

Abschlusspräsentation zum Colpitts Oszillator

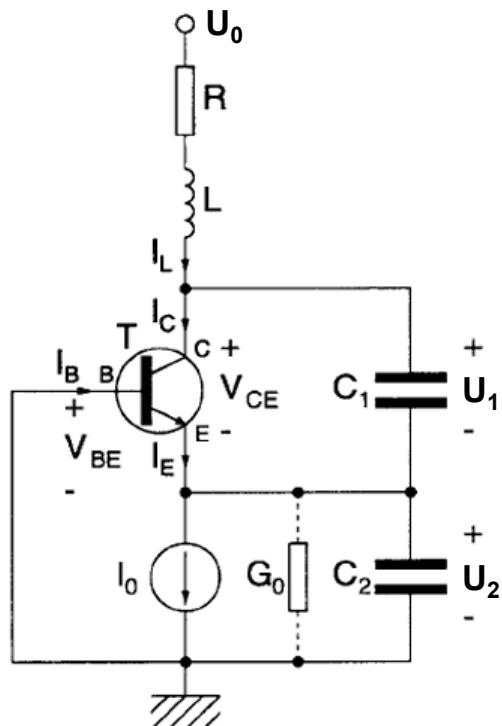
Lennart und Richard Mende (25EIM-AT)

GLIEDERUNG

1. Modellbildung
2. Gleichgewichtslage und Stabilität
3. Simulink-Modell der Regelstrecke
4. Regelung durch lineare Zustandsrückführung
5. Regelung durch Eingangs-Ausgangs-Linearisierung
6. Zusammenfassung

1. Modellbildung

Schaltkreis



Zustandsraummodell

$$\dot{U}_1 = -\frac{I_S}{C_1} \exp\left(-\frac{U_2}{U_T}\right) + \frac{1}{C_1} I_L$$

$$\dot{U}_2 = \frac{1}{C_2} I_L - \frac{1}{C_2} I_0$$

$$\dot{I}_L = -\frac{1}{L} U_1 - \frac{1}{L} U_2 - \frac{R}{L} I_L + \frac{1}{L} U_0$$

Parameterwerte

$$I_S = 10 \text{ nA}$$

$$U_T = 26 \text{ mV}$$

$$C_1 = 100 \text{ nF}$$

$$C_2 = 1 \mu\text{F}$$

$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

$$L = 100 \text{ mH}$$

Quelle: G.M. Maggio et al., Nonlinear Analysis of the Colpitts Oscillator and Applications to Design, IEEE Trans. Circuits and Systems 46, 1118-1130, 1999

2. Gleichgewichtslage und Stabilität

Gleichgewichtslage

$$\dot{x} = \begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \\ \dot{I}_L \end{pmatrix} = 0 \rightarrow \bar{x} = \begin{pmatrix} \bar{U}_1 \\ \bar{U}_2 \\ \bar{I}_L \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{U}_0 - 10^3 \bar{I}_0 + 0.0257 \ln(10^8 \bar{I}_0) \\ -0.0257 \ln(10^8 \bar{I}_0) \\ \bar{I}_0 \end{pmatrix}$$

Jacobi-Matrix am Arbeitspunkt

$$J = \left. \frac{\partial f(x)}{\partial x} \right|_{x=\bar{x}} = \begin{pmatrix} 0 & 3.85 \cdot 10^8 \bar{I}_0 & 10^7 \\ 0 & 0 & 10^6 \\ -10 & -10 & -10^5 \end{pmatrix}$$

2. Gleichgewichtslage und Stabilität

Aussagen zur lokalen Stabilität

lokale Stabilität, falls gilt: $Re(eig_{1,2,3}(J)) < 0$

$$\bar{I}_{0,krit} = 2.83 \text{ mA}$$

$0 < \bar{I}_0 < \bar{I}_{0,krit}$: $Re(eig_{1,2,3}(J)) < 0 \rightarrow \text{lokale Stabilität}$

$\bar{I}_0 > \bar{I}_{0,krit}$: $Re(eig_1(J)) < 0$ und $Re(eig_{2,3}(J)) > 0 \rightarrow \text{keine lokale Stabilität}$

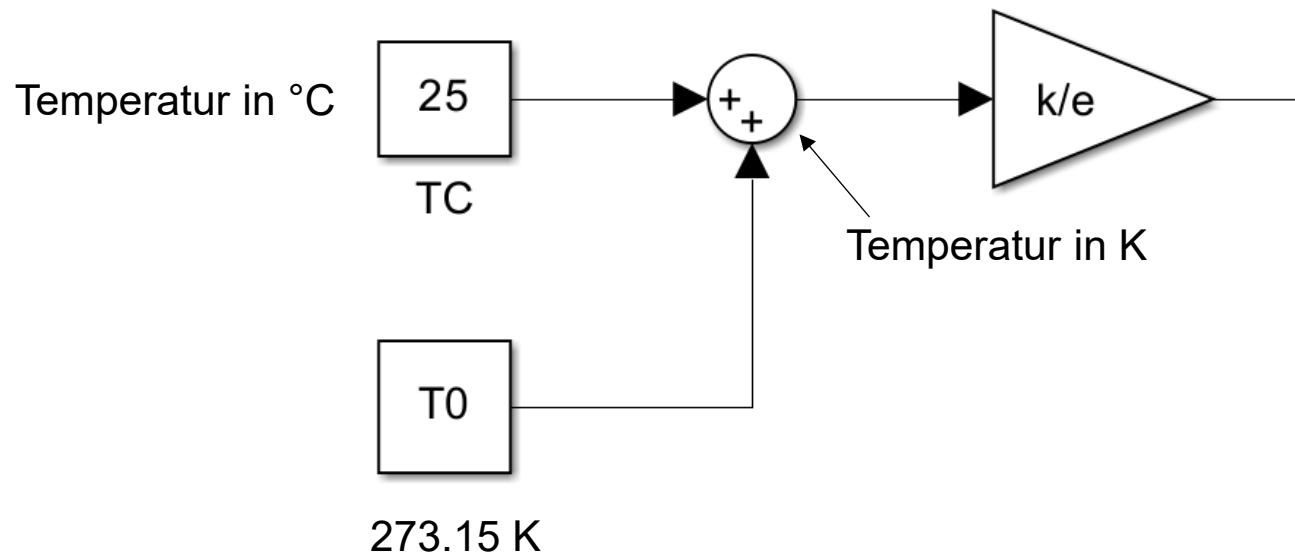
Bifurkation (Phänomen nichtlinearer Systeme)

3. Simulink-Modell der Regelstrecke

Enter the temperature in °C:

25

$$U_T = \frac{k}{e} T$$



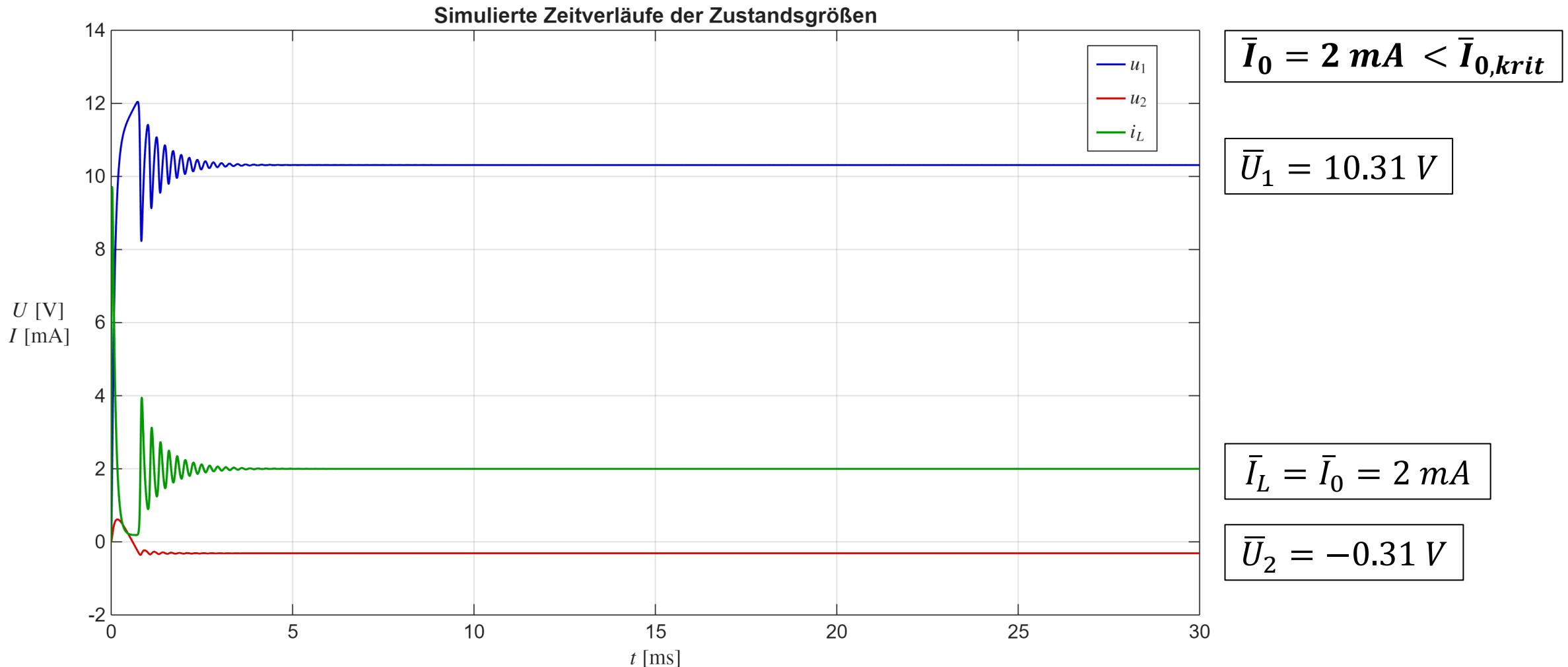
Boltzmann-Konstante

$$k = 1.4 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

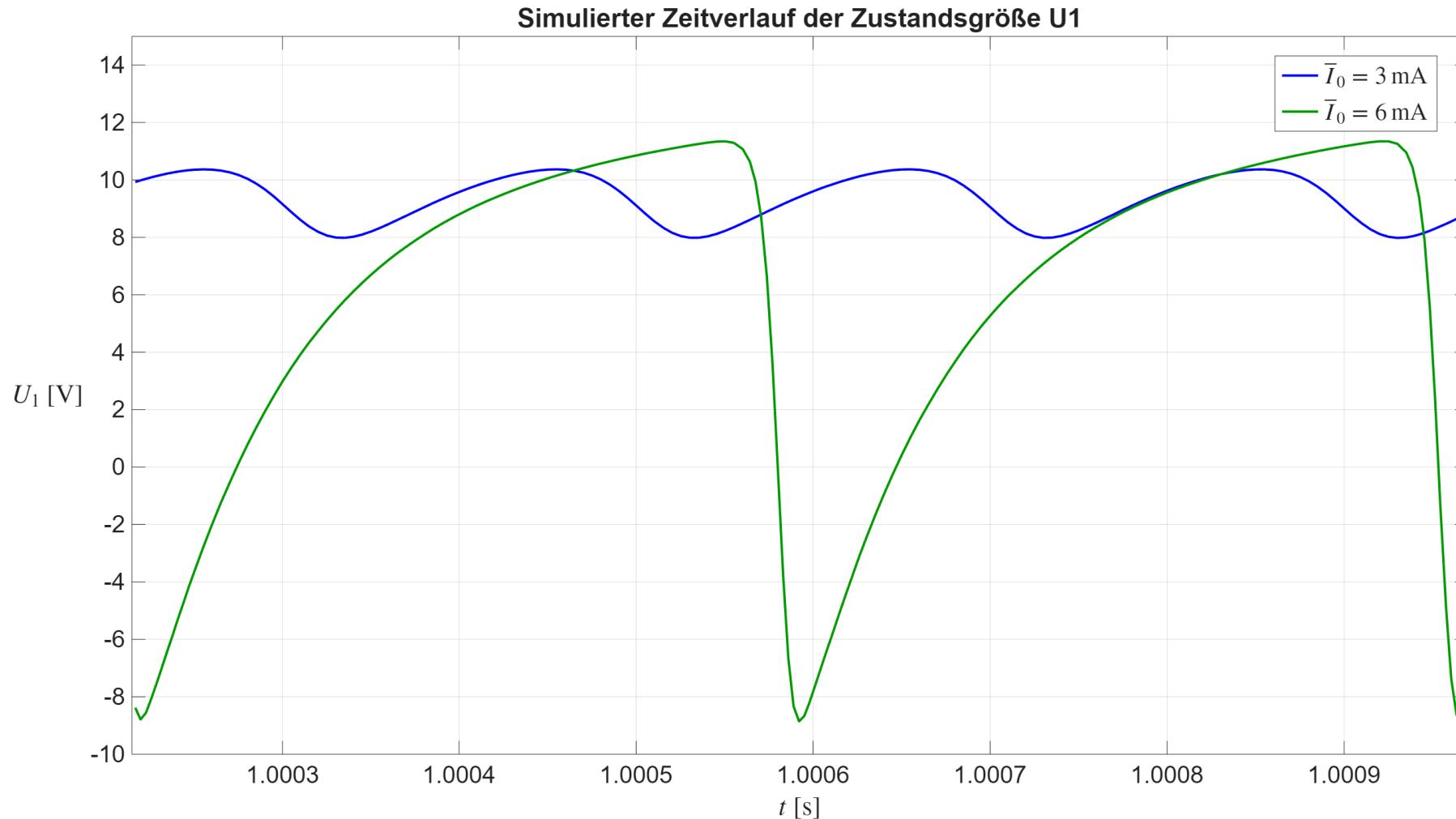
Elementarladung

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

3. Simulink-Modell der Regelstrecke

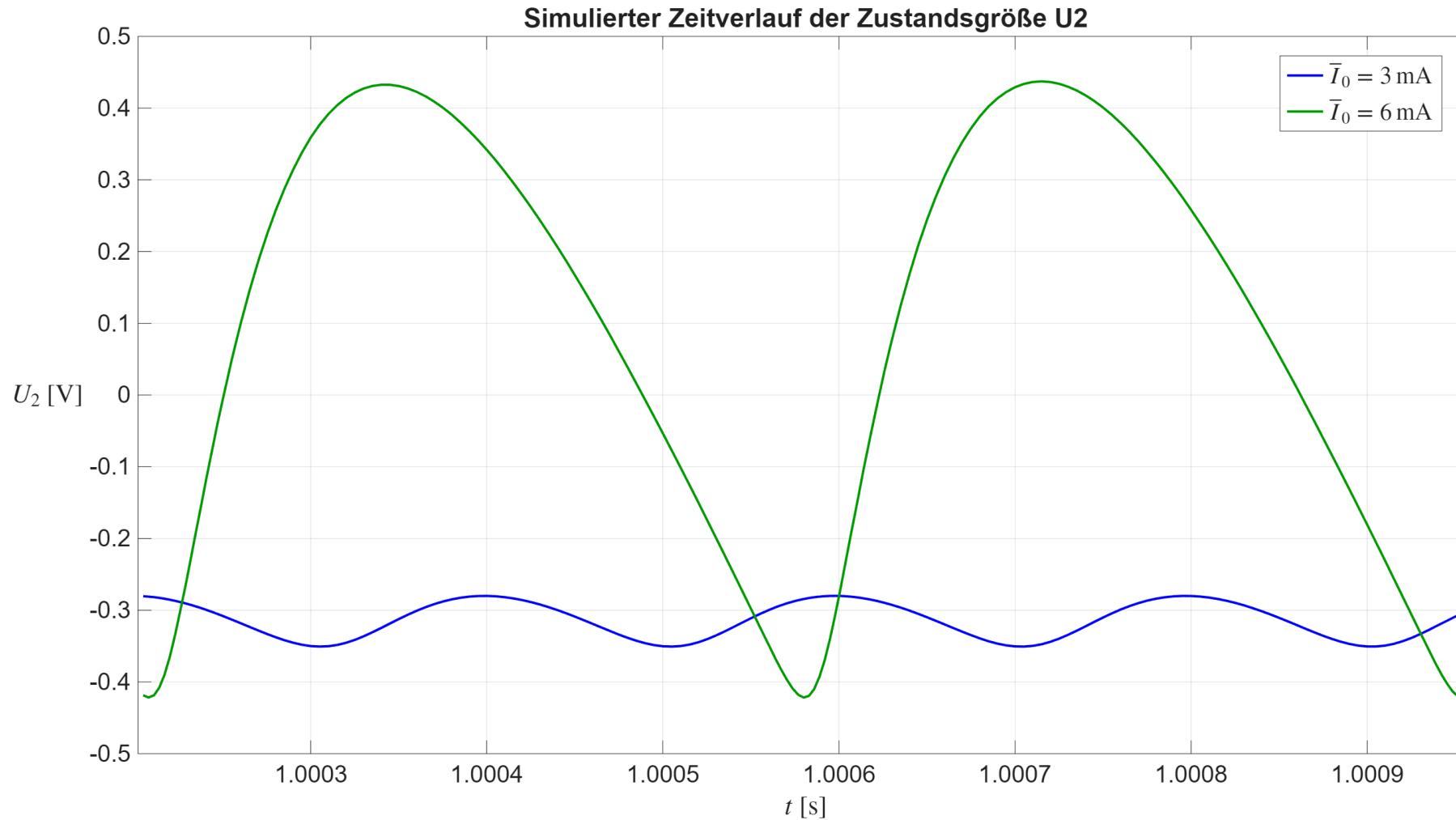


3. Simulink-Modell der Regelstrecke



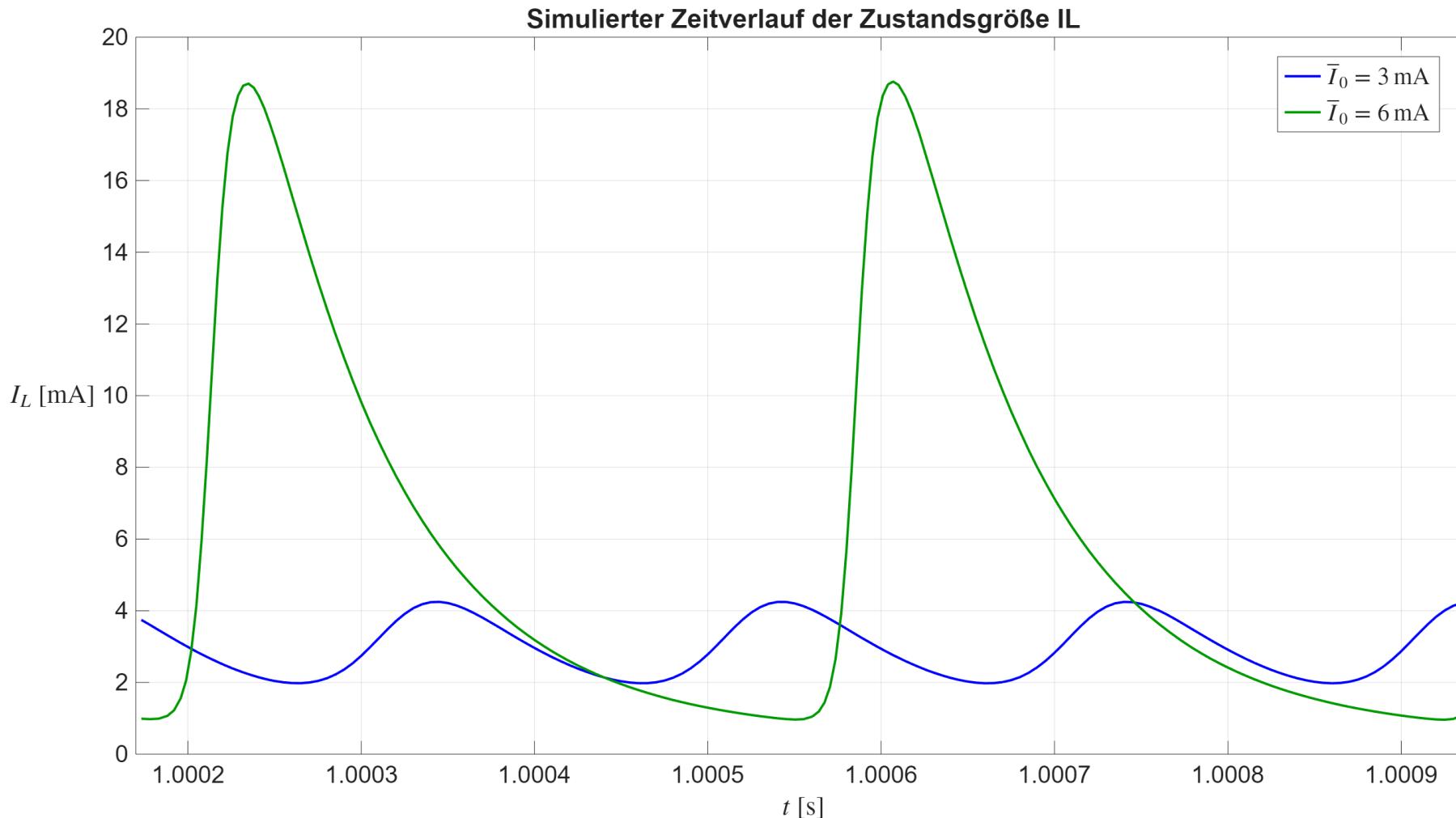
$$\bar{I}_0 > \bar{I}_{0,krit}$$

3. Simulink-Modell der Regelstrecke



$$\bar{I}_0 > \bar{I}_{0,krit}$$

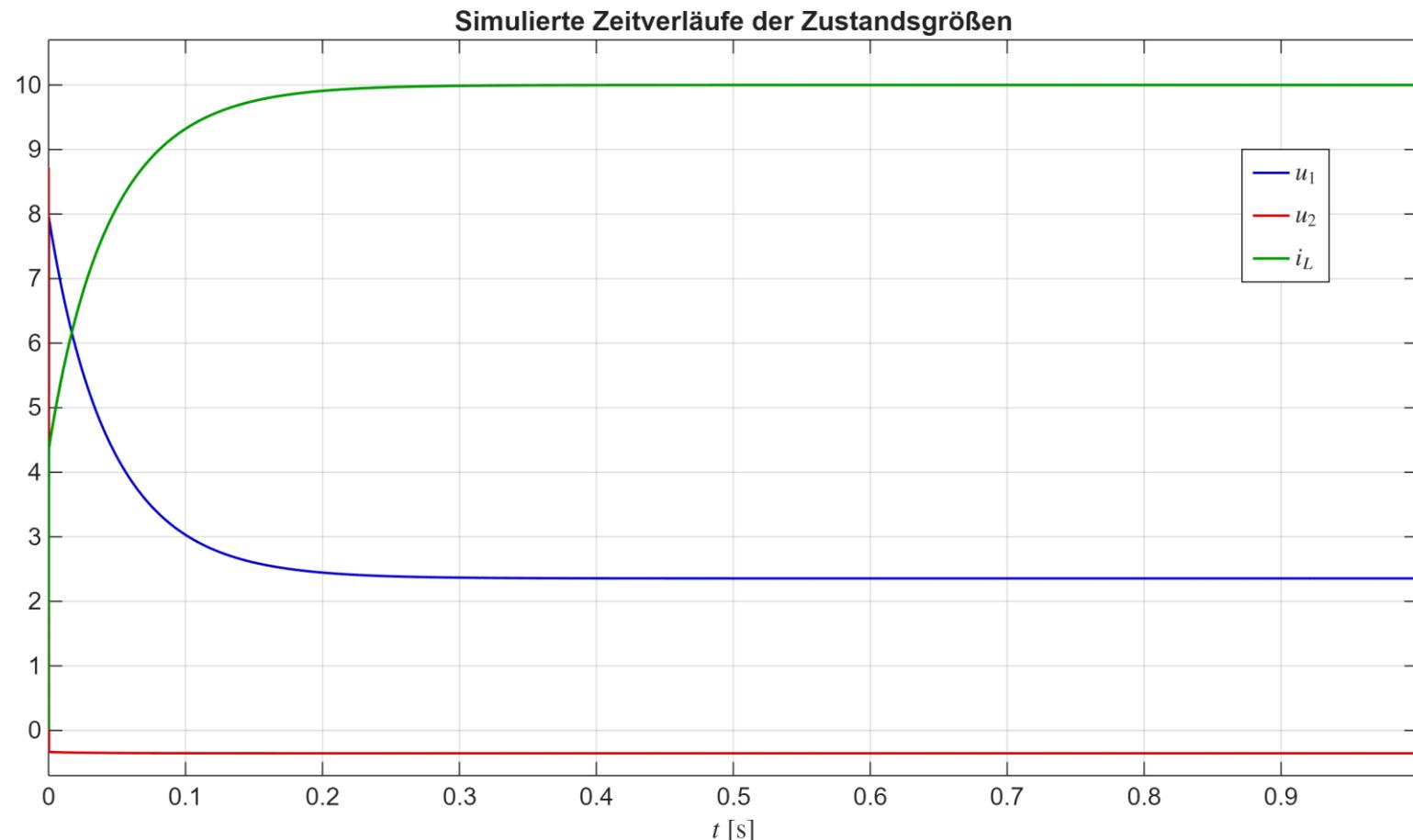
3. Simulink-Modell der Regelstrecke



$$\bar{I}_0 > \bar{I}_{0,krit}$$

4. Regelung durch Zustandsrückführung

Regelung für $U_0 = 12 \text{ V}$ und $I_0 = 10 \text{ mA}$



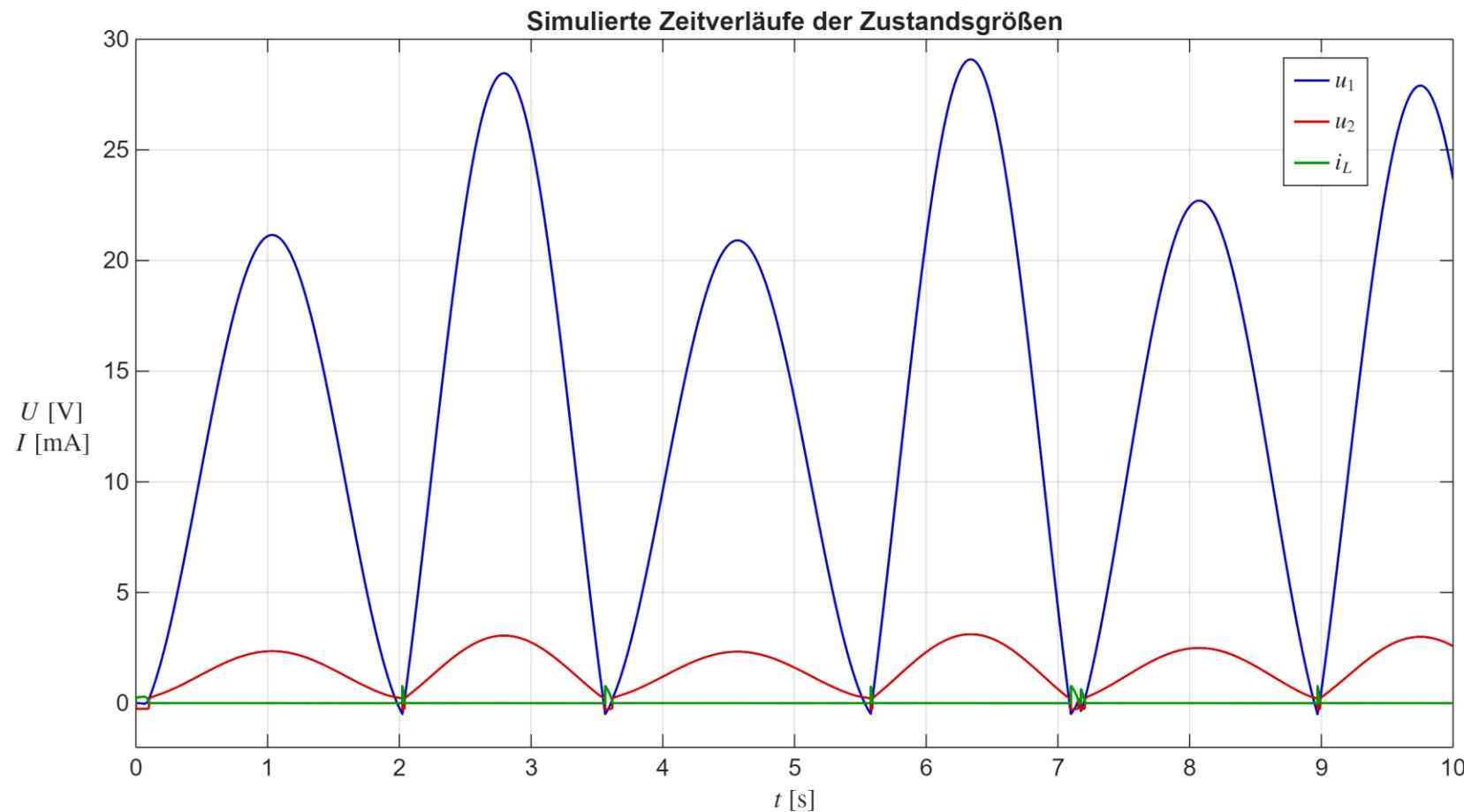
$$\bar{I}_L = \bar{I}_0 = 2 \text{ mA}$$

$$\bar{U}_1 = 2.36 \text{ V}$$

$$\bar{U}_2 = -0.36 \text{ V}$$

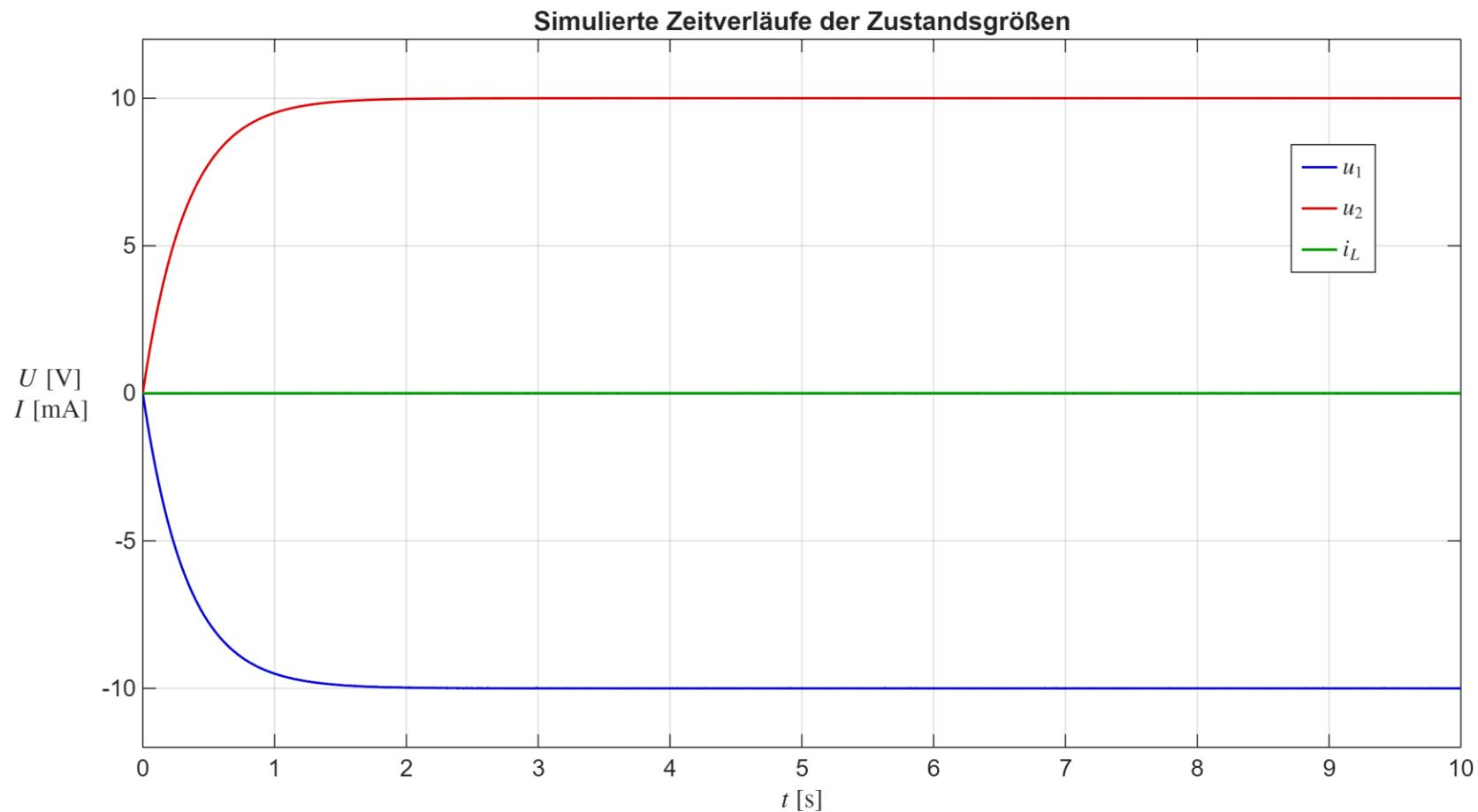
5. Regelung durch Eingangs-Ausgangs-Linearisierung

Regelung von U_1 auf 10 V



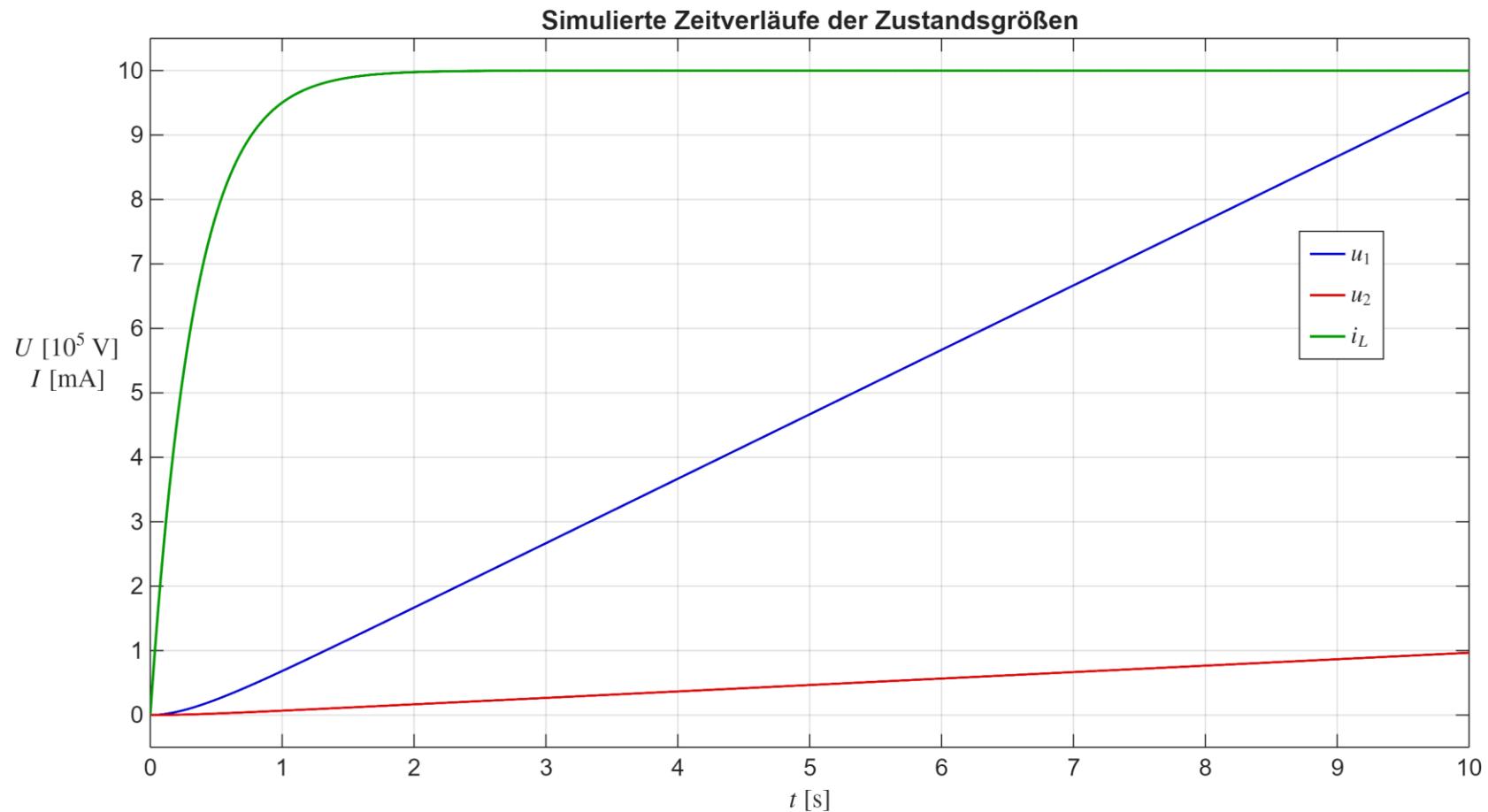
5. Regelung durch Eingangs-Ausgangs-Linearisierung

Regelung von U_2 auf 10 V



5. Regelung durch Eingangs-Ausgangs-Linearisierung

Regelung von I_L auf 10 mA



6. Zusammenfassung

- Demonstration in Simulink