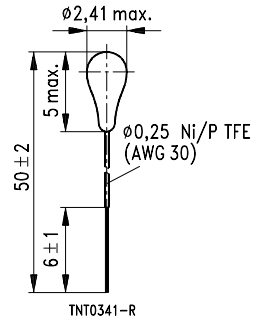


**Anwendung**

- Klimaanlage
- Heizungstechnik
- Industrieelektronik
- Kfz

**Merkmale**

- Kurze Ansprechzeit
- Genauigkeit 0,2 K zwischen 0 °C und 70 °C
- Exzellente Langzeitstabilität
- Kurvenabgeglichener Mehrpunktsensor
- Mit Epoxidharz umhüllt
- Anschlußdrähte: AWG 30/PTFE isoliert, Innenleiter: Ni



Maße in mm, Gewicht ca. 60 mg

Klimaprüfklasse (IEC 68-1)		55/155/56	
Max. Leistung bei 25 °C	$P_{25}$	60	mW
Temperaturtoleranz (0 ... 70 °C)	$\Delta T$	$\pm 0,2, \pm 0,5$	K
Nenntemperatur	$T_N$	25	°C
Wärmeleitwert (Luft)	$\delta_{th}$	ca. 1,5	mW/K
Therm. Abkühlzeitkonstante (Luft)	$\tau_c$	ca. 15	s
Wärmekapazität	$C_{th}$	ca. 22,5	mJ/K

Typ	$R_{25}$	R/T-Kennlinie	$B_{25/100}$	Bestell-Nummer
	$\Omega$	Nr.	K	
S 863/3 k/+ 40	3 k	8016	3988	B57863-S302-+40
S 863/5 k/+ 40	5 k	8016	3988	B57863-S502-+40
S 863/10 k/+ 40	10 k	8016	3988	B57863-S103-+40
S 863/30 k/+ 40	30 k	8018	3964	B57863-S303-+40

+: F für  $\Delta T = 0,2$  K  
G für  $\Delta T = 0,5$  K

## Normierte R/T-Kennlinien

### 1 Einführung

Die nachfolgend angeführten R/T-Kennlinien sind auf den Widerstandswert 25 °C normiert. Die tatsächlichen Widerstandswerte der betreffenden Heißeiter erhält man durch Multiplikation der Verhältniszahlen  $R_T/R_{25}$  (Tabellenwert) mit dem Widerstandswert bei 25 °C (in den Datenblättern angegeben).

$$R_T = \frac{R_T}{R_{25}} \cdot R_{25} \quad (1)$$

Der Temperaturkoeffizient  $\alpha$  ermöglicht innerhalb des jeweils nächstfolgenden Temperaturintervalls die Berechnung des Widerstandswertes für dazwischenliegende Temperaturen.

Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel:

$$R_T = R_{T_x} \cdot \exp \left[ \frac{\alpha_x}{100} \cdot (T_x + 273,15)^2 \cdot \left( \frac{1}{T + 273,15} - \frac{1}{T_x + 273,15} \right) \right] \quad (2)$$

$R_T$	Widerstandswert bei der Temperatur $T$
$R_{T_x}$	Widerstandswert am Beginn des betreffenden Temperaturintervalls
$T_x$	Temperatur in °C am Beginn des betreffenden Temperaturintervalls
$T$	Interessierende Temperatur in °C ( $T_x < T < T_{x+1}$ )
$\alpha_x$	Temperaturkoeffizient bei der Temperatur $T_x$

*Beispiel:*

angegeben: Kennlinie 1006  
 $R_{25} = 4,7 \text{ k}\Omega$   
 $\alpha_5 = 4,4$

gesucht: Widerstand bei 7 °C ( $R_7$ )

a) Berechnung des Widerstandswertes am Beginn des interessierenden Temperaturintervalls ( $T_x = 5 \text{ °C}$ )

$$R_{T_x} = R_5 = 2,2739 \cdot 4,7 \text{ k}\Omega = 10,6873 \text{ k}\Omega$$

b) Einsetzen in Formel (2) ergibt:

$$R_7 = R_5 \cdot \exp \left[ \frac{\alpha_5}{100} \cdot (5 + 273,15)^2 \cdot \left( \frac{1}{7 + 273,15} - \frac{1}{5 + 273,15} \right) \right]$$

$$R_7 = 10,6873 \text{ k}\Omega \cdot \exp \left[ \frac{4,4}{100} \cdot 278,15^2 \cdot \left( \frac{1}{280,15} - \frac{1}{278,15} \right) \right]$$

$$R_7 = 10,6873 \text{ k}\Omega \cdot \exp[-0,08737] = 10,6873 \cdot 0,9163$$

$$R_7 = 9,7932 \text{ k}\Omega$$

## Normierte R/T-Kennlinien

### 2 Widerstandstoleranz

Das Widerstandstoleranzband lässt sich ausgehend von der jeweiligen Nenntemperatur und der zugehörigen Nenntoleranz berechnen (Siehe auch Kap. 3.1.3.).

In der Praxis wird folgende Formel verwendet:

$$\left| \frac{\Delta R_T}{R_T} \right| = \left| \frac{\Delta R_N}{R_N} \right| + \left| \frac{\Delta B}{B} \cdot B \cdot \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_N} \right) \right| \quad (3)$$

$|\Delta R_T/R_T|$  Maximale Streuung des Widerstandswertes bei der Temperatur  $T$  in %

$|\Delta R_N/R_N|$  Nenntoleranz des Widerstandswertes bei der Temperatur  $T_N$  (siehe Datenblatt) in %

$|\Delta B/B|$  Nenntoleranz des B-Wertes entspricht Datenblatt in %

$B$   $B_{25/100}$ -Wert entsprechend Datenblatt in K

$T, T_N$  Temperaturen in K

*Beispiel:*

angegeben: NTC B57820-M561-A5

Kennlinie 1009

$B_{25/100} = 3930$

B-Wert-Toleranz  $|\Delta B/B| = 1,5 \%$

Nenntemperatur  $T_N = 100 \text{ °C}$

Nennwiderstand  $R_N = R_{100} = 39,6 \Omega$

Widerstandstoleranz bei  $100 \text{ °C}$   $|\Delta R_N/R_N| = 5 \%$

gesucht: Widerstandswert bei  $35 \text{ °C}$  ( $R_T = R_{35}$ )

Widerstandstoleranz bei  $35 \text{ °C}$  ( $|\Delta R_T/R_T| = |\Delta R_{35}/R_{35}|$ )

a) Berechnung des Bezugswiderstandes  $R_{25}$  (Dies ist notwendig, um mit den normierten R/T-Kennlinien arbeiten zu können; der Schritt entfällt, wenn die Nenntemperatur  $25 \text{ °C}$  beträgt.) mit Hilfe von Formel (1):

$$R_{100} = \frac{R_{100}}{R_{25}} \cdot R_{25} \qquad R_{25} = \left( \frac{R_{100}}{R_{25}} \right)^{-1} \cdot R_{100}$$

$$R_{25} = \frac{1}{0,070690} \cdot 39,6 \Omega = 560,2 \Omega$$

(0,070690 = Faktor der Kennlinie 1009 bei  $100 \text{ °C}$ )

b) Berechnung des Widerstandes bei  $35 \text{ °C}$ :

$$R_{35} = \frac{R_{35}}{R_{25}} \cdot R_{25} = 0,65726 \cdot 560,2 \Omega = 368,2 \Omega$$

(0,65726 = Faktor der Kennlinie bei  $35 \text{ °C}$ )

c) Berechnung der Widerstandstoleranz mit Hilfe von Formel (3):

$$\begin{aligned} \left| \frac{\Delta R_{35}}{R_{35}} \right| &= \left[ 5 + 1,5 \cdot 3930 \cdot \left( \frac{1}{(35 + 273,15)} - \frac{1}{(100 + 273,15)} \right) \right] \% \\ &= \left[ 5 + 5895 \cdot \left| \frac{1}{308,15} - \frac{1}{373,15} \right| \right] \% \\ &= (5 + 5895 \cdot 0,00056529) \% \\ &= 5,0 \% + 3,3 \% = 8,3 \% \end{aligned}$$

Werden die normierten Kennlinien im Rechner gespeichert, so lassen sich mit einem entsprechenden Programm die Widerstandstoleranzen für alle Temperaturen leicht berechnen.

### 3 Temperaturtoleranz

Die Umrechnung der Widerstandstoleranz in die jeweilige Temperaturtoleranz erfolgt mittels

$$\Delta T = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\Delta R_T}{R_T} \tag{4}$$

$\alpha$  Temperaturkoeffizient bei  $T$  in %/K (siehe R/T-Kennlinie)  
 $|\Delta R_T/R_T|$  Widerstandstoleranz in % bei  $T$

Für das Beispiel unter Punkt 2 gilt:

$$\Delta T(100 \text{ °C}) = \frac{1}{2,9} \cdot 5 \text{ K} = 1,72 \text{ K}$$

$$\Delta T(35 \text{ °C}) = \frac{1}{4,1} \cdot 8,3 \text{ K} = 2,02 \text{ K}$$

Der dargestellte Berechnungsmodus stellt eine Näherung der tatsächlichen Verhältnisse dar (B-Wert als temperaturunabhängig angenommen, Toleranzen symmetrisch), ist aber für praktische Anwendungen hinreichend genau.

**R/T-Kennlinien**

Nummer	<b>8016</b>	<b>8016</b>	<b>8016</b>	<b>8018</b>
$T$ (°C)	$R_{25} = 3 \text{ k}\Omega$	$R_{25} = 5 \text{ k}\Omega$	$R_{25} = 10 \text{ k}\Omega$	$R_{25} = 30 \text{ k}\Omega$
	$R_T$ ( $\Omega$ )	$R_T$ ( $\Omega$ )	$R_T$ ( $\Omega$ )	$R_T$ ( $\Omega$ )
- 55,0	288910	481520	963000	–
- 50,0	201030	335050	670100	–
- 45,0	141510	235840	471700	–
- 40,0	100950	168250	336500	907200
- 35,0	72777	121290	242600	663000
- 30,0	53100	88500	177000	489600
- 25,0	39111	65185	130400	365100
- 20,0	29121	48535	97070	274590
- 15,0	21879	36465	72930	208350
- 10,0	16599	27665	55330	159390
- 5,0	12695	21158	42320	122910
0,0	9795,0	16325	32650	954490
1,0	9308,1	15514	31030	90870
2,0	8848,5	14747	29490	86490
3,0	8414,3	14024	28050	82350
4,0	8004,0	13340	26680	78420
5,0	7616,3	12694	25390	74730
6,0	7249,6	12083	24170	71220
7,0	6902,8	11505	23010	67890
8,0	6574,7	10958	21920	64710
9,0	6264,1	10440	20880	61740
10,0	5970,0	9950,0	19900	58890
11,0	5690,7	9484,5	18970	56190
12,0	5426,1	9043,5	18090	53640
13,0	5175,4	8625,6	17250	51210
14,0	4937,7	8229,5	16460	48900
15,0	4712,3	7853,9	15710	46710
16,0	4498,6	7497,6	15000	44640
17,0	4295,8	7159,6	14320	42660
18,0	4103,3	6383,8	13680	40800
19,0	3920,6	6534,2	13070	39030
20,0	3747,0	6245,0	12490	37320
21,0	3582,1	5970,1	11940	35700
22,0	3425,3	5708,9	11420	34170
23,0	3276,4	5460,6	10920	32730
24,0	3134,7	5224,5	10450	31320
25,0	3000,0	5000,0	10000	30000

**R/T-Kennlinien**

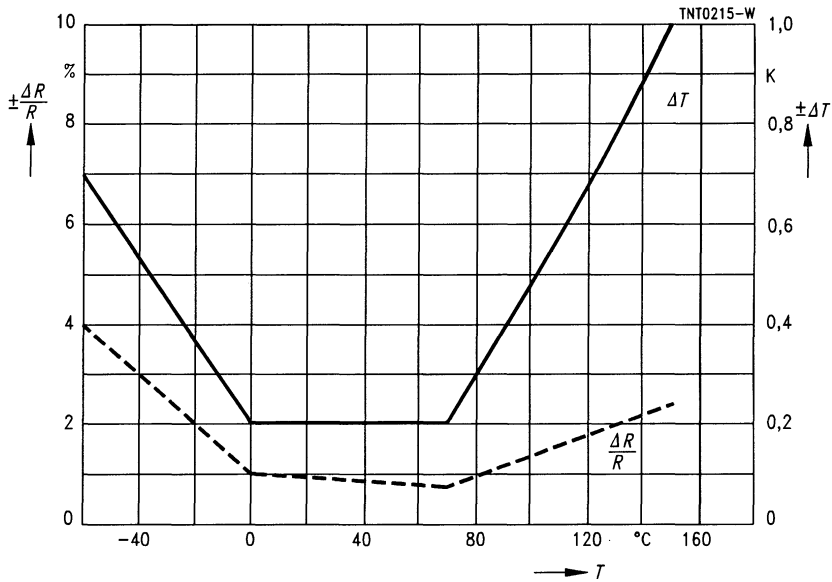
Nummer	<b>8016</b>	<b>8016</b>	<b>8016</b>	<b>8018</b>
$T$ (°C)	$R_{25} = 3 \text{ k}\Omega$	$R_{25} = 5 \text{ k}\Omega$	$R_{25} = 10 \text{ k}\Omega$	$R_{25} = 30 \text{ k}\Omega$
	$R_T$ ( $\Omega$ )	$R_T$ ( $\Omega$ )	$R_T$ ( $\Omega$ )	$R_T$ ( $\Omega$ )
26,0	2871,6	4786,0	9572	28737
27,0	2749,5	4582,5	9165	27531
28,0	2633,2	4388,7	8777	26385
29,0	2522,5	4204,2	8408	25290
30,0	2417,1	4028,5	8057	24249
31,0	2316,5	3860,9	7722	23256
32,0	2220,7	3701,2	7402	22305
33,0	2129,4	3549,1	7098	21402
34,0	2042,4	3404,0	6808	20538
35,0	1959,4	3265,7	6531	19716
36,0	1880,2	3133,7	6267	18927
37,0	1804,7	3007,8	6016	18177
38,0	1732,6	2887,7	5775	17460
39,0	1663,8	2773,0	5546	16773
40,0	1598,1	2663,5	5327	16119
41,0	1535,2	2558,7	5117	15495
42,0	1475,2	2458,7	4917	14895
43,0	1417,8	2363,1	4726	14325
44,0	1363,0	2271,7	4543	13776
45,0	1310,6	2184,4	4369	13254
46,0	1260,5	2100,8	4202	12750
47,0	1212,6	2021,0	4042	12273
48,0	1166,7	1944,6	3889	11811
49,0	1122,9	1871,5	3743	11373
50,0	1080,9	1801,5	3603	10950
51,0	1040,6	1734,4	3469	10545
52,0	1002,0	1670,1	3340	10158
53,0	965,12	1608,5	3217	9786,0
54,0	929,75	1549,6	3099	9429,0
55,0	895,86	1493,1	2986	9090,0
56,0	863,40	1439,0	2878	8760,0
57,0	832,28	1387,1	2774	8448,0
58,0	802,44	1337,4	2675	8148,0
59,0	773,84	1289,7	2579	7857,0
60,0	746,40	1244,0	2488	7581,0
61,0	720,07	1200,1	2400	7314,0
62,0	694,81	1158,0	2316	7059,0
63,0	670,56	1117,6	2235	6818,0
64,0	647,27	1078,8	2158	6579,0
65,0	624,91	1041,5	2083	6354,0

**B57863**  
**S 863**

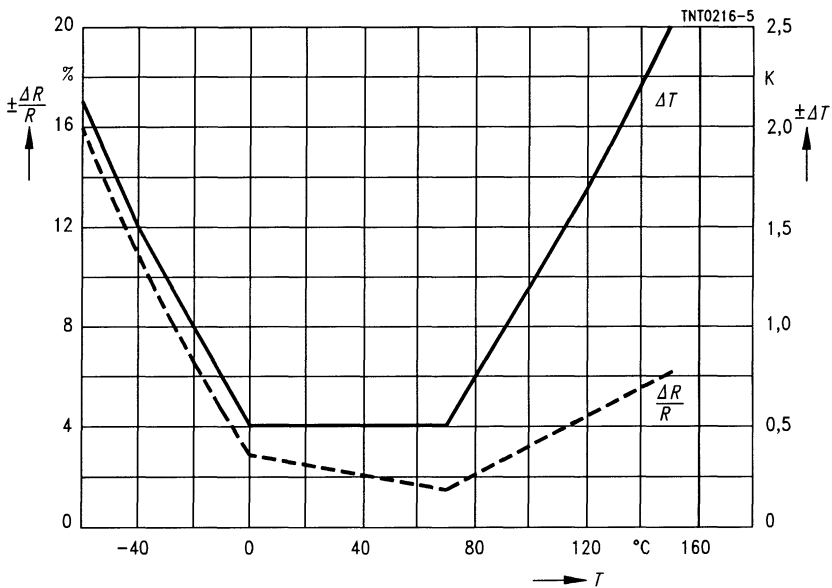
**R/T-Kennlinien**

Nummer	<b>8016</b>	<b>8016</b>	<b>8016</b>	<b>8018</b>
$T$ (°C)	$R_{25} = 3 \text{ k}\Omega$	$R_{25} = 5 \text{ k}\Omega$	$R_{25} = 10 \text{ k}\Omega$	$R_{25} = 30 \text{ k}\Omega$
	$R_T$ ( $\Omega$ )	$R_T$ ( $\Omega$ )	$R_T$ ( $\Omega$ )	$R_T$ ( $\Omega$ )
66,0	603,43	1005,7	2011	6135,0
67,0	582,80	971,33	1943	5928,0
68,0	562,97	938,29	1877	5727,0
69,0	543,92	906,53	1813	5535,0
70,0	525,60	876,00	1752	5349,0
75,0	444,41	740,69	1481	4524,0
80,0	377,40	629,00	1258	3840,0
85,0	321,70	536,17	1072	3273,0
90,0	275,31	458,85	917,7	2799,0
95,0	236,56	394,26	788,5	2404,8
100,0	204,00	340,00	680,0	2073,0
105,0	176,58	294,30	588,6	1792,2
110,0	153,36	255,60	511,2	1554,9
115,0	133,62	222,70	445,4	1353,6
120,0	116,79	194,65	389,3	1182,0
125,0	102,51	170,85	341,7	1035,0
130,0	90,270	150,45	300,9	909,60
135,0	79,633	132,72	265,4	801,60
140,0	70,440	117,40	234,8	708,30
145,0	62,496	104,16	208,3	627,30
150,0	55,590	92,650	185,3	557,10
155,0	49,604	82,674	165,3	–

Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur ( $\Delta T = 0,2 \text{ K}$ )



Widerstands- und Temperaturtoleranz als Funktion der Temperatur ( $\Delta T = 0,5 \text{ K}$ )





**Zuverlässigkeitsdaten**

Prüfung	Norm	Prüfbedingungen	$\Delta R_{25}/R_{25}$ (typisch)	Bemerkung
Lagerung bei trockener Wärme	DIN IEC 68-2-2	Lagerung bei oberer Kategorietemperatur T: 155 °C t: 1000 h	< 1 %	keine sichtbaren Schäden
Lagerung bei konstanter Feuchte	DIN IEC 68-2-3	Lufttemperatur: 40 °C Relative Luftfeuchte: 93 % Dauer: 56 Tage	< 1 %	keine sichtbaren Schäden
Rascher Temperaturwechsel	DIN IEC 68-2-14	Untere Prüftemperatur: – 55 °C Obere Prüftemperatur: 155 °C Anzahl der Zyklen: 5	< 0,5 %	keine sichtbaren Schäden
Langzeitstabilität (Erwartungswert)		Temperatur: + 70 °C Zeit: 10 000 h	< 2 %	keine sichtbaren Schäden