

Übertragungsgleichung:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) \quad (1)$$

Hierbei sind:

- $e(t)$: Regelabweichung des Systems (Differenz von Sollwert und Istwert der zu regelnden Größe, bei und die Temperatur)
- $u(t)$: Stellgröße, die an die Regelstrecke weitergegeben wird, um der Regelabweichung entgegenzuwirken
- K_p : Regler-Parameter, mit dem der Abweichung entgegengewirkt wird

Eigenschaften des P-Reglers

- Regelung ist relativ schnell
- Stellgröße kann schnell hohe Werte annehmen und damit an Begrenzungen des Systems stoßen
- Sollwert nur durch P-Regelung nicht erreichbar, entweder Näherung von unten oder ungedämpfte Schwingung um die Stellgröße

⇒ P-Regler alleine werden nur selten in der Praxis verwendet

Übertragungsgleichung:

$$u(t) = K_t \cdot \int_0^t e(\tau) dx \quad (2)$$

Hierbei sind:

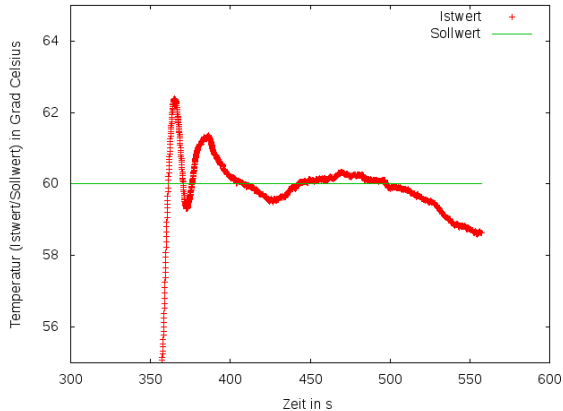
- $e(t)$, $u(t)$ wie oben
- K_t : Regler-Parameter, mit dem der Abweichung entgegengewirkt wird

Eigenschaften des I-Reglers

- Regelung ist relativ schnell
- Stellgröße kann schnell hohe Werte annehmen und damit an Begrenzungen des Systems stoßen
- Sollwert nur durch P-Regelung nicht erreichbar, entweder Näherung von unten oder ungedämpfte Schwingung um die Stellgröße

- Metallblock wurde mittels Peltierelement erwärmt
- Widerstand des Blocks wurde gemessen und in Temperatur umgerechnet

Aufgabe war es, mittels Power-Supply den Strom am Peltierelement so zu regeln, dass die Temperatur des Blocks konstant bleibt

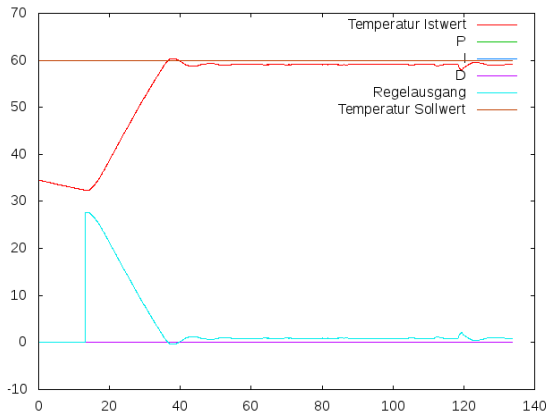


Ergebnis der Regelung

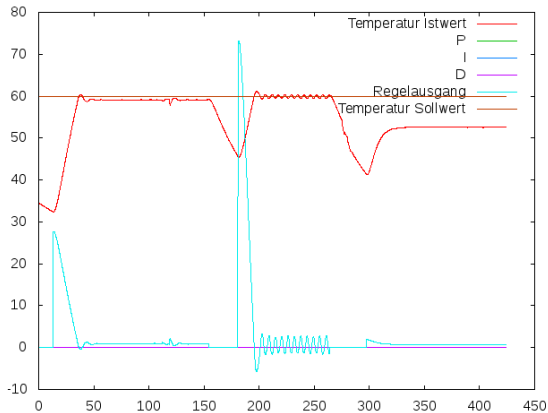
"Vorgehensweise" beim Regeln

- falls Temperatur zu niedrig \Rightarrow mit Strom nachheizen
- falls Temperatur zu hoch \Rightarrow Strom abdrehen (Kühlung ja nicht möglich)
- falls Sollwert bald erreicht wird \Rightarrow Strom langsam herunterdrehen

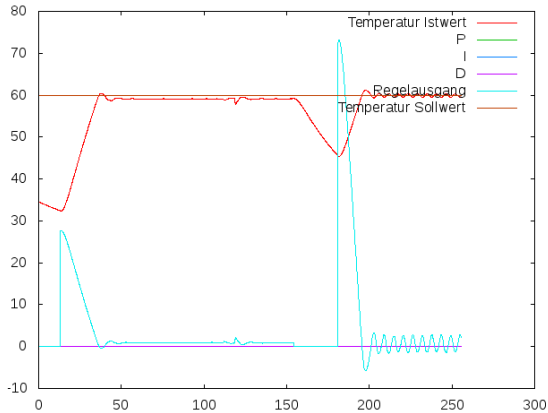
Experiment wird nun mit automatisierter P-Regelung bei verschiedenen K_p -Parametern am Computer durchgeführt:



Regelung bei $K_p = 1$



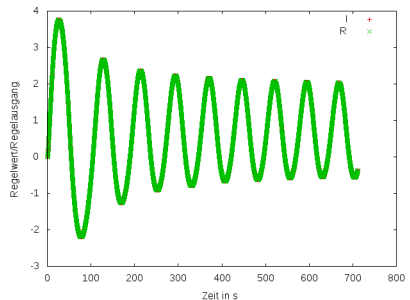
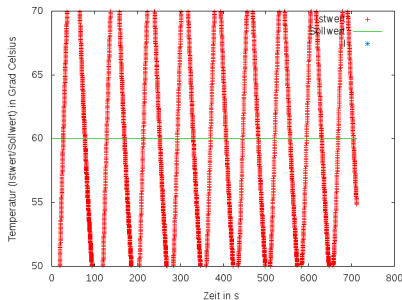
Regelung bei $K_p = 0,1$

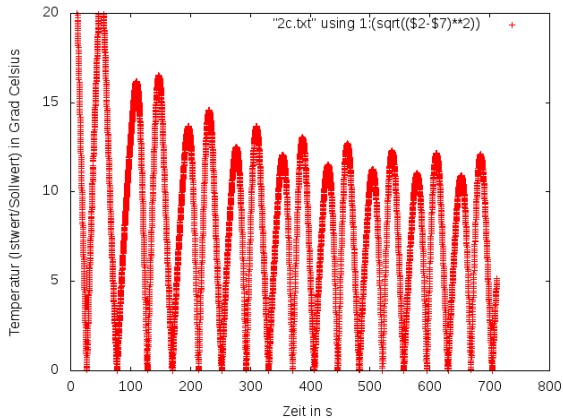


Regelung bei $K_p = 5$

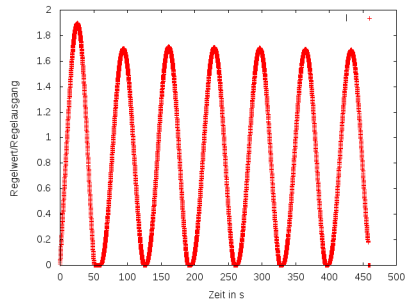
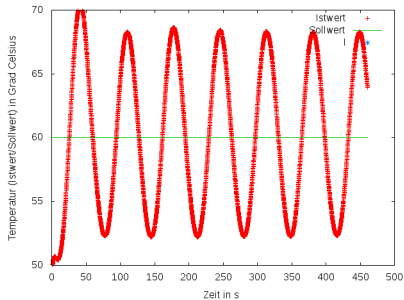
- Bei $K_p = 5$ wird keine konstante Temperatur erreicht, der Istwert osziliert ungedämpft um den Sollwert
- Bei $K_p = 1$ und $0,1$ erreicht das System nicht den Sollwert, der Regler scheint zu schwach zu sein
- Vergleich der Regler bei $K_p = 1$ und 0.1 zeigt, dass die Regelgeschwindigkeit proportional zum Regelfaktor ist

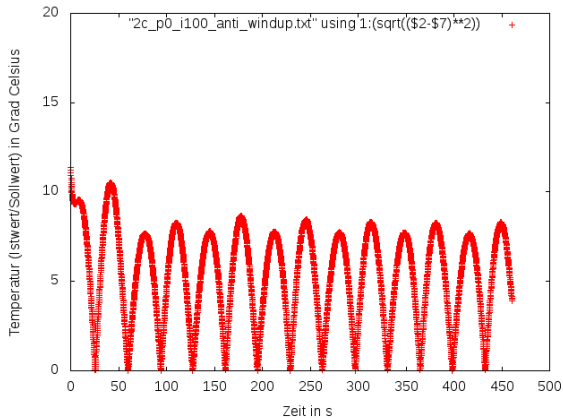
- Abkühlung des Blockes auf ca. 50°C
- Dann I-Regelung der Temperatur mit $t_i = 100\text{s}$





- Gleiche Messung wie eben
- Es wurde allerdings „anti-windup-Funktion“ verwendet





Zur änti-windup-Funktion"

- Regelgröße berechnet sich bei uns durch $R = P + I + D$
- falls $P + I + D > 2$ bzw. $P + I + D < 0$, wird $P + I + D = 2$ bzw. $= 0$ gesetzt
- verhindert zu starken Ausschlag des Reglers und damit zu starke Oszilation der Ist-Wert-Kurve

Grobe Abschätzung des Zeitpunktes, an dem der I-Regler $T = 0$ wird:

Wähle Maxima der Oszillationen und fitte mit Gerade

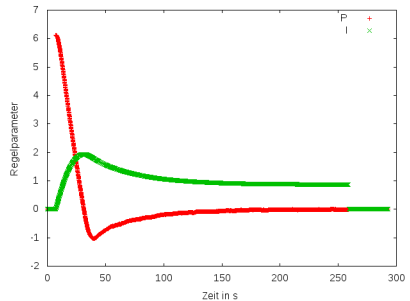
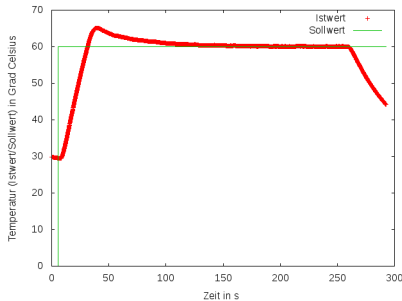
⇒ Man erhält für die erste Messung: $t_0 \approx 10280s$

Und für die zweite: $t_0 \approx 174212s$

Fazit

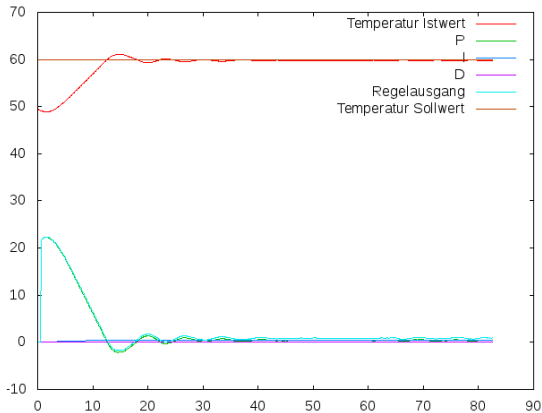
I-Regelung ist in den meisten Fällen alleine nicht für den praktischen Gebrauch geeignet

- Messung wurde nun mit $K_p = 0.2$ und $t_i = 200s$ durchgeführt



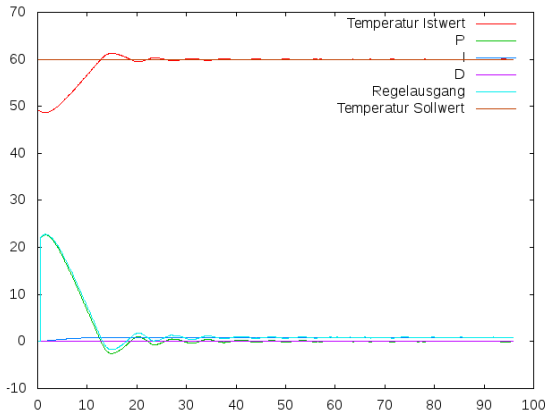
$|T_{ist} - T_{soll}| \leq 0.1K$ wurde ab $t \approx 190s$ erreicht

Da Parameter noch nicht optimal gewählt \Rightarrow Justiere K_p



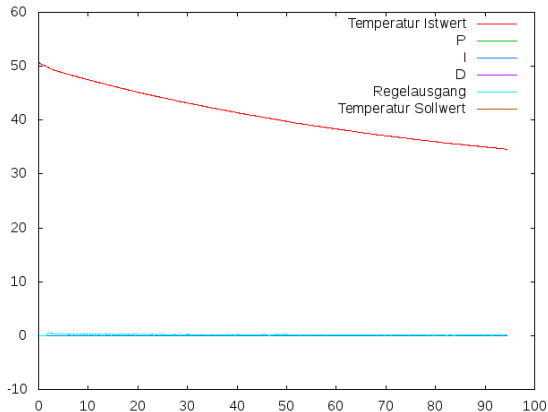
Hier wird nach ca. 82s $|T_{ist} - T_{soll}| \leq 0.25K$ erreicht

Justierung des I-Reglers führte auf $t_i = 100s$



Nach ca. 94s wird $|T_{ist} - T_{soll}| \leq 0.035K$ erreicht

- Messung nun mit D-Regelung bei $t_d = 1s$



- D-Anteil proportional zur Steigungsänderung
- D-Regler hat daher auch keinen Bezug zur Sollgröße
- keine wirkliche Regelung, sondern nur Korrektur

Eigenschaften des D-Reglers werden bei Wechsel der Regelung deutlich:

