BEGRIFFSERKLÄRUNG // ICONS

LEGIERUNGSENTWICKLUNG

TEMPERATURMESSUNG

STROMMESSUNG

SIGNAL- UND STROMÜBERTRAGUNG

FÜGETECHNIK

WÄRMEERZEUGUNG

AUTOMOTIVE

F & E

INDUSTRIE

MESSTECHNIK

ENERGIEVERTEILUNG

WELTRAUM

IT-TECHNOLOGIE

BAHNTECHNIK

ERNEUERBARE ENERGIEN

ANTRIEBSTECHNIK

MEDIZINTECHNIK

BEGRIFFSERKLÄRUNG

THERMOELEMENT (THE)

Ein Thermoelement besteht aus zwei unterschiedlichen elektrischen Leitern, die zu einem Stromkreis verbunden werden. Liegt die Verbindungsstelle der zwei verschiedenen Leiter auf einem anderen Temperaturniveau als die freien Enden, so entsteht eine thermoelektrische Spannung (Seebeck-Effekt). Diese erzeugte Spannung ist eine Folge der Elektronenwanderung innerhalb der einzelnen Leiter aufgrund einer Temperaturdifferenz über die Länge der Einzelleiter, die ein Thermopaar bilden. Man benötigt zwei Leiter mit verschiedenen elektrischen Eigenschaften (Elektronenzahl, Bindungsenergien usw.). Die gemessene Thermospannung des Elements ist die Differenz der Thermospannungen der Einzelleiter. Als Messsignal wird die Spannung verwendet, die in Temperatur umgerechnet werden kann. Die erzeugte Spannung ist ausschließlich vom Material und von der Temperaturdifferenz, der das Thermoelement ausgesetzt ist, abhängig. Sie ist somit unabhängig von Leiterform und Abmessung. Diese messbare Spannung ist bei Einsatz eines Messgerätes, das einen hohen Innenwiderstand besitzt, ein direktes Maß für die Temperaturdifferenz, der das Thermoelement ausgesetzt ist. Da hier immer eine Temperaturdifferenz gemessen wird, muss die Temperatur der Vergleichsstelle für die Bestimmung der eigentlich zu messenden Temperatur sehr genau bekannt sein.

Kennzeichnung der Thermoelemente nach IEC 60584/DIN EN 60584

Thermopaar	Kennbuchstabe des Thermoelementtypes
Beispiel	K für NiCr-Ni
Einzelschenkel	zuzüglich Polaritätskennzeichnung („**P**“ oder „**N**“)

THERMOLEITUNG (THL)

Da es aus Kosten- bzw. Handhabungsgründen schwierig bzw. nicht möglich ist, das Thermoelement bis zum Messwertaufnehmer zu führen, wird häufig eine sogenannte Thermo- bzw. Ausgleichsleitung als Verlängerung zwischen die offenen Enden des Thermoelementes und den Messwertaufnehmer geschaltet. Die Thermoleitung liefert in dem eingesetzten Temperaturbereich die gleiche Thermospannung und hat die gleiche nominale chemische Zusammensetzung wie das Thermoelement. Allerdings ist der Bereich der Einsatztemperatur beschränkt. Die von der Messkette gelieferte Gesamtthermospannung ergibt sich also aus der Thermospannung des Thermoelementes im Temperaturbereich von der Messstelle bis zur Kontaktstelle Thermoelement/Thermoleitung und der von der Thermo- bzw. Ausgleichsleitung gelieferten Thermospannung zwischen der Kontaktstelle Thermoelement/Thermoleitung und der Kontaktstelle Thermoleitung/Messwertaufnehmer.

Kennzeichnung der Thermoleitung nach IEC 60584/DIN EN 60584

Thermoleitung	Kennbuchstabe des zugehörigen Thermoelementtypes zuzüglich Buchstabe „X“ (Extension)
Beispiel	KX für NiCr-Ni Thermoleitung für Typ K
Einzelschenkel in Anlehnung an IEC 60584/ DIN EN 60584	Kennbuchstabe des zugehörigen Thermoelementtypes zuzüglich Polaritätskennzeichnung („**P**“ oder „**N**“) zuzüglich Buchstabe „X“ (Extension)
Beispiel	KPX für NiCr-Ni Positiver Schenkel der Thermoleitung für Typ K

AUSGLEICHSLEITUNG (AGL)

Eine Ausgleichsleitung ist von der Funktion her eine Thermoleitung. Allerdings hat eine Ausgleichsleitung ggf. eine komplett andere chemische Zusammensetzung als THE und THL. Auch hier ist der Bereich der Einsatztemperatur beschränkt. Beim Einsatz der Ausgleichsleitung sind die möglichen Fehlerquellen größer als bei der Thermoleitung. Da die Summe der Thermospannungen in einem Thermomesskreis gleich der Summe aller in Reihe geschalteten Thermoelemente des Messkreises ist, kann ein solcher Messkreis auch aus einem Thermoelement und einer Ausgleichsleitung gebildet werden.

Kennzeichnung der Ausgleichsleitung nach IEC 60584/DIN EN 60584

Ausgleichsleitung	Kennbuchstabe des zugehörigen Thermoelementtypes zuzüglich Buchstabe „C“ (Compensating)
Beispiel	KC für NiCr-Ni, Ausgleichsleitung für Typ K
Einzelschenkel in Anlehnung an IEC 60584/ DIN EN 60584	Kennbuchstabe des zugehörigen Thermoelementtypes zuzüglich Polaritätskennzeichnung („**P**“ oder „**N**“) zuzüglich Buchstabe „C“ (Compensating) zuzüglich Buchstabe „A“ oder „B“ für verschiedene Typen von Ausgleichsleitungen
Beispiel	KPCA für NiCr-Ni Positiver Schenkel der Ausgleichsleitung für Typ K

Für weitergehende Informationen zu physikalischen Grundlagen, zu Fehlermöglichkeiten und deren Vermeidung sowie zu Begriffserklärungen stehen wir Ihnen unter thermo@isabellenhuette.de zur Verfügung. Ergänzende Informationen hierzu finden Sie ebenfalls auf unserer Homepage unter www.isabellenhuette.de

WERKSTOFFE FÜR THERMOELEMENTE

Normen der Thermospannungsgrundreihen und Toleranzen für THE

Norm	Basierend	Status	Elementtyp						
			K	N	E	J	T	L	U
IEC 60584*	ITS 90	Gültig	✓	✓	✓	✓	✓		
ASTM E 230	ITS 90	Gültig	✓	✓	✓	✓	✓		
DIN 43710	IPTS 68	Zurückgezogen						✓	✓
GOST P.8.585-2001	ITS 90	Gültig	✓	✓	✓	✓	✓		
NIST Monograph 175[1)]	ITS 90	Gültig	•	•	•	•	•		
NBS Monograph 125[1)]	IPTS 68	Ersetzt durch NIST Monograph 175	•	•	•	•	•		

Wir liefern nach den oben aufgeführten Normen. Wünschen Sie Sondernormen, ältere Ausgaben der aufgeführten Normen oder Ihre eigenen Spezifikationen, sprechen Sie uns bitte an.

1) Hierbei handelt es sich um Grundreihen, denen keine Toleranzen zugeordnet sind.
✓ Zutreffende Norm für den angegebenen Typen.
• Bedeuten die Bezugnahme des jeweiligen Tabellenwerkes (auf den folgenden Seiten) auf die verschiedenen Thermoelementtypen.
* Sowie die jeweilige nationale Umsetzung der EN 60584. Hierbei wird die nationale Normbezeichnung der EN 60584 vorangestellt (z. B. DIN EN 60584).

WERKSTOFFE FÜR THERMOELEMENTE
ZULÄSSIGE GRENZABWEICHUNGEN NACH DEN ANGEGEBENEN NORMEN

Tabelle 1 // IEC 60584

Norm-symbol	Materialien	Temperatur-bereich Klasse 1 in °C	Zulässige Grenz-abweichung Klasse 1	Temperatur-bereich Klasse 2 in °C	Zulässige Grenz-abweichung Klasse 2	Temperatur-bereich Klasse 3 in °C	Zulässige Grenz-abweichung Klasse 3	Zulässige Grenz-abweichung (nicht genormt)*
K	ISATHERM® PLUS ISATHERM® MINUS	–40 bis +1.000	±1,5 °C oder ±0,4 % (t90)	–40 bis +1.200	±2,5 °C oder ±0,75 % (t90)	–200 bis +40	±2,5 °C oder ±1,5 % (t90)	
N	NICROSIL NISIL	–40 bis +1.000	±1,5 °C oder ±0,4 % (t90)	–40 bis +1.200	±2,5 °C oder ±0,75 % (t90)	–200 bis +40	±2,5 °C oder ±1,5 % (t90)	
E	ISATHERM® PLUS ISOTAN®	–40 bis +800	±1,5 °C oder ±0,4 % (t90)	–40 bis +900	±2,5 °C oder ±0,75 % (t90)	–200 bis +40	±2,5 °C oder ±1,5 % (t90)	
J	EISEN ISOTAN®	–40 bis +750	±1,5 °C oder ±0,4 % (t90)	–40 bis +750	±2,5 °C oder ±0,75 % (t90)			
T	E-KUPFER ISOTAN®	–40 bis +350	±0,5 °C oder ±0,4 % (t90)	–40 bis +350	±1,0 °C oder ±0,75 % (t90)	–200 bis +40	±1,0 °C oder ±1,5 % (t90)	

Tabelle 2 // ASTM E230

Norm-symbol	Materialien	Temperaturbereich in °C (t90)	Zulässige Grenzabweichung Standard	Zulässige Grenzabweichung Spezial	Zulässige Grenzabweichung (nicht genormt)*
K	ISATHERM® PLUS ISATHERM® MINUS	0 bis +1.260	±2,2 °C oder ±0,75 % (t90)	±1,1 °C oder ±0,4 % (t90)	±0,55 °C oder ±0,2 %
N	NICROSIL NISIL	0 bis +1.260	±2,2 °C oder ±0,75 % (t90)	±1,1 °C oder ±0,4 % (t90)	±0,55 °C oder ±0,2 %
E	ISATHERM® PLUS ISOTAN®	0 bis +870	±1,7 °C oder ±0,5 % (t90)	±1,0 °C oder ±0,4 % (t90)	±0,5 °C oder ±0,2 %
J	EISEN ISOTAN®	0 bis +760	±2,2 °C oder ±0,75 % (t90)	±1,1 °C oder ±0,4 % (t90)	±0,55 °C oder ±0,2 %
T	E-KUPFER ISOTAN®	0 bis +370	±1,0 °C oder ±0,75 % (t90)	±0,5 °C oder ±0,4 % (t90)	±0,25 °C oder ±0,2 %

Tabelle 3 // DIN 43710 (zurückgezogen)

Norm-symbol	Materialien	Temperaturbereich in °C (t90)	Zulässige Grenzabweichung	Zulässige Grenzabweichung (nicht genormt)*
L	EISEN ISOTAN®	–200 bis +900	±3,0 °C oder ±0,75 % (t68)	±1,5 °C oder ±0,375 %
U	E-KUPFER ISOTAN®	–200 bis +600	±3,0 °C oder ±0,75 % (t68)	±1,5 °C oder ±0,375 %

Tabelle 4 // Messbereiche ISA

Grenzabweichung	Klasse 1/2 bzw. Standard/Spezial sowie nicht genormte Grenzabweichungen					Klasse 3
Messbereich / Typ	Auf Anfrage		Standardmäßig			–200/+40 °C
	–40 °C	0 bis +1.200 °C	0 bis +400 °C	0 bis +700 °C	0 bis +1.000 °C	
K	✓	✓			✓	✓
N	✓	✓			✓	✓
E	✓			✓		✓
J	✓			✓		
T	✓		✓			✓
L				✓		
U			✓			

* Bei diesen Grenzabweichungen ist mit entsprechend längeren Lieferzeiten zu rechnen.
✓ Zutreffende Norm für den angegebenen Typen.

WERKSTOFFE FÜR THERMOLEITUNGEN

Normen der Thermospannungsgrundreihen

Norm	Status	Thermoleitungen						
		KX	EX	JX	TX	NX	LX	UX
IEC 60584	Gültig	✓	✓	✓	✓	✓		
ASTM E 230	Gültig	✓	✓	✓	✓	✓		
GOST P.8.585-2001	Gültig	In der GOST P.8.585-2001 sind keine Thermoleitungen spezifiziert. Hier werden die Toleranzen der Elemente angenommen.						
DIN 43710	Zurückgezogen						In der DIN 43710 sind keine Thermoleitungen spezifiziert. Hier werden die Toleranzen der Elemente angenommen.	

Wir liefern nach den oben aufgeführten Normen. Wünschen Sie Sondernormen, ältere Ausgaben der aufgeführten Normen oder Ihre eigenen Spezifikationen, sprechen Sie uns bitte an.

✓ Zutreffende Norm für den angegebenen Typen.

WERKSTOFFE FÜR THERMOLEITUNGEN
ZULÄSSIGE GRENZABWEICHUNGEN NACH DEN ANGEGEBENEN NORMEN

Tabelle 1 // IEC 60584

Norm-symbol	Materialien	Temperaturbereich in °C (t90)	Zulässige Grenz-abweichung Klasse 1	Zulässige Grenz-abweichung Klasse 2	Zulässige Grenz-abweichung ISA (nicht genormt)*	Messstellen-temperatur in °C
KX	ISATHERM® PLUS ISATHERM® MINUS	–25 bis +200	±60 µV (±1,5 °C)	±100 µV (±2,5 °C)	±30 µV	+900
NX	NICROSIL NISIL	–25 bis +200	±60 µV (±1,5 °C)	±100 µV (±2,5 °C)	±30 µV	+900
EX	ISATHERM® PLUS ISOTAN®	–25 bis +200	±120 µV (±1,5 °C)	±200 µV (±2,5 °C)	±60 µV	+500
JX	EISEN ISOTAN®	–25 bis +200	±85 µV (±1,5 °C)	±140 µV (±2,5 °C)	±50 µV	+500
TX	E-KUPFER ISOTAN®	–25 bis +100	±30 µV (±0,5 °C)	±60 µV (±1,0 °C)	±15 µV	+300

Tabelle 2 // ASTM E230

Norm-symbol	Materialien	Temperaturbereich in °C (t90)	Zulässige Grenz-abweichung Standard	Zulässige Grenz-abweichung Spezial	Zulässige Grenz-abweichung ISA (nicht genormt)*
KX	ISATHERM® PLUS ISATHERM® MINUS	0 bis +200	±2,2 °C	±1,1 °C	±0,55 °C
NX	NICROSIL NISIL	0 bis +200	±2,2 °C	±1,1 °C	±0,55 °C
EX	ISATHERM® PLUS ISOTAN®	0 bis +200	±1,7 °C	±1,0 °C	±0,5 °C
JX	EISEN ISOTAN®	0 bis +200	±2,2 °C	±1,1 °C	±0,55 °C
TX	E-KUPFER ISOTAN®	–60 bis +100	±1,0 °C	±0,5 °C	±0,25 °C

Tabelle 3 // Messbereiche ISA

Messbereich / Typ	Auf Anfrage		Standardmäßig	
	–25 °C	–40 °C	+100 °C	+100/+200 °C
KX	✓			✓
NX	✓			✓
EX	✓			✓
JX	✓			✓
TX	✓	✓	✓	

* Bei diesen Grenzabweichungen ist mit entsprechend längeren Lieferzeiten zu rechnen.
✓ Zutreffende Norm für den angegebenen Typen.

WERKSTOFFE FÜR AUSGLEICHSLEITUNGEN

Normen der Thermospannungsgrundreihen

Norm	Status	Ausgleichsleitungen							
		BC	SCA	SCB	RCA	RCB	KCA	KCB	NC
IEC 60584	Gültig	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
GOST P.8.585-2001	Gültig	In der GOST P.8.585-2001 sind keine Ausgleichsleitungen spezifiziert. Hier werden die Toleranzen der Elemente angenommen.							

		BX	BC	SX	RX	CC	DC
ASTM E 230	Gültig	✓	✓	✓	✓		
ASTM E 988	Gültig					✓	✓

Wir liefern nach den oben aufgeführten Normen. Wünschen Sie Sondernormen, ältere Ausgaben der aufgeführten Normen oder Ihre eigenen Spezifikationen, sprechen Sie uns bitte an.

✓ Zutreffende Norm für den angegebenen Typen.

WERKSTOFFE FÜR AUSGLEICHSLEITUNGEN ZULÄSSIGE GRENZABWEICHUNGEN NACH DEN ANGEGEBENEN NORMEN

Tabelle 1 // IEC 60584

Norm-symbol	Materialien	Temperaturbereich in °C (t 90)	Zulässige Grenzabweichung Klasse 1	Zulässige Grenzabweichung Klasse 2	Messstellentemperatur in °C	Zulässige Grenzabweichung ISA (nicht genormt)*
KCA	EISEN ISA® MINUS	0 bis +200	±60 µV (±1,5 °C)	±100 µV (±2,5 °C)	+900	±30 µV
KCB	E-KUPFER ISOTAN®	0 bis +100	±60 µV (±1,5 °C)	±100 µV (±2,5 °C)	+900	-
NC	E-KUPFER ISA®-SIL	0 bis +200	±60 µV (±1,5 °C)	±100 µV (±2,5 °C)	+900	-
RCA/ SCA	E-KUPFER A-KUPFER 11	0 bis +100	±20 µV (±1,5 °C)	±30 µV (±2,5 °C)	+1.000	-
RCB/ SCB	E-KUPFER A-KUPFER 11	0 bis +200	±30 µV (±2,5 °C)	±60 µV (±5,0 °C)	+1.000	-
BC	E-KUPFER E-KUPFER	0 bis +100	-	±40 µV (±3,5 °C)	+1.400	-
BC	S-KUPFER** E-KUPFER	0 bis +200	-		+1.400	±33 µV
CC	ISA®-SIL ISOTAN®	0 bis +200	-	±110 µV (±8,0 °C)	+ 1.800	-
ACA	auf Anfrage	0 bis +100	±40 µV (±3,5 °C)	-	+ 1.800	-
ACB	auf Anfrage	0 bis +200	-	±70 µV (±5,0 °C)	+ 1.800	-

Tabelle 2 // ASTM E230

Norm-symbol	Materialien	Temperaturbereich in °C (t68)	Zulässige Grenzabweichung Standard	Zulässige Grenzabweichung ISA (nicht genormt)*
RX/SX	E-KUPFER A-KUPFER 11	0 bis +200	±5,0 °C	±2,5 °C
BX	S-KUPFER E-KUPFER	0 bis +200	±4,2 °C	
BC	E-KUPFER E-KUPFER	0 bis +100	±3,7 °C	

Tabelle 3 // ASTM E988

Norm-symbol	Materialien	Temperaturbereich in °C	Zulässige Grenzabweichung Standard	Zulässige Grenzabweichung ISA (nicht genormt)*
CC	ISA®-SIL ISOTAN®	0 bis +200	±110 µV	±55 µV
DC	ISATHERM® PLUS EISEN	0 bis +200	±110 µV	±55 µV

Tabelle 4 // Messbereiche ISA

Typ \ Messbereich	+100 °C	+100/+200 °C
RCA/SCA/KCB/BC	✓	
Sonstige		✓

* Bei diesen Grenzabweichungen ist mit entsprechend längeren Lieferzeiten zu rechnen.
** Nicht in Norm aufgeführt.
✓ Zutreffende Norm für den angegebenen Typen.