

Lernziel:

Dimensionierung von P, PI- und PID-Regler nach Chien, Hrones und Reswick
Vertiefung im Umgang mit Matlab-Simulink.

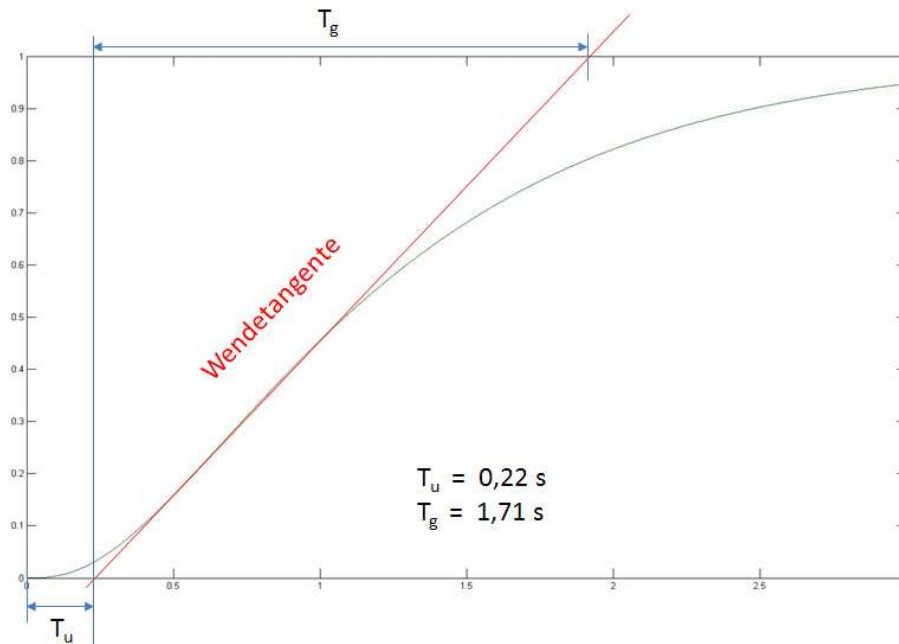
1. Einführung

Für die Bestimmung von Parameter der zur Anwendung kommenden Regler ist die mathematische Beschreibung des zu regelnden Systems erforderlich. Ist diese bekannt, können verschiedene Verfahren angewendet werden.

Ist das zu regelnde System aber mathematisch unbekannt, bietet sich in vielen Fällen das Verfahren nach Chien, Hrones und Reswick an. Dabei wird die **Sprungantwort**, also die Aufnahme der Reaktion des Systems auf einen Führungsgrößensprung aufgezeichnet. Man nennt die Sprungantwort auch **Übergangsfunktion**, nicht zu verwechseln mit Übertragungsfunktion.

An diese Sprungantwort wird eine sogenannte **Wendetangente** angelegt und daraus die Verzugszeit (T_u) und Ausgleichzeit (T_g) ermittelt. Dieses Verfahren birgt natürlich die Gefahr der Ungenauigkeit beim Zeichnen der Wendetangente. Meistens erhält man aber brauchbare Ergebnisse, die bei Bedarf mit wenig Aufwand nachgebessert werden können.

Hier ein Beispiel:

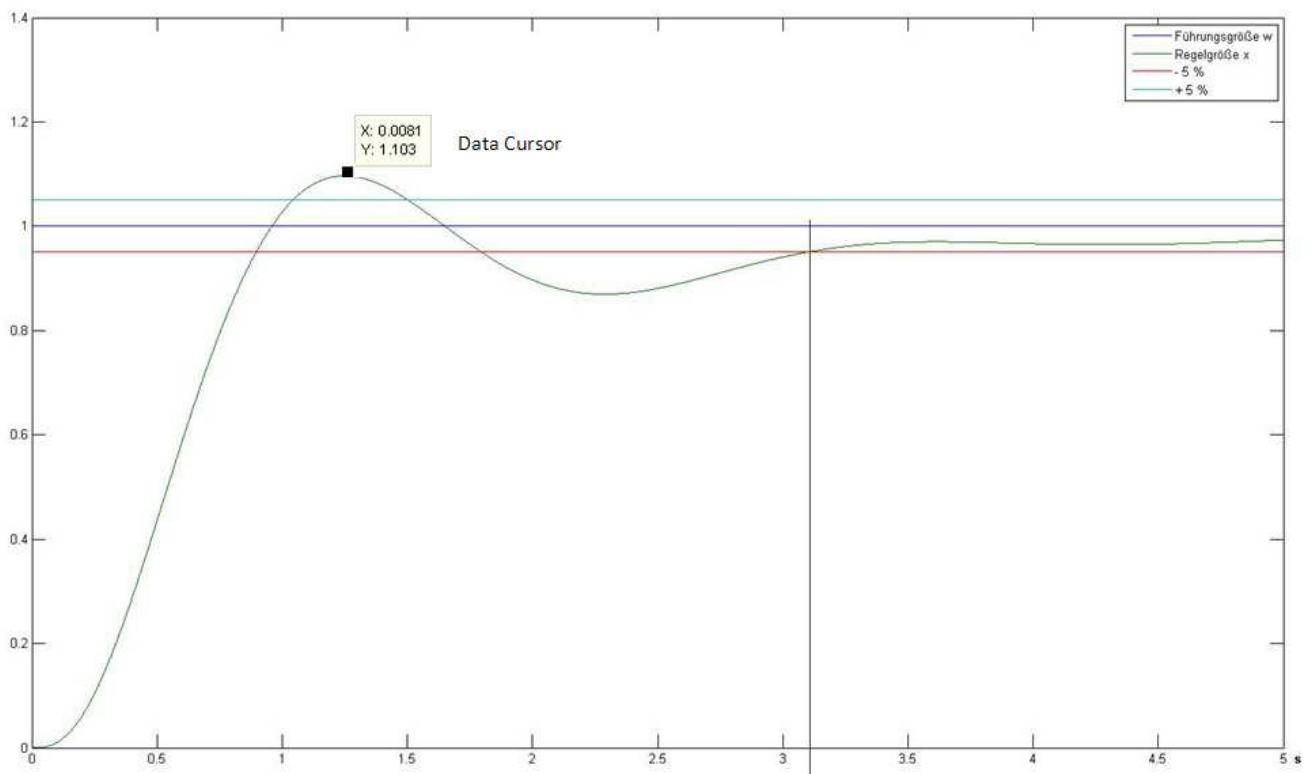


T_u und T_g können nun an der Zeitachse gemessen werden. Hier können sich natürlich auch Messfehler einschleichen.

Für die 3 Standard-Regler P, PI und PID können nun die Regel-Parameter nach Chien, Hrones und Reswick aus den Kennwerten T_u und T_g nach folgender Tabelle ermittelt werden.

	für Führung , aperiodischer Verlauf	
P-Regler	$K_p = 0,3 \cdot \frac{T_g}{T_u}$	<p>In unserem Beispiel haben wir für $T_u = 0,22$ s und $T_g = 1,71$ s erhalten. Somit erhalten wir für einen PI-Regler, auf Führung geregelt</p> $K_p = 0,35 \cdot \frac{T_g}{T_u} = 0,35 \cdot \frac{1,71s}{0,22s} = 2,72$ $T_N = 1,2 \cdot T_g = 1,2 \cdot 1,71s = 2,05s$ <p>Damit erhalten wir nun</p> $K_I = \frac{K_P}{T_N} = \frac{2,72}{2,05s} = 1,33s^{-1}$
PI-Regler	$K_p = 0,35 \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $T_N = 1,2 \cdot T_g$ $K_I = \frac{K_P}{T_N}$	
PID-Regler	$K_p = 0,6 \cdot \frac{T_g}{T_u}$ $K_I = \frac{K_P}{T_N}$ $K_D = T_V \cdot K_P$ $T_N = 1 \cdot T_g$ $T_V = 0,5 \cdot T_u$	

Die Sprungantwort mit PI-Regelung im geschlossenen Kreis dieses Beispiels sieht dann wie folgt aus:



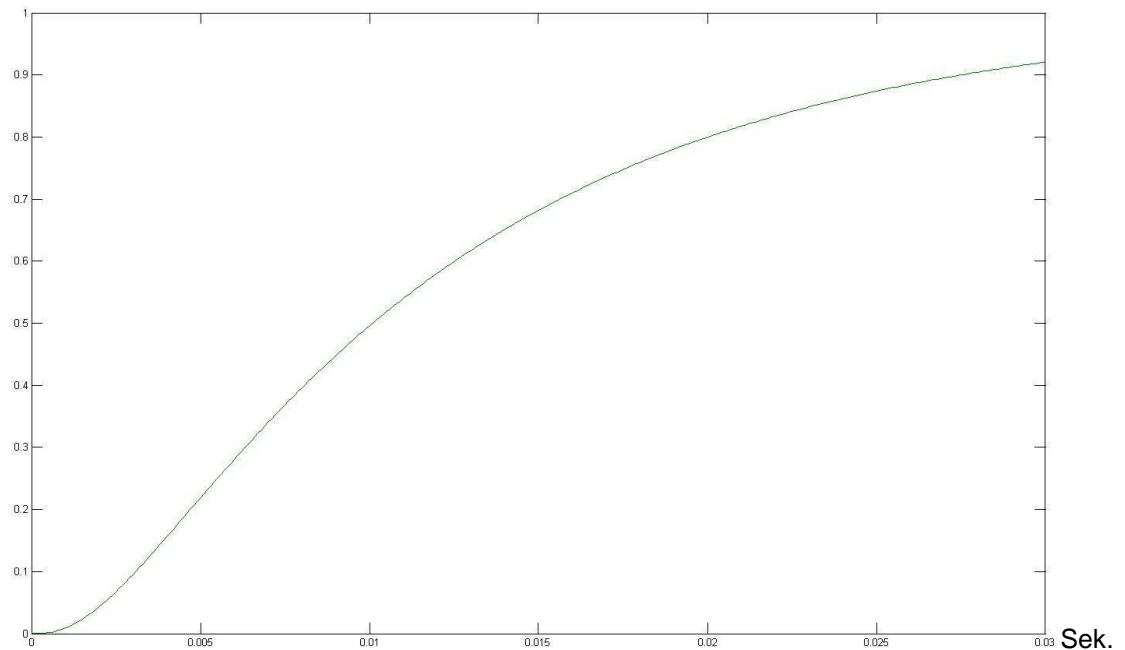
Das System gilt als eingeschwungen, wenn die Regelgröße x im Toleranzband von $\pm 5\%$ bleibt. In diesem Beispiel ist das bei ca. 3,1 s.

Auch wenn das Ergebnis nicht so schön ist wie bei anderen Verfahren, ist dies doch ein gut funktionierender Regler.

Wenn dieses Ergebnis noch nicht zufrieden stellt, kann man die Parameter des Reglers noch feinfühlig verändern. Dabei ist immer zwischen der Höhe des Überschwingers und der Einschwingzeit abzuwägen

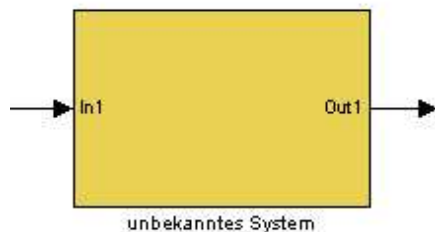
2. Gegebenes System

Messtechnisch wurde folgende Sprungantwort aufgenommen.



Zeichnen Sie zur Vorbereitung auf den Versuch die Wendetangente ein und ermitteln Sie die Zeiten T_g und T_u .

An Ihrer Arbeitsstation finden Sie unter D:/Versuch5 die Datei **StreckeV5.mdl**.



Natürlich kann ein mathematisch unbekanntes System nicht simuliert werden.

In unserem Versuch erhalten Sie die links dargestellte gegebene Strecke, die uns bekannte Zeitkonstanten enthält.

Somit können wir den Versuch als Simulation mit Matlab-Simulink ausführen.

3. Versuchsdurchführung

Arbeitsstation, User-Name: **Versuch5**, kein Password.

Achten Sie darauf, dass Sie im Matlab-Controll-Window das zum Versuch passende Arbeitsverzeichnis „D:\Versuch5“ eingestellt haben.

- 3.1 Dimensionieren Sie einen **PI**- sowie einen **PID-Regler** nach Chien, Hrones und Reswick für die Strecke der aufgenommenen Sprungantwort für Führung.

Tip: Nehmen Sie dazu **m-Files** zu Hilfe, auch zum Berechnen von T_g und T_u aus den gemessenen Längen.

Erstellen Sie Modelle mit den Reglertypen PI und PID. Verwenden Sie als zu regelndes System die als unbekannt angenommene Strecke mit dem Namen **StreckeV5.mdl**.

- 3.2 Simulieren Sie nun, wie sich die Systeme beim Umschalten eines Führungsgrößen-sprungs verhalten.

Ausdruck der Ergebnisse, auf denen auch die Berechnungsformeln, Legende und X-Achsenbeschriftung angegeben sind.

Optimieren Sie die Ergebnisse, indem Sie die Faktoren vor T_N und K_P neu berechnen lassen und prüfen Sie die Ergebnisse

Ausdruck der nun optimierten Ergebnisse wie vor.

- 3.3 Mit den unter 3.2 optimierten Reglern untersuchen Sie nun die Reaktion von P-, PI- und PID-Regelung auf Störung.

Ausdruck der Ergebnisse wie vor.

- 3.4 Vergleichen Sie die einzelnen Ergebnisse. Kurze Diskussion.