

Thermopaare Grenzabweichungen der Thermospannungen · Anwendungstemperaturen · Nationale und Internationale Normen

Thermopaar	Thermokombination		Nationale Normen der Thermospannungen für Thermopaare	Ungefähre Änderung der Thermospannung pro Grad Celsius in µV (Vergleichsstellentemperatur 0°C)			Anwendungstemperaturen des Thermopaars (Anwendungstemperatur der Leiter und Isolationswerkstoffe beachten !)		Klassen der Grenzabweichungen nach DIN EN 60584-2: 1996 bzw. IEC 60584-2: 1989 siehe Bemerkung				Beschreibung
	(+) Schenkel	(-) Schenkel		bei 100°C	bei 500°C	bei 1000°C	Dauerbetrieb	Kurzzeitbetrieb		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	
K	Nickel-Chrom (NiCr) auch bekannt als Chromel® Leiter magnetisch	Nickel-Aluminium (NiAl) auch bekannt als Alumel® Leiter magnetisch	DIN EN 60584-1: 1996 BS EN 60584.1 Pt 4: 1996 ANSI/MC96.1 NF EN 60584.1: 1996 JISC 1602	42	43	39	0 bis 1100°C	-180 bis 1350°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-40°C bis +375°C ±1,5°C 375°C bis 1000°C ±0,004 [r]	-40°C bis +333°C ±2,5°C 333°C bis 1200°C ±0,0075 [r]	-167°C bis +40°C ±2,5°C -200°C bis -167°C ±0,015 [r]	Typ K ist das gebräuchlichste Thermopaar. Er ist gut für oxidierende Atmosphären geeignet und besitzt einen großen Anwendungstemperaturbereich.
T	Kupfer (Cu) Leiter kupferfarben	Kupfer-Nickel (CuNi) auch bekannt als Konstantan®	DIN EN 60584-1: 1996 BS EN 60584.1 Pt 5: 1996 ANSI/MC96.1 NF EN 60584.1: 1996 JISC 1602	46	-	-	-185 bis +300°C	-250 bis +400°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-40°C bis +125°C ±0,5°C 125°C bis 350°C ±0,004 [r]	-40°C bis +133°C ±1,0°C 133°C bis 350°C ±0,0075 [r]	-67°C bis +40°C ±1,0°C -200°C bis -67°C ±0,015 [r]	Typ T hat eine geringe Verbreitung. Es ist ausgezeichnet geeignet für niedrige Anwendungstemperaturen und die Tieftemperaturtechnik. Außerdem hat es gute Eigenschaften bei hoher Feuchtigkeit.
J	Eisen (Fe) Leiter magnetisch	Kupfer-Nickel (CuNi) auch bekannt als Konstantan®	DIN EN 60584-1: 1996 BS EN 60584.1 Pt 3: 1996 ANSI/MC96.1 NF EN 60584.1: 1996 JISC 1602	54	56	59	+20 bis +700°C	-180 bis +750°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-40°C bis +375°C ±1,5°C 375°C bis 750°C ±0,004 [r]	-40°C bis +333°C ±2,5°C 333°C bis 750°C ±0,0075 [r]	-	Typ J wird häufig in der Kunststoffindustrie eingesetzt. Außerdem kann es mit offengelegter Messstelle in reduzierenden Atmosphären eingesetzt werden. Anmerkung: Eisen rostet bei niedrigen Temperaturen und oxidiert bei hohen Temperaturen.
N	Nickel-Chrom-Silizium (NiCrSi) auch bekannt als Nicrosil®	Nickel-Silizium (NiSi) auch bekannt als Nisil®	DIN EN 60584-1: 1996 BS EN 60584.1 Pt 8: 1996 ANSI/MC96.1 NF EN 60584.1: 1996 JISC 1602	30	38	39	0 bis 1150°C	-270 bis 1300°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-40°C bis +375°C ±1,5°C 375°C bis 1000°C ±0,004 [r]	-40°C bis +333°C ±2,5°C 333°C bis 1200°C ±0,0075 [r]	-167°C bis +40°C ±2,5°C -200°C bis -167°C ±0,015 [r]	Typ N hat derzeit noch eine geringe Verbreitung. Dieses Thermopaar besitzt ein äußerst stabiles Ausgangssignal und kann bis 1300°C eingesetzt werden. Außerdem hat es eine gute Widerstandsfähigkeit gegenüber Temperaturwechselbelastungen.
E	Nickel-Chrom (NiCr) auch bekannt als Chromel®	Kupfer-Nickel (CuNi) auch bekannt als Konstantan®	DIN EN 60584-1: 1996 BS EN 60584.1 Pt 6: 1996 ANSI/MC96.1 NF EN 60584.1: 1996 JISC 1602	68	81	-	0 bis +800°C	-40 bis +900°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-40°C bis +375°C ±1,5°C 375°C bis 800°C ±0,004 [r]	-40°C bis +333°C ±2,5°C 333°C bis 900°C ±0,0075 [r]	-167°C bis +40°C ±2,5°C -200°C bis -167°C ±0,015 [r]	Typ E produziert die größte Thermospannung pro °C und kann mit offengelegter Messstelle zur Temperaturmessung in Vakuum oder leicht oxidierenden Atmosphären eingesetzt werden.
R	Platin-13% Rhodium (Pt13Rh)	Platin (Pt) (-) Schenkel weicher als (+) Schenkel	DIN EN 60584-1: 1996 BS EN 60584.1 Pt 2: 1996 ANSI/MC96.1 NF EN 60584.1: 1996 JISC 1602	8	11	13	0 bis 1600°C	-50 bis 1700°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	0°C bis +1100°C ±1,0°C 1100°C bis 1600°C ±(1 +0,003 (r -1100))°C	0°C bis +600°C ±1,5°C 600°C bis 1600°C ±0,0025 [r]	-	Typ R wird für Hochtemperaturmessungen verwendet. Es hat eine hohe Langzeitstabilität und gute Widerstandsfähigkeit gegenüber Oxidation und Korrosion. Allerdings ist ein Schutzrohr erforderlich, da dieses Thermopaar schnell verunreinigt wird.
S	Platin-10% Rhodium (Pt10Rh)	Platin (Pt) (-) Schenkel weicher als (+) Schenkel	DIN EN 60584-1: 1996 BS EN 60584.1 Pt 1: 1996 ANSI/MC96.1 NF EN 60584.1: 1996 JISC 1602	8	9	11	0 bis 1550°C	-50 bis 1750°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	0°C bis +1100°C ±1,0°C 1100°C bis 1600°C ±(1 +0,003 (r -1100))°C	0°C bis +600°C ±1,5°C 600°C bis 1600°C ±0,0025 [r]	-	Typ S hat ähnliche Eigenschaften wie das Thermopaar vom Typ R. Es besitzt ein kleineres Toleranzband und ist kostenintensiver.
B	Platin-30% Rhodium (Pt30Rh)	Platin-6% Rhodium (Pt6Rh)	DIN EN 60584-1: 1996 BS EN 60584.1 Pt 7: 1996 ANSI/MC96.1 NF EN 60584.1: 1996 JISC 1602	1	5	9	+100 bis 1600°C	+100 bis 1820°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-	-	+600°C bis +800°C ±4,0°C 800°C bis 1700°C ±0,005 [r]	Typ B hat ähnliche Eigenschaften wie die Thermopaare vom Typ S und R. Es wird allerdings seltener eingesetzt. Häufig findet es in der Glasindustrie Verwendung.
U ¹⁾	Kupfer (Cu) Leiter kupferfarben	Kupfer-Nickel (CuNi) auch bekannt als Konstantan	DIN 43710: 1985 Diese Norm hat keine Unterteilung der Grenzabweichungen in Klassen und basiert nicht auf der ITS 90.	50	70	-	-100 bis +600°C	-200 bis +600°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-	+100°C bis 500°C* ±3,0°C 500°C bis 700°C ±0,75%	-	Das Cu-CuNi Thermopaar ist sowohl in der DIN 43710 als auch in der DIN EN 60584-1 genormt. Zu beachten ist, dass das "alte" Thermopaar vom Typ U auf Grund unterschiedlicher Legierungen nicht kompatibel mit dem "neuen" Typ U ist. Es ist zu erwarten, dass der Typ U in den nächsten Jahren durch den Typ T ersetzt wird.
L ¹⁾	Eisen (Fe) Leiter magnetisch	Kupfer-Nickel (CuNi) auch bekannt als Konstantan	DIN 43710: 1985 Diese Norm hat keine Unterteilung der Grenzabweichungen in Klassen und basiert nicht auf der ITS 90.	55	60	-	-100 bis +900°C	-200 bis +900°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-	+100°C bis 500°C* ±3,0°C 500°C bis 900°C ±0,75%	-	Das Fe-CuNi Thermopaar ist sowohl in der DIN 43710 als auch in der DIN EN 60584-1 genormt. Zu beachten ist, dass das "alte" Thermopaar Typ L auf Grund unterschiedlicher Legierungen nicht kompatibel mit dem "neuen" Typ L ist. Es ist zu erwarten, dass der Typ L allmählich durch den Typ J ersetzt wird.
G * (ehemals W)	Wolfram	Wolfram 26% Rhenium	Unterliegt keiner offiziellen Norm.	5	16	21	+20 bis 2320°C	0 bis 2600°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-	0°C bis 425°C* ±4,5°C 425°C bis 2320°C ±1,0%	-	Alte Bezeichnung Typ W. Wolfram/Rhenium-Thermoelemente bieten bei Temperaturen bis zu 2600°C recht hohe und relativ lineare Thermospannungen. In Wasserstoff, inerten Gasen und Vakuum Atmosphären besitzen sie eine gute chemische Beständigkeit, sie eignen sich nicht für den Einsatz unter 400°C. Nicht empfehlenswert für oxidierende Umgebungen.
C * (ehemals W5)	Wolfram 5% Rhenium	Wolfram 26% Rhenium	Unterliegt keiner offiziellen Norm.	15	18	18	+50 bis +1820°C	+20 bis 2300°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-	0°C bis 425°C* ±4,4°C 425°C bis 2320°C ±1,0%	-	Alte Bezeichnung Typ W5. Einsatzhinweise siehe Typ G.
D * (ehemals W3)	Wolfram 3% Rhenium	Wolfram 25% Rhenium	Unterliegt keiner offiziellen Norm.	13	20	20	0 bis 2100°C	0 bis 2600°C	Temperaturbereich Grenzabweichung Temperaturbereich Grenzabweichung	-	0°C bis 400°C* ±4,5°C 400°C bis 2320°C ±1,0%	-	Alte Bezeichnung Typ W3. Einsatzhinweise siehe Typ G.

1) Die Thermopaare der Typen U und L sind in der im April 1994 zurückgezogenen DIN 43710 definiert und sie sind nicht in die DIN EN 60584-2 bzw. IEC 60584-2 aufgenommen.
* Die Typen G, C und D sowie deren angegebene Toleranzen unterliegen keiner offiziellen Norm.

Bemerkung
1.) Die Grenzabweichungen sind entweder als Abweichung in Grad Celsius oder als Funktion der aktuellen Temperatur angegeben.

2.) Thermopaare und Thermodrähte werden üblicherweise so geliefert, dass die Grenzabweichungen nach obenstehender Tabelle für den Temperaturbereich oberhalb -40°C eingehalten werden. Die Abweichungen für Thermopaare des gleichen Materials können bei Temperaturen unterhalb von -40°C größer sein als die in der Klasse 3 festgelegten Grenzabweichungen. Wenn Thermopaare benötigt werden, die die Grenzabweichungen nach Klasse 1 und/oder 2 einhalten sollen, muss dies bei der Bestellung angegeben werden. Dabei ist üblicherweise eine spezielle Materialauswahl notwendig.