

# Verbesserung der Temperaturgenauigkeit bei der Kalibrierung von Messketten

## Anwendungsbericht



### Einführung

Nahezu jeder kennt den Frust, der durch inkonsistente Kalibrierergebnisse entsteht. Auch ohne das zusätzliche Problem eines lückenhaften oder inkonsistenten Kalibrierprozesses ist die Fehlersuche bei heutigen komplexen Prozessen schon schwer genug. Durch die Kalibrierung sollen variable Faktoren und Unsicherheiten beseitigt werden, und durch Verwendung geeigneter Geräte und Prozeduren hat der Anwender die Prozesse unter Kontrolle.

### Denken Sie auch an den Sensor

Prozessinstrumente müssen regelmäßig kalibriert und instand gehalten werden, um deren ordnungsgemäße Funktion zu gewährleisten. Werden 2-Leiter-Temperaturtransmitter mit Schleifenstromversorgung vor Ort geprüft und kalibriert, ist es üblich, den Temperatursensor vom Transmitter zu trennen und den Sensor durch ein Messgerät zu ersetzen. Als Ersatz kommen eine Widerstandsdekade, ein Thermoelement- oder RTD-Simulator oder ein Prozesskalibrator infrage. Der Simulator liefert das Eingangssignal zum Transmitter, sodass der Techniker Nullpunkt-, Messspannen- und Linearitätsfehler im Transmitter bewerten kann. Dadurch wird eine gewisse Verbesserung des Betriebsverhaltens erreicht, ohne jedoch den Sensor einzubeziehen.

Der Sensor trägt wesentlich zur Richtigkeit der Messungen bei: Über 75 % der Fehler bei einer Messkette aus Sensor und Transmitter sind auf den Temperatursensor zurückzuführen. Sie können den Sensor und den Transmitter zusammen kalibrieren, indem Sie entweder ein stabiles Temperaturbad oder einen Temperaturofen (Blockkalibrator) als Temperaturquelle verwenden.

Platzieren Sie den Sensor einfach in der Temperaturquelle und messen Sie am Ausgang des Transmitters. Vergleichen Sie den Messwert mit der auf der Anzeige der Temperaturquelle angezeigten Temperatur. Bei geforderter höherer Genauigkeit vergleichen Sie den Messwert mit einem Referenzthermometer.

Bisher bestand bei diesem Konzept das Problem, dass eine große Anzahl von Geräten erforderlich war. Benötigt wurden mindestens ein Kalibrator, ein Gerät zum Messen von 4 bis 20 mA und zur Schleifenstromversorgung sowie möglicherweise ein Referenzthermometer.

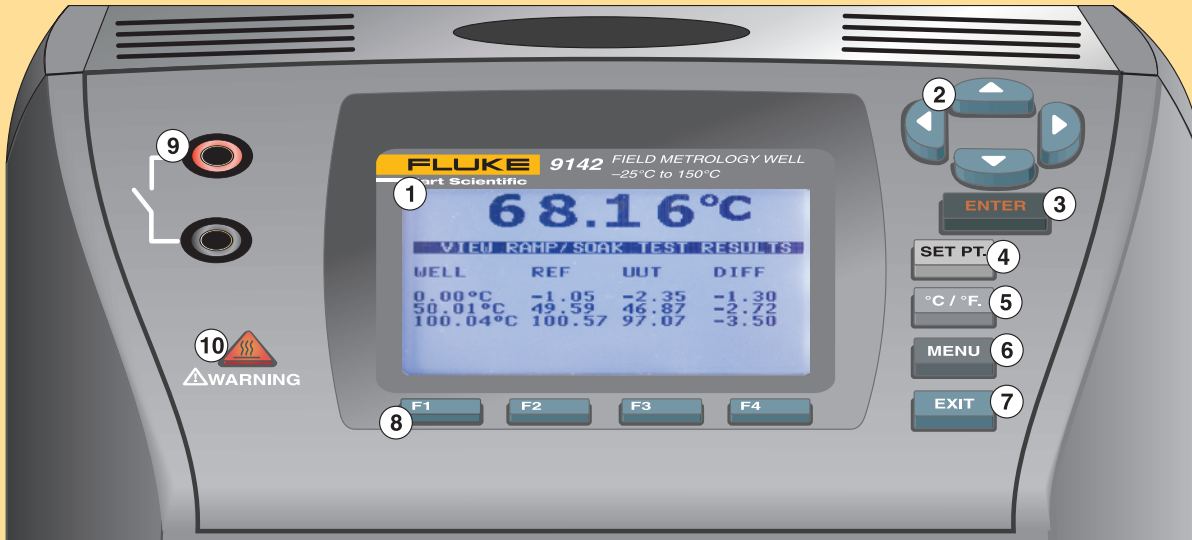
### Blockkalibratoren beschleunigen die Kalibrierung von Messketten

Die Blockkalibratoren der Serie 914X von Fluke Calibration sind in zwei Versionen erhältlich, als Standardversion und Prozessversion. Die Prozessversionen enthalten alle Funktionen der Standardversion sowie zusätzliche Mess- und Hilfsfunktionen zur Beschleunigung der Kalibrierung von Messketten. Daher müssen Sie am Einsatzort nicht mehrere Geräte aufstellen. Diese Prozessversionen enthalten Komponenten zur Versorgung der Stromschleife, zur Messung des 4-20-mA-Transmitterausgangs, zur Messung von 2-, 3- und 4-Leiter-RTDs sowie zur Messung von Thermoelementen. Außerdem enthalten die Geräte eine Buchse zum Anschluss eines kalibrierten Referenzsensors, der zur Erhöhung der Genauigkeit dient. Bei geforderter höherer Genauigkeit und bei der Kalibrierung von kürzeren Sensoren, die nicht bis in die Kalibrierzone des Ofens reichen, empfiehlt sich die Verwendung eines Referenzsensors.

### Behandelte Themen

- Anteil des Sensors an der Genauigkeit einer Messkette
- Beschleunigte Kalibrierung mit Blockkalibratoren
- Innovationen bei Blockkalibratoren

## Gerätebedienfeld und Tasten zur Auswahl von Eingängen und Messeinstellungen



1. Monochromes Grafikdisplay mit 240 x 160 Pixeln, mit Hintergrundbeleuchtung
2. Der Cursor wird mit Pfeiltasten auf dem Display bewegt.
3. Mit der Taste ENTER können Sie Menüs auswählen und neue Werte übernehmen.
4. Mit der Taste SET PT. können Sie die Erwärmung oder Abkühlung auf eine gewünschte Temperatur vornehmen.
5. Umschaltung zwischen °C und °F.
6. Mit der Taste MENU wird das Hauptmenü geöffnet, in dem Sie alle Einstellungen mithilfe von Schaltflächen aufrufen können.
7. Mit der Taste EXIT können Sie Menüs verlassen und neu eingegebene Werte verwerfen.
8. Die Funktionen der Schaltflächen F1 bis F4 werden auf der Anzeige angegeben und hängen vom jeweils aufgerufenen Menü ab.
9. Die Schalteranschlussbuchsen dienen zum Anschluss eines zu kalibrierenden Temperaturschalters.
10. Die Warnanzeige leuchtet, sobald die Blocktemperatur einen Wert von 50 °C überschreitet, auch bei abgeschalteter Gerätstromversorgung.

Bei einem Blockkalibrator der Serie 914X ist das Einstellen der Temperaturen ganz einfach.

1. Taste SET PT. drücken.
2. Temperatur mit den Pfeiltasten eingeben.
3. Taste ENTER drücken.

Optische und akustische Meldungen weisen Sie darauf hin, wenn das Gerät eine stabile Temperatur erreicht hat und bereit zur Messung ist.

Die Prozessoption der Blockkalibratoren erleichtert die Kalibrierung von Messketten, die Transmitter mit Stromschleifenausgang enthalten. Führen Sie den Temperatursensor in den Blockkalibrator ein und schließen Sie die Elektronik des Transmitters und das Referenz-PRT (sofern verwendet) an der Gerätevorderseite an. Über den Schleifenstromeingang können der Transmitter mit 24 V gespeist und der Schleifenstrom am Ausgang gemessen werden, während die Temperatur im Blockkalibrator vorgegeben und gemessen wird. Dadurch können die Messwerte vor und nach der Kalibrierung mit einem einzigen Kalibriergerät ermittelt werden.

Mit der Prozessversion lässt sich die Kalibrierung von PRTs, Thermoelementen und anderen in der Industrie verwendeten Temperaturmessgeräten vollständig automatisieren. Nachdem Sie den Messablauf konfiguriert haben, können Sie sich anderen Aufgaben zuwenden. Nach Abschluss der Kalibrierung finden Sie die dokumentierten Ergebnisse vor. Dies steigert die Aktivität bei der Kalibrierung vor Ort, da der Techniker die Kalibrierung nicht mehr beaufsichtigen und dafür sorgen muss, dass der nächste Kalibrierschritt durchgeführt wird. Außerdem muss er die Daten nicht mehr manuell aufzeichnen. Die Prozessversion speichert

Daten über maximal 20 Kalibrierungen. Mit der im Lieferumfang enthaltenen Software „9930 Interface-it“ können Sie die Daten problemlos exportieren.

### Automatisiertes Programm

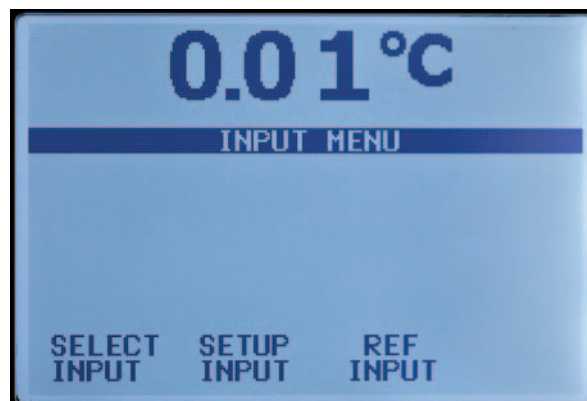
Ein automatisiertes Programm kann in drei Schritten ausgeführt werden.

#### Schritt 1: Messung eines RTD, Thermoelements oder Transmitters konfigurieren

Die Kalibrierung beginnt, nachdem das Referenz-PRT (sofern eine Referenz verwendet wird) und der Kalibriergegenstand („Prüfling“) an die Eingänge des Blockkalibrators angeschlossen und die Sensoren zur Kalibrierung in die Bohrungen der Hülse des Kalibrators eingeführt wurden.

Taste MENU drücken.

Taste F4 drücken – SETUP INPUT

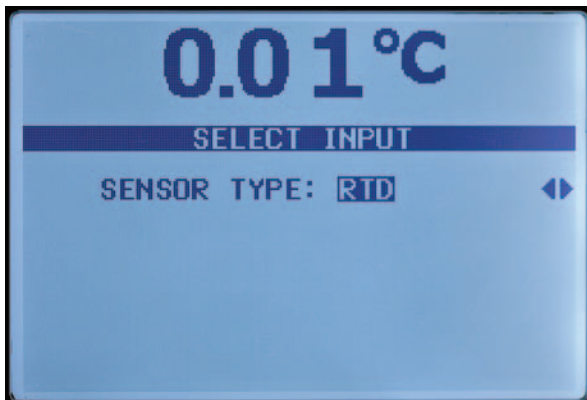


## Anschlussfeld der Prozessversion des Blockkalibrators



1. 6-poliger DIN-Stecker zum Anschluss eines PRT-Referenzthermometers
2. Anschlussbuchsen für 4–20-mA-Messungen
3. PRT-/RTD-Buchsen zur 4-, 3- und 2-Leiter-Messung
4. Miniatur-Buchse für Thermoelemente
5. Sicherung für den 4-20-mA-Stromkreis

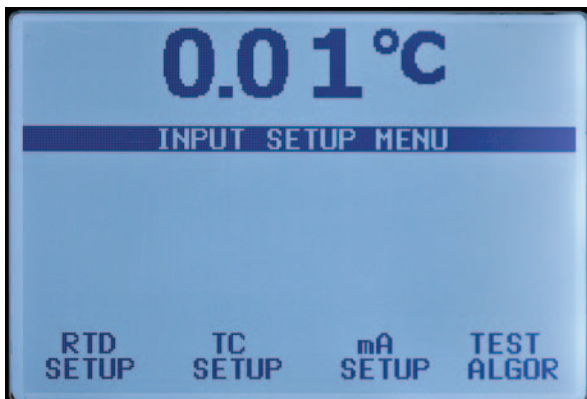
Taste F1 drücken – SELECT INPUT



Mit den Pfeiltasten den mA für den Transmitterausgang, Thermoelement bzw. RTD auswählen.

Taste ENTER drücken, um zum Bildschirm INPUT MENU zu gelangen.

Taste F2 drücken – SETUP INPUT



Das zu messende Gerät auswählen.

F1 – RTD SETUP zur Auswahl des RTD-Typs, anschließend Taste ENTER drücken.

F2 – TC SETUP zur Auswahl des Thermoelementtyps, anschließend Taste ENTER drücken.

F3 – mA SETUP, 24-V-Schleifenstromversorgung aktivieren und anschließend Taste ENTER drücken.

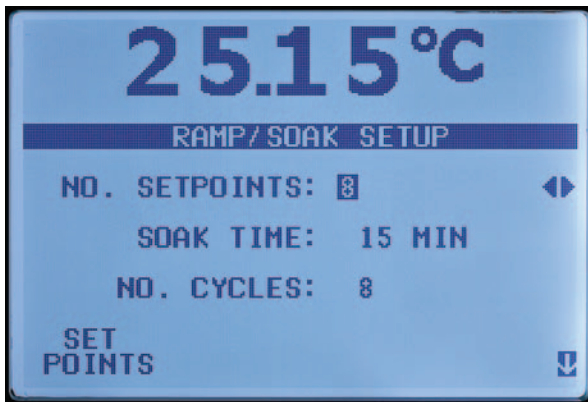
### Schritt 2: Messprogramm konfigurieren

Taste MENU drücken.

Taste F2 drücken – PROG MENU.



Taste F2 drücken – RAMP/SOAK.



Folgende Informationen eingeben:

- NO. SETPOINTS: (Wie viele Temperaturmesspunkte möchten Sie verwenden?)
- SOAK TIME: (Wie lange möchten Sie warten, bis Sie nach Erreichen des stabilen Zustands eine Messung vornehmen möchten?)
- NO. CYCLES: (Wie oft sollen die Messungen wiederholt werden?)
- DIRECTION: (Möchten Sie die Temperaturen in normaler, umgekehrter oder in aufsteigender und anschließend in absteigender Reihenfolge sortieren?)
- PASS TOLERANCE: (Welcher Fehler ist bei dem Kalibriergegenstand zulässig?)
- Taste F1 drücken – SET POINTS
- Nach der Eingabe aller Einstellwerte die Taste ENTER drücken.

**Schritt 3: Programm starten**

- Taste EXIT drücken, um zum Bildschirm PROGRAM MENU zu gelangen.
- Taste F1 drücken – RUN PROG.
- Folgende Informationen eingeben:
- TEST STATUS: (Zum Start des Programms die Taste RUN drücken.)
- RUN TEST: (RAMP/SOAK-Werte wählen.)
- RECORD DATA: (Bei Auswahl von YES werden Daten aufgezeichnet, bei Auswahl von NO nicht).
- TEST ID: (Geben Sie der Messung Test einen Namen, um die Daten später erfassen zu können.)

Kehren Sie zum Hauptbildschirm zurück. Beachten Sie, dass der Bildschirm während der Programmausführung den aktuellen Schritt anzeigt (z. B. Schritt 1 von 2). Die Haltezeit wird ab dem Moment heruntergezählt, an dem die Temperatur das Stabilitätskriterium erfüllt.

- Nach Abschluss der Messung die Taste MENU drücken.
- Taste F2 drücken – PROG MENU.
- Taste F4 drücken – TEST RESULT
- Taste F1 drücken – VIEW TESTS und mit den Pfeiltasten nach der gewünschten Messung suchen. Anschließend zur Anzeige der Messergebnisse die Taste ENTER drücken.

**Hinweis:** Den Transmitter mit den Einstellpotenziometern des Transmitters justieren. Bei digitalen Transmittern die Anpassungen mit einem Kommunikator vornehmen. In der folgenden Tabelle sind die Ausgangsströme eines

Transmitters aufgeführt, der auf den Bereich 0 °C bis 200 °C eingestellt ist.

Modell	Einstellwert	mA
9142	0 °C	4 mA
	100 °C	12 mA
	200 °C	20 mA

**Innovationen bei Blockkalibratoren**

Mit fünf angemeldeten Patenten ist der 914X bisher eines der innovativsten Produkte von Fluke Calibration. Die Innovationen bei der Gestaltung des Tastenfeldes für die Automatisierung von Temperaturschaltermessungen und bei der einzigartigen konstruktiven Ausführung der Temperaturverteilung in Vertikalrichtung, die die Kompensation eines großen Umgebungstemperaturbereichs ermöglicht, zeigen, welche Aufmerksamkeit die Entwickler des 914X den Details gewidmet haben. Die Blockkalibratoren können Umgebungstemperaturen zwischen 13 °C und 33 °C kompensieren. Dies war bisher nicht in einem derartig großen Temperaturbereich möglich. Eine weitere Patentanmeldung betrifft die Umleitung des Luftstroms aus dem Gerät, um auch während einer Kalibrierung bei 660 °C eine übermäßige Erwärmung der Messfühlergriffe zu verhindern. Dies erhöht die Sicherheit beim Gebrauch des Gerätes und verbessert gleichzeitig die Qualität der Kalibrierungen. Eine andere Patentanmeldung verbessert die Leistungsfähigkeit durch Kompensation von Abweichungen bei der Netzspannung. Blockkalibratoren sind in jeder Hinsicht wirklich innovativ und führen bei anspruchsvollen Anwendungen zu besseren Ergebnissen.

**Zusammenfassung**

Vorhersagen über komplexe Systeme zu treffen ist unter Umständen schwierig. Die Suche nach der eigentlichen Ursache verläuft oftmals ergebnislos. Der beste Weg zur Lösung dieses Problems besteht darin, jeden Bestandteil des Systems in einem Ausmaß unter Kontrolle zu bringen, das mit vertretbarem Aufwand erreicht werden kann. Diese Bemühungen werden zunichtegemacht, wenn die Kalibrierung des Temperatursensors außer Acht gelassen wird.

Bei Kalibrierungen von Messketten mit Blockkalibratoren wird der Sensor in die Kalibrierung einbezogen. Blockkalibratoren senken den benötigten Geräteaufwand und können durch Automatisierung den Kalibrierprozess beschleunigen. Mit diesen Geräten kann das gesamte Temperaturmesssystem überprüft und optimiert werden. Auf diese Weise werden die speziellen Eigenschaften sowohl des Messfühlers als auch der Messelektronik in die Kalibrierung einbezogen. Im Vergleich zur ausschließlichen Konzentration auf die Messelektronik führt dies zu größeren Verbesserungen beim Betriebsverhalten.

**Fluke Calibration. Precision, performance, confidence.™**

Elektrisch	HF	Temperatur	Druck	Fluss	Software
------------	----	------------	-------	-------	----------

**Fluke Calibration**  
 PO Box 9090,  
 Everett, WA 98206, USA

**Fluke Europe B.V.**  
 PO Box 1186, 5602 BD  
 Eindhoven, Niederlande

Kanada (800)-36-FLUKE oder  
 Fax (905) 890-6866  
 Andere Länder +1 (425) 446-5500 oder  
 Fax +1 (425) 446-5116  
 Internetadresse: <http://www.flukecal.de>

**Weitere Informationen erhalten Sie telefonisch unter den folgenden Nummern:**  
 U.S.A. (877) 355-3225 oder  
 Fax (425) 446-5116  
 Europa/Naher Osten/Afrika: +31 (0) 40  
 2675 200 oder Fax +31 (0) 40 2675 222

©2015 Fluke Calibration.  
 Änderungen der technischen Daten vorbehalten.  
 Gedruckt in den USA 8/2015 3369337B\_DE  
 Pub-ID 11475-ger rev 02

**Änderungen an diesem Dokument sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung von Fluke Calibration zulässig.**