

## Bedienungsanleitung Nr. 200-04

# KalibrierKit zum ThermoMonitor

### Inhalt

<b>1. Einsatzgebiet</b>	<b>2</b>
<b>2. Komponenten</b>	<b>2</b>
<b>3. Erreichbare Messgenauigkeit</b>	<b>2</b>
<b>4. Durchführung der Kalibrierung</b>	<b>3</b>
a. Vorbereitung der Kalibrierung	3
b. Kalibriervorgang	3
c. Rücksetzen der Kalibrierwerte	4
d. Umrechnung in Temperaturdifferenzen	4
<b>5. Problembhebung</b>	<b>4</b>
a. Widerstandsmessung der Verkabelung ohne Sensor	4
b. Widerstandsmessung der Verkabelung mit Sensor	4
c. Widerstandsmessung des Sensoreingangs am ThermoMonitor	5
d. Beschreibung der Hilfsmittel Mess-Stecker und Mess-Buchse	5
<b>6. Spezifikationen</b>	<b>5</b>
<b>7. Artikelnummern</b>	<b>5</b>
<b>8. Weiterführende Dokumente</b>	<b>6</b>
<b>9. Historie</b>	<b>6</b>

## 1. Einsatzgebiet

Das ThermoMonitor KalibrierKit ist im Bedarfsfall zur Erhöhung der Genauigkeit des ThermoMonitor Grundgerätes vorgesehen. Mit der hierbei angewendeten Kalibrier-Methode können sowohl die im Gerät gespeicherten Kalibrierwerte erneuert werden sowie zusätzliche Toleranzen durch die Verkabelung am Fahrzeug kompensiert werden.

Werkseitig wird das Grundgerät auf einen direkt am Grundgerät gesteckten ThermoMonitor CalStandard, d.h. ohne zusätzliche Kabel, kalibriert.

## 2. Komponenten

Das CalKit besteht aus einem CalStandard der einer gemessenen Temperatur von 151,8°C entspricht und einem CalStecker zum Starten des Kalibriervorgangs.

CalStandard (151,8°C)



CalStecker



## 3. Erreichbare Messgenauigkeit

Die Eingänge des ThermoMonitor Grundgerätes besitzen aufgrund des inneren Aufbaus eine systembedingte Genauigkeit von  $\pm 2,16$  °C im Bereich von 0 °C bis 180 °C. Durch Kalibrierung mit dem ThermoMonitor CalStandard kann die Messgenauigkeit der Eingänge auf  $\pm 0,6$  °C verbessert werden.

Zusätzliche Widerstände in der Verkabelung am Fahrzeug (Kontaktwiderstände der Steckübergänge sowie Leitungswiderstände) bewirken Messfehler zu höheren Temperaturen. Ein zusätzlicher Widerstand von 1 Ohm entspricht bei 150 °C einer Temperaturerhöhung von ca. +0,28 °C.

Kontaktwiderstände der Steckübergänge können im Bereich von bis zu 1 Ohm pro Steckübergang liegen. Sollte ein Kontaktwiderstand einen höheren Wert aufweisen so ist der Stecker zu überprüfen, zu reinigen oder ggf. zu ersetzen.

Die Leitungswiderstände der vorgeschlagenen Sensorleitungen mit 1 mm<sup>2</sup> ergeben ca. +0,1 °C pro 10 m Kabellänge.

Einflüsse durch solche zusätzlichen Widerstände können durch Kalibrierung kompensiert werden.

Mit der beschriebenen Methode ist die Toleranz von PT1000 Sensoren der Klasse A nicht kompensierbar. Diese beträgt laut Datenblatt  $\pm 1,68$  Ohm bei 150 °C, was einer Temperaturgenauigkeit von  $\pm 0,45$  °C bei 150 °C entspricht.

In Summe ist die erreichbare Messgenauigkeit des ThermoMonitor-Systems  $\pm 1,05$  °C bei 150 °C.

BA-Nr.: 200-04	Version: 1.1	Datum: 23.07.2018
Autor: Eckhard Meißner	© picoamps GmbH	Seite: 2 / 6

## 4. Durchführung der Kalibrierung

### a. Vorbereitung der Kalibrierung

Das ThermoMonitor Grundgerät ist durch Abschalten der Spannungsversorgung auszuschalten.

Alle Steckkontakte der Temperatursensoren am Fahrzeug sind zugänglich zu machen, d.h. ggf. von Verkleidungen freizulegen.

An der Programmierschnittstelle ist die wasserdichte Schutzkappe zu entfernen und der ThermoMonitor CalStecker zu stecken.

An der Datenschnittstelle ist die wasserdichte Schutzkappe zu entfernen und der ThermoMonitor Daten-USB-Adapter zu stecken. Das USB-Kabel ist mit dem USB-Ausgang eines Computers (Notebook, Tablet, ...) zu verbinden. Danach das Terminalprogramm (z.B. HTERM) starten und mit dem entsprechenden COM-Port des verwendeten USB Anschlusses verbinden.

### b. Kalibriervorgang

Während des Kalibriervorgangs ist der ThermoMonitor CalStandard der Reihe nach anstelle der Sensoren auf die jeweiligen Kabelenden zu stecken.

Beim Einschalten des ThermoMonitor wird der CalStecker erkannt und das Kalibrierprogramm gestartet.

Zunächst erfolgt die Anzeige des ersten zu kalibrierenden Sensoreingangs (T1: blaues Kabel). Der CalStandard ist am sensorseitigen Ende des blau markierten Kabels aufzustecken.

Der gesteckte CalStandard wird nun mit dem Terminalprogramm quittiert indem man über die Schnittstelle ein „line feed“ (LF) sendet; etwaige vorangehende Zeichen werden ignoriert. Dadurch wird die Kalibriermessung angestoßen und der berechnete Korrekturwert (gemessen in Einheiten des internen Analog-Digital-Wandlers) im Speicher des Grundgeräts abgelegt. In der Anzeige erfolgt die Bestätigung der erfolgreichen Kalibriermessung durch die Anzeige des gespeicherten Korrekturwerts mit dem Zusatz „OK“. Wenn der erforderliche Korrekturwert mehr als  $\pm 32$  Digits beträgt, wird diese Messung als ungültig deklariert. In der Anzeige erscheint die Angabe „noCal“ und es wird der Wert 0 im Speicher eingetragen.

Danach erfolgt automatisch die Umschaltung auf den nächsten Sensoreingang, bis alle 5 Sensoreingänge kalibriert wurden. Nach Abschluss der letzten Kalibriermessung wird „fertig“ angezeigt.

#### **Achtung!**

Auch wenn nur 4 Sensoreingänge am ThermoMonitor vorhanden sind, sollte der Kalibriervorgang für den intern vorhandenen aber nicht genutzten Sensoreingang (5: schwz) durchgeführt werden, um den Kalibriervorgang vollständig abzuschließen.

Nach Abschluss der Kalibrierung muss der CalStecker wieder gegen die Schutzkappe der Programmierschnittstelle getauscht werden. Nach erneutem Einschalten des ThermoMonitor werden die Kalibrierwerte verwendet.

BA-Nr.: 200-04	Version: 1.1	Datum: 23.07.2018
Autor: Eckhard Meißner	© picoamps GmbH	Seite: 3 / 6

### c. Rücksetzen der Kalibrierwerte

Wird die Kalibrierung mit offenen Sensoreingängen durchgeführt, werden alle Messungen als ungültig eingestuft und für alle Korrekturwerte 0 abgespeichert. Nachfolgende Temperaturmessungen erfolgen dann unkalibriert.

### d. Umrechnung in Temperaturdifferenzen

Die Kennlinie des PT1000-Messelements ist leicht nichtlinear. Im interessanten Temperaturbereich von 60 °C bis 180 °C entspricht ein ADC-digit einem Temperaturschritt von ca. 0,3°C.

In der Nähe des Widerstands des CalStandards (1,58 kOHM) entspricht ein ADC-digit einem Widerstandsschritt von ca. 1 Ohm.

Der maximal erlaubte Kalibrierbereich von ±32 Digits entspricht ca. ±38 Ohm oder ±10 °C.

## 5. Problembhebung

Bei einwandfreien Steckkontakten sollte eine Kalibrierung inklusive 10m langem Verbindungskabel zwischen CalStandard und Eingang am ThermoMonitor nicht mehr als ±6 Digits Korrekturwert ergeben.

Unzulässig hohe Zusatzwiderstände der Verkabelung entstehen durch schlechte Kontaktübergänge oder beschädigte Leitungen. Hierbei besteht das hohe Risiko einer weiteren schnellen Erhöhung dieser Zusatzwiderstände durch Vibration und Korrosion und somit von zukünftigen Fehlmessungen.

Wenn die Korrekturwerte über ±6 Digits liegen, empfehlen wir eine Überprüfung der Verkabelung des entsprechenden Sensors. Bei Werten über ±10 Digits (±11 Ohm oder ±3°C) sollte die Verkabelung des entsprechenden Sensors unbedingt überprüft werden. Die Fehlerursache kann durch folgende Messungen eingegrenzt werden.

### a. Widerstandsmessung der Verkabelung ohne Sensor

Am sensorseitigen Ende des entsprechenden Kabels werden mithilfe eines Mess-Steckers die beiden Adern kurzgeschlossen. Am anderen Kabelende (unmittelbar am ThermoMonitor) kann über eine Mess-Buchse mit einem genauen Multimeter der Gesamtwiderstand beider Adern gemessen werden. Bei Widerstandswerten über 0,5 Ohm in Summe für beide Adern sollten Kabel und Stecker auf Beschädigung überprüft und ggf. getauscht werden.

### b. Widerstandsmessung der Verkabelung mit Sensor

Mit einem Widerstandsmesswert unter 0,5 Ohm (entsprechend Messung a.) wird am sensorseitigen Ende des entsprechenden Kabels der Sensor wieder angesteckt. Am anderen Kabelende (unmittelbar am ThermoMonitor) kann über eine Mess-Buchse mit einem genauen Multimeter der Gesamtwiderstand beider Adern zusammen mit dem PT1000 Sensor gemessen werden.

Um den Widerstandsmesswert entsprechend zu bewerten ist die PT1000 Widerstandstabelle zum Vergleich heranzuziehen.

Alternativ kann folgende Näherung verwendet werden (Fehler beträgt maximal 0,1 Ohm):

$$R_{PT1000}(T) = -T^2/1730 + T * 3,908 + 1000 \quad (T= \text{Temperatur in } ^\circ\text{C})$$

BA-Nr.: 200-04	Version: 1.1	Datum: 23.07.2018
Autor: Eckhard Meißner	© picoamps GmbH	Seite: 4 / 6

Hierzu muss die aktuelle Temperatur des Sensors bekannt sein bzw. ermittelt werden.

Bei Widerstandswerten die größer sind als der PT1000 Tabellenwert plus den in Messung a. ermittelten Widerstand der Verkabelung sollte man den Sensorstecker und den Sensor auf Beschädigung überprüfen und ggf. tauschen.

### c. Widerstandsmessung des Sensoreingangs am ThermoMonitor

Der Innenwiderstand des Sensoreingangs sollte 1600 Ohm betragen. Die Messung erfolgt indirekt über einen Mess-Stecker bei eingeschaltetem ThermoMonitor. Mit einem genauen Multimeter werden Kurzschlussstrom (Messbereich mA) und Leerlaufspannung (Messbereich V) gemessen. Der Widerstand ist nach dem Ohmschen Gesetz  $R = U / I$ .

Zur Bewertung sind zwei Messungen notwendig: Es muss als Vergleichswert an einem einwandfreien Sensoreingang und zusätzlich am vermeintlich fehlerhaften Sensoreingang gemessen werden. Sollten die errechnete Widerstände aus beiden Messungen um mehr als 10 Ohm voneinander abweichen, ist eine neue Buchse am fehlerhaften Sensoreingang anzubringen.

Sollte der Fehler damit nicht behoben sein, ist das ThermoMonitor Grundgerät zur Überprüfung einzusenden.

### d. Beschreibung der Hilfsmittel Mess-Stecker und Mess-Buchse

Zur Herstellung der beiden Hilfsmittel sind je ein Stück 2-poliges Kabel (Querschnitt mindestens  $0,5 \text{ mm}^2$ ), jeweils zwei Büschelstecker und ein 2-poliger Superseal-Stecker bzw. eine 2-polige Superseal-Buchse zu verwenden.

## 6. Spezifikationen

Referenzwiderstand:  $1,58 \text{ k}\Omega \pm 0,1\% \pm 10 \text{ ppm/K}$

Kalibrierbereich:  $\pm 32 \text{ Digits}$  (entspricht  $1,58 \text{ k}\Omega \pm 38 \text{ }\Omega$  bzw.  $151^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ )

## 7. Artikelnummern

### ThermoMonitor Systemkomponenten

10020001 ThermoMonitor Grundgerät mit 5 Sensoreingängen

### Zubehör

10020113 ThermoMonitor Daten-USB-Adapter

10020122 Wasserdichte Schutzkappe für Daten-Schnittstelle

10020123 Wasserdichte Schutzkappe für Programmier-Schnittstelle

10020128 ThermoMonitor CalStecker für Programmier-Schnittstelle (zur Kalibrierung)

10020129 ThermoMonitor CalStandard  $1,58 \text{ k}\Omega$  (zur Kalibrierung)

10029905 ThermoMonitor CalKit bestehend aus CalStecker und CalStandard

### Ersatzteile

10020006 Pt1000-Sensor M8 einzeln

BA-Nr.: 200-04	Version: 1.1	Datum: 23.07.2018
Autor: Eckhard Meißner	© picoamps GmbH	Seite: 5 / 6

## 8. Weiterführende Dokumente

picoamps Download-Bereich :

[http://www.automotive.picoamps.de/de/download\\_de.htm](http://www.automotive.picoamps.de/de/download_de.htm)

COM-Schnittstellenprogramm HTERM:

<http://www.der-hammer.info/terminal/>

## 9. Historie

Version	Datum	Änderungen
1.0	21.03.2017	Erster Entwurf freigegeben
1.1	23.07.2018	Kap. 3: Korrektur Messgenauigkeit Artikelnummer 1002003 gelöscht

BA-Nr.: 200-04	Version: 1.1	Datum: 23.07.2018
Autor: Eckhard Meißner	© picoamps GmbH	Seite: 6 / 6