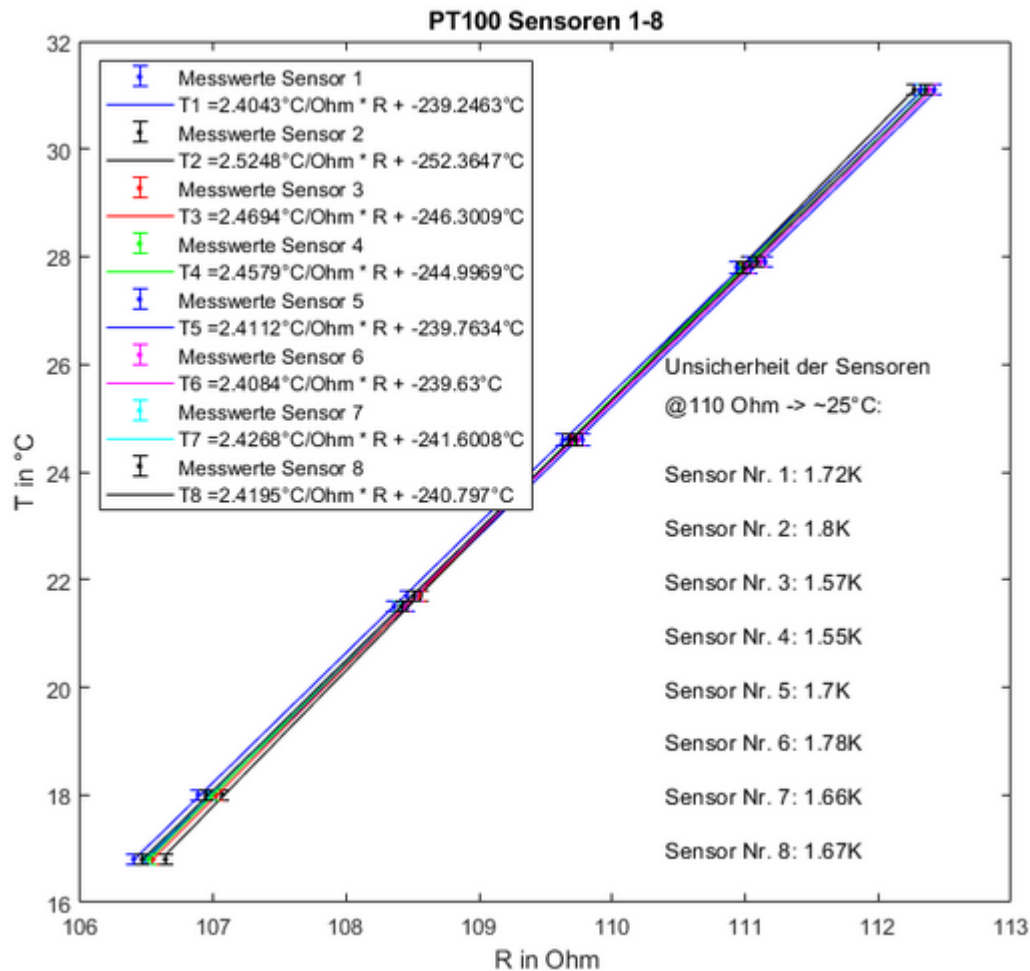


# Charakterisierung PT100



## Teststand

- PT 100 Sensoren, 8 Stück
- Messgerät: Keysight-Messgerät (34972) mit 20-Channel-Multiplexer-Modul (34901A)
- Alu-Temperatur-Testblock (von Kai Martin)
- PID-Peltier
- Multimeter mit Temperaturmessspitze
- Oszilloskop
- Netzgerät

## Durchführung

Je 2 Sensoren wurden an ein Patchkabel mit RJ-45 Stecker gelötet. Die Widerstände der Sensoren wurden mit der 4-Wire Methode gemessen, da in der Vergangenheit Störungen durch

Kabelwiderstand und schlechten Kontakt von Buchse & Stecker aufgetreten sind. Im 20-Channel-Modul wurde die Belegung auch entsprechend der 4-Wire Methode gewählt, d.h. für einen Sensor sind Pin n & n+1 die Source und Pin n+10 & n+11 die Sense Channel. Die Sensoren wurde mit Wärmeleitpaste und Capton-Band am Alublock fixiert und zusätzlich mit wärmeisolierendem Gummi an den Testblock gepresst. Der Testblock wurde zur Messung in einen Karton gestellt.

Mit einem PID-Regler wurde der Testblock auf eine bestimmte Temperatur stabilisiert. Es gibt 9 Messpunkte bei folgenden Temperaturen T: T= [16.8 21.7 24.6 27.9 31.1 27.8 24.6 21.5 18.0]. Mithilfe des Intervall-Scans wurde zu jeder Temperatur der Widerstand jedes Sensors 30mal über 2 Minuten gemessen. Das Oszilloskop wurde benutzt, um das Fehlersignal des PID-Reglers zu betrachten. Bis zum Messpunkt wurde gewartet, bis der Fehler kleiner 5mV ist.

## Auswertung

\\AFS\iqo.uni-hannover.de\projects\magnesium\Projekte\PT 100 Temperatursensoren\4\_Wire\_Messung

Die Auswertung wurde mit Matlab durchgeführt. Zur Grundlage wurde das fast-lineare Verhalten der PT100 herangezogen, wobei der quadratische Anteil vernachlässigbar ist (siehe Bachelorarbeit Daniel Holzwart). Bei Matlab wurden die Messwerte von einem USB-Stick aus eingelesen, gemittelt, gefittet und geplottet. Es wurde eine lineare Regression mit fitnlm und die Unsicherheit der beiden Parameter der linearen Funktion ermittelt. Nach gaußscher Fehlerfortpflanzung wurden die Unsicherheit für 110 Ohm berechnet, was circa der Raumtemperatur entspricht.

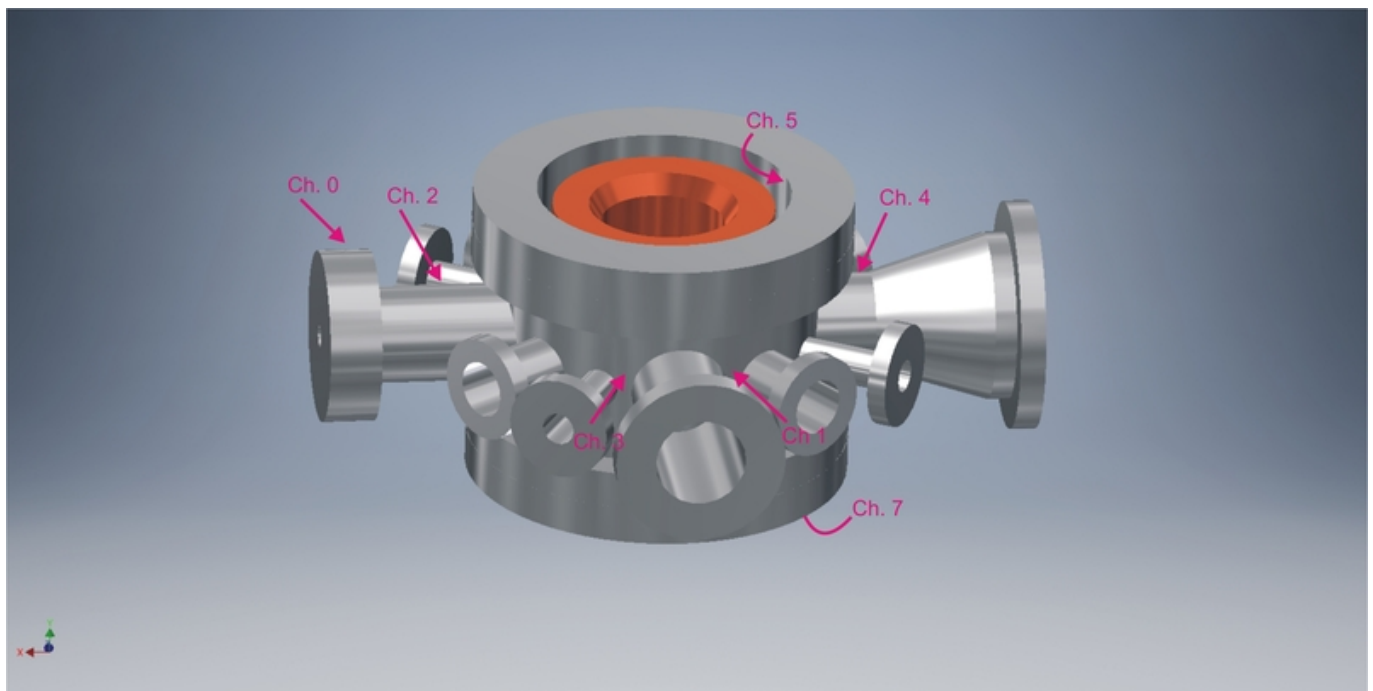
<hi #fff200>nächste Schritte: </hi>

## Charakterisierung der Vakuumkammer mit einem Infrarotmessgerät

- gemessen wurde mit einer Infrarotkamera: diese muss einen konst. Abstand zum Messpunkt von 30cm haben!
- orientieren kann man sich an der Ausrichtung der Auftreffstellen des Ziellasers am Messgerät
- zu tun: es müssen Messwerte mit den Spulen im Dauerbetrieb bzw. Schaltbetrieb (Uhrenbedingungen) genommen werden.
- Danach kann sich die Anbringung der Temperatursensoren überlegt werden.

| Ort                         | entspricht Channel Nr. (siehe Zeichnung unten) | Messung (unter der Bedingung:) |              |                              |
|-----------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------------------------|
|                             |                                                | Spulen aus                     | Spulen an    | Spulen (schalten) in Betrieb |
|                             |                                                | gemessen: 07-2019              | gemessen am: | gemessen am:                 |
| Ofen                        | 2                                              | 27,8°                          |              |                              |
| geringe Entfernung von Ofen | 0                                              | 25,8°                          |              |                              |
| obere Spule                 | 5                                              | 25,0°                          |              |                              |
| untere Spule                | 7                                              | 24,5°                          |              |                              |

| Ort                                | entspricht<br>Channel Nr.<br>(siehe<br>Zeichnung<br>unten) | Messung (unter der Bedingung:) |                 |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------------------|
|                                    |                                                            | Spulen aus                     | Spulen an       | Spulen<br>(schalten) in<br>Betrieb |
|                                    |                                                            | gemessen:<br>07-2019           | gemessen<br>am: | gemessen am:                       |
| zwischen optischen<br>Zugängen (1) | 3                                                          | 24,9°                          |                 |                                    |
| zwischen optischen<br>Zugängen (2) | 1                                                          | 24,3°                          |                 |                                    |
| Vakuumpumpe                        | 4                                                          | 24,3°                          |                 |                                    |
| zu vergeben                        | 6                                                          | -                              |                 |                                    |



## Wahl der Messpunkte an der Vakuumkammer für die PT100 Sensoren

## Programm zum Aufnehmen der Messwerte mit dem Keysight 34972A

# Vorheriger Messaufbau



Nicht zu empfehlen, da einige **RJ45 Stecker Wackelkontakte zu den Buchsen** haben und bei leichter mechanischer Einwirkung um bis zu 50 Ohm Widerstand zunehmen. Bei einem PT100 entspricht das der Hälfte des Widerstands bei RT, wodurch die Messungen unbrauchbar werden. Es empfiehlt sich also die 4-Draht Methode, um den Kabelwiderstand nicht mitzumessen oder eine für analoge Signale geeignete Art von Stecker und Buchse.

## Teststand

- PT 100, 8 Stück, wobei nur Sensor 0,2,3,4,5,6 sinnvolle Spannungswerte an der Redlab Card ausgeben
- Alu-Temperatur-Testblock (von Kai Martin)
- Thermo 8
- Redlab Card
- PID-Peltier
- Multimeter mit Temperaturmessspitze
- Oszilloskop
- Netzgerät
- Computer im Lab

## Durchführung

### PID Regler

Die PT 100 am RJ45 Kabel wurden mit Wärmeleitpaste und Kaptonband am großen Testblock von Kai Martin befestigt. Außerdem wurden die Sensoren mit 3-lagigem Gummi von Klaus von oben vorsichtig angepresst.

Es wurden drei PID-Peltiers getestet, indem diese den Testblock auf eine Temperatur stabilisieren sollte. Dabei wurde der Testblock zur Isolation in einen Pappkarton gestellt. Nur ein PID-Regler hat funktioniert, der Error des PID-Regler FWJ T3 divergiert (selbst nach troubleshooting), der PID-Regler FWJ G3 hatte einen Offset (circa +0,5V). Der Trimmer wurde so gedreht, dass der Fehlerstrom +10V betragen hat. Am Oszilloskop wurde der Spannungsverlauf über der Zeit aufgenommen. Nach 30min war der Error des PID-Regler auf +-5mV stabil.

## Widerstände der PT 100/Belegung der Pins am RJ45-Stecker

Als nächstes wurden die Widerstände der PT100 vermessen (bei Raumtemperatur). Dabei ist die Belegung der Pins am RJ45-Stecker zu beachten (1&2,3&6,4&5,7&8):

| Kabel | Pins am RJ-Stecker | Widerstand/Ohm |
|-------|--------------------|----------------|
| A     | 1,2                | 120            |
|       | 3,6                | 132            |
|       | 4,5                | 123            |
|       | 7,8                | 116            |
| B     | 1,2                | 121            |
|       | 3,6                | 132            |
|       | 4,5                | 120            |
|       | 7,8                | 122            |

## Thermo 8

Am Thermo 8 wurden die Schalter für alle Referenzwiderstände geöffnet, sodass der Referenzwiderstand am Spannungsteiler maximal war.

Folgende Ausgangsspannungen wurden gemessen (Dabei zeigen die Ausgänge 2 und 8 bereits zu hohe Eingangsspannungen, sodass der Fehler wahrscheinlich bei den Sensoren liegt; gemessen an Pin 3 vom Opamp U1):

| Ausgang Nr.              | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| U in mV an den Ausgängen | 574 | 347 | 323 | 568 | 525 | 434 | 273 | 252 |

## Messung 1

Die erste Messreihe wurde im Lab bei den Temperaturen 20.8, 23.6, 27.6, 31.0, 32.6 °C durchgeführt. Es wurden nur die Sensoren 0,2,3,4,5,6 gemessen, da Sensor 1 und 7 keine passenden Werte gegeben haben (obwohl die Schaltung am Thermo 8 erneut geprüft wurde).

Die Messpunkte wurden im Abstand von circa. 30 Minuten aufgenommen. Ein Messpunkt beinhaltet je circa 3000 Spannungen der 6 Sensoren, die gemessen wurden.

\\AFS\i.qo.uni-hannover.de\projects\magnesium\Projekte\PT 100 Temperatursensoren\Messreihe 1 Data

## Messfehler

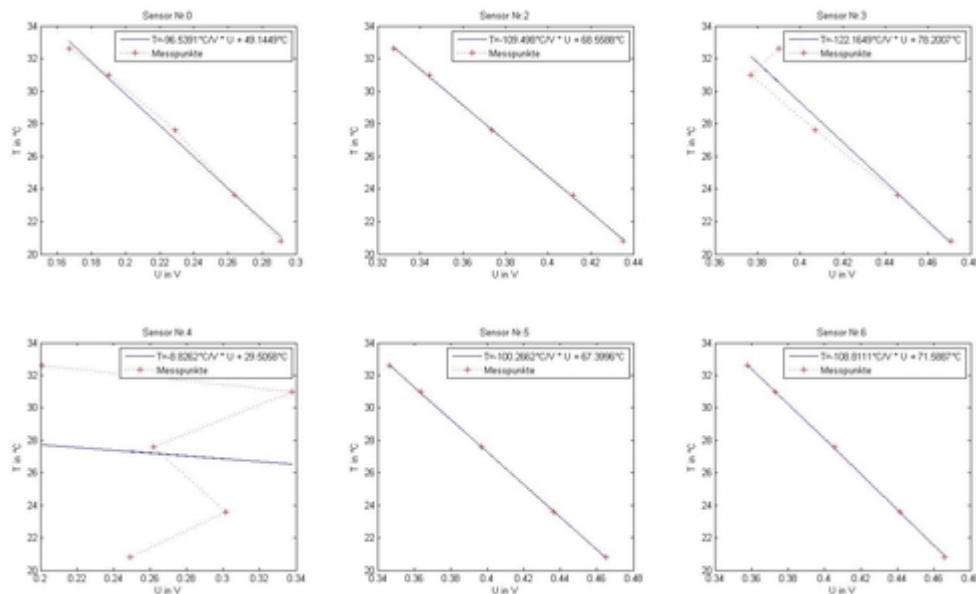
Temperaturfühler des Multimeters:  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  Error vom PID-Regler:  $\pm 5\text{mV}$

## Charakterisierung

Die Auswertung wurde mit Matlab durchgeführt. Es wurden zu jedem Messpunkt je 1000 Spannungen

gemittelt. Anschließend wurde eine Regression mit einem linearen Fit (polyfit) durchgeführt.

\\AFS\iqo.uni-hannover.de\projects\magnesium\Projekte\PT 100 Temperatursensoren



## Messung 2

Die erste Messreihe wurde im Lab bei den Temperaturen 16,7 19,4 22,6 25,7 28,5 32,6 °C durchgeführt. Es wurden alle Sensoren (0-7) gemessen.

Die Messpunkte wurden im Abstand von circa. 20 Minuten aufgenommen. Ein Messpunkt beinhaltet je circa 3000 Spannungen der 8 Sensoren, die gemessen wurden.

\\AFS\iqo.uni-hannover.de\projects\magnesium\Projekte\PT 100 Temperatursensoren\Messreihe\_2\_Data

## Messfehler

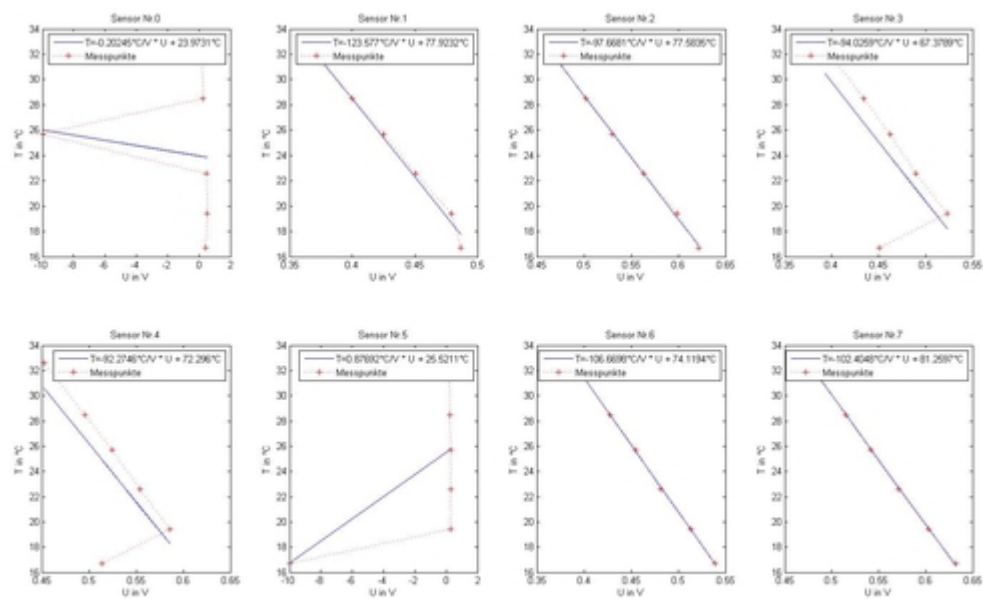
Temperaturfühler des Multimeters:  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  Error vom PID-Regler:  $\pm 5\text{mV}$

## Charakterisierung

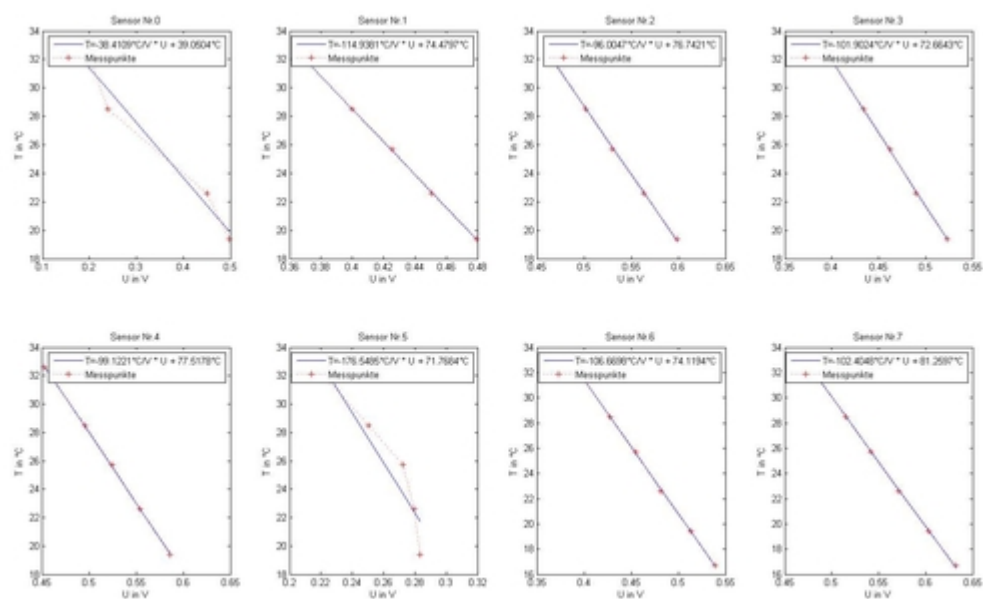
Die Auswertung wurde mit Matlab durchgeführt. Es wurden zu jedem Messpunkt je 1000 Spannungen gemittelt. Anschließend wurde eine Regression mit einem linearen Fit (polyfit) durchgeführt.

\\AFS\iqo.uni-hannover.de\projects\magnesium\Projekte\PT 100 Temperatursensoren

## Rohen Messdaten



## Bereinigt



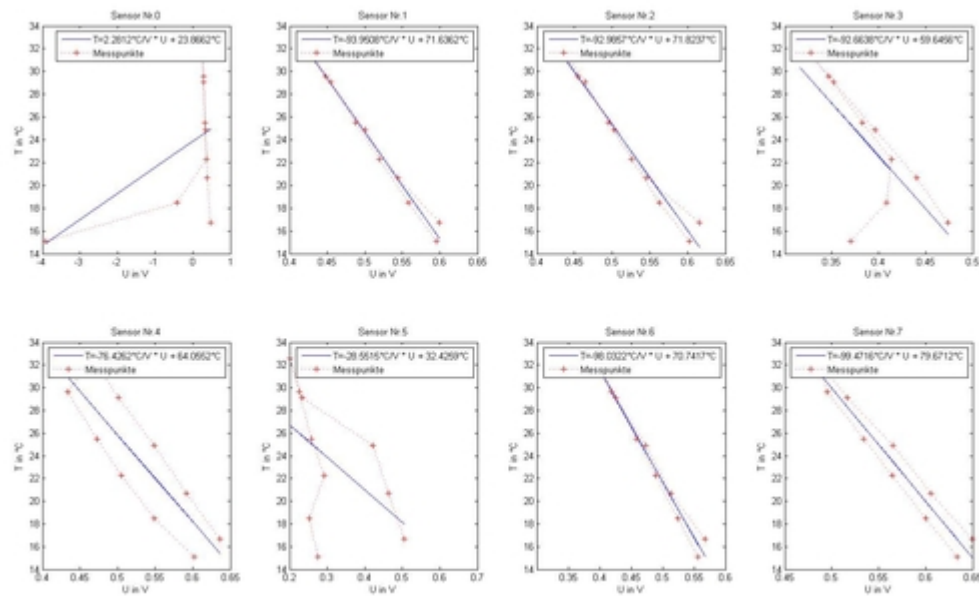
## Messung 2

Es wurde von  $16^{\circ}\text{C}$  bis zum Maximum des PID-Reglers ( $32^{\circ}\text{C}$ ) aufwärts gemessen, dann blieb das System eine Stunde angeschaltet und dann wurde abwärts gemessen.

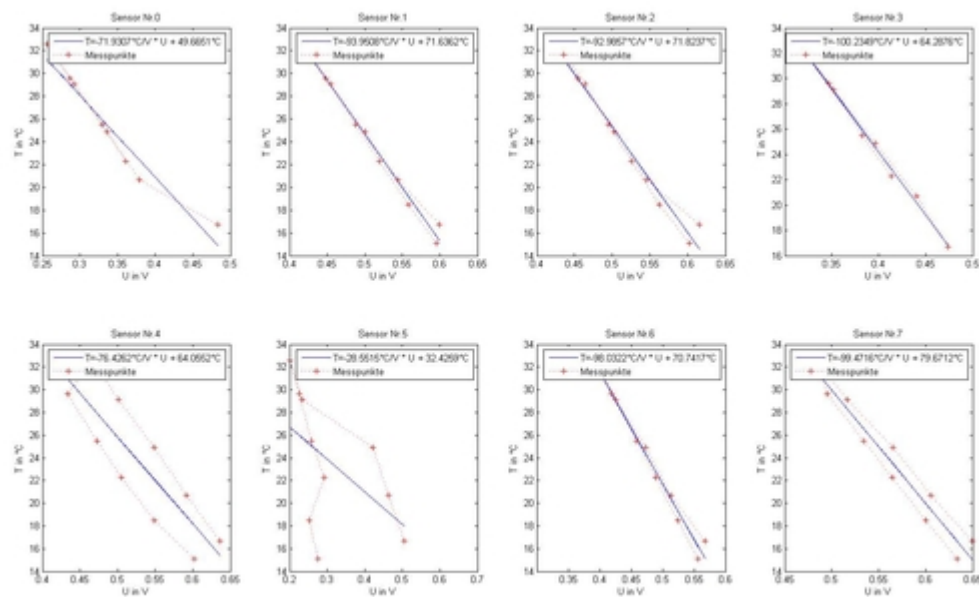
## Messfehler

Temperaturfühler des Multimeters:  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  Error vom PID-Regler:  $\pm 5\text{mV}$

## Rohen Messdaten



## Bereinigt



From:  
<https://iqwiki.iqo.uni-hannover.de/> - IQwiki

Permanent link:  
[https://iqwiki.iqo.uni-hannover.de/doku.php?id=groups:mg:temperatursensoren\\_charakterisieren&rev=1566292695](https://iqwiki.iqo.uni-hannover.de/doku.php?id=groups:mg:temperatursensoren_charakterisieren&rev=1566292695)

Last update: **2019/08/20 09:18**

