

Manuelle Bestimmung von PID-Parametern

Kurzanleitung für Temperaturregler der HAT Control-Serie

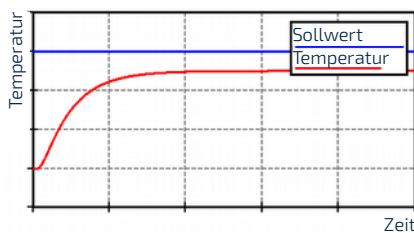
Diese Kurzanleitung beschreibt einen einfachen Weg zur experimentellen Bestimmung der PID-Regelparameter mit den BELEKTRONIG Temperaturreglern der HAT Control-Serie. Die Bestimmung der Regelparameter wird am Beispiel des Anregelverlaufs der Temperatur nach einem Sprung der Solltemperatur gezeigt. Der PID-Algorithmus folgt im Allgemeinen folgender Formel (y ... Stellwert, x ... Regelabweichung):

$$y = y \cdot \underbrace{P}_{\text{P-Anteil}} \cdot x + y \cdot \underbrace{I}_{\text{I-Anteil}} \cdot \int x \cdot dt + y \cdot \underbrace{D}_{\text{D-Anteil}} \cdot \frac{dx}{dt}$$

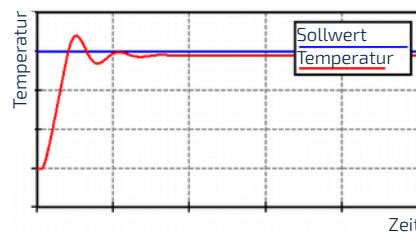
Schritt 1: Variation der Reglerverstärkung P (P-Anteil, P-Regler)

Der P-Parameter (Proportionalteil, Reglerverstärkung) bestimmt im Wesentlichen die Geschwindigkeit, mit der der eingestellte Sollwert angeregt wird. Ein reiner P-Regler besitzt stets eine bleibende Regelabweichung.

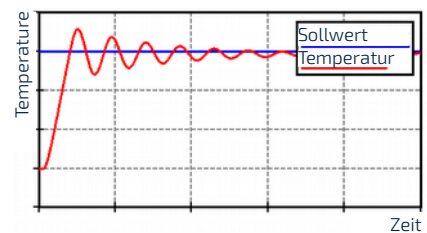
- › Nachstellzeit t_N des I-Parameters deaktivieren ($t_N = 0$)
- › Vorhaltezeit t_V des D-Parameters deaktivieren ($t_V = 0$)
- › Abklingzeit $T1$ des D-Anteils kann unverändert bleiben (Werkseinstellung: $T1 = 10$ s)
- › Setze Reglerverstärkung P auf 5 (anschließend schrittweise Erhöhen, dabei Werte z.B. anfangs verdoppeln z.B.: 5, 10, 20, ...)
 - › Reglerverstärkung P zu klein: Isttemperatur nähert sich nur langsam dem Sollwert → P erhöhen
 - › Reglerverstärkung P zu groß: Isttemperatur schwingt stark und lang → P verkleinern
 - › Reglerverstärkung P ist O.K. → weiter mit Schritt 2



Reglerverstärkung P zu klein
(Kriechfall)



Reglerverstärkung P O.K.
(einmaliges kurzes Überschwingen)

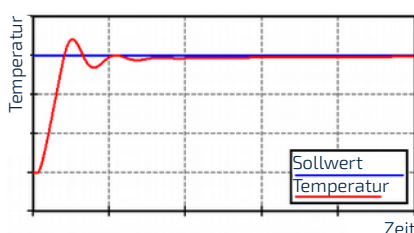


Reglerverstärkung P zu groß
(Regler schwingt oder ist instabil)

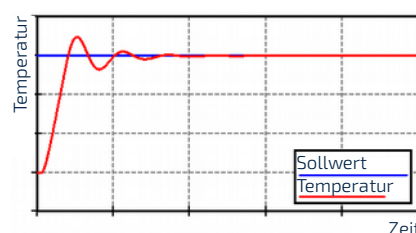
Schritt 2: Variation der Nachstellzeit t_N (I-Anteil, PI-Regler)

Ist der P-Parameter bestimmt, wird als nächstes der Integralteil I durch Einstellen der Nachstellzeit t_N variiert. Der Integralteil I eines PID-Regler korrigiert die bleibende Regelabweichung, die ein reiner P-Regler besitzt.

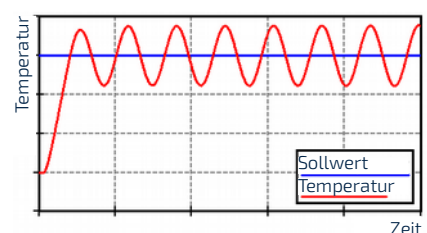
- › Setze Nachstellzeit t_N auf einen relativ hohen Wert (z.B. 500)
- › Anschließend schrittweises Verkleinern der Nachstellzeit t_N (z.B. anfangs halbieren. z.B.: 500, 250, 125, ...)
 - › Nachstellzeit t_N zu groß: Isttemperatur nähert sich nur langsam an den Sollwert, der Regler reagiert träge auf Temperaturschwankungen → t_N verkleinern
 - › Nachstellzeit t_N zu klein: Regler reagiert zu schnell, Regelung schwingt oder wird instabil → t_N erhöhen
 - › Nachstellzeit t_N ist O.K.: Sollwert wird schnell erreicht, wenig Überschwingen → weiter mit Schritt 3 (falls notwendig)



Nachstellzeit t_N zu groß
(Kriechfall)



Nachstellzeit t_N O.K.
(Solltemperatur erreicht)

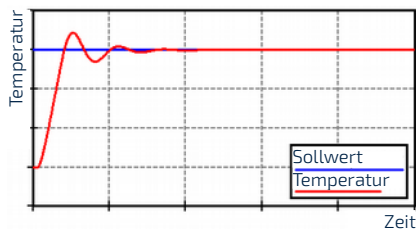


Nachstellzeit t_N zu klein
(Regler schwingt oder ist instabil)

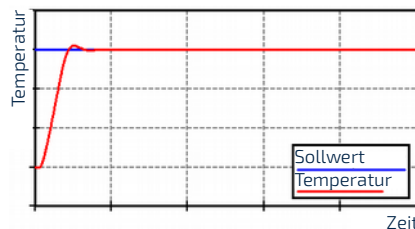
Schritt 3: Variation der Vorhaltezeit (D-Anteil, PID-Regler)

Die Vorhaltezeit t_V (differentieller Anteil, D-Anteil) dient zur Ausregelung von Temperaturschwankungen bei thermisch schnellen System ($\Delta T/t > 5^\circ\text{C/s}$). Bei Regelstrecken mit niedrigeren Heiz- oder Kühlraten empfehlen wir nur mit PI-Reglern zu arbeiten, d.h. t_V bleibt 0.

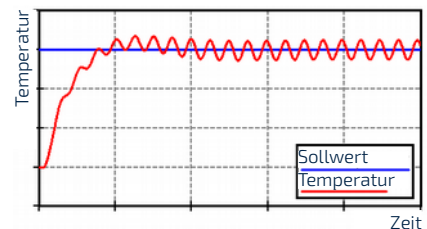
- › Setze Vorhaltezeit t_V auf 1 (anfänglich schrittweise Erhöhen, z.B.: 2, 3, 4 ... 10)
 - › Vorhaltezeit t_V zu klein: Regler schwingt noch zu oft $\rightarrow t_V$ erhöhen
 - › Vorhaltezeit t_V O.K.: Sollwert wird schnell und fast ohne Überschwingen erreicht
 - › Vorhaltezeit t_V zu groß: Regelung ist instabil $\rightarrow t_V$ reduzieren



Vorhaltezeit t_V zu klein
(Überschwingen)



Vorhaltezeit t_V O.K.
(Überschwingen bedämpft)



Vorhaltezeit t_V zu groß
(Regler instabil)

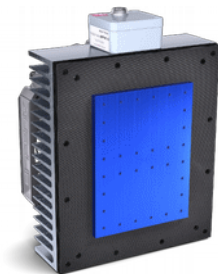
Ergebnis

Durch die manuelle Bestimmung anhand von Temperatursprüngen lassen sich die optimalen Regelparameter für

- › Geringe Anregelzeit,
- › Minimales überschwingen und
- › Schnelles Ausregeln von Störgrößen

finden. Je nach Temperieraufgabe, kann auch ein geringes bzw. kein Überschwingen das Ziel sein. In dem Fall müsste man mit kleineren Werten für den P-Anteil arbeiten.

Beispiel-PID-Parameter für BELEKTRONIG Plattenkühler/-heizer BPM-P140



- › $P = 120 \text{ 1/}^\circ\text{C}$
- › $t_N = 24 \text{ s}$
- › $t_V = 0 \text{ s}$ (max. Heizrate: $\sim 1^\circ\text{C/s}$, max. Kühlrate: $\sim 0,22^\circ\text{C/s}$)
- › $t_I = 10 \text{ s}$

Erfahren Sie mehr über die BELEKTRONIG Qualitätsstandards und fordern Sie unkompliziert ein Angebot für Ihren individuellen Versuchsaufbau an.

Dr.-Ing. Glen Guhr und Dr.-Ing. Raimund Brüning

