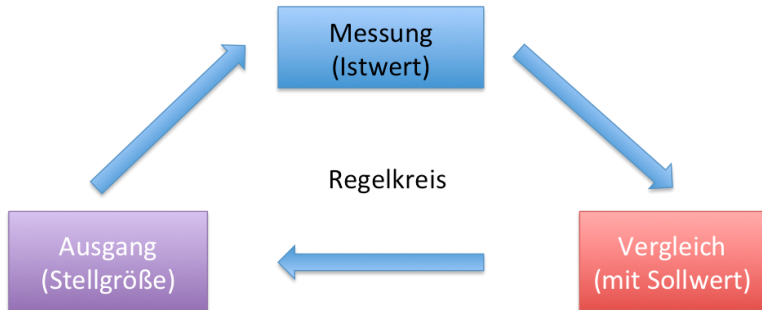


Versuchstag 5

Valentin Olpp, Marco Zech – Gruppe 8

27. Mai 2014

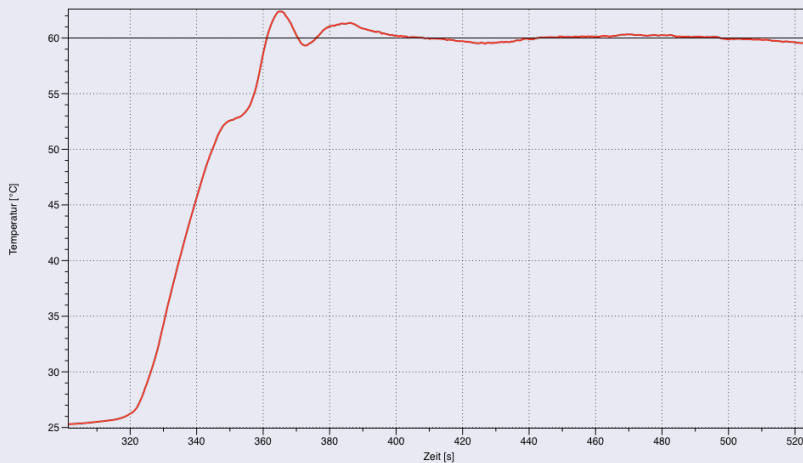
Regler



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

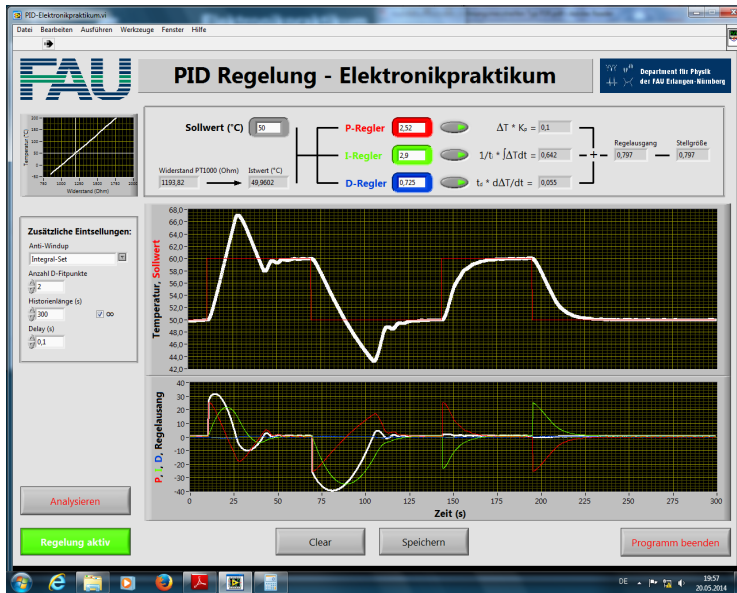
Aufgabe war es, mittels Power-Supply den Strom am Peltierelement so zu regeln, dass die Temperatur des Blocks konstant bleibt

Ergebnis der Regelung



"Vorgehensweise" beim Regeln

- falls Temperatur zu niedrig \Rightarrow mit Strom nachheizen
- falls Temperatur zu hoch \Rightarrow Strom abdrehen (Kühlung hier nicht möglich)
- falls Sollwert bald erreicht wird \Rightarrow Strom langsam herunterdrehen
- Versuch abzuschätzen wie viel Zeit zwischen Regelung und Änderung der Temperatur verstreicht
- Es ist schwierig bei einer anfänglichen großen Differenz zwischen Ist- und Sollwert den Sollwert schnell zu erreichen ohne zu übersteuern



Übertragungsgleichung:

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

Hierbei sind:

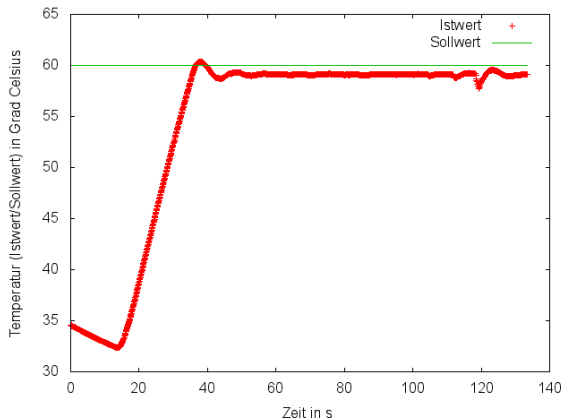
- $e(t)$: Regelabweichung des Systems (Differenz von Sollwert und Istwert der zu regelnden Größe, bei und die Temperatur)
- $u(t)$: Stellgröße, die an die Regelstrecke weitergegeben wird, um der Regelabweichung entgegenzuwirken
- K_p : Regler-Parameter, mit dem der Abweichung entgegengewirkt wird

Eigenschaften des P-Reglers

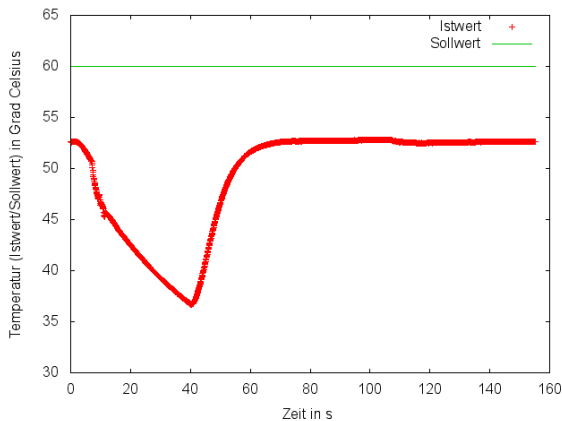
- Regelung ist relativ schnell
- Stellgröße kann schnell hohe Werte annehmen und damit an Begrenzungen des Systems stoßen
- Sollwert nur durch P-Regelung nicht erreichbar, entweder Näherung von unten oder ungedämpfte Schwingung um die Stellgröße

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

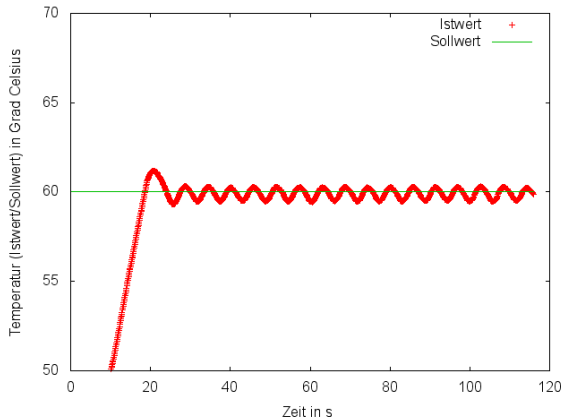
Experiment wird nun mit automatisierter P-Regelung bei verschiedenen K_p -Parametern am Computer durchgeführt:



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

Übertragungsgleichung:

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

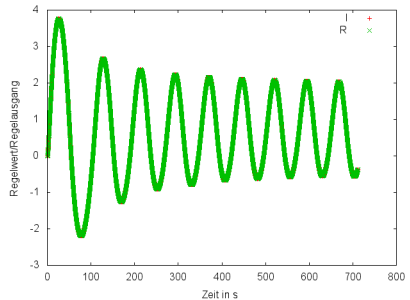
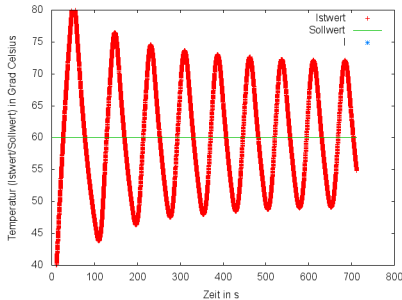
Hierbei sind:

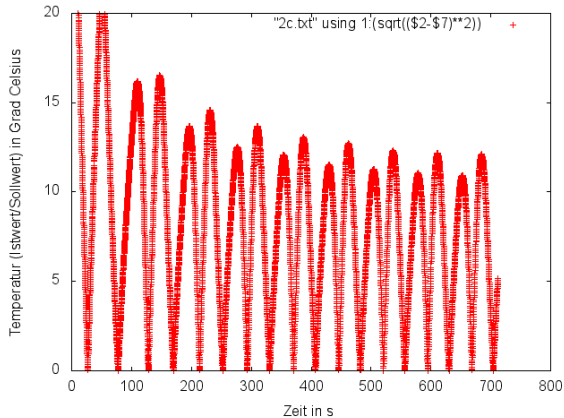
- $e(t)$, $u(t)$ wie oben
- K_t : Regler-Parameter, mit dem der Abweichung entgegengewirkt wird

Eigenschaften des I-Reglers

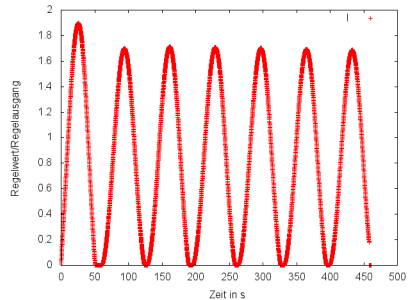
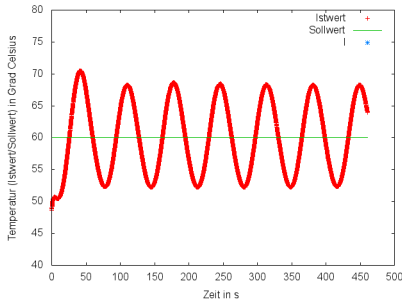
- Regelung ist relativ schnell
- Benötigt linearen Leistungsausgang
- I-Regler kann ohne P- und D-Glied auskommen. Braucht jedoch lange bis er sich auf stabilen Wert eingepegelt hat

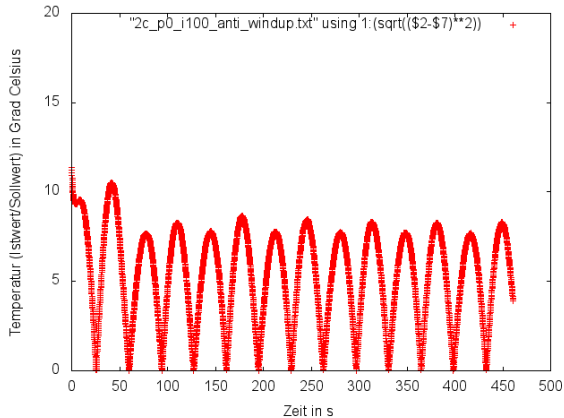
- Abkühlung des Blockes auf ca. 50 °C
- Dann I-Regelung der Temperatur mit $t_i = 100\text{s}$





- 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

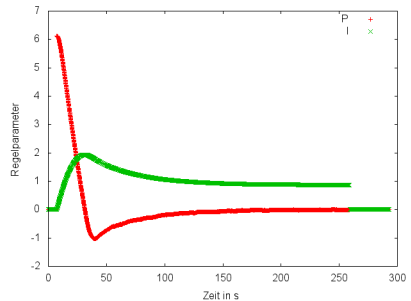
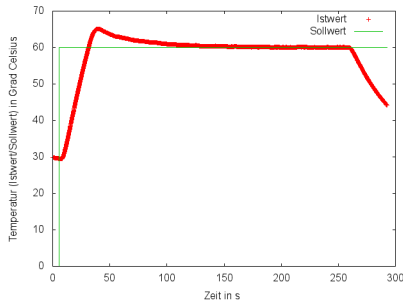
⇒ Man erhält für die erste Messung: $t_0 \approx 10280s$

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

Fazit

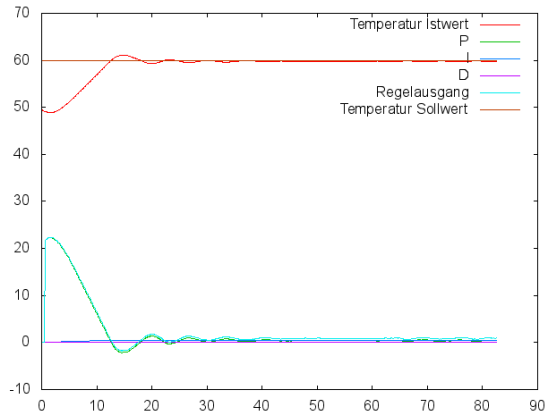
I-Regelung ist in den meisten Fällen alleine nicht für den praktischen Gebrauch geeignet

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



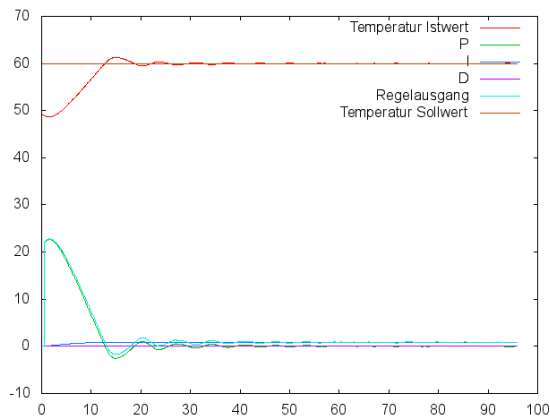
$|T_{ist} - T_{soll}| \leq 0.1K$ wurde ab $t \approx 190s$ erreicht

Da Parameter noch nicht optimal gewählt \Rightarrow Justiere K_p



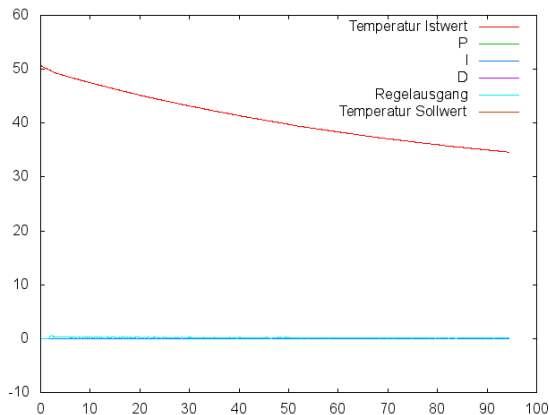
Hier wird nach ca. 82s $|T_{ist} - T_{soll}| \leq 0.25K$ erreicht

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



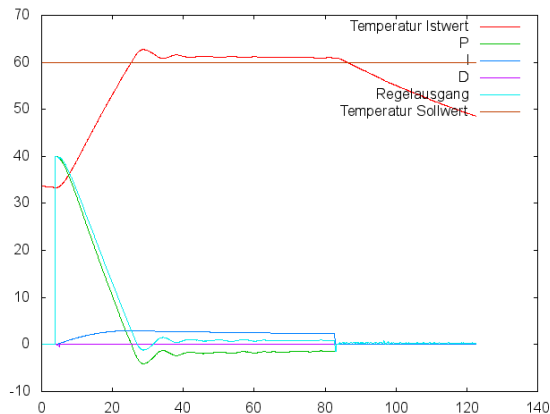
Nach ca. 94s wird $|T_{ist} - T_{soll}| \leq 0.035K$ erreicht

- 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:



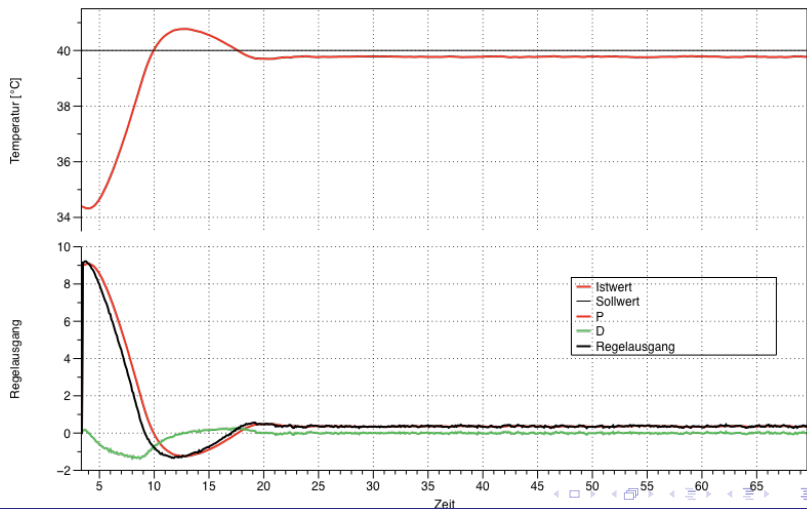
Gleichung für PD-Regler

$$y(t) = k_p \cdot e(t) + \frac{de(t)}{dt} t_d$$

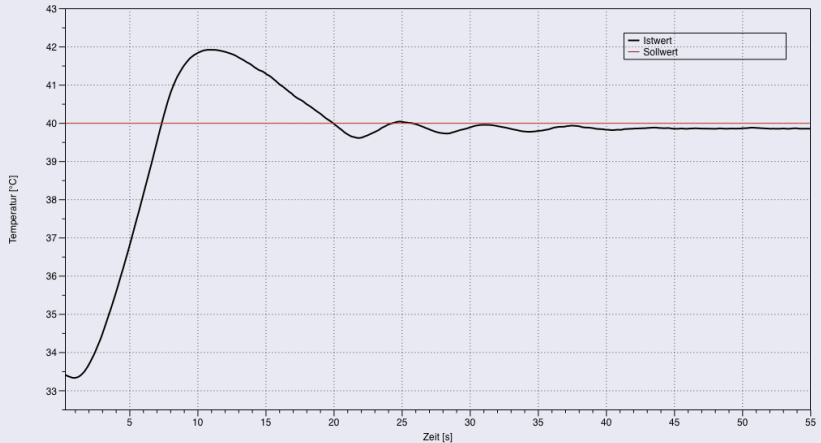
Aufgabenstellung: Untersuchen des P- und D-Anteils

Einstellung

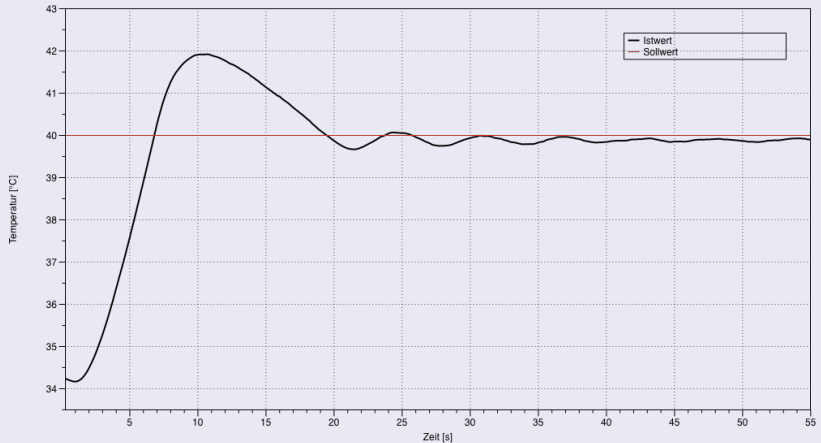
$$T_{\text{Start}} \sim 35^\circ, T_{\text{soll}} = 40^\circ, k_p = 1.6, t_d 1s$$



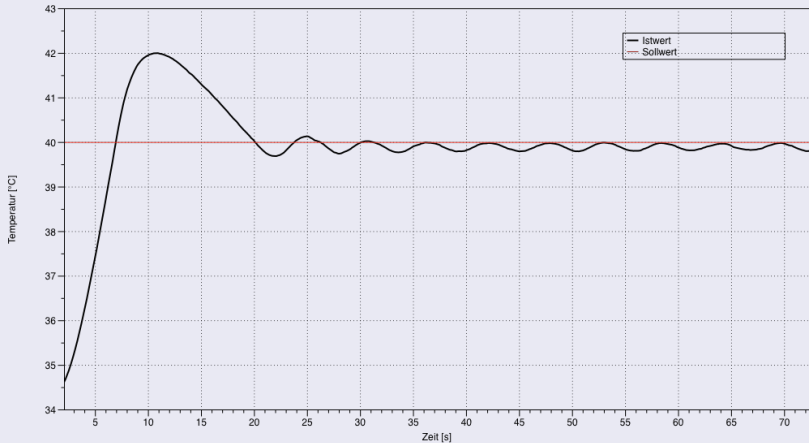
$$k_p = 2.8$$



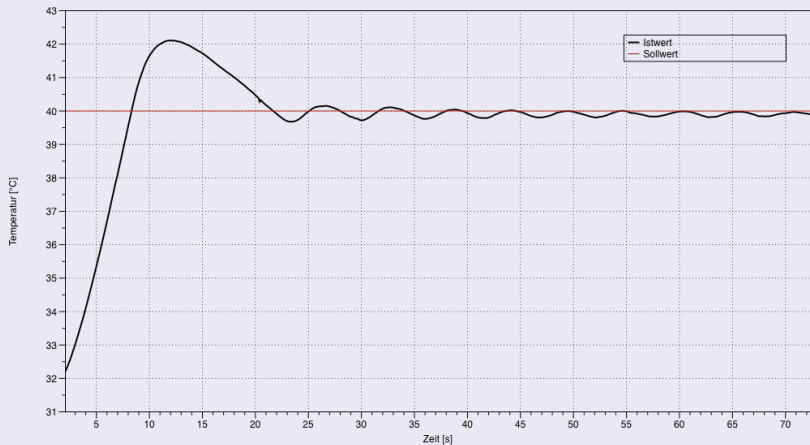
$$k_p = 3.2$$



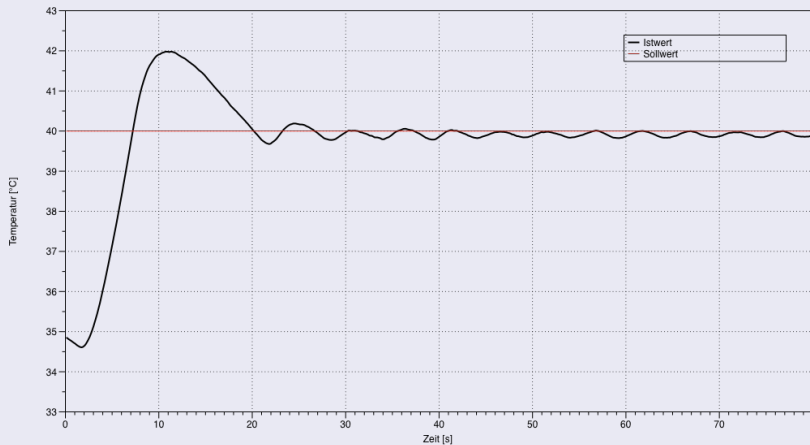
$$k_p = 3.6$$



$$k_p = 4$$



$$k_p = 4.2$$



$$k_p = 4.2, T_d = 1s$$

Reglergleichung

$$y(t) = k_p \cdot e(t) + t_i \cdot \int_0^t e(z) dz + \frac{de(t)}{dt} \cdot t_d$$

PID-Parameter nach Ziegler/Nichols Methode

- Regler wird als P-Regler betrieben
- Vergrößerung des Verstärkungsfaktors k_p bis sich eine ungedämpfte Schwingung einstellt
- Dieser k_p Wert wird als $k_{p;krit}$ bezeichnet
- Die Periodendauer der ungedämpften Schwingung ist t_{krit}

Einsetzen in $k_p = 0.6 \cdot k_{p;krit}$, $t_i = 0.5 \cdot t_{krit}$, $t_d = 0.125 \cdot t_{krit}$

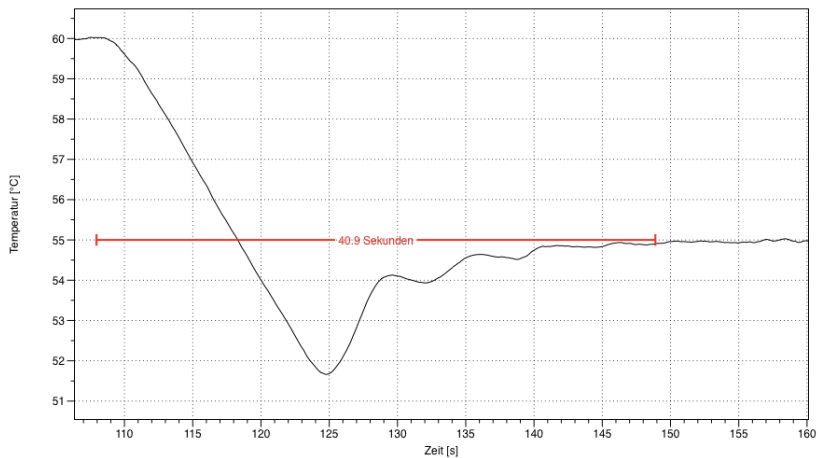
$$\Rightarrow k_p = 0.6 \cdot 4.2 = 2.52$$

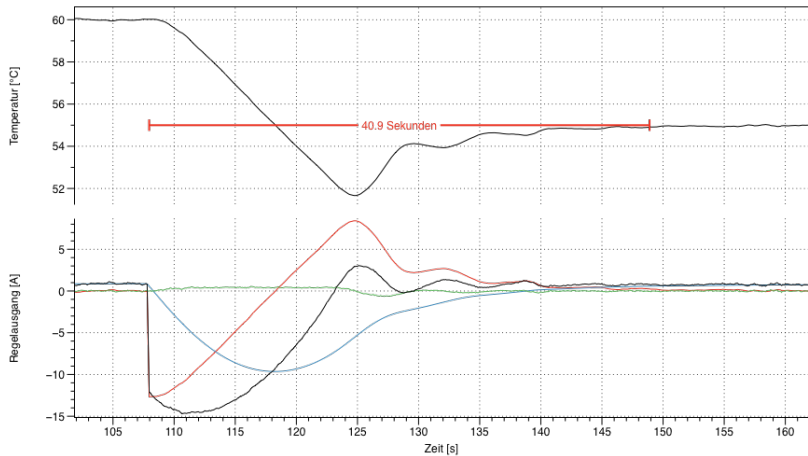
$$t_i = 0.5 \cdot 5.8s = 2.9s$$

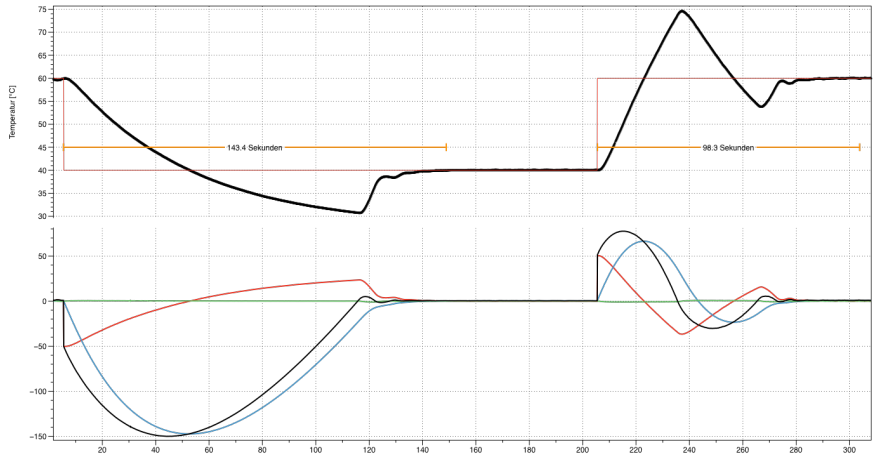
$$t_d = 0.125 \cdot 5.8s = 0,725s$$

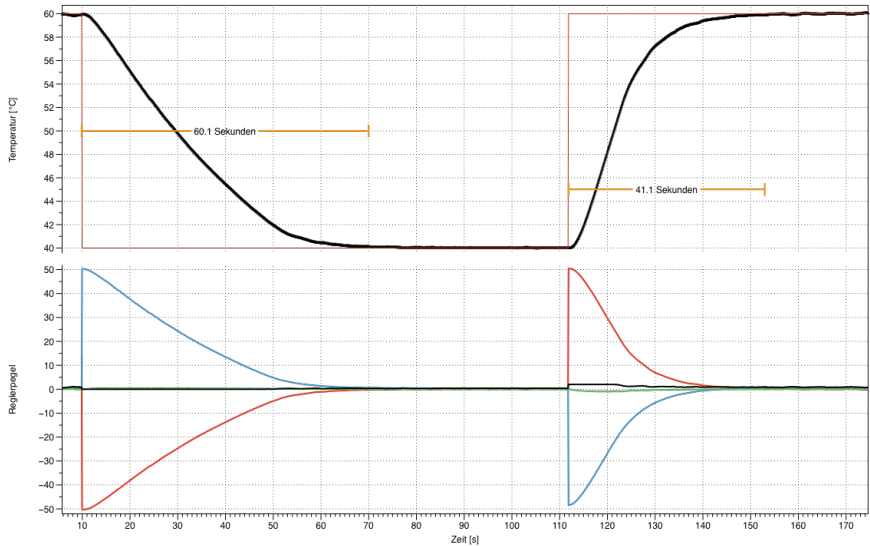
Aufgabenstellung

Messung der Einschwingzeit von 60° auf 55°









Einschwingverhalten $60^\circ \rightarrow 40^\circ \rightarrow 60^\circ$

- Ohne „anti-wind-up“
 - $60^\circ \rightarrow 40^\circ$: Einschwingzeit 143.436 s
 - $40^\circ \rightarrow 60^\circ$: Einschwingzeit 98.3 s
- Mit „anti-wind-up“
 - $60^\circ \rightarrow 40^\circ$: Einschwingzeit 60.1 s
 - $40^\circ \rightarrow 60^\circ$: Einschwingzeit 41.1 s

Optimierung

