**Temperaturmessung**

**LA1 - IV. Jahrgang**

Letzte Überarbeitung: September 2017

Autor: DI Gerald Schnur

Datei: Temperatur\_2017.doc

# WARM Lernziele

Nach dieser Laborübung soll der Teilnehmer

1. theoretische Hintergründe zu wichtigsten Prinzipien der Temperaturmessung (Widerstandsmeßprinzip, Thermoelementprinzip, Thermistoren ...) verstehen,
2. industriell gängige Aufnehmertypen kennen,
3. die Hardwarekomponenten der Meßeinrichtung zur Temperaturmessung kennen und die gesamte Meßkette selbständig aufbauen können,
4. ein geeignetes Meßprogramm entsprechend der Aufgabenstellung erstellen und testen können,
5. die Inbetriebnahme selbständig durchführen können,
6. eventuell auftretende oder gesetzte Fehler systematisch aufspüren können,
7. eine komplette Messung durchführen können.
8. gemessene Daten in Dateien speichern und zur Weiterverarbeitung mittels EXCEL aufbereiten können.

# Verwendete Geräte

1. Rechner (Notebook bzw PC’s)
2. Multifunction I/O Modul NI MyDAQ von National Instruments
3. Verstärkerrack mit Messmodulen der Serie 5B von Dataforth (SCM5B34-05 für Pt-100 und SCM5B47K-04 für Thermoelement Type K auf Backpanel des Typs SCMP05).
4. Widerstandsthermometer Pt-100 und Thermoelement Type K als Sensoren
5. diverse Hilfsmittel (Gefäße, Verbindungsleitungen, periphere Geräte)
6. Verwendete Software: Betriebssystem

Messdatenerfassungsprogramm (LabView)

Treibersoftware (MAX von National Instruments)

Datenauswertung (EXCEL)

# Theoretische Grundlagen

## MESSAUFBAU

Der hardwaremäßige Meßaufbau der Laborübung entspricht wieder einer typischen Meßkette bestehend aus den Hauptkomponenten

• Sensor

• Verstärker

• A/D - Wandler

• Rechner

Folgende konkrete Komponenten kommen zum Einsatz:

Sensoren: Widerstandsthermometer Pt-100 ( Ausführung als Einschraubfühler),

Meßbereich -100 [°C] < T < 200 [°C]

Thermoelement Nickelchrom – Nickel (Type K)

Theoretischer Meßbereich 0 [°C] < T < 1000 [°C]

Verstärker: SCM5B34-05 für **Pt-100**, -100°C bis +200 °C entspricht 0 bis +5V

Ausgangspannung. Brückenverstärker für 3-Leiteranschluss.

SCM5B47K-04 für **Thermoelement** Type K, 0°C bis +1000 °C entspricht

0 bis +5V Ausgangspannung.

A/D - Wandler: Multifunction I/O Modul MyDAQ von National Instruments,

16 Bit Auflösung, maximale Abtastrate 200 kHz

Details siehe Laborübung beigestellte Datenblätter

Rechner: PC’s

## TEMPERATURMESSUNG - messprinzipien

Zur Messung der thermodynamischen Zustandsgröße Temperatur kommen in der Praxis sehr häufig folgende beide Messprinzipien zum Einsatz:

|  |  |
| --- | --- |
| **Sensortyp:** | **Meßprinzip:** |
| Widerstandsmeßfühler | temperaturabhängiger Widerstand von Metallen  (Funktionsprinzip siehe unten) |
| Thermoelement | unterschiedliche Metalle erzeugen an Verbindungsstelle  temperaturabhängige Thermospannung  (Funktionsprinzip siehe unten) |

**Widerstandsmeßfühler:** Symbol:

****

Code: Pt = Platin als Widerstandsmaterial

100 = 100 Ω Widerstand bei 0 [°C]

Temperaturermittlung: Rϑ = Rϑ0(1+α ΔT)

Rϑ [Ω]= Widerstand bei Meßtemperatur

Rϑ0[Ω]= Widerstand bei T=0[°C]

α[1/K]= Temperaturkoeffizient

ΔT[K]= Temperaturdifferenz zu T=0 [K]

Sonstiges: Grundsätzlich sollte α möglichst groß und über den

gesamten Messbereich konstant sein. Als geeignet haben

sich die Materialien Platin (α=0.00385) und

Nickel (α=0.00618) herausgestellt.

Messungen von T= -200 bis 900 [°C] sind möglich, für

hochfrequente Messungen nicht geeignet

Messschaltung: Brückenschaltung im 3-Leiteranschluss wegen der

Kompensation des Einflusses der Leiterwiderstände

(Erklärung siehe im Unterricht!)

**Thermoelement:** Symbol:

****

Code: Fe-Konst. = Materialpaarung Eisen - Konstantan

(bei Laborübung: Nickelchrom gegen Nickel)

Temperaturermittlung: UTh = k(ϑm-ϑv)

UTh [V]= Thermospannung bei Meßtemperatur

ϑm [K]= Temperatur an Meßstelle

ϑv [K]= Temperatur an Vergleichsstelle

k [V/K]= Materialkonstante

Sonstiges: Als Temperatur der Vergleichsstelle wird die im

Verstärkermodul herangezogen und gleichzeitig

automatisch kompensiert.

Achtung: Die Drähte von Thermoelementen dürfen

nicht einfach verlängert werden (dadurch weitere

Thermopaarungen und Fehlmessungen).

Die entstehenden Thermospannungen liegen im

mV - Bereich.

Messungen von T= -270 bis 1800 [°C] möglich, für

schnellere Messungen geeignet

# Aufgabenstellung

Einem Gefäß mit Wasser (etwa 200 ml )der Temperatur T1 (kalt) wird Wasser (etwa 800 ml) der Temperatur T2 (heiß) beigemischt (Dauer des Vorganges etwa 30 Sekunden). Der Vermischungsvorgang soll zwecks nachfolgender Analyse aufgezeichnet werden. Als Sensoren werden ein Widerstandsthermometer und ein Thermoelement eingesetzt. Im Detail sind dabei folgende Aufgaben gestellt:

1. Erstellung eines Meßprogrammes, das die folgend angeführten Kriterien erfüllt:

→ Bildschirmanzeigen (Graphen) und Speicherung folgender Größen in EXCEL – Datei

Meßzeit U (Pt-100) U (Thermoel.) Temp. Pt-100 Temp. Thermoel.

[s] [V] [V] [°C] [°C]

→ geeignete Wahl von Abtastrate

→ zuerst Messung simulieren, dann Messhardware einbinden und Messung durchführen

1. Durchführung und Kontrolle der Messung, Plausibilitätsprüfung durch Vorausberechnung des Ergebnisses aus Wärmebilanz (mges ·cpw ·Tges = m1ges ·cpw ·T1ges  + m2ges ·cpw ·T2ges  ).
2. Interpretation der Messergebnisse
3. Erstellung eines Meßprotokolles (Richtlinien siehe gesonderte Beilage), dabei wird auf eine gute technische Darstellung der Diagramme Wert gelegt!!!

# Kontrollfragen

**Einstiegsfragen:**  a). Nenne die beiden wichtigen Messprinzipien, die bei dieser Laborübung

zum Einsatz kommen werden

b). Erkläre/ begründe die Dreileiterverdrahtung eines PT-100 ?

**Prüfungsfragen:**

1. Skizzieren Sie den grundsätzlichen Aufbau einer Temperaturmeßkette inklusive Datenfluß.
2. Erklären Sie die Meßprinzipien von Widerstandsthermometer / Thermoelement.
3. Nennen Sie Messbeispiele und Einsatzgebiete für obige Meßprinzipien.
4. Führen Sie eine Messung durch.
5. Interptetieren Sie die Messungen.
6. Erklären Sie die 3-Leiterschaltung beim Widerstandsthermometer (Wozu dient sie und wie sieht sie aus)?