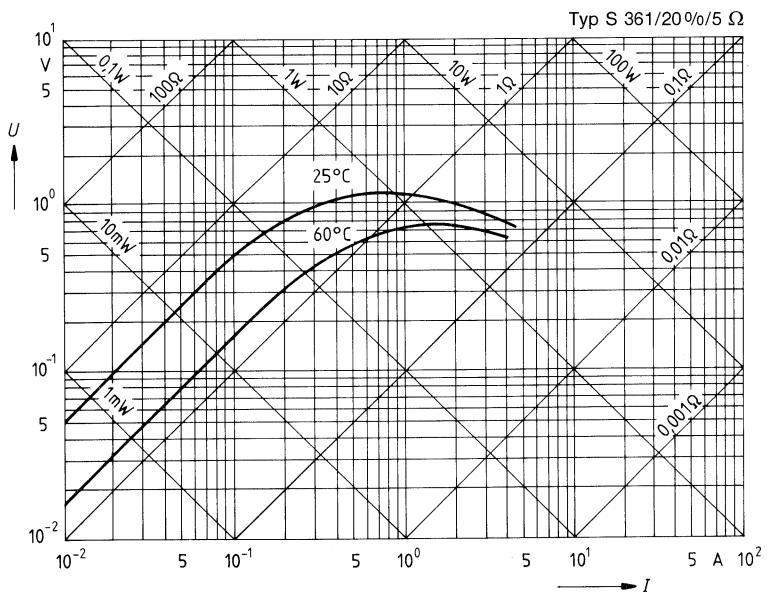
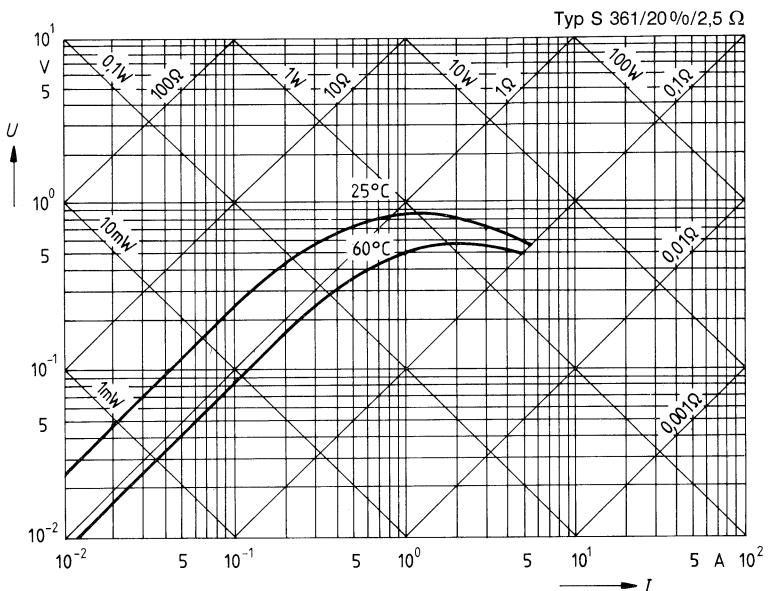
Typ	Nenn-widerstand R_{25}	Toleranz	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
S 361/20%/1Ω	1,0 Ω	± 20 %	2600 K	1201	Q63036-S1109-M S
S 361/20%/$2,5\Omega$	2,5 Ω	± 20 %	2900 K	1203	Q63036-S1259-M S
S 361/20%/5Ω	5,0 Ω	± 20 %	3050 K	1303	Q63036-S1509-M S
S 361/20%/10Ω	10,0 Ω	± 20 %	3300 K	1304	Q63036-S1100-M S

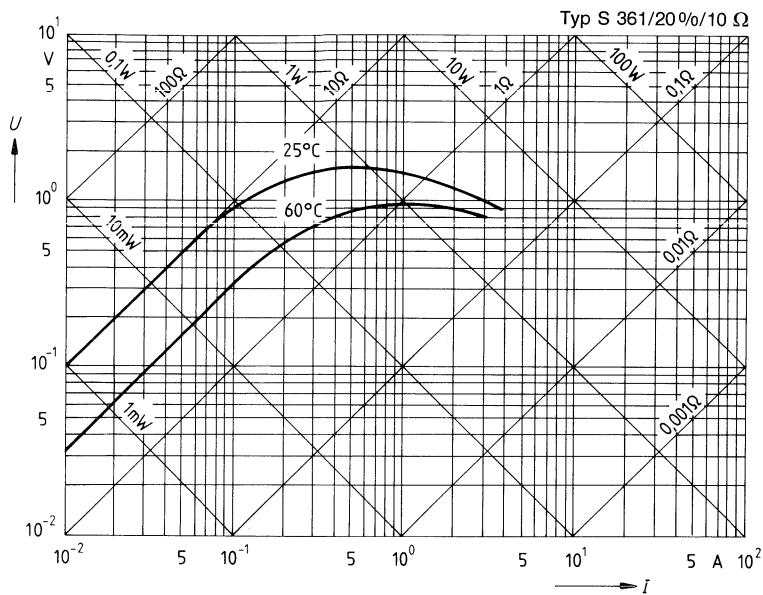
S Schwerpunkttypen ab April 1986 (siehe Seite 4)

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_{thu}	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 $U = f(I)$ 

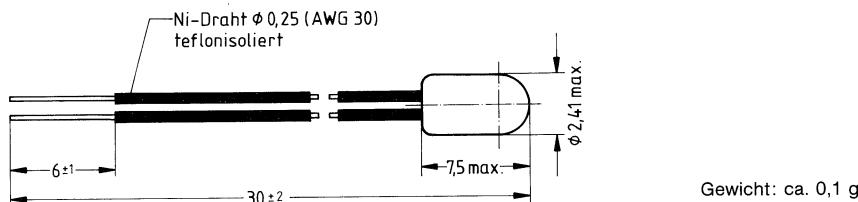
Spannungs-Strom-Kennlinie $U = f(I)$ 

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

Anwendung Heißleiter in Miniaturausführung für genaue Temperaturmessung

Ausführung Heißleiterscheibe, umhüllt

Anschlüsse Anschlußdrähte aus Ni AWG 30/PTFE, isoliert



Anwendungsklasse
nach DIN 40040

FKF

Untere Grenztemperatur
Obere Grenztemperatur
Feuchtekasse

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

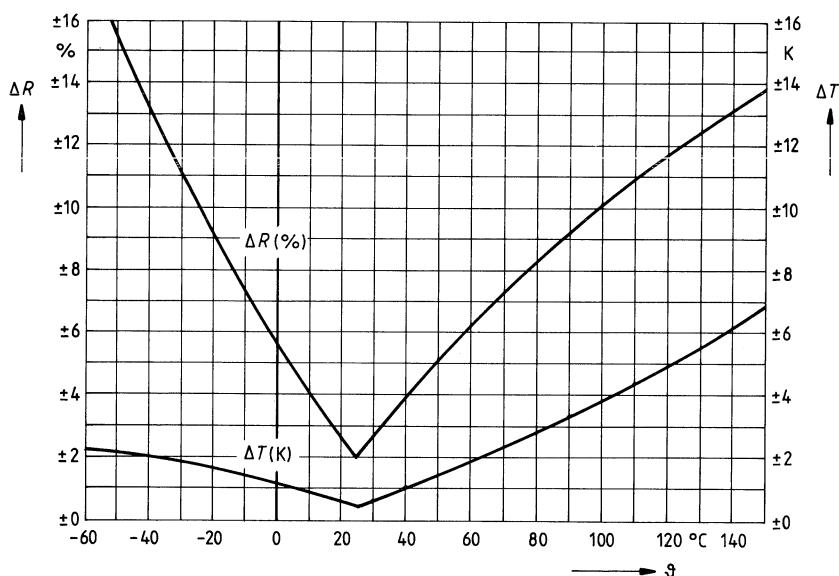
ϑ_s (max) + 65 °C

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

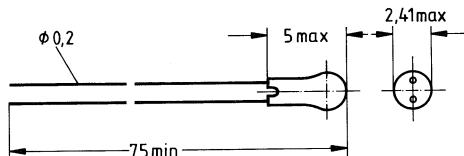
¹⁾) Andere Widerstandswerte und Toleranzen auf Anfrage

Kenndaten

Nennwiderstand	R_N	siehe Tabelle
Nenntemperatur	ϑ_N	25 °C
Toleranz	ΔR_N	± 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_{thu}	ca. 1,5 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	≤ 25 s
Wärmekapazität	C_{th}	≤ 38 mJ/K

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

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



Gewicht: ca. 0,1 g

Anwendungsklasse nach DIN 4040	FKF
Untere Grenztemperatur	F – 55 °C
Obere Grenztemperatur	K + 125 °C
Feuchteklaasse	F Mittlere relative Feuchte \leq 75 % 95 % an 30 Tagen im Jahr andauernd 85 % an den übrigen Tagen gelegentlich keine Betauung zulässig

Lagertemperaturen

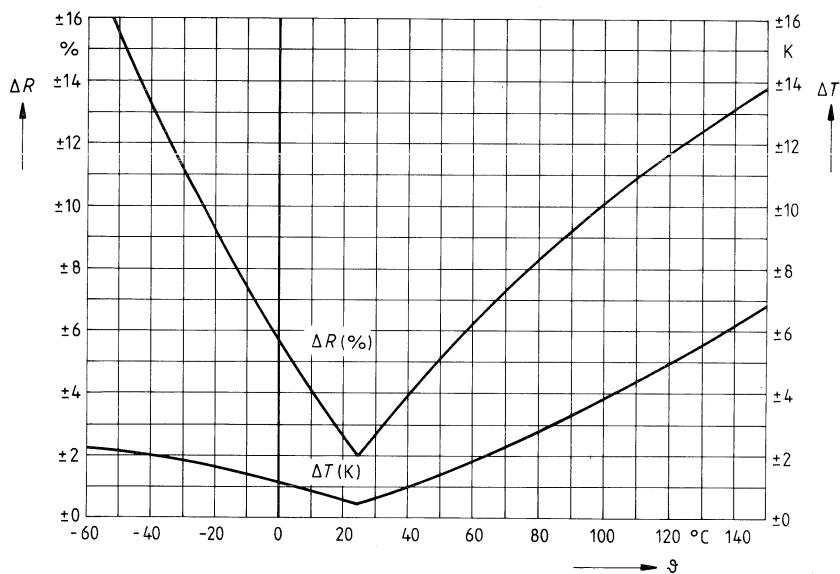
Untere Grenztemperatur	ϑ_s (min) – 25 °C
Obere Grenztemperatur	ϑ_s (max) + 65 °C

Typ	Nennwiderstand $R_{25^1)}$	Toleranz ¹⁾	B-Wert	R/T-Kennlinie	Bestellbezeichnung
S 867/2%/$5\text{ k}\Omega$	5 kΩ	$\pm 2\%$	3900 K	1013	Q63086-S7502-G
S 867/2%/$10\text{ k}\Omega$	10 kΩ	$\pm 2\%$	3920 K	2001	Q63086-S7103-G
S 867/2%/$100\text{ k}\Omega$	100 kΩ	$\pm 2\%$	4300 K	1012	Q63086-S7104-G
S 867/2%/$500\text{ k}\Omega$	500 kΩ	$\pm 2\%$	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	± 2%
B-Wert	$B_{25/100}$	siehe Tabelle
R/T-Kennlinie	Nr.	siehe Tabelle
Belastbarkeit	P_{25}	140 mW
Wärmeleitwert (Luft)	G_{thu}	ca. 1,0 mW/K
Abkühlzeitkonstante	τ_{th}	≤ 15 s
Wärmekapazität	C_{th}	≤ 15 mJ/K

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur

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 Heißleiter erhält man durch Multiplikation der Verhältniszahlen $R(\vartheta)/R(25\text{ }^{\circ}\text{C})$ 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

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

$\vartheta = 7\text{ }^{\circ}\text{C}$

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

$$\alpha_{5\text{ }^{\circ}\text{C}} = 4,4$$

$$R(7\text{ }^{\circ}\text{C}) = R(5\text{ }^{\circ}\text{C}) \cdot e^{\frac{\alpha(5\text{ }^{\circ}\text{C})}{100} \cdot (5 + 273,15)^2 \left(\frac{1}{7 + 273,15} - \frac{1}{5 + 273,15} \right)}$$

$$= 10,735 \cdot e^{-0,08737} = 4,7 \text{ k}\Omega \cdot 0,9163$$

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

Normierte R/T-Kennlinien

Temperatur °C	1004		1006		1007	
	$B_{25/100} = 3250 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3550 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3410 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25 \text{ °C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$	$R_9/R_{25 \text{ °C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$	$R_9/R_{25 \text{ °C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$
-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	$B_{25/100} = 3560 \text{ K}$	
	$R_3/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$		$R_3/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$
-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

Temperatur °C	1009		1010		1011	
	$B_{25/100} = 3930 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3530 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3730 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$
-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

Temperatur °C	1012		1013		1014	
	$B_{25/100} = 4300 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3900 \text{ K}$		$B_{25/100} = 4250 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25 \text{ °C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$	$R_9/R_{25 \text{ °C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$	$R_9/R_{25 \text{ °C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$
-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	-	-	0,011566	2,1	0,0068109	2,5
180,0	-	-	0,010436	2,1	0,0060061	2,5

Normierte R/T-Kennlinien

Temperatur °C	1016		1201		1202	
	$B_{25/100} = 3500 \text{ K}$		$B_{25/100} = 2600 \text{ K}$		$B_{25/100} = 2800 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25 \text{ °C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25 \text{ °C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25 \text{ °C}}$	$\alpha (\text{%/K})$
-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

Temperatur °C	1203		1302		1303	
	$B_{25/100} = 2900 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3000 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3050 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$
-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

Temperatur °C	1304		1305		1306	
	$B_{25/100} = 3300 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3200 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3450 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$
-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	
	Temperatur °C	$B_{25/100} = 3560 \text{ K}$	$B_{25/100} = 3920 \text{ K}$	$B_{25/100} = 3940 \text{ K}$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\%/\text{K})$
-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	28,847	5,7	44,163	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	
	Temperatur °C	$B_{25/100} = 3980 \text{ K}$	$B_{25/100} = 4100 \text{ K}$	$B_{25/100} = 4600 \text{ K}$	$R_9/R_{25\text{ °C}}$	$\alpha (\text{%/K})$
-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

Temperatur °C	2006		2007		2901	
	$B_{25/100} = 5000 \text{ K}$		$B_{25/100} = 4830 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3760 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\%/\text{K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\%/\text{K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\%/\text{K})$
-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	9,0	92,898	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

Temperatur °C	2902		2903		2904	
	$B_{25/100} = 3967 \text{ K}$		$B_{25/100} = 4200 \text{ K}$		$B_{25/100} = 4300 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$
-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

Temperatur °C	2905		3202		3901	
	$B_{25/100} = 4224 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3975 \text{ K}$		$B_{25/100} = 4100 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{%/K})$
-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	0,0099254	2,2
180,0			0,0097026	2,1	0,0083652	2,2

Normierte R/T-Kennlinien

Temperatur °C	3902		4001		4002	
	$B_{25/100} = 4150 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3950 \text{ K}$		$B_{25/100} = 4250 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$	$R_9/R_{25^\circ\text{C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$
-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

Temperatur °C	4003		4901	
	$B_{25/100} = 4450 \text{ K}$		$B_{25/100} = 3950 \text{ K}$	
	$R_9/R_{25\text{ °C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$	$R_9/R_{25\text{ °C}}$	$\alpha (\text{‰}/\text{K})$
-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

$\Delta R / \Delta T$ -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		
Q63017-K103-K	91	Q63027-K6331-S228	126
-K103-M	91	-K6331-S263	126
-K104-K	91	-K6951-S228	126
-K104-M	91	-K6951-S263	126
-K252-K	91	-K7202-S1	128
-K252-M	91		
-K402-K	91	Q63029-K123-K	99
-K402-M	91	-K123-M	99
		-K2104-M	130
Q63019-K123-K	94		
-K123-M	94		
Q63022-K102-M	97	Q63034-A1-J	68
-K103-M	97	-A1-M	68
		-A2	68
		-A3	68
		-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
Q63036-S1100-M	189	-C1473-M	81
-S1109-M	189	-C1474-M	81
-S1259-M	189	Q63073-M2202-S10	136
-S1509-M	189	Q63075-F1	83
Q63045-K100-K	103	-F2	83
-K101-K	103	-F3	83
-K102-K	103	-F4	83
-K103-K	103	-F5	83
-K104-K	103	-F6	83
-K150-K	103	-F7	83
-K151-K	103	-F9	83
-K152-K	103	Q63081-M2104-K	138
-K153-K	103	-M2104-M	138
-K154-K	103	Q63082-M20-S1	141
-K220-K	103	-M21-S101	141
-K221-K	103	-M39-S106	141
-K222-K	103	-M144-S1	141
-K223-K	103	-M232-K	141
-K224-K	103	-M310-S1	141
-K330-K	103	-M770-S1	141
-K331-K	103	Q63082-M2102-J	145
-K332-K	103	-M2102-K	145
-K333-K	103	-M2103-J	145
-K334-K	103	-M2103-K	145
-K470-K	103	-M2104-J	145
-K471-K	103	-M2104-K	145
-K472-K	103	-M2152-J	145
-K473-K	103	-M2152-K	145
-K474-K	103	-M2153-J	145
-K680-K	103	-M2153-K	145
-K681-K	103	-M2154-J	145
-K682-K	103	-M2154-K1	146
-K683-K	103	-M2154-K	145
Q63051-R2	180	-M2202-J1	146
-R6	180	-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 -M2224-J -M2224-K -M2331-S1 -M2331-S3 -M2332-J -M2332-K -M2333-J -M2333-K -M2334-J -M2334-K -M2472-J -M2472-K -M2473-J -M2473-J1 -M2473-K -M2474-J -M2474-K -M2682-J -M2682-K -M2683-J -M2683-K -M9203-S104	145 145 145 146 146 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 151	Q63086-M7103-F -M7603-S1 -S1103-G -S1104-G -S1502-G -S1504-G -S7103-G -S7104-G -S7502-G -S7504-G	172 172 193 193 193 193 195 195 195 195
Q63083-M1202-S221	156	Q63089-M1102-K -M1103-K -M1104-K -M1105-K -M1152-K -M1153-K -M1154-K -M1222-K -M1223-K -M1224-K -M1332-K -M1333-K -M1334-K -M1472-K -M1473-K	179 179 179 179 179 179 179 179 179 179 179 179 179 179 179
Q63084-M1302-S1 -M1502-S1 -M7502-X3 -M7502-X102	158 158 167 163	-M1474-K -M1682-K -M1683-K -M1684-K	179 179 179 179
Q63085-M103-K -M103-M -M104-K -M104-M -M472-K -M472-M -M473-K -M473-M	133 133 133 133 133 133 133 133	Q63383-M1002-S14 Q63483-M1001-K40 -M1001-K45 -M1003-K43 -M1006-K48 -M1009-S144 -M1010-K40 -M1022-K40	154 154 154 154 154 154 154 154
Q63086-M1303-S1	170		154

Anschriftenverzeichnis

Siemens AG, Bereich Bauelemente
Balanstraße 73, Postfach 801709, **D-8000 München 80**
T(089) 41 44-0 **F**52108-0 **FAX** (089) 41 44-26 89

Siemens in Ihrer Nähe

Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)

Siemens AG
Salzufer 6-8
1000 Berlin 10
T(030) 3939-1, **F**1810-278
FAX (030) 3939-2630
Ttx 308190 = sieznb

Siemens AG
Schweriner Straße 1
Postfach 7820
4800 Bielefeld 1
T(0521) 291-1, **F**932805
FAX (0521) 291-375

Siemens AG
Contrescarpe 72
Postfach 107827
2800 Bremen
T(0421) 364-0, **F**245451
FAX (0421) 364-2687

Siemens AG
Lahnweg 10
Postfach 1115
4000 Düsseldorf 1
T(0211) 399-0, **F**8581301
FAX (0211) 399-2506

Siemens AG
Rödelheimer Landstraße 5-9
Postfach 111733
6000 Frankfurt 1
T(069) 797-0, **F**414131
FAX (069) 797-2253

Siemens AG
Habsburgerstraße 132
Postfach 1380
7800 Freiburg 1
T(0761) 2712-1
F772842
FAX (0761) 2712-234

Siemens AG
Lindenplatz 2
Postfach 105609
2000 Hamburg 1
T(040) 282-1, **F**215584-0
FAX (040) 282-2210

Siemens AG
Am Maschpark 1
Postfach 5329
3000 Hannover 1
T(0511) 129-0, **F**922333
FAX (0511) 129 2799

Siemens AG
Wittland 2-4
Postfach 4049
2300 Kiel 1
T(0431) 5860-1
F292814
FAX (0431) 5860-420

Siemens AG
Richard-Strauss-Straße 76
Postfach 202109
8000 München
T(089) 9221-0
F0529421-19
FAX (089) 9221-4390

Siemens AG
Von-der-Tann-Straße 30
Postfach 4844
8500 Nürnberg 1
T(0911) 654-0, **F**622251
FAX (0911) 654-3436, 3464

Siemens AG
Geschwister-Scholl-Straße 24
Postfach 120
7000 Stuttgart 1
T(0711) 2076-1, **F**723941-0
FAX (0711) 2076-706

Siemens AG
Nicolaus-Otto-Straße 4
Postfach 3606
7900 Ulm 1
T(0731) 499-1
F712826
FAX (0731) 499-267

Siemens AG
Andreas-Grieser-Str. 30
Postfach 3280
8700 Würzburg 21
T(0931) 801-0
F68844
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
Voulis 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
Hälsingesgatan 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

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

Notizen

Inhaltsverzeichnis

Bauformen-Übersichten

Allgemeine technische Angaben

Qualität

Gurtung

Bauformen

Kennlinien

Bestellnummern-Verzeichnis

Anschriftenverzeichnis

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