

Temperaturmessung mit Thermoelementen und Mantelthermoelementen



- **Allgemeine Betriebsanleitung
für elektrische Temperaturgeräte
Typ TE 30-xx**
 - mit Schutzrohr zum Einschweißen Form 4
 - mit Schutzrohr zum Einschrauben Form 6
 - mit Flansch-Schutzrohr Form 3F, 4F

Notizen:

1. ALLGEMEINE INFORMATIONEN

- Das in der Betriebsanleitung beschriebene Gerät wird nach den neuesten Erkenntnissen konstruiert und gefertigt. Alle Komponenten unterliegen während der Fertigung strengen Qualitäts- und Umweltkriterien. Unsere Managementsysteme sind nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert.
- Diese Betriebsanleitung gibt wichtige Hinweise zum Umgang mit dem Gerät. Voraussetzung für sicheres Arbeiten ist die Einhaltung aller angegebenen Sicherheitshinweise und Handlungsanweisungen.
- Die für den Einsatzbereich des Gerätes geltenden örtlichen Unfallverhütungsvorschriften und allgemeinen Sicherheitsbestimmungen sind einzuhalten.
- Die Betriebsanleitung ist Produktbestandteil und muss in unmittelbarer Nähe des Gerätes für das Fachpersonal jederzeit zugänglich aufbewahrt werden.
- Das Fachpersonal muss die Betriebsanleitung vor Beginn aller Arbeiten sorgfältig durchgelesen und verstanden haben.
- Die Haftung des Herstellers erlischt bei Schäden durch bestimmungswidrige Verwendung, Nichtbeachten dieser Betriebsanleitung, Einsatz ungenügend qualifizierten Fachpersonals sowie eigenmächtiger Veränderung am Gerät.
- Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen in den Verkaufsunterlagen.
- Technische Änderungen vorbehalten.

Symbolerklärung



WARNUNG!

... weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.



VORSICHT!

... weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zu geringfügigen oder leichten Verletzungen bzw. Sach- und Umweltschäden führen kann, wenn sie nicht gemieden wird



GEFAHR!

Lebensgefahr durch elektrischen Strom
Bei Berührung mit spannungsführenden Teilen besteht unmittelbare Lebensgefahr.



WARNUNG!

... weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die durch heiße Oberflächen oder Flüssigkeiten zu Verbrennungen führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.

2. SICHERHEIT



WARNUNG!

Vor Montage, Inbetriebnahme und Betrieb sicherstellen, dass das richtige Thermometer hinsichtlich Messbereichs, Ausführung und spezifischen Messbedingungen ausgewählt wurde.

Schutzrohr hinsichtlich Maximaldruck und -temperatur (z. B. Belastungsdiagramme in DIN 43772) auswählen.

Bei Nichtbeachten können schwere Körperverletzungen und/oder Sachschäden auftreten.

Bestimmungsgemäße Verwendung

Diese Widerstandsthermometer dienen zur Temperaturmessung in industriellen Anwendungen. Das Widerstandsthermometer ist ausschließlich für den hier beschriebenen bestimmungsgemäßen Verwendungszweck konzipiert und konstruiert und darf nur dementsprechend verwendet werden.

Die technischen Spezifikationen in dieser Betriebsanleitung sind einzuhalten. Eine unsachgemäße Handhabung oder ein Betreiben des Widerstandsthermometers außerhalb der technischen Spezifikationen macht die sofortige Stilllegung und Überprüfung durch einen autorisierten Servicemitarbeiter erforderlich.

Wird das Widerstandsthermometer von einer kalten in eine warme Umgebung transportiert, so kann durch Kondensatbildung eine Störung der Gerätefunktion eintreten. Vor einer erneuten Inbetriebnahme die Angleichung der Gerätetemperatur an die Raumtemperatur abwarten.

Ansprüche jeglicher Art aufgrund von nicht bestimmungsgemäßer Verwendung sind ausgeschlossen.

Personalqualifikation



WARNUNG!

Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation! Unsachgemäßer Umgang kann zu erheblichen Personen- und Sachschäden führen. Die in dieser Betriebsanleitung beschriebenen Tätigkeiten nur durch Fachpersonal nachfolgend beschriebener Qualifikation durchführen lassen. Unqualifiziertes Personal von den Gefahrenbereichen fernhalten.

Fachpersonal

Das Fachpersonal ist aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, seiner Kenntnisse der Mess- und Regelungstechnik und seiner Erfahrungen sowie Kenntnis der landesspezifischen Vorschriften, geltenden Normen und Richtlinien in der Lage, die beschriebenen Arbeiten auszuführen und mögliche Gefahren selbstständig zu erkennen.
Spezielle Einsatzbedingungen verlangen weiteres entsprechendes Wissen, z. B. über aggressive Medien.

Besondere Gefahren



WARNUNG!

Bei gefährlichen Messstoffen wie z. B. Sauerstoff, Acetylen, brennbaren oder giftigen Stoffen, sowie bei Kälteanlagen, Kompressoren etc. müssen über die gesamten allgemeinen Regeln hinaus die einschlägigen Vorschriften beachtet werden.



WARNUNG!

Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD) erforderlich!

Die ordnungsgemäße Verwendung geerdeter Arbeitsflächen und persönlicher Armbänder ist bei Arbeiten mit offenen Schaltkreisen (Leiterplatten) erforderlich, um die Beschädigung empfindlicher elektronischer Bauteile durch elektrostatische Entladung zu vermeiden.

Für ein sicheres Arbeiten am Gerät muss der Betreiber sicherstellen,

- dass eine entsprechende Erste-Hilfe-Ausrüstung vorhanden ist und bei Bedarf jederzeit Hilfe zur Stelle ist.
- dass das Bedienpersonal regelmäßig in allen zutreffenden Fragen von Arbeitssicherheit, Erste-Hilfe und Umweltschutz unterwiesen wird, sowie die Betriebsanleitung und insbesondere die darin enthaltenen Sicherheitshinweise kennt.



Gefahr!

Lebensgefahr durch elektrischen Strom!

Bei Berührung mit spannungsführenden Teilen besteht unmittelbare Lebensgefahr. Einbau und Montage des elektrischen Gerätes dürfen nur durch das Elektrofachpersonal erfolgen.

Bei Betrieb mit einem defekten Netzgerät (z. B. Kurzschluss von Netzzspannung zur Ausgangsspannung) können am Gerät lebensgefährliche Spannungen auftreten!



WARNUNG!

Messstoffreste in ausgebauten Geräten können zur Gefährdung von Personen, Umwelt und Einrichtung führen. Ausreichende Vorsichtsmaßnahmen ergreifen.

Dieses Gerät nicht in Sicherheits- oder in Not-Aus-Einrichtungen benutzen. Fehlerhafte Anwendungen des Gerätes können zu Verletzungen führen. Am Gerät können im Fehlerfall aggressive Medien mit extremer Temperatur und unter hohem Druck oder Vakuum anliegen.

3. EINSATZ VON THERMOELEMENTEN

Meßprinzip

Das Meßprinzip der Thermoelemente beruht auf dem Seebeck-Effekt. Der empfindliche Teil der Thermoelemente besteht aus zwei Leitern unterschiedlichen Werkstoffs, die an einem Ende (Meßstelle) miteinander verbunden sind. Die beiden offenen Enden (Vergleichsstelle) sind durch Leitungen mit dem Anzeigegerät, z.B. einem Galvanometer oder einer hochohmigen Anzeigeelektronik verbunden (siehe Abbildung 1). Die an der Vergleichsstelle anliegende Thermospannung hängt ab vom Thermodrahtwerkstoff und von der Temperaturdifferenz zwischen Meßstelle und Vergleichsstelle.

Hinweis!

Bei Absolutmessungen muß die Vergleichstellentemperatur bekannt und konstant sein.

Um das zu erreichen, verlängert man das Thermoelement mit Thermo- oder Ausgleichsleitungen bis zu einer Stelle mit definierter, konstanter Temperatur (siehe Abbildung 2).

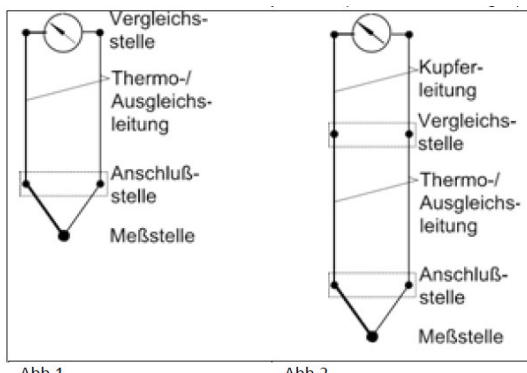


Abb.1

Abb.2

Ausgleichsleitungen

Ausgleichsleitungen liefern bis 200 °C die gleiche Thermospannung wie die zugehörigen Thermoelemente. Sie gehören nur in Ausnahmefällen oder bei Kabelthermoelementen zum Lieferumfang. Die zu den jeweiligen Thermoelementen gehörenden Ausgleichsleitungen sind durch eine besondere Kennfarbe gekennzeichnet, da zu jedem Thermopaar bzw. Thermoelement jeweils nur die aus thermoelektrisch relevantem Material bestehende Ausgleichsleitung verwendet werden darf.

Hinweis!

Für die genormten Ausgleichsleitungen gelten die Vorschriften nach DIN EN 60584-3

Technische Parameter

Unabhängig von den Sonderausführungen zu Thermoelementen, deren technische Daten speziell mit dem Kunden vereinbart sind, gelten für das Standardsortiment folgende Werte:

Thermopaar: nach DIN EN 60584-1 (Typ L: DIN 43 710)

Toleranzen: nach DIN EN 60584-1 jeweils Klasse 1 und 2, teils Klasse 3

Isolationswiderstand: 20 MΩ bei Raumtemperatur und 500 V DC Prüfspannung

Schutzaart: IP 54 nach EN 60529 (mit Silikondichtungen im Anschlußkopf höherer Schutzaart möglich)

Maximale Temperaturbelastung der Bauteile

Grundsätzlich sind alle Thermoelemente vor unzulässiger Überhitzung zu schützen!

Folgende Standardrichtwerte gelten für die einzelnen Bauelemente in Abhängigkeit von der Materialwahl in neutraler Atmosphäre und unter sonstigen normalen Betriebsbedingungen:

Bauteil	max. Temperatur
Anschlußkopf (nur B-Köpfe)	
- Aluguß mit Gummidichtung	100 °C
- Aluguß mit Silikondichtung	150 °C
- „VA“-Teil mit Teflondichtung	200 °C
Anschlußkopf mit eingebautem Transmitter	
- Standardtyp	70 °C
- Sondertyp	85 °C
Anschlußkabel	
- PVC-normal (PVC-wärmestabilisiert)	70 °C (105 °C)
- Silikon	180 °C
- PTFE	200 °C
- Glasseidenisolierung	400 °C Bei Kombination verschiedener Isolationen gilt immer die minimale Temperatur. Bei Sonderkabeln sind andere Bereiche möglich, die beim Hersteller zu erfragen sind.
Schutzrohr s.a. Belastungsdiagramme nach DIN 43772	
-metallisch:	
1.1003 Reineisen	950 °C
1.4762 X10CrAl24	1150 °C
1.4749 X18CrNi28	1100 °C
1.4841 X15CrNiSi25 20	1150 °C
1.4571 X6CrNiMoTi17 12 2	800 °C
2.4633 NiCr25FeAlY	1200 °C
DVS Platin	1600 °C
-keramisch:	
C 530 Al2O3-feinporös	1400 °C
C 610 Al2O3-gasdicht	1500 °C
C 799 Al2O3-gasdicht, hochrein tongebunden	1600 °C SiC
Si3N4 SYALON	1350 °C
-sonstige:	
Graphit	1300 °C
1.4571 beschichtet mit Cr ₂ O ₃ u. TiN	400 °C
Thermodrähte *	
-Typ L Fe-CuNi Ø1/3 mm	600/ 900 °C
-Typ J Fe-CuNi Ø1/3 mm	600/ 900 °C
-Typ K NiCr-Ni Ø1/3 mm	900/1200 °C
-Typ N NiCrSi-NiSi Ø1/3 mm	1000/1150 °C
-Typ S Pt10Rh-Pt Ø0,35/0,5 mm	1350/1600 °C
-Typ R Pt13Rh-Pt Ø0,35/0,5 mm	1350/1600 °C
-Typ B Pt30Rh-Pt6Rh Ø0,35/0,5 mm	1600/1800 °C

* Bei Ausführung als Mantelthermoelement ist die maximal zulässige Temperaturbelastung abhängig vom Durchmesser, Draht- und Mantelmaterial sowie der Atmosphäre

4. MONTAGE UND INSTALLATION

Hinweise zum mechanischen Einbau

- Der Einbau hat unter Berücksichtigung der einschlägigen, für den Meßort gültigen Vorschriften und Standards (Schweißvorschriften usw.) zu erfolgen.
- Insbesondere sind zu berücksichtigen:
VDE/VDI 3511 Technische Temperaturmessungen/Richtlinie
VDE/VDI 3512 Blatt 2 Meßanordnungen für Temperaturmessungen

Der Einbau hat unter Beachtung der Übereinstimmung der vorliegenden technischen Parameter der Thermometer mit den realen Einsatzbedingungen zu erfolgen, insbesondere:

- Meßbereich
- zulässigermaximaler Druck, Strömungsgeschwindigkeit
- Einbaulänge, Rohrmaße
- Schwingungen, Vibrationen, Stöße
- abrasive Belastungen
- Temperaturschock
- chemischer Angriff von Gasen
- Dichte des Mediums



Achtung!

Berücksichtigen Sie in jedem Fall die mechanischen und thermischen Belastungsgrenzen der Schutzrohre sowie den chemischen Angriff von Gasen auf das Schutzrohr- material und die Thermodrähte. Der chemische Einfluß von Gasen auf Schutzrohr und Thermopaar ist bei jedem Einsatzfall zu prüfen. Bei Erzielung einer Gasdichtheit (max. 1 bar!) ist auf sorgfältigen Sitz und die Wartung (d.h. regelmäßiges Nachziehen der Schraubverbindung) der Dichtung zu achten.

Hinweise zum Prozeßanschluß

Einschraubgewinde:

Achten Sie beim Einbau auf die sachgemäße Unterlage der Dichtung!

Bei Einschraubgewinde gelten für das Anzugsdrehmoment folgende zulässige Richtwerte:

- M 18 x 1,5; M 20 x 1,5; G1/2" : 50 Nm
- M 27 x 2,0; G3/4": 100 Nm

Gemäß DIN 43763 ist für Einschraubthermometer generell ein maximal zulässiger Druck von 10 MPa festgelegt

Flanschbefestigung:

Die Auswahl der Flansche nach DIN 2527 muß druck- und rohrabmessungsgerecht erfolgen.

Die Flanschbefestigungsschrauben sind gleichmäßig über Kreuz anzuziehen.

Achten Sie auf eine gute Auflage der Dichtung!

Einschweißvariante:

Bei lebensmittelberührendem Einsatz des Temperatur- fühlers sind spezielle Schweißvorschriften zu beachten. Prinzipiell dürfen keine Unebenheiten oder ähnliches an Schweißstellen entstehen, die die CIP-Fähigkeit der Anlage beeinflussen.

Bei hochdruckführenden und überwachungspflichtigen Leitungen sind Druckabnahmen erforderlich.

Überwurfmutterbefestigung:

Zulässige Anzugsmomente wie bei Einschraubgewinde!

Verstellbare Verschraubungen:

Bei verstellbaren Verschraubungen ist hinsichtlich mög- licher Kontaktkorrosion auf gleiche Materialwahl wie beim Schutzrohr zu achten. In Abhängigkeit von der Dichtheit ist das „Klemmelement“ zu wählen, z.B.: Schneidring, Dichtring, Teflondruckstück.

Anschlagflansch / Gegenflansch:

Bei keramischen Schutzrohren mit Anschlagflansch und Gegenflansch befindet sich die Befestigung am Halterohr, die Dichtung auf dem Schutzrohr.

Einstellen der Abgangsrichtung der Kabelverschraubung des Kopfes

Bei Thermoelementen mit Standard-DIN-Köpfen kann im Problemfall nach dem Einschrauben die Abgangsrichtung nachträglich korrigiert werden. Dazu muß die Druckschraube leicht gelöst, der gesamte Anschlußkopf entsprechend gedreht und anschließend die Druckschraube wieder fest angezogen werden.



Hinweis!

Bei Nicht-Standard-Köpfen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen!



Hinweise bei Hochtemperatureinsatz!

Bei hohen Temperaturen können metallische und keramische Schutzrohrwerkstoffe porös werden. Dadurch wird das Eindringen von aggressiven Gasen aus der Umgebung ermöglicht. Um das zu verhindern, kann zur Absicherung in das Außenschutzrohr ein gasdichtes keramisches Innenschutzrohr eingebaut werden.

Achtung!

Die Schadgase verändern die Charakteristik des Thermoelementes (Vergiftung!).

Edelmetallthermopaare (Typen R/S/B) „vergiften“ sich auch bei hohen Temperaturen durch Aufnahme von Verunreinigungen aus der Isolierkeramik. Verwenden Sie ab ca. 1300 °C nur hocheine gasdichte Al₂O₃ – Keramik (C 799)!

Bauen Sie bei hohen Temperaturen die Schutzarmaturen möglichst senkrecht hängend in den Prozeß ein. Dadurch wird ein Durchbiegen mit seinen schädlichen Auswirkungen auf das Thermopaar vermieden. Verwenden Sie bei waagerechtem Einbau Stützhilfen oder zusätzliche Fassungen.

Das Einschieben von Thermoelementen in heiße Prozesse muß langsam erfolgen, z.B.: bei 1200 °C ca. 10-20 cm / min Einschubgeschwindigkeit, bei 1600 °C ca. 1-2 cm / min Einschubgeschwindigkeit.

Achtung!

Es ist auch ein Vorwärmen der Thermometer möglich. Das Vorwärmen ist beim Eintauchen in warme Schmelzbäder u.ä. unbedingt erforderlich!

Beim Dauereinsatz von Thermoelementen mit Drähten des Typs K im Temperaturbereich von 850 bis 950 °C besteht die Gefahr von Grünfäule. Wir empfehlen in diesem Fall den Einsatz eines Mantelthermoelementes!

5. Elektrischer Anschluss

Bei Thermometern mit eingebautem Transmitter sind die Angaben und Anschlußhinweise der Bedienungsanleitung des Transmitters zu beachten!

Die Beschaltungsart und der Anschlußkopf in der Draufsicht sind unten dargestellt.

Achten Sie beim Anschließen der Leitungen darauf, daß der Pluspol des Thermoelementes mit der Plusklemme der Folgeelektronik verbunden ist. Auch bei der Zwischenklemmung von Thermo- oder Ausgleichsleitung ist die Polarität zu wahren. Vertauschen von Plus- und Minusleiter, insbesondere bei zwischengeschalteten Ausgleichsleitungen, führt zu fehlerhafter Anzeige, die unter Umständen nicht sofort auffällt.

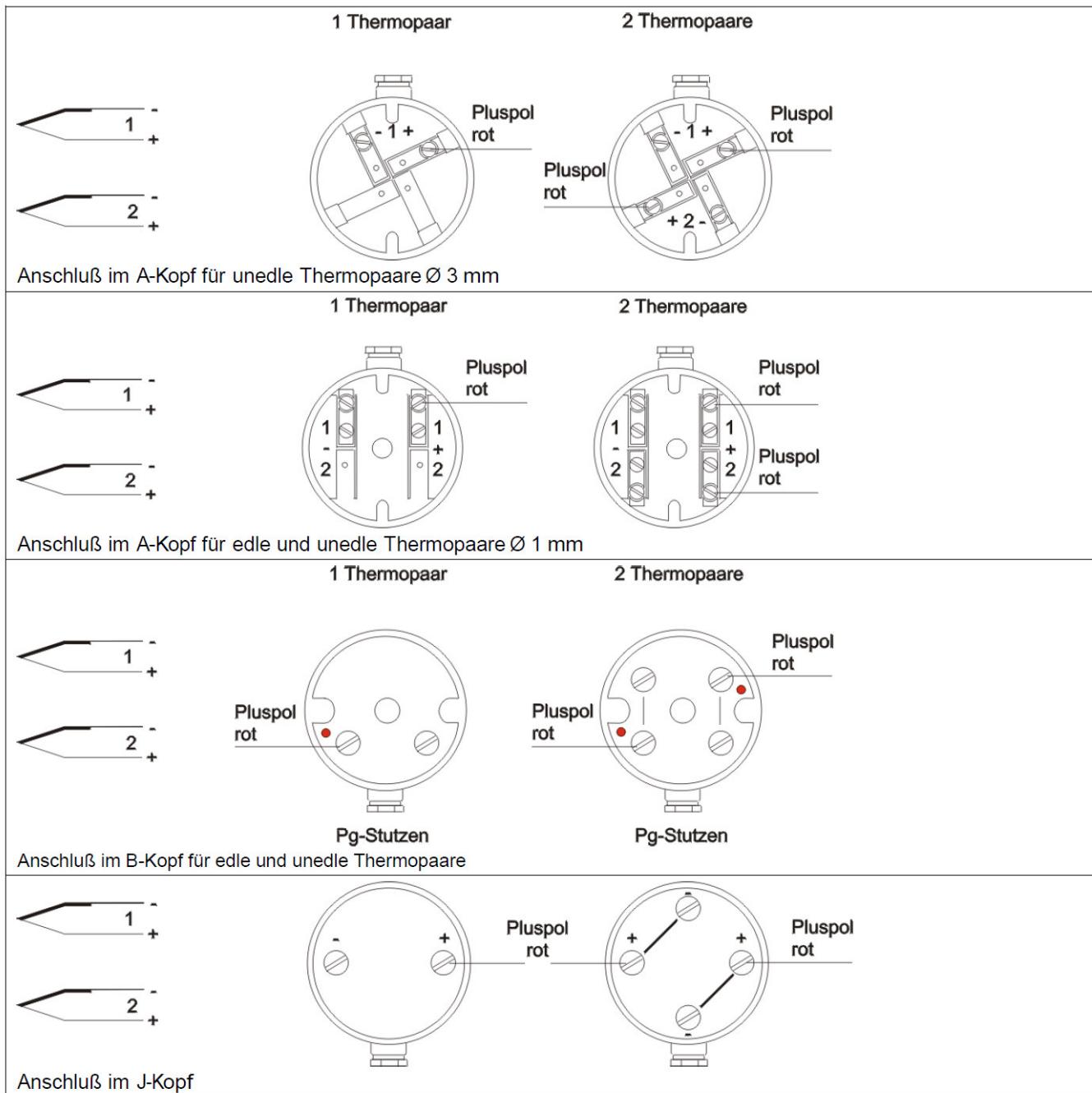
Im Allgemeinen sind in den Anschlußköpfen die Plusleiter mit roter Farbe gekennzeichnet.



WARNUNG!

Bei der Montage des Thermometers die zulässige Betriebstemperatur (Umgebung, Messstoff), auch unter Berücksichtigung von Konvektion und Wärmestrahlung nicht unter- oder überschreiten!

Anschlußbeschaltung von Thermoelementen und Mantelthermoelementen mit Anschlußkopf



Das Thermoelement kann nach dem Lösen des Anschluß- deckels angeschlossen werden.

Die durch die Kabelverschraubung in den Anschlußkopf- innenraum zu führende Anschlußleitung wird mittels der Anschlußklemme an den Leitungsenden verklemmt.



Hinweis!

Alle Klemmverbindungen müssen absolut sauber sein und fest angezogen werden. Übergangswiderstände an den Klemmstellen führen zu Meßfehlern!

Die Leitungen zwischen Thermoelement und Anzeigetechnik müssen den Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen (siehe VDE 0250) oder in Ausnahmefällen in Fernmeldeanlagen (siehe VDE 0891) entsprechen.



WARNUNG!

Bei der Montage des Thermometers die zulässige Betriebstemperatur (Umgebung, Messstoff), auch unter Berücksichtigung von Konvektion und Wärmestrahlung nicht unter- oder überschreiten!



WARNUNG!

Thermometer müssen geerdet sein, wenn an den Anschlussdrähten mit gefährlichen Spannungen zu rechnen ist (hervorgerufen durch z. B. mechanische Beschädigung, elektrostatische Aufladung oder Induktion)!

Elektrischer Anschluss



VORSICHT!

- Beschädigung an Kabeln und Leitungen, sowie Verbindungsstellen vermeiden

Kabelverschraubungen

Die Abdichtung der Kabelverschraubung muss optimal erfolgen, damit die erforderliche Schutzart erreicht wird.

Voraussetzungen zur Erreichung der Schutzart

- Kabelverschraubung nur im angegebenen Klemmbereich (Kabeldurchmesser passend zur Kabelverschraubung) verwenden
- Bei Verwendung sehr weicher Kabeltypen nicht den unteren Klemmbereich verwenden
- Nur Rundkabel verwenden (ggf. leicht ovaler Querschnitt)
- Kabel nicht verdrillen
- Mehrmaliges Öffnen/Schließen möglich; hat ggf. jedoch negative Auswirkung auf die Schutzart
- Bei Kabel mit ausgeprägtem Kaltfließverhalten Verschraubung nachziehen

Zylindrische Gewinde

Wenn Thermometeranschlusskopf, Halsrohr, Schutzrohr oder Prozessanschluss mit zylindrischen Gewinden (z.B. G1/2, G1/4, M20x1,5 ...) verbunden werden, sollten diese Gewinde mit Dichtungen gegen den Eintritt von Flüssigkeiten in das Thermometer gesichert werden.

Bei Zusammenbauten von Thermometer und Schutzrohr sind diese Dichtungen bereits vormontiert. Es obliegt dem Betreiber der Anlage, die Eignung dieser Dichtung im Hinblick auf die Einsatzbedingungen zu überprüfen und ggfs. durch eine geeignete Dichtung zu ersetzen.

Bei Thermometern ohne Schutzrohr bzw. getrennter Lieferung liegen Dichtungen nicht bei und müssen vom Anwender getrennt bestellt werden. Bei der Endmontage in die Anlage sind die Gewinde zunächst handfest anzuziehen. Das entspricht auch dem Auslieferungszustand bei vormontierten Zusammenbauten. Die Endfestigkeit muss mit einer halben Schraubenschlüssel-Umdrehung hergestellt werden.

Bei Schutzrohren zum Einschweißen sind die Thermometer beim Schweißvorgang aus dem Schutzrohr zu demontieren, da sonst eine Überhitzung erfolgen kann.

Grundwertreihen der Thermospannung [mV] nach ITS90 (Typ L nach IPTS 68)							
[°C]	Typ K	Typ N	Typ J	Typ L	Typ S	Typ R	Typ B
-200	-5,891	-3,990	-7,890	-8,150			
-150	-4,913	-3,336	-6,500	-6,600			
-100	-3,554	-2,407	-4,633	-4,750			
-50	-1,889	-1,269	-2,431	-2,510			
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
50	2,023	1,340	2,585	2,650	0,299	0,296	0,002
100	4,096	2,774	5,269	5,370	0,645	0,647	0,033
150	6,138	4,302	8,010	8,150	1,029	1,041	0,092
200	8,138	5,913	10,779	10,950	1,440	1,468	0,178
250	10,153	7,597	13,555	13,750	1,873	1,923	0,291
300	12,209	9,341	16,327	16,560	2,323	2,401	0,431
350	14,293	11,136	19,090	19,360	2,786	2,896	0,596
400	16,397	12,974	21,848	22,160	3,259	3,408	0,787
450	18,516	14,846	24,610	25,000	3,742	3,933	1,002
500	20,644	16,748	27,393	27,850	4,233	4,471	1,242
550	22,776	18,672	30,216	30,750	4,732	5,021	1,505
600	24,905	20,613	33,102	33,670	5,239	5,583	1,792
650	27,025	22,566	36,071	36,640	5,753	6,157	2,101
700	29,129	24,527	39,132	39,720	6,275	6,743	2,431
750	31,213	26,491	42,281	42,920	6,806	7,340	2,782
800	33,275	28,455	45,494	46,220	7,345	7,950	3,154
850	35,313	30,416	48,715	49,630	7,893	8,571	3,546
900	37,326	32,371	51,877	53,140	8,449	9,205	3,957
950	39,314	34,319	54,956		9,014	9,850	4,387
1000	41,276	36,256	57,953		9,587	10,506	4,834
1050	43,211	38,179	60,890		10,168	11,173	5,299
1100	45,119	40,087	63,792		10,757	11,850	5,780
1150	46,995	41,976	66,679		11,351	12,535	6,276
1200	48,838	43,846	69,553		11,951	13,228	6,786
1250	50,644	45,694			12,554	13,926	7,311
1300	52,410	47,513			13,159	14,629	7,848
1350	54,138				13,766	15,334	8,397
1400					14,373	16,040	8,956
1450					14,978	16,746	9,524
1500					15,582	17,451	10,099
1550					16,182	18,152	10,679
1600					16,777	18,849	11,263
1650					17,366	19,540	11,848
1700					17,949	20,223	12,426

DIN EN 60584 Genauigkeitsklassen und Thermopaartypen

In der gültigen DIN EN 60584 sind Grundwerte und Toleranzen der zu verwendenden Thermopaarkombinationen festgelegt. Bei älteren Fe-CuNi-Thermoelementen (Fe-Konst) findet die DIN 43 710, Typ L Anwendung, insbesondere um den Ersatzteilbedarf von Altanlagen zu sichern.

Klassen der Grenzabweichungen für Thermopaare nach DIN EN 60584						
Typ	Klasse 1		Klasse 2		Klasse 3	
	Abweichung	Temp. Bereich	Abweichung	Temp. Bereich	Abweichung	Temp. Bereich
Unedel - Thermopaarkombinationen						
K	1,5 °C o. 0,004 lt l	-40...1000 °C	2,5 °C o. 0,0075 lt l	-40...1200 °C	2,5 °C o. 0,015 lt l	-200...40°C
N	1,5 °C o. 0,004 lt l	-40...1000 °C	2,5 °C o. 0,0075 lt l	-40...1200 °C	2,5 °C o. 0,015 lt l	-200...40°C
J	1,5 °C o. 0,004 lt l	-40... 750 °C	2,5 °C o. 0,0075 lt l	-40... 750 °C	-	-
L	-	-	3,0 °C o. 0,0075 lt l	-40... 750 °C	-	-
Edel - Thermopaarkombinationen						
S	1,0 °C oder 1+0,003 (t-1100 °C)	0...1600 °C	1,5 °C o. 0,0025 lt l	-	-	-
R	1,0 °C oder 1+0,003 (t-1100 °C)	0...1600 °C	1,5 °C o. 0,0025 lt l	-	-	-
B	-	-	0,0025 lt l	600...1700 °C	4,0 °C o. 0,0005 lt l	600...1700 °C

Die Grenzabweichungen sind \pm Toleranzen. Sie sind in °C oder in % vom Meßwert angegeben. Es gilt der jeweils höhere Wert.

Unzulässige Betriebsweisen

- Überschreitung der zulässigen Maximaltemperatur bzw. Unterschreitung der zulässigen Minimaltemperatur
- Überschreitung der zulässigen Druckwerte (nach DIN 43772: Temperatur - Druck - Belastungsdiagrammen)
- starke mechanische Belastungen, insbesondere solche, die zu Deformationen der Schutzrohrzone führen
- starke chemische Belastungen, z.B. aggressive Gase und Dämpfe, insbesondere solche, die zur Zerstörung der Schutzrohre oder zum Vergiften der eingebauten Thermodrähte führen
- Überschreitung der elektrischen Anschlußwerte
- Überschreitung der schutzartrelevanten Befeuchtung und thermischen Belastbarkeit des Anschlußkopfes

6. TRANSPORT, VERPACKUNG UND LAGERUNG

Transport

Gerät auf eventuell vorhandene Transportschäden untersuchen. Offensichtliche Schäden unverzüglich mitteilen.

Verpackung

Verpackung erst unmittelbar vor der Montage entfernen.

Die Verpackung aufbewahren, denn diese bietet bei einem Transport einen optimalen Schutz (z. B. wechselnder Einbauort, Reparatursendung).

Lagerung

Um die elektrischen Eigenschaften der elektrischen Anschlussstellen bzw. Anschlussleitungen zu erhalten, dürfen Thermoelemente nicht bei hoher Luftfeuchtigkeit oder in aggressiver Umgebung gelagert werden.

Zulässige Bedingungen mit eingebautem Transmitter am Lagerort:

- Geräte mit eingebautem Transmitter: siehe Betriebsanleitung des entspr. Transmitters

Vermeidung folgender Einflüsse:

- Direktes Sonnenlicht oder Nähe zu heißen Gegenständen
- Mechanische Vibration, mechanischer Schock (hartes Aufstellen)
- Ruß, Dampf, Staub und korrosive Gase
- Explosionsgefährdete Umgebung, entzündliche Atmosphären



Vor der Einlagerung des Gerätes (nach Betrieb) alle anhaftenden Messstoffreste entfernen. Dies ist besonders wichtig, wenn der Messstoff gesundheitsgefährdend ist, wie z. B. ätzend, giftig, krebserregend, radioaktiv, usw.

Platin- bzw. Platinverbindungen dürfen nicht in den Boden und das Grundwasser gelangen!
Entsorgen Sie die verschiedenen Materialien getrennt nach den gültigen Bestimmungen!

Wartung

Mit einem einfachen kleinen Digitalvoltmeter (oder Millivoltmeter, Ohmmeter) und einem einfachen Isolationsmessgerät können eine Reihe von Schnellüberprüfungen an Thermoelementen im aus- und eingebauten Zustand durchgeführt werden.

Druckbelastete Thermometer sind in die entsprechenden turnusmäßigen Sicherheitsüberprüfungen der Anlage einzubeziehen
Bei chemischen, abrasiven, starken sonstigen mechanischen Belastungen sowie hoher Temperaturlast sind die Schutzrohre auf der Basis von vorher im Experiment zu bestimmenden Austauschzyklen auszutauschen. Schutzrohre sind reine Verschleißbauteile!

Die Prozessanschlüsse sind visuell zu überprüfen und ggf. nachzuziehen.

Überprüfung im ausgebauten Zustand bei Raumtemperatur

Bei Raumtemperatur können der Durchgang des Meßkreises und die Isolation der Armatur überprüft werden:
Durch Klopfen oder Rütteln stellt man eventuelle Drahtbrüche fest.

Das Thermoelement ist funktionstüchtig, wenn bei Raumtemperatur die Widerstandsanzeige $< 20 \Omega$ (Drahdurchmesser $> 0,5 \text{ mm}$, bis Nennlänge 1 m) und der Isolationswiderstand größer $100 \text{ M}\Omega$ ist (isoliertes Thermoelement).

Durch kurzzeitiges Erwärmen (200°C bis 400°C) können eine dilatationsbedingte Unterbrechung oder ein temperaturabhängiger Isolationswiderstand ermittelt werden.

Überprüfung im eingebauten Zustand

Klemmen Sie die Zuleitungen am Thermoelement ab.

Mit einer dafür notwendigen mV-Quelle können das Thermoelement bzw. sein Thermospannungswert im Betriebsfall nachgebildet werden. Schließen Sie die Dekade an und überprüfen Sie die Anzeige. Man erkennt, ob das Thermoelement oder der nachfolgende Kreis nicht in Ordnung sind.

Hat das Thermoelement einen auswechselbaren Meßeinsatz, kann dieser gegen einen Prüfmeßeinsatz (mit bekannten Daten) ausgetauscht werden. Hiermit ist es ebenfalls möglich festzustellen, ob das Thermometer oder der nachfolgende Meßkreis nicht in Ordnung sind.

7. STÖRUNGEN

Problem	Fehler / Ursache	Maßnahme
zu niedrige Temperaturanzeige bei sehr dünnen Thermorähten bzw. nach sogenanntem Abbrand (Querschnittsverringerung der Drähte)	- Instrument mit niedrigem Eingangs- bzw. Innenwiderstand	- Leitungsabgleich - Instrument mit hochohmigem Eingang wählen - Austausch der Thermorähte bzw. des Messeinsatzes
Temperaturanzeige verändert sich mit wechselnder Umgebungstemperatur	- Vergleichsstelle nicht stabilisiert	- Vergleichsstelle stabilisieren (konstant halten!)
schwankende Temperaturanzeige bei sonst einwandfreiem Meßkreis-Aufbau	- Spannungs- bzw. Stromversorgung nicht konstant - Vergleichsstellentemperatur nicht konstant	- Spannungs- bzw. Stromversorgung muß konstant gehalten werden (<0,1%) - Vergleichsstelle überprüfen
Temperaturanzeigefehler wird bei zunehmender Temperatur größer (Anzeige zu niedrig)	- abnehmender Isolationswiderstand wirkt als Nebenschluß (verringerte EMK des Thermopaars)	wenn möglich: - Austrocknen des Thermoelementes bzw. Meßeinsatzes - danach wieder feuchtigkeitsdicht verschließen wenn keine Verbesserung: - Austausch des Thermoelementes bzw. des Meßeinsatzes R_{iso} bei 20°C: > 100 MΩ R_{iso} bei 500°C: > 2 MΩ
Abweichungen der Temperaturanzeige von den Tabellenwerten (parasitäre und galvanische EMK's)	- schlechte Kontakte - falsche Thermo- oder Ausgleichsleitung oder jeweils falsch gepolte Leitung - falsches Thermopaar	- prüfen, ob richtige Thermo- oder Ausgleichsleitung richtig gepolt verwendet wurde - Verbindungen überprüfen - Thermopaar prüfen - Vergleichsstelle prüfen
Anzeige ändert sich im Laufe der Zeit	- chemische Einflüsse auf Thermoelement (Vergiftung) - thermische Langzeitdrift	- versuchen, durch Sonderkonstruktion das Schutzrohr so zu ändern (z.B. Luftspülung der Zusatzrohre), daß schädigende Stoffe vom Thermoelement ferngehalten werden - Austausch des Thermoelementes bzw. des Messeinsatzes - um die Auswirkungen thermischer Alterung in Grenzen zu halten, Thermoelement in den vorgeschriebenen Temperaturgrenzen betreiben. - Meßstellen turnusmäßig überprüfen! - Thermoelement auf die Dauertemperatur bezogen künstlich altern!
Meßeinsatz sitzt im Schutzrohr fest	- Schutzrohr leicht deformiert - Meßeinsatz leicht korrodiert - Fremdkörper im Schutzrohr	- über Spannzeug Meßeinsatz leicht drehen und stark am Flansch ziehen

Betriebsanleitung

Problem	Fehler / Ursache	Maßnahme
elektrische Störungen des Meßsignals	a) elektrische/magnetische Einstreuungen	<ul style="list-style-type: none"> - mind. 0,5 m Abstand der Meßleitungen zu den Leistungsleitungen - geschirmtes Kabel (Schirm an einem Punkt geerdet!) - Verdrillung der Adern - rechtwinklige Kreuzung von Meßleitungen mit störenden Leistungsleitungen
	b) Erdschleifen	<ul style="list-style-type: none"> - nur ein Erdungspunkt im Meßkreis, oder Meßsystem „schwebend“ geerdet
	c) Abnahme des Isolationswiderstandes	<ul style="list-style-type: none"> - Thermometer/Meßeinsatz trocknen, da evtl. Feuchte eingedrungen - neu versiegeln - Meßeinsatz austauschen
	d) Induktivitäten und Kapazitäten von Thermometern und Leitungen	<ul style="list-style-type: none"> - können die Abtastfolge von Multiplexbetrieb beeinflussen/begrenzen - spielen eine Rolle bei Ex-Anlagen als Energiespeicher, der bei der Entladung zündfähige Funken erzeugt siehe u.a. DIN EN 60079-14 für „langsame“ Gleichstrom-Meßanlagen in der Regel ohne Bedeutung
zu lange Ansprechzeiten	a) falscher Einbauort <ul style="list-style-type: none"> - im Strömungsschatten - Einfluß einer Wärmequelle 	<ul style="list-style-type: none"> - ungestörten, schnellen Wärmeübergang vom Medium auf das Thermometer realisieren
	b) falsche Einbaumethode <ul style="list-style-type: none"> - zu geringe Eintauchtiefe - zu große Wärmeleitung 	<ul style="list-style-type: none"> - Eintauchtiefe ca.: Sensorlänge + 5mal (Flüssigkeiten) bis 10mal (Gase) äußerer Schutzrohr-Durchmesser - Wärmetkontakte, vor allem bei Oberflächenmessungen, durch passende Kontaktflächen und/oder Wärmeübertragungsmittel sicherstellen
zu lange Ansprechzeiten	c) Schutzrohr zu dick	<ul style="list-style-type: none"> - verfahrenstechnisch kleinstmögliches Schutzrohr wählen - Ansprechzeit in erster Näherung proportional dem Querschnitt bzw. Volumen des Thermometers, abhängig von Wärmeübertragungszahlen und Luftpalten im Aufbau - Luftpalten wenn möglich mit Kontaktmittel (Öle, Fette) füllen
	d) Ablagerungen auf dem Schutzrohr	<ul style="list-style-type: none"> - bei Inspektionen entfernen wenn möglich: - anderes Schutzrohr, andere Einbaustelle wählen
stark korrodiertes oder abgeriebenes Schutzrohr	<ul style="list-style-type: none"> - Zusammensetzung des Mediums nicht wie angenommen, oder geändert - falsches SR-Material gewählt 	<ul style="list-style-type: none"> - Medium überprüfen, evtl. defektes Schutzrohr analysieren und danach besser geeignetes Material wählen - zusätzlichen Oberflächenschutz, z. B. keramische Beschichtungen realisieren

ADRESSE:



MESS-, REGEL- UND PRÜFTECHNIK

Wilhelm-von-Polenz-Str. 7
02733 Cunewalde
Germany

Tel. +49 (0) 35877 2310
Fax +49 (0) 35877 231 23

www.hensel-cunewalde.de
info@hensel-cunewalde.de