

Inhalt

Allgemeines	2
Lieferprogramm	2
Typische Fertigungslängen und typische Lager- und Abgabelängen.....	3
Technische Daten.....	4
Der K-Zustand in NiCr-Ni-Thermoelementen (Typ K)	6
Mantelleitungen mit Edelmetall-Thermopaaren	9
Standard-Mantelwerkstoffe	10
Isolierkeramik	13
MIMS-Kurzbezeichnungen.....	13

MIMS-Leitungen

Allgemeines

Mantelleitungen haben einen Außenmantel aus Metall und 2 bis 8 Innenleiter. Die Isolation besteht aus hochkomprimiertem Metalloxidpulver (vorzugsweise MgO oder Al₂O₃).

Mantelleitungen für Thermoelemente haben Innenleiter aus Thermomaterial. Mantelleitungen für Widerstandsthermometer haben Innenleiter aus Kupfer, Kupfer-Nickel-Legierungen, Nickel, Nickel-Chrom oder nickelplattiertem Kupfer.

Mantelleitungen sind ausgelegt für den Einsatz bei hohen Temperaturen und werden überall dort eingesetzt, wo besonders hohe Anforderungen in Bezug auf mechanische, chemische und elektrische Stabilität gestellt werden.

Wegen ihrer guten Biegsamkeit werden diese Leitungen bevorzugt auch dort eingesetzt, wo schwierige räumliche Verhältnisse bestehen und ein flexibler Einsatz gewünscht ist, wie z.B. im Labor oder in Versuchsanlagen. Die minimalen Biegeradien liegen bei $3 \times D$ (D = Außendurchmesser der Leitung).

Durch die Entwicklung rationeller Verarbeitungsverfahren sind Mantelleitungen heute ein immer häufiger eingesetztes Vormaterial zur Herstellung genormter Thermoelemente und Widerstandsthermometer, insbesondere im Bereich der industriellen Mess- und Regelungstechnik sowie in der KFZ-Sensorik.

Lieferprogramm

SensyMIC bietet ein breites Programm an Mantelleitungen zur Herstellung von Mantel-Thermoelementen und Mantel-Widerstandsthermometern an.

Alle genormten Thermopaare Typ K, J, L, T, U, E und N, sowie die Edelmetall-Thermopaare Typ R, S und B können als Mantelthermoelementleitung geliefert werden. Auch verschiedene Mantelleitungen mit Cu-, CuNi-, Ni- und NiCr- Innenleitern sind ab Lager lieferbar.

Es sind allerdings nicht alle Kombinationen aus Mantelwerkstoff und Thermopaar möglich, da z.B. bei hochwarmfesten Mantelwerkstoffen die notwendigen Wärmebehandlungen zum Teil wesentlich oberhalb der maximal zulässigen Temperaturen für die Leiter liegen.

SensyMIC bietet ein breites Programm an MIMS-Leitungen zur Herstellung von Mantel-Thermoelementen und Mantel-Widerstandsthermometern an. Alle genormten Thermopaare der Typen K, J, L, T, U, E und N, sowie die Edelmetall-Thermopaare Typ R, S und B können als MIMS-Thermoelementleitung geliefert werden. Auch verschiedene Mantelleitungen mit Cu-, CuNi-, Ni- und NiCr-Innenleitern sind ab Lager lieferbar. Die MIMS-Leitungen sind in einer Vielzahl von Kombinationen herstellbar. Die Auswahl der Basismaterialien hängt von verschiedenen Kriterien (Temperatureinsatzbereich, notwendige Wärmebehandlung beim Ziehprozess usw.) ab. Mantelleitungen gibt es in Außendurchmessern zwischen 0,25 bis 12,7 mm und können je nach Durchmesser in Fertigungslängen zwischen 20 und 2.000 m geliefert werden. Aus Gründen der Arbeitssicherheit und besserer Verarbeitbarkeit werden Fertigungslängen jedoch in handhabbare Lagergrößen geteilt.

Typische Fertigungslängen und typische Lager- und Abgabelängen

Durchmesser	typische Fertigungslänge	typische Lager- / Abgabelänge
0,50 mm	4500 m	100-300 m
1,00 mm	1000 m	200-500 m
1,50 mm	3600 m	300-500 m
1,60 mm	3300 m	300 m
2,00 mm	2100 m	300 m
3,00 mm	920 m	300 m
3,20 mm	800 m	300 m
4,50 mm	410 m	200 m
4,80 mm	365 m	155 m
6,00 mm	230 m	110 m
6,40 mm	200 m	100 m
8,00 mm	130 m	60 m
9,50 mm	65-85 m	20-30 m
12,70 mm	30 m	15 m

Hierbei gilt zu beachten, dass nicht lagerhaltige Längen den Fertigungslängen entsprechen. Dies ist gemessen am Durchmesser.

Technische Daten

Der Mantel

Allen MIMS-Leitungen gemein ist der Metallmantel, der sie mechanisch und chemisch widerstandsfähig gegen Einflüsse des zu messenden Mediums macht. Mantelleitungen werden mit einer Ummantelung aus kalt umformbaren metallischen Werkstoffen hergestellt, insbesondere aus der gesamten Palette der austenitischen nichtrostenden Stähle. Für die überwiegende Anzahl der Anwendungen werden Nickelbasislegierungen eingesetzt. Sonder-Mantelwerkstoffe sind auf Anfrage lieferbar.

Die Isolierung

Die Standardwerkstoffe für die Keramik-Kapillaren sind hochtemperaturbeständiges Magnesiumoxid (MgO) sowie Aluminiumoxid (Al₂O₃). Für die Herstellung von Mantelthermoelementleitung werden Keramik-Kapillaren in einer Reinheit von besser 99 % verwendet. Diese isolieren die Innenleiter gegen elektrische Kurzschlüsse und halten sie in der gewünschten Geometrie.

Die Leitermaterialien

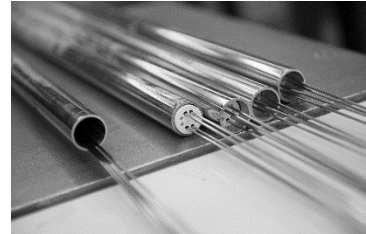
MIMS-Thermolementleitungen haben Innenleiter aus Thermomaterial gemäß den internationalen Normungen DIN EN, IEC, ASTM, BS, JIS. Edelmetall-Mantel-Thermolemente eignen sich hervorragend bei Hochtemperaturanwendungen unter oxidierenden Bedingungen. Mantelleitungen für Widerstandsthermometer haben Innenleiter aus Kupfer, Kupfer-Nickel-Legierungen, Nickel, Nickel-Chrom oder nickelplattiertem Kupfer

Isolationswiderstand

Das Isoliermaterial aus hoch komprimiertem Magnesium bzw. Aluminiumoxid (Keramik-Kapillaren) zeigt auch bei hohen Temperaturen sehr gute Isolationseigenschaften. Im Auslieferungszustand beträgt der Isolationswiderstand aller Mantelleitungen >30 GOhm bei Raumtemperatur.

Verarbeitung

Bei der Verarbeitung der Leitung muss streng darauf geachtet werden, dass die Leitung nach Öffnen der Versiegelung oder dem Zuschneiden wieder ausreichend getrocknet und unmittelbar nach dem Trocknen feuchtigkeitsdicht verschlossen wird. Lagern mit offenen Enden sollte unbedingt vermieden werden.

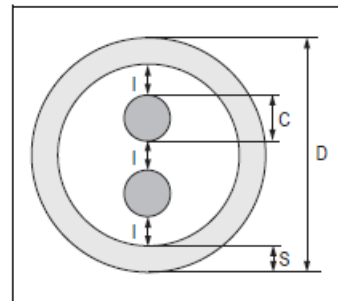


MIMS-Leitungen

Abmessungen

Die Tabelle zeigt die Grenzabweichungen der Außendurchmesser, die Mindestwandstärke, den Mindest-Leiterdurchmesser und die Dicke der Isolation in Anlehnung an DIN EN 61515.

Außendurchmesser der Leitung (D) Nennwert ± Grenzabweichung mm	Mindest- wanddicke (S) mm	Minstdurchmesser der Innenleiter (C) mm	Mindestdicke (I) der Isolation mm
0,5 ± 0,025	0,05	0,08	0,04
1,0 ± 0,025	0,10	0,15	0,08
1,5 ± 0,025	0,15	0,23	0,12
1,6 ± 0,025	0,16	0,24	0,13
2,0 ± 0,025	0,20	0,30	0,16
3,0 ± 0,030	0,30	0,45	0,24
3,2 ± 0,030	0,32	0,48	0,26
4,0 ± 0,045	0,40	0,60	0,32
4,5 ± 0,045	0,45	0,68	0,36
4,8 ± 0,045	0,48	0,72	0,38
6,0 ± 0,060	0,60	0,90	0,48
6,4 ± 0,060	0,64	0,96	0,51
8,0 ± 0,080	0,80	1,20	0,64
10,0 ± 0,100	1,00	1,50	0,80



D = Außendurchmesser
C = Leiterdurchmesser
S = Wanddicke
I = Dicke der Isolation

Homogene Außendurchmesser

Homogene Außendurchmesser werden durch den Einsatz von Ziehsteinen aus Industriediamant erreicht. Das bedeutet z. B. **Toleranzbereich 0 im positiven Bereich** des Außendurchmessers gehört zu unserem Standard, sofern nicht abweichend vom Kunden spezifiziert.

MIMS-Leitungen

Der K-Zustand in NiCr-Ni-Thermoelementen (Typ K)

Thermoelemente vom Typ K sind die am meisten eingesetzten Thermoelemente in der Prozessmesstechnik – und nicht nur dort. Sie stellen eine technisch wie wirtschaftlich optimale Lösung dar:

- weiter Temperaturbereich von –200 bis +1200 °C
- gute Langzeitstabilität unter oxidierenden Bedingungen
- hohe messtechnische Empfindlichkeit von 40 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- hervorragende Eignung in Mantelthermoelementen
- gegenüber Edelmetallen günstiger Preis

Immer wieder werden Stimmen laut, die diesen Thermoelementen die Eignung für die in der industriellen Mess- und Regeltechnik notwendigen Genauigkeiten absprechen, und zwar auf Grund des K-Zustandes, dem diese Legierungen unterworfen sind.

Was ist der "K"-Zustand?

Der "K"-Zustand ist ein Phänomen, das bei Nickel-Chrom-Legierungen auftritt und das sich insbesondere auf die thermoelektrischen Eigenschaften dieser Legierungen auswirkt. Es sind dies magnetische Ordnungszustände der einzelnen Gitterbausteine.

Man unterscheidet:

- einen "geordneten" Zustand, den schon genannten **"K"-Zustand** und
- einen "ungeordneten" Zustand, der im folgenden **"U"-Zustand** genannt werden soll.

Man kann sich das so vorstellen, dass die Gitterbausteine im "K"-Zustand in Reih und Glied stehen, während sie im "U"-Zustand wild durcheinander laufen.

Diese Zustände können durch bestimmte Temperaturbehandlungen erzeugt und beliebig rückgängig gemacht oder umgekehrt werden.

Daneben kommen – und das ist ein häufig auftretender Fall – beliebige Übergangszustände zwischen den beiden oben genannten Zuständen vor.

Was bewirken Ordnungszustände?

Die Thermospannung eines NiCr-Schenkels im "K"-Zustand kann gegenüber einem identischen Schenkel im "U"-Zustand je nach Temperatur und Prüfmethode um ein Äquivalent von 2 bis 3 °C höher sein. In den Übergangszuständen verringert sich dieser Wert.

Wie entstehen Ordnungszustände?

Oberhalb 600 °C herrscht in einer NiCr-Legierung immer der "U"-Zustand; er stellt sich nach Erreichen dieser Temperatur sehr schnell ein.

Kühlt man die Legierung schnell (in wenigen Minuten) auf Raumtemperatur ab, bleibt der "U"-Zustand erhalten, so lange die Legierung nicht wieder über Raumtemperatur erwärmt wird. Er ist sozusagen eingefroren.

Kühlt man die Legierung langsam (in einigen Stunden) auf Raumtemperatur ab, stellt sich im allgemeinen ein Übergangszustand zwischen "K" und "U" ein.

Hält man die Legierung in einem Temperaturbereich von 250 bis 500 °C über längere Zeit, dann stellt sich der "K"-Zustand ein, der so lange bestehen bleibt, bis die Legierung wieder auf 600 °C oder höher erwärmt wird.

Mit welcher Wärmebehandlung werden Mantelthermoelemente ausgeliefert?

Alle Hersteller wenden nach dem letzten Ziehvorgang eine Glühung an, um die durch plastische Verformungen entstandenen Verfestigungen des Mantels und der Drähte abzubauen, d.h. um das Mantelthermoelement weich und somit leicht biegsam und große Veränderungen der Thermospannung rückgängig zu machen.

Diese Glühungen finden durchweg bei Temperaturen oberhalb 600 °C statt, d.h. die Drähte befinden sich im "U"-Zustand.

Üblicherweise versucht man, die Leitungen nach der Glühung möglichst schnell abzukühlen, um z.B. bei Mänteln aus rostbeständigen austenitischen Stählen (1.4571 oder dgl.) Ausscheidungsvorgänge zu vermeiden, die eine Schweißbarkeit beeinträchtigen würden. In den Drähten erzielt man dadurch einen mehr oder weniger undefinierten Übergangszustand zwischen "K" und "U"; lediglich bei einigen Anlagen zur Durchlaufkühlung kann man bei kleinen Leitungsquerschnitten eine so schnelle Abkühlung erzielen, dass der "U"-Zustand eingefroren wird.

Wie verhalten sich Thermolemente in den unterschiedlichen Auslieferungszuständen?

Thermolemente werden üblicherweise so eingebaut, dass sich ihre Messstelle bei einer erhöhten Temperatur befindet. Die Temperatur entlang der Gesamtlänge des Thermolementes fällt dann mit einem beliebigen Verlauf auf Raumtemperatur ab.

Bei einem völlig homogenen Thermolement, d.h. wenn die Thermoschenkel von vorne bis hinten absolut gleichartig sind und keinerlei örtliche Gefügeveränderungen oder Verunreinigungen aufweisen, ist die Thermospannung ausschließlich von der Differenz zwischen Messstelle und Vergleichsstelle abhängig.

Ist das Thermolement dagegen nicht mehr homogen, treten Abweichungen von der ursprünglichen Thermospannung auf, die abhängig sind von Art und Stärke der Inhomogenität und dem Temperaturverlauf entlang des Thermolementes.

Jedes Thermolement vom Typ K – gleichgültig in welchem Zustand die Leitung ausgeliefert wurde – wird sich nach dem Einbau und beim ersten Gebrauch verändern, da es immer durch einen Temperaturbereich geführt wird, in dem sich nach längerer Zeit der "K"-Zustand einstellt.

Wichtig dabei ist, dass sich der "K"-Zustand auch bei Temperaturen leicht unterhalb 250 °C einstellt, nur deutlich langsamer, d.h. es kann Wochen dauern.

Was passiert beim ersten Aufheizen auf 600 °C und mehr?

Für die folgende Betrachtung wird ein "normaler" Einbau der Thermolemente vorausgesetzt, wie er in der Prozesstechnik üblich ist:

Das Thermolement ist fest eingebaut und die Betriebstemperatur ist immer in der gleichen Größenordnung.

1. Auslieferung im "U"-Zustand

An der Messstelle passiert nichts, denn dort herrscht bereits der "U"-Zustand. Im sogenannten Temperaturgradienten, d.h. wo die Temperatur zum Ende hin abfällt, wird sich allmählich ein "K"-Zustand einstellen, was (siehe oben) Wochen dauert. Während dieser Zeit ändert sich die Abweichung von der wahren Thermospannung laufend. Eine verlässliche Temperaturmessung und -regelung ist nicht gegeben. Am kalten Ende entsteht dann wieder ein Übergang vom "K"-Zustand zum "U"-Zustand, eine weitere Inhomogenität mit zusätzlichem Einfluss auf die Thermospannung.

2. Auslieferung im Übergangszustand

An der Messstelle stellt sich der "U"-Zustand ein, was relativ schnell geht. Im Temperaturgradienten geschieht dann wieder die schleichende Entwicklung des "K"-Zustandes und am kalten Ende entsteht wieder der Übergang vom "K"-Zustand zum Übergangszustand als zusätzliche Fehlerquelle.

3. Auslieferung im "K"-Zustand

An der Messstelle entsteht sehr schnell der "U"-Zustand. Im Temperaturgradienten und am kalten Ende geschieht nichts, da hier überall bereits der "K"-Zustand vorhanden ist, d.h. man hat sofort eine stabile und verlässliche Temperaturanzeige.

Wie werden Mantelthermoelemente geprüft?

Zur Thermospannungsprüfung – wenn sie zuverlässig sein soll – werden die Proben in den "K"-Zustand versetzt.

Wird dies nicht getan, geschieht bei der Kalibrierung genau das, was oben für die beiden ersten Auslieferungszustände geschildert wurde.

Wann ist eine zuverlässige Temperaturmessung zu erwarten?

Nur bei Auslieferung der Mantelthermoelemente im stabilen "K"-Zustand kann man eine zuverlässige Temperaturmessung erwarten, die auch mit der Thermospannung übereinstimmt, wie sie bei der Prüfung ermittelt wurde. Also sollten Mantelthermoelemente ausschließlich im stabilen "K"-Zustand ausgeliefert werden. SensyMIC wendet als einziger Hersteller eine aufwendige zweite Schlussglühung an, die sicherstellt, dass sich die gesamte Leitung im stabilen "K"-Zustand befindet.

Mantelleitungen mit Edelmetall-Thermopaaren

Edelmetall-Mantel-Thermoelemente eignen sich hervorragend bei Hochtemperaturanwendungen unter oxidierenden Bedingungen. In Chemieanlagen werden sie eingesetzt, wenn absolute Beständigkeit gegen Säuren aller Art gefordert wird.

Einsatz

Bei Einsatz von Edelmetall-Thermoelementen ist zu beachten, dass der Isolationswiderstand der verwendeten Isolierkeramik bei höheren Temperaturen (über 1000 °C) stark abfällt. Wenn größere Längen des Mantelmaterials hohen Temperaturen ausgesetzt sind, kann es zu Messfehlern durch Mittelwertbildung über die Einbaulänge kommen. Maximal empfohlene Dauertemperatur 900 °C wegen des Driftverhaltens bei höheren Temperaturen.

Standardausführung

Standardmäßig werden Mantelleitungen mit Alloy 600-Mantel in Typ S mit Durchmesser 1,5 mm und 3,0 mm und in Typ R mit Durchmesser 1,6 mm und 3,2 mm geführt.

Mantelleitungen mit Pt10%Rh-Mantel sind in Typ S mit Durchmesser 1,5 mm und 3,0 mm und in Typ R in 1,6 mm ab Lager lieferbar.

Sonderausführung

Sonderausführungen sind in anderen Abmessungen auf Anfrage jederzeit möglich. Es können auch Mäntel mit anderer Platin-Rhodium-Zusammensetzung gefertigt werden.

Standard-Mantelwerkstoffe

Grundsätzlich sind Mantelthermoelemente mit Mänteln aus allen verformbaren Mantelwerkstoffen herstellbar, insbesondere aus der gesamten Palette der austenitischen nichtrostenden Stähle. Aber auch Nickelbasislegierungen kommen für bestimmte Anwendungen in Frage. Außerdem sind Sonder-Mantelwerkstoffe lieferbar.

Max. Einsatztemperatur	Mantelwerkstoff	Werkstoffeigenschaften	Einsatzgebiete
800 °C	1.4301 AISI 304 1.4306 AISI 304 L	Die Werkstoffe 1.4301 und 1.4306 haben einen unterschiedlich niedrigen Kohlenstoffgehalt und unterscheiden sich insbesondere in ihrem Verhalten gegen interkristalline Korrosion. Gute Beständigkeit gegen organische Säuren bei mäßigen Temperaturen, Salzlösungen, wie z.B. Sulfate, Sulfide und Sulfite, alkalische Lösungen bei mäßiger Temperatur. Gute Schweißseigenschaften. Eine Schweißnachbehandlung ist insbesondere bei 1.4306 im allgemeinen nicht erforderlich.	Chemischer Apparatebau, Kernkraft, Textil- und Papierindustrie, Fett- und Seifenindustrie, Nahrungsmittelgewerbe, Molkerei- und Brauereibetriebe, Salpetersäureindustrie.
800 °C	1.4404 AISI 316 L	Durch den Zusatz von Molybdän höhere Korrosionsbeständigkeit in nicht oxidierenden Säuren, wie Essigsäure, Weinsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure und anderen. Erhöhte Lochfraßbeständigkeit. Gute Schweißseigenschaften. Eine Wärmebehandlung ist im allgemeinen nicht erforderlich.	Sulfit-, Zellstoff-, Textil-, Farben-, Fettsäure-, Seifen- und pharmazeutische Industrie.
800 °C	1.4541 AISI 321	Gute interkristalline Korrosionsbeständigkeit – auch nach dem Schweißen. Gute Beständigkeit gegen Schweröle, Dampf und Verbrennungsabgase. Gute Oxidationsbeständigkeit. Kontinuierlich einsetzbar bis ca. 800 °C. Gute Schweißseigenschaften bei allen Standard-Schweißverfahren, keine Schweißnachbehandlung notwendig, gute Verformbarkeit.	Kernkraft- und Reaktorbau, chemischer Apparatebau, Glühöfen, Wärmetauscher, Papier- und Textilindustrie, Petrochemie, Erdölindustrie, Fett- und Seifenindustrie, Nahrungsmittelgewerbe.
800 °C	1.4571 AISI 316 TI	Erhöhte Korrosionsbeständigkeit gegenüber bestimmten Säuren durch Zusatz von Molybdän. Resistent gegen Lochfraß, Salzwasser und aggressive Industrieinflüsse. Kontinuierlich einsetzbar bis ca. 800 °C. Gute Schweißseigenschaften bei allen Standard-Schweißverfahren, keine Schweißnachbehandlung notwendig. Gute Duktilität.	Kernkraft- und Reaktorbau, chemischer Apparatebau, Ofenbau, chemische und pharmazeutische Industrie.
1150 °C	1.4749 AISI 446	Extrem gute Beständigkeit gegen reduzierende, schwefelhaltige Atmosphäre. Sehr gute Beständigkeit gegen Oxidation und Luft. Gute Beständigkeit gegen Korrosion durch Verbrennungsrückstände, Kupfer-, Blei- und Zinnschmelzen. Gute Schweißseigenschaften bei Anwendungen von Lichtbogen-Schweißen und WIG-Schweißen. Vorwärmung auf 200 - 400 °C wird empfohlen. Eine Nachbehandlung ist nicht notwendig.	Petrochemie, Metallurgie, Energietechnik, Rekuperatoren, Wärmebehandlungsöfen, Anlagen für Wirbelbettfeuerungen, Müllverbrennungsanlagen.

MIMS-Leitungen

Max. Einsatztemperatur	Mantelwerkstoff	Werkstoffeigenschaften	Einsatzgebiete
1100 °C	2.4816 Inconel 600™	Gute allgemeine Korrosionsbeständigkeit, beständig gegen Spannungsriß-Korrosion. Ausgezeichnete Oxidationsbeständigkeit. Nicht empfohlen bei CO ₂ - und schwefelhaltigen Gasen oberhalb 550 °C und Natrium oberhalb 750 °C. An Luft beständig bis 1100 °C. Gute Schweißigenschaften bei Anwendung aller Schweißtechniken. Ausgezeichnete Verformbarkeit auch nach längerem Einsatz.	Druckwasserreaktoren, Kernkraft, Ofenbau, Kunststoffindustrie, Wärmevergütung, Papier- und Nahrungsmittelindustrie, Dampfkessel, Flugmotoren.
1250 °C	2.4851 Inconel 601™	Hohe Temperaturbeständigkeit bis 1250 °C unter oxidierenden Bedingungen. Ein herausragendes Merkmal der INCONEL-Legierung 601 ist ihre Beständigkeit gegen Oxidation bei hohen Temperaturen. Die Legierung weist auch eine gute Beständigkeit gegen wässrige Korrosion auf, weist eine hohe mechanische Festigkeit auf und lässt sich leicht formen, bearbeiten und schweißen.	Thermische Verarbeitung, chemische Verarbeitung, Umweltschutz, Luft- und Raumfahrt und Energieerzeugung. Industrielle Heizungsanwendungen sind Tempern, Aufkohlen, Karbonitrieren und Nitrieren
1100 °C	2.4951 Nimonic 75™	Hervorragende Hochwarmfestigkeit und Beständigkeit gegen Oxidation und Aufkohlung. Durch Verbindung von Nickel und Chrom sehr gute Beständigkeit gegen heiße, gasförmige Medien. Beständigkeit gegen thermische Ermüdung und Thermoschock. Gute Schweißigenschaften bei Anwendung aller Schweißtechniken. Ausgezeichnete Verformbarkeit auch nach längerem Einsatz.	Raumfahrt, Flugzeugbau, Kernreaktoren, Maschinenbau, Metallbearbeitung, thermische Verfahrenstechnik.
1100 °C in Luft	1.4876 Incoloy 800™	Durch Zusatz von Titan und Aluminium hat der Werkstoff besonders gute Werte für die Warmfestigkeit. Geeignet für Anwendungszwecke, wo neben Zunderbeständigkeit höchste Belastbarkeit gefordert wird. Ausgezeichnet beständig gegen Aufkohlung und Aufstickung. Der Werkstoff ist gut schweißbar mit Lichtbogen- und WIG-Verfahren. Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist nicht erforderlich.	Kraftwerke, Erdöl- und Petrochemie, Ofenbau.
1150 °C	1.4841 AISI 314	Ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit, auch bei hohen Temperaturen. Auch in kohlenstoff- und schwefelhaltigen Atmosphären geeignet. An Luft Oxidationsbeständigkeit bis 1000 °C (unterbrochener Betrieb) bzw. 1150 °C (kontinuierlicher Betrieb). Gut geeignet bei hoher Temperaturwechselbelastung. Langzeitige kontinuierliche Verwendung im Temperaturbereich von 425 - 850 °C wird empfohlen. Gute Schweißigenschaften bei Anwendungen von Lichtbogen-Schweißverfahren. Thermische Nachbehandlung ist nicht notwendig. Gute Verformbarkeit im Anlieferungszustand. Nach längerem Einsatz ist mit leichter Versprödung zu rechnen.	Dampfkessel und Hochöfen, Zement- und Ziegelöfen, Glasherstellung, Erdöl- und Petrochemie, Ofenbau, Kraftwerke.
1100 °C	1.4845 AISI 310 S	Gute Beständigkeit gegen Oxidation und Sulfidierung. Durch den hohen Chromgehalt beständig gegen wässrige Lösung oxidierender Art sowie gute Beständigkeit gegen chlorinduzierte Spannungsriß-Korrosion. Gute Beständigkeit in Cyanidschmelzen und neutralen Salzsäuremelzen bei hohen Temperaturen. Für Grünfäule nicht empfindlich. Gut schweißbar. Es wird empfohlen, mit geringer Wärmeeinbringung zu schweißen. Bei Gefahr interkristalliner Korrosion nach dem Schweißen Lösungsglühen.	wie 1.4841

1300 °C	Pt 10 % Rh	Hochtemperaturbeständig bis 1300 °C unter oxidierenden Bedingungen. In Anwesenheit von Sauerstoff, Schwefel, Silizium hohe Warmfestigkeit bis 1200 °C. Besondere Beständigkeit in Halogenen, Essigsäuren, NaHCl-Lösungen etc. Versprödung durch Aufnahme von Silizium aus Armierungskeramiken. Über 1000 °C Schwefeleutektika möglich. Phosphor-Empfindlichkeit.	Glas-, elektrochemische und katalytische Technik, chemische Industrie, Laborbetriebe, Schmelz-, Glüh- und Brennöfen. Endlagerung von Produkten der Kernenergie.
---------	------------	--	---

MIMS-Leitungen

Isolierkeramik

Die Standardwerkstoffe für die Keramik-Kapillaren sind hochtemperaturbeständiges Magnesiumoxid (MgO) sowie Aluminiumoxid (Al₂O₃).

Für die Herstellung von Mantelthermoelementleitung werden Keramik-Kapillaren in einer Reinheit von besser 99 %, für Mantelleitungen von besser 98% verwendet.

MIMS-Kurzbezeichnungen

Unsere Kurzbeschreibung dient der groben Orientierung, Details über die jeweilige MIMS-Leitung finden sich im Angebotes bzw. unserer Auftragsbestätigung.

Wie setzt sich unsere Kurzbeschreibung zusammen:

Beispiel:

Die SensyMIC Kurzbeschreibung MTL-1K-3,00-Alloy600 bezeichnet eine MIMS-Leitung mit 1 Thermopaar Typ K (1K), einem AD von 3,00 mm sowie einem Mantelwerkstoff Alloy 600

Die SensyMIC Kurzbeschreibung ML-4Ni-6,00-AISI 316L-WS-4L-V4 bezeichnet eine MIMS-Leitung mit 4 Innenleitern aus Nickel (4Ni), einem AD von 6,00 mm sowie einem Mantelwerkstoff AISI 316L.

Der Zusatz „WS-4L-V4“ bezeichnet eine „wide spaced“ Variante. Hier liegen die Innenleiter in der Regel näher am Außenmantel und die Anordnung der Innenleiter kann anders sein, als in unseren Standardausführungen um es zu ermöglichen, den Messwiderstand „verkehrt herum“ einzubauen.

SensyMIC part.-no.	Discription
7960308	MTL-1L-1,00-1.4571 (AISI 316TI)
7960314	MTL-1K-3,00-1.4571 (AISI 316TI)
7960315	MTL-2K-3,00-1.4571 (AISI 316TI)
7960317	MTL-2K-6,00-1.4571 (AISI 316TI)
7960321	MTL-1L-4,50-Alloy600
7960323	MTL-1L-6,00-Alloy600
7960324	MTL-2L-6,00-Alloy600
7960326	MTL-1K-1,00-Alloy600
7960327	MTL-1K-1,50-Alloy600
7960328	MTL-1K-3,00-Alloy600
7960329	MTL-2K-3,00-Alloy600

Eine ausführliche und stets aktuelle Version der Artikelnummern und Bestände finden Sie unter dem Punkt „Lagerlisten“ auf unserer Homepage oder kontaktieren Sie uns gerne einfach unter info@sensymic.com