


Betriebsanleitung

Elektrische Thermometer

Thermoelemente (TE) / Widerstandsthermometer (WTH)



Böhme + Ewert GmbH
Am Spielacker 4
D-63571 Gelnhausen
Tel.: +49 6051 91 66 56-0
Fax: +49 6051 91 66 56-9
E-Mail: sales@be-temp.de
Web: www.be-temp.com

| HINWEIS | |
|---|---|
|  | <p style="text-align: center;">Wichtig! – Vor Gebrauch sorgfältig lesen – Zum späteren Gebrauch aufbewahren!</p> <p><i>Diese Betriebsanleitung wurde erstellt gemäß den Normen DIN EN ISO 20607:2019-10 sowie ISO/IEC/IEEE 82079-1:2019-05. Ziel der Betriebsanleitung ist es, Benutzern die Informationen zu geben, die sie brauchen, um die Thermometer während des gesamten Lebenszyklus effektiv und sicher verwenden zu können.</i></p> <p><i>Diese Betriebsanleitung ist Bestandteil der Thermometer und muss für das Bedien- und Wartungspersonal jederzeit zur Verfügung stehen. Die darin enthaltenen Sicherheitshinweise sind zu beachten.</i></p> <p><i>Bei einem Weiterverkauf der Thermometer ist diese Betriebsanleitung immer mitzuliefern. Es ist ausschließlich die aktuelle Version der Betriebsanleitung zu verwenden. Mit der aktuellen Version verlieren alle vorherigen Betriebsanleitungen ihre Gültigkeit.</i></p> |

Warn- und Sicherheitssymbole

Die Warn- und Sicherheitssymbole werden im Kapitel 2.1 erklärt.

Gewährleistungs- und Garantie-Bestimmungen

Siehe Kapitel 6.3 Gewährleistungs- und Garantiebestimmungen.

Übersetzung

Bei Lieferung in die Länder des EWR ist die Betriebsanleitung entsprechend in die Sprache des Verwenderlandes zu übersetzen. Sollten im übersetzten Text Unstimmigkeiten auftreten, ist die Original-Betriebsanleitung (deutsch) zur Klärung heranzuziehen oder der Hersteller ist zu kontaktieren.

Copyright

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokumentes, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts an außenstehende Personen oder Firmen sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten.

Dokumentname

Original-Betriebsanleitung

Benennung: Elektrische Thermometer

Typ: Thermoelemente (TE) / Widerstandsthermometer (WTH)

Ausgabe Version 1 / November 2021

1 Inhalt der Betriebsanleitung

1.1 Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inhalt der Betriebsanleitung | 3 |
| 1.1 | Inhaltsverzeichnis | 3 |
| | | |
| 2 | Sicherheit / Arbeitsschutz | 5 |
| 2.1 | Werksseitige Sicherheitsmaßnahmen | 5 |
| 2.1.1 | Hinweise und Erklärungen | 5 |
| 2.1.2 | Allgemeine Sicherheitshinweise | 5 |
| 2.1.3 | Zielgruppen dieser Betriebsanleitung | 6 |
| 2.2 | Betreiberseitige Sicherheitsmaßnahmen | 6 |
| 2.2.1 | Personal | 6 |
| 2.2.2 | Anschlüsse | 6 |
| 2.2.3 | Vorschriften und Bestimmungen | 6 |
| | | |
| 3 | Übersicht Bauformen und Baureihen | 7 |
| 3.1 | Thermometer Übersicht Bauformen/Baureihen | 7 |
| 3.1.1 | Aufbau elektrischer Thermometer | 7 |
| 3.1.2 | Thermoelemente | 7 |
| 3.1.3 | Widerstandsthermometer | 7 |
| 3.2 | Messleitungen | 7 |
| 3.2.1 | Allgemeines | 7 |
| 3.2.2 | Kabel für Thermoelemente | 8 |
| 3.2.3 | Kabel für Widerstandsthermometer | 8 |
| 3.2.4 | Kabelanschluss im Anschlusskopf | 8 |
| 3.3 | Bestimmungsgemäße Verwendung | 9 |
| 3.4 | Technische Daten | 9 |
| 3.4.1 | Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) | 9 |
| 3.4.2 | Betriebsbedingungen | 10 |
| 3.4.3 | Umgebungsbedingungen am Anschlusskopf | 10 |
| | | |
| 4 | Lieferung / Transport / Lagerung | 11 |
| 4.1 | Lieferumfang | 11 |
| 4.2 | Lieferung und Verpackung | 11 |
| 4.2.1 | Eingangskontrolle: | 12 |
| 4.2.2 | Transport zum Einbauort | 12 |
| 4.2.3 | Thermometer mit Keramikschutzrohren | 12 |
| 4.3 | Lagerung / Zwischenlagerung | 12 |
| | | |
| 5 | Installation / Inbetriebnahme / Betrieb | 13 |
| 5.1 | Einbau von Thermometer bzw. Schutzrohr | 13 |
| 5.1.1 | Metallische Schutzrohre | 13 |
| 5.1.2 | Keramische Schutzrohre | 13 |
| 5.1.3 | Positionierung der Kabelverschraubung | 13 |
| 5.2 | Inbetriebnahme von Thermometern | 14 |
| 5.2.1 | Räumliche Anordnung von Thermometern | 14 |
| 5.2.2 | Montageraum | 14 |
| 5.2.3 | Ver- und Entsorgungsanschlüsse | 14 |
| 5.3 | Installation / Inbetriebnahme | 14 |
| 5.4 | Betrieb / Regelbetrieb | 14 |





| | | |
|-----------|---|-----------|
| 6 | Instandhaltung / Inspektion / Funktionsprüfung | 15 |
| 6.1 | Instandhaltung | 15 |
| 6.1.1 | Wiederkehrende Inspektionen | 15 |
| 6.1.2 | Überprüfung der Messkreise vor Ort | 15 |
| 6.1.3 | Überprüfung der Messkreise im Betriebszustand | 15 |
| 6.1.4 | Überprüfung von Messeinsätzen/Sensoren in der Werkstatt | 16 |
| 6.1.5 | Überprüfung der Schutzrohre | 16 |
| 6.1.6 | Kontrollen nach Beendigung von Arbeiten | 16 |
| 6.2 | Ersatz- und Verschleißteile / Kundenservice | 17 |
| 6.3 | Gewährleistungs- und Garantie-Bestimmungen | 17 |
| 6.4 | Rücksendung | 17 |
| 7 | Reinigung / Desinfizierung | 18 |
| 7.1 | Allgemeine Hinweise | 18 |
| 7.2 | Reinigung | 18 |
| 7.3 | Desinfizierung | 18 |
| 8 | Fehlersuche / Störungsbeseitigung / Reparatur | 19 |
| 8.1 | Analyse und Behebung von Funktionsstörungen | 19 |
| 8.1.1 | Typische Störungen bei Thermometern allgemein | 20 |
| 8.1.2 | Typische Störungen bei Thermoelementen | 21 |
| 8.1.3 | Typische Störungen bei Widerstandsthermometern | 22 |
| 8.2 | Reparatur | 22 |
| 9 | Außerbetriebnahme / Demontage / Entsorgung | 23 |
| 9.1 | Außerbetriebnahme / Demontage | 23 |
| 9.2 | Entsorgung | 23 |
| 10 | Index der Betriebsanleitung | 24 |

2 Sicherheit / Arbeitsschutz

2.1 Werksseitige Sicherheitsmaßnahmen

2.1.1 Hinweise und Erklärungen

Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Sicherheitshinweise (Gefahren- und Gebotshinweise) nach DIN EN ISO 7010 dienen sowohl der persönlichen Sicherheit des Bedienungspersonals als auch der Sicherheit der beschriebenen Produkte sowie der daran angeschlossenen Geräte. Die Bedeutung folgender Symbol- und Hinweiserklärungen ist zu beachten. Die Symbol- und Hinweiserklärungen sind in vier Gefahrenstufen unterteilt.

| | |
|---|---|
|  | <p style="text-align: center;">GEFAHR</p> <p><i>Bezeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr. Wenn die Information nicht beachtet wird, sind Tod oder schwerste Körperverletzungen (Invalidität) die Folge.</i></p> |
|  | <p style="text-align: center;">WARNUNG</p> <p><i>Bezeichnet eine mögliche gefährliche Situation. Wenn die Information nicht beachtet wird, sind Tod oder schwerste Körperverletzungen (Invalidität) die Folge.</i></p> |
|  | <p style="text-align: center;">VORSICHT</p> <p><i>Bezeichnet eine möglicherweise gefährliche Situation. Wenn die Information nicht beachtet wird, sind Sachschäden sowie leichte oder mittlere Körperverletzungen die Folgen.</i></p> |
|  | <p style="text-align: center;">HINWEIS</p> <p><i>Bezeichnet allgemeine Hinweise, nützliche Anwender-Tipps und Arbeitsempfehlungen. Wenn die Information nicht beachtet wird, sind Sachschäden und Probleme beim Arbeitsbetrieb die Folgen.</i></p> |

2.1.2 Allgemeine Sicherheitshinweise

Untenstehende allgemeine Sicherheitshinweise (Gefahren- und Gebotshinweise) sind beim Betrieb der Maschine zu beachten. Die **allgemeinen Sicherheitshinweise** (Gefahren- und Gebotshinweise) werden in dieser Betriebsanleitung durch **spezifische Sicherheitshinweise** ergänzt. Diese spezifischen Sicherheitshinweise sind den betreffenden Kapiteln zugeordnet.

2.1.3 Zielgruppen dieser Betriebsanleitung

Es ist vom Betreiber zu beachten, dass die in dieser Betriebsanleitung beschriebenen Arbeiten sich an verschiedene Zielgruppen richten. Demgemäß sind die in dieser Betriebsanleitung aufgeführten Arbeiten so beschrieben, dass sie

- in den Kapiteln *Bedienung / Betrieb* und *Reinigung / Desinfizierung* von einer **unterwiesenen Person** verstanden werden,
- in den Kapiteln *Lieferung / Transport / Lagerung; Installation / Inbetriebnahme; Inspektion / Funktionsprüfung / Instandhaltung; Fehlersuche / Störungsbeseitigung / Reparatur* sowie *Außerbetriebnahme / Demontage / Entsorgung* von einer **Fachkraft** verstanden werden.

2.2 Betreiberseitige Sicherheitsmaßnahmen

2.2.1 Personal

Die Installation, Inbetriebnahme und Wartung des Gerätes darf nur durch dafür ausgebildetes Fachpersonal erfolgen. Fachpersonal im Sinne dieser Anleitung besitzt eine fachliche Ausbildung, verfügt über Kenntnisse der Mess- und Regelungstechnik sowie der landespezifischen Vorschriften. Es sollte in der Lage sein, die Installation sicher auszuführen und mögliche Gefahren selbstständig zu erkennen.

Das Fachpersonal muss die Anleitung verstanden haben und die gegebenen Anweisungen befolgen.

2.2.2 Anschlüsse

Vor dem Betreiben der Maschine ist vom Betreiber sicherzustellen, dass bei der Montage und Inbetriebnahme, wenn diese vom Betreiber selbst durchgeführt werden, die örtlichen Vorschriften (z.B. für den Elektroanschluss) beachtet werden.

2.2.3 Vorschriften und Bestimmungen

Sowohl der Errichter als auch der Betreiber der Anlage muss grundsätzlich die in seinem Land geltenden nationalen Vorschriften und Bestimmungen beachten.

3 Übersicht Bauformen und Baureihen

3.1 Thermometer Übersicht Bauformen/Baureihen

- 1 TEM – Modulare Thermometer
- 2 TES – Mantelthermometer
- 3 TEB – Bajonettfühler
- 4 TEG – Gerade Thermoelemente
- 5 TEU – Multilevelthermometer
- 6 TEF – Flexthermometer
- 7 TEE – Einschraubthermometer
- 8 TEK – Kleinfühler

Darüber hinaus sind diverse anwendungsspezifische Ausführungen möglich.

3.1.1 Aufbau elektrischer Thermometer

Elektrische Thermometer, auf welche sich diese Betriebsanweisung bezieht, bestehen in der Regel aus Messeinsatz, Anschlusskopf, Halsrohr und Schutzrohr mit Prozessanschluss.

Im Anschlusskopf können Messwertumformer eingebaut sein, die die schwachen Signale der Sensoren in ein störungsunempfindliches Normsignal von z. B. 4–20 mA umsetzen. Außerdem gibt es eine sehr große Anzahl von Sonderbauformen, u. a. mit fest angeschlossenen Kabeln.

3.1.2 Thermoelemente

Der eigentliche Sensor ist ein genormtes Thermopaar, z. B. nach DIN EN 60584. Das Thermometer hat einen oder zwei (selten auch 3) Messkreise, die in der Regel von der Masse und gegeneinander isoliert sind.

3.1.3 Widerstandsthermometer

Der eigentliche Sensor ist ein genormter Platin-Messwiderstand, z.B. nach DIN EN 60751. Das Thermometer hat einen oder zwei (selten 3) Messkreise, die von Masse (erdungsfrei) und gegeneinander isoliert sind. Wenn nichts anderes vorgeschrieben, ist das Widerstandsthermometer mit einem Messstrom ≤ 2 mA je Messkreis zu betreiben, um Messfehler durch Eigenerwärmung klein zu halten.

3.2 Messleitungen

3.2.1 Allgemeines

Bei allen Leitungsverbindungen ist auf guten Kontakt zu achten; der Einfluss von Korrosion, Feuchte, Schmutz muss vermieden werden. Messleitungen sollten getrennt und $> 0,5$ m entfernt von Energieleitungen verlegt werden und letztere rechtwinklig kreuzen.

Die Isolation muss entsprechend der Umgebung (heiß/kalt, trocken/feucht, chemisch aggressiv) gewählt werden.

Alle Messkreise sollen möglichst erdungsfrei betrieben werden; wenn nötig, nur an einem Punkt erden. Zur Unterdrückung elektrostatischer bzw. -magnetischer Einstreuungen sollten die Kabel geschirmt sein bzw. verdrehte Aderpaare haben.

Bei der Verlegung von Messleitungen wird ein Abstand von mindestens 0,5 m zu Starkstromleitungen empfohlen. Wenn Starkstromleitungen gekreuzt werden müssen, sollte dies nach Möglichkeit im rechten Winkel erfolgen. Gültige Normen und Vorschriften sind zu beachten.

3.2.2 Kabel für Thermoelemente

Zwischen Thermometer und Messgerät sind zum Thermopaar passende Ausgleichs- oder Thermoleitungen zu verlegen und in richtiger Polarität anzuschließen. Ein Leitungsabgleich ist auch bei Zuleitungen über 25 m Länge nicht erforderlich, wenn der Eingangswiderstand des Messgerätes $\geq 1 \text{ M}\Omega$ ist. Die Farbkennzeichnung der Ausgleichsleitungen erfolgt nach der jeweils angewandten Norm für Thermoelemente, für Europa DIN EN 60584-3.

3.2.3 Kabel für Widerstandsthermometer

Zwischen Thermometer und Messgerät sind Kabel mit Kupferleitern zu verlegen. Um die Fehler durch Leitungswiderstände und deren temperaturbedingten Änderungen klein zu halten, ist der größtmögliche Leiterquerschnitt zu wählen, vorzugsweise 1,5 mm².

Widerstandsthermometer werden in 2-, 3- und 4-Leiter-Schaltung betrieben, je nach Anforderung an die Genauigkeit. Die 2-Leiter-Schaltung verursacht die größten Messfehler. Für die 2- und 3-Leiter-Schaltung ist ein sogenannter Leitungsabgleich empfehlenswert, wenn die nachgeschalteten Instrumente dafür ausgelegt sind. Damit lassen sich Zuleitungsfehler drastisch verringern bzw. fast völlig unterdrücken.


3.2.4 Kabelanschluss im Anschlusskopf

Es ist nach den in der Installationstechnik üblichen Methoden vorzugehen. Nachdem die Verbindungen am Anschluss-Sockel hergestellt sind, ist sicherzustellen, daß der Anschlusskopf wieder sorgfältig verschlossen und die Kabelverschraubung dichtgezogen ist. Nur so kann die IP- Schutzklasse des Gerätes sichergestellt werden.

Betriebsanleitung Elektrische Thermometer

3.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Widerstandsthermometer und Thermoelemente dienen zur Temperaturmessung in den verschiedensten verfahrenstechnischen Anlagen. Die Geräte sind ausschließlich für die Verwendung innerhalb der auf dem Typenschild genannten Betriebsbedingungen bestimmt. Diese Werte entsprechen den in den Datenblättern angegebenen Werten.

| | |
|---|---|
|  | GEFAHR |
| | <p><i>Sämtliche Thermometer wurden ausschließlich zum oben aufgeführten Zweck bestimmt. Eine andere, darüber hinausgehende Benutzung oder ein Umbau der Thermometer ohne schriftliche Absprache mit dem Hersteller gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller nicht. Das Risiko trägt allein der Betreiber.</i></p> |

Die Lebensdauer der Thermometer ist abhängig vom Belastungsgrad, der Temperaturbeeinflussung, korrosiven Einflüssen sowie weiteren Parametern.

Vorhersehbare Fehlanwendung

1. Inbetriebnahme, Betrieb, Bedienung und Wartung der Maschine durch nicht qualifiziertes Personal oder ohne **vollständiges Lesen und Verstehen der Betriebsanleitung**.
2. **Materialauswahl:** Eine ungeeignete Materialpaarung führt zu vorschnellem Verschleiß und Defekten am Thermometer. Die Materialauswahl bzw. die Materialpaarung des eingebauten Thermometers ist mit dem Hersteller abzustimmen.


3.4 Technische Daten

Die spezifischen technischen Daten des jeweils verwendeten Thermometers sind seinem beigefügten Datenblatt zu entnehmen.

3.4.1 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Störaussendung: Industriebereich

Störbeeinflussung: Industriebereich

| | |
|---|---|
|  | HINWEIS |
| | <p><i>Hinweis zur Anwendung der EU-Richtlinie EMV 2014/308/EU: Laut DIN EN 61000-6-4 (Fachgrundnorm Störaussendung, Industriebereich) darf die Anlage nicht im Wohnbereich, in Geschäfts- und Gewerbebereichen sowie in Kleinbetrieben betrieben werden. In Wohnbereichen, in Geschäfts- und Gewerbebereichen sowie in Kleinbetrieben kann es zu Störungen an anderen Elektroverbraucher kommen. Gefahr der Fehlfunktion von anderen Maschinen.</i></p> |

3.4.2 Betriebsbedingungen

Das elektrische Thermometer bzw. sein Schutzrohr muss bestmöglichen Kontakt mit dem Medium haben. Es muß der ungestörten Strömung ausgesetzt sein und ausreichend tief ins Medium eintauchen, um Wärmeableitfehler zu vermeiden. Dazu muss die Eintauchlänge

- bei Flüssigkeiten > 5 bis 8 mal
- bei Gasen > 10 bis 15 mal

dem Außendurchmesser des Schutzrohres entsprechen.

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

- für Thermometer ohne Schutzrohr gilt
- bei Flüssigkeiten 5 mal Durchmesser
- bei Gasen 10 mal Durchmesser

zuzüglich **temperaturempfindliche Länge** des Sensorelementes (10–40 mm).

Ist der vorhandene Einbauraum für die erforderliche Eintauchtiefe zu kurz, ist das Schutzrohr

- schräg gegen die Strömung
- in eine Rohrerweiterung
- in einen Rohrbogen oder ein T-Stück gegen die Strömung einzubauen.

3.4.3 Umgebungsbedingungen am Anschlusskopf

Die Umgebungstemperaturen sollten im Bereich -25 °C bis +70 °C liegen. 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 empfindlichste Komponente.

Die Schutzart der Anschlussköpfe ist gemäß den erwarteten Einwirkungen von Feuchte, Staub, Sonne, Meeresklima, mechanischen/chemischen Einwirkungen, usw. zu wählen. Manche Anschlussköpfe bzw. Thermometerkonstruktionen (Bauformen angelehnt an DIN 43733;43764) sollten nicht mehr als 60 ° gegen die Senkrechte geneigt sein, mit Anschlusskopf oben.

4 Lieferung / Transport / Lagerung

4.1 Lieferumfang

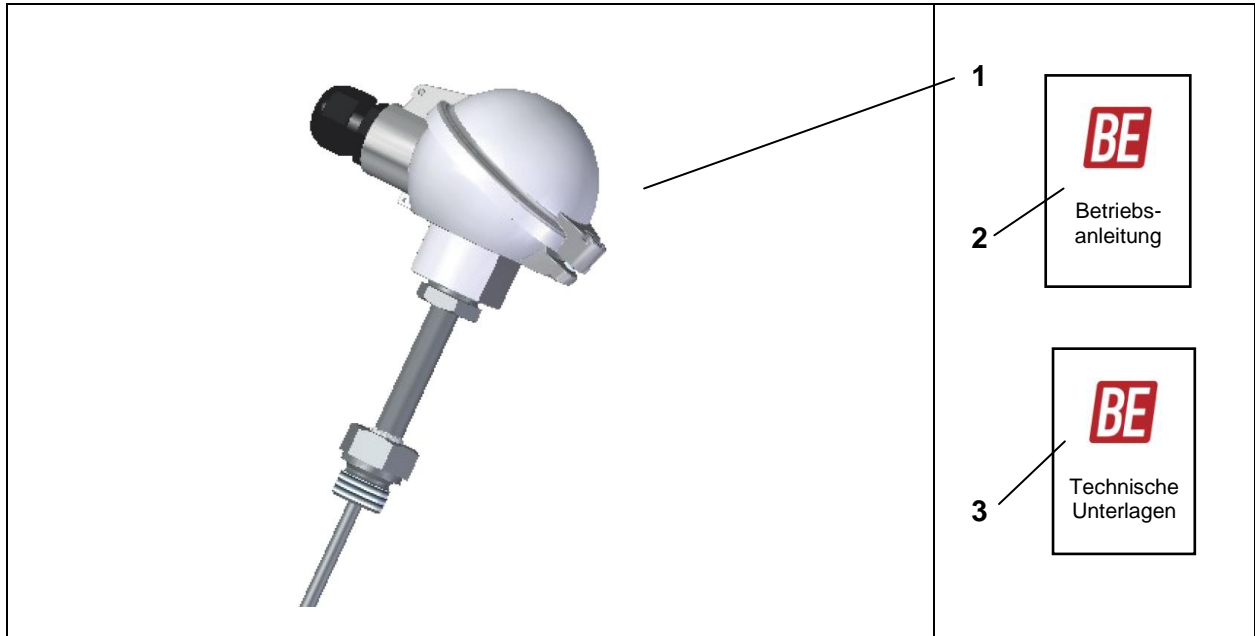


Abb. 4-1 Lieferumfang

Der Lieferumfang umfasst:

- 1 Thermometer
- 2 Original-Betriebsanleitung
- 3 Gegebenenfalls weitere Technische Unterlagen

| | |
|--|---|
| | HINWEIS |
| | <p><i>Welche technischen Unterlagen im Einzelnen zum Lieferumfang von Böhme + Ewert GmbH gehören, ist den jeweiligen Bestell- bzw. Lieferdokumenten zu entnehmen.</i></p> |

4.2 Lieferung und Verpackung

Vor Beginn der Lieferung erfolgt eine Aufstellung über den Lieferumfang durch die Auftragsbestätigung. Sie enthält Angaben über den Liefertermin und ggf. über Anzahl und Art der Transporteinheiten. Geräte werden vor dem Versand sorgfältig geprüft und verpackt, jedoch sind Beschädigungen während des Transportes nicht auszuschließen.

Bei der Lieferung ist kundenseitig zu beachten:

4.2.1 Eingangskontrolle:

- Die Vollständigkeit anhand des Lieferscheines kontrollieren.

Bei Beschädigungen

- Die Lieferung (Verpackung) auf Beschädigungen (Sichtprüfung) überprüfen.

Bei Beanstandungen

Ist die Verpackung beim Transport beschädigt worden:

- Sofort mit dem letzten Spediteur in Verbindung setzen.
- Die Verpackung aufbewahren (im Falle einer Überprüfung durch den Spediteur oder für den Rückversand).

Verpackung für den Rückversand

Nach Möglichkeit die Originalverpackung und das Originalverpackungsmaterial verwenden.



HINWEIS

Jegliche an die Böhme + Ewert GmbH zurück gesandten Thermometer und Komponenten müssen frei von jeglichen Gefahrstoffen (Säuren, Laugen, Feststoffanhaftungen) sein.

4.2.2 Transport zum Einbauort

Elektrische Thermometer, hier Thermoelemente (TE) und Widerstandsthermometer (WT) müssen zur Erhaltung der vollen Funktion sorgfältig behandelt werden. Beim Auspacken der Versandbehälter (Kartons, Kisten) auf lose beigefügte Teile, z.B. Montagezubehör und zugehörige Dokumente achten.

Die Funktionsfähigkeit sollte nach Empfang und nach Montage gemäß *Kapitel 5* überprüft werden, um Transport- und Montageschäden rechtzeitig zu erkennen.

4.2.3 Thermometer mit Keramikschutzrohren

Um Beschädigungen zu vermeiden, müssen lange Thermometer und mit Keramikschutzrohren ausgestattete Thermometer vorsichtig angehoben, transportiert und eingebaut werden.

4.3 Lagerung / Zwischenlagerung

Lagertemperatur -40 bis +80 °

Feuchtigkeit 20 bis 90 % relative Feuchte

Die Frachtverpackung der Anlage und der Ersatzteile ist bei Anlieferung für eine Lagerdauer von 3 Monaten ausgelegt. In Einzelfällen und auf Wunsch wird zusätzlich eine Korrosionsschutzbeschichtung aufgetragen.

5 Installation / Inbetriebnahme / Betrieb

Die Installation, die Inbetriebnahme sowie der Betrieb der Thermometer darf nur vom Fachpersonal, welches für diese Arbeiten ausgebildet sein muss, durchgeführt werden.

5.1 Einbau von Thermometer bzw. Schutzrohr

5.1.1 Metallische Schutzrohre

Ist der Prozessanschluss ein Gewindestutzen oder ein Flansch, kann das komplette Thermometer nach den Regeln der Technik eingebaut werden. Schutzrohre für Sauerstoff werden fettfrei geliefert und müssen es während der Montage bleiben!

Unverbindliche Richtwerte für die Anzugsdrehmomente bei Prozessanschlüssen:

- | | |
|------------------------|----------------|
| → Gewinde G ½; ½" NPT | Md = 40–50 Nm |
| → Gewinde G 1; 1" NPT | Md = 80–100 Nm |
| → Flanschschrauben M12 | Md ≈ 30 Nm |

(gilt für Festigkeitsklasse 5.6)

Muss das Schutzrohr eingeschweißt werden, ist es vom Thermometer zu demontieren. Vor dem Zusammenbau ist sicherzustellen, dass die Bohrung des Schutzrohres frei von Fett und Verschmutzungen jeder Art ist.

5.1.2 Keramische Schutzrohre

Keramische Schutzrohre müssen vor mechanischer Belastung (Biegung, 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 1.200 °C
- 1–2 cm/min bei 1.600 °C.

Waagrecht freitragende Längen von mehr als 500 mm bei Temperaturen über 1.200 °C sind zu vermeiden.

5.1.3 Positionierung der Kabelverschraubung

Zur sicheren Verlegung der Kabel 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 festgezogen.

5.2 Inbetriebnahme von Thermometern

5.2.1 Räumliche Anordnung von Thermometern

Grundsätzlich arbeiten elektrische Thermometer völlig lageunabhängig. Bevorzugte Montageposition ist senkrecht stehend, d. h. der Anschlusskopf oben, das Schutzrohr zeigt nach unten.

Ausnahmen:

Umgebungstemperaturen am Anschlusskopf durch Strahlung oder Wärmeleitung über das Halsrohr $> 70\text{ °C}$.

Empfohlener Einbau:

- Anschlusskopf seitlich oder nach unten oder Halsrohr $\geq 100\text{ mm}$ über der Behälteroberfläche bzw. Isolation.
- Keramische Schutzrohre nur in Ausnahmefällen mit Anschlusskopf nach unten oder waagrecht montieren.

5.2.2 Montageraum

Der Montageraum muss über/unter/seitlich von dem Prozessanschluss entsprechend der Gesamtlänge des Thermometers frei zugänglich sein, auch zum eventuellen Austausch von Messeinsätzen oder Thermopaaren.

5.2.3 Ver- und Entsorgungsanschlüsse

Es ist betreiberseitig dafür zu sorgen, dass die spezifischen, für die Inbetriebnahme der jeweiligen Thermometer notwendigen Ver- und Entsorgungsanschlüsse gemäß den lokal geltenden technischen und sicherheitstechnischen Maßgaben verfügbar sind.

5.3 Installation / Inbetriebnahme

Die Installation / Inbetriebnahme erfolgt durch den Endkunden bzw. Anwender.


5.4 Betrieb / Regelbetrieb


Die Thermometer dürfen nur betrieben werden, wenn sämtliche Sicherheitssysteme auf ihre vollständige Funktion getestet wurden, uneingeschränkt funktionieren und vollständig montiert sind.

Sollten Störungen im Betrieb / Regelbetrieb auftreten, so sind die Thermometer nach Rücksprache an die Fa. Böhme & Ewert GmbH einzusenden.

6 Instandhaltung / Inspektion / Funktionsprüfung

Um einen störungsfreien Betrieb der Thermometer zu ermöglichen, ist es unbedingt erforderlich, dass Thermometer und Messkreise in regelmäßigen Abständen Inspektions- und Prüfungsarbeiten unterzogen werden.

| | |
|---|---|
|  | WARNUNG |
| | <p><i>Das Kapitel Instandhaltung / Inspektion / Funktionsprüfung ist nur für Fachkräfte bestimmt. Sämtliche diesbezügliche Arbeiten dürfen nur vom Fachpersonal durchgeführt werden.</i></p> |

| | |
|---|--|
|  | HINWEIS |
| | <p><i>Jegliche Arbeiten an Baugruppen, Komponenten und Beistellteilen mit eigener CE-Kennzeichnung sind auf der Grundlage der Hersteller-Betriebsanleitungen durchzuführen. Diese sind Bestandteil der Technischen Unterlagen und liegen diesen bei.</i></p> |

6.1 Instandhaltung

6.1.1 Wiederkehrende Inspektionen

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

- mechanische, thermische, chemische Schäden
- Korrosion und schlechte Kontakte an Leitungsverbindungen
- Dichtigkeit der Anschlussköpfe
- Schutzrohr: Verschleiß und - Korrosion
- Funktionsfähigkeit der Messkreise (Driften, Isolationswiderstände)

6.1.2 Überprüfung der Messkreise vor Ort

Leitungsverbindungen im Anschlusskopf lösen und entsprechend der Betriebstemperatur

- bei Thermoelementen mit einem mV-Signal
- bei Widerstandsthermometern mit einem Prüfwiderstand

die Instrumente prüfen.

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

6.1.3 Überprüfung der Messkreise im Betriebszustand

Im Betriebszustand können bei einem Messeinsatz/Sensor die folgenden Größen geprüft werden

- den Durchgang bzw. Schleifenwiderstand aller Leiter
- Isolationswiderstand

Betriebsanleitung Elektrische Thermometer

- EMK von Thermopaaren bzw. Widerstand von Pt-Sensoren
- falsche Polarität bei Thermopaaren

Der Isolationswiderstand des gesamten ungeerdeten Messkreises, Leitungen und Thermometer, sollte größer 100 M Ω sein gemessen mit 10 V DC. Prozesstemperatur und Material der Leitungsisolation sind zu berücksichtigen!

6.1.4 Überprüfung von Messeinsätzen/Sensoren in der Werkstatt

Empfohlene Instrumente:

- Ohm-Meter (für niedrige Widerstände)
- Isolationsmesser mit Prüfspannung 10 bis 100 V DC

Die Beurteilung der Messergebnisse erfolgt gemäß folgender Tabelle (die Werte gelten für eine Messeinsatzlänge ≤ 1 m , bei Raumtemperatur)

| Sensor | Durchgangswiderstand | Isolationswiderstand |
|-----------------|------------------------|--------------------------------|
| Thermopaar | 0,5 bis 20 Ω je | |
| | nach Draht- | |
| | Durchmesser | > 100 M Ω |
| Messwiderstand | | (Prüfspannung \leq 100 V DC) |
| Pt 100 Ω | ca. 110 Ω | |

Werden die Messeinsätze auf ca. 200 bis 400 °C erwärmt (siehe auch 5.2.3), findet man Unterbrechungen

- falsche Polarität bei Thermopaaren
- Isolationsfehler,
- eventuell falsche Elementart (nur bei genau bekannter Temperatur).

6.1.5 Überprüfung der Schutzrohre

Schutzrohre sind Verschleißteile. An Messstellen mit besonders starkem mechanisch, abrasiven, chemischen Angriff ist jeder Anlagenstillstand zu nutzen, um den Zustand der Schutzrohre zu prüfen und sie ggf. auszutauschen, um ungeplanten Betriebsunterbrechungen vorzubeugen.

6.1.6 Kontrollen nach Beendigung von Arbeiten

Nach Beendigung von Arbeiten bezüglich **Instandhaltung / Inspektion / Funktionsprüfung**:

- Kontrollieren, ob alle Sicherheitseinrichtungen funktionsfähig sind. Ohne Prüfung darf die Anlage nicht in Betrieb genommen werden.

Betriebsanleitung Elektrische Thermometer

– Die Vollständigkeit der durchgeführten Reparaturarbeiten kontrollieren.

Sind alle Funktionen einwandfrei, erfolgt die **Übergabe** an den Bediener.

6.2 Ersatz- und Verschleißteile / Kundenservice

Ersatz- und Verschleißteile:

Für Ersatz- und Verschleißteile gibt die Fa. Böhme & Ewert GmbH eine Liefergarantie von 10 Jahren ab Lieferdatum bzw. Übergabe vor Ort nach der Inbetriebnahme. Alle Ersatz- und Verschleißteile sind bei uns zu bestellen. DIN-Teile wie Schrauben, Lager usw. können auch über den Fachhandel bezogen werden.

Ersatzteilbestellung / Kundenservice:

Böhme + Ewert GmbH
Am Spielacker 4
D-63571 Gelnhausen
Tel.: +49 6051 91 66 56-0
Fax: +49 6051 91 66 56-9
E-Mail: sales@be-temp.de
Web: www.be-temp.com

6.3 Gewährleistungs- und Garantie-Bestimmungen

Die Gewährleistung des Herstellers / Inverkehrbringers ist abhängig von den definierten Einsatzbedingungen des jeweiligen Thermometers. Sämtliche Bestimmungen zu Gewährleistungs und Garantien müssen dementsprechend im Vorfeld individuell mit der Fa. Böhme + Ewert GmbH vereinbart werden.

6.4 Rücksendung

Angaben zur Rücksendung siehe *Kapitel 4 Lieferung / Transport / Lagerung*.




HINWEIS

Jegliche an die Böhme + Ewert GmbH zurück gesandten Thermometer und Komponenten müssen frei von jeglichen Gefahrstoffen (Säuren, Laugen, Feststoffanhaftungen) sein.


7 Reinigung / Desinfizierung

7.1 Allgemeine Hinweise

Zur Reparatur zurückgesandte Thermometer müssen gereinigt und dekontaminiert sein.

| | |
|---|--|
|  | HINWEIS |
| | <p><i>Jegliche an die Böhme + Ewert GmbH zurück gesandten Thermometer und Komponenten müssen frei von jeglichen Gefahrstoffen (Säuren, Laugen, Feststoffanhaftungen) sein.</i></p> |


7.2 Reinigung

| | |
|--|--|
|  | GEFAHR |
| | <p><i>Verletzungsgefahr durch aggressive Reinigungsflüssigkeiten.</i></p> <p>▶ Schwere Haut- und Augenverletzungen können die Folge sein.</p> <p><i>Bei der Verwendung von aggressiven Reinigungsflüssigkeiten (z.B. Natronlauge) ist persönliche Schutzausrüstung zu tragen.</i></p> |


→ Zur Reinigung der Thermometer sollten keine aggressiven Lösungsmittel oder konzentrierten Laugen verwendet werden. Wenn es wirklich notwendig ist, aggressive Mittel einzusetzen, so sind deren Reaktionszeiten so kurz wie möglich zu halten.

7.3 Desinfizierung


Zur Reparatur zurückgesandte Thermometer müssen gereinigt und dekontaminiert sein.

| | |
|---|--|
|  | HINWEIS |
| | <p><i>Jegliche an die Böhme + Ewert GmbH zurück gesandten Thermometer und Komponenten müssen frei von jeglichen Gefahrstoffen (Säuren, Laugen, Feststoffanhaftungen) sein.</i></p> |

8 Fehlersuche / Störungsbeseitigung / Reparatur

| | |
|---|---|
|  | GEFAHR |
| | <p>Die in dieser Anleitung beschriebenen Fakten und Hinweise zu Fehlersuche / Störungsbeseitigung / Reparatur sind so ausgeführt, dass sie von Personen mit fachlicher Ausbildung in Elektro / Elektronik oder Mechanik / Wartung verstanden werden.</p> <p>▶ Bei Nichtbeachtung können schwere Verletzungen und Tod die Folge sein.</p> <p>Dem Personal sind entsprechendes Werkzeug und Prüfmittel zur Verfügung zu stellen.</p> |

8.1 Analyse und Behebung von Funktionsstörungen

| | |
|--|---|
|  | HINWEIS |
| | <p>Jegliche Arbeiten (Fehlersuche / Störungsbeseitigung / Reparatur) an Baugruppen, Komponenten und Beistellteilen mit eigener CE-Kennzeichnung sind auf der Grundlage der Hersteller-Betriebsanleitungen durchzuführen. Diese sind Bestandteil der Technischen Unterlagen und liegen diesen bei.</p> |

8.1.1 Typische Störungen bei Thermometern allgemein

| Störung | Mögliche Ursache | Störungsbeseitigung |
|---|---|--|
| Messsignal ist | | |
| schwankend | elektrische/magnetische Einstreuungen, Schaltvorgänge | Leitungsverlegung prüfen |
| | | > 0,5 m Abstand zwischen Mess- und Energieleitungen |
| | | Schirmung; Erdung an <u>einem</u> Punkt |
| | | Adern paarverseilen |
| | Leitungen senkrecht kreuzen | |
| zu hoch oder zu niedrig | Erdschleifen | Messkreis bevorzugt schwebend/ erdungsfrei betreiben |
| | durch Mehrfachkontakt | |
| | durch Isolationsfehler in geerdeten Messkreisen | |
| driftend | Isolationsfehler durch | Messeinsatz trocknen/versiegeln |
| | Feuchte thermische Überlastung | geeignetes Sensorelement auswäh- len |
| falsche Temperaturanzeigen gegenüber vergleichbaren Messstellen | Schutzrohr im "Strömungsschatten" | Einbauort mit ungestörter Strömung wählen |
| | Eintauchtiefe zu gering | längeres Schutzrohr oder günstige- ren Einbau |
| | Einfluss einer zusätzlichen Wärme- quelle | anderen Einbauort wählen |
| Zeitverhalten unverhältnis- mäßig träge | Ablagerungen auf dem Schutzrohr | bei Inspektionen Schutzrohr reinigen |
| | Schutzrohr "zu dick" | an Betriebsverhältnisse angepass- tes kleinstes mögliches Schutzrohr wählen |
| | Messeinsatz ohne ausreichenden Kontakt zum Schutzrohr | andere Schutzrohrkonstruktion |
| | | Messeinsatz muß auf dem Schutz- rohrboden aufliegen <u>und</u> die Schutz- rohrwand berühren |
| | | "Kontaktmittel" einsetzen: Flüssig- keiten, Metallfolien, Metallhülsen |
| Messkreisunterbrechungen | Schwingungen durch Anlagenteile | evtl. andere Einbaustelle |
| | | Anlage "dämpfen" |
| | Strömung | steiferes Schutzrohr |
| | | Sonderkonstruktionen von Messein- satz und Schutzrohr |
| | sehr häufige Temperaturwechsel | Sonderkonstruktionen einsetzen |
| Schutzrohr stark korrodiert | Medium entspricht nicht ursprüngli- cher Spezifikation | Betriebsbedingungen klären |
| durch Abrieb beschädigt | falsches Material spezifiziert oder gewählt | besser geeignetes Schutzrohrmate- rial wählen |
| | Medium war nicht korrekt spezifiziert | geeignete Konstruktion wählen |
| gebrochen | Strömungsgeschwindigkeit zu groß! | Eintauchlänge verringern |
| | Festteile im Medium | andere Schutzrohrkonstruktion |
| | Verwirbelungen des Mediums | andere Einbaustelle mit möglichst laminarer Strömung wählen |

8.1.2 Typische Störungen bei Thermoelementen

| | | |
|---|---|--|
| Falsche Temperaturanzeige | zu hoher Innenwiderstand des Messkreises | Instrument muß $\geq 1 \text{ M}\Omega$ Eingangswiderstand haben |
| | Instrument mit zu niedrigem Innenwiderstand | |
| | Messeinsatz mit falschem Thermopaar | prüfen, ggf. austauschen |
| | abnehmender Isolationswiderstand bei sehr hohen Temperaturen | Sensor unter Betriebsbedingungen kalibrieren "heiße Zone" klein halten ggf. andere Messmethode |
| | Leitungsverbindungen verschmutzt, feucht, korrodiert | Verbindungen säubern, neu herstellen |
| | mit großen Temperaturgradienten | Fehlerursachen beseitigen |
| | richtige Ausgleichsleitung mit falscher Polarität angeschlossen | Typ und Polarität der Ausgleichsleitung prüfen, ggf. Leitung ersetzen |
| | falsche Ausgleichsleitung angeschlossen | Verbindungen verlegen |
| | zu hohe Umgebungstemperaturen | |
| Temperaturanzeige verändert sich mit der Zeit | Alterung bewirkt Gefügeveränderung | Schutzrohre auf Dichtigkeit und Materialeignung prüfen Durchmesser der Thermodrähte zu klein; möglichst groß wählen |
| | Einfluß von Schadstoffen | Schutzrohre mit Luft "spülen" oder unter Überdruck betreiben, um Schadstoff-diffusionen zu verhindern. |
| | Nahordnungsfehler | vorgeglühte Thermodrähte einsetzen Thermopaar Typ N einsetzen |

8.1.3 Typische Störungen bei Widerstandsthermometern

| | | |
|---|---|---|
| Prozeßtemperatur zu niedrig bei richtiger Anzeige durch das elektrische Thermometer | Einfluß der Schaltungs- bzw. der Leitungswiderstände, besonders bei 2-Leiter-Schaltung | <ul style="list-style-type: none"> – Leiterquerschnitte größer verlegen – Leitung kürzen – Übergang auf 3- oder 4 Leiterschaltung, evtl. erst ab dem Anschluß-Sockel des Messeinsatzes |
| | Eigenerwärmung | Messstrom prüfen, ggf. reduzieren |
| Veränderliche Temperaturanzeige | 2-Leiter-Schaltung, Kabel in Bereichen schwankender Temperatur | Umstellen auf 3-Leiter-Schaltung |
| | Stromversorgung nicht konstant | geeignetes Netzteil einsetzen |
| Messfehler (Anzeige zu niedrig) wird größer mit steigender Temperatur | Abnahme des Isolationswiderstandes bei steigender Temperatur (0,1 M Ω parallel zu einen Pt100 verdoppelt die Toleranz bei $\geq 600^{\circ}\text{C}$) | <ul style="list-style-type: none"> – Messeinsätze/Sensoreinheit prüfen, ggf. austrocknen |
| zweifelhafte Messwerte | <ul style="list-style-type: none"> – Verunreinigungen bzw. Korrosion und Feuchte an Kabelverbindungen, parasitäre Spannungen | <ul style="list-style-type: none"> – Kontaktstellen reinigen – Ursachen für Verunreinigung beseitigen – evtl. mit Wechselstrom messen (wenn systembedingt möglich) |
| | <ul style="list-style-type: none"> – Thermospannungen an den Verbindungsstellen durch Temperaturgradienten | <ul style="list-style-type: none"> – für gleichmäßige Temperaturverteilung sorgen |
| Angezeigte Temperatur sinkt im Laufe der Zeit (Prozeßtemperatur steigt) | Alterung des Sensors durch thermische/chemische Einflüsse | <ul style="list-style-type: none"> – bei wichtigen Messtellen durch kurze Wartungs-/Prüfintervalle und ggf. Austausch der Messeinsätze für zuverlässige Messung sorgen |
| | | <ul style="list-style-type: none"> – durch Sonderkonstruktionen (Spülen, Überdruck) Diffusionen reduzieren/unterbinden |
| | | <ul style="list-style-type: none"> – sicherstellen, daß das Thermometer im zulässigen Temperaturbereich betrieben wird. |

8.2 Reparatur

Führen die angegebenen Maßnahmen nicht zum Erfolg, bitte an den Kundendienst der Böhme + Ewert GmbH wenden. Siehe hierzu *Kapitel 6.2 Kundenservice*.

9 Außerbetriebnahme / Demontage / Entsorgung



GEFAHR

Die in dieser Anleitung beschriebenen Fakten und Hinweise zu Außerbetriebnahme / Demontage / Entsorgung sind so ausgeführt, dass sie von Personen mit fachlicher Ausbildung in Elektro / Elektronik oder Mechanik / Wartung verstanden werden.

- ▶ **Es können schwere Verletzungen und Tod die Folge sein.**

Diesem Personal sind entsprechendes Werkzeug und Prüfmittel zur Verfügung zu stellen. Vor allen Arbeiten sind die Abschaltprozeduren unbedingt durchzuführen.

9.1 Außerbetriebnahme / Demontage

Die Außerbetriebnahme / Demontage darf nur vom Fachpersonal durchgeführt werden. Vor Beginn der Demontearbeiten eine fachgerechte Außerbetriebnahme vornehmen..

- Ver- und Entsorgungsleitungen trennen.
- Alle weiteren Baugruppen, Komponenten und Beistellteile demontieren.

9.2 Entsorgung

Die Thermometer bestehen überwiegend aus Eisen, Stahl und/oder Nickelbasislegierungen, in bestimmtem Umfang auch aus Aluminium (außer der Elektroausrüstung). Sie sind entsprechend den **dann** gültigen örtlichen Umweltvorschriften zu entsorgen.

Vor dem Entsorgen sind alle medienberührten Teile zu dekontaminieren. Je nach Beschaffenheit, existierenden Vorschriften und unter Beachtung aktueller Bestimmungen z.B. sind die Bestandteile zu entsorgen als:



- ➔ Elektroschrott (Messumformer, Digitalanzeiger),
- ➔ Kunststoffe (Gehäuse),
- ➔ Blech, Stahl, Kupfer, Aluminium (nach Sorten trennen).
- ➔ Edelmetalle (Platin und Rhodium)
- ➔ Kontaminierte Reinigungswerkzeuge (Pinsel, Lappen usw.) müssen ebenfalls entsprechend den Angaben des Herstellers entsorgt werden.

10 Index der Betriebsanleitung

| | | | |
|---|--------|--|--------|
| Allgemeine Sicherheitshinweise | 5 | Lieferung | 11 |
| Analyse und Behebung von Funktionsstörungen | 19 | Maschinenübersicht / Technische Daten ... | 7 |
| Angaben über Fehlersuche / Störungsbeseitigung | 19 | Materialauswahl..... | 9 |
| Anschlüsse..... | 6 | Messleitungen | 7 |
| Arbeitsschutz..... | 5 | Metallische Schutzrohre | 13 |
| Aufbau..... | 7 | Personal | 6 |
| Außerbetriebnahme..... | 23 | Reinigung | 18 |
| Beanstandungen | 12 | Relokalisierung..... | 12 |
| Beschädigungen..... | 12 | Reparatur | 19, 22 |
| Bestimmungsgemäße Verwendung..... | 9 | Rücksendung | 17 |
| Betreiberseitige Sicherheitsmaßnahmen ... | 6 | Sensoren in der Werkstatt | 16 |
| Betrieb..... | 13 | Sicherheit | 5 |
| Betriebsbedingungen | 10 | Sicherheitshinweise | 2 |
| Copyright..... | 2 | Spezifische Sicherheitshinweise | 5 |
| Demontage..... | 23 | Störaussendung | 9 |
| Desinfizierung | 18 | Störbeeinflussung..... | 9 |
| Dokumentname | 2 | Störungsbeseitigung..... | 19 |
| Einbau von Thermometer / Schutzrohr | 13 | Technische Daten..... | 7, 9 |
| Eingangskontrolle..... | 12 | Thermoelemente | 7 |
| Elektro-Anschluss..... | 6 | Thermometer mit Keramikschutzrohren ... | 12 |
| Elektromagnetische Verträglichkeit | 9 | Thermometer Übersicht Bauformen/Baureihen | 7 |
| Entsorgung..... | 23 | Transport..... | 11 |
| Ersatz- und Verschleißteile..... | 17 | Transport zum Aufstellort..... | 12 |
| Ersatzteilbestellung | 17 | Typische Störungen bei Thermometern allgemein | 20 |
| Fachkraft | 6 | Typische Störungen Thermoelemente | 21 |
| Fehlersuche | 19 | Typische Störungen Widerstandsthermometer | 22 |
| Funktionsprüfung..... | 15 | Überprüfung der Messkreise im Betriebszustand | 15 |
| Gefahren- und Gebotshinweise | 5 | Überprüfung der Messkreise vor Ort..... | 15 |
| Gewährleistungs- und Garantie- Bestimmungen..... | 17 | Überprüfung der Schutzrohre | 16 |
| Hinweise und Erklärungen..... | 5 | Überprüfung von ausgebauten Messeinsätzen | 16 |
| Inbetriebnahme | 13, 14 | Übersetzung | 2 |
| Inbetriebnahme von Thermometern..... | 14 | Umgebungsbedingungen am Anschlusskopf | 10 |
| Inhalt | 3 | Unterwiesene Person | 6 |
| Inhaltsverzeichnis..... | 3 | Verpackung | 11 |
| Inspektion..... | 15 | Verpackung für den Rückversand..... | 12 |
| Installation..... | 13, 14 | Vorhersehbare Fehlanwendung..... | 9 |
| Instandhaltung..... | 15 | Vorschriften und Bestimmungen..... | 6 |
| Kabel für Thermoelemente | 8 | Warn- und Sicherheitssymbole | 2 |
| Kabel für Widerstandsthermometer | 8 | Werkseitige Sicherheitsmaßnahmen..... | 5 |
| Kabelanschluss im Anschlusskopf..... | 8 | Widerstandsthermometer | 7 |
| Keramische Schutzrohre | 13 | Wiederkehrende Inspektionen | 15 |
| Kontrollen an der Anlage | 16 | Zielgruppen dieser Betriebsanleitung..... | 6 |
| Lagerung | 11, 12 | Zwischenlagerung | 12 |
| Lebensdauer | 9 | | |
| Liefergarantie | 17 | | |
| Lieferumfang | 11 | | |