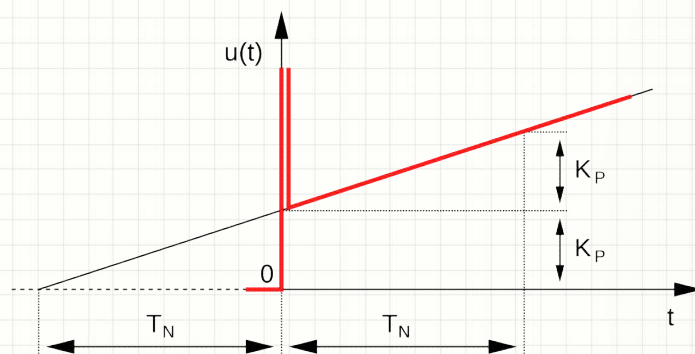
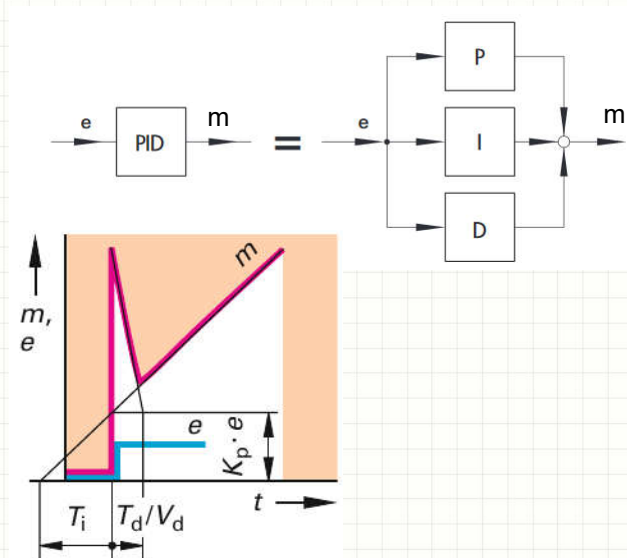


- PID - Regler

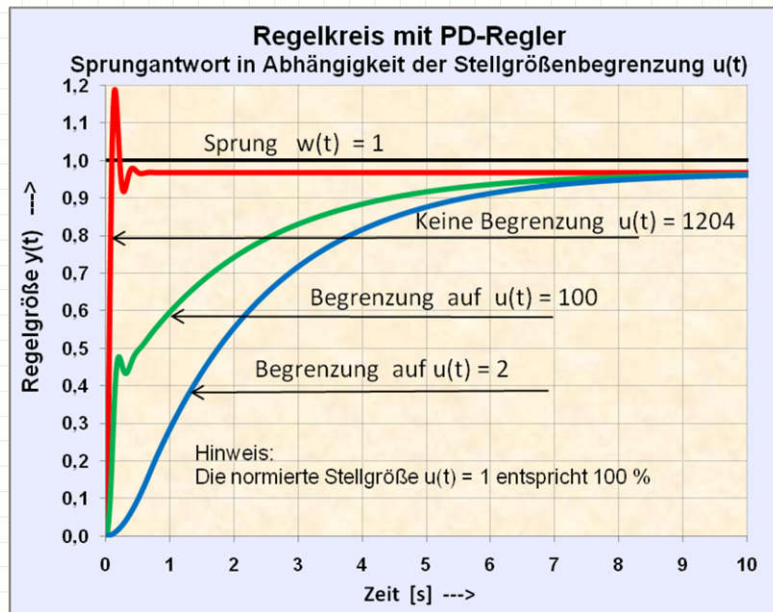
- Kombination aus P-, I- und D-Regler



$$K_{PID} = \frac{K_P}{T_N}$$

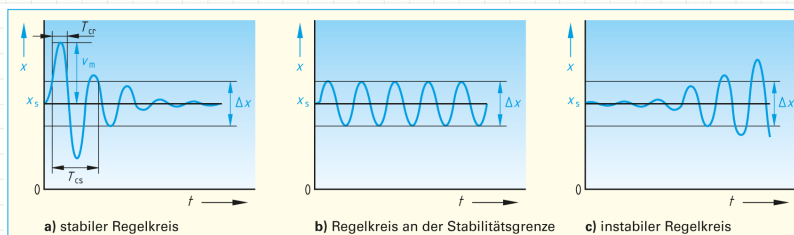
K_{PID} – PID Beiwert
 K_P – Verstärkungsfaktor
 T_N – Nachstellzeit

PID –Regler; $T_N = 1$ (ohne I-Anteil)



3.4.2 Stetige Regler im Regelkreis

- der Regler greift beim Auftreten einer Störgröße z oder bei der Änderung der Führungsgröße w in den Regelkreis ein
- unterschiedlicher Regelverhalten bei Stör- oder Führungsgrößenänderung möglich
- Schwingungen sollten im Regelkreis vermieden bzw. reduziert werden



x_s Sollwert, v_m Überschwingweite, T_{cr} Anregelzeit, T_{cs} Ausregelzeit, Δx Toleranzbereich

- **Überschwingweite v_m** : Erste Amplitude nach Eintritt der Störung
- **Anregelzeit T_{cr}** : Zeitdauer zwischen dem Eintritt der Störung und dem ersten Erreichen des Toleranzbereiches Δx
- **Ausregelzeit T_{cs}** : Zeitdauer zwischen Eintritt der Störung und dem dauerhaften Verbleiben der Regelgröße im Toleranzbereich Δx

Kennzeichen einer guten Regelung:

- **Überschwingweite v_m** klein
- **Anregelzeit T_{cr}** kurz
- **Ausregelzeit T_{cs}** kurz

- Reglerauswahl

Tabelle: Auswahl von Reglern bei bekannter Regelstrecke

Regelstrecke		Regler					
Typ	Beispiel	P	I	PI	PD	PID	Zweipunkt
P ₀	Durchfluss	-	++	++	-	-	-
PT ₁	Druck	+ (S), ++ (F)	+	+ (F), ++ (S)	+	-	+
PT _n	Temperatur	-	-	+	+	++	+
PT _t	Transportmengen	-	+	++	-	-	-
I ₀	Wasserfüllstand	+	--	+	-	-	+
IT ₁	Öfüllstand	+	--	+ (S), ++ (F)	+	+ (F), ++ (S)	+

-- instabil, - nicht geeignet, + geeignet, ++ gut geeignet, (F) bei Führung, (S) bei Störung



3.4.3 Reglereinstellung im Regelkreis

- alle Glieder des Regelkreises müssen durch die Einstellung des Reglers aufeinander abgestimmt werden
- gute Reglereinstellungen sind meist schwierig
- Einstellung nach Chien, Hrones und Reswick (es müssen Verzugszeit und Ausgleichszeit bekannt sein)

Tabelle 2: Reglereinstellwerte nach Chien/Hornes/Reswick für PT_n-Regelstrecken

Regler	Parameter	20% Überschwingen der Regelgröße		Aperiodischer Verlauf der Regelgröße	
		Störung	Führung	Störung	Führung
P	K _{PR}	$0,7 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$	$0,7 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$	$0,3 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$	$0,3 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$
PI	K _{PR}	$0,7 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$	$0,6 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$	$0,6 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$	$0,35 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$
	T _i	$2,3 \cdot T_e$	T _b	$4 \cdot T_e$	$1,2 \cdot T_b$
PID	K _{PR}	$1,2 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$	$0,95 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$	$0,95 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$	$0,6 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$
	T _i	$2 \cdot T_e$	$1,35 \cdot T_b$	$2,4 \cdot T_e$	T _b
	T _d	$0,42 \cdot T_e$	$0,47 \cdot T_e$	$0,42 \cdot T_e$	$0,5 \cdot T_e$

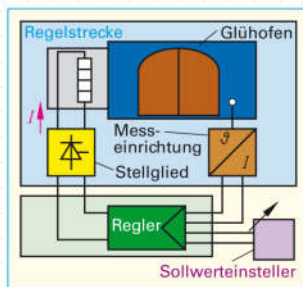
K_{PR} Proportionalbeiwert des Reglers; K_{PS} Proportionalbeiwert der Regelstrecke; T_i Nachstellzeit; T_d Vorhaltezeit; T_e Verzugszeit; T_b Ausgleichszeit

Bei Regelstrecken mit Totzeit wird in die Formeln für T_e die eigentliche Verzugszeit T_e plus die Totzeit T_t eingesetzt.

Bei Regelstrecken ohne Ausgleich wird statt $\frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e}$ der Term $\frac{1}{K_{PS} \cdot T_e}$ in die entsprechende Formel eingesetzt.

Beispiel:

In einem Glühofen soll die Temperatur geregelt werden (**Bild**). Von der Regelstrecke sind die Verzugszeit $T_e = 60$ s, die Ausgleichszeit $T_b = 600$ s und der Proportionalbeiwert $K_{PS} = 10$ K/A bekannt. Die Regelgröße darf um 20% überschwingen. Berechnen Sie mithilfe **Tabelle 2** die Einstellwerte K_{PR} , T_i und T_d für einen PID-Regler, der Störungen gut ausregeln soll.



Lösung:

$$K_{PR} = 1,2 \cdot \frac{1}{K_{PS}} \cdot \frac{T_b}{T_e} = 1,2 \cdot \frac{1}{10 \frac{K}{A}} \cdot \frac{600 \text{ s}}{60 \text{ s}} = 1,2 \frac{A}{K};$$

$$T_i = 2 \cdot T_e = 2 \cdot 60 \text{ s} = 120 \text{ s}; \quad T_d = 0,42 \cdot T_e = 0,42 \cdot 60 \text{ s} = 25,2 \text{ s}$$

- Einstellung nach Ziegler und Nichols (Verzugszeit und Ausgleichszeit unbekannt)
- Regler wird als P-Regler genutzt
- Erhöhung des Proportionalbeiwertes K_{PR} bis System ungedämpft schwingt
- man erhält den kritischen Proportionalbeiwert K_{POR}
- danach wird die Periodendauer der ungedämpften Schwingung gemessen (kritische Schwingungsdauer T_0)
- je nach eingesetzten Regler werden die Werte errechnet

Regler	$K_{PR} \leq$	$T_i \geq$	$T_d \leq$
P	$0,5 \cdot K_{POR}$	–	–
PI	$0,45 \cdot K_{POR}$	$0,85 \cdot T_0$	–
PD	$0,8 \cdot K_{POR}$	–	$0,12 \cdot T_0$
PID	$0,6 \cdot K_{POR}$	$0,5 \cdot T_0$	$0,12 \cdot T_0$

Achtung: Dieses Verfahren kann nicht bei jeder Regelung angewendet werden