

Temperaturmessung

Projektlabor 2015

Einleitung

- Durch Verlustleistungen(z.B. durch Widerstände) im Gerät entsteht Wärme
 - Zur Temperaturüberwachung dient ein Thermometer
 - Thermometer bedienen sich physikalischer Effekte
 - Temperatur hat Einfluss auf: Ausdehnung von Stoffen, elektrischer Widerstand, elektromagnetische Strahlung...
-
- Aufgabe: Schutz vor dem Überhitzen, durch Trennen der Stromzufuhr

Gliederung

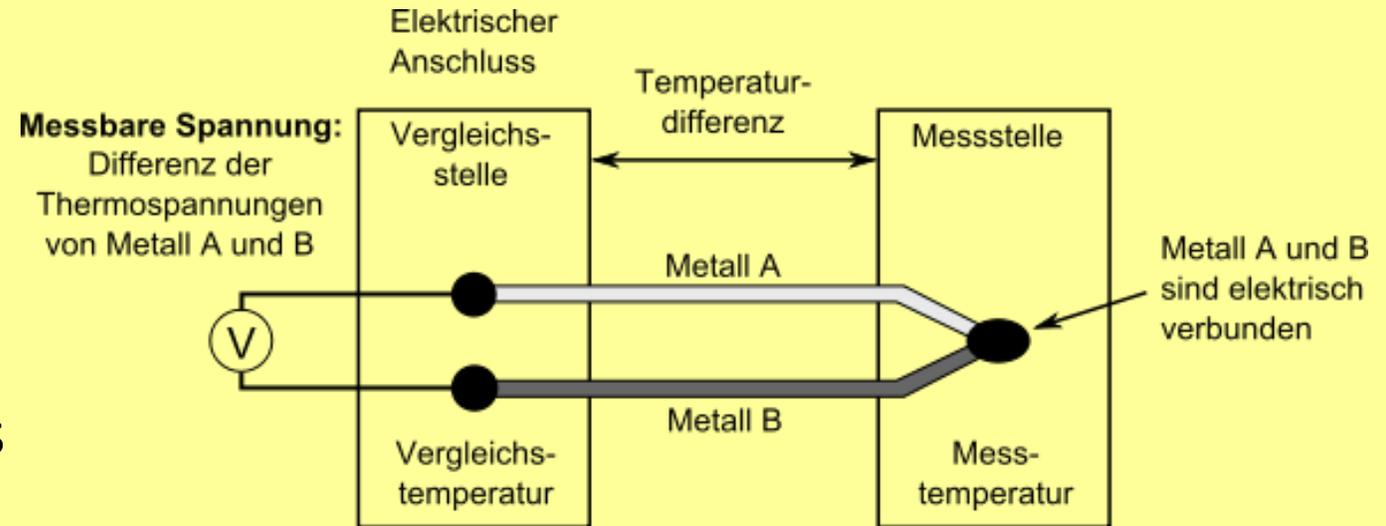
- 1. Einleitung
- 2. Thermometerarten
- 3. Thermoelemente
- 4. Widerstandsthermometer
- 5. Beispiel: Platinsensor
- 6. allgemeine Schaltungstechniken
- 7. Konstante Stromquelle
- 8. Dimensionierung der Signalverstärkung
- 9. Schaltungssimulation

Thermometerarten

- Berührungsthermometer: Das Thermometer muss möglichst direkt mit dem Messobjekt in Kontakt stehen
 - Aufteilung in mechanische und elektrische Thermometer
- Elektrische Thermometer werden nochmal in Widerstandsthermometer und Thermoelemente unterschieden
- Berührungslose Thermometer: Messen der elektromagnetischen Eigenstrahlung (proportional zur Temperatur)

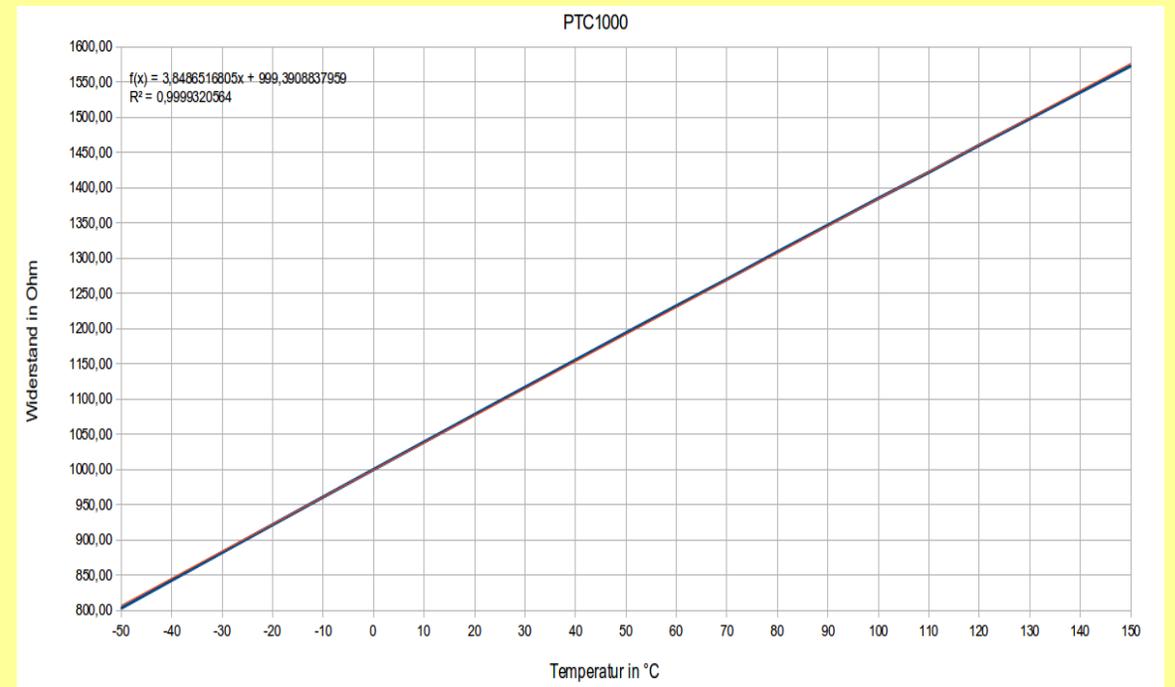
Thermoelemente

- Wandeln thermische Energie in elektrische um (Seebeck-Effekt)
- Temperatur erzeugt Potentialdifferenz zwischen 2 Leitern aus verschiedenen Metallen
- Spannung verläuft annähernd proportional zur Temperatur
- Können nur Temperaturdifferenzen messen
- Kaltstellenkompensation um absolute Werte zu messen



Widerstandsthermometer

- Temperaturabhängiger Widerstand
- Momentaner Widerstand: $R(T) = R' + R' \alpha' (T - T')$,
 α' : Temperaturkoeffizient
- Weisen hohe Linearität auf
- Bei Metallen: Temp. steigt,
dann steigt auch der Widerstand
- Bei Halbleitern: Temp. steigt,
dann sinkt der Widerstand



Platinsensor

- Messbereich: -200°C bis +800°C (Abweichung <1°C)
- Bei zu hoher Stromstärke, Fehler durch Eigenerwärmung
- Ausführung als gewickelter Drahtwiderstand oder Dünnschichtwiderstand
- Temperaturkoeffizient für Pt-1000: α_0

$$\alpha_0 = \frac{\Delta R/R_0}{\Delta t} = \frac{R_{100} - R_0}{R_0 \cdot 100 \text{ °C}} = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ °C}^{-1}$$

Sensor	Widerstandsänderung
Pt-100	0,385 Ohm/K
Pt-1000	3,85 Ohm/K

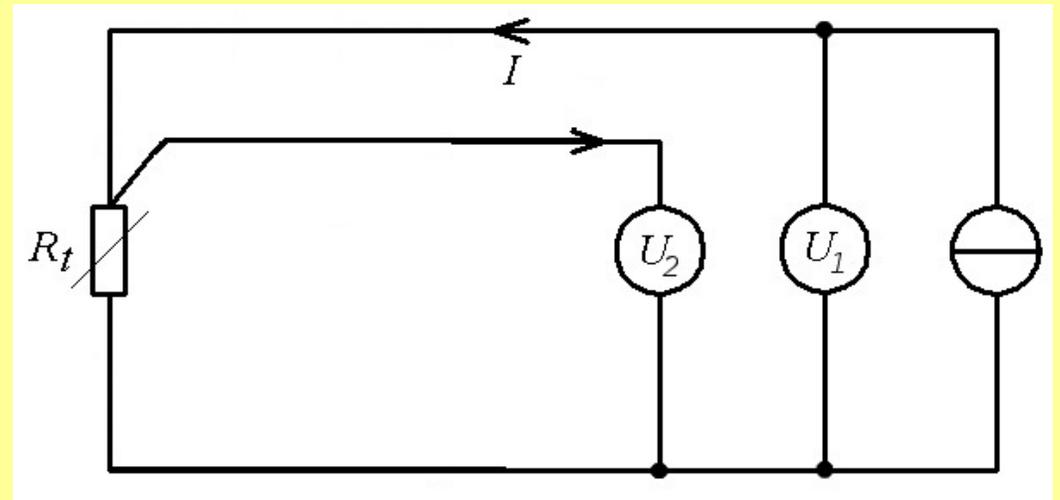
Schaltungstechniken

2 Leiterschaltung

- Ein Leiter führt zum Widerstand hin, einer zurück
- Durch Leitungswiderstände entsteht ein Fehler
- Unter Umständen ist ein Vorwiderstand nötig (Leistungsabgleich)

3 Leiterschaltung

- 2 Messkreise erzeugen geringeren Fehler
- Kein Leistungsabgleich nötig



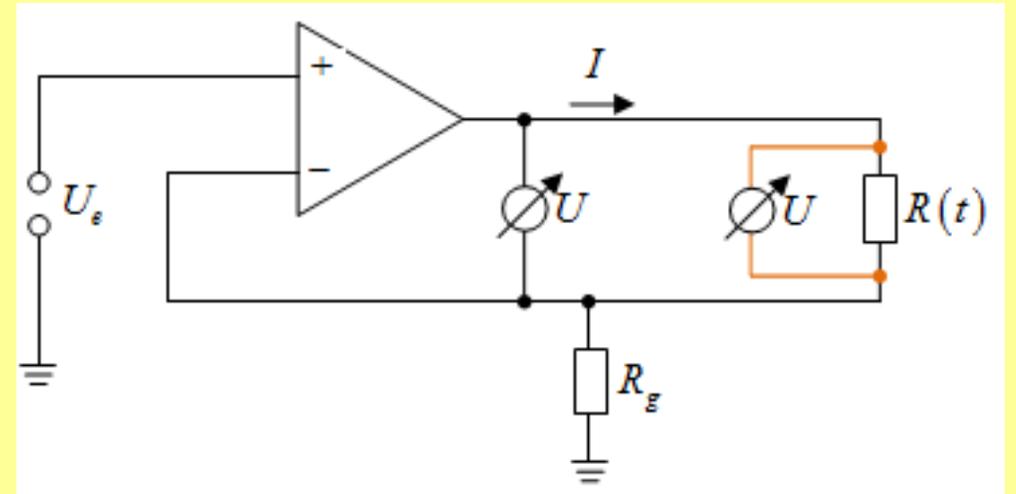
Schaltungstechniken

- Problem: ideale Stromquelle
- Lösung: Realisierung einer konstanten Stromquelle durch einen OPV

- OPV als invertierter Verstärker
- Stromstärke ist unabhängig vom Verbraucher

- Stromstärke $I = \frac{U_e}{R_g}$

- Zwischen den Eingängen darf keine Spannung anliegen

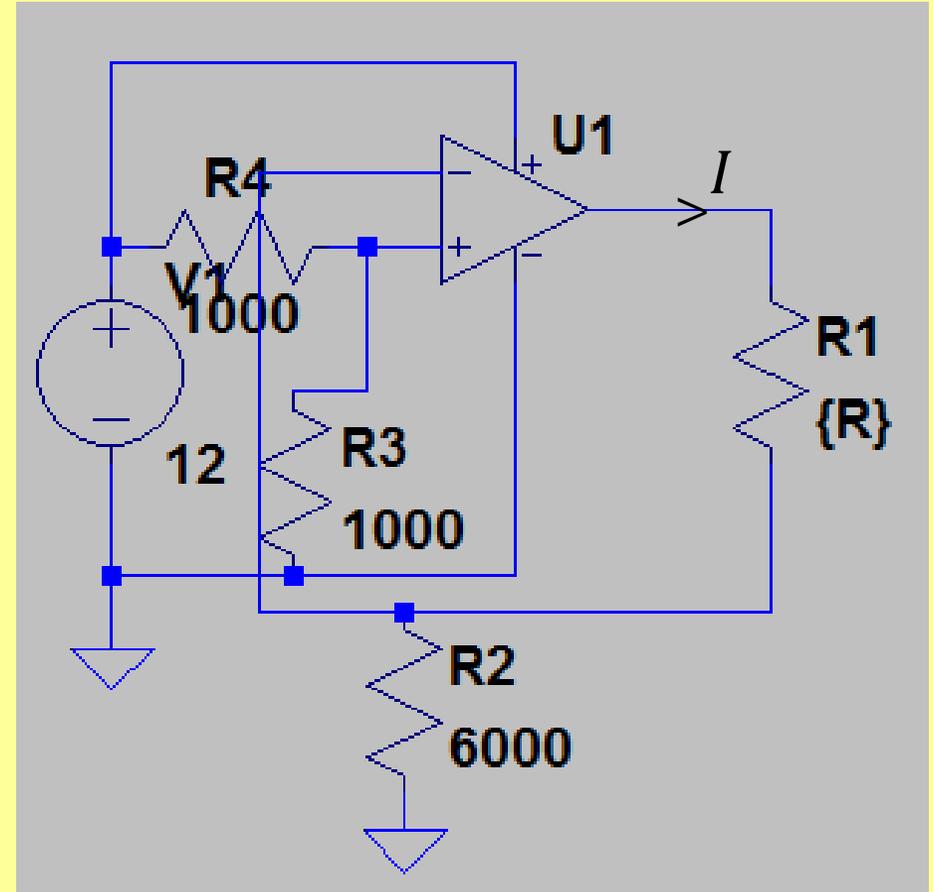


Konstante Stromquelle

- Spannungsteiler am nicht-invertierten Eingang

- $$I = \frac{1000}{1000+1000} \cdot U_e = 1\text{mA}$$

- Widerstandsthermometer wird durch verstellbaren Widerstand realisiert

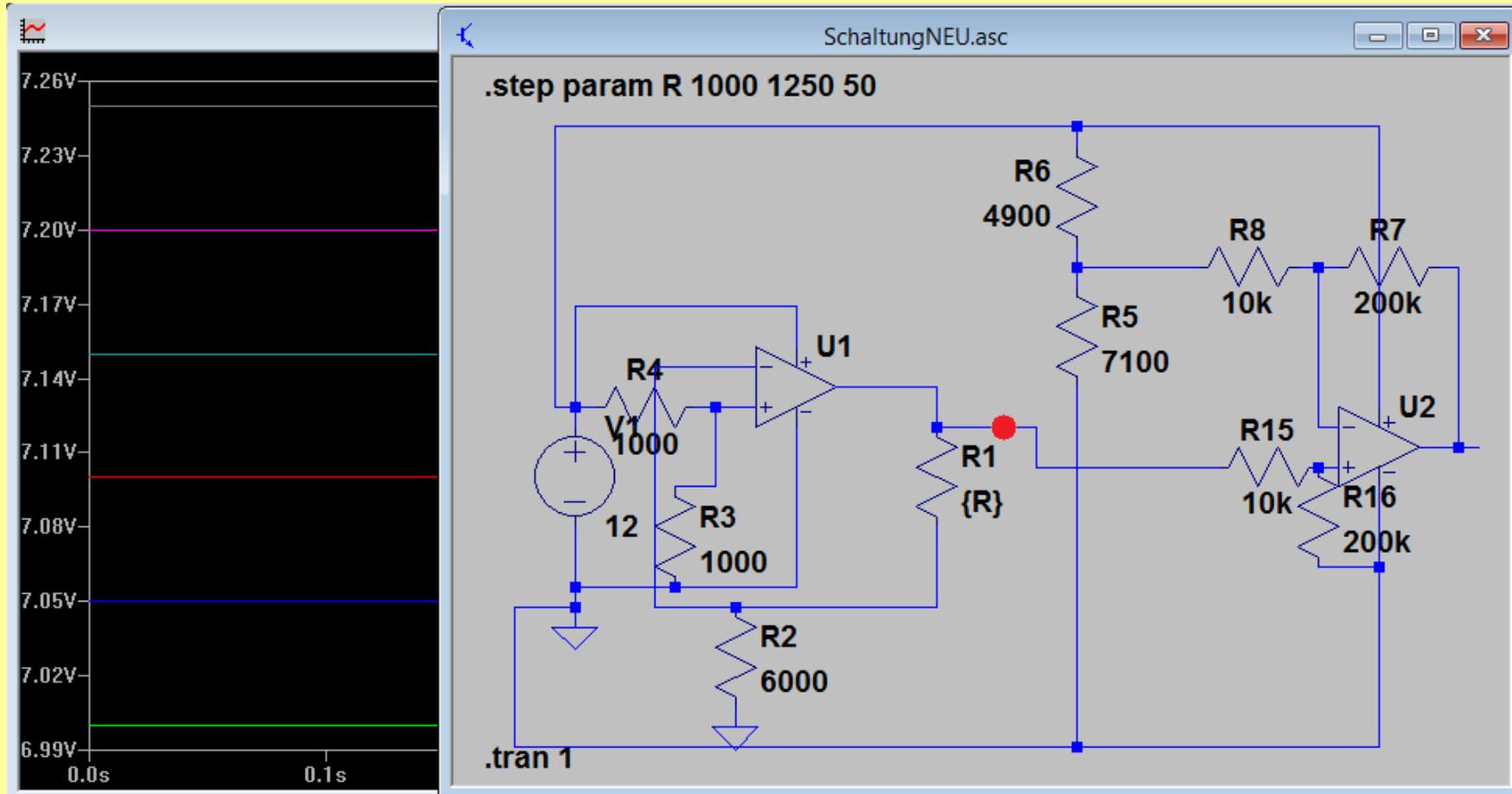


Dimensionierung der Signalverstärkung

- $U_R(T) = (R(T) \cdot I)$
- Für $R(T) \in [1000, 1250] \text{ Ohm}$, gilt $U_R(T) \in [1; 1,25] \text{ V}$
- Durch OPV kommt ein Offset von +6V dazu: $U_R(T) \in [7; 7,25] \text{ V}$
- Offset abziehen und verstärken
- Ausgangssignal $U_a(T) = (U_R(T) - 7)$
- Verstärkung um Faktor 20: $U_a(T) \in [0; 5] \text{ V}$

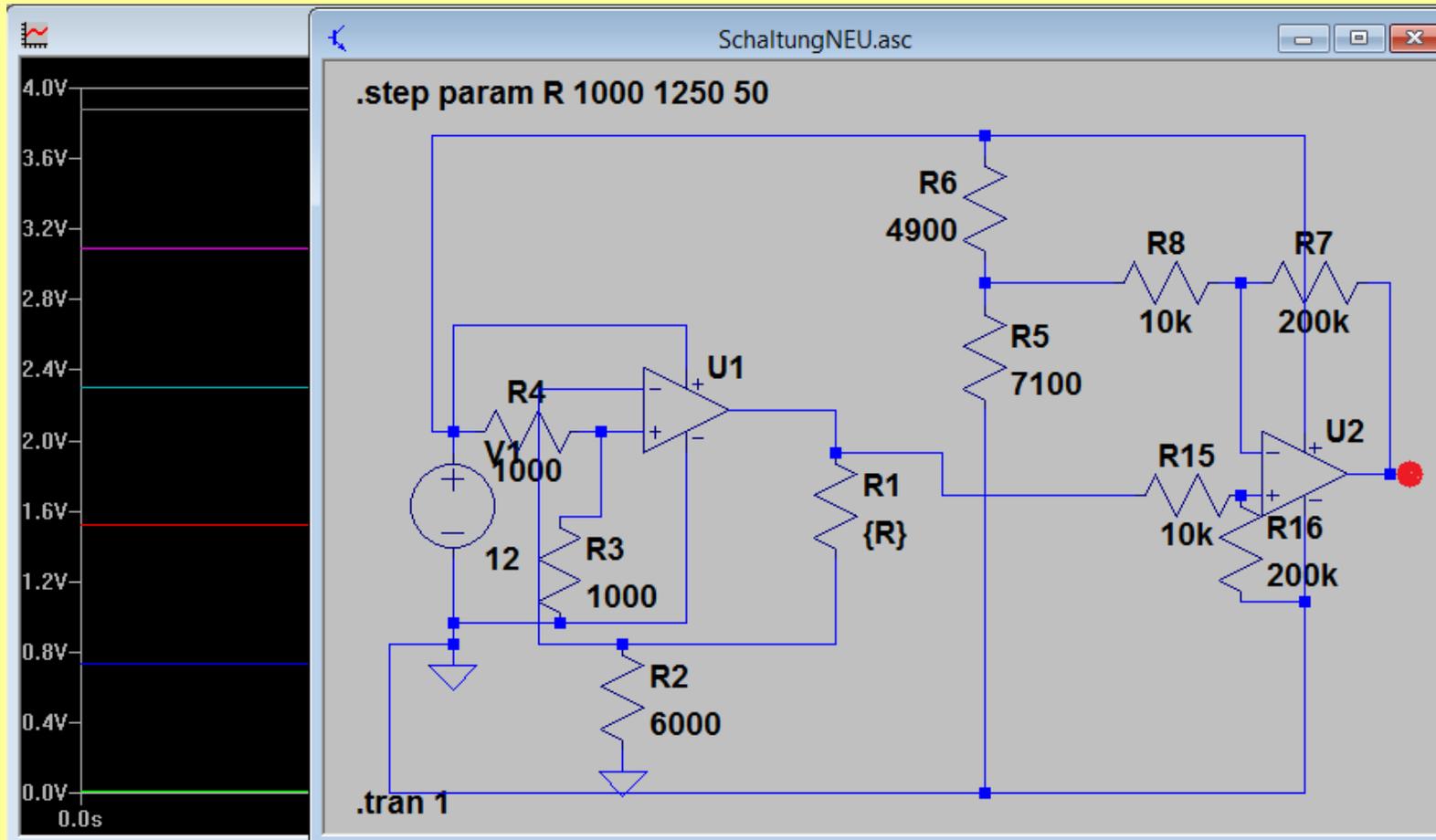
Schaltungssimulation

- Messung der Spannung vor dem Thermometer



Schaltungssimulation

- Messung der Ausgangsspannung



- Abweichung vom Rechenergebnis
- Realer Spannungsbereich: 0-4V
- Fehlerquellen:
 - Konstanter 1mA Strom und -7V Offset verändern sich leicht

Quellen

- Sehr Hilfreich: Mikrocontroller.net
- Simulationsprogramm: LTspice 4
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Konstantstromquelle>
- http://elektroniktutor.oszkim.de/analogverstaerker/ui_konv.html
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Thermometer#Ber.C3.BChrungsthermometer>
- www.uni-magdeburg.de/isut/LSS/Lehre/prak1.pdf
- <http://me-lrt.de/widerstandsthermometer>
- <http://www.mikrocontroller.net/articles/Konstantstromquelle>
- http://www.mikrocontroller.net/attachment/231265/PT_1000_Kennlinie.png

Alle Quellen aus dem Zeitraum 1.5.-20.5.2015