



Die Widerstandsthermometer von Wika trotzen auch den widrigen Bedingungen der Polarregionen

Elektrische Thermometer für niedrige Umgebungstemperaturen

Der Eiseskälte trotzen

Extremkälte zählt zu den härtesten Umgebungsbedingungen, die man sich aus Gerätesicht vorstellen kann. Das hat Auswirkungen auf die Konstruktion. Es stellt sich daher die Frage, wie z. B. elektrische Thermometer beschaffen sein müssen, die bei Außentemperaturen von $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ und niedriger zur Prozesskontrolle und -steuerung eingesetzt werden. Schließlich gibt es keine praktische Schutzhülle zum Überstülpen.

Trotz weitreichender Konzepte für alternative Energien hält die Erschließung neuer Erdöl- und Erdgasvorkommen und deren Abbau an. Ein wesentlicher Teil der Aktivitäten erstreckt sich auf Gebiete in Sibirien und dem Norden Kanadas, wo phasenweise arktisches Klima herrscht. Die wachsende Förderung von Öl und/oder Gas in diesen Regionen sowie eine Weiterverarbeitung vor Ort hat zu einer steigenden Nachfrage nach elektrischen Thermometern für niedrige Umgebungstemperaturen geführt, vor allem zur Überwachung und Steuerung von Prozessen in petrochemischen Anlagen. Ein Blick auf die Klimatabelle zeigt, dass die Betreiber dort mit Standardgeräten nicht

weit kommen. Widerstandsthermometer sind üblicherweise für Umgebungstemperaturen bis zu $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ausgelegt. Das reicht für die Gebiete mit Extremkälte nicht aus. Für Messgeräte dort wird mittlerweile eine Prüftemperatur von mindestens $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ zugrunde gelegt. Die Entwicklung und Spezifizierung geeigneter Thermometer stellt die Hersteller vor besondere Herausforderungen. Werkstoffe, Komponenten und Konstruktion müssen dauerhaft tieftemperaturfest sein.

Vor Ort oder Schaltschrank?

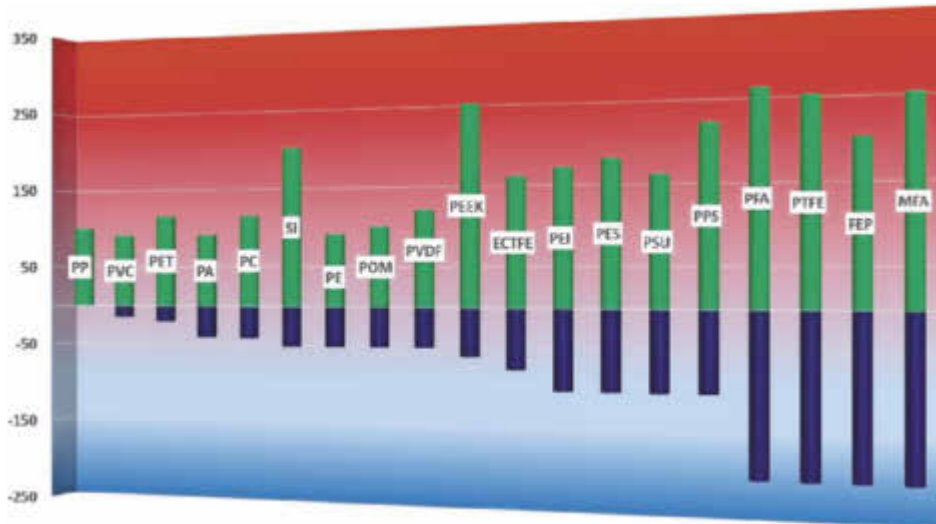
Kernstück eines jeden Widerstandsthermometers ist die Elektrik. Der Messwiderstand selbst, meist ein Pt100-Sensor, verkraftet

niedrige Umgebungstemperaturen ohne Probleme. Anders verhält es sich mit dem Transmitter, der den Messwert in ein störungsfreies Ausgangssignal verwandelt. In seinem Fall muss der Anwender entscheiden, ob dieser Messumformer über den Anschlusskopf ins Messgerät integriert oder im Schaltschrank der Leitwarte eingebaut werden soll.

Bei der Kopfbauf orm befindet sich der Transmitter nahe am Sensor und reduziert so die Störanfälligkeit des Widerstandssignals auf ein Minimum. Dafür ist er den extremen Minusgraden nahezu unmittelbar ausgesetzt. Eingebaut im Schaltschrank, arbeitet der Transmitter bei der für ihn spezi-



Die Geräte werden in speziellen Klimaschränken bis $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ abgekühlt



Verwendete Kunststoffe müssen den tiefen Temperaturen standhalten können. Die im Diagramm aufgeführten Werte sind Zirkaangaben, die je nach Hersteller und Kunststoffausführung variieren können.

fizierten Raumtemperatur und liefert so eine bessere Gesamtgenauigkeit. Zuvor muss der Anwender allerdings mögliche Einwirkungen auf die Verbindung zwischen Messstelle und Transmitter prüfen und gegebenenfalls mit einer höheren Kabelqualität gegensteuern.

Darüber hinaus gilt es vorab zu klären, ob an der Messstelle eine lokale Anzeige notwendig ist. Denn bei Thermometern mit LCD-Display sind kältebedingte physikalische Effekte zu beachten. Die Kristalle beginnen bei Umgebungstemperaturen unter $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ einzufrieren. Steigen die Temperaturen wieder über diesen Wert, kann es zu einer zeitlich verzögerten Wiederaufnahme der Anzeigefunktion kommen, insbesondere bei geringem Schleifenstrom. In jedem Fall muss sichergestellt sein, dass die LCD-Anzeige auch bei Temperaturen bis $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ nicht zerstört wird und ihre normale Funktion nach dem Erwärmen wieder hergestellt ist. Wer eine ständige Vor-Ort-Anzeige benötigt, muss entweder eine zweite Messstelle mit einem Zeigerthermometer einrichten oder eine mechatronische Messanordnung wählen. Jede dieser Lösungen tieftemperaturfest zu spezifizieren, erfordert zusätzlichen Aufwand.

Einsatz geeigneter Materialien

Lebensdauer und Funktionalität elektrischer Thermometer bei extremen Minustemperaturen hängen entscheidend vom Verhalten der verwendeten Kunststoffe ab. Generell gilt: Mit sinkender Umgebungstemperatur nimmt die Versprödung von Kunststoffen zu. Standardmaterialien stoßen bei einer Prüftemperatur von $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ rasch an ihre Grenzen und werden brüchig. Das kann zu weitgehenden Schäden am Gerät führen und die Prozesssicherheit gefährden. Aus diesem Grund werden bestimmte Kabelverschraubungen zumeist von vorneherein in Metall ausgeführt.

Eine kunststofffreie Messlösung bleibt aber eine Utopie, siehe Dichtungen. Demzufolge müssen die verwendeten Materialien für niedrige Umgebungstemperaturen geeignet sein. Nominal wird diese Bedingung von hochwertigen Kunststoffen durchaus erfüllt, sogar bis $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die richtige Wahl orientiert sich aber am Einsatzort im Rahmen der Messaufgabe, weil sich daraus die Anforderung an deren Elastizität ergibt. Dichtungen, die in statischer Umgebung wirken, stellen dabei ein geringeres Problem dar. Anders verhält es sich zum Beispiel beim Isoliermantel für Kabel. Sie sollten nicht bewegt werden, um Mikrorisse und damit ein Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Das schließt Vibrationen sowie thermische Einflüsse (Ausdehnen und Zusammenziehen) ein. Kabel müssen daher stationär verlegt werden. Ausgehende Verbindungsstränge werden in Kabelkanälen entlang einer Mauer oder – wenn die Prozesstemperatur den Messwert nicht verfälscht – entlang von Rohrleitungen geführt.

Neben Dichtungen und Kabelmanteln gilt es, auch andere kunststoffhaltige Komponenten, zum Beispiel Vergussmassen, Kleber und lackierte Oberflächen, ins Kalkül zu ziehen. Vor allem bei Geräten, die in explosionsgefährdeten Bereich eingesetzt werden, muss darüber hinaus die elektrische Leitfähigkeit solcher Werkstoffe berücksichtigt werden. Ein genaues Hinsehen ist auch bei Bauteilen aus Metall notwendig. Edelstahl bereitet bei niedrigen Umgebungstemperaturen keinerlei Schwierigkeiten. Alu-Legierungen hingegen sind deutlich anfälliger. Das macht schon ein vergleichender Fallversuch deutlich: Aluminiumteile weisen bei Niedrigtemperaturen andere und schwerere Schäden auf als bei Raumtemperatur. Daher werden neuralgische Bauteile, wie Anschlussköpfe und Kabelverschraubungen in der Regel aus Edelstahl gefertigt. Alu-Legierungen

sollten nur an Messstellen verwendet werden, bei denen physische Einwirkungen (Schlag oder Stoß) ausgeschlossen sind.

Tests in Versuchsreihen

Dass ein elektrisches Thermometer den hier geschilderten, außerordentlichen Anforderungen tatsächlich standhält, muss in zum Teil aufwendigen Versuchsreihen geprüft werden. Sowohl das betriebsbereite Messgerät als auch seine einzelnen Komponenten durchlaufen Untersuchungen zur Temperaturwechselbeständigkeit gemäß IEC 60079-0 und zum IP-Schutz gemäß IEC 60529. Das fertigmontierte Gerät wird weiterhin einem Schlagfestigkeitstest unterzogen. Diese Prüfung erstreckt sich auf die schwächsten Stellen der Außenseiten. Mit einem Werkzeug wird maschinell auf die jeweiligen Flächen eingewirkt und so ermittelt, ob Abplatzungen oder Risse auftreten können. Thermometer, die für explosionsgefährdete Bereiche bestimmt sind (EAC-Ex), müssen solche Tests mit Sicherheitszuschlag absolvieren: Anstatt bei $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ Einsatztemperatur werden sie bei $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ in speziellen Klimaschränken geprüft, um jegliches Risiko für die Prozesssicherheit auszuschließen. Alle Ergebnisse der Versuchsreihen werden dokumentiert. Nach der Freigabe des Geräts erhält der Kunde eine Bestätigung der Tests als Vermerk auf dem Lieferschein.

www.prozesstechnik-online.de

Suchwort: cav0418wika

Halle 11, Stand C56



AUTOR
JOACHIM BRÜCKNER
Produktmanager Elektrische
Temperaturmesstechnik,
Wika