

# Kaltleiter-Temperatursensor Typ MINIKA®

nach DIN 44 081 und DIN 44 082

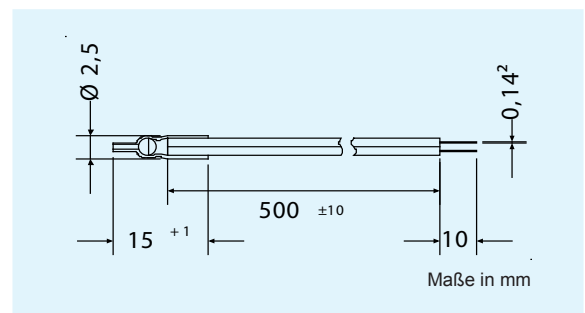
## Allgemeines

Kaltleiter-Temperatursensoren, auch PTC-Widerstände oder Thermistoren genannt, sind temperaturabhängige Halbleiterwiderstände, die die Eigenschaft haben, dass sich ihr elektrischer Widerstand bei Temperaturänderungen im Bereich der Nenn-Ansprechtemperatur NAT (TNF) sprunghaft ändert. Eingesetzt werden Kaltleiter vor-

wiegend für den Übertemperaturschutz von Wicklungen in Elektromotoren oder Transformatoren. Weitere Einsatzbereiche sind Maschinen und Werkzeugmaschinen, speziell Maschinenlager und die Temperaturüberwachung von Leistungshalbleitern oder Kühlkörpern. Hierzu eignen sich Kaltleiter-Temperatursensoren besonders durch ihren exakten Ansprechbereich verbunden mit kleinen Abmessungen und geringer thermischer Trägheit bei niedrigen Preisen.

## Einzelkaltleiter MINIKA K

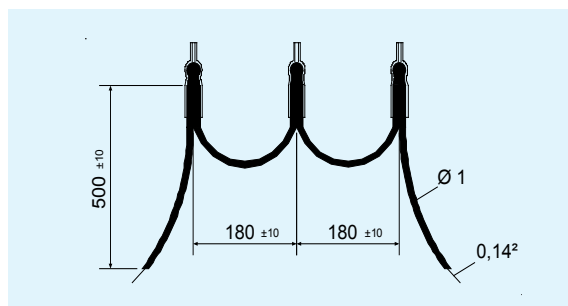
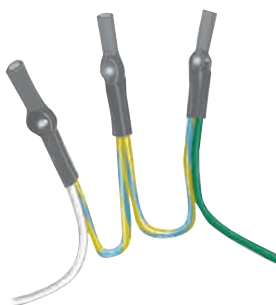
PTFE-isolierte Anschlusslitze  
Cu, versilbert  
Zuleitungslänge: 500 ±10 mm  
Abisolierlänge 10 mm  
Querschnitt: 0,14 mm<sup>2</sup>  
(AWG 26)  
Gewicht: ca. 2,6 g



Typ	NAT°C	Norm-Kennfarben (DIN 44 081)	Best.Nr. MINIKA®
K 60	60 ± 5	weiß - grau	<b>K401000</b>
K 70	70 ± 5	weiß - braun	<b>K401010</b>
K 80	80 ± 5	weiß - weiß	<b>K401005</b>
K 90	90 ± 5	grün - grün	<b>K401015</b>
K 100	100 ± 5	rot - rot	<b>K401025</b>
K 110	110 ± 5	braun - braun	<b>K401035</b>
K 120	120 ± 5	grau - grau	<b>K401045</b>
K 130	130 ± 5	blau - blau	<b>K401055</b>
K 140	140 ± 5	weiß - blau	<b>K401065</b>
K 150	150 ± 5	schwarz - schwarz	<b>K401075</b>
K 160	160 ± 5	blau - rot	<b>K401085</b>
K 170	170 ± 5	weiß - grün	<b>K401095</b>
K 180	180 ± 5	weiß - rot	<b>K401090</b>

## Drillingskaltleiter MINIKA KD

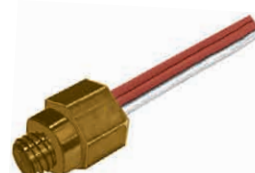
PTFE-isolierte Anschlusslitze  
 Cu, versilbert  
 Zuleitungslänge:  
 500-180-180-500 ± 10 mm  
 Abisolierlänge 10 mm  
 Querschnitt: 0,14 mm<sup>2</sup>  
 (AWG 26)  
 Gewicht: ca. 3,6 g



Typ	NAT°C	Norm-Kennfarben (DIN 44 082)	Best.-Nr. MINIKA®
KD 60	60 ± 5	weiß - gelb - gelb - grau	<b>K401300</b>
KD 70	70 ± 5	weiß - gelb - gelb - braun	<b>K401310</b>
KD 80	80 ± 5	weiß - gelb - gelb - weiß	<b>K401305</b>
KD 90	90 ± 5	grün - gelb - gelb - grün	<b>K401315</b>
KD 100	100 ± 5	rot - gelb - gelb - rot	<b>K401325</b>
KD 110	110 ± 5	braun - gelb - gelb - braun	<b>K401335</b>
KD 120	120 ± 5	grau - gelb - gelb - grau	<b>K401345</b>
KD 130	130 ± 5	blau - gelb - gelb - blau	<b>K401355</b>
KD 140	140 ± 5	weiß - gelb - gelb - blau	<b>K401365</b>
KD 150	150 ± 5	schwarz - gelb - gelb - schwarz	<b>K401375</b>
KD 160	160 ± 5	blau - gelb - gelb - rot	<b>K401385</b>
KD 170	170 ± 5	weiß - gelb - gelb - grün	<b>K401395</b>
KD 180	180 ± 5	weiß - gelb - gelb - rot	<b>K401390</b>

## Einschraubsensor in Gehäuse G2 (M4) und G3 (M6) MINIKA KS

PTFE-isolierte Anschlusslitze  
 Cu, versilbert  
 Zuleitungslänge:  
 500 ± 10 mm  
 Abisolierlänge 10 mm  
 Querschnitt: 0,14 mm<sup>2</sup>  
 (AWG 26)  
 Gewicht: G2: ca. 5 g  
 G3: ca. 14 g



Typ	NAT°C	Norm-Kennfarben	Bestellnummern	
			G2 (M4)	G3 (M6)
KS 80	80 ± 5	weiß - weiß	<b>K302005</b>	<b>K302109</b>
KS 90	90 ± 5	grün - grün	<b>K302015</b>	<b>K302119</b>
KS 100	100 ± 5	rot - rot	<b>K302025</b>	<b>K302129</b>
KS 110	110 ± 5	braun - braun	<b>K302035</b>	<b>K302139</b>
KS 120	120 ± 5	grau - grau	<b>K302045</b>	<b>K302149</b>
KS 130	130 ± 5	blau - blau	<b>K302055</b>	<b>K302159</b>
KS 140	140 ± 5	weiß - blau	<b>K302065</b>	<b>K302169</b>
KS 150	150 ± 5	schwarz - schwarz	<b>K302075</b>	<b>K302179</b>
KS 160	160 ± 5	blau - rot	<b>K302085</b>	<b>K302189</b>
KS 170	170 ± 5	weiß - grün	<b>K302095</b>	<b>K302199</b>
KS 180	180 ± 5	weiß - rot	<b>K302090</b>	<b>K302190</b>

## Technische Daten

Bauform	<b>K</b>	<b>KD</b>	<b>KS</b>
Max. Betriebsspannung	25 V DC	25 V DC	25 V DC
Messspannung bei NAT+15K -20...NAT+5K	≤ 7,5 V DC ≤ 2,5 V DC	≤ 7,5 V DC ≤ 2,5 V DC	≤ 7,5 V DC ≤ 2,5 V DC
Nennansprechtemperatur NAT	60...180°C	60...180°C	80...180°C
Toleranz NAT	± 5 K	± 5 K	± 5 K
Nennwiderstand R -20...NAT-20K VPTC ≤ 2,5 V	≤ 250 Ω	≤ 750 Ω	≤ 250 Ω
Betriebstemperaturbereich	-20°C...NAT+20°C		
Thermische Ansprechzeit $t_a$	≤ 5 s	≤ 5 s	-
Lagertemperaturbereich	-25°C...+65°C		
Nennisolationsspannung $U_{eff}$	690 V	690 V	690 V
Isolationsprüfspannung $U_{eff}$	2500 V AC	2500 V AC	2500 V AC

1

## Widerstände

Der Widerstand jedes einzelnen Sensors, (Messung mit max. 2,5 V) muss bei Temperaturen, die auf die Nennansprechtemperatur (**NAT**) bezogen sind, folgende Werte haben:

$\leq 250 \text{ Ohm}$  bei Temperaturen von  $-20 \text{ Grad}$  bis  $\text{NAT} - 20 \text{ Grad}$

$\leq 550 \text{ Ohm}$  bei einer Temperatur von  $\text{NAT} - 5 \text{ Grad}$

$\geq 1330 \text{ Ohm}$  bei einer Temperatur von  $\text{NAT} + 5 \text{ Grad}$

$\geq 4000 \text{ Ohm}$  bei einer Temperatur von  $\text{NAT} + 15 \text{ Grad}$

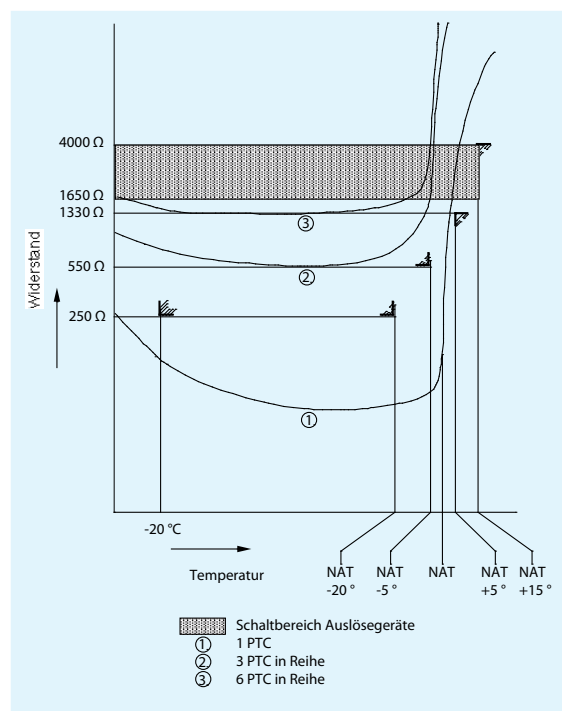
Die genauen Widerstandswerte in den Temperaturbereichen sind ohne Bedeutung. Der Kaltwiderstand einwandfreier Sensoren muss zwischen  $20$  und maximal  $250 \text{ Ohm}$  liegen. Typische Werte (Raumtemperatur) liegen bei  $50 - 150 \text{ Ohm}$ .

Liegt der Kaltwiderstand innerhalb der angegebenen Grenzen, kann Unterbrechung und Kurzschluss ausgeschlossen werden. Rückschlüsse auf die Nennansprechtemperatur sind nur möglich, wenn der Kaltleiter auf diese Temperatur erhitzt wird.

Auslösegeräte schalten (nach Norm) zwischen  $1650 \text{ Ohm}$  und  $4000 \text{ Ohm}$ .

Damit ergibt sich bei gleichmäßiger Erwärmung einer verschiedenen Anzahl von Temperatursensoren, die in Reihe an ein Auslösegerät angeschlossen sind, folgender Abschaltpunkt:

- 1 PTC schaltet spätestens bei  $\text{NAT} + 15 \text{ Grad}$ , frühestens bei  $\text{NAT} + 5 \text{ Grad}$
- 3 PTC (typischer Fall) schalten spätestens bei  $\text{NAT} + 5 \text{ Grad}$ , frühestens bei  $\text{NAT} - 5 \text{ Grad}$
- 6 PTC schalten spätestens bei  $\text{NAT}$ , frühestens bei  $\text{NAT} - 20 \text{ Grad}$ . (Absolut gleichmäßige Erwärmung aller Sensoren kommt hier kaum vor.)



## Isolationsklassen

Wir empfehlen folgende Werte der Nennansprechtemperatur NAT (TNF) eingebauter Kaltleiter für Maschinen, die in ihrer zulässigen Erwärmung entsprechend der Isolierstoffklasse voll ausgenutzt sind.

Diese Werte können für Maschinen mit geringerer Ausnutzung entsprechend vermindert werden. Es kann in einigen Fällen erforderlich sein, durch Versuche oder

aufgrund von Erfahrungen von den empfohlenen Werten der Tabelle abweichende Werte der Nennansprechtemperatur (NAT) festzulegen. Wenn eine Vorwarnung vorgesehen ist, wird als Nennansprechtemperatur hierfür ein Wert empfohlen der jeweils um  $20^\circ\text{C}$  unterhalb der Ausschalttemperatur liegt.

Isolierstoffklasse			
120 (E)	130 (B)	155 (F)	180 (H)
$120^\circ\text{C}$	$130^\circ\text{C}$	$150^\circ\text{C}$	

## Einbau der Kaltleiter-Temperatur Sensoren

Der Einbau der Kaltleiter kann nur vor dem Imprägnieren der Wicklung durch eine Motorenfabrik vorgenommen werden. Ein nachträglicher Einbau ist nicht möglich.

Jeder Wicklungsstrang erhält einen Temperatursensor. Das bedeutet, dass in eintourigen Motoren 3 und in polumschaltbaren Motoren 6 Temperatursensoren eingebaut sind. Die Sensoren sind in Serienschaltung angeordnet und an separate Klemmen im Klemmenkasten geführt.

Die Messkreisleitungen sind als getrennte Steuerleitungen zu verlegen. Die Verwendung von Adern der Speiseleitung des Motors oder anderer Hauptstromleitungen ist nicht zulässig. Sind induktive oder kapazitive Einstreuungen durch parallel liegende Starkstromleitungen zu erwarten, so sind geschirmte Steuerleitungen zu verwenden.

Die maximale Leitungslänge bei Kabelquerschnitt  $0,5 \text{ mm}^2$  beträgt ca. 500 m. Bei größeren entsprechend mehr. Bei Geräten mit Kurzschlussüberwachung wird bei einem Leitungswiderstand  $> 20 \Omega$  ein Kurzschluss am Sensor nicht erkannt.

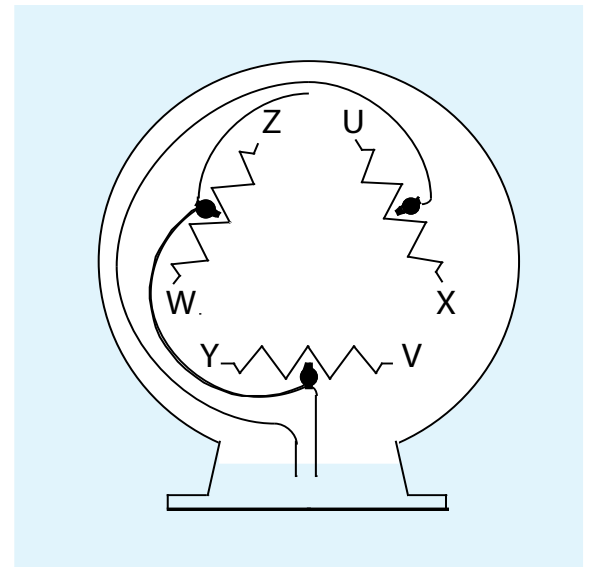
Der Einbau der Kaltleiter sollte möglichst im wärmsten Wickelkopf, also an der Abluftseite der elektrischen Maschine erfolgen. Beim Einbau ist besonders auf einen guten Wärmekontakt der Sensoren mit der Wicklung zu achten. Je inniger die Kaltleiter mit der Wicklung verbunden sind, desto besser können sie, vor allem bei steilen Temperaturanstiegen, der Wicklungstemperatur folgen. Aus diesem Grund sind

die Temperatursensoren in die Mitte der Wickelköpfe einzubetten, so dass sie allseitig vom Wicklungskupfer umgeben sind.

Zum Einbau der Temperatursensoren werden die fertig geformten Wickelköpfe mit einem Wickelholz in der Mitte aufgespreizt. Die Temperatursensoren sind parallel zu den Wickeldrähten einzulegen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Wicklungsdrähte an den Temperatursensoren anliegen. Hohlräume und Lufteinschlüsse verschlechtern den Wärmekontakt und sind durch Anpressen der Wicklungsdrähte an die Sensoren mit Handkraft auf ein Minimum zu verringern. An der Einbaustelle der Sensoren sind die Wicklungsdrähte des Wicklungskopfes fest zu bandagieren. Bei Drahtstärken über  $1 \text{ mm}^2$  sollten die Zwischenräume mit einem mit Quarzmehl gefüllten Harz ausgefüllt werden.

Wenn der Motorenhersteller besondere Imprägniermittel oder Tränklacke verwendet, die kein chemisch neutrales Verhalten zeigen, oder besondere Arbeitsmethoden anwendet, muß er die Widerstandsfähigkeit der Temperatursensoren unter den von ihm verwendeten Einsatzbedingungen selbst erproben.

Zur Vermeidung von Störspannungsspitzen durch Schleifenbildung empfehlen wir die Rückführung der Anschlusslitze auf derselben Seite wie die Zuleitung.



Montageempfehlung: Zu lange Zuleitungen nicht kürzen, sondern aufrollen und anbinden.

## Prüfung der eingebauten Kaltleiter

Die Kaltleiter-Temperatursensoren dürfen nur mit einer Gleichspannung von max. 2,5 V auf Durchgang geprüft werden. Deshalb sollen keine Summer (Spannungsspitzen) oder ähnliches verwendet werden, sondern nur Messinstrumente bzw. Messbrücken.

Die Widerstandswerte im Bereich von  $-20^\circ\text{C}$  bis NAT  $-20$  Grad dürfen

bei allen Werten die 250 Ohm nicht überschreiten. Die genauen Widerstandswerte innerhalb dieses Temperaturbereiches sind ohne Bedeutung. Der niedrigste Widerstandswert einwandfreier Sensoren liegt im allgemeinen über 20 Ohm.

Bei der Ermittlung der Messwerte ist darauf zu achten, dass die Messergebnisse nicht durch die Eigenwärmerung der Sensoren beeinflusst werden. Wir prüfen in unserer Fertigung die Sensoren auf Durchschlagsfestigkeit und Kaltwiderstand sowie Nennansprechtemperatur.

# Pt 100-Temperatursensor Typ TF101

## Allgemeines

Temperatursensoren der Reihe TF101 sind Widerstandsthermometer (RTD-Sensoren) und enthalten als Sensor einen Platin-Messwiderstand nach EN 60751 / IEC 60751. Er besitzt eine hohe Langzeitstabilität und die Messung ist mit Temperaturfühlern dieser Typenreihe über lange Zeit genau. Die enge Toleranz der Messwiderstände erlaubt es,

die Sensoren bei Beibehaltung der Messleitungslänge auszutauschen, ohne die angeschlossenen Mess- oder Schaltgeräte neu abzugleichen. Der Temperatursensor Typ TF101 ist in verschiedenen Ausführungen lieferbar. Beim Einsatz der Sensoren ist die Wärmeableitung über die Anschlusskabel zu berücksichtigen. Dies kann z.B. beim Sensor TF101/G3 dazu führen, dass die Endtemperatur nur sehr langsam oder gar nicht erreicht wird.

## Ausführungsformen

TF101/N  
-50°C...+550°C

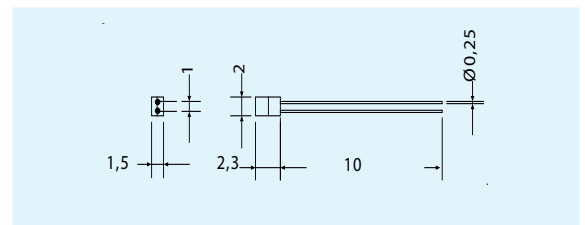


Der Messwiderstand in offener Bauform ist für den Einbau durch den Anwender vorgesehen. Sehr kleiner und schneller Messwiderstand, nur zur weiteren Verarbeitung geeignet.

**Hinweis:** die Anschlussdrähte dürfen nicht gekürzt werden. Ansprechzeit:  $T_{0,9}$  in Luft 10 s, in Wasser < 1 s

Bestell-Nummer:

**019061**



TF101/K  
-30°C...+200°C



Sensor, in Streichholzgröße, mit Schrumpfschlauch geschützt. Die Bauform TF101/K eignet sich zum Einbau in Trafo- und Motorwicklungen. Beim Einbau in Wicklungen ist darauf zu achten, dass der Messwiderstand keinem Druck ausgesetzt wird und keine Zugbelastung auf das Kabel entsteht. Ansprechzeit  $T_{0,9}$  in Luft 100 s, in Wasser 19 s.

Bei 2-Leiter-Sensoren mit 2 m Kabellänge ergibt sich durch den

Leitungswiderstand ein Temperaturfehler von  $0,51 \Omega = 1,32 \text{ K}$ .

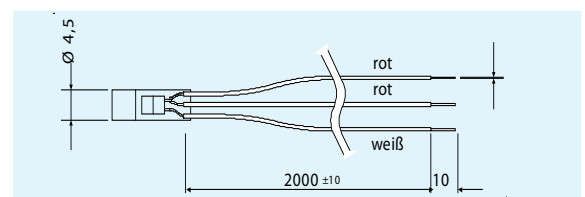
Gewicht: ca. 10 g

Bestell-Nummer: 2-Leiter

**T223154**

3-Leiter

**T223134**



TF101/U 2  
-30°C...+105°C



Sensoren der Bauform TF101/U2 sind durch eine Edelstahlhülse V4A geschützt. Sie eignen sich für die Temperaturmessung in Flüssigkeiten, unter Isolationen, an Oberflächen oder für Innen- oder Aussentemperatur. Die Schutzart ist IP 66.

Bei der Ausführung mit PVC-Anschlusskabel liegen 3 Litzen mit je  $0,25 \text{ mm}^2$  in einer gemeinsamen Umhüllung. Das Kabel kann damit einfach verlegt und z.B. auch durch eine Verschraubung geführt werden. Die maximal zulässige Umgebungstemperatur beträgt  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Die Ausführung mit PTFE-Isolierung

(Teflon) mit 3 Einzellitzen je  $0,14 \text{ mm}^2$  kann bis zu Spitzentemperaturen von  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  eingesetzt werden.

Gewicht: ca. 50 g (PVC)

ca. 20 g (PTFE)

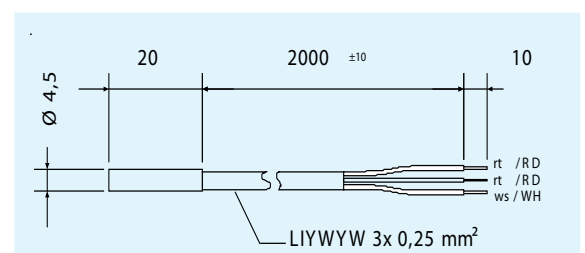
Bestell-Nummer:

3-Leiter, -30...+105°C

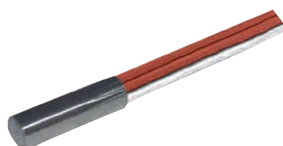
**T223051**

3-Leiter, -50...+200°C

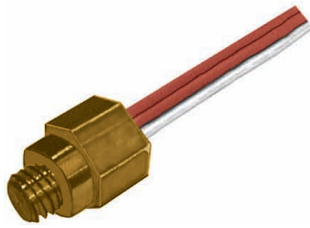
**T223052**



-50°C...+200°C



TF101/G3  
-50°C...+200°C  
mit Gewinde



Messwiderstand in Messinggewindehülse M6 eingebaut, besonders geeignet zum Einschrauben in Metallkörper z.B. zur Temperaturüberwachung von Lagern, Kühlkörpern oder Heizplatten. Es ist zu beachten, dass aufgrund der Bauform der Sensor durch das Anschlusskabel Wärme verlieren kann und damit ein Messfehler auftritt.

Kabellänge: 2000 mm

Gewicht: ca. 21 g.

(Maßzeichnung siehe Maßbilder)

Bestell-Nummer: 3-Leiter **T223143**

TF101/ZG2  
-50°C...+200°C



Messwiderstand eingebaut in Edelstahlrohr V4A mit Einschraubgewinde 1/2 Zoll zum Einbau in Rohrleitungen. Ansprechzeit  $T_{0,9}$  in Luft 255 s, in Wasser 45 s. Für Weiterleitung in 2- oder 3-Leitertechnik geeignet.

Gewicht ca. 120 g

(Maßzeichnung siehe Maßbilder)

Bestell-Nummer:  
110 mm Eintauchtiefe **T223137**

TF101/R  
-20...+70°C



Raumtemperatursensor für Innen- und Außenmontage. Schutzart IP 54, Kabelzuführung über Verschraubung M12. Für Weiterleitung in 2- oder 3-Leitertechnik geeignet.

Gehäuse B x H x T: 65 x 50 x 38 mm.

Gewicht ca. 70 g

Bestell-Nummer: **T223060**

## Technische Daten

Nennwiderstand  
Temperaturkoeffizient  
Toleranzklasse B  
Prüfspannung  
Anschlusskabel

Schrumpfschlauch  
max. Temperaturbereich

100  $\Omega$  bei 0 °C  
ca.  $3,85 \times 10^{-3}/K$  (siehe Tabelle)  
 $\Delta\theta = \pm (0,3 + 0,005 \theta)$  [°C]  
2,5 kV AC (nicht TF 101/N)  
mit PTFE (Teflon) isolierte, versilberte Kupferlitze  
0,14 mm<sup>2</sup>  
Kynar  
-50...+170 °C dauernd, 200 °C max. 170 h

## Kabelverlegung

ZIEHL Schaltgeräte der Reihe TR sind weitgehend unempfindlich gegen Störeinflüsse auf der Messleitung. Trotzdem sind unerwünschte Schaltvorgänge nicht ganz auszuschließen, vor allem dann, wenn der Grenzwert fast erreicht ist (Istwert knapp unter Grenzwert). Deshalb ist eine Kabelführung über lange Strecken parallel zu Starkstromleitungen zu vermeiden. Die Kabel sind gegebenenfalls abzuschirmen oder zu verdrillen.

## Leitungswiderstand

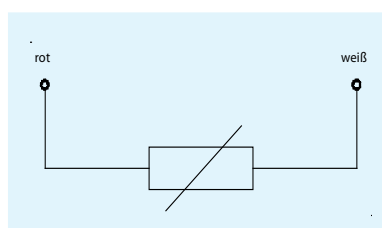
Bei Widerstandssensoren wird der Widerstand der Anschlussleitung mit erfasst und würde ohne entsprechende Kompensation zu mehr oder weniger großen Fehlern führen.

Der Widerstand einer Anschlussleitung wird wie folgt ermittelt:

$$R [\Omega] = 2 \times l / (k \times A), \text{ dabei ist } \begin{array}{l} l = \text{Leitungslänge hin + rück in [m]}, \\ k = \text{Leitfähigkeit in [S} \times \text{m/mm}^2 \text{] z.B. Cu=56,} \\ A = \text{Kabelquerschnitt in [mm}^2 \text{]}. \end{array}$$

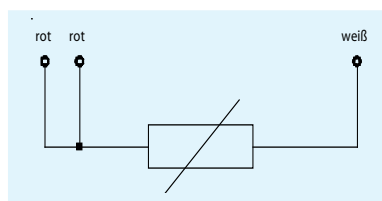
Beispiel für Kupferkabel  $l = 50 \text{ m}$  mit  $1 \text{ mm}^2$  Querschnitt:  $R = 2 \times 50 / (56 \times 1) = 1,79 \Omega$   
Der Messfehler beträgt damit ca.  $1,79 \Omega / 0,385 \Omega / \text{K} = 4,6 \text{ K}$ .

## Leitungskompensation



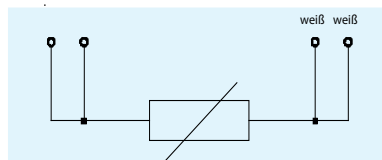
### 2-Leiter-Technik

Beim 2-Leiteranschluss wird der Leitungswiderstand durch ein Potentiometer am Schaltgerät, durch Programmierung (z.B. TR122 D, TR250...TR600), oder durch Beschaltung mit einem externen Widerstand kompensiert. Dem Vorteil der möglicherweise einfacheren und kostengünstigeren Verlegung von nur 2 Kabeln steht der Nachteil der bei längeren Leitungen erforderlichen manuellen Kompensation entgegen. Widerstandsänderungen durch Temperaturschwankungen des Anschlusskabels werden nicht berücksichtigt.



### 3-Leiter-Technik

Beim 3-Leiteranschluss wird über eine dritte Leitung zum Sensor (Sense) der Spannungsabfall auf einer Zuleitung ermittelt. Bei der Kompensation des Leitungswiderstands wird davon ausgegangen, daß der Spannungsabfall auf der zweiten Leitung identisch ist (gleiche Kabel verlegt, gleiche Temperatur der Kabel). Die Kompensation erfolgt automatisch. Mögliche Änderungen des Widerstands der Zuleitungen durch Erwärmung werden ebenfalls ausgeglichen.



### 4-Leiter-Technik

Beim 4-Leiteranschluss fließt über 2 Leitungen ein eingepprägter Strom durch den Sensor. Über 2 Sense-Leitungen wird der Spannungsabfall direkt am Sensor gemessen. Mögliche Unterschiede in den Sensoranschlussleitungen spielen keine Rolle. Nachteilig ist der höhere Aufwand für die Verlegung von 4 Kabeln.

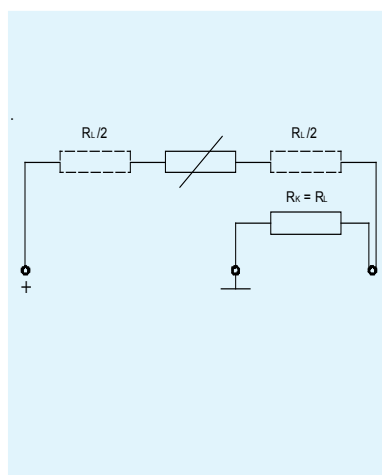
### Kombination von 2- und 3-Leiter-Technik

Beim Anschluss von 2-Leiter-Sensoren an Geräte mit 3-Leiter-Anschluss kann der Leitungswiderstand dadurch kompensiert werden, dass zwischen Sense- und Masseanschluss ein Kompensationswiderstand ( $R_K$ ) mit dem gleichen Wert wie der Leitungswiderstand ( $R_L = 2 \times R_L/2$ ) geschaltet wird (Leitung am Sensor kurzschließen und mit  $\Omega$ -Meter messen). Der Sensor wird dann zwischen + und Sense-Eingang angeschlossen. Der zu kompensierende Leitungswiderstand für Hin- und Rückleitung zusammen darf dabei nicht über dem für 3-Leiter-Anschluss zulässigen Widerstand einer Einzelleitung liegen.

Bei kleinen Leitungswiderständen (z.B. Zuleitungen  $< 5 \text{ m}$ ) kann auch ganz auf eine Kompensation verzichtet werden. Dabei wird der Sense-Eingang einfach überbrückt (Kompensationswiderstand =  $0 \Omega$ ). Der Fehler beträgt ca.  $2,6 \text{ K}/\Omega$  (z.B. ca.  $1 \text{ K}$  bei Leitungslänge  $5 \text{ m}$  und Kabelquerschnitt  $0,5 \text{ mm}^2$ )

3-Leiter-Sensoren können durch Weglassen eines Kabels als 2-Leiter-Sensoren eingesetzt werden. 2-Leiter-Sensoren können an einem beliebigen Punkt in 3- oder 4-Leiteranschluss verzweigt werden. Nur der Leitungswiderstand der beiden Kabel vom Verzweigungspunkt bis zum Sensor ist dann nicht kompensiert.

ZIEHL-Schaltgeräte, der Reihe TR sind ausgelegt für 2- oder 3-Leiteranschluss.



## Pt 100-Kennlinie

Grundwerte in  $\Omega$  für Messwiderstände Pt 100 nach EN 60751 / IEC 60751

$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$	$^{\circ}\text{C}$	$\Omega$
-200	18,49	0	100,00	200	175,84	400	247,04	600	313,59	800	375,51
-190	22,80	10	103,90	210	179,51	410	250,48	610	316,80	810	378,48
-180	27,08	20	107,79	220	183,17	420	253,90	620	319,99	820	381,45
-170	31,32	30	111,67	230	186,82	430	257,32	630	323,18	830	384,40
-160	35,53	40	115,54	240	190,45	440	260,72	640	326,35	840	387,34
-150	39,71	50	119,40	250	194,07	450	264,11	650	329,51	850	390,26
-140	43,87	60	123,24	260	197,69	460	267,49	660	332,66		
-130	48,00	70	127,07	270	201,29	470	270,86	670	335,79		
-120	52,11	80	130,89	280	204,88	480	274,22	680	338,92		
-110	56,19	90	134,70	290	208,45	490	277,56	690	342,03		
-100	60,25	100	138,50	300	212,02	500	280,90	700	345,13		
- 90	64,30	110	142,29	310	215,57	510	284,22	710	348,22		
- 80	68,33	120	146,06	320	219,12	520	287,53	720	351,30		
- 70	72,33	130	149,82	330	222,65	530	290,83	730	354,37		
- 60	76,33	140	153,58	340	226,17	540	294,11	740	357,42		
- 50	80,31	150	157,31	350	229,67	550	297,39	750	360,47		
- 40	84,27	160	161,04	360	233,17	560	300,65	760	363,50		
- 30	88,22	170	164,76	370	236,65	570	303,91	770	366,52		
- 20	92,16	180	168,46	380	240,13	580	307,15	780	369,53		
- 10	96,09	190	172,16	390	243,59	590	310,38	790	372,52		

## Pt 1000-Temperatursensor

Der große Bruder des Pt 100-Sensors ist der Pt 1000-Sensor. Sein Nennwiderstand bei  $0^{\circ}\text{C}$  beträgt  $1000\ \Omega$ . Die Widerstandswerte der Kennlinie liegen um den Faktor 10 höher. Die Abmessungen sind geringfügig größer. Sensoren Pt 1000 auf Anfrage.

## Pt 1000-Kennlinie

Widerstandswerte wie Pt 100, jedoch mit Faktor 10 multipliziert.