

4.2.1 Berechnung der Temperatur aus dem Widerstand

In der Anwendung als Thermometer wird aus dem Widerstand des Sensors auf die zugehörige Temperatur geschlossen. Die obg. Formeln geben jedoch die Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur wieder, nicht die Ermittlung der Temperatur aus dem gemessenen Widerstand. Für Temperaturen oberhalb 0 °C läßt sich zur Ermittlung der Temperatur aus dem Widerstand eine geschlossene Form der Darstellung aus der Kennlinie nach DIN IEC 751 ableiten.

$$t = \frac{-R_0 \cdot A + [(R_0 \cdot A)^2 - 4R_0 \cdot B(R_0 - R)]^{1/2}}{2R_0 \cdot B}$$

R = gemessener Widerstand in Ohm

t = berechnete Temperatur in °C

R₀, A, B = Parameter gemäß DIN IEC 751

Die Temperatur läßt sich selbstverständlich auch aus der Grundwerttabelle ermitteln. In der Tabelle nicht enthaltene Zwischenwerte werden durch lineare Interpolation errechnet: Um die zu einem Widerstand R gehörige Temperatur t zu ermitteln, werden zwei benachbarte Temperatur-/Widerstandspaare ober- bzw. unterhalb des gesuchten Wertes herangezogen:

$$t = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{R_2 - R_1} \cdot (R - R_1)$$

Beispiel: Bei einem Pt 100 soll die einem Widerstandswert von 129,53 Ω zugeordnete Temperatur berechnet werden.

Intervall aus der Grundwertreihe: R₁ = 129,37 Ω t₁ = 76 °C
R₂ = 129,75 Ω t₂ = 77 °C

$$t = 76 \text{ °C} + \frac{1 \text{ °C}}{129,75 \text{ } \Omega - 129,37 \text{ } \Omega} \cdot (129,53 - 129,37) = 76,42 \text{ °C}$$

4.2.2 Grenzabweichungen

Bezüglich der Grenzabweichungen unterscheidet die DIN IEC 751 zwei Toleranzklassen:

Klasse A: t = ± (0,15 + 0,002 · t) t = Temperatur in °C
Klasse B: t = ± (0,30 + 0,005 · t) (ohne Vorzeichen)

Die Klasse A gilt für Temperaturen von -200 bis 650 °C und nur für Thermometer mit Drei- und Vierleiteranschluß. Für die Klasse B gilt der gesamte Definitionsbereich von -200 bis 850 °C.

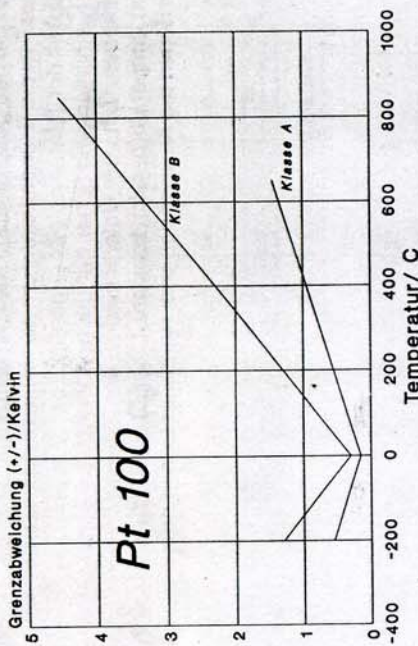


Abb. 18: Grenzabweichungen beim Pt 100

Beispiel:

Für einen Meßwiderstand Pt 100 der Klasse B ist die Meßtoleranz bei einer Meßtemperatur 200 °C gesucht:

$$\begin{aligned} t &= \pm (0,30 + 0,005 \cdot 200) \text{ °C} \\ &= \pm (0,30 + 1) \text{ °C} \\ &= \pm 1,3 \text{ °C} \end{aligned}$$

Erweiterte Toleranzklassen

Häufig reichen die in der Norm vorgegebenen Toleranzklassen nicht aus, da im Zuge steigender Anforderungen an die Produktionsgüte auch die Ansprüche hinsichtlich der Meßgenauigkeit ständig steigen. So entstehen Absprachen zwischen Kunden und Sensorherstellern, die gegenüber der Klasse B eingeschränkte Toleranzklassen entstehen läßt. Aber auch der umgekehrte Fall, bei dem erweiterte Toleranzklassen für den Anwender hinreichend sind, sind für viele Applikationen aus Kostengründen interessant.

In diesem Zusammenhang sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß auch die Sensoren mit vergrößerter Toleranz nichts von den hervorragenden Eigenschaften der Platin-Meßwiderstände einbüßen. So bleiben die Langzeitstabilität und Reproduzierbarkeit der Kennlinie sowie die Austauschbarkeit des Sensors in vollem Umfang erhalten. Ein Beispiel für eine solche erweiterte Toleranzeinteilung zeigt die folgende Tabelle, die als Erweiterung der DIN-Toleranzen geschaffen wurde, um den Kunden die Auswahl der Genauigkeitsklasse für die jeweilige Applikation zu erleichtern und eine preislich optimierte Lösung zu bieten.

Bezeichnung	Toleranz/K
DIN Klasse A	0,15 + 0,002 · t
1/3 DIN Klasse B	0,10 + 0,005 · t
1/2 DIN Klasse B	0,15 + 0,005 · t
DIN Klasse B	0,30 + 0,005 · t
2 DIN Klasse B	0,60 + 0,005 · t
5 DIN Klasse B	1,50 + 0,005 · t

t = Temperatur in °C ohne Vorzeichen

Meßwiderstand Pt100 nach DIN IEC 751

(Widerstand in Ω)

T(°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-240											18,493
-230											22,803
-220											27,078
-210											31,320
-200	18,493	18,926	19,358	19,790	20,221	20,653	21,083	21,514	21,944	22,374	22,803
-190	22,803	23,232	23,661	24,089	24,517	24,945	25,372	25,799	26,226	26,652	27,078
-180	27,078	27,504	27,929	28,354	28,779	29,203	29,627	30,051	30,474	30,897	31,320
-170	31,320	31,742	32,165	32,587	33,008	33,429	33,850	34,271	34,691	35,111	35,531
-160	35,531	35,951	36,370	36,789	37,208	37,626	38,044	38,462	38,879	39,297	39,714
-150	39,714	40,130	40,547	40,963	41,379	41,795	42,210	42,625	43,040	43,455	43,869
-140	43,869	44,283	44,697	45,111	45,524	45,937	46,350	46,763	47,175	47,587	47,999
-130	47,999	48,411	48,822	49,234	49,645	50,055	50,466	50,876	51,286	51,696	52,106
-120	52,106	52,515	52,924	53,333	53,742	54,151	54,559	54,967	55,375	55,783	56,190
-110	56,190	56,598	57,005	57,412	57,818	58,225	58,631	59,037	59,443	59,849	60,254
-100	60,254	60,659	61,065	61,469	61,874	62,279	62,683	63,087	63,491	63,895	64,299
-90	64,299	64,702	65,105	65,508	65,911	66,314	66,717	67,119	67,521	67,923	68,325
-80	68,325	68,727	69,128	69,530	69,931	70,332	70,733	71,134	71,534	71,934	72,335
-70	72,335	72,735	73,135	73,534	73,934	74,333	74,733	75,132	75,531	75,930	76,328
-60	76,328	76,727	77,125	77,523	77,921	78,319	78,717	79,115	79,512	79,910	80,307
-50	80,307	80,704	81,101	81,498	81,894	82,291	82,687	83,083	83,479	83,875	84,271
-40	84,271	84,667	85,063	85,458	85,853	86,248	86,643	87,038	87,433	87,828	88,222
-30	88,222	88,617	89,011	89,405	89,799	90,193	90,587	90,980	91,374	91,767	92,160
-20	92,160	92,553	92,946	93,339	93,732	94,125	94,517	94,910	95,302	95,694	96,086
-10	96,086	96,478	96,870	97,262	97,653	98,045	98,436	98,827	99,218	99,609	100,000
0	100,000	100,391	100,781	101,172	101,562	101,953	102,343	102,733	103,123	103,513	103,902
10	103,902	104,292	104,681	105,071	105,460	105,849	106,238	106,627	107,016	107,404	107,793
20	107,793	108,181	108,570	108,958	109,346	109,734	110,122	110,509	110,897	111,284	111,672
30	111,672	112,059	112,446	112,833	113,220	113,607	113,994	114,380	114,767	115,153	115,539
40	115,539	115,925	116,311	116,697	117,083	117,469	117,854	118,240	118,625	119,010	119,395
50	119,395	119,780	120,165	120,550	120,934	121,319	121,703	122,087	122,471	122,855	123,239
60	123,239	123,623	124,007	124,390	124,774	125,157	125,540	125,923	126,306	126,689	127,072
70	127,072	127,454	127,837	128,219	128,602	128,984	129,366	129,748	130,130	130,511	130,893
80	130,893	131,274	131,656	132,037	132,418	132,799	133,180	133,561	133,941	134,322	134,702
90	134,702	135,083	135,463	135,843	136,223	136,603	136,982	137,362	137,741	138,121	138,500
100	138,500	138,879	139,258	139,637	140,016	140,395	140,773	141,152	141,530	141,908	142,286

Meßwiderstand Pt100 nach DIN IEC 751

(Widerstand in Ω)

T(°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
110	142,286	142,664	143,042	143,420	143,797	144,175	144,552	144,930	145,307	145,684	146,061
120	146,061	146,438	146,814	147,191	147,567	147,944	148,320	148,696	149,072	149,448	149,824
130	149,824	150,199	150,575	150,950	151,326	151,701	152,076	152,451	152,826	153,200	153,575
140	153,575	153,950	154,324	154,698	155,072	155,446	155,820	156,194	156,568	156,941	157,315
150	157,315	157,688	158,061	158,435	158,808	159,180	159,553	159,926	160,298	160,671	161,043
160	161,043	161,415	161,787	162,159	162,531	162,903	163,274	163,646	164,017	164,388	164,760
170	164,760	165,131	165,501	165,872	166,243	166,614	166,984	167,354	167,724	168,095	168,465
180	168,465	168,834	169,204	169,574	169,943	170,313	170,682	171,051	171,420	171,789	172,158
190	172,158	172,527	172,895	173,264	173,632	174,000	174,368	174,736	175,104	175,472	175,840
200	175,840	176,207	176,575	176,942	177,309	177,676	178,043	178,410	178,777	179,143	179,510
210	179,510	179,876	180,242	180,609	180,975	181,340	181,706	182,072	182,438	182,803	183,168
220	183,168	183,534	183,899	184,264	184,628	184,993	185,358	185,722	186,087	186,451	186,815
230	186,815	187,179	187,543	187,907	188,271	188,634	188,998	189,361	189,724	190,088	190,451
240	190,451	190,813	191,176	191,539	191,901	192,264	192,626	192,988	193,350	193,712	194,074
250	194,074	194,436	194,798	195,159	195,521	195,882	196,243	196,604	196,965	197,326	197,686
260	197,686	198,047	198,407	198,768	199,128	199,488	199,848	200,208	200,568	200,927	201,287
270	201,287	201,646	202,006	202,365	202,724	203,083	203,442	203,800	204,159	204,517	204,876
280	204,876	205,234	205,592	205,950	206,308	206,666	207,024	207,381	207,739	208,096	208,453
290	208,453	208,810	209,167	209,524	209,881	210,237	210,594	210,950	211,307	211,663	212,019
300	212,019	212,375	212,731	213,086	213,442	213,797	214,153	214,508	214,863	215,218	215,573
310	215,573	215,928	216,282	216,637	216,991	217,346	217,700	218,054	218,408	218,762	219,115
320	219,115	219,469	219,823	220,176	220,529	220,882	221,235	221,588	221,941	222,294	222,646
330	222,646	222,999	223,351	223,703	224,055	224,407	224,759	225,111	225,463	225,814	226,166
340	226,166	226,517	226,868	227,219	227,570	227,921	228,272	228,622	228,973	229,323	229,673
350	229,673	230,023	230,373	230,723	231,073	231,423	231,772	232,122	232,471	232,820	233,169
360	233,169	233,518	233,867	234,216	234,565	234,913	235,261	235,610	235,958	236,306	236,654
370	236,654	237,002	237,349	237,697	238,044	238,392	238,739	239,086	239,433	239,780	240,127
380	240,127	240,473	240,820	241,166	241,513	241,859	242,205	242,551	242,897	243,242	243,588
390	243,588	243,934	244,279	244,624	244,969	245,314	245,659	246,004	246,349	246,693	247,038
400	247,038	247,382	247,726	248,070	248,414	248,758	249,102	249,446	249,789	250,132	250,476
410	250,476	250,819	251,162	251,505	251,848	252,190	252,533	252,875	253,218	253,560	253,902
420	253,902	254,244	254,586	254,928	255,270	255,611	255,953	256,294	256,635	256,976	257,317
430	257,317	257,658	257,999	258,339	258,680	259,020	259,360	259,701	260,041	260,381	260,720
440	260,720	261,060	261,400	261,739	262,078	262,418	262,757	263,096	263,435	263,773	264,112
450	264,112	264,450	264,789	265,127	265,465	265,803	266,141	266,479	266,817	267,155	267,492