

# ELOTECH Industrieelektronik GmbH

Verbindungsstraße 27

D - 40723 HILDEN

FON +49 2103 / 255 97 0

[www.elotech.de](http://www.elotech.de)

FAX +49 2103 / 255 97 29

Email: [info@elotech.de](mailto:info@elotech.de)



## Regelparameter

Im Gegensatz zu dem bekannten PID – Regelalgorithmus, der durch die folgende Gleichung beschrieben wird,

$$y(t) = K_p \cdot \left[ (w-x) + \int \frac{1}{T_n} (w-x) \cdot dt + T_v \frac{d(w-x)}{dt} \right]$$

arbeiten ELOTECH-Temperaturregler mit einem PD/I-Stellverhalten.

PD/I ist eine modifizierte Form der PID-Regelung und soll den Nachteil der PID-Regelung, das Überschwingen in der Anfahrphase, ausgleichen.

Das heißt, Anfahren des Sollwertes weitgehend ohne Überschwingen und Regeln ohne bleibende Regelabweichung.

Das Stellverhalten aller ELOTECH-Temperaturregler ist in seiner Struktur umschaltbar:

- a. ohne Rückführung, ein-aus (bei Einstellung von: xp = OFF)
- b. P-Regler (bei Einstellung von: Tv und Tn = OFF)
- c. PD-Regler (bei Einstellung von: Tn = OFF)
- d. PI-Regler (bei Einstellung von: Tv = OFF)
- e. PD/I-Regler (bei Einstellung von P, D und I)

### **Proportionalbereich, P-Anteil:**

Der Proportionalbereich ist der lineare Bereich des Reglers und wirkt unter- und oberhalb des Sollwertes.  
Er wird in Prozent, bezogen auf den Messbereichsumfang eingestellt.

Beispiel:  $x_p = 5\%$   
Messbereich = 0...200°C, Messbereichsumfang = 200K  
Proportionalbereich = +/- 10K um den Sollwert

Der Proportionalanteil (P) des Stellgrads beträgt beim Anfahren solange 100%, bis der Istwert in den Proportionalbereich eintritt. Nun wird der Stellgrad solange (bis auf 0) reduziert, bis der Istwert dem Sollwert entspricht.

Da Regelprozesse jedoch immer einen gewissen Stellgrad benötigen, wird sich bei einem P-Regler eine bleibende Regelabweichung einstellen.

Diese wird durch den I-Anteil des Reglers ausgeglichen.

### **Nachstellzeit, I-Anteil:**

Der für den Regelprozess erforderliche Stellgrad wird vom I-Anteil des Reglers (I) erzeugt. Mit der Dauer der Regelabweichung wächst hier die Stellgröße an. Es werden andauernd kleine Regelabweichungen durch den I-Anteil aufaddiert. Dadurch ändert sich die Stellgröße so, dass die Regelabweichung schließlich zu Null wird.

Eine durch den I-Anteil erzeugte, zu große Stellgröße, kann nur dann wieder abgebaut werden, wenn sich die Regelabweichung in ihrem Vorzeichen ändert. Wenn also der Sollwert mindestens einmal über- oder unterschritten wurde.

Beim PI-Regler können daher Schwingungen um den Sollwert auftreten.

Insbesondere dann, wenn  $T_n$  zu klein (= I-Anteil zu groß) eingestellt ist.

Des Weiteren ist zu beachten, dass PI-Regler langsamer als P-Regler sind.

### **Vorhaltezeit, D-Anteil:**

Der D-Anteil des Reglers reagiert nicht auf die Dauer, sondern auf die Geschwindigkeit, mit der sich die Differenz zwischen Soll- und Istwert ändert.

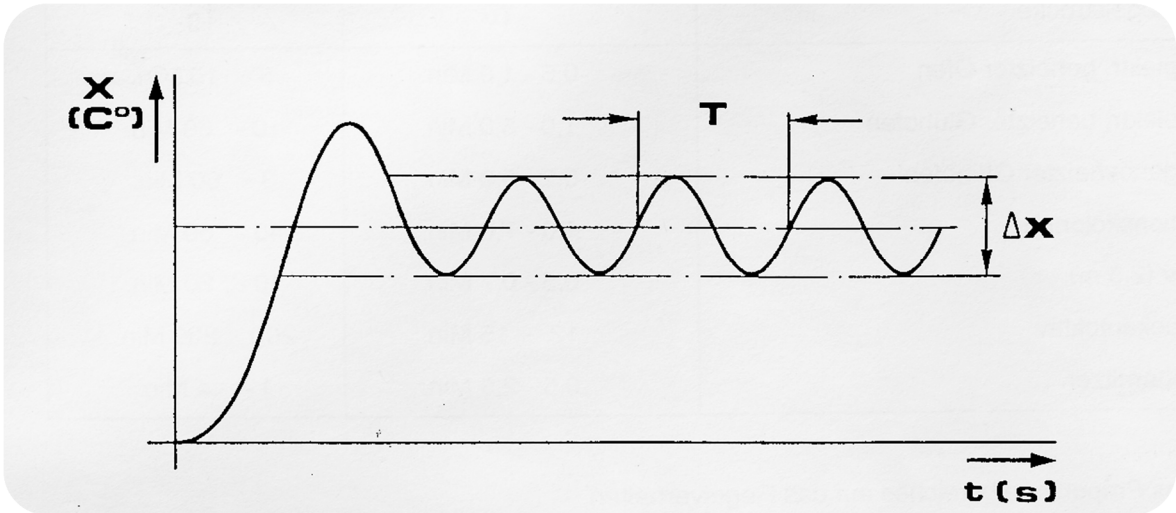
Durch die Änderungsgeschwindigkeit des Istwertes wächst die Stellgröße schneller an, als bei einem P-Regler.

Der PD-Regler benötigt, um die gleiche Stellgröße zu erzielen wie P-Regler, eine um die Vorhaltezeit  $T_v$  verringerte Zeit.

Durch den D-Anteil erreicht man ein schnelles, überschwingfreies Anfahren an den Sollwert.

Der Regler reagiert schneller.

Nachteil: bleibende Regelabweichung.



### Ermittlung des Proportionalbereiches ( $x_p$ )

Der Regler wird mit  $x_p$  (Parameter: P) = OFF betrieben und hat so ein reines ein/aus-Verhalten. Aus der entstehenden Schwingungsamplitude des Istwertes wird der  $x_p$ -Bereich wie folgt errechnet:

$$x_p = \frac{\text{Schwingungsamplitude } (\Delta X) \times 1,5 \dots 2,0 \times 100\%}{\text{Messbereichsumfang}}$$

$$x_p = \frac{1}{K_p} \times 100\% \quad K_p = \text{Proportionalbeiwert des Reglers. Entspricht der Reglerverstärkung}$$

Alternativ kann man den Proportionalbereich (P) auch solange vergrößern, bis die Strecke nicht mehr schwingt.

Einfluss des Proportionalbereiches auf das Regelverhalten:

$x_p$  groß: P-Anteil groß

$x_p$  klein: P-Anteil klein

$x_p$  größer = Verstärkung kleiner: Regelverhalten stabiler, träger. Schwankungsbreite kleiner

$x_p$  kleiner = Verstärkung größer: Regelverhalten weniger stabil. Schwankungsbreite größer

### Ermittlung der Vorhaltezeit (Tv) und Nachstellzeit (Tn):

Der Regler wird mit xp (Parameter: P) = OFF betrieben und hat so ein reines ein/aus-Verhalten. Aus der Schwingungsweite der Amplitude (Amplitudendauer) des Istwertes errechnet sich die Verzugszeit (Tu) der Regelstrecke und aus dieser die Vorhaltezeit (Tv) und Nachstellzeit (Tn) des Reglers.

Bei einem Ein-/Ausschaltverhältnis von ca.1:1 können Tv und Tn annäherungsweise wie folgt errechnet werden:

$$T_u = \frac{\text{Gesamtamplitudendauer (T)}}{4}$$

$$T_v = 0,3 \dots 0,4 \times T_u$$

$$T_n = 5 \times T_v \quad (T_n = \text{OFF bedeutet „unendliche“ Nachstellzeit})$$

Prinzipieller Einfluss von Tv auf das Regelverhalten:

Tv groß: D-Anteil groß

Tv klein: D-Anteil klein

Tv zu klein: Überschwingen

Tv zu groß: „sägezahnförmiges“ Einschwingen

Prinzipieller Einfluss von Tn auf das Regelverhalten:

Tn groß: I-Anteil klein

Tn klein: I-Anteil groß

Tn größer: Regelverhalten träger, Ausregeln langsamer

Tn zu klein: Schwingen

### Wahl der Schaltzykluszeit (C):

Die Schaltzykluszeit sollte nicht größer als  $T_v \times 0,33$  liegen.