

## 5 Regelkreisentwurf

Der Regelkreisentwurf besteht aus den Aufgaben:

- Festlegung der Regelkreisstruktur
- Reglerauswahl
- Einstellung der Reglerparameter

Hier wird sich auf den einschleifigen Regelkreis und einfache empirische Einstellregeln beschränkt.

Reglerauswahl für Streckentypen

Regler	P-T <sub>n</sub> (aperiodisch)	P-T <sub>n</sub> (schwingend)	I-T <sub>n</sub>	T <sub>t</sub>
P	-	-	Ausreichendes Führungsverhalten	-
I	-	-	<b>Instabil</b>	Eingeschränktes Führungs- und Störverhalten
PI	Eingeschränktes Führungsverhalten und Störverhalten	Eingeschränktes Führungsverhalten und Störverhalten	Ausreichendes Störverhalten	Gutes Führungsverhalten und Störverhalten
PD	-	-	Gutes Führungsverhalten	-
PID	Gutes Führungsverhalten und Störverhalten	Gutes Führungsverhalten und Störverhalten	Gutes Störverhalten	-

Falls mathematische Modelle von Regelstrecken bekannt sind:

Synthese der Regelkreise durch Anwendung mathematischer Verfahren vornehmen.

Es sind keine mathematischen Modelle von Regelstrecken vorhanden:

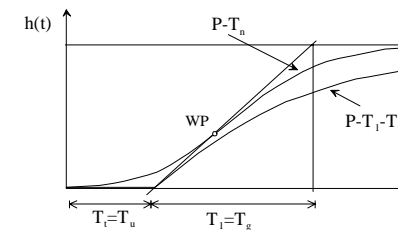
Verwendung empirischer Einstellregeln für die Regler.

### 5.1 Empirische Verfahren

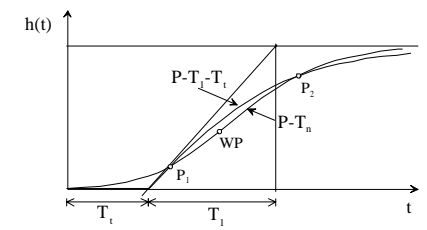
#### 5.1.1 Ziegler-Nichols

Approximation von P-T<sub>n</sub> - Systemen mit Hilfe eines P-T<sub>1</sub>-T<sub>t</sub> - Systems

$$G_s(s) = \frac{K_{PS}}{1 + sT_1} \cdot e^{-sT_t}$$



Reglereinstellungen nach Regelstreckenparameter)



Ziegler-Nichols (bekannte)

Regler	K <sub>PR</sub>	T <sub>N</sub>	T <sub>V</sub>
P	$\frac{T_1}{K_{PS} \cdot T_t}$	-	-
PI	$0,9 \cdot \frac{T_1}{K_{PS} \cdot T_t}$	$3,3 \cdot T_t$	-
PID	$1,2 \cdot \frac{T_1}{K_{PS} \cdot T_t}$	$2,0 \cdot T_t$	$0,5 \cdot T_t$

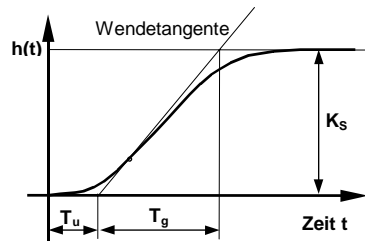
Reglereinstellungen nach Ziegler-Nichols (unbekannte Regelstreckenparameter)

Regler	$K_{PR}$	$T_N$	$T_V$
P	$0,50 \cdot K_{PR-kritisch}$	-	-
PI	$0,45 \cdot K_{PR-kritisch}$	$0,83 \cdot T_{kritisch}$	-
PID	$0,60 \cdot K_{PR-kritisch}$	$0,50 \cdot T_{kritisch}$	$0,125 \cdot T_{kritisch}$

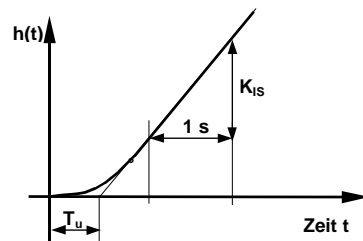
$K_{PR-kritisch}$  und  $T_{kritisch}$  werden experimentell ermittelt – VORSICHT!

### 5.1.2 Chien-Hrones-Reswick

Näherungsweise Parameterermittlung der Strecke aus der Übergangsfunktion



P-T<sub>n</sub>-Strecke



I-T<sub>n</sub>-Strecke

$T_u$  ist die Verzugszeit (Ersatztotzeit),  $T_g$  die Ausgleichzeit (Ersatzzeitkonstante),

$K_S$  der Übertragungsbeiwert,  $K_{IS}$  der Integrationsbeiwert der Regelstrecke.

Reglereinstellung

Die Reglereinstellung erfolgt in Abhängigkeit der Aufgabe und des erwünschten Übergangsverhaltens des geschlossenen Regelkreises nach den untenstehenden Tabellenwerten.

Strecken ohne I-Verhalten

Regler-typ	Mit ca. 20% Überschwingen (D =0,45)		Aperiodisch (zeitoptimal)	
	Führung	Störung	Führung	Störung
P	$K_R = 0,71 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$	$K_R = 0,71 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$	$K_R = 0,3 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$	$K_R = 0,3 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$
PI	$K_R = 0,59 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $T_n = T_g$	$K_R = 0,71 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $T_n = 2,3 \cdot T_u$	$K_R = 0,34 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $T_n = 1,2 \cdot T_g$	$K_R = 0,59 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $T_n = 4 \cdot T_u$
PID	$K_R = 0,95 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $T_n = 1,35 \cdot T_g$ $T_v = 0,47 \cdot T_u$	$K_R = 1,2 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $T_n = 2 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$	$K_R = 0,59 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $T_n = T_g$ $T_v = 0,5 \cdot T_u$	$K_R = 0,95 \cdot \frac{1}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $T_n = 2,4 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$

Strecken mit I-Verhalten

Regler-typ	Mit ca. 20% Überschwingen (D =0,45)		Aperiodisch (zeitoptimal)	
	Führung	Störung	Führung	Störung
P	$K_R = 0,71 \cdot \frac{1}{K_{IS}} \cdot \frac{1}{T_u}$	$K_R = 0,71 \cdot \frac{1}{K_{IS}} \cdot \frac{1}{T_u}$	$K_R = 0,3 \cdot \frac{1}{K_{IS}} \cdot \frac{1}{T_u}$	$K_R = 0,3 \cdot \frac{1}{K_{IS}} \cdot \frac{1}{T_u}$
PD	$K_R = 0,95 \cdot \frac{1}{K_{IS}} \cdot \frac{1}{T_u}$ $T_v = 0,47 \cdot T_u$	$K_R = 1,2 \cdot \frac{1}{K_{IS}} \cdot \frac{1}{T_u}$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$	$K_R = 0,59 \cdot \frac{1}{K_{IS}} \cdot \frac{1}{T_u}$ $T_v = 0,5 \cdot T_u$	$K_R = 0,95 \cdot \frac{1}{K_{IS}} \cdot \frac{1}{T_u}$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$

Strecken mit I-Verhalten neigen mit PI und PID-Reglern bei Führungsänderungen zu Schwingungen.