

2.1 Physikalische Modellbildung

(V1) Wie können Sie das Fahrzeug geradeaus fahren lassen? Wie lassen Sie es eine Linkskurve oder eine Rechtskurve fahren? Wie beeinflussen Sie den Kurvenradius?

Die Geradeausfahrt des Fahrzeuges unter Annahme dass das Modell das Fahrzeug vollständig beschreibt und dass keine Störung auftritt lässt sich ermöglichen, indem ein gleiches, von 0 verschiedenes Signal $u(t)$ an die Signaleingänge für das Tastbreitenverhältnis der Stromrichter für Motoren M1 und M2 geschaltet wird. Idealerweise ist die Winkelgeschwindigkeit an beiden Rädern dann gleich.

Die Rechtskurve wird durch eine leichte Verringerung der Winkelgeschwindigkeit des rechten Rades ermöglicht, eine Linkskurve entsprechend durch eine Verringerung der Winkelgeschwindigkeit des linken Rades.

Damit ergibt sich das Modell der Regelstrecke zu

$$\dot{\phi}(t) = b u(t), \quad \phi(0) = \phi_0.$$

(V2) Nehmen Sie für die Vorbereitung $b = 0,35$ und $\phi(0) = 0$ an und zeichnen Sie den Ausgang $\phi(t)$ des Systems, wenn Sie am Eingang folgendes Signal verwenden:

$$u(t) = \begin{cases} 4 & \text{für } t \geq 0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Tipp: Finden Sie eine explizite Darstellung für $\phi(t)$, indem Sie die Differentialgleichung (1) lösen.

$$\dot{\phi}(t) = b u(t) \Leftrightarrow \phi(t) = b \int_0^t u(t) dt + \phi_0 = 4 b t = 1,4 b t$$

(V3) Ist die Regelstrecke (1) mit den Parametern aus der vorherigen Aufgabe stabil? Wie überprüfen Sie generell ein System auf Stabilität?

Ein System ist stabil, wenn dessen innerer Zustand mit einer Anregung mit einem Energiesignal asymptotisch gegen 0 läuft:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} |\phi(t)| \stackrel{!}{=} 0$$

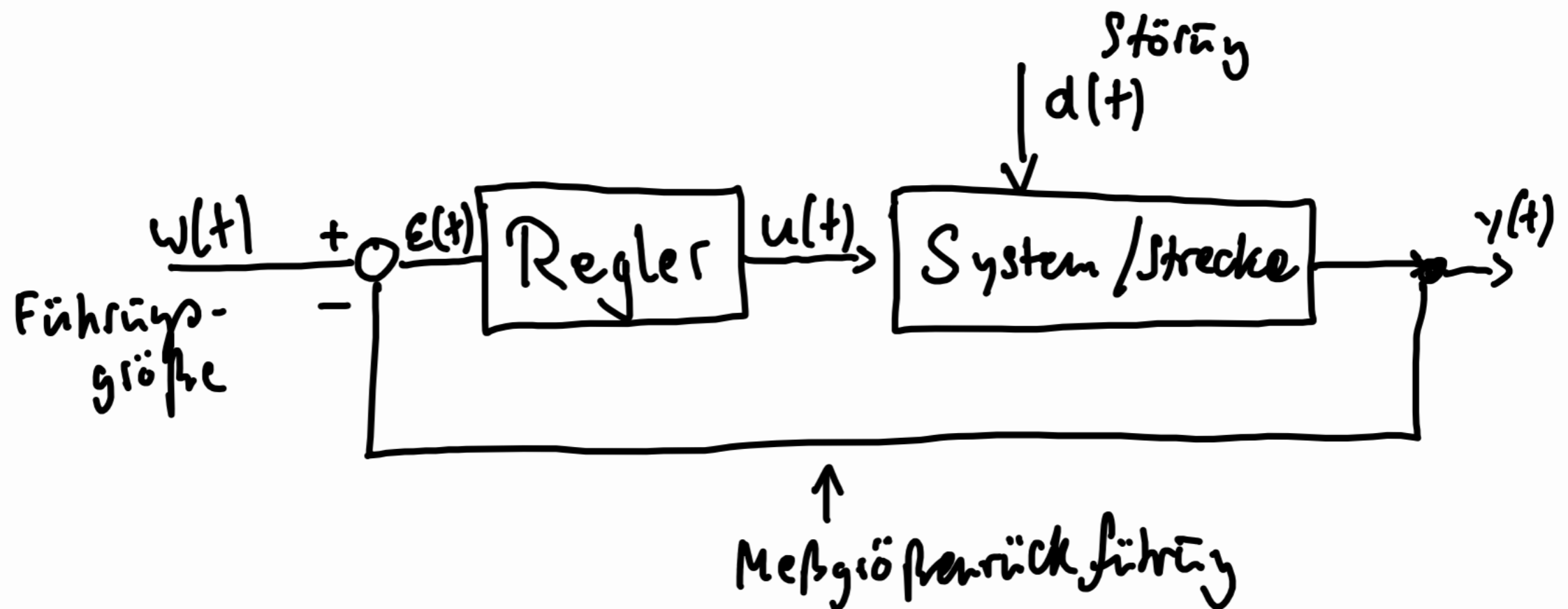
Offenbar ist die Bedingung nicht erfüllt, denn bei einer Anregung mit einem endlichen positiven Signal kann das Integral nicht gegen 0 konvergieren.

(V4) Während des Versuchs müssen Sie selbst eine Sprungantwort aufnehmen und daraus auf den Faktor b schließen. Überlegen Sie, wie b die Sprungantwort beeinflusst und wie Sie aus einer gemessenen Sprungantwort auf b schließen können? *Tipp: Lösen Sie die Differentialgleichung oder berechnen Sie die Bewegungsgleichung mit b als variable Größe.*

Es muss die Winkelgeschwindigkeit nach einer beliebigen positiven Zeit t_1 bestimmt werden und durch t_1 dividiert werden:

$$b = \frac{\phi(t)|_{t=t_1}}{t_1}$$

- (V5) Zeichnen Sie den Standardregelkreis und beschriften Sie diesen vollständig.



- Als Regler soll nun ein P-Regler verwendet werden. Zur Erinnerung: Ein P-Regler bildet das aktuelle Stellsignal nur auf Basis der aktuellen Regeldifferenz. Allgemein berechnet sich das Stellsignal dann zu

$$u(t) = -k_p(\phi(t) - w(t)), \quad (2)$$

wobei k_p die proportionale Verstärkung des Reglers beschreibt.

- (V6) Stellen Sie das Modell des geschlossenen Regelkreises auf, dass sich aus der Regelstrecke (1) und dem Regler (2) ergibt.

$$\dot{\phi}(t) = b u(t) = k_p b (w(t) - \phi(t))$$

- (V7) Können Sie die Regelstrecke mit einem P-Regler (Proportionalregler) stabilisieren? Wenn ja, für welche Reglerparameter ist dies möglich? *Tipp: Untersuchen Sie das Modell des geschlossenen Regelkreises auf Stabilität.*

$$\dot{\phi}(t) = -k_p b \phi(t) + k_p b w(t)$$

$$\lambda + k_p b = 0 \Leftrightarrow -k_p b = \lambda$$

Damit der Realteil des Eigenwertes negativ bleibt:

$$k_p \cdot b > 0$$

- (V8) Wird ein konstanter Sollwert

$$w(t) = \begin{cases} \bar{w} & \text{für } t \geq 0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

ohne bleibende Regelabweichung angenommen? *Tipp: Untersuchen Sie, was passiert, wenn sich der Regelkreis im eingeschwungenen Zustand ($\lim_{t \rightarrow \infty} \phi(t) = \bar{\phi}$) befindet.*

Es gibt keine Verlustmechanismen, keine Störung und keinen integralen Anteil in der Regelstrecke, daher kann es auch keine statische Regelabweichung geben.