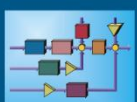




Jörg Kahlert

Aufgabensammlung Regelungstechnik



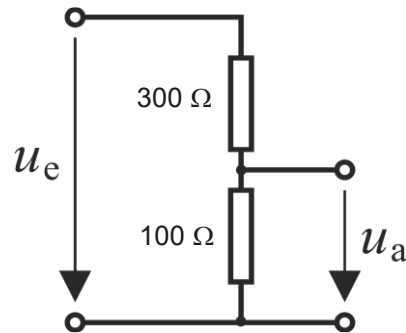
Ingenieurbüro Dr. Kahlert

Teil I

Aufgaben

Aufgabe 2.14

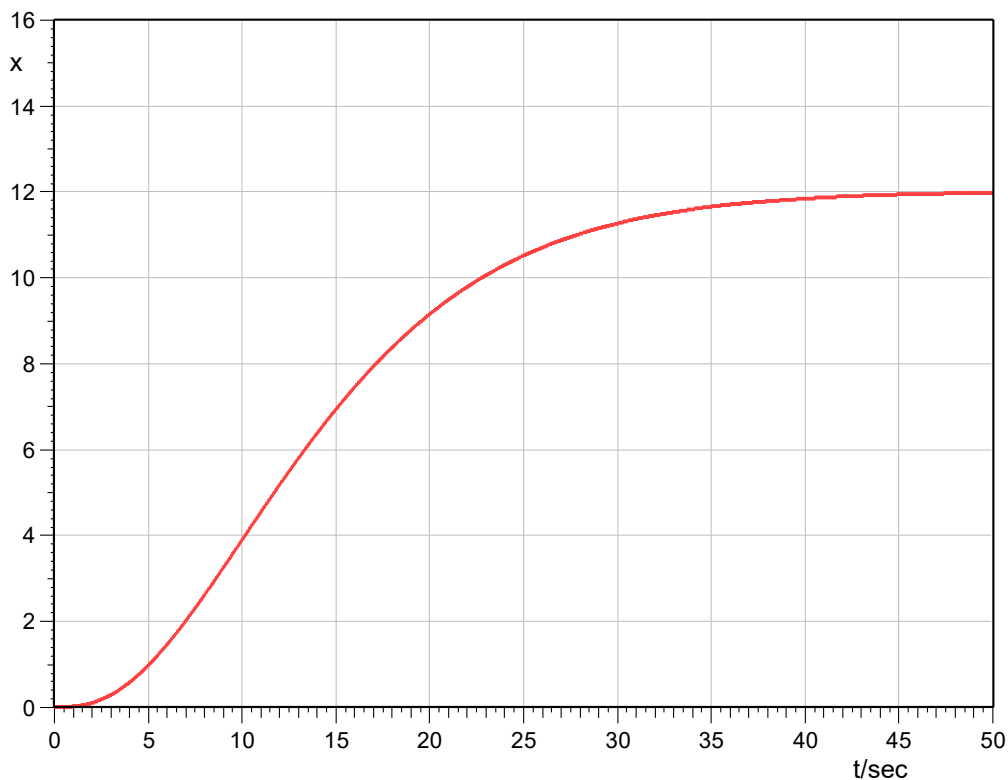
Gegeben ist das nachfolgend dargestellte elektrische Netzwerk. Eingangsgröße ist die Spannung u_e , Ausgangsgröße die Spannung u_a .



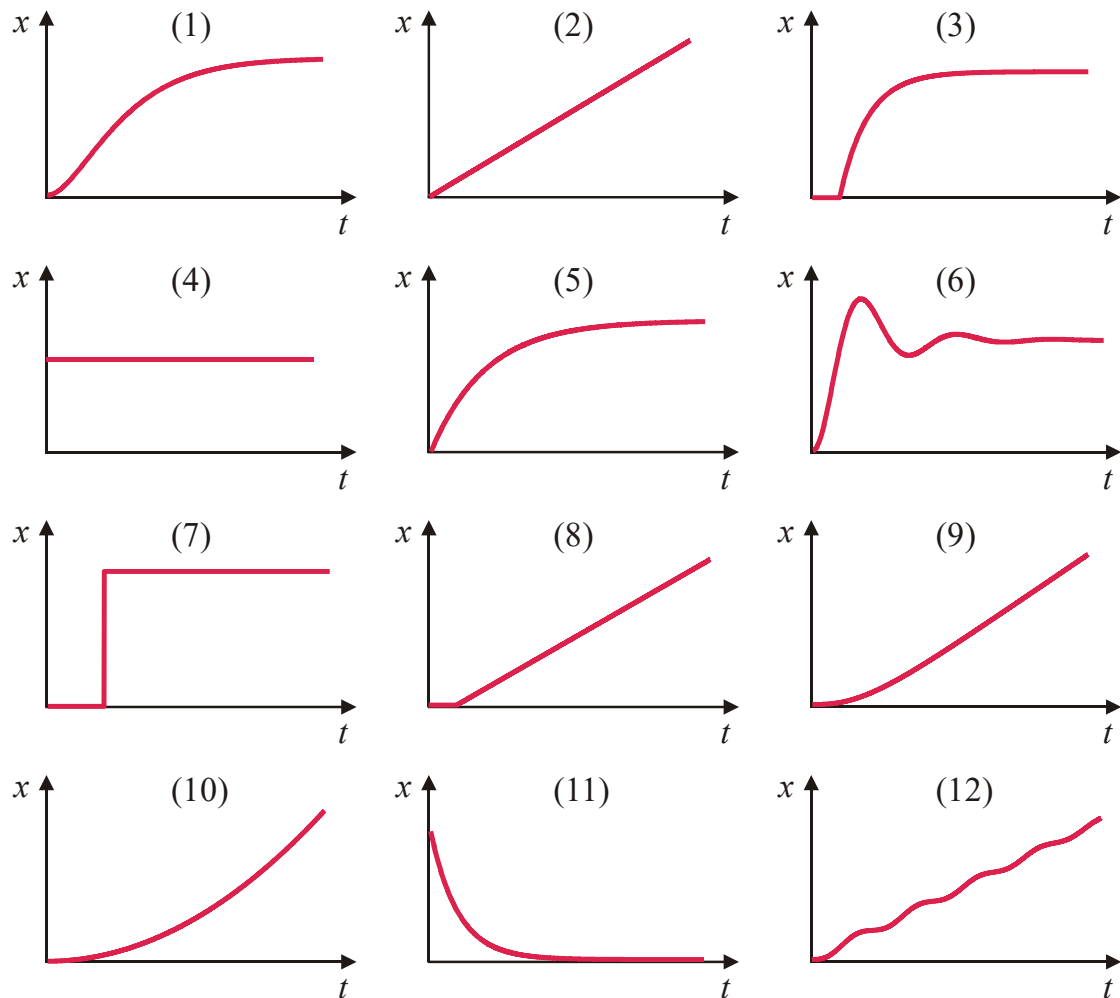
- Um welchen regelungstechnischen Systemtyp handelt es sich (Kurzbezeichnung)?
- Geben Sie den Proportionalbeiwert des Systems an (incl. Einheit).

Aufgabe 2.15

Gegeben sei nachfolgende Sprungantwort einer P-T₂-Regelstrecke bei einem Eingangsgrößen-sprung der Höhe $\Delta y = 1$.



- Ermitteln Sie Proportionalbeiwert, Verzugszeit und Ausgleichzeit der Strecke.
- Beurteilen Sie die Regelbarkeit der Strecke anhand der im Anhang angegebenen Tabelle.



Aufgabe 2.35

Welche Eingangssignaltypen (Testsignale) werden in der Regelungstechnik häufig zur Analyse des dynamischen Verhaltens der Regelstrecke benutzt?

Aufgabe 2.36

Wie ist der mathematische Zusammenhang zwischen Impuls-, Sprung- und Rampenantwort einer Regelstrecke?

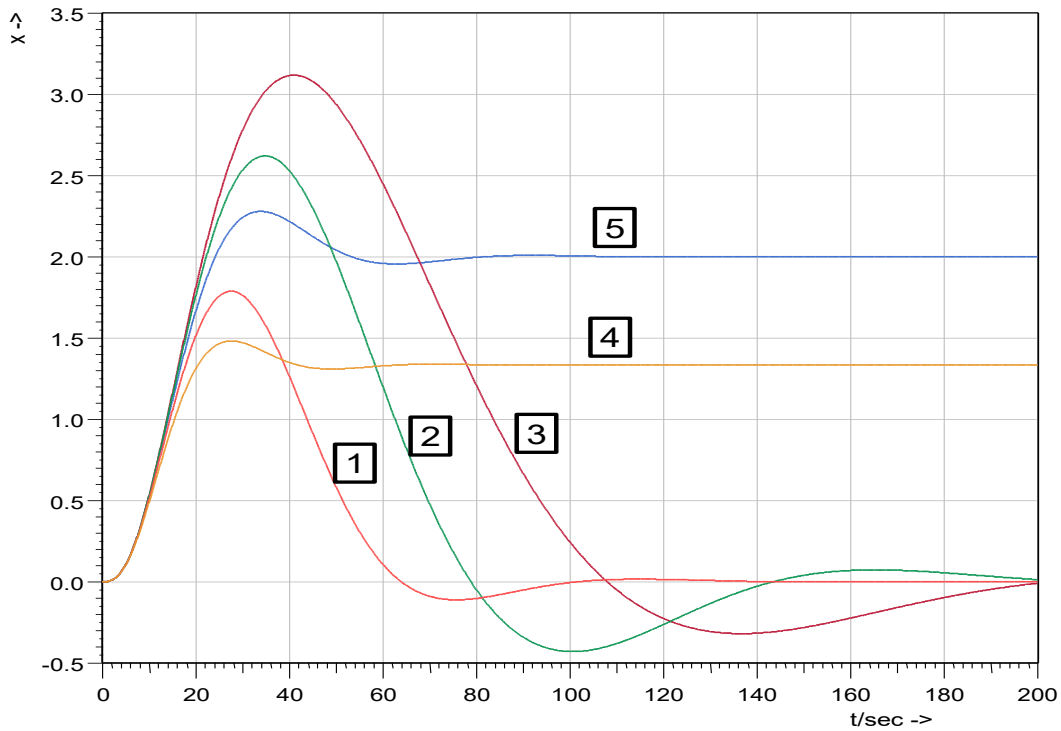
Aufgabe 2.37

Nennen Sie Beispiele für Energiespeicher in einem ...

- ... mechanischen System
- ... elektrischen System
- ... Strömungssystem
- ... thermischen System

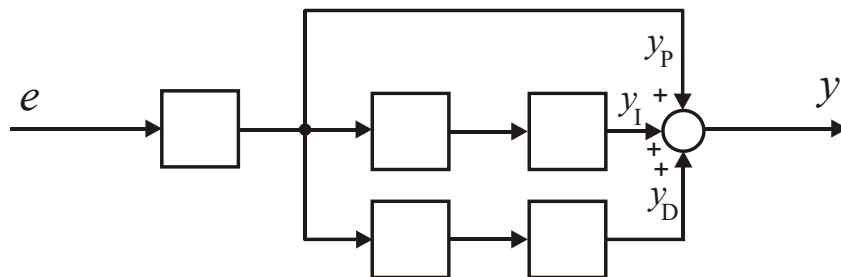
Aufgabe 2.38

Nachfolgende Grafik zeigt die vier Klassen linearer Übertragungsglieder:



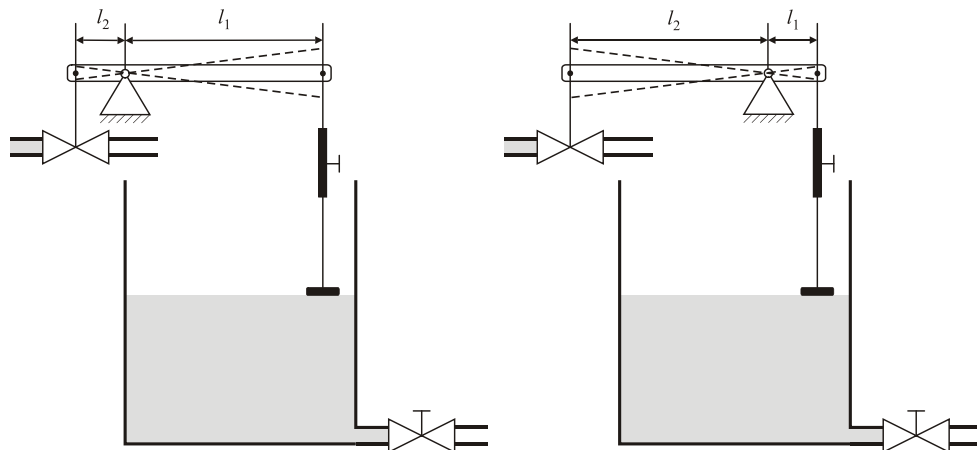
Aufgabe 3.36

Nachfolgende Grafik zeigt die Struktur eines (technischen) PID-Reglers. Tragen Sie in die leeren Boxen die entsprechenden Reglerparameter bzw. Formelzeichen/Formeln ein!



Aufgabe 3.37

Nachfolgende Grafik zeigt die Füllstandsregelung eines Behälters über einen mechanischen P-Regler (Hebel) für zwei unterschiedliche Positionen des Hebel-Drehpunktes. Erläutern Sie, wie sich diese Position auf den Proportionalbereich des Reglers auswirkt!



Teil II

Lösungen

Aufgabe 2.21

- a) Nachfolgende Grafik zeigt die Ermittlung der Strecken-Kennwerte. Mit Hilfe der Wendetangente ergibt sich für die Verzugszeit

$$T_e = 4 \text{ sec}$$

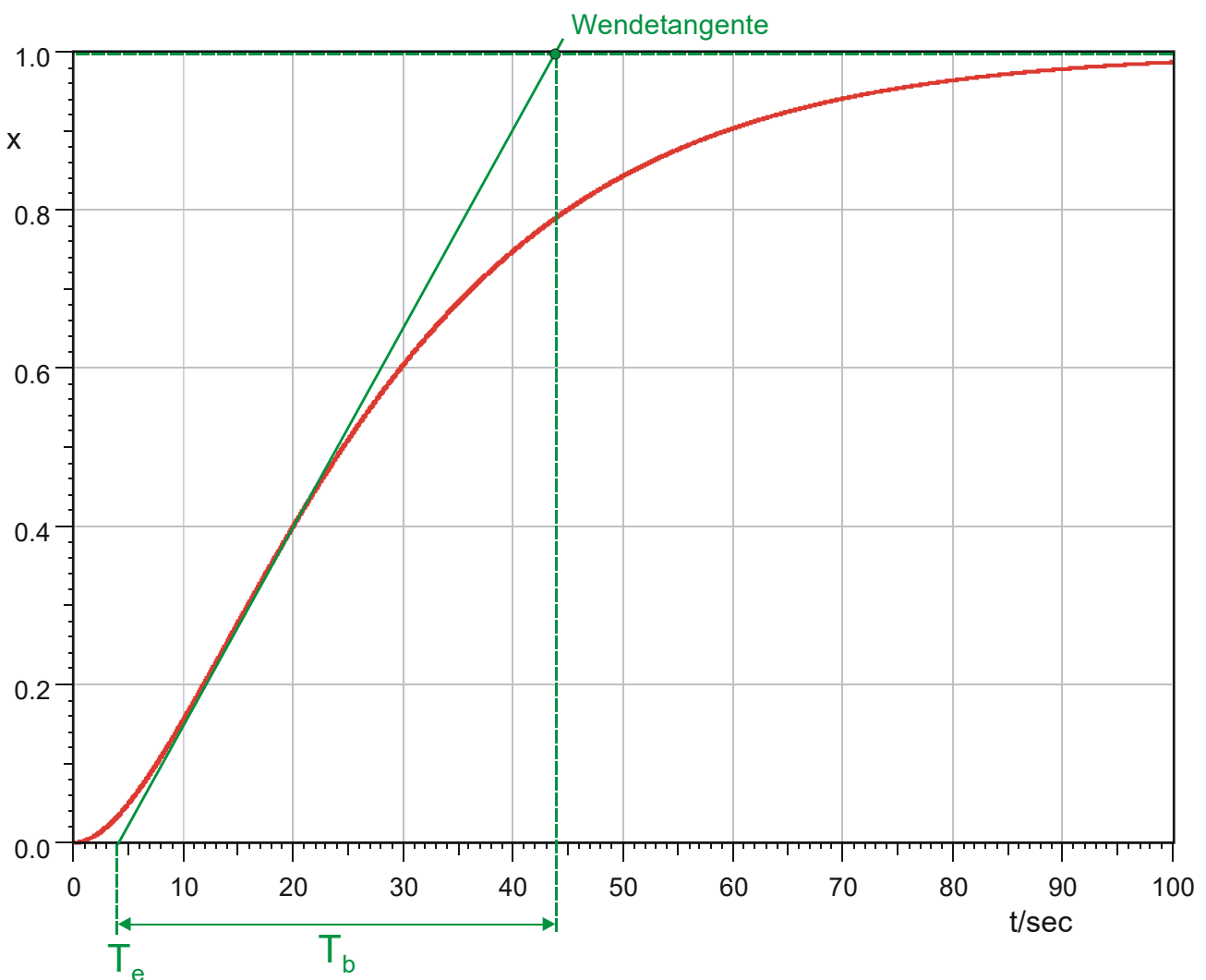
und für die Ausgleichszeit

$$T_b = 44 \text{ sec} - 4 \text{ sec} = 40 \text{ sec}.$$

Für den Quotienten aus beiden Zeiten erhält man

$$\frac{T_e}{T_b} = \frac{4}{40} = 0.1,$$

d. h., die Regelstrecke ist gut regelbar.



- b) Aus $\frac{T_b}{T_e} = 10$ ergibt sich aus der Tabelle des Wendetangenten-Verfahrens für μ ein Wert von 0.6 und für $\frac{T_b}{T_1}$ ein Wert von 2.15. Damit ergibt sich für die erste Zeitkonstante ein Wert von

$$T_1 = \frac{T_b}{2.15} = 18.6 \text{ sec}.$$

Für die zweite Zeitkonstante ergibt sich damit ein Wert von

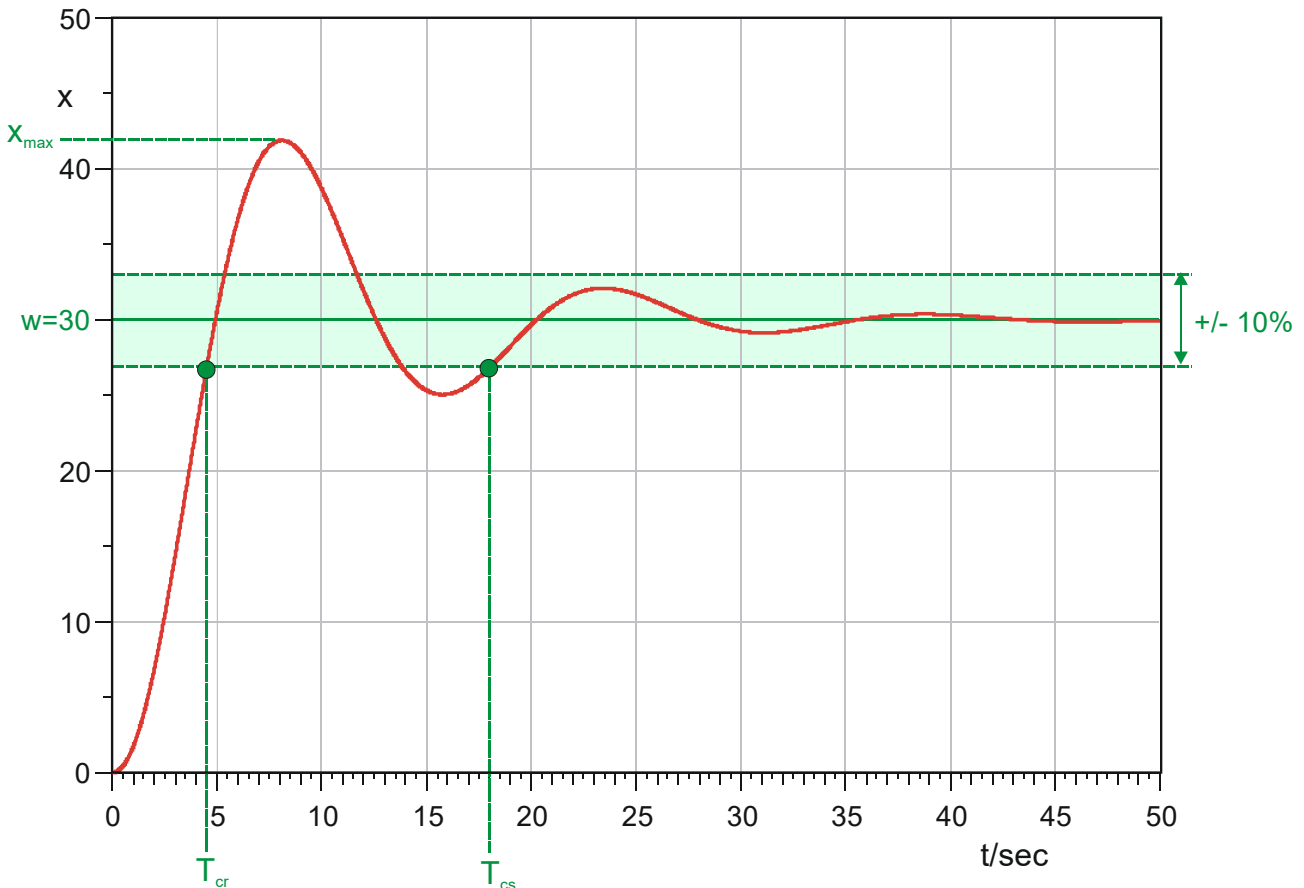
Aufgabe 3.30

Nachfolgende Grafik zeigt die Ermittlung der Kennwerte. Es ergeben sich folgende Werte:

$$T_{cr} = 4.5 \text{ sec}, T_{c2} = 18 \text{ sec}$$

$$x_m = \frac{x_{max} - x_{\infty}}{x_{\infty}} \cdot 100 \% = \frac{42 - 30}{30} \cdot 100 \% = 40 \%$$

Die bleibende Regeldifferenz e_b beträgt 0 (PI-Regler).

**Aufgabe 3.31**

Nachfolgende Grafik zeigt die Ermittlung der Vorhaltezeit für die drei Fälle. Nach Ablauf der Vorhaltezeit liefern P- und D-Komponente des Reglers jeweils denselben Stellgrößenanteil. Es ergeben sich folgende Werte:

- 1) $T_d = 2 \text{ sec}$ 2) $T_d = 1.5 \text{ sec}$ 3) $T_d = 0.5 \text{ sec}$

Einstellregeln nach *Chien, Hrones* und *Reswick* für Strecken mit Ausgleich

Typ	mit Überschwingen	
	Störung	Führung
P	$K_{PR} = 0.71 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$	$K_{PR} = 0.71 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$
PI	$K_{PR} = 0.71 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$ $T_i = 2.3 \cdot T_e$	$K_{PR} = 0.59 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$ $T_i = T_b$
PID	$K_{PR} = 1.2 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$ $T_i = 2.3 \cdot T_e$ $T_d = 0.42 \cdot T_e$	$K_{PR} = 0.95 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$ $T_i = 1.35 \cdot T_b$ $T_d = 0.47 \cdot T_e$

Typ	ohne Überschwingen	
	Störung	Führung
P	$K_{PR} = 0.3 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$	$K_{PR} = 0.3 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$
PI	$K_{PR} = 0.59 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$ $T_i = 4 \cdot T_e$	$K_{PR} = 0.34 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$ $T_i = 1.2 \cdot T_b$
PID	$K_{PR} = 0.95 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$ $T_i = 2.4 \cdot T_e$ $T_d = 0.42 \cdot T_e$	$K_{PR} = 0.59 \frac{T_b}{K_{PS} \cdot T_e}$ $T_i = T_b$ $T_d = 0.5 \cdot T_e$

Einstellregeln nach *Chien, Hrones* und *Reswick* für Strecken ohne Ausgleich

Typ	mit Überschwingen	
	Störung	Führung
P	$K_{PR} = 0.71 \frac{1}{K_{IS} \cdot T_e}$	$K_{PR} = 0.71 \frac{1}{K_{IS} \cdot T_e}$
PI	$K_{PR} = 0.71 \frac{1}{K_{IS} \cdot T_e}$ $T_i = 2.3 \cdot T_e$	$K_{PR} = 0.59 \frac{1}{K_{IS} \cdot T_e}$ $T_i = \infty$
PID	$K_{PR} = 1.2 \frac{1}{K_{IS} \cdot T_e}$	$K_{PR} = 0.95 \frac{1}{K_{IS} \cdot T_e}$