

# smartIO 4RTD

## Technische Daten und Beschreibung

Das smartIO 4RTD bietet vier analoge Eingänge für Widerstands-Temperatur-Fühler (Resistance Temperature Detector) mit einem Messbereich von  $20 \Omega \dots 4 \text{ k}\Omega$  bei ca. 10 Hz Abtastrate. Damit können Temperaturfühler wie z.B. Pt100 oder Pt1000 angeschlossen werden.

Der Messeingang ist für 3-Leiter-Anschluss ausgelegt, wobei ein vierter, intern nicht verschalteter Eingang den gegebenenfalls vorhandenen 4. Anschluss aufnehmen kann.

Jedes Modul ist in der RAIL-Ausführung einzeln im Hinblick auf Spannungsfestigkeit und Isolation geprüft. Mit dem stabilen Aluminiumgehäuse und Nano-Beschichtung der Platine werden auch die Anforderungen für einen Einsatz auf Schienenfahrzeugen erfüllt.

In der Version für smartRAIL sind die Steckverbinder für Spannungsversorgung und Kommunikation als M12 Steckverbinder ausgeführt. (Abbildung ähnlich)

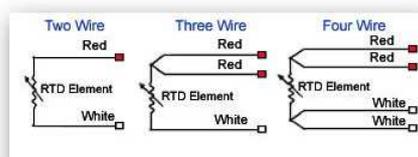


### Messfunktionen

Das Messmodul erfasst das Verhältnis zwischen dem Spannungsabfall am Sensor und dem Sensorstrom, also den Widerstandswert, mit einer Abtastrate von 10 Hz, durch analoge Aliasing-Filter ist die Bandbreite auf 4,8 Hz begrenzt. Für die zwei Messbereiche bis  $400 \Omega$  (Pt100) bzw.  $4 \text{ k}\Omega$  (Pt1000) wird die Verstärkung im Messverstärker umgeschaltet. Das Modul rechnet den gemessenen Widerstandswert in eine Temperatur um. Rohdaten stehen über CAN-Botschaften unmittelbar auf dem CAN-Bus zur Verfügung.

### Widerstandsmessung mit Leitungskompensation

Die Widerstandsänderungen eines RTD liegen für kleine Temperaturänderungen in der gleichen Größenordnung wie die Widerstände der Anschlussleitungen selbst<sup>1</sup>. Da auch diese ihren Wert mit der umgebenden Temperatur verändern, werden in der Praxis nicht nur 2 Leitungen, sondern 3 oder 4 Leiter eingesetzt, um den RTD Sensor anzuschließen. Dabei werden drei unterschiedliche Strategien verfolgt:



<sup>1</sup> Für 100 m Cu-Leiter,  $0.22 \text{ mm}^2$  ergibt sich ein Leitungswiderstand von  $7,8 \Omega$ .

### 1. Trennung von Versorgungsstrom und Messspannung

Die am Sensor abfallende Spannung wird über ein eigenes Leitungspaar (Sense) zum hochohmigen Messsystem geführt, sodass in diesen Leitungen kein Strom fließt und damit das Messsignal unverfälscht am Eingang des Messsystems ankommt

=> 4-Draht (Wire) Anschluss

### 2. Messen des Spannungsabfalls auf der Leitung und Berücksichtigung im Messergebnis

Die über der Versorgungsleitung abfallende Spannung wird über eine einzelne Leitung (Sense) gemessen und von dem über die gleiche Leitung gemessenen Spannungsabfall über Widerstand und Rückleitung abgezogen. Hierbei müssen sehr kleine Spannungspegel verarbeitet werden, die Schaltung wird entsprechend aufwändig.

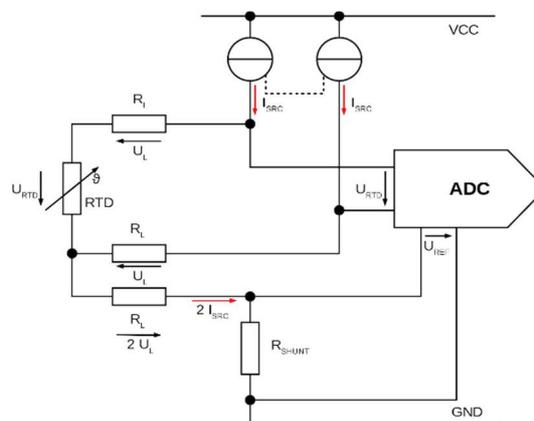
=> 3-Draht (Wire) Anschluss

### 3. Kompensation der Spannungsabfälle durch Doppelspeisung

Statt einer Stromquelle zur Sensorversorgung werden 2 eingesetzt und die Speiseströme über ein Leitungspaar (weiß/rot) zum Sensor geführt. Die Rückführung erfolgt über die dritte Leitung (rot). Die an den Speiseleitungen anliegende Spannungsdifferenz entspricht der am Sensor-Widerstand, da über beiden Leitungen die gleiche Spannung in der gleichen Richtung abfällt. Die Genauigkeit der Stromquellen spielt keine Rolle, wenn der Speisestrom in Summe gemessen wird. Die Störfestigkeit ist höher, da durch die Stromquellen alle Leitungen „niederohmig“ abgeschlossen sind.

=> 3-Draht (Wire) Anschluss

Dieses dritte Messverfahren ist im smartIO 4RTD implementiert. Die Hin- und eine Rückleitung werden mit einem konstanten Strom von ca. 100  $\mu$ A beaufschlagt. Durch den dritten Leiter fließen die beiden Ströme in das Messsystem zurück und werden hier in Summe gemessen. Die Stromquellen sind je Sensoreingang dauerkurzschlussfest ausgelegt. Durch die gleichsinnige Stromrichtung ergibt sich über jedem speisenden Sensorkabel der gleiche Spannungsabfall und der Spannungsabfall am RTD-Sensor kann so unverfälscht gemessen werden.

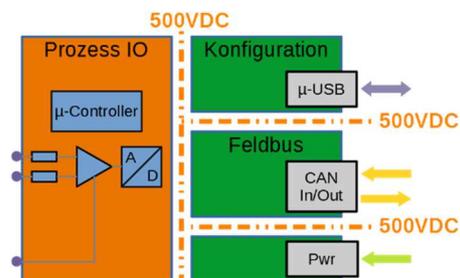


Der verwendete 16-bit AD-Wandler misst direkt das Verhältnis zwischen der Spannung am Sensor und dem Speisestrom, also den tatsächlichen Widerstandswert. Ein umschaltbarer Verstärkungsfaktor erlaubt die optimierte Anpassung an Pt100 oder Pt1000 Sensoren.

Der kleine Speisestrom von 100  $\mu$ A führt zu einer Leistungsabgabe von 1  $\mu$ W am Sensor und ist damit für die meisten Anwendungen vernachlässigbar klein.

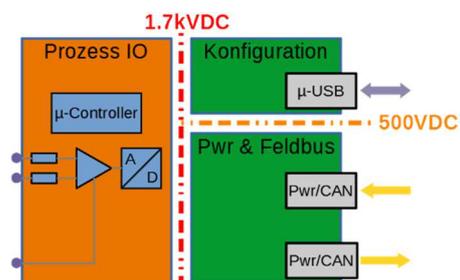
## Isolation der Anschlussgruppen

In der Standard-Ausführung sind Versorgungsspannung, CAN und Prozesseingänge voneinander isoliert. Damit ist der CAN-Bus in dieser Variante potentialfrei. Für eine sichere Datenverbindung sind neben CAN-H und CAN-L somit auch die CAN-GND in der Anlage zu verbinden.



In der RAIL-Variante wird der CAN-Bus mit der Spannungsversorgung im gleichen Kabel geführt. Hier ist das Ground-Potential der Spannungsversorgung mit dem des CAN-Busses identisch. Die Isolation zum Prozess-IO ist für 1.7 kV DC ausgelegt.

Prozesseingänge untereinander sind, je nach Ausführung des Moduls, hochohmig gegen den internen analogen Referenzpunkt verbunden und somit, sofern dieser nicht festgelegt wird, auch untereinander. Dieser GND ist als „opt GND“ an der Anschlussleiste verfügbar und kann mit einem externen Prozess-Ground verbunden werden, wenn jegliche Beeinflussung der Eingänge untereinander vermieden werden soll. In der Regel ist dies nicht notwendig.

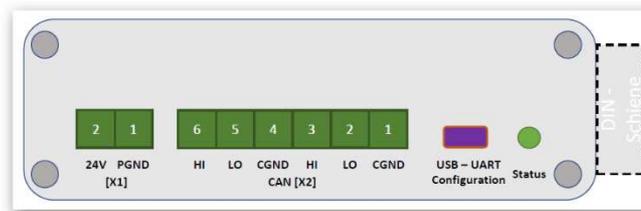


## Schnittstellen des Moduls

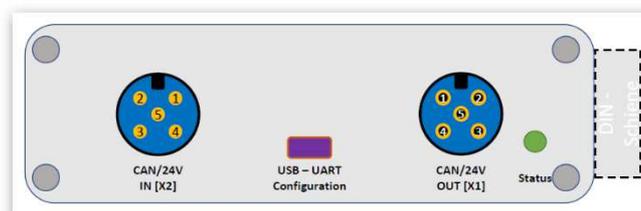
### Spannungsversorgung und CAN-Bus

Das Messmodul ist mit einem Verpolungsschutz ausgestattet und besitzt eine selbstheilende Sicherung gegen Überlast der internen Elektronik.

Spannungsversorgung und Kommunikationsleitung zum übergeordneten Gerät der smart-Familie (smartMINI, smartRAIL, etc.) sind in der Basisversion mit Phoenix-Klemmen im Raster 3,5mm realisiert. Der isolierte CAN Bus wird durch das Gerät geschleift, so dass auch mit den Klemmen eine einfache Kaskadierung mehrerer Messmodule ermöglicht wird. Das Bezugspotential CGND ist von der Versorgungsspannung PGND isoliert.



In der RAIL-Ausführung sind Versorgung und CAN auf zwei M12 Steckern entsprechend der Device-Net Belegung verfügbar. Die Spannungsversorgung von 24V wird ebenso wie die CAN-Bus Verbindung vom Stecker zur Buchse durchgeschleift. So können mehrere verschiedene smartIO-Module in Reihe geschaltet werden. Sofern kein weiteres smartIO-Modul folgt, ist der CAN-Bus mit einem Stecker mit integriertem Abschlusswiderstand (120 Ω) oder direkt an der Phoenix-Klemme zu terminieren. CAN-GND ist mit der Versorgungsmasse identisch.



Pin	Signal	Beschreibung
1	CAN-Shield	
2	+24V	Spannungsversorgung +24V (Weitbereich siehe techn. Daten)
3	GND	Bezugsmasse für Spannungsversorgung und CAN-Bus
4	CAN_H	CAN-Bus: CAN-High
5	CAN_L	CAN-Bus: CAN-LOW

Es können handelsübliche Device-Net-Kabel verwendet werden, die von Buchse auf Stecker führen. Bei konfektionierten Kabeln müssen für die Anschlusspaare 2 und 3 sowie 4 und 5 jeweils Twisted Pair Leitungsbündel gewählt werden.

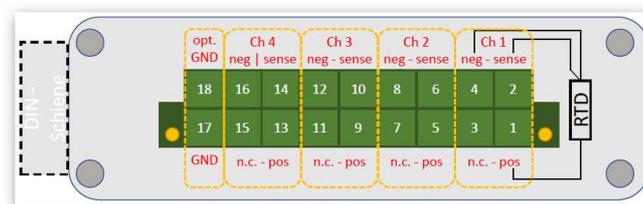
## Konfiguration

Hinter der USB-UART Konfigurationsschnittstelle verbirgt sich ein USB-Seriell-Umsetzer (CP2102N), der unter Windows als Virtueller COM-Port abgebildet wird. Zur Konfiguration des Moduls wird das ASCII-Basierte SCPI-Protokoll verwendet. Eine Beschreibung der Befehle ist auf Anfrage erhältlich.

Zur Konfiguration der smartIO-Module wird die optiCONTROL Software von optiMEAS empfohlen, die dieses Protokoll implementiert und eine grafische Benutzeroberfläche mit entsprechend vorbereiteten Dialogen bereithält.

## Messeingang

Für die Messeingänge werden in beiden Ausführungen doppelreihige Phoenix-Klemmen im Raster 3,5 mm verwendet. Durch die Kodierung der Steckverbinder ist eine Vormontage der Stecker und ein verwechslungssicherer Anschluss möglich.



## Besondere Zulassungen und Erklärungen

Für die *smartRAIL-Ausführung* werden neben der CE Konformitätserklärung auch die nachfolgenden Zertifizierungen zur EN50155 vorgenommen:

<p>EG-Konformitätserklärung</p>		<p>Das CE-Zeichen zeigt die Übereinstimmung mit der</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EMV-Richtlinie,</li> <li>• RoHS 2011/65/EU (08.06.2011) und der</li> <li>• Niederspannungsrichtlinie an.</li> </ul>
<p>Bahnanwendungen – Elektronische Einrichtungen auf Bahnfahrzeugen. EN 50155:2008</p>	   	<p>Die Systeme erfüllen die Norm für folgende Eigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Umgebungsbedingungen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AX (2000m) EN50125-1 §4.2.1</li> <li>○ TX EN50155 §4.1.2</li> </ul> </li> <li>• <i>Klima</i><sup>2</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kälte EN50155 §13.4.5.2</li> <li>○ Trockene Wärme EN50155 §13.4.5.3</li> <li>○ Feuchte Wärme EN50155 §13.4.5.7 zyklisch</li> </ul> </li> <li>• <i>Schwingen</i> IEC61373 §8 + 9</li> <li>• <i>Schocken</i> IEC61373 §10</li> <li>• <i>EMV, Isolation</i> EN50121-3-2 EN 61000-3-2/3 EN 55016-2-1/2</li> <li>• <i>Brandschutz</i> EN45545-2</li> </ul> <p><i>Stückprüfungen gemäß</i> EN50155 §12.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sichtprüfung</i> EN50155 §12.2.1</li> <li>• <i>Isolation</i> EN50155 §12.2.9.1</li> <li>• <i>Stehspannung</i> EN50155 §12.2.9.2</li> </ul>

<sup>2</sup> Bereits nach EN 50155:2017

## Technische Daten

### Versorgungsspannung / Umgebungsbedingungen

Symbol	Parameter	Bemerkung	Min	Typ	Max	Einheit
V <sub>CC</sub>	Versorgungsspannung	mit Verpolungsschutz	7		36	V DC
	Überspannungsschutz		nein			
	ESD-Schutz	TVS-Diode			40	V
I <sub>CC</sub>	Stromaufnahme	@ 24V		40	100	mA
	Steckverbinder (Standard)		Phoenix, Raster 3,5mm			
	Steckverbinder (smartRAIL)	zusammen mit CAN-Bus	M12 in / M12 out			
T <sub>operating</sub>	Betriebstemperatur	EN 50155 / Bereich TX	-40		85	°C
	Relative Luftfeuchte	Nano-Beschichtung, 50°C	5		95	%
	Gehäuse		Aluminium			
L	Maße: Länge	ohne Stecker / Füße / Clip		104		mm
B	Breite			85		mm
H	Höhe			35		mm
m	Gewicht			250		g
	Verschraubung	Frontplatten gegen Korpus	M3, Edelstahl VA2, Sicherungsscheiben			
	Montage (Standard)	Option Montagefüße oder	TS 35			
	Montage (RAIL)	Tragschiene (EN 50022)				
	Kühlung		passiv			
	Schutzklasse	(ISO 20653 - 2013)	IP54			
	Isolationswiderstand RAIL	@500V	10			GΩ
	Stehspannungsprüfung, 60s RAIL	Zu Messeingang		1.7		kV

## Analoge Eingänge

Symbol	Parameter	Bemerkung	Min	Typ	Max	Einheit
$N_{\text{AInR}}$	Typ / Anzahl	Widerstand		8		
$R_{\text{Mess}}$	Messbereich	für Pt100	18,5	100	375	$\Omega$
			-200	0	800	$^{\circ}\text{C}$
		für Pt1000	185	1000	3750	$\Omega$
			-200	0	800	$^{\circ}\text{C}$
$I_{\text{SENSOR}}$	Speisestrom		90	100	110	$\mu\text{A}$
$\Delta R$	Auflösung ADC	für Pt100 @ 20 $^{\circ}\text{C}$			0,1	$^{\circ}\text{C}$
		für Pt1000 @ 20 $^{\circ}\text{C}$			0,1	$^{\circ}\text{C}$
$R_{\text{Ain}}$	Eingangswiderstand			30		$\text{k}\Omega$
	Wandler	Sigma-Delta		16		bit
$f_{\text{Ain}}$	Abtastrate	128faches Oversampling		10		Hz
$f_{-3\text{dB}}$	Bandbreite			4		Hz
	Genauigkeit	Auf Messbereich		0,5		%

## CPU

Symbol	Parameter	Bemerkung	Min	Typ	Max	Einheit
	Prozessor			SAMC21E		
	Familie			ARM Cortex-M0+		
	Clock			48		MHz
	ROM	FLASH		256		kByte
	RAM	SRAM		32		kByte
	Datenbusbreite			32		bit

## Schnittstellen

Symbol	Parameter	Bemerkung	Min	Typ	Max	Einheit
	Typ / Anzahl	CAN 2.0B		1		
	Baudrate	parametrierbar		500		kBit/s
	Steckverbinder (Standard)		Phoenix, Raster 3,5mm			
	Steckverbinder (RAIL)	zusammen mit Versorgung	M12 in / M12 out			
	Abschlusswiderstand		nein			
	Isolation RAIL	Zu Messeingang	1,7 kV			
	Isolation Standard	zu Messeingang / CAN	500 V			
	Typ / Anzahl	Seriell / USB		1		
	Baudrate	Fest		38400		Bit/s
	Steckverbinder		Micro-USB			
	Chipsatz	Versorgung durch USB	CP2102N			
	Isolation	Zu CAN/Versorgung	isoliert			

## Prozessabbild

Über den CAN-Bus werden folgende Botschaften<sup>3</sup> übertragen:

### Status

Ca. 60 Sekunden nach dem Start des Moduls werden einmalig folgende Informationen übertragen:

- Seriennummer
- Firmware-Version

Das Modul sendet periodisch Botschaften zur Eigendiagnose, die vom übergeordneten System als Heartbeat ausgewertet werden können. Folgende Funktionen sind über diese Botschaft abgebildet:

- Status-Bit als Ergebnis einer Verifikation der eingestellten Parameter gegen eine bei der Konfiguration erzeugten Prüfsumme. So kann eine zufällige Änderung der Konfiguration erkannt und gemeldet werden.
- Zähler für die unabhängigen Programmschleifen und Interrupt-Service-Routinen. Ändern sich die Zählerstände in jeder Botschaft, kann davon ausgegangen werden, dass alle Funktionen des Moduls bedient werden.
- Weitere Status-Bits, z.B. zur Sensor-Diagnose (falls verfügbar)

<sup>3</sup> Zur Beschreibung der CAN-Botschaften wird hier das bereits 1992 entwickelte DBC-Format der Firma Vector-Informatik GmbH verwendet. Dieses stellt einen De-Facto-Standard im Kontext von CAN-Bus Systemen dar.

### DBC-Beschreibung:

BO\_ 2147499695 Modul\_Info: 8 Vector\_XXX  
SG\_u32\_TypSerial : 8|32@1+ (1,0) [0|4.29497e+009] "" Vector\_XXX  
SG\_u8\_Baujahr : 0|8@1+ (1,0) [0|255] "" Vector\_XXX  
SG\_u8\_FIRMWARE\_MINOR : 56|8@1+ (1,0) [0|255] "" Vector\_XXX  
SG\_u8\_FIRMWARE\_MIDDLE : 48|8@1+ (1,0) [0|255] "" Vector\_XXX  
SG\_u8\_FIRMWARE\_MAJOR : 40|8@1+ (1,0) [0|255] "" Vector\_XXX

BO\_ 2147499895 Modul\_Status: 8 Vector\_XXX  
SG\_u16\_Modulsttaus : 48|16@1+ (1,0) [0|65535] "" Vector\_XXX  
SG\_u8\_RTD\_Rollercounter : 0|8@1+ (1,0) [0|255] "" Vector\_XXX

### Rohdaten

Nach der Erfassung der Rohdaten und Berechnung der Temperaturen werden die Messwerte in zwei Botschaften als 16-bit Werte übertragen.

### DBC-Beschreibung:

BO\_ 80 Temperatur\_1\_2\_3\_4: 8 Vector\_XXX  
SG\_Temperatur\_04 : 48|16@1- (0.1,0) [0|3276.7] "°C" Vector\_XXX  
SG\_Temperatur\_03 : 32|16@1- (0.1,0) [0|3276.7] "°C" Vector\_XXX  
SG\_Temperatur\_02 : 16|16@1- (0.1,0) [0|3276.7] "°C" Vector\_XXX  
SG\_Temperatur\_01 : 0|16@1- (0.1,0) [0|3276.7] "°C" Vector\_XXX

BO\_ 81 Resistance\_1\_2\_3\_4: 8 Vector\_XXX  
SG\_i16\_Resistance\_4 : 48|16@1- (0.1,0) [-3276.8|3276.7] "" Vector\_XXX  
SG\_i16\_Resistance\_3 : 32|16@1- (0.1,0) [-3276.8|3276.7] "" Vector\_XXX  
SG\_i16\_Resistance\_2 : 16|16@1- (0.1,0) [-3276.8|3276.7] "" Vector\_XXX  
SG\_i16\_Resistance\_1 : 0|16@1- (0.1,0) [-3276.8|3276.7] "" Vector\_XXX

## Kontakt

optiMEAS Measurement and Automation Systems GmbH  
Am Houiller Platz 4  
64381 Friedrichsdorf  
+49 (6172) 997712-0  
info@optimeas.de

