

Digitale Temperatursensoren auf Siliziumbasis

für industrielle Anwendungen

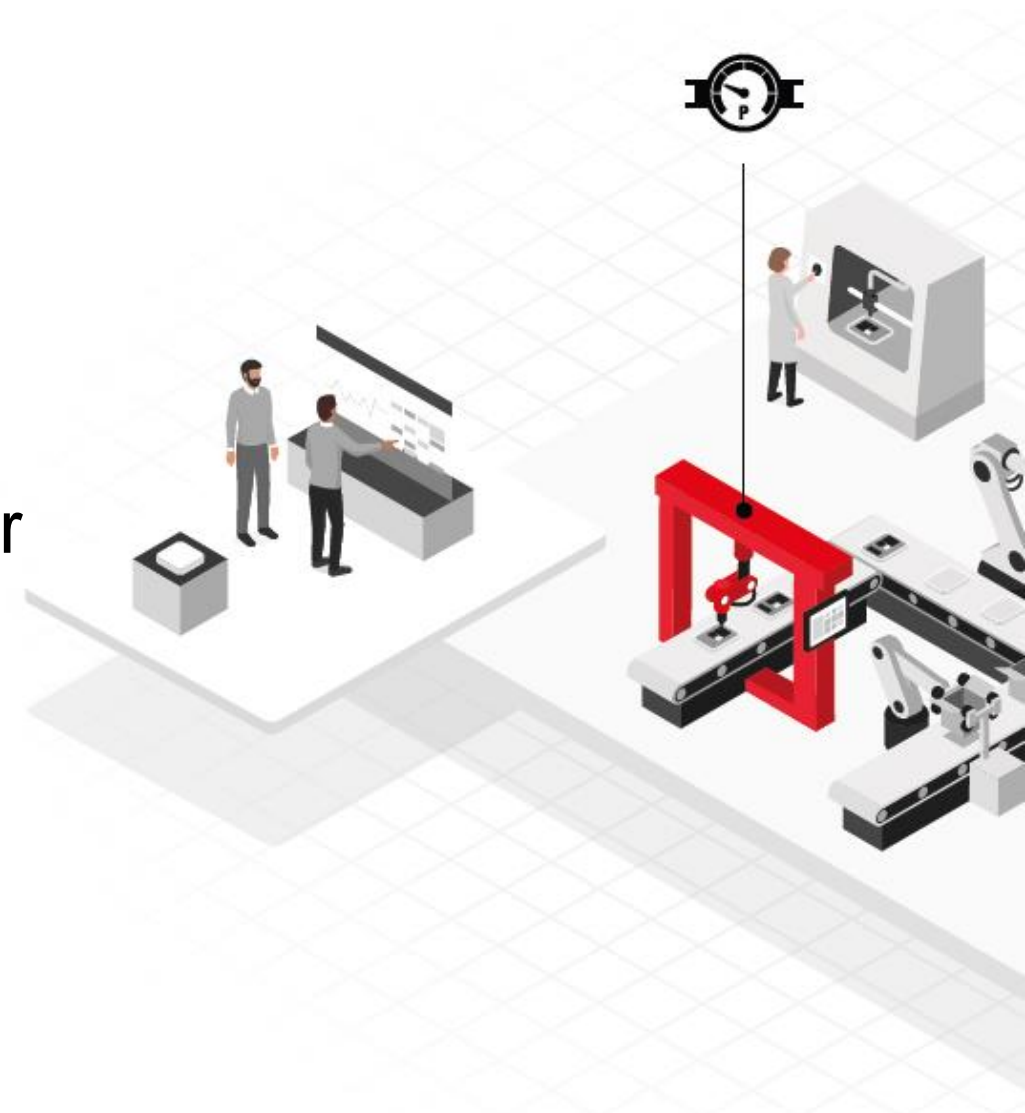
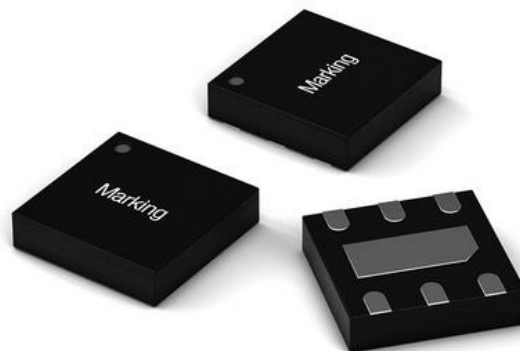
Lorandt Fölkel

07.07.2020

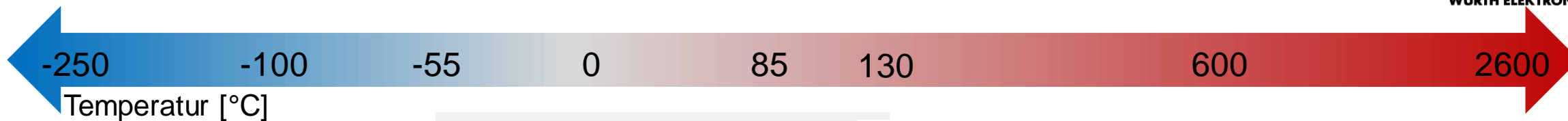


Agenda

- ✓ Temperatursensortypen
- ✓ Industrie 4.0 und Digitalisierung
- ✓ WSEN-TIDS: Digitales Temperatursensor
- ✓ Anwendungen
- ✓ Design-Richtlinien

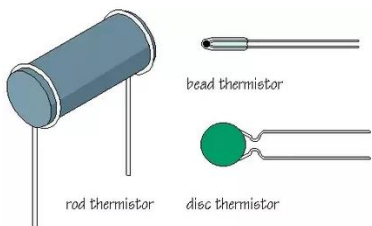


Temperatursensoren: Arten



Si- halbleiterbasiert

Silizium band-gap
Vorwärtsspannung der Diode



NTC/PTC Thermistor

Selbsterhitzung
Hohe Nichtlinearität

Halbleiter basiert ...
Sulfite, Silikate, Co, Ni...

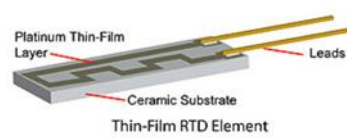
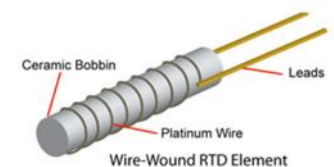
RTD

Sehr hohe Genauigkeit
Linear
Teuer

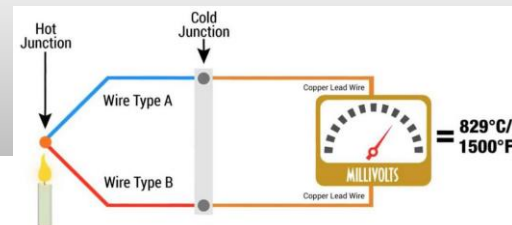
Pt, Ni, Cu basiert...

Thermocouple

Nichtlinear
nicht stabil
beschränkte Genauigkeit

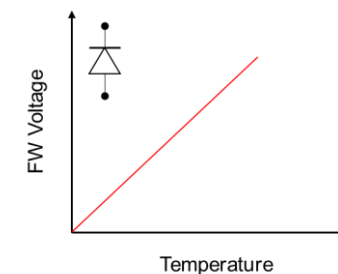
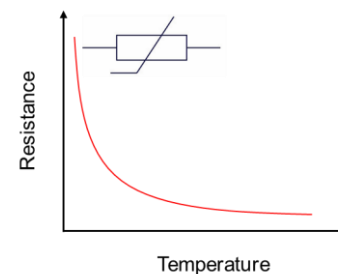
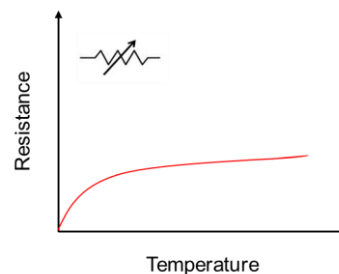
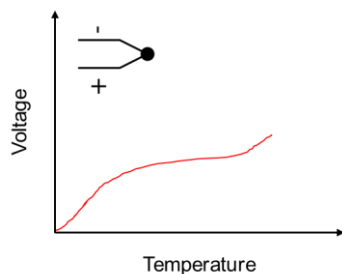


<https://electronics.stackexchange.com/questions/342124/how-do-resistance-temperature-detectors-rtd-work>



Seebeck effect

Vergleich



	Thermocouple	RTD	Thermistor	Halbleiter IC basiert
Messbereich	-250 °C to 2500 °C	-250 °C to 700 °C	-100 °C to 250°C	-55°C to 150°C
Genauigkeit	Mittlere (erfordert CJC)	Höchste	Mittlere	Hoch
Empfindlichkeit	Niedrig-mittlere	Mittlere	Hoch	Hoch
Linearität	Mittlere	Gut	am niedrigsten	Höchste
Schaltung/ Kalibrierung	CJC; Verstärker; Skalierung	Widerstandskorrektur; Skalierung	Skalierung; Mehrpunkt Kalibrierung	Voll Kalibriert
Größe	Groß	Mittel	Klein	kleinste

CJC= Cold Junction Compensation → Reference Calibration

Industrie 4.0 und Industrielle IOT

☑ Beispiele:

- Intelligente Kleidung
- Kühlkettenüberwachung
- Haushaltsgeräte
- Saat / Tierüberwachung



TEMPERATUR
 ...eine der meist gemessene Umgebungseinheit



Digital

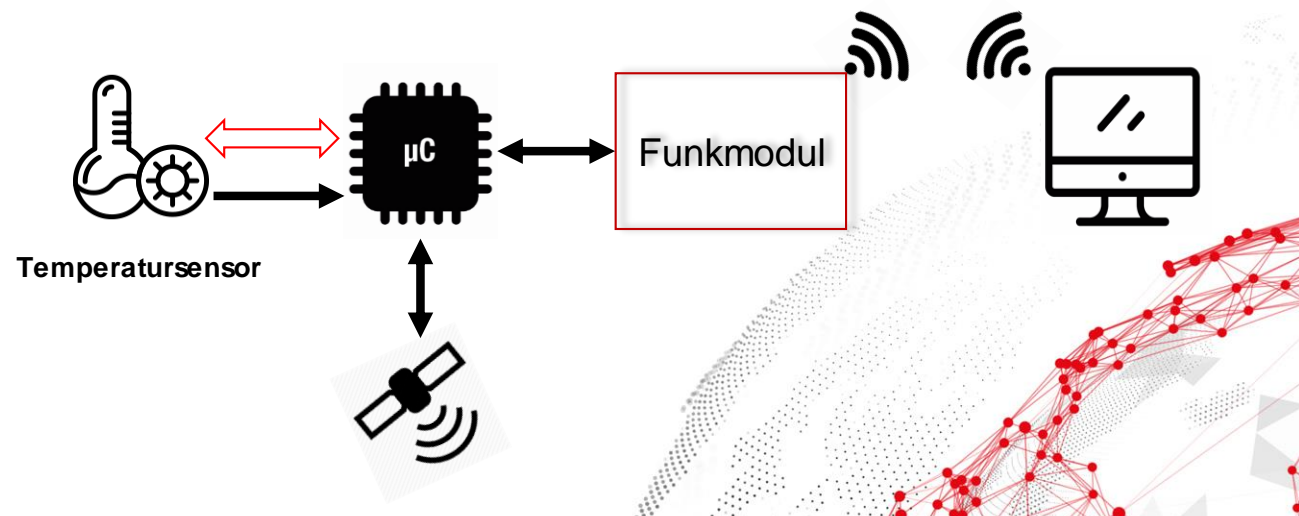
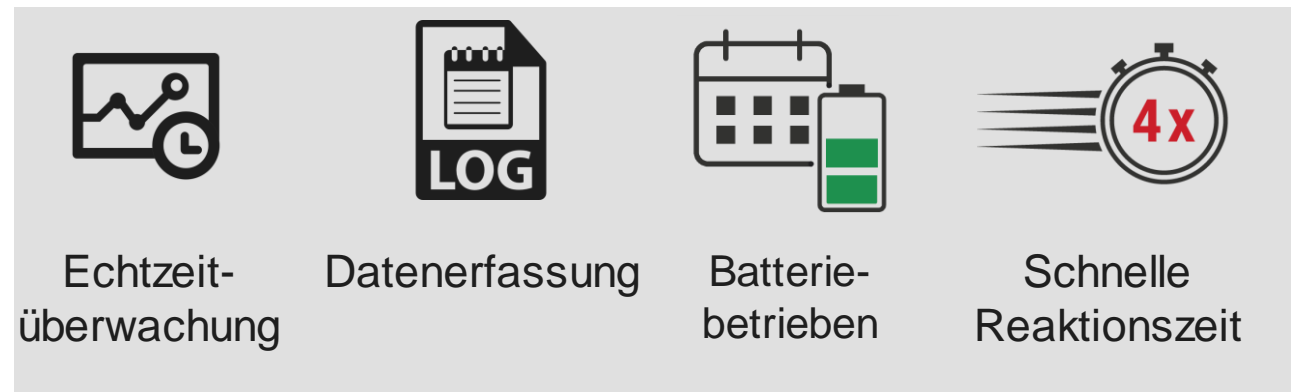
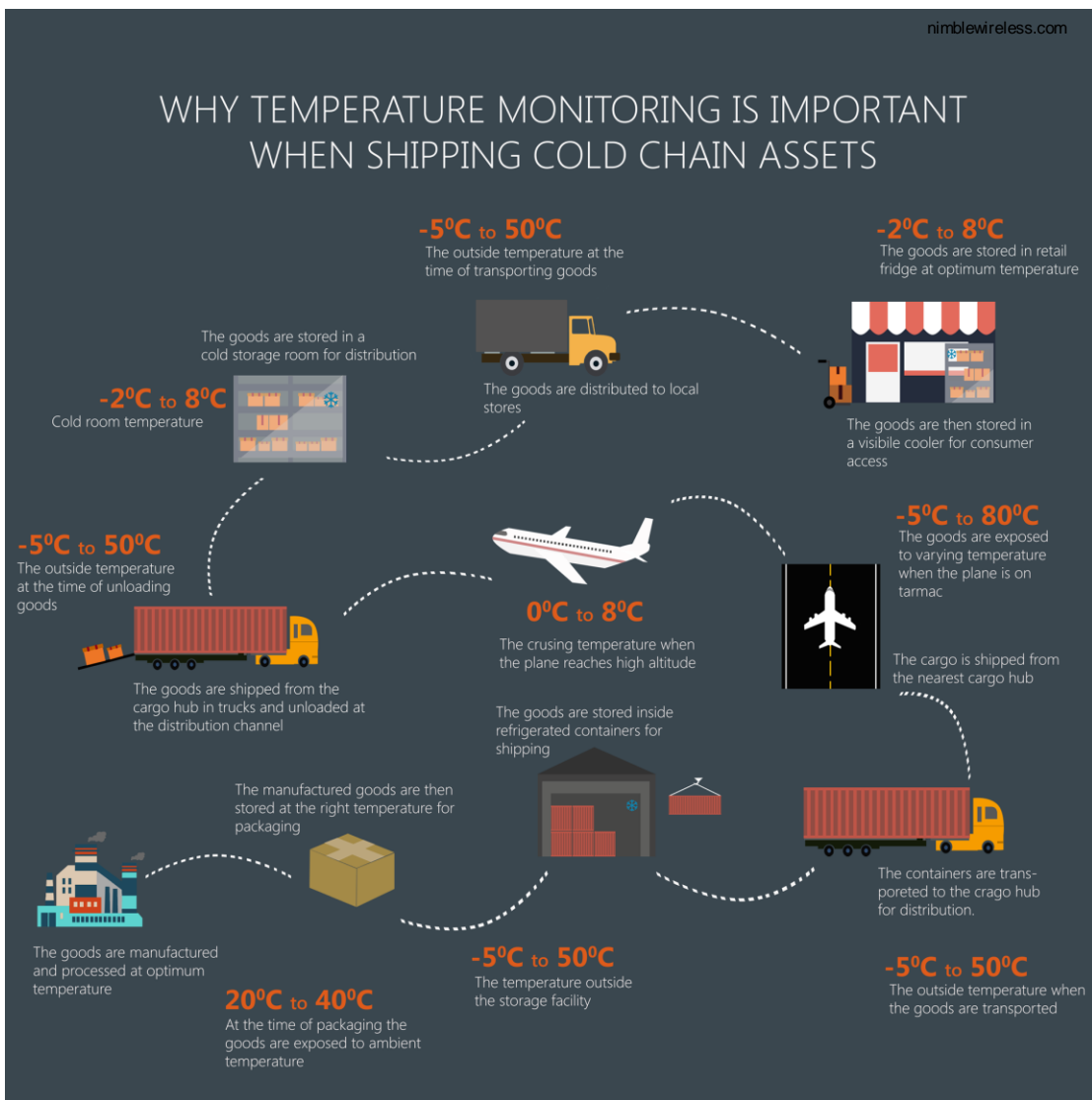
Flexibel

Batteriebetrieben

Kompakt

Wireless connectivity und Digitalisierung

Kühlkettenüberwachung



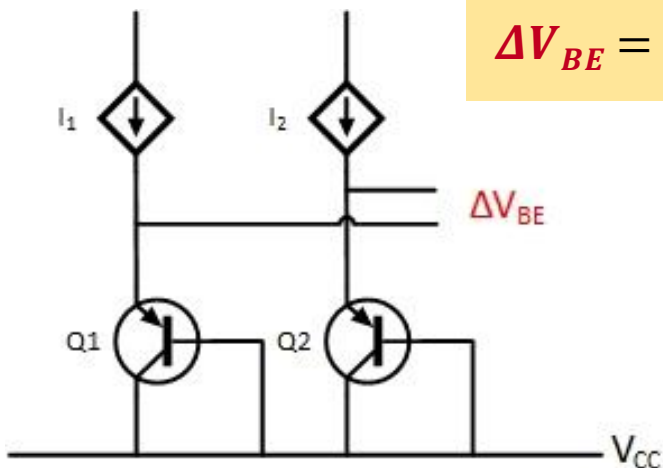
... Temperatur messen und übertragen / Daten Erfassung in Digital Form

Si-basierter Temperatursensor - Prinzip

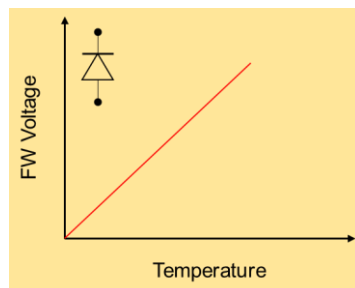
- Die Vorwärtsspannung einer Si-Diode ist temperaturabhängig → Base-Emitter eines Bipolartransistor

$$V_{BE} = V_{G0} \left(1 - \frac{T}{T_0}\right) + V_{BE0} \left(\frac{T}{T_0}\right) + \left(\frac{nKT}{q}\right) \ln\left(\frac{T_0}{T}\right) + \left(\frac{KT}{q}\right) \ln\frac{I_C}{I_{C0}}$$

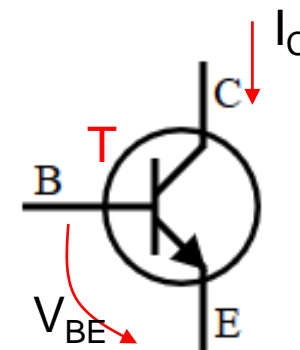
- zwei Bipolartransistoren



$$\Delta V_{BE} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_{c1}}{I_{c2}}\right)$$



V_{G0} = Bandgap voltage @ absolute zero
 V_{BE0} = Bandgap voltage at Temperature T_0 & current I_{C0}
 K = Boltzmann's constant
 q = electron charge
 n = device dependent constant
 T = temperature (K)
 T_0 = Reference Temperature (K)



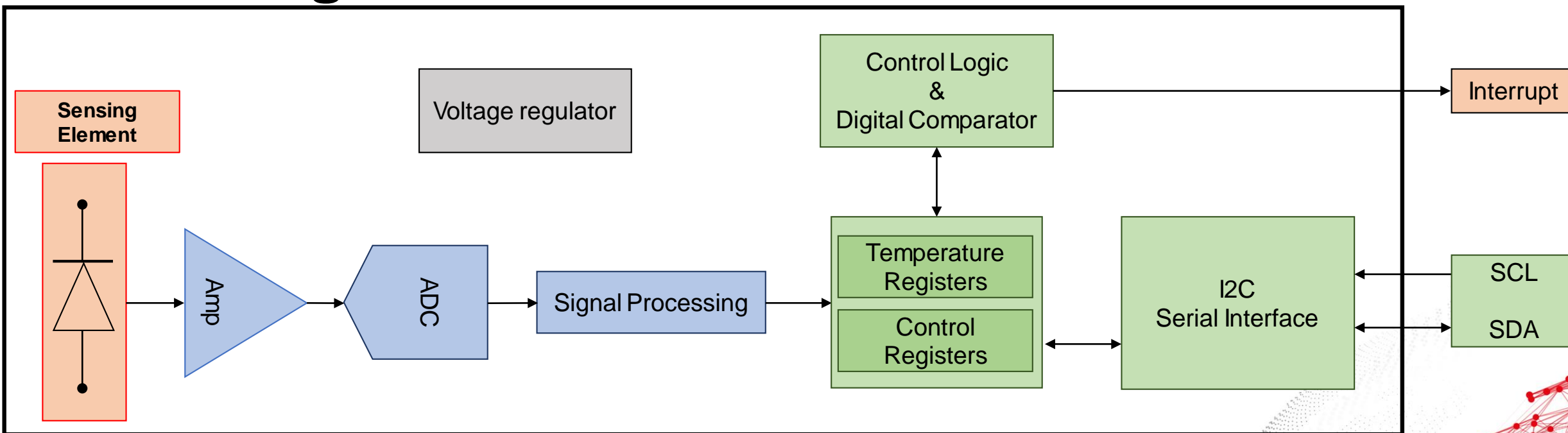
BJT = Bipolar Junction Transistor

- Spannungsdifferenz proportional zur Temperatur

- In den nächsten Schritten... Verstärkung, ADC, Kalibrierung...

Digitaler Temperatursensor: WSEN-TIDS

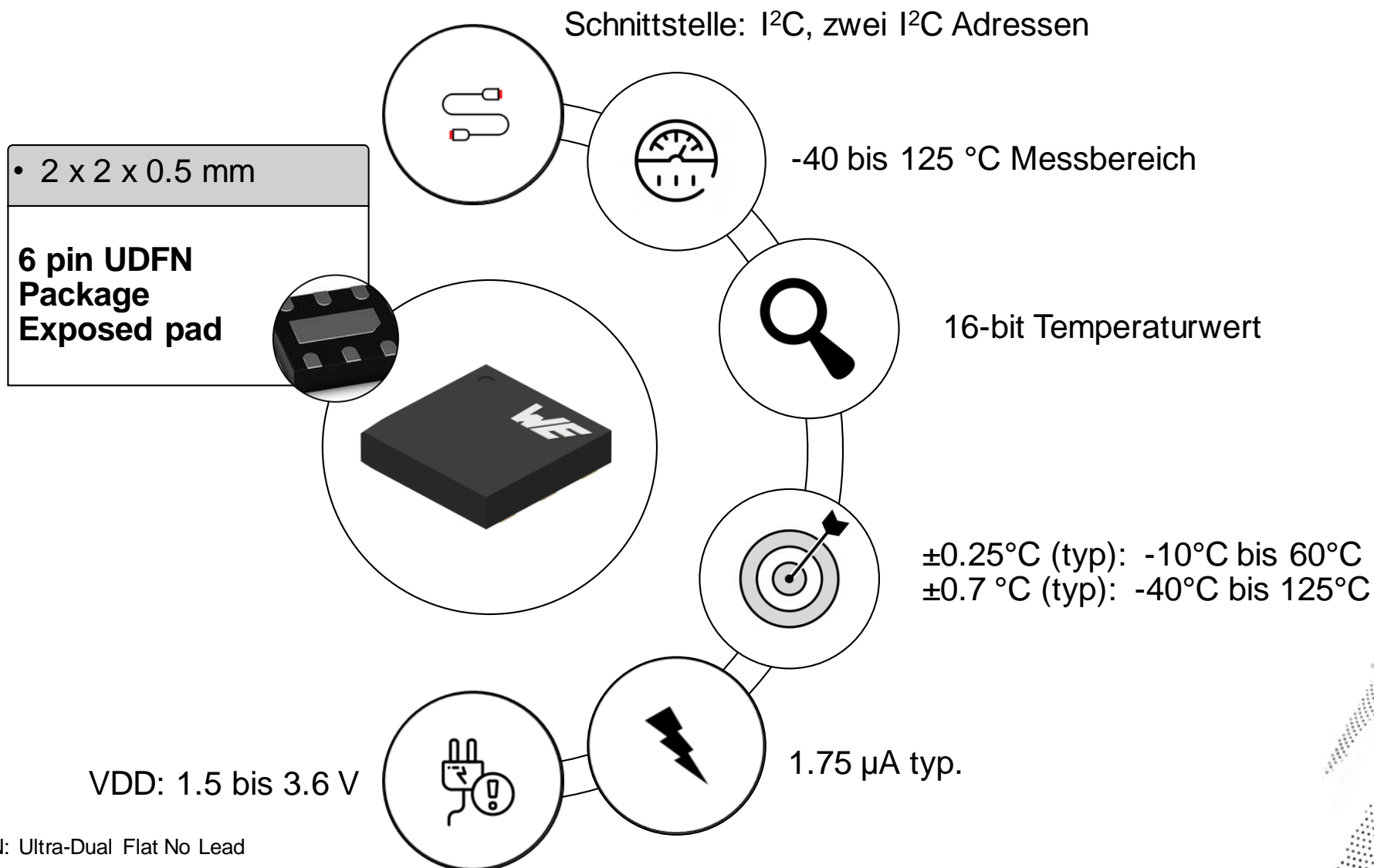
Blockdiagramm



- ✓ Si basiert Diode (BJT) + Digitale Logik
- ✓ Voll kalibrierter digitaler Ausgang
 - Keine anwendungsspezifische Kalibrierung erforderlich
 - Keine zusätzlichen Schaltungen

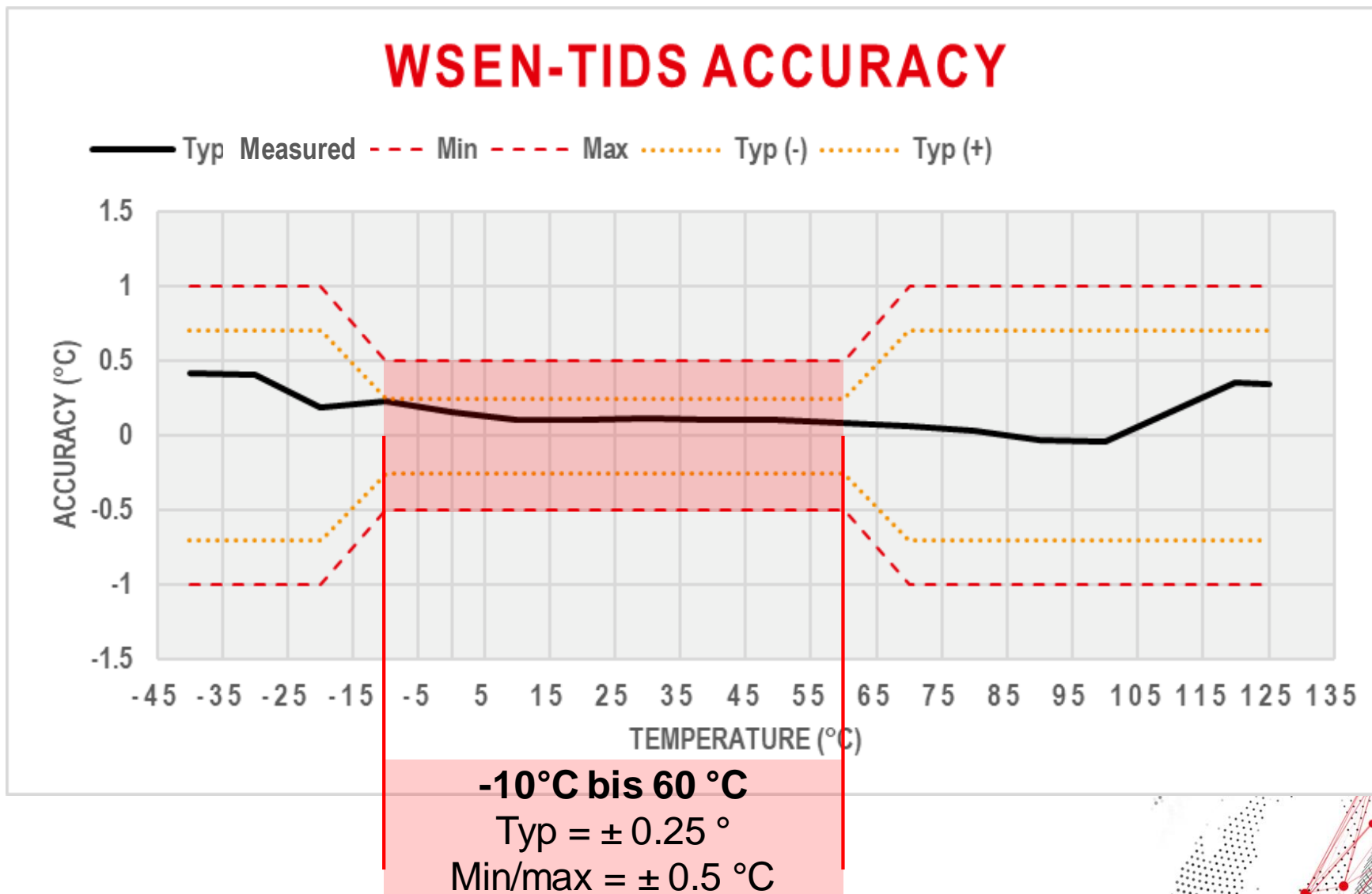
Single IC

WSEN-TIDS: Charakteristische Parameter



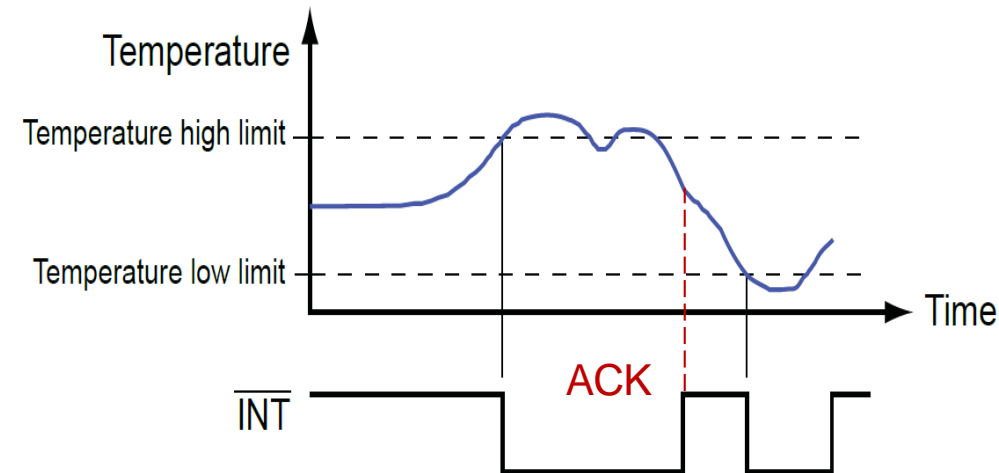
UDFN: Ultra-Dual Flat No Lead

Genauigkeit

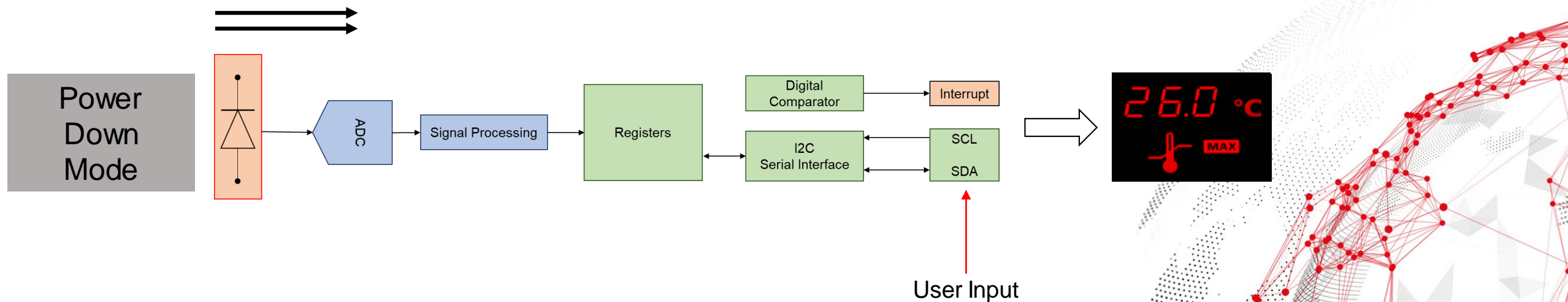


WSEN-TIDS: Funktionen und Einstellungen

- ✓ **Single-conversion Mode**
- ✓ **Continuous Mode**
 - Datenrate : 25 Hz to 200 Hz
- ✓ **Benutzerdefinierte Temperaturschwelle**
 - Interrupt-Ereignisses



Continuous Mode Single-conversion



Anwendung: CJC in Thermocouple

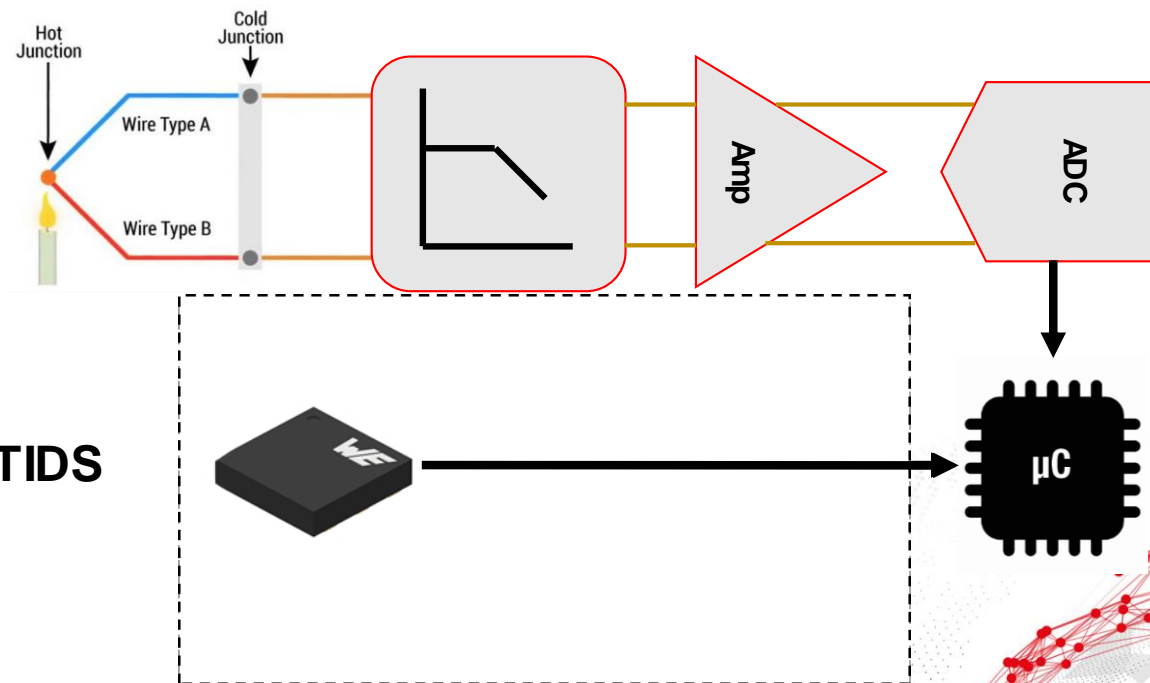
*CJC = Cold Junction Compensation

✓ Pt-basierte RTDs werden häufig für CJC verwendet

- Genauigkeit der Peripheriegeräte
- Rauschen
- Selbsterhitzung
- Design...

✓ Alternative: Digitaler Temperatursensor WSEN-TIDS

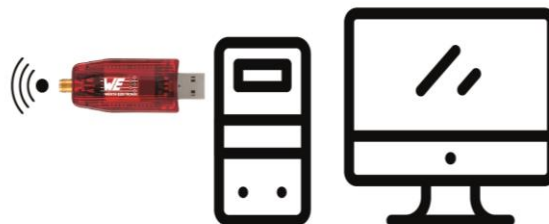
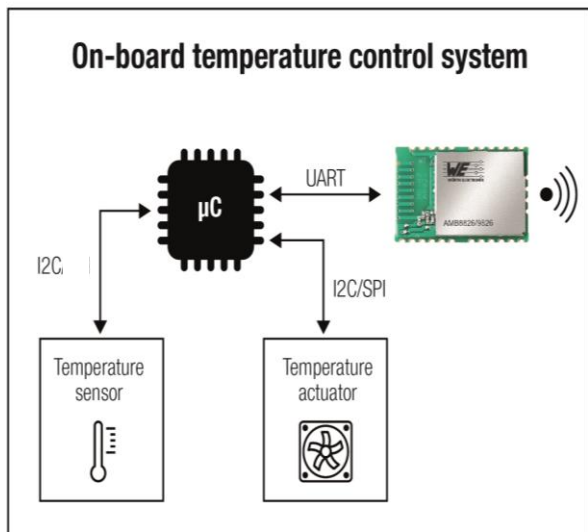
- Eliminiert den Bedarf an zusätzlichen Komponenten
- Einfaches Layout



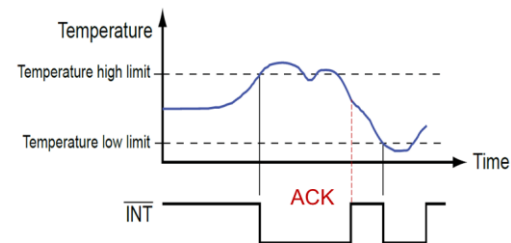
Systemgenauigkeit ↔ IC Genauigkeit

System-Kalibrierung ↔ voll kalibrierte IC

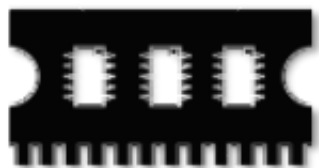
Temperaturüberwachung und -Kontrolle



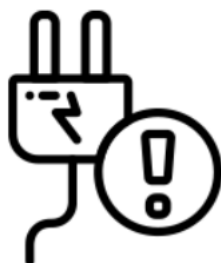
Remote host



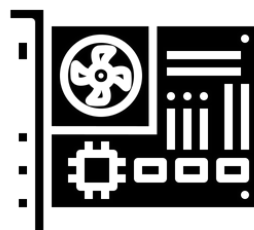
Temperaturüberwachung des Serverraums



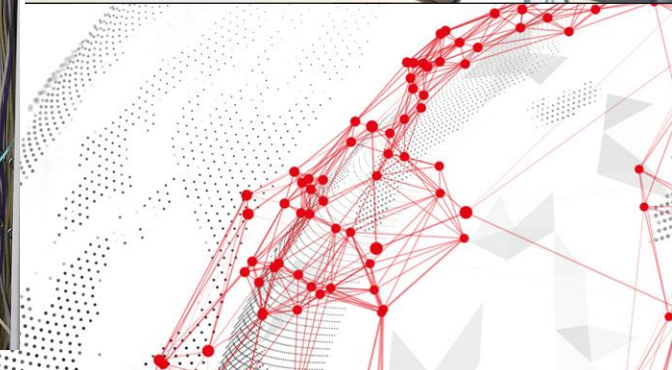
DRAMs



Stromversorgung



Computer Main-board



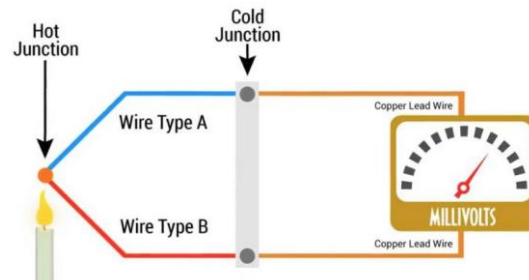
Andere Anwendungen



Temperaturkompensation



Gas Sensor



Thermocouple

Thermostat

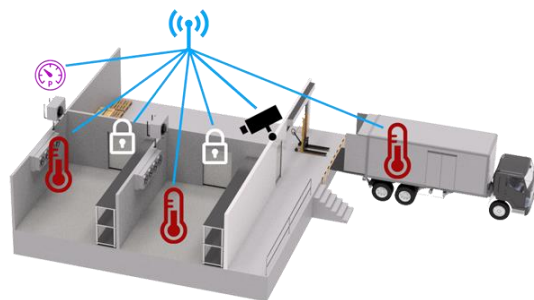


HVAC

Asset Tracking / Wartung



Servers



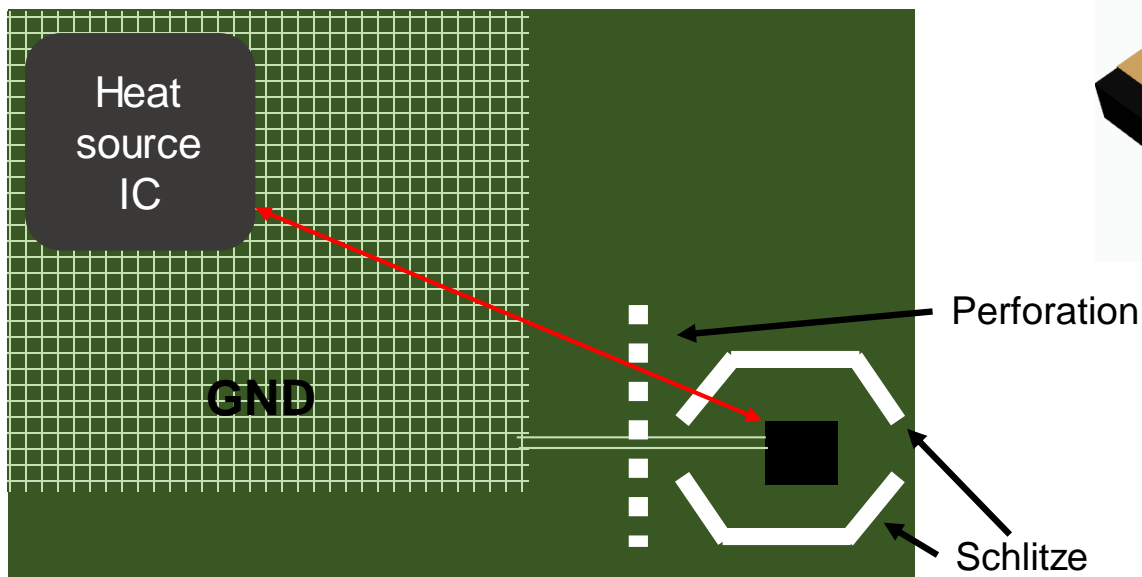
Asset Tracking

Weiße Ware

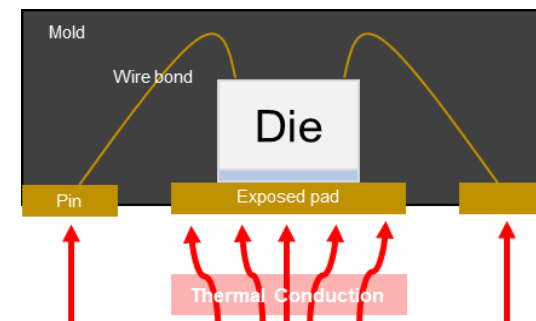
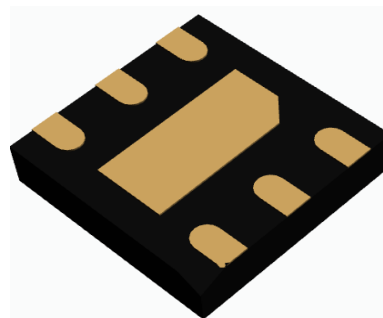


Design Empfehlung

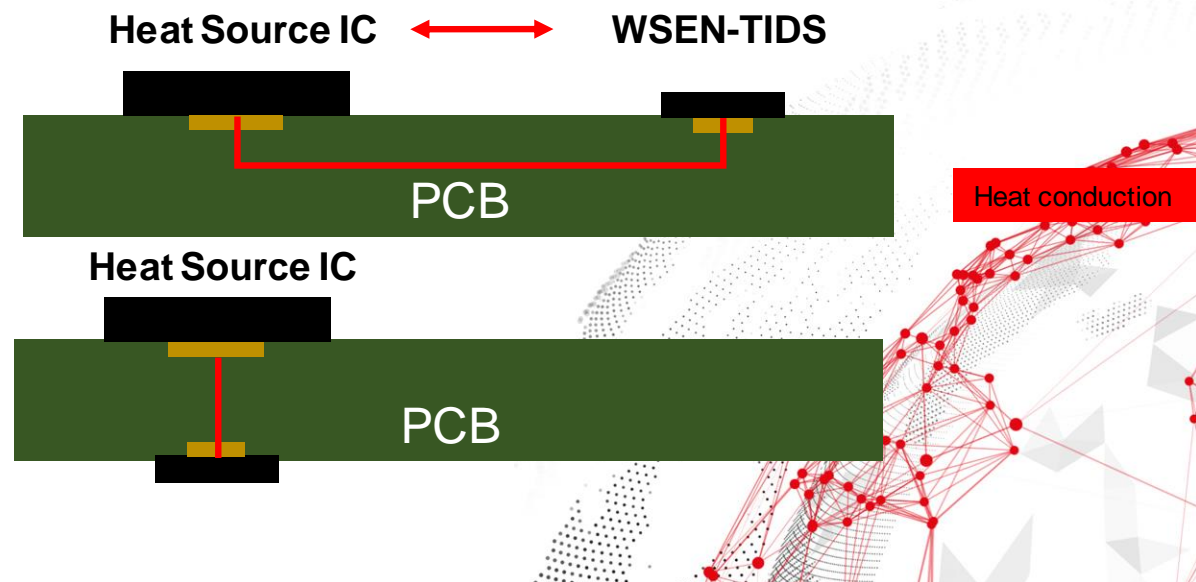
Umgebungstemperatur



Leadless SMD package with exposed pad

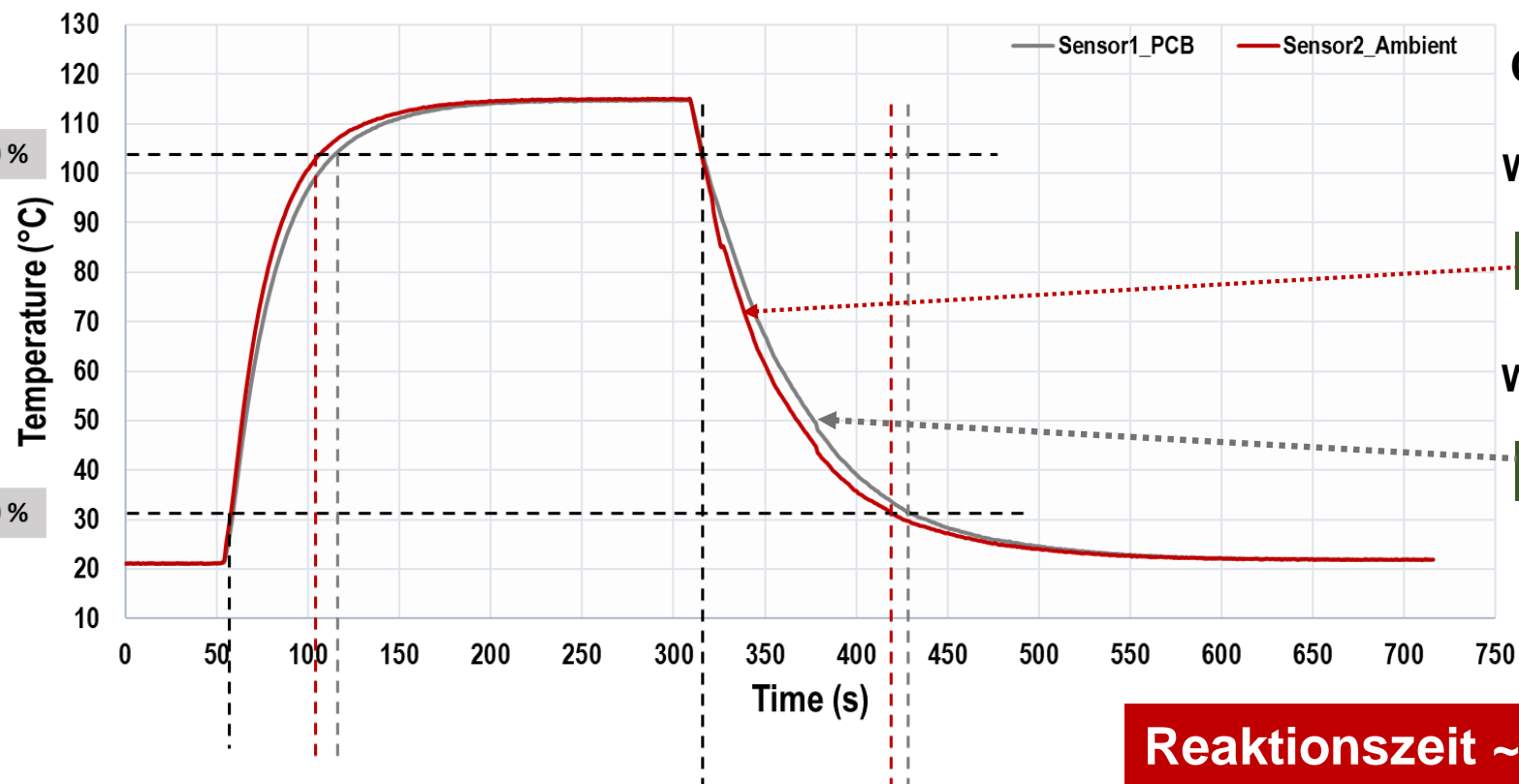


Komponententemperatur



Design Empfehlung

Temperature Rise & Fall Time



Querschnitt der montierten Sensoren

WSEN-TIDS

Pad open to Air



WSEN-TIDS

Pad to PCB Ground



Reaktionszeit ~7 Sekunden schneller

- ☑ Sensor1_PCB = Thermal-Pad mit PCB-Ground verbunden
- ☑ Sensor2_Ambient = **Luft durch PCB-Loch**

Zusammenfassung

Verbesserte Effizienz

- Voll Kalibriert

Einfache Integration

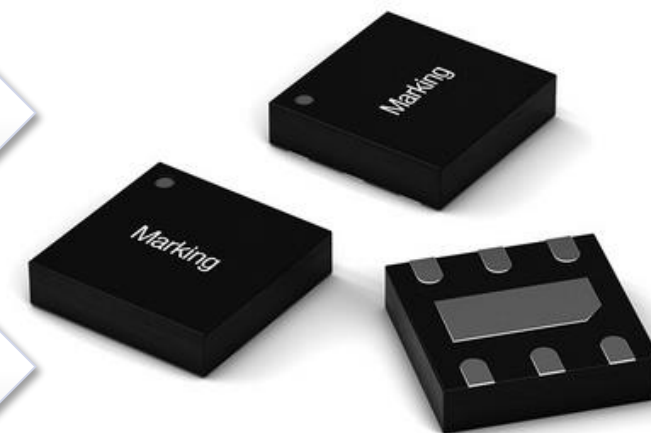
- Keine zusätzliche Schaltung
- 6 Pin SMD

Sehr Robust

- -40°C bis 125°
- qualifiziert mit verschiedenen Tests

Industrie 4.0 kompatibel

- Batteriebetriebene Geräte
- Niedriger Stromverbrauch



WE Support

- ✓ Langzeitverfügbarkeit
- ✓ Verfügbar ab Lager
- ✓ Design-In-Support
- ✓ FAE und Support Hotline



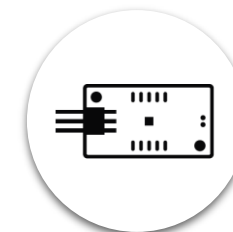
**Benutzer-
handbücher
und AppNotes**



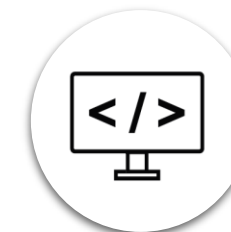
**Cut Tape: keine
MOQ**



**CAD/EDA
Bibliotheken**



**Evaluation
Board**



**Software
development
kit**

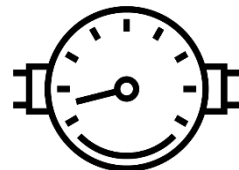
more than you expect

Sensor Portfolio



Absolutdrucksensor

- 26 kPa bis 126 kPa
- Integrierter Temperatursensor
- I²C Schnittstelle
- Niedriger Stromverbrauch



Differenzdruck-Sensor

- Multiple Kennlinien
- 1mbar... 10bar
- Analog & I²C Schnittstelle



3-Achsen- Beschleunigungssensor

- Messbereiche ± 2 g, ± 4 g, ± 8 g, ± 16 g
- I²C Schnittstelle
- Niedriger Stromverbrauch
- Anwendungsspezifische Funktionalität: Freifall-, Aufwach-, Tipp-, Aktivitäts-, Bewegungs- und Orientierungserkennung

Fragen



& Antworten

**Wir sind jetzt für Sie da. Fragen Sie uns direkt im Chat
oder schreiben Sie uns eine E-Mail.**

eiSos-webinar@we-online.com

Lorandt.Foelkel@we-online.de