

Sicherer Temperaturschutz elektrischer Antriebe

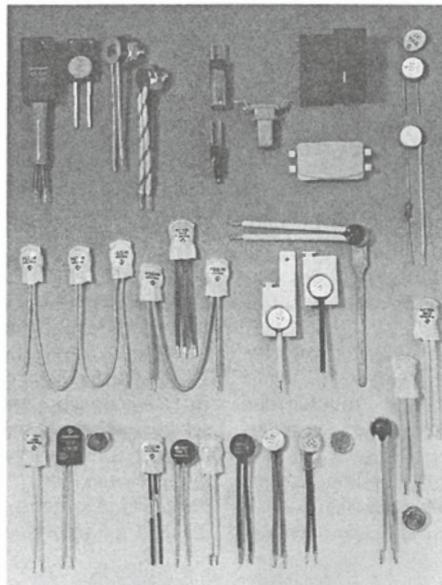
ANDREAS STÖSSEL

In Fragen des Überhitzungsschutzes bei Projektierung und Betrieb von Motoren, Transformatoren und Industrieelektronik spielen Temperaturwächter, Temperaturregler und Temperatursicherheitsbegrenzer sowie PTC-Widerstände (Kaltleiter) eine entscheidende Rolle. Es läßt sich leicht ausmalen, was mit einem Aggregat passiert, wenn im Überhitzungsfall kein Temperaturschutz vorhanden ist. Hinzu kommen die Folgeschäden wie Stillstandszeiten mit Produktionsausfall. Um den Sicherheitsbedürfnissen gerecht zu werden, sind bei der Entwicklung und Produktion entsprechender Schutzschalter höchste Qualität und Zuverlässigkeit unabdingbar. Der folgende Beitrag stellt ein modernes Programm von Temperatur-Schutzschaltern vor.

Allgemeines

Nach der VDE-Vorschrift 0631, 12.83/3.1.2 sind Temperaturwächter Vorrichtungen, durch die die Temperatur eines Gerätes oder von Teilen derselben begrenzt wird. Temperaturwächter öffnen selbsttätig den Stromkreis oder setzen den Strom herab. Sie stellen sich erst nach wesentlicher Temperaturänderung automatisch zurück. Temperaturbegrenzer sind Vorrichtungen, durch die die Temperatur eines Gerätes oder von Teilen derselben durch selbsttätiges Öffnen des Stromkreises oder Herabsetzen des Stroms begrenzt wird und die nur von Hand wieder zurückzustellen sind.

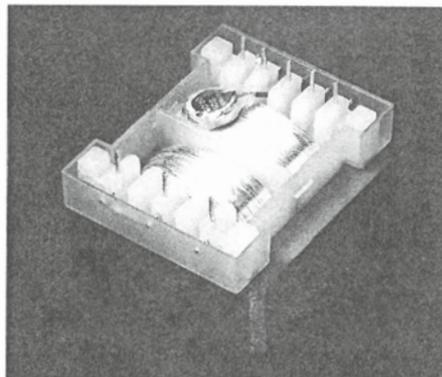
Die Thermik Gerätebau GmbH wurde 1968 in Pforzheim gegründet und hat sich seitdem zu einem der international bedeutendsten Hersteller von Temperaturwächtern entwickelt. Bild 1 zeigt eine Produktübersicht. Thermik entwickelt, produziert



1: Ausschnitt aus dem Thermik-Programm



2: Optimale Anordnung des Miniaturschalters direkt in der Wicklung



3: Ideal für Kleintransformatoren: Miniatur-Bimetallschalter

und vertreibt Miniatur-Bimetall-Schalter und neuerdings auch PTC-Widerstände. Neben einer USA-Niederlassung in North Carolina und der Produktionsstätte in Malaysia wurde bereits Anfang 1990 eine Unternehmenstochter in Thüringen gegründet. Thermik-Temperaturwächter werden in vielfältigen Varianten in über 20 Länder exportiert. Die Firma beliefert führende Unternehmen der Elektroindustrie im In- und Ausland mit Temperaturschaltern, die z. B. ihre Elektromotoren, Transformatoren, elektrischen Bauteile und Baugruppen vor Überhitzung schützen.

Temperaturwächter

Thermik-Temperaturwächter sind als Wicklungsschutzschalter voll isoliert mit Standardleitungen von 2×100 mm oder 2×300 mm Länge oder Leitungslängen nach Kundenvorgabe lieferbar. Diese Schalter werden direkt in die zu schützende Wicklung des Stators eines Elektromotors eingelegt, wie Bild 2 zeigt. Danach kann die Wicklung mit Schalter geformt und imprägniert werden. Auch Stromverbackung ist möglich.

Beim Einsatz in Transformatoren kann der sehr flache Schalter überwickelt werden. Auch Vergießen des Transformators mit Thermik-Schaltern ist möglich. Bei Kleintransformatoren kann der Temperaturwächter auf der Wicklung angeordnet werden, wie es in Bild 3 dargestellt ist.

Für den Anbau an zu überwachenden Teilen gibt es die Thermik-Anbauswitcher mit Schraubgehäuse (Bild 4) oder mit Befestigungsgehäuse (Bild 5). Die überwachen z. B. Temperaturen an Kühlkörpern von Stromversorgungen, Maschinenelementen usw.

Als Wicklungsschutzschalter speziell in Transformatoren für den Fall, daß eine automatische Wiedereinschaltung nach dem Überhitzungsfall nicht erwünscht ist, wurden die neuen Temperaturbegrenzer R1 und X1 mit interner Heizung entwickelt.

Eigenschaften und technische Daten

Die wichtigsten technischen Daten der verschiedenen Baureihen von Thermik-Temperaturwächter bzw. der Thermik-Temperaturbegrenzer sind in der Tabelle zusammengestellt. Der Betriebsspannungsbereich reicht bei den Temperaturwäch-

Dipl.-Kfm. techn. Andreas Stössel ist in der Thermik Gerätebau GmbH in W-7530 Pforzheim zuständig für Marketing

tern von 12 bis 500 V AC. Aufgrund der thermisch vergüteten, mechanisch und elektrisch unbelasteten Bimetallscheiben ergibt sich eine ausgezeichnete Langzeitstabilität. Dadurch werden reproduzierbare Schalttemperaturwerte erreicht. Die werksseitig fest eingestellte Schalttemperaturen der Reihen 01/02 und 06/08 liegen im Bereich von 70 bis 180 °C, beim Temperaturbegrenzer R1 bis 135 °C und bei den Reihen 05/09 zwischen 50 und 180 °C, jeweils in Schritten von 5 K mit einer Standardtoleranz von ± 5 K. Die automatische Rückschaltung erfolgt ca. 30 ± 15 K unterhalb der Schalttemperatur, jedoch höher als 35 °C.

Die Schalter sind kurzschlußfest. Die höchstzulässige Umgebungstemperatur für das Schaltwerk T 180 entspricht VDE 0631, 6.1j. Die Schalter werden in den Isolationsklassen B, F oder H eingesetzt.

Die Miniaturschalter haben, je nach Typ, Leitungsdurchmesser und Isolationsart, einen Durchmesser von nur 9 bis 11 mm und eine Höhe von 4 bis 7 mm. Sie können daher problemlos in die Wicklungen von Elektromotoren und Transformatoren integriert werden. Aufgrund des kompakten Metallgehäuses sind sie druckstabil. Deshalb entstehen beim Einbau in elektrische Wicklungen oder beim Formen im Wickelkopf keine Schaltpunktverschiebungen.

Natürlich sind die Temperaturschalter beständig gegen die gängigen Imprägniermittel. Sie sind auch für Vakuumimprägnierung geeignet.

Die Schalter sind vibrationsfest bis 10 g bei einem Frequenzgang von 10 bis 60 Hz in allen Lagen mit einer Gesamtpreldauer beim Schaltvorgang < 1 ms. Sie zeichnen sich durch Momentschaltung mit extrem kurzen Prellzeiten < 1 ms und minimale Lichtbogenbelastung aus. Dadurch wird eine hohe Kontaktlebensdauer erreicht.

Die geringe Eigenmasse des Schalters mit günstiger Wärmeübertragung von der Schaltoberfläche zum Bimetall bewirkt eine hohe Ansprechempfindlichkeit. Ohne Anschlußleitungen beträgt der Kontaktwiderstand weniger als $50 \text{ m}\Omega$. Oberhalb des Nennstrombereichs besteht eine definierte schwache Stromabhängigkeit, bedingt durch die Widerstandserwärmung der stromführenden Teile. Ein bestimmter Thermik-Schalter wird immer bei einer festgelegten Temperatur schalten, weitgehend unabhängig von der elektrischen Belastung.

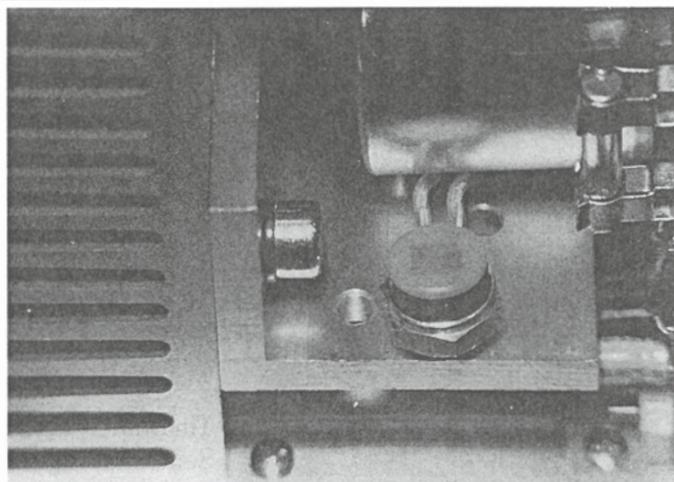
Die Anschlußtechnik wird kundenspezifisch ausgeführt. Neben einem vielfältigen Programm von Standard-Anschlußlitzen bietet Thermik „maßgeschneiderte“ Lösungen für optimale Ein- und Anbaumöglichkeiten. Neben Sonderlitzen, -farben, -längen, -isolierungen, -verschaltungen besteht auch die Möglichkeit von kundenspezifischen Schalter- und Anschlußtechnik-Konstruktionen.

Jeder Temperaturwächter ist mit Typ, Schalttemperatur, Toleranz und Markenzeichen gekennzeichnet. Hierfür wird eine hochmoderne Laserbeschriftung der Metallgehäuse eingesetzt.

Baureihen/ Kontakt- ausführung	01 Öffner 02 Schließer	R1 Öffner Selbst- haltung	05 Öffner 09 Schlie- ßer	06 Öffner 08 Schlie- ßer	Y6 Öffner Stern- punkt- schalter	40 Öffner Strom- abhän- giger TW	07 Öffner Hand- rück- schalt- ung	
Betriebs- spannung	12-500 V AC		110/230 V AC	12-500 V AC	12-500 V AC	bis 440 V AC	12-250 V AC	12-250 V AC
(<12 V auf Anfrage)	12-100 V DC			12-100 V DC	12-100 V DC	DC-Werte auf Anfrage		
Nenn- spannung	250 V AC	500 V AC	250 V AC	250 V AC	250 V AC	380 V AC	250 V AC	250 V AC
Nennstrom bei $\cos\varphi 1,0$	2,5 A	0,75 A	2,5 A	6,3 A	10,0 A	2,5 A	2,5 A	10,0 A
$\cos\varphi 0,6$	1,6 A	0,5 A	1,6 A	4,0 A	6,3 A	1,6 A	1,6 A	6,0 A
max. Schalt- strom	5,0 A	2,5 A	5,0 A	10,0 A	25,0 A	5,0 A	5,0 A	16,0 A
Die Schalttemperaturen der Elemente liegen im Bereich von 70-180 °C mit einer Standardtoleranz ± 5 K. Eingesetzt werden die Schalter in den Isolationsklassen B, F und H. Die höchstzulässige Umgebungstemperatur für das Schaltwerk T180 entspricht VDE 0631, 6.1 j. Die automatische Rückschaltung erfolgt ca. $30 \text{ K} \pm 15 \text{ K}$ unterhalb der Schalttemperatur.			Wichtig ist das Verhalten im Gebrauch. Für die Reihen 01/06/05: 10.000 Schaltzyklen nach VDE 0631, 10.4.1, Prüfklasse 1 (Nennwerte) und nach UL/CSA Limited short circuit-Test (Kurzschlußtest) bei 277V mit 1.000A und 25A-Sicherung bestanden. Für Baureihe 01 wurden die Prüfungen nach UL 873 (erfüllt UL 935,			fluoreszent ballast) für Nennwerte 277V und 1,6A bestanden. Prüfungen wurden durchgeführt mit 10.000 Schaltzyklen bei 3,2A und 1.000 Schaltzyklen bei 6,4A; jeweils unter 277V. Der Durchgangswiderstand ohne Anschlußleitungen ist $< 50 \text{ m}\Omega$, geprüft nach DIN 45960 Teil 1, Klasse II/MIL-R5757 high level.		

▲
**Tabelle: Technische
Daten der
Thermoschalter von
Thermik**

4: Temperatur-
überwachung an
Kühlkörpern mit
Thermik-Anbauscha-
lter mit Schraubgehäuse



Thermik-Temperaturwächter 01/02

Die patentierte Kombination von Bimetall und Schnappscheibe ist wesentlich für das sehr vorteilhafte Schaltsystem dieser Temperaturwächter verantwortlich, das u. a. zuverlässiges, reproduzierbares Schalten gewährleistet.

Aufbau

In Bild 6 ist der Aufbau der Temperaturwächter der Reihe 01 dargestellt. In dem runden, stabilen Metallgehäuse sind Federschnappscheibe (gelb), Bimetallscheibe (orange) und der Silberkontakt (metallisch) eingelegt. Ein Metalldeckel mit Silberkontakt (grün), der durch eine Isolierscheibe (rot) zum Gehäuse isoliert ist, schließt den Schalter nach oben ab. Der montierte Schalter mit Anschlußlitzen (gelb) ist durch eine Epoxyd-Abdeckung (blau) an der Litzenanschlusseite isoliert.

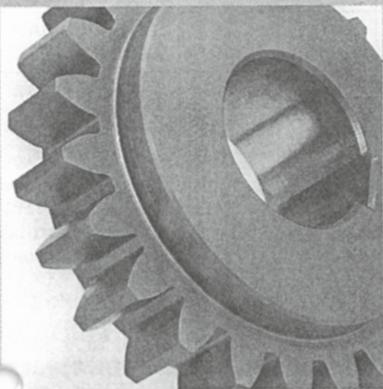
Funktion

Die Bimetallscheibe beim Öffner 01 (NC) ist so dimensioniert, daß sie bei Temperaturanstieg exakt bei einem fest eingestellten Temperaturwert schlagartig von ihrem konvexen in den konkaven Zustand um-



5: Thermik-Anbauscha-
lter mit Befestigungs-
gehäuse schnappt und den Kontaktstift, der bis dahin durch die Schnappscheibe konstant an den Metalldeckel angeedrückt worden war,

... damit Präzisionsbauteile
länger und sicherer
funktionieren!



Werden einsatzgehärtete
Zahnräder BALINIT C (WC/C)-
beschichtet, steigt ihre Pitting-
Tragfähigkeit um ca. 10%.
Die Gefahr des Fressens bei
Mischreibung wird erheblich
reduziert.

Dank der konturen- und mass-
treuen Beschichtung ist keine
Nachbearbeitung nötig.

**BALINIT – die harte Schicht
mit dem starken Service!**

BALZERS

Balzers Aktiengesellschaft
Geschäftsbereich SI
FL-9496 Balzers
Fürstentum Liechtenstein
Tel (075) 4 41 11
Telefax (075) 4 27 65

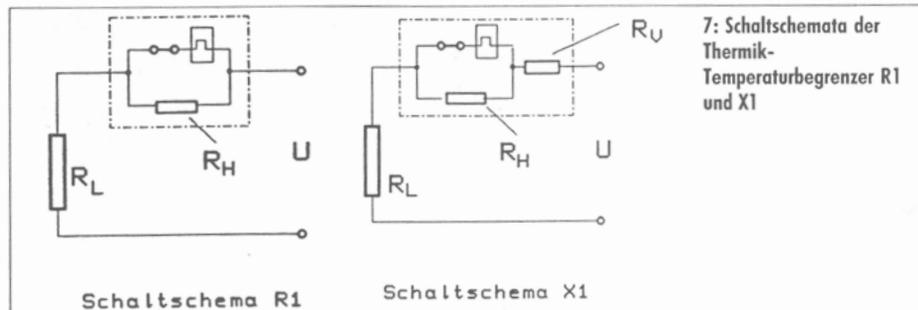
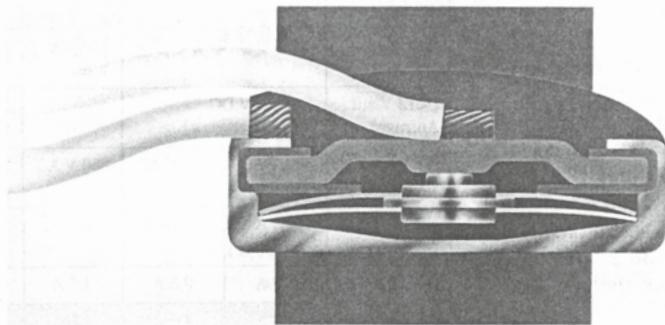
Deutsche Balzers GmbH
Am Ockenheimer Graben 41
W-6530 Bingen 13
Tel (067 21) 793-0
Telefax (067 21) 2374

Balzers Hochvakuum Ges.m.b.H.
Diefenbachgasse 35
A-1150 Wien
Tel (02 22) 8 94 17 04
Telefax (02 22) 8 94 17 07

DN 699

Weitere Informationen 120

6: Aufbau der Thermik-
Temperaturwächter der
Reihe 01



7: Schaltschemata der
Thermik-
Temperaturbegrenzer R1
und X1

vertikal vom Silberkontakt am Metaldeckel
wegbewegt. Dadurch ist der Kontaktwider-
stand bis zum tatsächlichen Öffnungsvor-
gang konstant. Sobald die Temperatur wie-
der auf ein sicheres Niveau abgefallen ist
(normalerweise 30 ± 15 K unterhalb der
Nennschalttemperatur), springt die Bimet-
tallscheibe automatisch in ihre Ausgangs-
lage zurück, der Stromkreis wird beim Öffner
(NC) geschlossen. Beim Schließer 02 (NO)
ist die Funktion entsprechend umgekehrt.

Thermik-Temperaturbegrenzer mit Selbsthaltung

Dieses Programm besteht aus der tempera-
turempfindlichen Reihe R1 und der tempera-
tur- und stromempfindlichen Reihe X1.

Aufbau

Der Temperaturbegrenzer R1 besteht aus
der Parallelschaltung des bewährten Thermik-
Temperaturwächters 01 mit einem
Heizwiderstand. Bei der Reihe X1 kann die
Stromempfindlichkeit anwendungsbezo-
gen definiert werden. Das geschieht durch
einen zusätzlichen niederohmigen Vorwi-
derstand, der unter dem Metallgehäuse
angeordnet ist.

Funktion

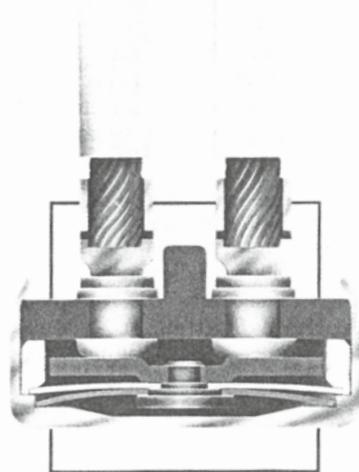
In Bild 7 sind die Schaltschemata der
beiden Reihen R1 und X1 dargestellt. Wird bei
Temperaturanstieg die Schalttemperatur
der Bimetallscheibe erreicht, schnappt die-
se sofort um und öffnet die Kontakte. Beim
R1 erfolgt dieses Umschnappen durch den
Anstieg der Umgebungstemperatur, beim
X1 zusätzlich durch die Erwärmung des
Vorwiderstands durch den Überstrom. Bei
der Reihe X1 kann eine Ansprechzeit unter
20 Sekunden erreicht werden. Deshalb
wird diese Reihe vor allem dort eingesetzt,
wo der Kurzschlußstrom einen schnellen
Temperaturanstieg des zu schützenden

Geräts bewirkt und eine optimale thermi-
sche Kopplung aufgrund der Gerätekons-
truktion nicht möglich ist.

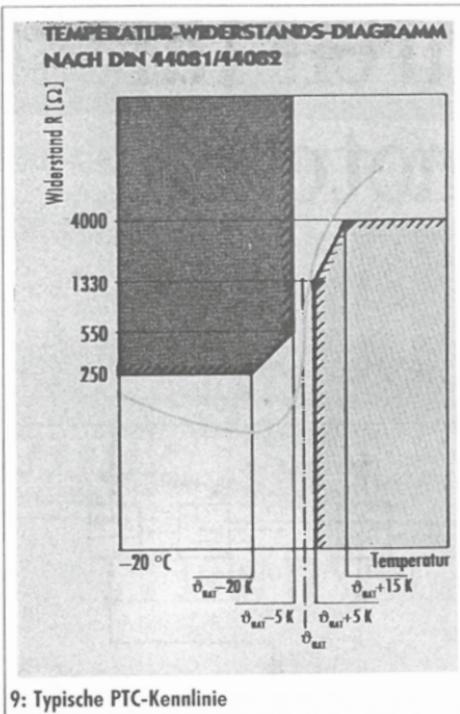
Sind die Kontakte geöffnet, fließt über
den parallel liegenden Heizwiderstand R_H
nun ein Strom, der die Bimetallscheibe auf
einer Temperatur oberhalb des Rück-
schaltpunktes hält und somit eine selbsttä-
tige Wiedereinschaltung der zu schützen-
den Last R_L verhindert. Erst nach Abschal-
ten der Betriebsspannung und einer sehr
kurzen Abkühlphase springt die Bimetall-
scheibe zurück, wobei die Kontakte wieder
geschlossen werden.

Thermik-Temperaturwächter 06/08 Aufbau

Der Aufbau dieser Temperaturwächter ist
in Bild 8 dargestellt. In einem stabilen Me-



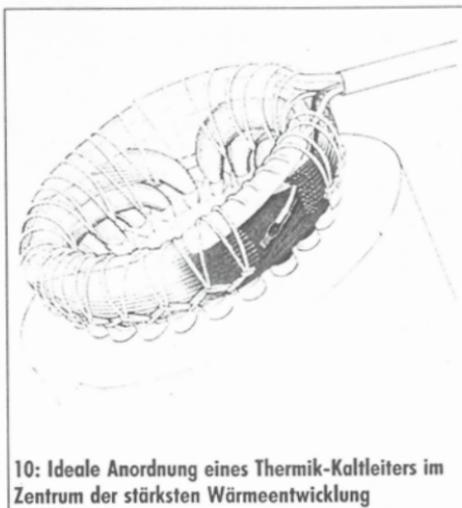
8: Aufbau der Thermik-Temperaturwächter der
Reihe 06



tallgehäuse befindet sich das durch einen Ring (hellmetallic) fixierte Kontaktwerk. Es besteht aus der Kontaktbrücke (grün), Thermo-Bimetall- (orange) und Federschnappscheibe (gelb). Diese drei Rundteile werden durch einen Nietstift zusammengehalten. Der Keramikdeckel (rot) mit den beiden integrierten Kontakten schließt den Schalter nach oben ab.

Funktion

Beim Öffner 06 (NC) ist die Bimetallscheibe so dimensioniert, daß sie bei Temperaturanstieg exakt bei einem werkseitig fest eingestellten Temperaturwert schlagartig von ihrem konvexen in den konkaven Zustand umschnappt. Dadurch wird die Kontaktbrücke, die bis dahin durch die fest positionierte Schnappscheibe konstant angedrückt wurde (d. h. konstanter Kontaktdruck), vertikal von den beiden Kontakten im Keramikdeckel wegbewegt. Der Stromkreis ist nun mit konstant bleibender Öffnungsstrecke galvanisch getrennt. Sobald die Temperatur wieder auf ein sicheres Niveau gesunken ist, springt die Bimetallscheibe zurück und der Stromkreis ist beim Öffner 06 geschlossen, beim Schließer 08 unterbrochen.



Da die Federschnappscheibe in beiden Endlagen (konvex, konkav) stabil ist, wird die Thermo-Bimetallscheibe nur beim jeweiligen Umschnappen mechanisch beansprucht. Somit wird ihre bis dahin gespeicherte Energie schlagartig für den eigentlichen Schaltvorgang frei. Diese Konstruktion erreicht exakte Schaltpunkte bei bestem Langzeitverhalten.

Thermik-PTC-Widerstände

Diese Kaltleiter, z. B. für den Wicklungsschutz, sind eine Produktneuheit von Thermik. Sie entsprechen der DIN 44081 bzw. 44082 und zeichnen sich durch eine sehr hohe Temperaturempfindlichkeit aus. Im Bereich der Nennansprechtemperatur steigt der Widerstand stark an, wie aus Bild 9 ersichtlich ist. Der Stromkreis der zu schützenden Wicklung kann somit über ein Auslösegerät geschaltet werden. Geeignete Auslösegeräte (Thermistor-Temperaturschutzgerät) werden von Thermik ebenfalls angeboten. Wie Bild 10 zeigt, wird ein Thermik-PTC möglichst im Zentrum der stärksten Wärmeentwicklung der Wicklung eingelegt.

Ergänzend zur der gängigen Teflon-(PTFE)-Schrumpfschlauchisolation bietet Thermik die PTC-Widerstände auch mit den millionenfach bewährten Nomex-Mylar-Schrumpfkappen an. Im Gegensatz zu Teflon (PTFE) hat Nomex-Mylar keine Kaltfließ Eigenschaften, d. h. die Gefahr ist gering, daß sich die Wicklung durch die Isolation drückt. Zudem ist die Nomex-Mylar-Isolation eine wirtschaftliche Lösung, die sich am Markt behaupten wird.

Konsequenz

Funktionssicherheit ist das A und O eines jeden Produkts. Man denke nur an die Produkthaftung. Temperaturwächter und Kaltleiter sind ein zwar kleiner, aber enorm wichtiger Faktor, wenn es um die optimale Sicherheit eines Produkts geht. Wirkungsvoller Temperaturschutz ist wesentlich von der richtigen Positionierung des Temperaturwächters bzw. Kaltleiters, der genauen Kenntnis des Temperaturanstiegsverhaltens des zu schützenden Geräts und der richtigen Auswahl des Temperaturwächters bzw. Kaltleiters abhängig.

Die Firma Thermik testet im hauseigenen Labor Kundengeräte im Überhitzungsfall und erarbeitet eine optimale Lösung für den Überhitzungsschutz.

Anmerkung der Redaktion:

Leser, die sich noch ausführlicher über die Temperaturwächter und Kaltleiter der Firma Thermik informieren möchten, als hier dargestellt werden konnte, z. B. über weitere technische Daten, Preise usw., geben bitte die folgende Kennziffer auf ihrer Lersedienstkarte an.