

RedLab® TEMP

USB-Präzisions-Temperaturmessmodul mit 8 Kanälen

Bedienungsanleitung



RedLab TEMP

**USB-Präzisions-Temperaturmessmodul
mit 8 Kanälen**

Bedienungsanleitung



Ausgabe 1.4 D, April 2014

Impressum

Handbuch RedLab® Serie

Ausgabe 1.4 D

Ausgabedatum: April 2014

Meilhaus Electronic GmbH

Am Sonnenlicht 2

D-82239 Alling bei München, Germany

<http://www.meilhaus.de>

© Copyright 2014 Meilhaus Electronic GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Handbuches darf in irgendeiner Form (Fotokopie, Druck, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung der Meilhaus Electronic GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Wichtiger Hinweis:

Alle in diesem Handbuch enthaltenen Informationen wurden mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen zusammengestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sieht sich die Firma Meilhaus Electronic GmbH dazu veranlasst, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie (abgesehen von den vereinbarten Garantieansprüchen) noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen kann. Für die Mitteilung eventueller Fehler sind wir jederzeit dankbar.

RedLab, ME, Meilhaus und das ME-Logo sind eingetragene Warenzeichen von Meilhaus Electronic.

Die Marke Personal Measurement Device, TracerDAQ, Universal Library, InstaCal, Harsh Environment Warranty, Measurement Computing Corporation und das Logo von Measurement Computing sind entweder Marken oder eingetragene Marken der Measurement Computing Corporation.

PC ist eine Marke der International Business Machines Corp. Windows, Microsoft und Visual Studio sind entweder Marken oder eingetragene Marken der Microsoft Corporation. LabVIEW ist eine Marke von National Instruments. Alle anderen Marken sind Eigentum der betreffenden Besitzer.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	
Über diese Bedienungsanleitung	6
Was können Sie in dieser Bedienungsanleitung erfahren	6
In dieser Bedienungsanleitung verwendete Hinweise	6
Wo finden Sie weitere Informationen.....	6
Kapitel 1	
Vorstellung des RedLab TEMP	7
Überblick: Die Funktionen des RedLab TEMP	7
Blockschaltbild des RedLab TEMP	8
Bestandteile der Software	8
Der einfache Anschluss eines RedLab TEMP an Ihren Computer	9
Kapitel 2	
Installation des RedLab TEMP	10
Was ist im Lieferumfang des RedLab TEMP enthalten?	10
Hardware	10
Software und Dokumentation	10
Auspacken des RedLab TEMP	11
Installation der Software	11
Installation der Hardware	11
Konfiguration des RedLab TEMP	12
Kalibrierung des RedLab TEMP	12
Kapitel 3	
Sensoranschlüsse	13
Anschlussbelegung	13
Eingangsklemmen für Sensoren (C0H/C0L bis C7H/C7L)	14
Stromausgänge (± 11 bis ± 14).....	15
Anschlüsse für 4 Drähte und 2 Sensoren (4W01 bis 4W67)	15
Anschlüsse für 2 Sensoren (IC01 bis IC67)	15
Massekontakte (GND)	15
Stromanschlüsse (+5V).....	15
Digitale Kontakte (DIO0 bis DIO7).....	15
CJC-Sensoren	15
Anschlüsse für Thermoelemente	15
Verdrahtung	16
RTD- und Thermistor-Verbindungen	16
Konfiguration mit zwei Drähten	17
Konfiguration mit drei Drähten.....	18
Konfiguration mit vier Drähten.....	18
Messungen der Halbleitersensoren	20
Verdrahtung	20
Digitale E/A-Anschlüsse	21
Kapitel 4	
Funktionale Details	22
Messungen der Thermoelemente	22
Kaltstellenkompensation (CJC)	22
Datenlinearisierung	22
Erkennung offener Thermoelemente.....	22
RTD- und Thermistor-Messungen.....	23

Datenlinearisierung.....	23
USB-Anschluss.....	23
LED.....	23
Stromversorgung.....	24
Kapitel 5	
Spezifikationen.....	25
Analoge Eingänge.....	25
Kanalkonfigurationen.....	26
Kompatible Sensoren.....	26
Genauigkeit.....	27
Genauigkeit der Temperaturmessungen.....	27
Messgenauigkeit der Halbleitersensoren.....	27
Genauigkeit der RTD-Messungen.....	28
Genauigkeit der Thermistor-Messungen.....	28
Durchsatzrate.....	29
Digitale Eingänge/Ausgänge.....	30
Speicher.....	30
Microcontroller.....	30
USB-Spannung +5V.....	30
Stromversorgung.....	31
USB-Spezifikationen.....	31
Stromanregungsausgänge (Ix+).....	32
Umgebungsanforderungen.....	32
Mechanische Eigenschaften.....	32
Anschlussbelegung und Anschlussart der Schraubklemmen.....	32
Anschlussbelegung.....	33

Über diese Bedienungsanleitung

Was können Sie in dieser Bedienungsanleitung erfahren

Diese Bedienungsanleitung erläutert, wie Sie den RedLab TEMP installieren, konfigurieren und verwenden, um den gesamten Funktionsumfang der USB-Temperaturmessung in Anspruch nehmen zu können.

In diesem Benutzerhandbuch finden Sie auch Verweise auf weiterführende Dokumente und auf Ressourcen für technischen Support.

In dieser Bedienungsanleitung verwendete Hinweise

Weitere Informationen zu...

Umrahmter Text enthält zusätzliche Informationen und nützliche Hinweise zu dem jeweiligen Thema.

Vorsicht! Grau unterlegte Vorsichtshinweise sollen ihnen dabei helfen, dass Sie weder sich selbst noch andere verletzen, Ihre Hardware nicht beschädigen und keine Daten verlieren.

- | | |
|----------------------|---|
| <#:#> | Spitze Klammern, in denen durch einen Doppelpunkt getrennte Zahlen stehen, kennzeichnen einen Zahlenbereich (z.B. zu einem Register zugeordnete Werte, Bit-Einstellungen usw). |
| Fetter Text | Fett gedruckt sind Bezeichnungen von Objekten auf dem Bildschirm wie Schaltflächen, Textfelder und Kontrollkästchen. Zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> • Legen Sie die Diskette oder CD ein und klicken Sie auf OK. |
| <i>Kursiver Text</i> | <i>Kursiv</i> gedruckt werden die Bezeichnungen von Anleitungen und Hilfethemen, aber auch Wörter oder Satzteile, die besonders hervorgehoben werden sollen. Z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Das Installationsverfahren für <i>InstaCal</i>® wird im <i>Schnellstarthandbuch</i> erläutert. Berühren Sie <i>niemals</i> die freiliegenden Stifte oder Verbindungen auf der Platine. |

Wo finden Sie weitere Informationen

Die folgenden elektronischen Dokumente enthalten nützliche Informationen zum RedLab TEMP.

- Das *Schnellstarthandbuch* finden Sie im Wurzelverzeichnis der RedLab CD.
- Die *Anleitungen zum Anschluss der Signale* finden Sie auf CD unter „ICalUL\Documents“.
- Die Benutzeranleitung für die Universal Library finden Sie auf CD unter „ICalUL\Documents“.
- Die Funktionsbeschreibung für die Universal Library finden Sie auf CD unter „ICalUL\Documents“.
- Die Benutzeranleitung für die Universal Library für LabVIEW™ finden Sie auf CD unter „ICalUL\Documents“

Vorstellung des RedLab TEMP

Überblick: Die Funktionen des RedLab TEMP

Diese Bedienungsanleitung enthält alle Informationen, die Sie zur Verbindung des RedLab TEMP mit Ihrem Computer und mit allen zu messenden Signalen benötigen.

Der RedLab TEMP ist ein Full-Speed USB-2.0-Temperaturmessmodul und wird von den gängigen Microsoft® Windows® Versionen unterstützt. Der RedLab TEMP ist vollständig mit USB-1.1- und USB-2.0-Anschlüssen kompatibel.

Der RedLab TEMP verfügt über acht differentielle Eingänge, die mit der Software für verschiedene Sensorkategorien wie Thermoelemente, RTDs, Thermistoren und Halbleitersensoren programmierbar sind. Über acht voneinander unabhängige, TTL-kompatible digitale E/A-Kanäle können TTL-Eingänge überwacht, Daten mit externen Geräten ausgetauscht und Alarme erzeugt werden. Die digitalen E/A-Kanäle sind per Software als Eingang oder Ausgang programmierbar.

Mit dem RedLab TEMP können Sie Messungen der folgenden Sensorkategorien verarbeiten:

- Thermoelemente: Typen J, K, R, S, T, N, E und B
- Widerstandstemperaturfühler (RTDs): Messungen mit 2, 3 oder 4 Drähten mit 100Ohm Platin-RTDs
- Thermistoren: Messungen mit 2, 3 oder 4 Drähten
- Halbleiter-Temperatur Sensoren: LM36 oder gleichwertig

Für jedes Paar analoger differentieller Eingänge steht ein 24-Bit Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler) zur Verfügung. Jedes Paar differentieller Eingänge stellt ein Kanalpaar dar.

An die einzelnen Kanalpaare lassen sich unterschiedliche Sensorkategorien anschließen. Die Verbindung zu den Kanälen, die ein Kanalpaar bilden, muss jedoch aus einer einheitlichen Kategorie bestehen (Sie können allerdings verschiedene Typen von Thermoelementen anschließen).

Der RedLab TEMP ist mit zwei integrierten Sensoren zur Kaltstellenkompensation (CJC) für Messungen mit Thermoelementen sowie mit internen Stromquellen für die Messungen mit Widerstandsfühlern versehen.

Eine spezielle Funktion zur Erkennung offener Thermoelemente hilft Ihnen, ein defektes Teil zu identifizieren. Ein integrierter Mikroprozessor linearisiert automatisch die Messdaten je nach Sensorkategorie.

Der RedLab TEMP ist ein selbstständiges Plug&Play-Modul und wird über das USB-Kabel mit Strom versorgt. Es ist keine externe Stromversorgung erforderlich. Alle konfigurierbaren Optionen lassen sich per Software programmieren.

Der RedLab TEMP kann vollständig über die Software kalibriert werden.

Blockschaltbild des RedLab TEMP

Das nachfolgende Blockschaltbild zeigt alle Funktionen des RedLab TEMP.

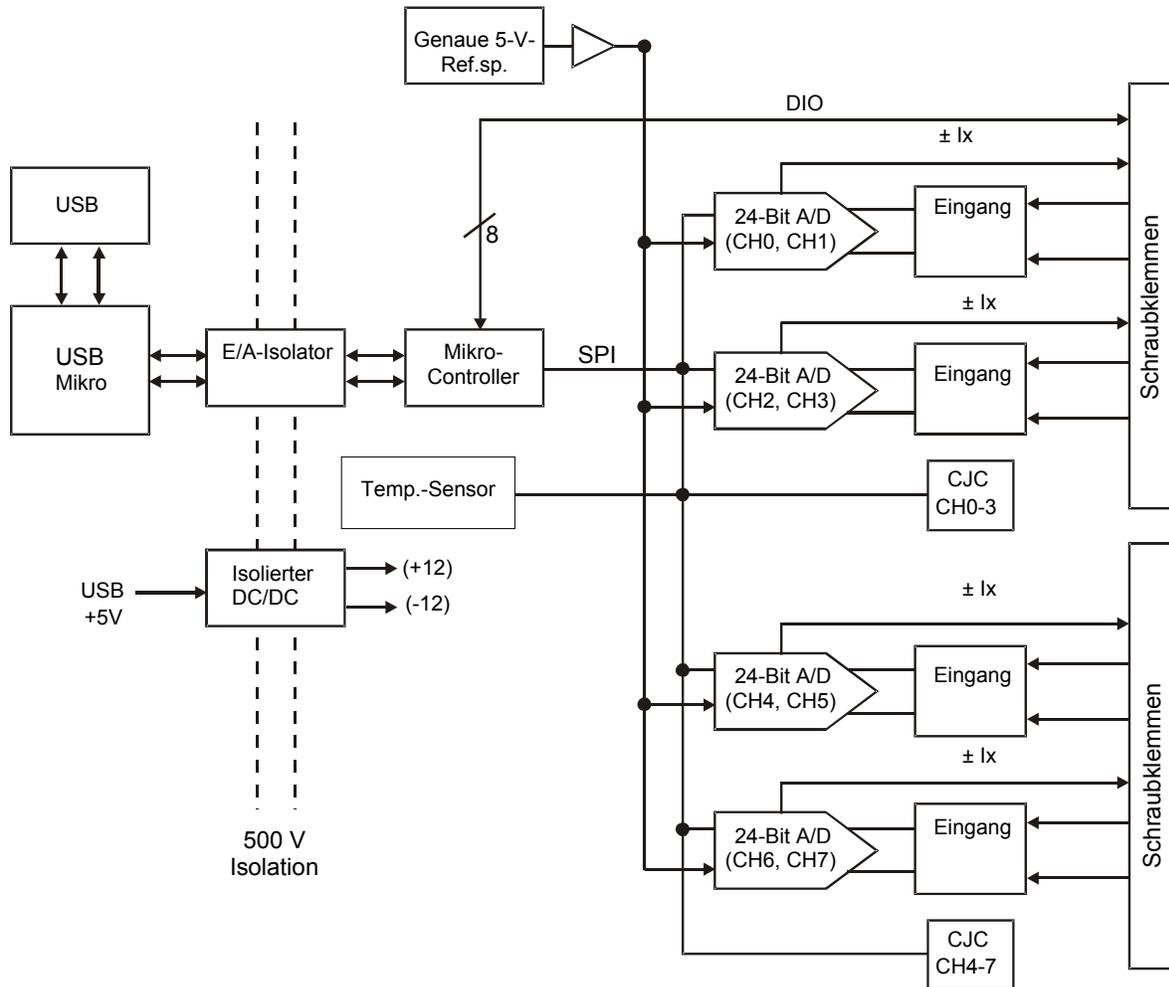


Abb. 1-1. Blockschaltbild des RedLab TEMP

Bestandteile der Software

Informationen über *InstaCal* (Installations-, Kalibrier- und Testprogramm) sowie über weitere Software, die sich im Lieferumfang des RedLab TEMP befindet, finden Sie im *Schnellstarthandbuch*, das Sie als PDF-Datei im Wurzelverzeichnis der CD finden.

Der einfache Anschluss eines RedLab TEMP an Ihren Computer

So einfach war die Installation eines Geräts zur Datenerfassung noch nie.

- Das RedLab TEMP benutzt HID-Treiber von Microsoft. Diese Treiber sind in allen Windows-Versionen enthalten, die USB-Anschlüsse unterstützen. Wir verwenden die Microsoft-Treiber, weil sie weit verbreitet sind und Ihnen die vollständige Kontrolle über Ihr Gerät und besonders hohe Datenübertragungsraten für den RedLab TEMP ermöglichen. Es werden keine Treiber anderer Hersteller benötigt.
- Der RedLab TEMP ist vollständig plug&play-fähig. Sie brauchen keine Jumper zu setzen, DIP-Schalter einzustellen oder Interrupts zu konfigurieren.
- Sie können das RedLab TEMP vor oder nach der Installation der Software anschließen und brauchen Ihren Computer vorher nicht herunterzufahren. Wenn Sie ein HID mit Ihrem System verbinden, erkennt es Ihr Computer automatisch und konfiguriert die erforderliche Software. Über einen USB-Hub können Sie mehrere HID-Peripheriegeräte an Ihr System anschließen und mit Strom versorgen.
- Sie können Ihr System über ein standardmäßiges 4-adriges Kabel mit verschiedenen Geräten verbinden. Der USB-Anschluss ersetzt die seriellen und parallelen Anschlüsse durch eine einzige, standardisierte Plug&Play-Kombination.
- Sie brauchen kein separates Netzteil. Über USB wird der Strom automatisch an alle mit Ihrem System verbundenen Peripheriegeräte geleitet.
- Über USB-Verbindungen können die Daten in beiden Richtungen zwischen einem Computer und dem Peripheriegerät ausgetauscht werden.

Installation des RedLab TEMP

Was ist im Lieferumfang des RedLab TEMP enthalten?

Die folgenden Gegenstände werden mit dem RedLab TEMP geliefert.

Hardware

In Ihrer Lieferung sollten die folgenden Elemente enthalten sein.

- RedLab TEMP



- USB-Kabel (2 Meter lang)



Software und Dokumentation

Neben dieser Bedienungsanleitung für die Hardware befindet sich ein Schnellstarthandbuch im Wurzelverzeichnis der mitgelieferten CD. Lesen Sie diese Broschüre bitte vollständig durch, bevor Sie die Software und Hardware installieren.

Das Schnellstart-Handbuch erklärt die Installation und Einsatz der Software, die auf CD mitgeliefert wird.

Auspacken des RedLab TEMP

Wie bei allen elektronischen Geräten sollten Sie sorgfältig mit dem RedLab TEMP umgehen, um Schäden durch statische Elektrizität zu vermeiden. Erden Sie sich mit einem Erdungsarmband, oder indem Sie einfach das Computergehäuse oder einen anderen geerdeten Gegenstand berühren, bevor Sie das RedLab TEMP auspacken, so dass eventuell aufgestaute statische Energie abgeleitet werden kann.

Falls Ihr RedLab TEMP beschädigt ist, informieren Sie Meilhaus Electronic bitte unverzüglich per Telefon, Fax oder E-Mail.

- Telefon: +49 (0) 8141/5271-188
- Fax: +49 (0) 8141/5271-169
- E-Mail: support@meilhaus.com

Installation der Software

Im *Schnellstarthandbuch* finden Sie Anleitungen zur Installation der Programme auf der CD.

Installation der Hardware

Um das RedLab TEMP an Ihr System anzuschließen, schalten Sie Ihren Computer ein und verbinden das USB-Kabel mit einem USB-Anschluss des Computers oder mit einem externen USB-Hub, der mit Ihrem Computer verbunden ist. Über das USB-Kabel wird der RedLab TEMP mit Strom und Daten versorgt.

Wenn Sie den RedLab TEMP (gleichbedeutend mit USB-TEMP in den folgenden Abbildungen) zum ersten Mal anschließen, öffnet sich ein Popup-Fenster (Windows XP) oder ein Dialog (bei anderen Windows-Versionen) mit der Angabe **Found New Hardware** (Neue Hardwarekomponente gefunden), sobald der RedLab TEMP erkannt wird.



Wenn dieses Fenster bzw. Dialogfeld verschwindet, ist die Installation abgeschlossen. Die **USB-LED** blinkt auf und leuchtet dann kontinuierlich. Dadurch wird angezeigt, dass zwischen dem RedLab TEMP und Ihrem Computer eine Verbindung besteht.

Vorsicht! Trennen Sie **kein** Gerät vom USB-Bus, während der Computer mit dem RedLab TEMP Daten austauscht, da Sie sonst Daten verlieren und/oder nicht mehr mit dem RedLab TEMP kommunizieren könnten.

Wenn die LED erlischt

Wenn die LED leuchtet und dann ausgeht, wurde die Kommunikation zwischen Computer und RedLab TEMP abgebrochen. Um die Verbindung wieder aufzunehmen, entfernen Sie das USB-Kabel vom Computer und stecken es dann wieder ein. Jetzt sollte die Kommunikation wieder funktionieren und die LED leuchten.

Konfiguration des RedLab TEMP

Alle Optionen zur Konfiguration der Hardware des RedLab TEMP lassen sich über die Software programmieren. Mit *InstaCal* können Sie den Sensortyp für jedes Kanalpaar einstellen. Die konfigurierbaren Optionen ändern sich je nach der ausgewählten Sensorkategorie. Die Konfigurationsoptionen sind im getrennten Microcontroller des RedLab TEMP im permanenten EEPROM-Speicher gespeichert. Die Optionen werden beim Einschalten geladen.

Standardkonfiguration

Die Konfiguration ist standardmäßig auf *Deaktiviert* eingestellt. Im *Deaktiviert*-Modus sind die analogen Eingänge von den Schraubklemmen getrennt und alle A/D-Eingänge intern geerdet. In diesem Modus werden auch alle Stromanreger deaktiviert.

Aufwärmen

Geben Sie dem RedLab TEMP 30 Minuten Zeit zum Warmlaufen, bevor Sie mit dem Messen beginnen. Dadurch verringert sich die thermische Drift und die Messungen können in der gewünschten Genauigkeit durchgeführt werden.

Bei RTD- und Thermistormessungen ist diese Aufwärmzeit auch zur Stabilisierung des internen Stromsollwerts erforderlich.

Kalibrierung des RedLab TEMP

Das RedLab TEMP lässt sich über *InstaCal* vollständig kalibrieren. Wenn Sie von einer Sensorkategorie zur anderen wechseln, werden Sie von *InstaCal* aufgefordert, das Kalibrierungsprogramm auszuführen.

Lassen Sie den RedLab TEMP mindestens 30 Minuten warmlaufen, bevor Sie mit dem Kalibrieren beginnen. Dadurch verringert sich die thermische Drift und die Messungen können in der gewünschten Genauigkeit durchgeführt werden.

Sensoranschlüsse

Das RedLab TEMP unterstützt die folgenden Typen von Temperatursensoren:

- Thermoelemente: Typen J, K, R, S, T, N, E und B
- Widerstandstemperturfühler (RTDs): Messungen mit 2, 3 oder 4 Drähten mit 100Ohm Platin-RTDs
- Thermistoren: Messungen mit 2, 3 oder 4 Drähten
- Halbleiter-Tempertursensoren: LM36 oder gleichwertig

Auswahl der Sensoren

Die Auswahl des Sensortyps hängt von den Anforderungen Ihrer Anwendung ab. Sehen Sie die Temperaturbereiche und Genauigkeiten der einzelnen Sensoren durch und suchen Sie denjenigen heraus, der am besten für die Anwendung geeignet ist.

Anschlussbelegung

Das RedLab TEMP verfügt über vier Klemmreihen, zwei Reihen am oberen Gehäuserand und zwei am unteren Rand. Jede Reihe besteht aus 26 Anschlüssen. Zwischen den einzelnen Klemmreihen befinden sich zwei integrierte CJC-Sensoren, die für die Messungen der Thermoelemente verwendet werden. In Abbildung 3-1 finden Sie eine Übersicht über die einzelnen Signale.

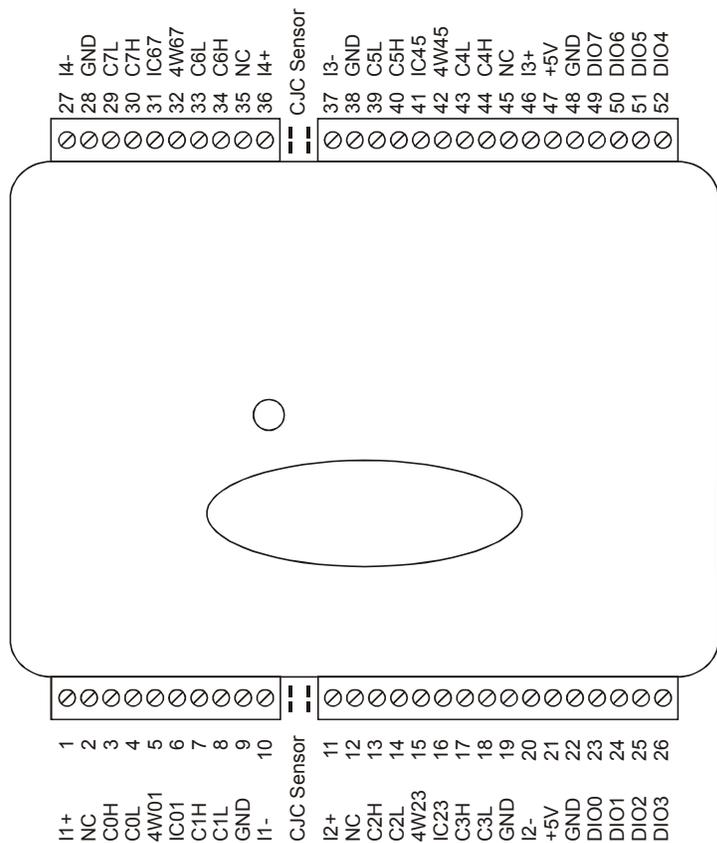


Abb. 3-1. Anschlussbelegung des RedLab TEMP

Tabelle. 3-1. Beschreibung der Anschlüsse des RedLab TEMP

Stift	Signalname	Beschreibung des Pins	Stift	Signalname	Beschreibung des Pins
1	I1+	CH0/CH1 Stromanreger	27	I4-	CH6/CH7 Stromanreger
2	NC	Nicht angeschlossen	28	GND	Masse
3	C0H	CH0 Sensoreingang (+)	29	C7L	CH7 Sensoreingang (-)
4	C0L	CH0 Sensoreingang (-)	30	C7H	CH7 Sensoreingang (+)
5	4W01	CH0/CH1 für 4 Drähte, 2 Sensoren	31	IC67	CH6/CH7 für 2 Sensoren
6	IC01	CH0/CH1 für 2 Sensoren	32	4W67	CH6/CH7 für 4 Drähte, 2 Sensoren
7	C1H	CH1 Sensoreingang (+)	33	C6L	CH6 Sensoreingang (-)
8	C1L	CH1 Sensoreingang (-)	34	C6H	CH6 Sensoreingang (+)
9	GND	Masse	35	NC	Nicht angeschlossen
10	I1-	CH0/CH1 Stromanreger	36	I4+	CH6/CH7 Stromanreger
	CJC-Sensor			CJC-Sensor	
11	I2+	CH2/CH3 Stromanreger	37	I3-	CH4/CH5 Stromanreger
12	NC	Nicht angeschlossen	38	GND	Masse
13	C2H	CH2 Sensoreingang (+)	39	C5L	CH5 Sensoreingang (-)
14	C2L	CH2 Sensoreingang (-)	40	C5H	CH5 Sensoreingang (+)
15	4W23	CH2/CH3 für 4 Drähte, 2 Sensoren	41	IC45	CH4/CH5 für 2 Sensoren
16	IC23	CH2/CH3 für 2 Sensoren	42	4W45	CH4/CH5 für 4 Drähte, 2 Sensoren
17	C3H	CH3 Sensoreingang (+)	43	C4L	CH4 Sensoreingang (-)
18	C3L	CH3 Sensoreingang (-)	44	C4H	CH4 Sensoreingang (+)
19	GND	Masse	45	NC	Nicht angeschlossen
20	I2-	CH2/CH3 Stromanreger	46	I3+	CH4/CH5 Stromanreger
21	+5V	+5V Ausgang	47	+5V	+5V Ausgang
22	GND	Masse	48	GND	Masse
23	DIO0	Digitaler Eingang/Ausgang	49	DIO7	Digitaler Eingang/Ausgang
24	DIO1	Digitaler Eingang/Ausgang	50	DIO6	Digitaler Eingang/Ausgang
25	DIO2	Digitaler Eingang/Ausgang	51	DIO5	Digitaler Eingang/Ausgang
26	DIO3	Digitaler Eingang/Ausgang	52	DIO4	Digitaler Eingang/Ausgang

Verwenden Sie für die Signalverbindungen Leitungsquerschnitte von AWG 16 bis 30.

Ziehen Sie die Schraubanschlüsse fest

Wenn Sie einen Draht in die Schraubklemmen stecken, achten Sie bitte darauf, dass Sie die Schrauben fest anziehen. Eine leichte Berührung der Oberfläche einer Schraubklemme reicht nicht aus, um eine korrekte Verbindung herzustellen.

Eingangsklemmen für Sensoren (C0H/C0L bis C7H/C7L)

An die differentiellen Sensoreingänge (C0H/C0L bis C7H/C7L) können Sie bis zu acht Temperatursensoren anschließen. Die unterstützten Sensorkategorien umfassen Thermoelemente, RTDs, Thermistoren und Halbleitersensoren.

Verbinden Sie mit einem Kanalpaar immer nur eine Sensorkategorie. Sie können allerdings die verschiedenen Typen von Thermoelementen (J, K, R, S, T, N, E und B) an ein Kanalpaar anschließen.

Schließen Sie niemals zwei verschiedene Sensorkategorien an ein und dasselbe Kanalpaar an

Für jedes Kanalpaar steht ein 24-Bit A/D-Wandler zur Verfügung. Ein Kanalpaar kann jeweils eine Sensorkategorie überwachen. Wenn Sie einen Sensor aus einer anderen Kategorie überwachen wollen, müssen Sie ihn an ein anderes Kanalpaar (Eingangsklemme) anschließen.

Stromausgänge ($\pm I1$ bis $\pm I4$)

Das RedLab TEMP verfügt über vier Paar Stromausgänge ($\pm I1$ bis $\pm I4$). Diese Ausgänge sind mit einer integrierten Präzisions-Stromquelle versehen, die die bei RTD- und Thermistormessungen verwendeten Widerstandssensoren versorgt.

Jeder Stromausgang ist einem Paar Sensoreingangskanäle zugeordnet:

- I1+ ist die Stromquelle für die Kanäle 0 und 1
- I2+ ist die Stromquelle für die Kanäle 2 und 3
- I3+ ist die Stromquelle für die Kanäle 4 und 5
- I4+ ist die Stromquelle für die Kanäle 6 und 7

Anschlüsse für 4 Drähte und 2 Sensoren (4W01 bis 4W67)

Diese Anschlüsse dienen für Konfigurationen mit vier Drähten und zwei RTD- oder Thermistorsensoren.

Anschlüsse für 2 Sensoren (IC01 bis IC67)

Diese Anschlüsse dienen für Konfigurationen mit zwei Drähten und zwei RTD- oder Thermistorsensoren.

Massekontakte (GND)

Über die sechs Massekontakte (**GND**) erfolgt der Massebezug der Eingangskanäle und DIO-Bits. Sie sind von der USB-Masse isoliert (500 VDC).

Stromanschlüsse (+5V)

Die beiden +5V-Ausgänge sind von den USB +5V isoliert (500 VDC).

Digitale Kontakte (DIO0 bis DIO7)

An die Klemmen **DIO0** bis **DIO7** können Sie bis zu acht digitale E/A-Leitungen anschließen. Die einzelnen Anschlüsse lassen sich per Software als Eingang oder Ausgang konfigurieren.

CJC-Sensoren

Das RedLab TEMP verfügt über zwei integrierte, hochauflösende Temperatursensoren. Ein Sensor befindet sich auf der rechten Seite des Geräts, der andere auf der linken Seite.

Anschlüsse für Thermoelemente

Ein Thermoelement besteht aus zwei unterschiedlichen Metallen, die an einem Ende miteinander verbunden sind. Wird die Verbindung der Metalle erwärmt oder abgekühlt, entsteht eine Spannung, die der jeweiligen Temperatur entspricht.

Der RedLab TEMP führt vollständige Temperaturmessungen aus, ohne dass geerdete Widerstände erforderlich wären. Die Software gibt einen 32-Bit-Gleitkommawert im Spannungs- oder Temperaturformat aus. Für jeden analogen Eingang steht eine spezielle Funktion zur Erkennung offener Thermoelemente zur Verfügung, die automatisch feststellt, ob ein Thermoelement offen oder defekt ist.

Mit *InstaCal* können Sie den Typ des Thermoelements (J, K, R, S, N, E oder B) und einen oder mehrere Eingangskanäle festlegen, an die das Element angeschlossen werden soll.

Verdrahtung

Verbinden Sie das Thermoelement über eine Differenzialverbindung wie in Abbildung 3-2 gezeigt mit dem RedLab TEMP.

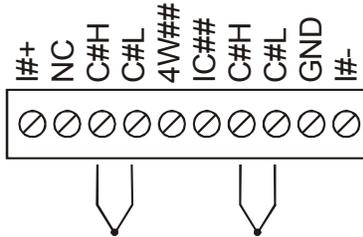


Abb. 3 2. Typische Verbindung eines Thermoelements

Die **GND**-Klemmen des RedLab TEMP sind gegen Masse isoliert, so dass Sie die Sensoren der Thermoelemente erden können, sofern die Isolierung der GND-Klemmen (9, 19, 28, 38) gegen Masse gewahrt bleibt.

Wenn Thermoelemente an leitenden Oberflächen angebracht werden, darf der Spannungsunterschied zwischen mehreren Thermoelementen höchstens $\pm 1,4$ V betragen. Wir empfehlen, wo immer möglich isolierte oder nicht geerdete Thermoelemente zu verwenden.

Maximale Eingangsspannung zwischen Analogeingang und Masse

Die höchstmögliche Eingangsspannung zwischen einem analogen Eingang und den isolierten GND-Klemmen beträgt bei eingeschaltetem RedLab TEMP ± 25 VDC und bei ausgeschaltetem Gerät ± 40 V.

Verwenden Sie zur Verlängerung des Thermoelements die gleiche Drahtart, so dass der von thermischen EMK verursachte Fehler möglichst gering bleibt.

RTD- und Thermistor-Verbindungen

Ein Widerstandstemperaturfühler (RTD) misst die Temperatur, indem der jeweilige Widerstand des Bauteils einem Temperaturwert zugeordnet wird. Ein Thermistor ist ein temperaturempfindlicher Widerstand. Er ähnelt einem RTD, da sich sein Widerstandswert mit der Temperatur ändert. Geringe Temperaturänderungen rufen dabei erhebliche Widerstandsänderungen hervor. Der wesentliche Unterschied zwischen RTD- und Thermistormessungen liegt in der Methode zur Linearisierung der Messdaten.

RTDs und Thermistoren sind Widerstände, bei denen über einen Erregerstrom ein Spannungsabfall erzeugt wird, der sich am Sensor messen lässt. Der RedLab TEMP verfügt über vier integrierte Stromquellen ($\pm I1$ bis $\pm I4$) für diese Sensormessungen. Jeder Stromausgang ist einem Kanalpaar zugeordnet.

Das RedLab TEMP führt Messungen mit 2, 3 und 4 Drähten mit RTDs (100Ohm Platin) und Thermistoren durch.

Mit *InstaCal* können Sie den Sensortyp und die Verkabelung einstellen. Sobald der Widerstandswert berechnet ist, wird er linearisiert und in einen Temperaturwert umgerechnet. Die Software gibt einen 32-Bit-Gleitkommawert im Spannungs- oder Temperaturformat aus.

Maximaler Widerstand eines RTD

Das RedLab TEMP kann im RTD-Modus nur Widerstandswerte bis 660Ohm messen. In diesem Wert ist auch der Gesamtwiderstand über die Klemmen für die Stromausgänge ($\pm I_x$) enthalten, welcher der Summe aus dem RTD-Widerstand und den Leitungswiderständen entspricht.

Maximaler Widerstand eines Thermistors

Das RedLab TEMP kann im Thermistor-Modus nur Widerstandswerte bis 180kOhm messen. In diesem Wert ist auch der Gesamtwiderstand über die Klemmen für die Stromausgänge ($\pm I_x$) enthalten, welcher der Summe aus dem Thermistor-Widerstand und den Leitungswiderständen entspricht.

Konfiguration mit zwei Drähten

Die einfachste Möglichkeit zum Anschluss eines RTD-Sensors oder Thermistors an das RedLab TEMP ist eine Konfiguration mit zwei Drähten, da sie die wenigsten Verbindungen zum Sensor benötigt. Bei dieser Methode versorgen die beiden Drähte den RTD-Sensor mit dem Erregerstrom und messen gleichzeitig die Spannung am Sensor.

Da RTDs einen geringen nominellen Widerstandswert aufweisen, kann die Messgenauigkeit aufgrund der Leitungswiderstände beeinträchtigt werden. Beim Anschluss von Leitungen mit einem Widerstand von 1 Ohm (0,5 Ohm pro Draht) an einen 100Ohm Platin-RTD entsteht zum Beispiel ein Messfehler von 1%.

In einer Konfiguration mit zwei Drähten können Sie pro Kanalpaar ein oder zwei Sensoren anschließen.

Zwei Drähte, ein Sensor

In Abbildung 3-3 finden Sie eine Messanordnung mit zwei Drähten und einem Sensor.

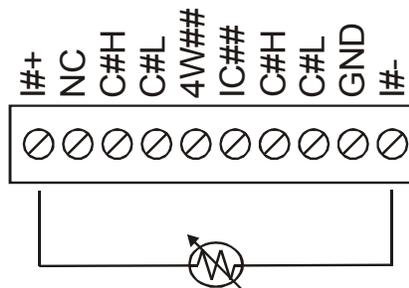


Abb. 3-3. Messanordnung mit zwei Drähten und einem RTD- oder Thermistor-Sensor

Wenn Sie diese Konfiguration mit *InstaCal* einrichten, erfolgen die Verbindungen mit C#H und C#L intern.

Zwei Drähte, zwei Sensoren

In Abbildung 3-4 finden Sie eine Messanordnung mit zwei Drähten und zwei Sensoren.

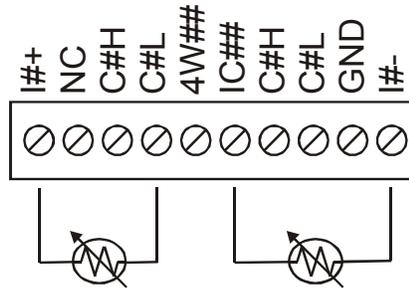


Abb. 3-4. Messanordnung mit zwei Drähten und zwei RTD- oder Thermistor-Sensoren

Wenn Sie diese Konfiguration mit *InstaCal* einrichten, erfolgen die Verbindungen mit C#H (erster Sensor) und C#H/C#L (zweiter Sensor) intern. In diesem Modus müssen beide Sensoren angeschlossen werden, um korrekte Messergebnisse zu erhalten.

Konfiguration mit drei Drähten

Bei einer Konfiguration mit drei Drähten wird der Leitungswiderstand durch eine Verbindung mit einer Spannungsrichtung kompensiert. Dabei können Sie pro Kanalpaar nur einen Sensor anschließen. In Abbildung 3-5 finden Sie eine Messanordnung mit drei Drähten.

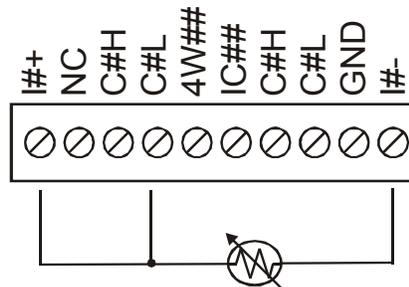


Abb. 3-5. Messanordnung mit drei Drähten und einem RTD- oder Thermistor-Sensor

Wenn Sie diese Konfiguration mit *InstaCal* einrichten, misst der RedLab TEMP den Leitungswiderstand mit dem ersten Kanal (C#H/C#L) und den Sensor mit dem zweiten Kanal (C#H/C#L). Durch diese Anordnung können Leitungswiderstand und Temperaturveränderungen in den Leitungen ausgeglichen werden. Die Verbindungen mit C#H für den ersten und mit C#H/C#L für den zweiten Sensor erfolgen intern.

Ausgleich bei drei Drähten

Um mit drei Drähten einen korrekten Wertausgleich zu erhalten, müssen die mit den $\pm I\#$ -Klemmen verbundenen Leitungen den gleichen Widerstandswert aufweisen.

Konfiguration mit vier Drähten

Bei einer Konfiguration mit vier Drähten verbinden Sie jeweils zwei Lese/Erregerdrähte an den Enden des RTD- oder Thermistor-Sensors. Durch diese Anordnung werden Leitungswiderstand und Temperaturveränderungen in den Leitungen vollständig ausgeglichen.

Die Konfiguration mit vier Drähten ist besonders für Anwendungen geeignet, für die sehr genaue Messungen erforderlich sind. In den Abbildungen 3-6 und 3-7 finden Sie Beispiele für Messanordnungen mit vier Drähten und einem Sensor.

Sie können das RedLab TEMP entweder mit einem Sensor pro Kanal oder zwei Sensoren pro Kanalpaar konfigurieren.

Vier Drähte, ein Sensor

Abbildung 3-6 zeigt eine Konfiguration mit einem Sensor, der über vier Drähte mit dem ersten Kanal eines Kanalpaares verbunden ist.

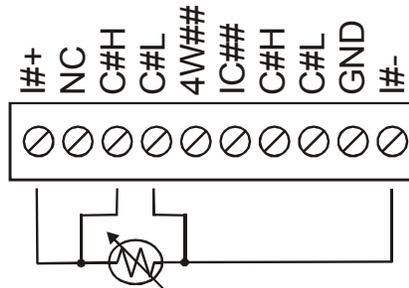


Abb. 3-6. Messanordnung mit vier Drähten und einem RTD- oder Thermistor-Sensor

Abbildung 3-7 zeigt eine Konfiguration mit einem Sensor, der über vier Drähte mit dem zweiten Kanal eines Kanalpaares verbunden ist.

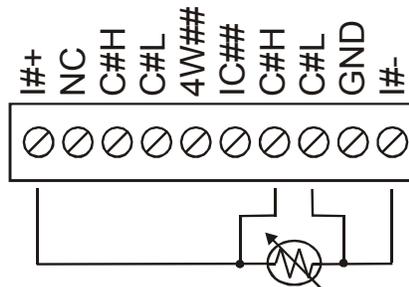


Abb. 3-7. Messanordnung mit vier Drähten und einem RTD- oder Thermistor-Sensor

In Abbildung 3-8 finden Sie eine Messanordnung mit vier Drähten und zwei Sensoren.

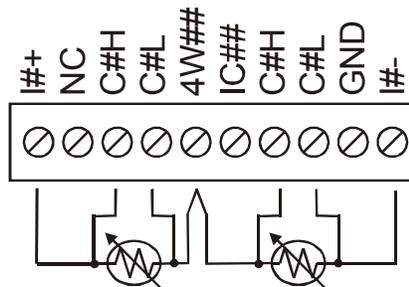


Abb. 3-8. Messanordnung mit vier Drähten und zwei RTD- oder Thermistor-Sensoren

In diesem Modus müssen beide Sensoren angeschlossen werden, um korrekte Messergebnisse zu erhalten.

Messungen der Halbleitersensoren

Halbleitersensoren sind für einen Temperaturbereich von etwa -40 °C bis 125 °C geeignet, wenn eine Messgenauigkeit von $\pm 2\text{ °C}$ ausreicht. Im Vergleich zu Thermoelementen und RTDs kann der Halbleitersensor Messungen nur in einem geringen Temperaturbereich vornehmen. Halbleitersensoren können jedoch genaue Ergebnisse liefern, sie sind preiswert und lassen sich für Anzeige- und Steuerzwecke leicht mit anderen Bauteilen zu verbinden.

Das RedLab TEMP kann mit Halbleitersensoren wie dem LM36 oder vergleichbaren Geräten hochauflösende Messungen durchführen und gibt einen 32-Bit-Gleitkommawert im Spannungs- oder Temperaturformat aus.

Über *InstaCal* lassen sich der Sensortyp (TMP36 oder gleichwertig) und der Eingangskanal, an den der Sensor angeschlossen wird, auswählen.

Verdrahtung

Sie können einen TMP36 (oder einen vergleichbaren Halbleitersensor) wie in Abbildung 3-9 gezeigt über eine massebezogene Konfiguration mit dem RedLab TEMP verbinden. Die Stromversorgung des Sensors erfolgt über die **+5V**- und **GND**-Klemmen des RedLab TEMP.

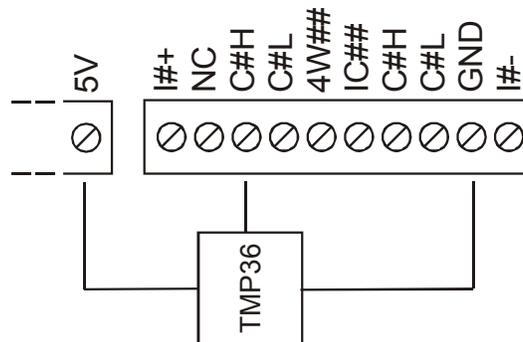


Abb. 3 9. Messanordnung mit Halbleitersensor

Die Software gibt die Messdaten als 32-Bit-Gleitkommawert im Spannungs- oder Temperaturformat aus.

Digitale E/A-Anschlüsse

An die Stifte **DIO0** bis **DIO7** können Sie bis zu acht digitale E/A-Leitungen anschließen. Die einzelnen digitalen Anschlüsse lassen sich als Eingang oder Ausgang konfigurieren. Alle digitalen E/A-Leitungen werden mit einem Widerstand von 47 kOhm auf +5V gebracht (Standardeinstellung). Auf Wunsch kann der Widerstand werkseitig als Pulldown-Widerstand eingestellt werden.

Wenn die digitalen Anschlüsse als Eingang konfiguriert sind, kann der Zustand der TTL-Eingänge über die digitalen E/A-Anschlüsse des RedLab TEMP überwacht werden. In Abbildung 3-10 finden Sie eine schematische Darstellung. Wenn Sie den Schalter auf den +5V-Eingang legen, liest DIO0 *WAHR* (1). Wird der Schalter auf GND gestellt, liest DIO0 *FALSCH* (0).

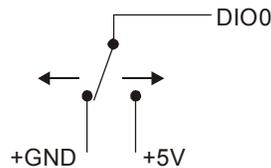


Abb. 3-10. Erkennung der Schalterstellung durch den digitalen Kanal DIO0

Vorsicht! Die GND-Klemmen des RedLab TEMP (9, 19, 28, 38) sind zusammengeschaltet und gegen Masse isoliert. Wenn bei der Verwendung von digitalen E/A und leitenden Thermoelementen eine Erdung erfolgt, sind die Thermoelemente nicht mehr isoliert. In diesem Fall dürfen sie nicht mit leitenden Oberflächen verbunden werden, die geerdet werden könnten.

Allgemeine Informationen zu digitalen Signalverbindungen und digitalen E/A-Techniken finden Sie in der *Anleitung zu Signalverbindungen* im Unterverzeichnis „ICaUL\Documents“ der CD.

Funktionale Details

Messungen der Thermoelemente

Ein Thermoelement besteht aus zwei unterschiedlichen Metallen, die an einem Ende miteinander verbunden sind. Wird die Verbindung der Metalle erwärmt oder abgekühlt, entsteht eine Spannung, die der jeweiligen Temperatur entspricht.

Die Hardware des RedLab TEMP wandelt die Ausgangsspannung des Thermoelements in eine Gleichtakt-Eingangsspannung um, indem auf der Unterseite des Elements am C#L-Eingang +2,5 V angelegt werden. Verbinden Sie die Sensoren der Thermoelemente immer potentialfrei mit dem RedLab TEMP. Versuchen Sie nicht, C#L an der Unterseite mit GND oder einem geerdeten Widerstand zu verbinden.

Kaltstellenkompensation (CJC)

Wenn Sie die Sensorkabel eines Thermoelements mit dem Eingangskanal verbinden, erzeugen die unterschiedlichen Metalle an den Schraubklemmen des RedLab TEMP einen zusätzlichen Thermoknoten. An dieser Stelle entsteht ein kleiner Spannungsfehler, der über eine Kaltstellenkompensation aus der Gesamtmessung entfernt werden muss. Der gemessene Spannungswert enthält sowohl die Spannung des Thermoelements als auch die Kaltstellenspannung. Um diesen Fehler zu kompensieren, zieht das RedLab TEMP die Spannung an der Kaltstelle von der Spannung des Thermoelements ab.

Das RedLab TEMP verfügt über zwei hochauflösende Temperatursensoren, die in das Gehäuse des RedLab TEMP integriert sind. Ein Sensor befindet sich auf der rechten Seite des Geräts, der andere auf der linken Seite. Die CJC-Sensoren messen die Durchschnittstemperatur an den Schraubklemmen, so dass die Kaltstellenspannung errechnet werden kann. Ein Softwarealgorithmus korrigiert die an den Schraubklemmen aufgetretenen Werte automatisch, indem die errechnete Kaltstellenspannung von der Spannungsmessung der Thermoelemente an den analogen Eingängen abgezogen wird.

Verlängerung des Thermoelements

Verwenden Sie zur Verlängerung des Thermoelements die gleiche Drahtart, so dass der von thermischen EMK verursachte Fehler möglichst gering bleibt.

Datenlinearisierung

Nach Abschluss der CJC-Korrektur an den Messdaten linearisiert ein integrierter Microcontroller die Daten automatisch mit Hilfe der Linearisierungskoeffizienten des US-Instituts für Standards und Technologie (NIST) für den jeweiligen Typ des Thermoelements.

Die Messdaten werden als 32-Bit-Gleitkommawert im konfigurierten Format (Spannung oder Temperatur) ausgegeben.

Erkennung offener Thermoelemente

Das RedLab TEMP verfügt über eine Funktion zur Erkennung offener Thermoelemente für alle analogen Eingangskanäle. Die Software ermittelt alle offenen oder kurzgeschlossenen Schaltkreise im Sensor. Ein offener Kanal wird erkannt, indem die Eingangsspannung auf einen Wert unter der Ausgangsspannung eines Thermoelements gedrückt wird. Die Software nimmt dies als ungültigen Wert wahr und kennzeichnet den entsprechenden Kanal. Wenn ein offenes Thermoelement erkannt wird, werden nacheinander alle Kanäle abgefragt.

Eingangsleckstrom

Wenn die Erkennung offener Thermoelemente aktiviert ist, wird ein Eingangsleckstrom von max. 105 nA in das Element geleitet. Dadurch entsteht eine Fehlerspannung über dem gesamten Leitungswiderstand des Thermoelements, die sich nicht von der zu messenden Spannung unterscheiden lässt. Sie können diese Fehlerspannung anhand der folgenden Formel abschätzen:

$$\text{Fehlerspannung} = \text{Widerstand des Thermoelements} \times 105 \text{ nA}$$

Um diesen Fehler zu vermindern, verkürzen Sie das Thermoelement, so dass sein Widerstand geringer wird, oder verwenden Sie einen Draht mit einem größeren Durchmesser. Wenn die Erkennung offener Thermoelemente deaktiviert ist, wird ein Eingangsleckstrom von max. 30 nA in das Element geleitet.

RTD- und Thermistor-Messungen

RTDs und Thermistoren sind Widerstände, bei denen über einen Erregerstrom ein Spannungsabfall erzeugt wird, der sich am Sensor messen lässt. Der RedLab TEMP misst den Widerstand des Sensors, indem er einen Erregerstrom in bekannter Höhe durch den Sensor leitet und dann den Spannungsunterschied am Sensor feststellt.

Nach der Spannungsmessung wird der Widerstand des RTD mit dem Ohmschen Gesetz berechnet: Der Sensorwiderstand entspricht dem Quotienten aus der gemessenen Spannung und der Höhe des Erregerstroms an der Quelle ($\pm I_x$). Der Wert an $\pm I_x$ wird im lokalen Speicher gespeichert.

Sobald der Widerstandswert berechnet ist, wird er linearisiert und in einen Temperaturwert umgeformt. Die Messdaten werden von der Software als 32-Bit-Gleitkommawert im Spannungs-, Widerstands- oder Temperaturformat ausgegeben.

Datenlinearisierung

Ein integrierter Microcontroller linearisiert die Messdaten von RTD oder Thermistor automatisch.

- RTD-Messungen werden mit Hilfe eines Algorithmus mit Callendar-VanDusen-Koeffizienten linearisiert (Wahl zwischen DIN, SAMA oder ITS-90 möglich).
- Thermistormessungen werden mit einem Steinhart-Hart-Linearisierungsalgorithmus linearisiert (die Koeffizienten entnehmen Sie bitte dem Datenblatt des Sensorherstellers).

USB-Anschluss

Der USB-Anschluss versorgt das Gerät mit +5V und Daten. Es ist keine externe Stromversorgung erforderlich.

LED

Die LED zeigt den Verbindungsstatus des RedLab TEMP an. Sie benötigt eine Stromstärke von bis zu 5 mA. In Tabelle 4-2 finden Sie Angaben zur LED-Anzeige des RedLab TEMP.

Tabelle 4-1. LED-Anzeige

LED-Anzeige	Bedeutung
leuchtet grün	Das RedLab TEMP ist an einen Computer oder externen USB-Hub angeschlossen.
blinkt grün	Daten werden übertragen. Sobald eine Verbindung besteht, sollte die LED drei Mal aufblinken und dann kontinuierlich leuchten (zeigt an, dass die Installation erfolgreich war).

Stromversorgung

Die beiden +5V-Anschlüsse sind von den USB +5V isoliert (500 VDC).

Vorsicht! Die +5V-Anschlüsse sind Ausgänge. Schließen Sie daran also kein externes Netzteil an. Sie könnten den RedLab TEMP und eventuell auch Ihren Computer beschädigen.

Spezifikationen

Wenn nicht anders angegeben, beträgt die normale Betriebstemperatur 25 °C.

Kursiv gedruckte Spezifikationen sind durch das Design vorgegeben.

Analoge Eingänge

Tabelle 5-1. Allgemeine Spezifikationen der analogen Eingänge

Parameter	Zustände	Spezifikation
A/D-Wandler		Vier Dual 24-Bit, Sigma-Delta
Anzahl der Kanäle		8 differentielle Kanäle
<i>Isolierung der Eingänge</i>		<i>Min. 500 VDC zwischen Kabel und USB-Schnittstelle</i>
Kanalkonfiguration		Über Software entsprechend Sensortyp programmierbar
Differentielle Eingangsspannung für die verschiedenen Sensorkategorien	Thermoelement	± 0,080 V
	RTD	0 bis 0,5 V
	Thermistor	0 bis 2 V
	Halbleitersensor	0 bis 2,5 V
<i>Absolute maximale Eingangsspannung</i>	<i>±C0x bis ±C7x bezogen auf GND (Stifte 9,19,28,38)</i>	±25 V eingeschaltet, ±40 V ausgeschaltet.
Eingangsimpedanz		min. 5 Gigaohm
Eingangsleckstrom	Erkennung offener Thermoelemente deaktiviert	max. 30 nA
	Erkennung offener Thermoelemente aktiviert	max. 105 nA
<i>Gegentaktstörunterdrückungsverhältnis</i>	<i>f_{IN} = 60 Hz</i>	<i>min. 90 dB</i>
<i>Gleichtaktstörunterdrückungsverhältnis</i>	<i>f_{IN} = 50 Hz/60 Hz</i>	<i>min. 100 dB</i>
Auflösung		24 Bit
<i>Keine fehlenden Codes</i>		<i>24 Bit</i>
Eingangskopplung		DC
Anlaufzeit		min. 30 Minuten
Erkennung offener Thermoelemente		Automatisch aktiviert, wenn Kanalpaar für Thermosensor konfiguriert ist. Die Erkennung dauert maximal 3 Sekunden.
<i>Genauigkeit des CJC-Sensors</i>	<i>15 °C bis 35 °C</i>	<i>±0,25 °C typ., ±0,5 °C max.</i>
	<i>0 °C bis 70 °C</i>	<i>-1,0 bis +0,5 °C max</i>

Kanalkonfigurationen

Tabelle 5-2. Spezifikationen der Kanalkonfiguration

Sensorkategorie	Zustände	Spezifikation
Deaktiviert		
Thermoelement		8 differentielle Kanäle
Halbleitersensor		8 differentielle Kanäle
RTD und Thermistor	Konfiguration mit 2 Drähten und einem Sensor	4 differentielle Kanäle
	Konfiguration mit 2 Drähten und zwei Sensoren	8 differentielle Kanäle
	Konfiguration mit 3 Drähten und einem Sensor pro Kanalpaar	4 differentielle Kanäle
	Konfiguration mit vier Drähten	8 differentielle Kanäle

Das RedLab TEMP hat vier interne, vollständig differentielle A/D mit je zwei Kanälen, so dass insgesamt acht differentielle Kanäle zur Verfügung stehen. Die analogen Eingangskanäle sind deshalb in vier Kanalpaaren konfiguriert, wobei jeweils die Sensoreingänge CH0/CH1, CH2/CH3, CH4/CH5 und CH6/CH7 paarweise geschaltet sind. Für diese „Kanalpaarung“ müssen die Paare analoger Eingangskanäle so konfiguriert werden, dass sie die gleiche Sensorkategorie überwachen können. Es können aber auch unterschiedliche Sensortypen der gleichen Kategorie (z.B. Thermoelement Typ J an Kanal 0 und Typ T an Kanal 1) angeschlossen werden.

Änderungen der Kanalkonfiguration werden von der Firmware im EEPROM auf dem getrennten Microcontroller gespeichert. Die Änderungen erfolgen über Befehle von einer externen Anwendung. Aufgrund der Nutzung des EEPROM bleibt die Konfiguration permanent gespeichert.

Die Konfiguration ist standardmäßig auf *Deaktiviert* eingestellt. Im *Deaktiviert*-Modus sind die analogen Eingänge von den Schraubklemmen getrennt und alle A/D-Eingänge intern geerdet. In diesem Modus werden auch alle Stromanreger deaktiviert.

Kompatible Sensoren

Tabelle 5-3. Spezifikationen der kompatiblen Sensortypen

Parameter	Zustände
Thermoelement	J: -210 °C bis 1200 °C
	K: -270 °C bis 1372 °C
	R: -50 °C bis 1768 °C
	S: -50 °C bis 1768 °C
	T: -270 °C bis 400 °C
	N: -270 °C bis 1300 °C
	E: -270 °C bis 1000 °C
	B: 0 °C bis 1820 °C
RTD	100 Ohm PT (DIN 43760: 0,00385 Ohms/Ohm/°C)
	100 Ohm PT (SAMA: 0,003911 Ohms/Ohm/°C)
	100 Ohm PT (ITS-90/IEC751:0,0038505 Ohms/Ohm/°C)
Thermistor	Standard 2.252 Ohm bis 30.000 Ohm
Halbleiter	TMP36 oder gleichwertig

Genauigkeit

Genauigkeit der Temperaturmessungen

Tabelle 5-4. Genauigkeit der Thermoelemente einschließlich CJC-Messfehler

Sensortyp	Maximaler Fehler	Typischer Fehler	Temperaturbereich
J	±1,499 °C	±0,507 °C	-210 bis 0 °C
	±0,643 °C	±0,312 °C	0 bis 1200 °C
K	±1,761 °C	±0,538 °C	-210 bis 0 °C
	±0,691 °C	±0,345 °C	0 bis 1372 °C
S	±2,491 °C	±0,648 °C	-50 bis 250 °C
	±1,841 °C	±0,399 °C	250 bis 1768,1 °C
R	±2,653 °C	±0,650 °C	-50 bis 250 °C
	±1,070 °C	±0,358 °C	250 bis 1768,1 °C
B	±1,779 °C	±0,581 °C	250 bis 700 °C
	±0,912 °C	±0,369 °C	700 bis 1820 °C
E	±1,471 °C	±0,462 °C	-200 bis 0 °C
	±0,639 °C	±0,245 °C	0 bis 1000 °C
T	±1,717 °C	±0,514 °C	-200 bis 0 °C
	±0,713 °C	±0,256 °C	0 bis 600 °C
N	±1,969 °C	±0,502 °C	-200 bis 0 °C
	±0,769 °C	±0,272 °C	0 bis 1300 °C

Zu den Spezifikationen zur Genauigkeit von Temperaturmessungen gehören die Linearisierung, Kaltstellenkompensation und das Systemrauschen. Diese Angaben gelten für ein Jahr oder 3.000 Betriebsstunden, je nachdem, was zuerst eintritt, und für einen Betrieb des RedLab TEMP zwischen 15 °C und 35 °C. Bei Messungen außerhalb dieses Bereichs fügen Sie zum angegebenen maximalen Fehler ±0,5 Grad hinzu. An beiden Seiten des Moduls befinden sich CJC-Sensoren. Bei den oben aufgeführten Genauigkeitswerten wurde davon ausgegangen, dass die Schraubklemmen die gleiche Temperatur wie die CJC-Sensoren haben. Die aufgeführten Fehlerwerte berücksichtigen keine Fehler in den Thermoelementen. Weitere Einzelheiten über deren Fehlerwerte erhalten Sie vom jeweiligen Hersteller.

Die Thermoelemente müssen so mit dem RedLab TEMP verbunden werden, dass sie keinen Kontakt zu GND (Klemmen 9, 19, 28, 38) haben. Die GND-Klemmen des RedLab TEMP sind gegen Masse isoliert, so dass Sie die Sensoren der Thermoelemente erden können, sofern die Isolierung der GND-Klemmen gegen Masse gewahrt bleibt.

Wenn Thermoelemente an leitenden Oberflächen angebracht werden, darf der Spannungsunterschied zwischen mehreren Thermoelementen höchstens ±1,4 V betragen. Wir empfehlen, wo immer möglich isolierte oder nicht geerdete Thermoelemente zu verwenden.

Messgenauigkeit der Halbleitersensoren

Tabelle 5-5. Spezifikationen zur Genauigkeit der Halbleitersensoren

Sensortyp	Temperaturbereich (°C)	Maximaler Messfehler
TMP36 oder gleichwertig	-40 bis 150 °C	±0,50 °C

Der angegebene Fehlerwert umfasst keine Fehler im Sensor. Diese Angaben gelten für ein Jahr, wenn der RedLab TEMP in einem Temperaturbereich von 15 °C bis 35 °C betrieben wird. Weitere Einzelheiten über die tatsächlichen Fehlergrenzen der Sensoren erhalten Sie vom jeweiligen Hersteller.

Genauigkeit der RTD-Messungen

Tabelle 5-6. Spezifikationen zur Genauigkeit der RTD-Messungen

RTD	Temperatur des Sensors	Maximaler Messfehler (°C) $I_{x+} = 210 \mu A$	Typischer Messfehler (°C) $I_{x+} = 210 \mu A$
PT100, DIN, US oder ITS-90	-200 °C	±0,15	±0,08
	-0 °C	±0,18	±0,11
	100 °C	±0,26	±0,15
	300 °C	±0,37	±0,23
	600 °C	±0,43	±0,27

Der angegebene Fehlerwert umfasst keine Fehler im Sensor. Die Linearisierung des Sensors erfolgt mit Hilfe eines Callendar-VanDusen-Algorithmus. Diese Angaben gelten für ein Jahr, wenn das RedLab TEMP in einem Temperaturbereich von 15 °C bis 35 °C betrieben wird. Fehler durch den Leitungswiderstand von RTD-Verbindungen mit 2 Drähten sind darin nicht enthalten. Weitere Einzelheiten über die tatsächlichen Fehlergrenzen der Sensoren erhalten Sie vom jeweiligen Hersteller.

Das RedLab TEMP kann im RTD-Modus nur Widerstandswerte bis 660 Ohm messen. Darin ist auch der Gesamtwiderstand über die Klemmen für die Stromanregung ($\pm I_x$) enthalten, welcher der Summe aus dem RTD-Widerstand und den Leitungswiderständen entspricht.

Um mit drei Drähten einen korrekten Wertausgleich zu erhalten, müssen die mit den $\pm I\#$ -Klemmen verbundenen Leitungen den gleichen Widerstandswert aufweisen.

Genauigkeit der Thermistor-Messungen

Tabelle 5-7. Spezifikationen zur Genauigkeit der Thermistor-Messungen

Thermistor	Temperaturbereich	Maximaler Messfehler (°C) $I_{x+} = 10 \mu A$
2252 Ω	-40 bis 120 °C	±0,05
3000 Ω	-40 bis 120 °C	±0,05
5000 Ω	-35 bis 120 °C	±0,05
10000 Ω	-25 bis 120 °C	±0,05
30000 Ω	-10 bis 120 °C	±0,05

Der angegebene Fehlerwert umfasst keine Fehler im Sensor. Die Linearisierung des Sensors erfolgt mit Hilfe eines Steinhart-Hart-Algorithmus. Diese Angaben gelten für ein Jahr, wenn das RedLab TEMP in einem Temperaturbereich von 15°C bis 35°C betrieben wird. Fehler durch den Leitungswiderstand von Thermistor-Verbindungen mit 2 Drähten sind darin nicht enthalten. Weitere Einzelheiten über die tatsächlichen Fehlergrenzen der Sensoren erhalten Sie vom jeweiligen Hersteller. Der Gesamtwiderstand eines Kanalpaars darf 180 kOhm nicht übersteigen. In Tabelle 5-8 finden Sie typische Widerstandswerte der unterstützten Thermistoren bei verschiedenen Temperaturen.

Tabelle 5-8. Typische Thermistorwiderstände

Temp	2252 Ω -Therm.	3000 Ω -Therm.	5 k Ω -Therm.	10 k Ω -Therm.	30 k Ω -Therm.
-40 °C	76 k Ω	101 k Ω	168 k Ω	240 k Ω (Hinweis 12)	885 k Ω (Hinweis 12)
-35 °C	55 k Ω	73 k Ω	121 k Ω	179 k Ω	649 k Ω (Hinweis 12)
-30 °C	40 k Ω	53 k Ω	88 k Ω	135 k Ω	481 k Ω (Hinweis 12)
-25 °C	29 k Ω	39 k Ω	65 k Ω	103 k Ω	360 k Ω (Hinweis 12)
-20 °C	22 k Ω	29 k Ω	49 k Ω	79 k Ω	271 k Ω (Hinweis 12)
-15 °C	16 k Ω	22 k Ω	36 k Ω	61 k Ω	206 k Ω (Hinweis 12)
-10 °C	12 k Ω	17 k Ω	28 k Ω	48 k Ω	158 k Ω
-5 °C	9.5 k Ω	13 k Ω	21 k Ω	37 k Ω	122 k Ω
0 °C	7.4 k Ω	9.8 k Ω	16 k Ω	29 k Ω	95 k Ω

Das RedLab TEMP kann im Thermistor-Modus nur Widerstandswerte bis 180 k Ω messen. In diesem Wert ist auch der Gesamtwiderstand über den Klemmen für die Stromanregung ($\pm I_x$) enthalten, welcher der Summe aus dem Thermistor-Widerstand und den Leitungswiderständen entspricht.

Um mit drei Drähten einen korrekten Wertausgleich zu erhalten, müssen die mit den $\pm I_x$ -Klemmen verbundenen Leitungen den gleichen Widerstandswert aufweisen.

Durchsatzrate

Tabelle 5-9. Spezifikationen der Durchsatzrate

Anzahl der Eingangskanäle	Maximaler Datendurchsatz
1	2 Abfragen/Sekunde
2	2 Abfragen/s pro Kanal, 4 Abfragen/s insgesamt
3	2 Abfragen/s pro Kanal, 6 Abfragen/s insgesamt
4	2 Abfragen/s pro Kanal, 8 Abfragen/s insgesamt
5	2 Abfragen/s pro Kanal, 10 Abfragen/s insgesamt
6	2 Abfragen/s pro Kanal, 12 Abfragen/s insgesamt
7	2 Abfragen/s pro Kanal, 14 Abfragen/s insgesamt
8	2 Abfragen/s pro Kanal, 16 Abfragen/s insgesamt

Die analogen Eingänge sind für den ständigen Betrieb konfiguriert. Alle Kanäle werden zwei Mal pro Sekunde abgefragt. Die maximale Verzögerung zwischen der Erhebung und der Ausgabe der Daten durch das USB-Gerät beträgt ca. 0,5 Sekunden.

Digitale Eingänge/Ausgänge

Tabelle 5-10. Spezifikationen der digitalen Eingänge/Ausgänge

Typ	CMOS
Anzahl an E/A	8 (DIO0 bis DIO7)
Konfiguration	Unabhängig als Eingang oder Ausgang konfiguriert. Eingangsmodus ist Power-On-Reset.
Pullup/Pulldown-Widerstände	Alle Stifte werden über 47-K-Widerstände auf +5 V gebracht (Standardeinstellung). Regelung auf Erdung (GND) ist ebenfalls möglich.
Digitale E/A-Übertragungsrate (durch Software gesteuert)	Digitaler Eingang: 50 Port-Ablesungen oder Einzelbitablesungen pro Sekunde. Digitaler Ausgang: 100 Port-Eingaben oder Einzelbiteingaben pro Sekunde.
Hohe Eingangsspannung	2,0 V min., 5,5 V absolutes Max.
Niedrige Eingangsspannung	0,8 V max., -0,5 V absolutes Min.
Niedrige Ausgangsspannung (IOL = 2,5 mA)	Max. 0,7 V
Hohe Ausgangsspannung (IOL = -2,5 mA)	Min. 3,8 V

Die GND-Klemmen des RedLab TEMP (9, 19, 28, 38) sind zusammenschaltet und gegen Masse isoliert. Wenn bei der Verwendung von digitalen E/A und leitenden Thermoelementen eine Erdung erfolgt, sind die Thermoelemente nicht mehr isoliert. In diesem Fall dürfen sie nicht mit leitenden Oberflächen verbunden werden, die geerdet werden könnten.

Speicher

Tabelle 5-11. Speicherdaten

EEPROM	1.024 Byte getrennter Mikrospeicher für Sensorkonfiguration 256 Byte USB-Mikrospeicher für externe Anwendungen
--------	---

Microcontroller

Tabelle 5-12. Spezifikationen für Microcontroller

Type	Zwei hochleistungsfähige 8-Bit RISC-Microcontroller
------	---

USB-Spannung +5V

Tabelle 5-13. Spezifikationen zur USB-Spannung +5V

Parameter	Zustände	Spezifikation
USB +5V (VBUS) Eingangsspannungsbereich		min. 4,75 V bis max 5,25 V

Stromversorgung

Tabelle 5-14. Spezifikationen der Stromversorgung

Parameter	Zustände	Spezifikation
Versorgungsstrom	USB-Enumeration	<100 mA
Versorgungsstrom (Hinweis 16)	Kontinuierlicher Modus	max. 70 mA
Ausgangsspannungsbereich für +5V (Anschlüsse 21 und 47)	An Hub mit eigener Stromversorgung angeschlossen. (Hinweis 17)	min. 4,75 V bis max. 5,25 V
Ausgangsstromstärke für +5V (Anschlüsse 21 und 47)	Bus-powered und an Hub mit eigener Stromversorgung angeschlossen. (Hinweis 17)	max. 10 mA
Isolierung	Messsystem gegen PC	min. 500 V DC

Das ist der gesamte für das RedLab TEMP erforderliche Strom einschließlich der bis zu 10 mA für die Status-LED.

An einen USB-Hub mit eigenem Netzteil angeschlossene USB-Geräte werden mit bis zu 500 mA versorgt.

Root-Port-Hubs befinden sich im USB-Host-Controller des PCs. Die USB-Anschlüsse Ihres PCs sind Root-Port-Hubs. Extern mit Strom versorgte Root-Port-Hubs (Desktop-PC) versorgen ein USB-Gerät mit bis zu 500 mA. Mit Batterie betriebene Root-Port-Hubs stellen je nach Hersteller 100 mA oder 500 mA zur Verfügung. Ein Beispiel für einen batteriebetriebenen Root-Port-Hub ist ein Laptop, der nicht an ein externes Netzteil angeschlossen ist.

USB-Spezifikationen

Tabelle 5-2. USB-Spezifikationen

USB-Gerätetyp	USB 2.0 (Full-Speed)
Kompatibilität	USB 1.1, USB 2.0
	Eigene Stromversorgung, Stromverbrauch max. 100 mA
USB-Kabeltyp	A-B-Kabel, UL-Typ AWM 2527 oder gleichwertig. (min. 24 AWG VBUS/GND, min. 28 AWG D+/D-)
Länge des USB-Kabels	max. 3 Meter

Stromanregungsausgänge (Ix+)

Tabelle 5-16. Spezifikationen der Stromausgänge

Parameter	Zustände	Spezifikation
Konfiguration		4 voreingestellte Paare: ±I1 - CH0/CH1 ±I2 - CH2/CH3 ±I3 - CH4/CH5 ±I4 - CH6/CH7
Erregerstrom	Thermistor	10 µA typ.
	RTD	210 µA typ.
Toleranz		±5% typ.
Drift		200 ppm/°C
Netzausregelung		2,1 ppm/V max.
Lastregelung		0,3 ppm/V typ.
Arbeitspunktspannung (bezogen auf GND-Klemmen 9,19,28,38)		max. 3,90 min. -0,03 V

Das RedLab TEMP hat vier Stromausgänge, wobei ±I1 für die analogen Eingänge CH0/CH1, ±I2 für CH2/CH3, ±I3 für CH4/CH5 und ±I4 für CH6/CH7 vorgesehen sind. Die Stromausgänge sollten immer in dieser Konfiguration verwendet werden.

Die Spannungsausgänge sind automatisch für den ausgewählten Sensor (Thermistor oder RTD) konfiguriert.

Umgebungsanforderungen

Tabelle 5-17. Umgebungsanforderungen

Temperaturbereich für Betrieb	0 bis 70 °C
Temperaturbereich für Lagerung	-40 bis 85 °C
Luftfeuchtigkeit	0 bis 90% (nicht kondensierend)

Mechanische Eigenschaften

Tabelle 5-18. Mechanische Eigenschaften

Abmessungen	127 mm (L) x 88,9 mm (W) x 35,56 mm (H)
Länge des Verbindungskabels	max. 3 Meter

Anschlussbelegung und Anschlussart der Schraubklemmen

Tabelle 5-19. Spezifikationen der Schraubklemmen

Anschlussart	Schraubklemmen
Leitungsquerschnitt	AWG 16 bis 30

Anschlussbelegung

Tabelle 5-20. Anschlussbelegung

Pin	Signalname	Beschreibung des Pins	Pin	Signalname	Beschreibung des Pins
1	I1+	CH0/CH1 Stromanreger	27	I4-	CH6/CH7 Stromanreger
2	NC	Nicht angeschlossen	28	GND	Masse
3	C0H	CH0 Sensoreingang (+)	29	C7L	CH7 Sensoreingang (-)
4	C0L	CH0 Sensoreingang (-)	30	C7H	CH7 Sensoreingang (+)
5	4W01	CH0/CH1 für 4 Drähte, 2 Sensoren	31	IC67	CH6/CH7 für 2 Sensoren
6	IC01	CH0/CH1 für 2 Sensoren	32	4W67	CH6/CH7 für 4 Drähte, 2 Sensoren
7	C1H	CH1 Sensoreingang (+)	33	C6L	CH6 Sensoreingang (-)
8	C1L	CH1 Sensoreingang (-)	34	C6H	CH6 Sensoreingang (+)
9	GND	Masse	35	NC	Nicht angeschlossen
10	I1-	CH0/CH1 Stromanreger	36	I4+	CH6/CH7 Stromanreger
	CJC-Sensor			CJC-Sensor	
11	I2+	CH2/CH3 Stromanreger	37	I3-	CH4/CH5 Stromanreger
12	NC	Nicht angeschlossen	38	GND	Masse
13	C2H	CH2 Sensoreingang (+)	39	C5L	CH5 Sensoreingang (-)
14	C2L	CH2 Sensoreingang (-)	40	C5H	CH5 Sensoreingang (+)
15	4W23	CH2/CH3 für 4 Drähte, 2 Sensoren	41	IC45	CH4/CH5 für 2 Sensoren
16	IC23	CH2/CH3 für 2 Sensoren	42	4W45	CH4/CH5 für 4 Drähte, 2 Sensoren
17	C3H	CH3 Sensoreingang (+)	43	C4L	CH4 Sensoreingang (-)
18	C3L	CH3 Sensoreingang (-)	44	C4H	CH4 Sensoreingang (+)
19	GND	Masse	45	NC	Nicht angeschlossen
20	I2-	CH2/CH3 Stromanreger	46	I3+	CH4/CH5 Stromanreger
21	+5V	+5V Ausgang	47	+5V	+5V Ausgang
22	GND	Masse	48	GND	Masse
23	DIO0	Digitaler Eingang/Ausgang	49	DIO7	Digitaler Eingang/Ausgang
24	DIO1	Digitaler Eingang/Ausgang	50	DIO6	Digitaler Eingang/Ausgang
25	DIO2	Digitaler Eingang/Ausgang	51	DIO5	Digitaler Eingang/Ausgang
26	DIO3	Digitaler Eingang/Ausgang	52	DIO4	Digitaler Eingang/Ausgang

Vertrieb durch:

Meilhaus Electronic GmbH
Am Sonnenlicht 2
D-82239 Alling, Germany
Tel.: +49 (0)8141 - 5271-0
Fax: +49 (0)8141 - 5271-129
E-Mail: sales@meilhaus.com
<http://www.meilhaus.com>