

INSTALLATION UND WARTUNG VON
INDUSTRIELLEN ELEKTRISCHEN THERMOMETERN

LEITFADEN

MÖGLICHE FEHLERURSACHEN
SOWIE DEREN BEHEBUNG





TRADITIONSREICHES
FAMILIENUNTERNEHMEN

SEIT 1947

FAMILIENUNTERNEHMEN IN DRITTER GENERATION

75 Jahre Erfahrung in der Kabel- und Leitungsfertigung sowie in der Messtechnik ließen aus einem Ein-Mann-Betrieb ein Unternehmen mit über 550 Mitarbeitern werden. Unsere Stärke beweisen wir jedes Jahr durch mehr als 1500 Sonderkonstruktionen nach den Wünschen unserer Kunden. Jedes einzelne Produkt ist eine Herausforderung für unser kreatives Technik-Team. Denn wir von **SAB** verstehen uns als Produzent und Dienstleister – im Sinne echter Partnerschaft und größtmöglicher Kundenorientierung.

Die Qualität unserer Produkte ist heute in mehr als 100 Ländern der Welt bekannt und geschätzt. In allen Produktbereichen sind wir gemäß DIN EN ISO 9001 zertifiziert. Zudem haben wir für unser Unternehmen ein Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001, ein Arbeitsschutzmanagementsystem nach NLF/ILO-OSH und DIN ISO 45001 sowie ein Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 eingeführt.

Und auch für die Zukunft lautet unser Slogan: **„WIR GEHEN WEITER!“**

GEGRÜNDET: 1947 durch Peter Bröckskes sen.
ein konzernunabhängiges, mittelständisches Unternehmen.

GESCHÄFTSFÜHRER: Peter Bröckskes und Sabine Bröckskes-Wetten

FIRMENSITZ/FERTIGUNG: in Viersen (Niederrhein) 110.000 m² Grundfläche.
Eigene Herstellung vom Kupferleiter bis zum Außenmantel.
VDE-geprüfte Brennkammern und Technikum im Haus.

MITARBEITER: ca. 430 in Viersen, 550 weltweit

UMSATZ: über 134 Mio. € weltweit

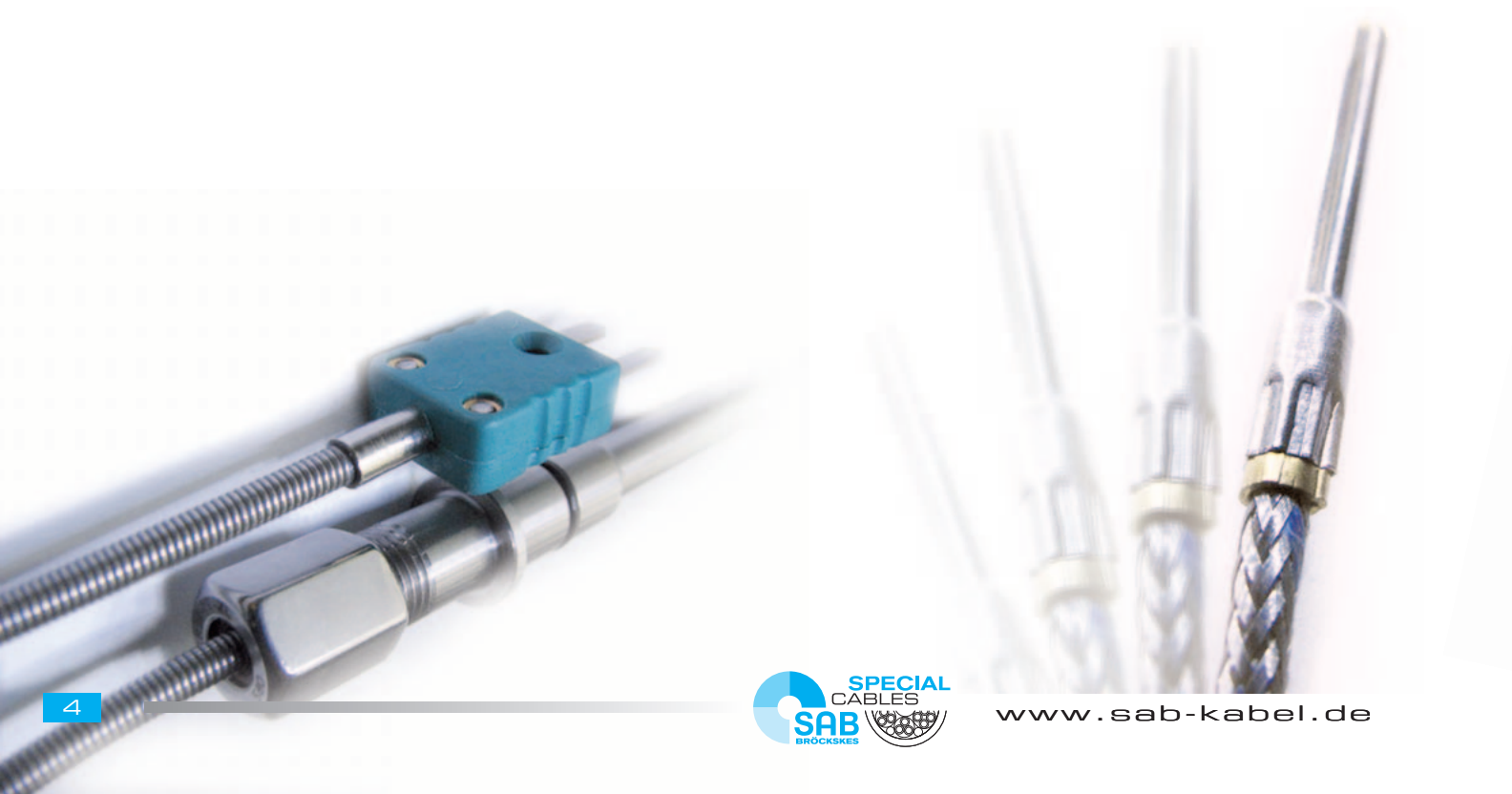
PRODUKTE: Spezialleitungen
Messtechnik
Kabel Konfektion

ZULASSUNGEN UND APPROBATIONEN: Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001 in allen Produktionsbereichen
Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001
Arbeitsschutzmanagementsystem nach NLF/ILO-OSH und DIN ISO 45001
Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001



ELEKTRISCHE THERMOMETER INSTALLATION, WARTUNG UND FEHLERSUCHE

	Seite
■ Das Unternehmen	3
1 Allgemeines	5
2 Funktionsprinzip elektrischer Thermometer	5
■ 2.1 Widerstandsthermometer	5
■ 2.2 Thermoelemente	5
3 Einbau und Inbetriebnahme von Thermometern	6
■ 3.1 Räumliche Anordnung von Thermometern	6
■ 3.2 Einbau von Thermometern	6
■ 3.3 Positionierung	6
■ 3.4 Betriebsbedingungen	6
■ 3.5 Umgebungsbedingungen am Anschlusskopf	7
4 Messleitungen	7
■ 4.1 Allgemeines	7
■ 4.2 Leitungen für Thermoelemente	7
■ 4.3 Leitungen für Widerstandsthermometer	7
■ 4.4 Leitungsanschluss im Anschlusskopf	7
5 Instandhaltung	8
■ 5.1 Wiederkehrende Inspektionen	8
■ 5.2 Überprüfung der Messkreise	8
■ 5.3 Überprüfen von ausgebauten Messeinsätzen	8
■ 5.4 Überprüfung der Schutzrohre	8
6 Funktionsstörungen und deren Behebung	9
■ 6.1 Funktionsstörungen, die bei allen elektrischen Thermometern vorkommen können	9
■ 6.2 Spezifische Fehler bei Thermoelementen	10
■ 6.3 Spezifische Fehler bei Widerstandsthermometern	11



1 Allgemeines

Elektrische Thermometer wandeln die physikalische Größe Temperatur in ein von ihr abhängiges Signal um. Sie sind in sich geschlossene konstruktive Komponenten, die an ihrem Ausgang ein weiterverarbeitbares Signal liefern. Abhängig vom Sensorprinzip ist dabei meistens eine Hilfsenergiequelle notwendig. Ein wesentlicher Vorteil ergibt sich durch die gute Übertragbarkeit dieser elektrischen Signale über weite Strecken. Messwertaufnahme und Anzeigeort der Temperatur können deshalb räumlich weit voneinander getrennt sein. Die Messsignale können in Steuerungs- und Regelungsanlagen bzw. Prozessleitsystemen mit geringem Aufwand eingebunden und verarbeitet werden.

2 Funktionsprinzip elektrischer Thermometer

2.1 Widerstandsthermometer

Platin-Widerstandsthermometer werden in den verschiedensten Ausführungsformen in der industriellen Messtechnik eingesetzt. Genormt sind Pt 100-Widerstandsthermometer und Messwiderstände nach DIN EN 60751. Ihr Widerstandswert beträgt bei 0°C 100Ω. In einem Temperaturbereich von -200°C bis +850°C genügt das Pt 100-Widerstandsthermometer einer festgelegten Kennlinie. Abweichungen von dieser Kennlinie, auch Grundwerte genannt, werden nach zwei Toleranzklassen, A und B, zugelassen. In Toleranzklasse B dürfen je nach Temperatur Messabweichungen von $\pm 0,3$ K bis $\pm 4,6$ K auftreten. In einem nach oben auf + 650°C beschränkten Temperaturbereich sind in Toleranzklasse A Abweichungen von $\pm 0,15$ K bis $\pm 1,45$ K zulässig. Technische PT-Widerstandsthermometer, die in vielen industriellen Herstellungsprozessen eingesetzt werden, bestehen aus den genormten Einzelteilen Schutzrohr, Anschlusskopf und Pt 100 Messeinsatz. Eine Übersicht der genormten Bauformen wird in DIN 43770 dargestellt. Die Kennlinien und elektrischen Eigenschaften sind in DIN EN 60751 genormt.

2.2 Thermoelemente

Bei der Temperaturmessung mit Thermoelementen treten im Vergleich zu Widerstandsthermometern höhere Messunsicherheiten auf. Dafür können sie in einem wesentlich größeren Temperaturbereich eingesetzt werden und sind unempfindlicher gegenüber mechanischer Belastung. Thermoelemente mit unedlen Thermopaaren weisen im Bereich von -200°C bis +1200°C, je nach Elementenart und Temperatur, Messabweichungen von ± 1 K bis ± 9 K auf, Edelmetall-Thermopaare im Bereich von 0°C bis + 1200°C $\pm 1,5$ K bis ± 3 K und darüber hinaus bis maximal +1700°C $\pm 4,3$ K. Diese Abweichungen entsprechen den Grenzabweichungen für Thermoelemente nach DIN EN 60584 in der Toleranzklasse 2. In dieser Norm und darüber hinaus in DIN 43710 (im April 1996 zurückgezogen) sind auch die Grundwertreihen der wichtigsten Thermopaare festgelegt. Da eine zuverlässige Temperaturmessung eine möglichst genaue Anpassung an den entsprechenden Prozess erfordert, gibt es auch bei den Thermoelementen die verschiedensten Ausführungsformen. In Analogie zu den Widerstandsthermometern gibt es genormte industrielle Ausführungen, die man als technische Thermoelemente bezeichnet.



3 Einbau und Inbetriebnahme von Thermometern

3.1 Räumliche Anordnung von Thermometern

Grundsätzlich arbeiten elektrische Thermometer völlig lageunabhängig. Bevorzugte Montageposition ist „senkrecht hängend“, d.h. Anschlusskopf oben, Schutzrohr nach unten.

3.2 Einbau von Thermometern

Übliche Einbaumethoden sind:

- Einschraubgewinde (zylindrische und konische Außengewinde)
- Überwurfmutter mit Innengewinde
- Flansche und Gegenflansche verschiebbar, dicht nur bei geringen Gasdrücken
- Aufgeschweißte Flansche
- Verschiebbare Klemmverschraubungen
- Einschweißen in Rohre/Rohrstutzen, Wandungen
- Bajonett nipple, nicht flüssigkeits- oder gasdicht

Muss das Schutzrohr eingeschweißt werden, ist das Halsrohr mit Anschlusskopf und Messeinsatz zu demontieren. Vor dem Zusammenbau ist sicherzustellen, dass die Bohrung des Schutzrohres frei von Fett und Verschmutzungen jeder Art ist.

Keramische Schutzrohre

Keramische Schutzrohre müssen vor mechanischer Belastung (Schlag) und vor Temperaturschocks geschützt werden. Werden sie bei laufendem Prozess eingebaut bzw. ausgetauscht, müssen sie **langsam** eingeschoben werden.

Als Richtwerte gelten:

10-20 cm/min bei + 1200°C

1-2 cm/min bei + 1600°C

oder die Schutzrohre müssen entsprechend vorgewärmt werden.

Waagrecht freitragende Längen von mehr als 500 mm bei Temperaturen über + 1200°C sind zu vermeiden.

Direkter Kontakt mit Flammen ist zu vermeiden.

3.3 Positionierung

Zur Verlegung der Leitung kann der Anschlusskopf mit der Kabelverschraubung gedreht werden. Dazu wird die Verschraubung des Halsrohres am Anschlusskopf bzw. im Halsrohr gelöst, der Anschlusskopf in die gewünschte Richtung gedreht und die Verschraubung wieder fest angezogen.

3.4 Betriebsbedingungen

Bei allen genannten Einbaumethoden ist darauf zu achten, dass die Verbindungen mit dem Prozess dicht, fest und sicher nach den anerkannten Regeln der Technik und den örtlichen Vorschriften hergestellt werden. Es ist ferner dafür Sorge zu tragen, dass die Thermometer ausreichende „Wärmetauschkfläche“ mit dem zu messenden Medium haben und dass der Fehler durch Wärmeableitung über das Schutzrohr klein gehalten wird. Das wird bei technischen Anwendungen erreicht, wenn man folgende Eintauchlängen vorsieht:

bei Messungen in Flüssigkeiten	WL + 5x Schutzrohr- \varnothing
bei Messungen in Gasen	WL + 10x Schutzrohr- \varnothing

(WL = Wirklänge des Messensors)

Die üblicherweise verwendeten Messsensoren bzw. Widerstandsthermometer haben eine Wirklänge von 5 bis 30 mm je nach Ausführung und Bauart.

Bei Thermoelementen kann die temperaturempfindliche Länge im allgemeinen vernachlässigt werden. In Rohrleitungen mit kleinen Durchmessern kann die wünschenswerte Einbaulänge nur erreicht werden, wenn das Schutzrohr in einem Rohrbogen so montiert wird, dass es gegen die Strömung gerichtet ist. Bei einer zu geringen Einbaulänge ist mit Fehlern zu rechnen, die groß gegenüber den Normtoleranzen sind.

Achtung: die **Einbaulänge** ist in der Regel größer als die **Eintauchlänge**, und nur letztere ist entscheidend!

3.5 Umgebungsbedingungen am Anschlusskopf

Die Umgebungstemperaturen sollten im Bereich -25°C bis $+80^{\circ}\text{C}$ liegen. Bei Verwendung von Silikondichtungen sind Temperaturen bis $+150^{\circ}\text{C}$ möglich. Die Belastbarkeit von Dichtungen, Kabelisolation, Material der Anschlussköpfe etc. ist zu berücksichtigen!

Werden elektronische Messumformer in den Anschlusskopf eingebaut, sind deren Temperaturgrenzen zu beachten. Maßgebend ist immer die zulässige Temperatur für die „schwächste“ Komponente!

Die Schutzart der Anschlussköpfe ist gemäß den zu erwartenden Umgebungsbedingungen zu wählen.

4 Messleitungen

4.1 Allgemeines

Die Leitungen müssen so ausgewählt werden, dass sie für die Umgebung geeignet, d.h. gegen thermische, mechanische und chemische Einflüsse beständig sind. Bei allen Leitungsverbindungen ist auf guten Kontakt zu achten. Messleitungen sollten getrennt und $> 0,5$ m entfernt von Energieleitungen verlegt werden und letztere rechtwinklig kreuzen. Alle Messkreise sollen möglichst erdfrei betrieben werden; wenn nötig, nur an einem Punkt erden. Zur Unterdrückung elektrostatischer bzw. magnetischer Einstreuung sollten die Leitungen geschirmt sein bzw. verseilte Adern haben.

Gültige Normen und Vorschriften sind zu beachten.

4.2 Leitungen für Thermoelemente

Zwischen Thermometer und Messgerät sind zum Thermopaar passende Ausgleichs- oder Thermoleitungen zu verlegen und in richtiger Polarität anzuschließen. Die Farbkennzeichnung der Ausgleichs- oder Thermoleitungen erfolgt nach der jeweils angewandten Norm für die Thermoelemente. Alle Verbindungsstellen sind metallblank und wackelkontaktfrei auszuführen, damit sie vernachlässigbare Übergangswiderstände haben.

4.3 Leitungen für Widerstandsthermometer

Zwischen Thermometer und Messgerät sind Leitungen mit Kupfer zu verlegen. Um die Fehler durch Leitungswiderstände und deren temperaturbedingten Änderungen klein zu halten, ist ein geeigneter Leiterquerschnitt zu wählen. Widerstandsthermometer werden in 2-, 3- und 4-Leiter-Schaltung betrieben, je nach Anforderung an die Genauigkeit. Die 2-Leiter-Schaltung verursacht den größten Messfehler. Für die 2- und 3-Leiter-Schaltung ist ein sog. Leitungsabgleich empfehlenswert, wenn die nachgeschalteten Instrumente dafür ausgelegt sind; damit lassen sich Zuleitungsfehler verringern bzw. fast völlig unterdrücken.

4.4 Leitungsanschluss im Anschlusskopf

Nachdem die Verbindungen am Anschluss-Sockel hergestellt sind, ist sicherzustellen, dass der Anschlusskopf wieder sorgfältig verschlossen und die Kabelverschraubung dicht ist. Nur so kann die IP-Schutzklasse des Gerätes sichergestellt werden.

5 Instandhaltung

5.1 Wiederkehrende Inspektionen

Thermometer und ihre Messkreise sollten in regelmäßigen Zeitabständen (1 bis 12 Monate) überprüft werden auf:

- mechanische, thermische, chemische Beschädigungen der Schutzrohre
- Korrosion und schlechte Kontakte an Leitungsverbindungen
- Dichtigkeit der Anschlussköpfe
- Funktionsfähigkeit der Messkreise (Driften, Isolationswiderstände)

5.2 Überprüfung der Messkreise

Leitungsverbindungen im Anschlusskopf lösen und entsprechend der Betriebstemperatur

- bei Thermoelementen mit einem mV-Signal
- bei Widerstandsthermometern mit einem Prüf Widerstand

die Instrumente prüfen.

Damit ist feststellbar, ob das Thermometer oder die Instrumentierung die Fehlerursache ist.

Im Betriebszustand können bei einem Messeinsatz die folgenden Größen geprüft werden:

- der Durchgang
- der Schleifenwiderstand aller Leiter
- Isolationswiderstand
- EMK von Thermopaaren
- Widerstand von Pt-Sensoren
- Falsche Polarität bei Thermopaaren

Der Isolationswiderstand des gesamten ungeerdeten Messkreises, Leitungen und Thermometer, sollte größer 1 M Ω sein gemessen mit 10 V DC. Prozesstemperatur und Material der Leitungsisolierung sind zu berücksichtigen!

5.3 Überprüfen von ausgebauten Messeinsätzen

Schnellüberprüfungen von ausgebauten Thermoelementen und Widerstandsthermometern sowie den dazugehörigen Messkreisen.

Erforderliche Instrumente:

- mV - Meter
- Ohm - Meter oder Widerstandsbrücken
- Isolationsmesser mit 10 - 100 V DC Prüfspannung

Alle Messungen erfolgen bei Raumtemperatur. Durch „Klopfen“ sind Drahtbrüche und Unterbrechungen feststellbar. Die Durchgangs- und Isolationsprüfung erfolgt bei Raumtemperatur. Ein Thermoelement ist als in Ordnung zu betrachten, wenn $R < 20 \Omega$ ist (Wert hängt von Drahtquerschnitt und Länge ab). Bei isolierten Thermopaaren soll der Isolationswiderstand 100 M Ω betragen.

Durch Erwärmung der Messstelle auf eine Temperatur von + 200°C bis + 400°C (ohne Temperaturkontrolle) lassen sich weitere Rückschlüsse auf Verpolung, Unterbrechung oder zu niedrige Isolationswiderstände etc. schließen.

5.4 Überprüfung der Schutzrohre

Schutzrohre sind Verschleißteile! An Messstellen mit besonders starkem mechanischen, abrasiven oder chemischen Angriff sollte man jeden Anlagenstillstand nutzen, um den Zustand der Schutzrohre zu prüfen. Sie sind ggf. auszutauschen, um ungeplanten Betriebsunterbrechungen vorzubeugen.

Im Rahmen dieser Broschüre können nur einige der häufigsten Fehler und deren Behebung beschrieben werden. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Angaben beziehen sich nur auf die Thermometer. Auf die nachgeschaltete Instrumentierung wird hier nicht eingegangen.

6 Funktionsstörungen und deren Behebung

6.1 Funktionsstörungen, die bei allen elektrischen Thermometern vorkommen können

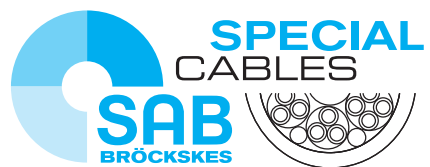
Fehler	mögliche Ursache	Abhilfe
Störung des Messsignals (Messsignal ist schwankend, driftend, zu hoch oder zu niedrig)	- elektrische/magnetische Einstreuungen - Schaltvorgänge	- Leitungsinstallation prüfen min. 0,5 m Abstand zwischen Mess- und Energieleitungen - elektrostatische Abschirmung; Erdung an einem Punkt - Leitungen mit verseilten Adern verwenden - störende Energieleitungen rechtwinklig kreuzen
	- Erdschleifen durch Mehrfachkontakt - durch Isolationsfehler in geerdeten Messkreisen	- Messkreis bevorzugt schwebend betreiben - nur ein Erdungspunkt im Messkreis
	- Isolationsfehler durch Feuchte	- Messeinsatz trocknen und neu versiegeln
	- thermische Überlastung	- geeignetes Sensorelement auswählen
Falsche Temperaturanzeigen gegenüber vergleichbaren Messstellen	- Schutzrohr im (Strömungsschatten)	- Einbauort mit ungestörter Strömung wählen. Das Medium muss die Temperatur ungestört auf das Thermometer übertragen können.
	- Eintauchtiefe zu gering	- längeres Schutzrohr oder günstigere Einbaustelle wählen
	- Einfluss einer zusätzlichen Wärmequelle	- andere Einbaustelle wählen
Zeitverhalten unverhältnismäßig träge	- Ablagerungen auf dem Schutzrohr	- bei Inspektionen Schutzrohr reinigen
	- Schutzrohr „zu dick“	- verfahrenstechnisch kleinstmögliches Schutzrohr wählen - andere Schutzrohrkonstruktionen, z.B. verjüngte Schutzrohre verwenden
	- zu geringe Eintauchtiefe	- Eintauchtiefe verändern a) bei Messung in Flüssigkeiten WL + 5 x Schutzrohr- \varnothing b) bei Messungen in Gasen WL + 10 x Schutzrohr- \varnothing (WL=Wirklänge des Messensors)
	- Messeinsatz ohne ausreichenden Kontakt zum Schutzrohr	- Messeinsatz muss auf dem Schutzrohr- boden aufliegen und nach Möglichkeit die Schutzrohrwand berühren
	- zu große Wärmeableitung	- „Kontaktmittel“ einsetzen: Flüssigkeiten, Wärmeleitpasten, Metallfolien, -hülsen
Unterbrechung des Messkreises	- Vibrationen durch Anlageteile oder Strömungen	- evtl. andere Einbaustelle wählen - Anlage dämpfen - steiferes Schutzrohr verwenden - Messeinsätze mit verstärkten Federn verwenden - Sonderkonstruktionen von Messeinsatz und Schutzrohr
Schutzrohr stark korrodiert oder durch Abrieb beschädigt	- Medium entspricht nicht ursprünglicher Spezifikation	- Betriebsbedingungen klären - Medium überprüfen
	- falsches Material gewählt - Zusammensetzung des Mediums wurde geändert	- besser geeignetes Schutzrohrmaterial wählen - geeignete Konstruktion wählen - Oberflächenschutz vorsehen
Schutzrohr gebrochen	- zu große Strömungsgeschwindigkeit - Festteile im Medium - Verwirbelungen des Mediums	- Eintauchlänge verringern - andere Schutzrohrkonstruktionen wählen - andere Einbaustelle wählen

6.2 Spezifische Fehler bei Thermoelementen

Fehler	mögliche Ursache	Abhilfe
Zu niedrige Temperaturanzeige bei dünneren Thermodrähten bzw. Querschnittsverminderung durch Abbrand	<ul style="list-style-type: none"> - zu hoher Widerstand des Messkreises - Instrument mit zu niedrigem Eingangs- bzw. Innenwiderstand 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrument mit hohem Eingangswiderstand ($\geq 1\text{M}\Omega$) wählen
Anzeigefehler wird mit zunehmender Temperatur größer (Anzeige zu niedrig)	<ul style="list-style-type: none"> - abnehmender Isolationswiderstand bei sehr hohen Temperaturen (wirkt als Nebenschluss und verringert die EMK) 	<ul style="list-style-type: none"> - Messeinsätze austrocknen und neu feuchtigkeitsdicht versiegeln
	<ul style="list-style-type: none"> - Verunreinigungen bzw. Korrosion und Feuchte an Kabelverbindungen und Klemmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Kontaktstellen reinigen und gegen eindringende Feuchtigkeit schützen
Starke Abweichung der Temperaturanzeige von den Tabellenwerten	<ul style="list-style-type: none"> - parasitäre Spannungen - falsche Materialkombination - schlechte elektrische Kontakte 	<ul style="list-style-type: none"> - Thermospannung prüfen - Ausgleichs- oder Thermoleitung prüfen und ggf. austauschen
	<ul style="list-style-type: none"> - richtige Ausgleichsleitung mit falscher Polarität angeschlossen - falsche Ausgleichsleitung angeschlossen - zu hohe Umgebungstemperaturen 	<ul style="list-style-type: none"> - Typ und Polarität der Ausgleichsleitung prüfen, ggf. Leitung ersetzen - Verbindungsstellen verlegen
Temperaturanzeige verändert sich mit der Zeit	<ul style="list-style-type: none"> - thermische Alterung bewirkt Gefügeveränderung 	<ul style="list-style-type: none"> - Sauerstoff, Schwefel, Silizium, Wasserstoff usw. verändern den chemischen und metallurgischen Aufbau des Thermomaterials. Am bekanntesten: „Grünfäule“ (selektive Oxydation des legierten Thermoschenkels). In diesem Fall Eintauchtiefe nicht vermindern. Schutzrohre auf Dichtigkeit und Materialeignung prüfen. Durchmesser der Thermodrähte möglichst groß wählen
	<ul style="list-style-type: none"> - Einfluss von Schadstoffen 	<ul style="list-style-type: none"> - Schutzrohre mit Luft „spülen“ oder unter Überdruck betreiben, um Schadstoffdiffusion zu verhindern
	<ul style="list-style-type: none"> - Nahordnungsfehler 	<ul style="list-style-type: none"> - vorgeglühte Thermodrähte einsetzen - Thermopaar Typ N einsetzen
Schwankende Temperaturanzeige bei sonst einwandfreiem Messkreis	<ul style="list-style-type: none"> - Vergleichsstellen-Temperatur nicht konstant 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatur der Vergleichsstelle muss konstant gehalten werden

6.3 Spezifische Fehler bei Widerstandsthermometern

Fehler	mögliche Ursache	Abhilfe
Prozesstemperatur zu niedrig bei richtiger Anzeige durch das elektrische Thermometer	- hoher Leitungswiderstand - Einfluss der Schaltung, besonders bei 2-Leiter-Schaltung	- Leitung mit größerem Querschnitt wählen - Zuleitung kürzen - Übergang auf 3- oder 4-Leiter-Schaltung, evtl. auch erst ab Anschlusssockel des Messeinsatzes
	- Eigenerwärmung durch zu hohen Messstrom	- Messstrom prüfen und ggf. reduzieren
Veränderliche Temperaturanzeige	- Zuleitung in Bereichen schwankender Temperatur bei 2-Leiter-Schaltung	- Umstellen auf 3-Leiter-Schaltung, um den Temperatureinfluss der Umgebung auszuschalten
	- Stromversorgung nicht konstant (geht voll in die Messung ein)	- geeignetes Netzteil einsetzen
Messfehler wird mit steigender Temperatur größer (Anzeige zu niedrig)	- Abnahme des Isolationswiderstandes, wirkt als Nebenschluss zum Messwiderstand (verdoppelt die Toleranz bei Temperaturen über 600°C)	- Messeinsätze/Sensoreinheit prüfen, ggf. austrocknen und neu feuchtigkeitsdicht versiegeln
Zweifelhafte Messwerte	- Verunreinigungen bzw. Korrosion und Feuchte an Kabelverbindungen und Klemmen	- Kontaktstellen reinigen und gegen eindringende Feuchtigkeit schützen - Ursachen für Verunreinigungen beseitigen
	- Thermospannungen an den Verbindungsstellen durch Temperaturgradienten	- für gleichmäßige Temperaturverteilung sorgen
Angezeigte Temperatur sinkt im Laufe der Zeit (Prozesstemperatur steigt)	- Alterung des Sensors durch thermische oder chemische Einflüsse	- bei wichtigen Messstellen durch kurze Wartungsintervalle und ggf. Austausch der Messeinsätze für zuverlässige Messung sorgen - Sicherstellen, dass das Thermometer im zulässigen Temperaturbereich betrieben wird



SAB Bröckskes GmbH & Co. KG

Grefrather Str. 204 - 212 b

41749 Viersen · GERMANY

Tel.: +49/2162/898-0

Fax: +49/2162/898-101

www.sab-kabel.de

info@sab-cable.com