

Bedienungsanleitung für Thermoelemente und Widerstandsthermometer

VERWALTUNG UND VERTRIEB
FLINSCHSTRASSE 18a · 60388 FRANKFURT AM MAIN
TELEFON +49 69 42 00 70 · TELEFAX +49 69 4 20 07 26
E-MAIL: firma@schramm-gmbh.de

FERTIGUNG
ALTEBERGSTRASSE 44 · 36341 LAUTERBACH/HESSEN
TELEFON +49 66 41 66 10 · TELEFAX +49 66 4 16 61 33
E-MAIL: lauterbach@schramm-gmbh.de
INTERNET: <http://www.schramm-gmbh.de>

1. Allgemein

Wir liefern komplette gebrauchts- bzw. einbaufertige Thermometer. Diese Thermoelemente bzw. Widerstandsthermometer sind empfindliche Geräte, die gegebenenfalls Glas- oder Keramik-Innenteile haben. Sie müssen mit entsprechender Vorsicht behandelt werden. Beim Empfang der Thermometer ist darauf zu achten, dass alle evtl. lose mitgelieferten Teile ausgepackt werden. Lange Thermometer müssen an mehreren Stellen abgestützt und entsprechend hochgehoben bzw. transportiert werden. Gleiche Sorgfalt ist bei der Montage selbst erforderlich. Die Thermometer sollten vor dem Einbau überprüft werden (siehe 7.1) um sicherzustellen, dass keine Transportschäden aufgetreten sind.

2. Thermoelemente

Thermoelemente werden mit 1,2 gelegentlich mit 3 Thermopaaren geliefert. Die Meßstelle ist meistens isoliert, kann jedoch auch mit dem Schutzrohr verbunden sein. Die Verbindung Thermoelement-Meßgerät wird durch eine Ausgleichsleitung (AGL) hergestellt. Es müssen die zum Thermoelement passenden richtigen Ausgleichsleitungen in richtiger Polarität angeschlossen werden. Die Leitungen sollen mindestens 0,5 m von Energieleitungen entfernt, am besten auf eigenen Kabelbahnen, verlegt werden. Verdrillte und geschirmte Leitungen unterdrücken magnetische und elektrische Einstreuungen. Meßkreise nicht oder nur in einem Punkt erden.

Leitungsabgleich ist nicht erforderlich, wenn das nachgeschaltete Instrument einen Eingangswiderstand $\geq 1\text{M}\Omega$ hat.

3. Widerstandsthermometer

Widerstandsthermometer werden mit 1, 2, gelegentlich mit 3 Meßwiderständen geliefert.

Die Meßstelle ist isoliert, eine evtl. Verbindung zum Schutzrohr ist ein Isolationsdefekt: Die Verbindung Widerstandsthermometer-Meßgerät erfolgt meist in 2-Leiterschaltung (Leitungswiderstand geht nach Betrag und Änderung in die Messung ein). Für genauere Messungen wird 3-Leiterschaltung mit Abgleich des Leitungswiderstandes, für hochgenaue Messungen 4-Leiterschaltung mit Konstantstrom und hochohmigem Spannungsabgriff eingesetzt. Handelsübliche Kupferleitungen mit vorzugsweise $1,5\text{ mm}^2$ Querschnitt sollten verlegt werden, und zwar möglichst $\geq 0,5\text{ m}$ entfernt von Energieleitungen, am besten auf eigenen Kabelbahnen. Verdrillte und geschirmte Leitungen unterdrücken magnetische und elektrische Einstreuungen. Meßkreise nicht oder nur in einem Punkt erden.

Die vom Hersteller empfohlenen Meßströme, 0,1 bis 10mA je nach Ausführung, dürfen nicht überschritten werden (Eigenerwärmungs-Fehler).

4. Thermometer mit Messumformer im Anschlusskopf

Eventuell mögliche vorgenannte Probleme mit Leitungs-Übergangswiderständen und EMV lassen sich durch den Einbau von 2-Leiter Meßumformern (Ausgangssignal 4-20 mA) in den Anschlusskopf vermeiden. Es ist lediglich ein 2-adriges Kupferkabel notwendig. Mehrleiterschaltungen bei Widerstandsthermometern und Ausgleichsleitung bei Thermoelementen entfallen. Beim Einsatz der Meßumformer sind zu beachten:

- der Inhalt dieser bzw. der zum Meßumformer gehörenden Gebrauchsanweisung
- die einschlägigen Bestimmungen für Errichtung und Betrieb elektrischer Anlagen, gegebenenfalls die Verordnungen und Richtlinien für den Explosionsschutz.

5. Montage und Betrieb

5.1 Einbau

Das Thermometer (Thermoelement, Widerstandsthermometer) muß in bestmöglichen Kontakt mit dem zu messenden Medium gebracht werden.

Zur Vermeidung von Wärmeableitfehlern sollte die Eintauchtiefe sein:

In Flüssigkeiten 6-8 mal
In Gasen 10-15 mal

dem Schutzrohrdurchmesser. Sind nur sehr kleine Einbaulängen möglich, sollte 1 bis 1,5 mal der temperaturempfindlichen Länge eines Meßwiderstandes bzw. 30-50 mm bei einem Aussendurchmesser von 6 mm weder mit Thermoelementen noch mit Widerstandsthermoelementen unterschritten werden. Abhilfe bringt oft die Montage in einem Rohrbogen, wobei das Schutzrohr gegen die Strömungsrichtung des Mediums gerichtet werden muß.

5.2 Zuleitungen

Bei allen Zuleitungen ist auf gute Kontaktgabe zu achten und darauf, dass Korrosion, Feuchte, Schmutz, elektrische Einstreuungen von Energieleitungen usw. vermieden werden. Die Isolation der Leitungen wird nach Umgebungseinflüssen (trocken, feucht, chemisch aggressiv, heiß) ausgesucht, wobei die Umgebungstemperatur sowohl der Leitung als auch des Anschlußkopfes in der Regel 100°C nicht überschreiten darf.

Bei der Auswahl der Leitungen und bei ihrer Festlegung sind die jeweils gültigen Normen und Vorschriften zu beachten. Alle Meßsysteme sollten nach Möglichkeit ungeerdet betrieben werden oder nur an einem Punkt mit Meßerde verbunden sein.

Bei mit dem Schutzrohr verbundenen Thermopaaren soll dies die einzige Erd-Masse-Verbindung sein.

5.3 Schutzrohre

Thermometer können bei Temperaturen bis ca. 500°C in beliebiger Lage eingebaut wer-

den; darüber hinaus vorzugsweise senkrecht hängend.

Keramische Schutzrohre müssen vor mechanischer Beanspruchung (Schlag, Biegung) geschützt werden, außerdem vor Temperaturschock z. B. durch direkten Flammenkontakt.

Werden sie in einem heißen Prozeß eingeführt (z. B. bei Thermoelement-Tausch), müssen sie entweder vorgewärmt oder sehr langsam ($1-2\text{ cm/min}$ bei 1600°C , $10-20\text{ cm/min}$ bei 1200°C) eingeschoben werden. Dieses gilt auch für den Ausbau heißer Schutzrohre.

Waagrecht freitragende Längen $> 500\text{ mm}$ bei $> 1200^\circ\text{C}$ sind zu vermeiden.

5.4 Hinweis für ex-geschützte Betriebsmittel

Instandsetzungen (Reparaturen) dürfen sinnvoll nur unter folgenden Bedingungen durchgeführt werden und müssen den gesetzlichen Richtlinien bzw. Verordnungen entsprechen:

1. Reparaturen dürfen nur mit Originalersatzteilen des Ursprungslieferanten durchgeführt werden, da ansonsten die Anforderungen der Konformitätsbescheinigung nicht erfüllt sind.

2. Bei Ersatzteilbestellung muß eine genaue Angabe über die Vorlieferung, z. B. Schutzart (Exd, Exi) nach Konf.-Besch. Nr..., Auftrags-Nr., Fertigungs-Nr. Auftragsposition, erfolgen.

3. Thermometer als ex-geschützte Betriebsmittel erfüllen die an sie gestellten sicherheitstechnischen Anforderungen nur als Baueinheit wie in der Konformitätsbescheinigung festgelegt. Meßeinsätze oder Anschlußköpfe alleine erfüllen nicht die Anforderungen an den Explosionsschutz.

4. Liefert SCHRAMM Thermometer ohne Schutzrohr, die in ex-gefährdeten Bereichen eingesetzt werden sollen, ist der Betreiber voll dafür verantwortlich, dass

4.1 - diese Thermometer nur in Zonen eingesetzt werden, für die sie laut Konformitätsbescheinigung oder Herstellererklärung zugelassen sind (z.B. Zone 1 oder Zone 2),

4.2 - zur eventuell erforderlichen Zonentrennung (z.B. Zone 0 von Zone 1) ein Schutzrohr vorgesehen wird, welches den "Besonderen Bedingungen" der jeweils anzuwendenden Konformitätsbescheinigung voll entspricht.

5. SCHRAMM unterrichtet den Betreiber in geeigneter Form über o.g. Sachverhalt, z.B. durch Hinweis auf dieses Merkblatt.

6. Wartung

Thermometer und der gesamte Temperatur-Meßkreis müssen in regelmäßigen Abständen geprüft werden, und zwar auf

- Schutzrohrverschleiß
- Driften der Meßelemente durch Alterung bzw. chemischen Angriff
- Abnahme des Isolationswiderstandes durch Feuchte und Verschmutzung

- schlechten Kontakt der Leitungsverbindungen
- mechanische und chemische Beschädigungen der Thermometer und Leitungen

Widerstandsthermometer-Meßkreise prüft man, indem das Meßelement durch einen bekannten Festwiderstand ersetzt und damit eine bestimmte Temperatur simuliert. Thermoelement-Meßkreise prüft man, indem statt des Thermopaars eine mV-Spannung bekannter Größe an den Meßkreis anschließt.

In beiden Fällen kann man große Abweichungen von den Sollwerten feststellen und auch, ob das Thermometer oder die Instrumentierung Ursache für die Funktionsfehler sind.

Der Isolationswiderstand des gesamten ungeerdeten Meßkreises (Zuleitungen und

Thermometer) gegen Erde sollte $> 1 \text{ MOhm}$ sein (gemessen mit $\geq 100 \text{ V D.C.}$)

7 Fehlersuche

7.1 Schnellüberprüfung

von Thermoelementen und Widerstandsthermometern sowie den dazugehörigen Meßkreisen im ausgebauten Zustand

- Erforderliche Instrumente: mV-Meter, Ohm-Meter oder Widerstandsbrücke, Isolationsmesser mit 60-100 V-Spannung; alle Messungen bei Raumtemperatur
- Bei Raumtemperatur wird Durchgang und Isolation geprüft; durch "Klopfen" stellt man Drahtbrüche fest.
- Ein Thermoelement ist als in Ordnung zu betrachten, wenn $R < 20 \text{ Ohm}$ ist (Draht $> 0,5 \text{ mm } \varnothing$); der Wert hängt vom Draht-

querschnitt und der Länge ab. $R_{isol} \geq 100 \text{ MOhm}$ (bei isoliertem Thermopaar)

- Ein Widerstandsthermometer ist als in Ordnung zu betrachten, wenn $R \approx 110 \text{ Ohm}$ (bei Pt 100), $R_{isol} \geq 100 \text{ MOhm}$ ist

Erwärmen der Thermoelemente bzw. Widerstandsthermometer auf ca. 200 bis 400° C (ohne Temperaturkontrolle) läßt weitere Rückschlüsse auf Unterbrechungen, Verpolungen (bei thermoelementen), zu niedrigen Isolationswiderstand etc. zu.

Die Genauigkeit von Temperaturfühler gemäß den Anforderungen der ISO 9000 kann nur durch Vergleich mit einem Referenzelement überprüft werden. Hierzu ist meistens der Ausbau und Kontrolle in einem Prüfofen notwendig.

7.2 Fehlertabelle für Thermoelemente und Widerstandsthermometer

Der gesamte Temperatur-Meßkreis sollte routinemäßig überprüft werden.

In den nachfolgenden Tabellen sind die wichtigsten Fehler, dazu Vorschläge zu ihrer Behebung, zusammengestellt.

Man findet	Wahrscheinliche bzw. mögliche Ursachen	Abhilfe
Störungen des Meßsignals	a) elektrisch/magnetische Einstreuungen	- mindestens 0,5 m Abstand der Meß- zu Leitungsleitungen bei Parallelverlegung - Elektrostatische Abschirmung durch an einem Punkt geerdete Folie/Geflecht - Verdrillen der Adern (Paare) gegen magnetische Einstreuungen - Rechtwinkelige Kreuzungen von Meß- mit störenden Leistungsleitungen
	b) Erdschleifen	- nur ein Erdungspunkt im Meßkreis oder Meßsystem "schwebend" (nicht geerdet)
	c) Abnahme des Isolationswiderstandes	- eventuell ist Feuchte in das Thermometer/ den Meßeinsatz eingedrungen; gegebenenfalls austrocknen und neu versiegeln - Meßeinsatz austauschen - prüfen, ob Thermometer thermisch überlastet ist
Zu lange Ansprechzeiten, Fehlanzeigen	a) Falscher Einbauort - im Strömungsschatten - Einfluß einer Wärmequelle	- Einbauort so wählen, daß das Medium seine Temperatur ungestört auf das Thermometer übertragen kann
	b) Falsche Einbaumethode - zu geringe Eintauchtiefe - zu große Wärmeableitung	- Eintauchtiefe ca. $TEL^1 + 6 \times$ (Flüssigkeiten) bis $10 \times$ (Gase) d ($d =$ äußerer Schutzrohr- \varnothing) - Wärmekontakte, vor allem bei Oberflächenmessungen, durch passende Kontaktflächen und/oder Wärmeübertragungsmittel sicherstellen
	c) Schutzrohr zu dick, Schutzrohrbohrung zu groß	- Verfahrenstechnisch kleinstmögliches Schutzrohr wählen; Ansprechzeit in erster Näherung proportional dem Querschnitt bzw. Volumen des Thermometers, abhängig von Wärmeübergangszahlen und Luftspalten im Aufbau. Letztere mit Kontaktmittel (Öle, Fette) füllen
	d) Ablagerungen auf dem Schutzrohr	- Bei Inspektionen entfernen - Wenn möglich, anderes Schutzrohr, andere Einbaustelle wählen
Unterbrechungen im Thermometer	Vibrationen	- verstärkte Federn beim Meßeinsatz - Verkürzung der Einbaulänge - Verlegung der Meßstelle (wenn möglich) - Spezialkonstruktion von Meßeinsatz und Schutzrohr
Stark korrodiertes oder abgeriebenes Schutzrohr	- Zusammensetzung des Mediums nicht wie angenommen, oder geändert - Falsches Schutzrohr-Material gewählt	- Medium überprüfen, evt. defektes Schutzrohr analysieren und danach besser geeignetes Material wählen; zusätzlichen Oberflächenschutz vorsehen - Unter Umständen muß das Schutzrohr als Verschleißteil regelmäßig erneuert werden.

¹⁾TEL = Temperaturempfindliche Länge

Spezifischer Fehler bei Thermoelementen

Man findet	Wahrscheinlich bzw. mögliche Ursache	Abhilfe
Schwankende Temperatur-Anzeige bei sonst einwandfreiem Meßkreis-aufbau des Thermoelementes	- Vergleichsstellen-Temperatur bzw.- Spannung nicht konstant	- Temperatur bzw. Versorgungsspannung muß konstant gehalten werden (< 0,1%); Instrumente prüfen - Geht bei Unedelmetall-Thermopaaren in voller Höhe in die Messungen ein, bei Edelmetall-Thermopaaren nur etwa mit dem halben Wert
Starke Abweichungen der Temperaturanzeige von den Tabellenwerten für Thermoelemente	- falsche Materialkombinationen - schlechte elektrische Kontakte - parasitäre Spannungen (Thermospannungen, galvanische Spannung) - falsche Ausgleichsleitung	Thermopaare und Leitungen prüfen auf - richtige Paarung - richtige Ausgleichsleitung - richtige Polung - zulässige Umgebungstemperatur am Anschlußkopf

Spezifische Fehler bei Widerstandsthermometern

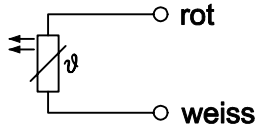
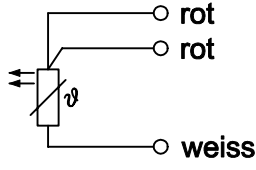
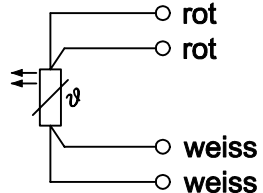
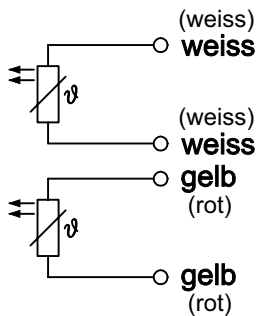
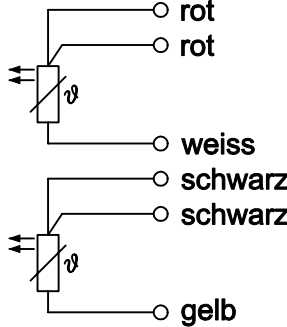
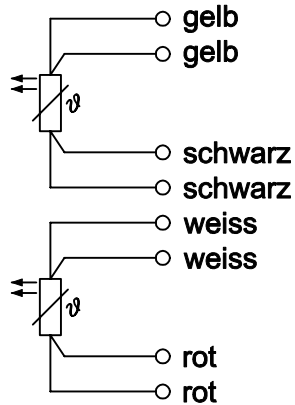
Man findet	Wahrscheinliche bzw. mögliche Ursache	Abhilfe
Zu hohe bzw. schwankende Temperatur-Anzeige trotz bekanntem Querschnitt, genauem Meßwiderstand des Widerstandsthermometers	- Leitungswiderstände hoch, nicht abgeglichen - temperaturbedingte Widerstandsänderung der Zuleitung	wenn noch möglich: - Verlegung von 2 Leitern größeren Querschnittes, evtl. erst ab einer zugänglicheren Stelle - Zuleitung kürzen - Leistungsabgleich - Umstellung auf 3- oder 4-Leiterschaltungen - Verwendung von Messumformern im Anschlusskopf
Schwankende Temperatur-Anzeige bei sonst einwandfreiem Meßkreis-aufbau des Widerstandsthermometers	Spannungs-bzw. Stromversorgung nicht konstant	Muß auf < 0,1 % konstant gehalten werden. Geht voll in die Messungen ein bei verstellter Brücke und Strom/Spannungsmessung (4-Leiterschaltung)

Unsere Angaben über unsere Produkte und Geräte sowie über unsere Anlagen und Verfahren beruhen auf einer umfangreichen Entwicklungsarbeit und anwendungstechnischen Erfahrung. Wir vermitteln diese Ergebnisse, mit denen wir keine über den jeweiligen Einzelvertrag hinausgehende Haftung übernehmen, in Wort und Schrift nach bestem Wissen, behalten uns jedoch technische Änderungen im Zuge der Produktentwicklung

vor. Darüber hinaus steht unser Anwendungstechnischer Dienst auf Wunsch für weitergehende Beratungen sowie zur Mitwirkung bei der Lösung fertigungs- und anwendungstechnischer Probleme zur Verfügung. Das entbindet den Benutzer jedoch nicht davon, unsere Angaben und Empfehlungen vor ihrer Verwendung für den eigenen Gebrauch selbstverantwortlich zu prüfen. Das gilt besonders für Auslandslieferungen auch

hinsichtlich der Wahrung von Schutzrechten Dritter sowie für Anwendungen und Verfahrensweisen, die von uns nicht ausdrücklich schriftlich angegeben sind. Im Schadensfall beschränkt sich unsere Haftung auf Ersatzleistungen gleichen Umfangs, wie sie unsere Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen bei Qualitätsmängeln vorsehen.

THERMOELEMENT - FARBCODIERUNG				
Thermopaar	Typ	DIN IEC 584	DIN 43710	ANSI MC96.1
Fe-CuNi	J	+ schwarz - weiss	+ rot - blau	+ weiss - rot
NiCr-Ni	K	+ grün - weiss	+ rot - grün	+ gelb - rot
NiCrSi-NiSi	N	+ rosa - weiss	_____	_____
Pt10Rh-Pt	S	+ orange - weiss	+ rot - weiss	+ schwarz - rot
Pt13Rh-Pt	R	+ orange - weiss	+ rot - weiss	+ schwarz - rot
Pt30Rh-Pt6Rh	B	+ grau - weiss	_____	+ grau - rot

WIDERSTANDSTHERMOMETER - FARBCODIERUNG			
	2 - Leiter	3 - Leiter	4 - Leiter
1 x Pt100			
2 x Pt100 *			

* Farbe in Klammern für Ausführung MW08 und MW08-Ex