

# Abschlusspräsentation zum Colpitts Oszillator

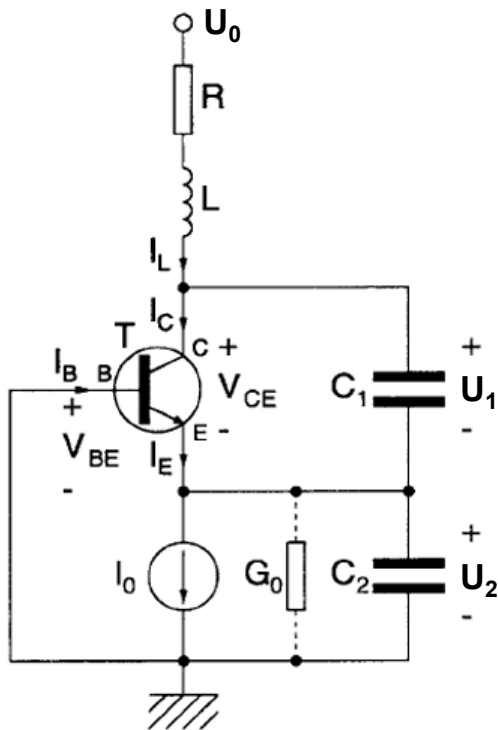
**Lennart und Richard Mende (25EIM-AT)**

# 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

$$\begin{aligned}\dot{U}_1 &= -\frac{I_S}{C_1} \exp\left(-\frac{U_2}{U_T}\right) + \frac{1}{C_1} I_L \\ \dot{U}_2 &= \frac{1}{C_2} I_L - \frac{1}{C_2} I_0 \\ \dot{I}_L &= -\frac{1}{L} U_1 - \frac{1}{L} U_2 - \frac{R}{L} I_L + \frac{1}{L} U_0\end{aligned}$$

Parameterwerte

$$\begin{aligned}I_S &= 10 \text{ nA} \\ U_T &= 26 \text{ mV} \\ C_1 &= 100 \text{ nF} \\ C_2 &= 1 \text{ }\mu\text{F} \\ R &= 1 \text{ k}\Omega \\ L &= 100 \text{ mH}\end{aligned}$$

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:  $Re(eig_{1,2,3}(J)) < 0$

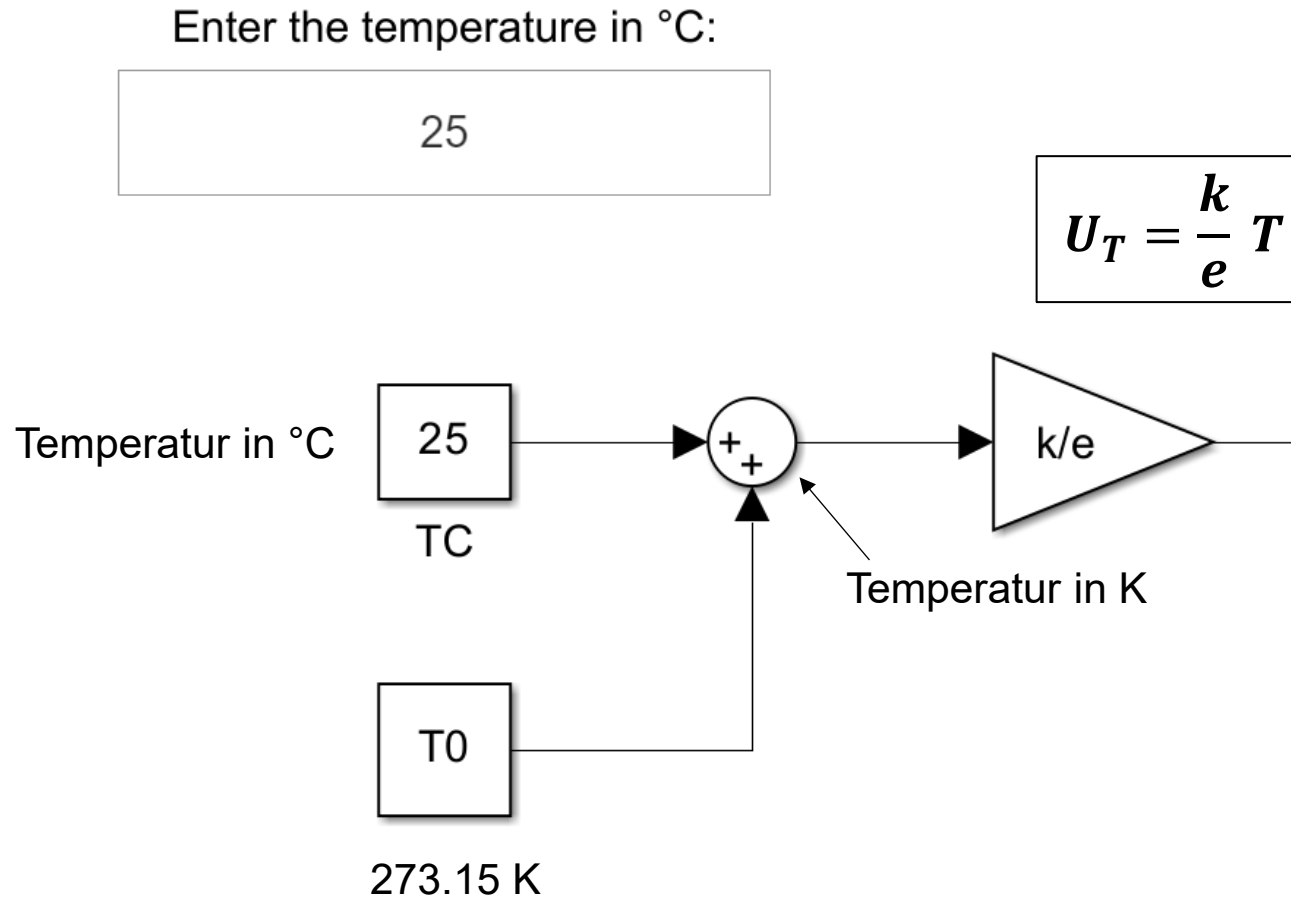
$$\bar{I}_{0,krit} = 2.83 \text{ mA}$$

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

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

### Bifurkation (Phänomen nichtlinearer Systeme)

### 3. Simulink-Modell der Regelstrecke



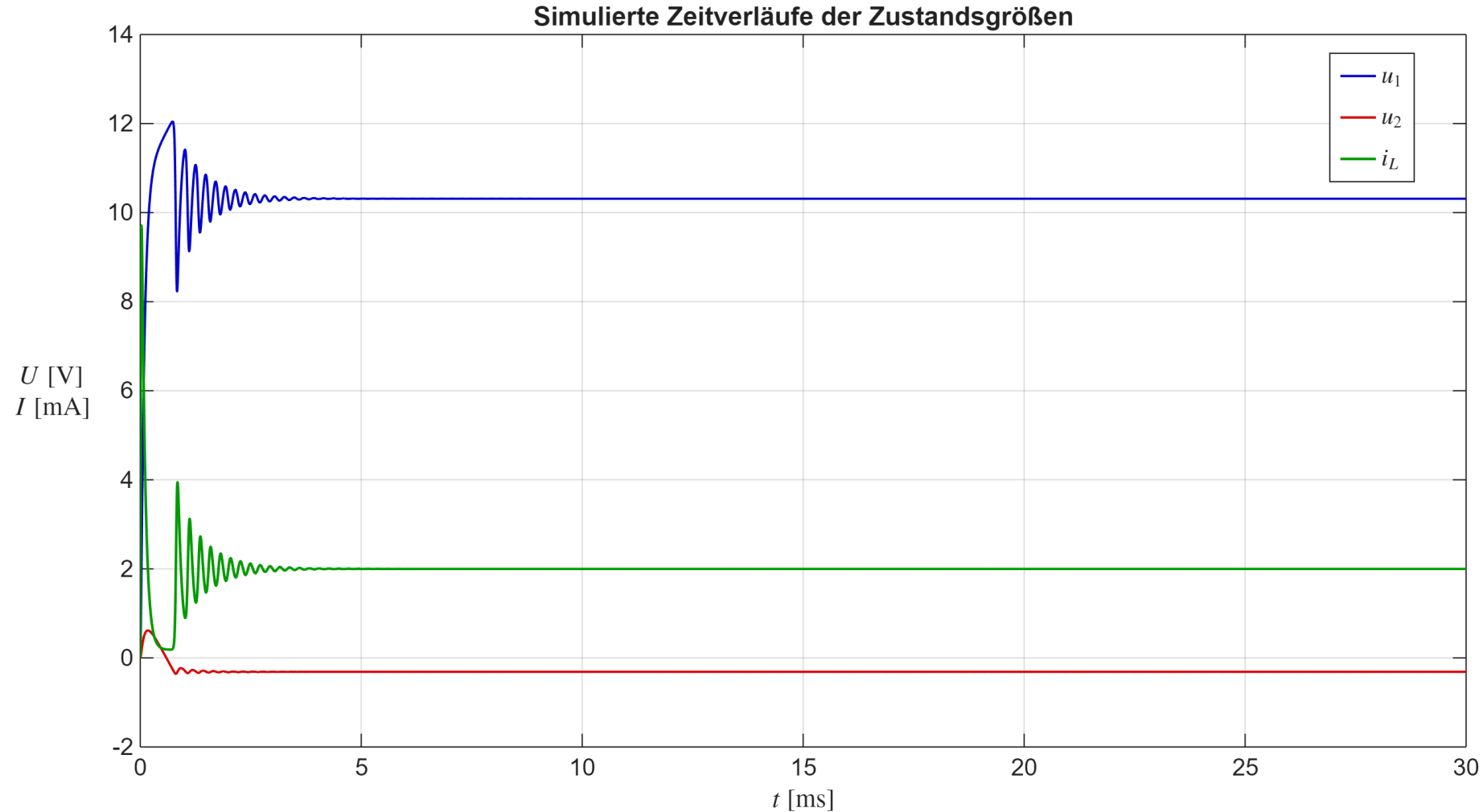
Boltzmann-Konstante

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

Elementarladung

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

### 3. Simulink-Modell der Regelstrecke



$$\bar{I}_0 = 2 \text{ mA} < \bar{I}_{0,krit}$$

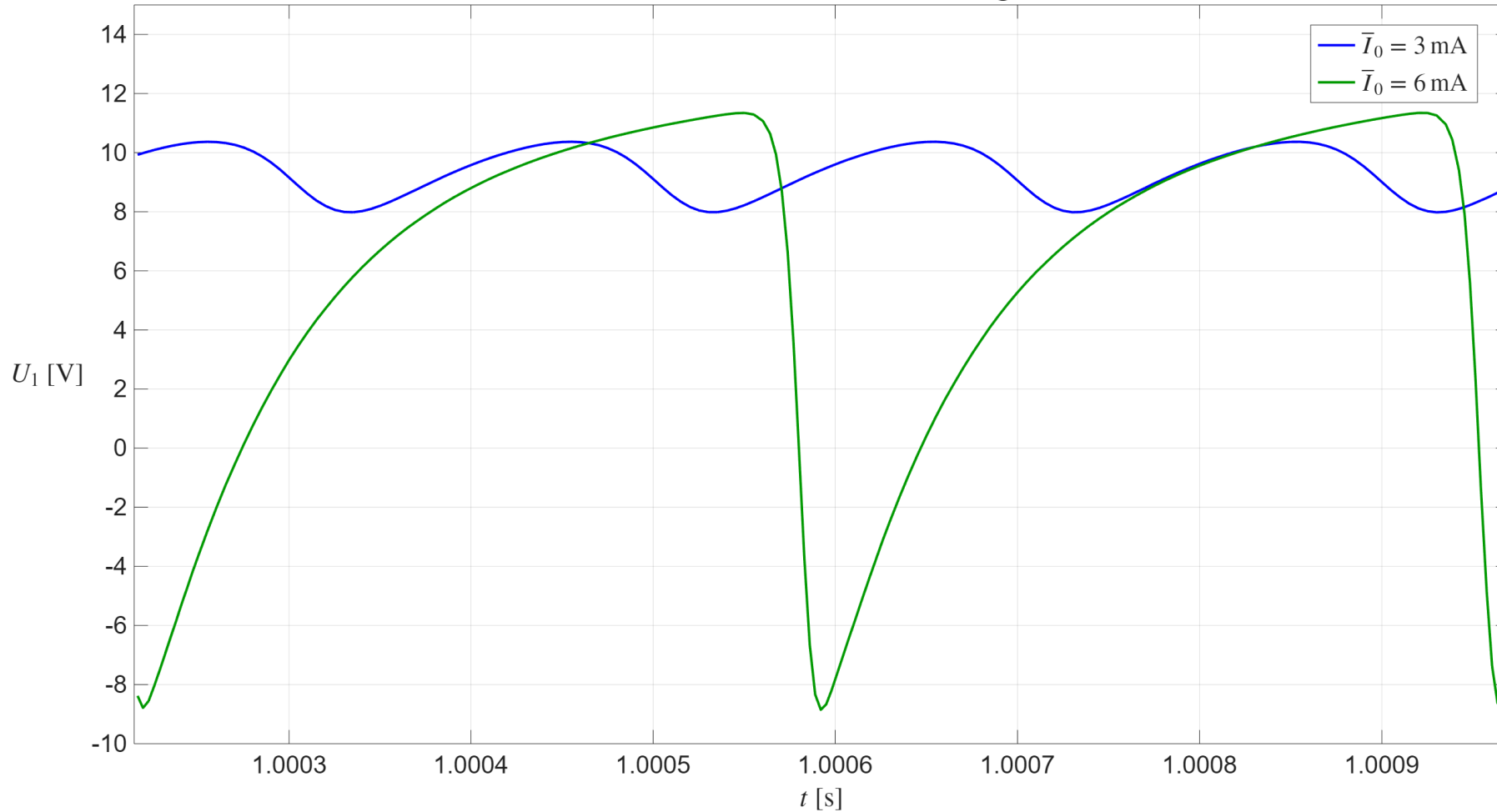
$$\bar{U}_1 = 10.31 \text{ V}$$

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

$$\bar{U}_2 = -0.31 \text{ V}$$

### 3. Simulink-Modell der Regelstrecke

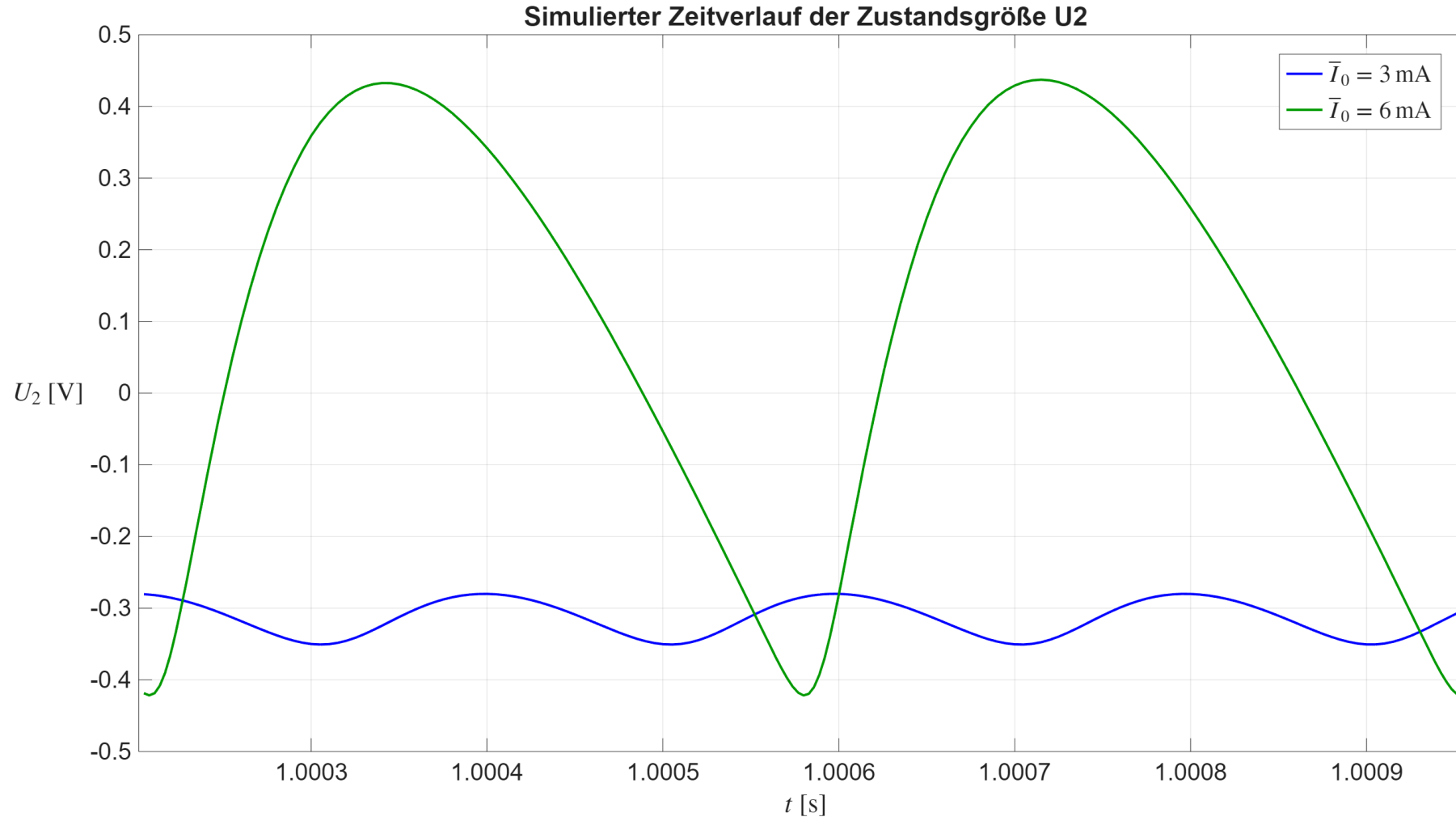
Simulierter Zeitverlauf der Zustandsgröße  $U_1$



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



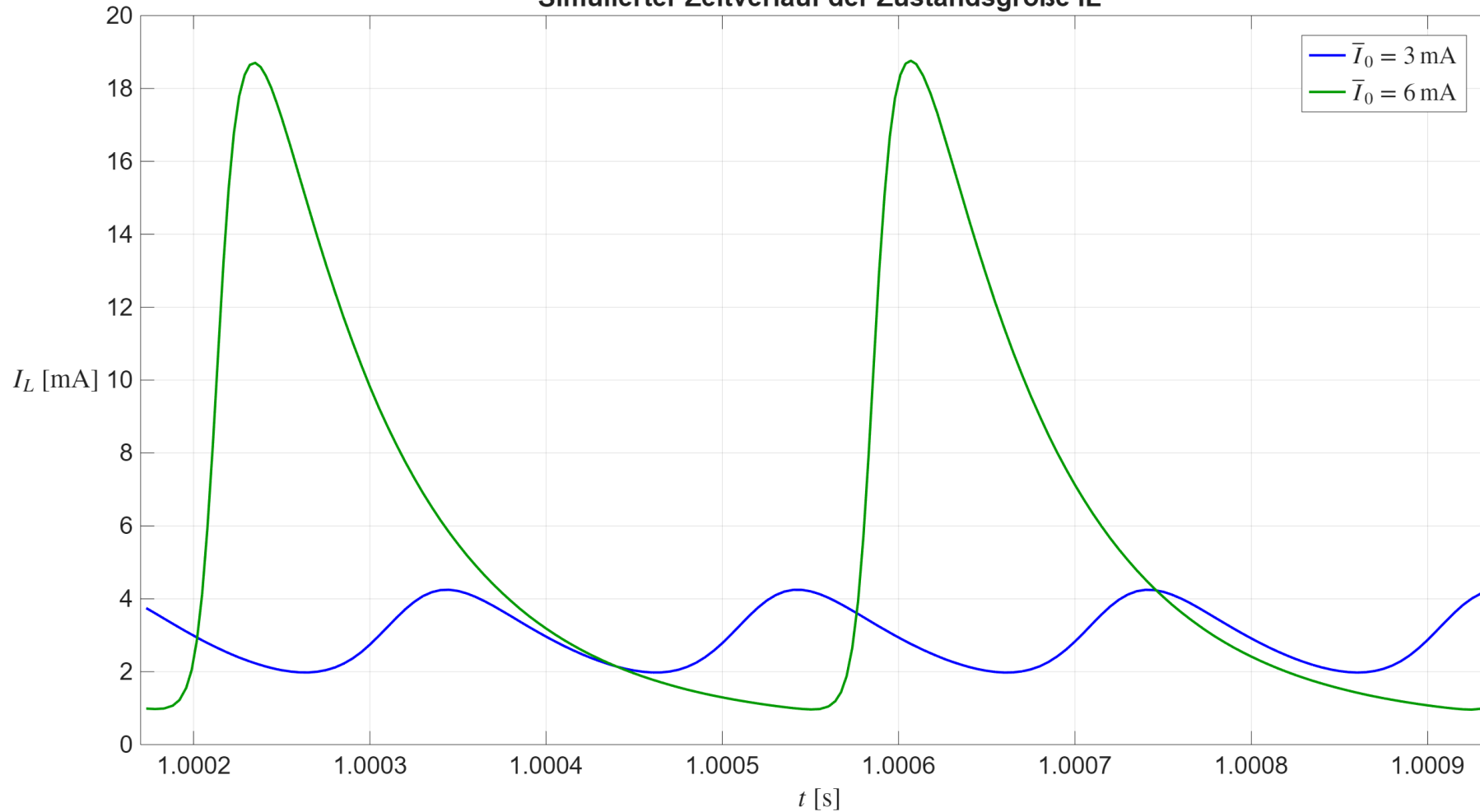
### 3. Simulink-Modell der Regelstrecke



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

### 3. Simulink-Modell der Regelstrecke

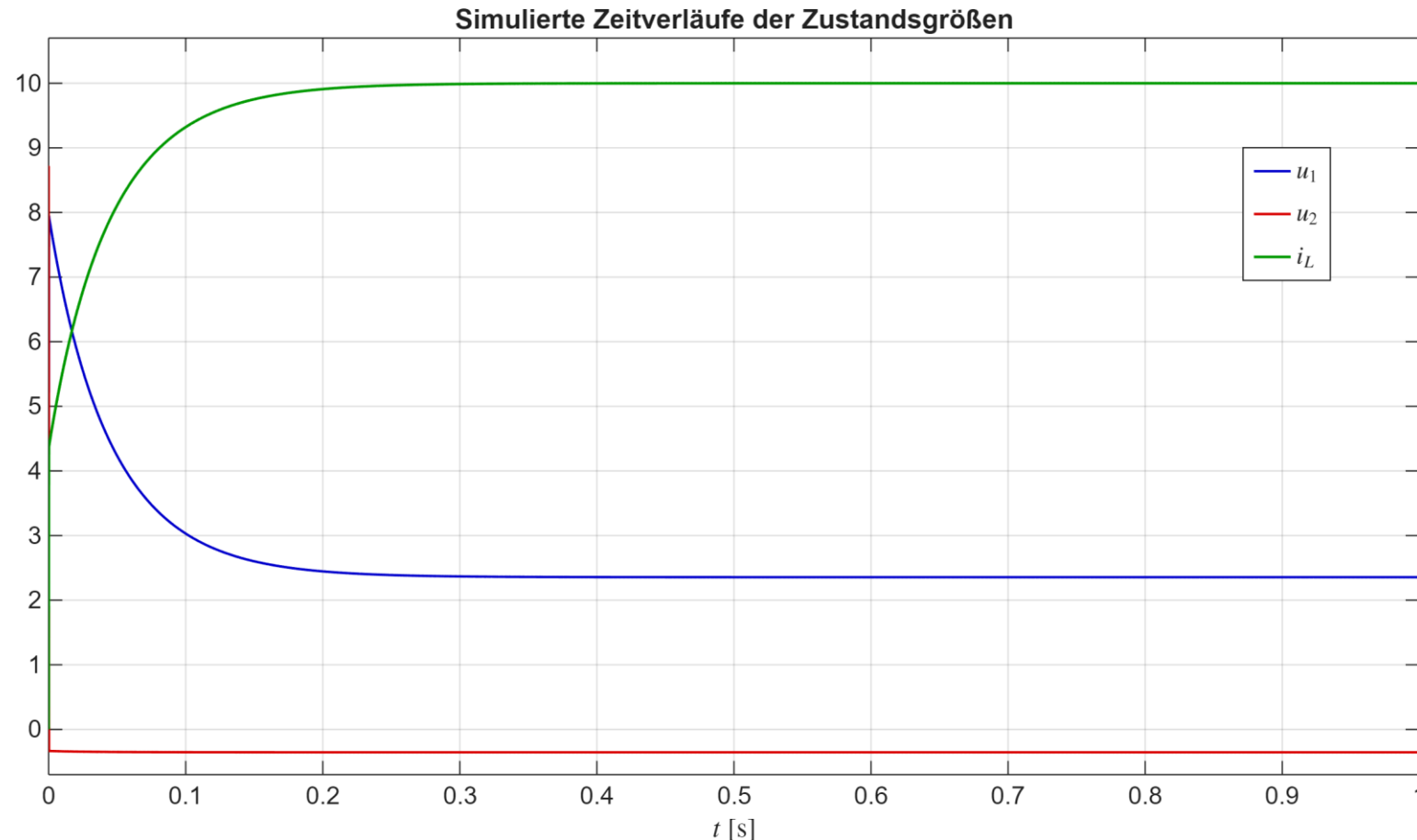
Simulierter Zeitverlauf der Zustandsgröße  $I_L$



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

## 4. Regelung durch Zustandsrückführung

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



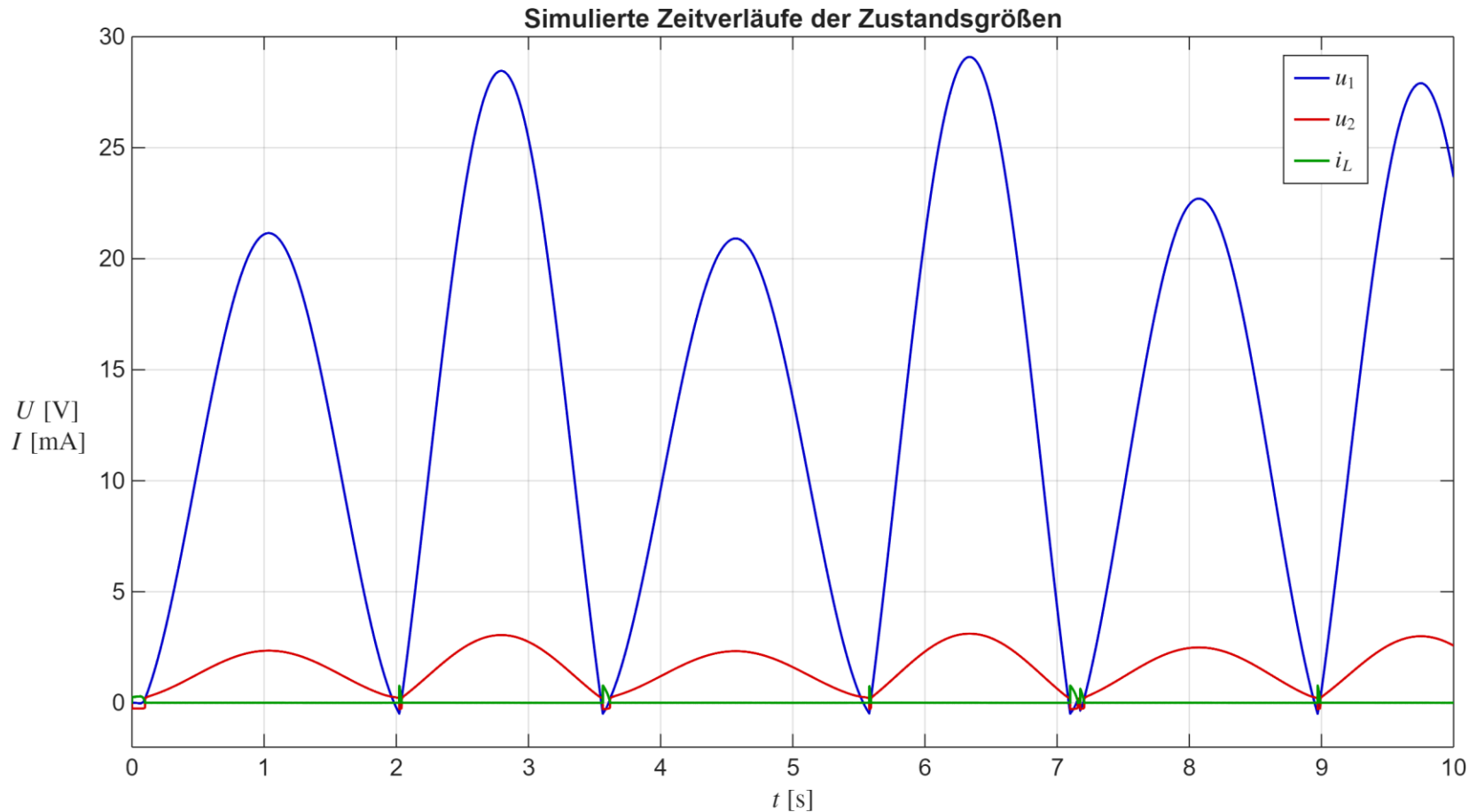
$$\bar{I}_L = \bar{I}_0 = 2 \text{ mA}$$

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

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

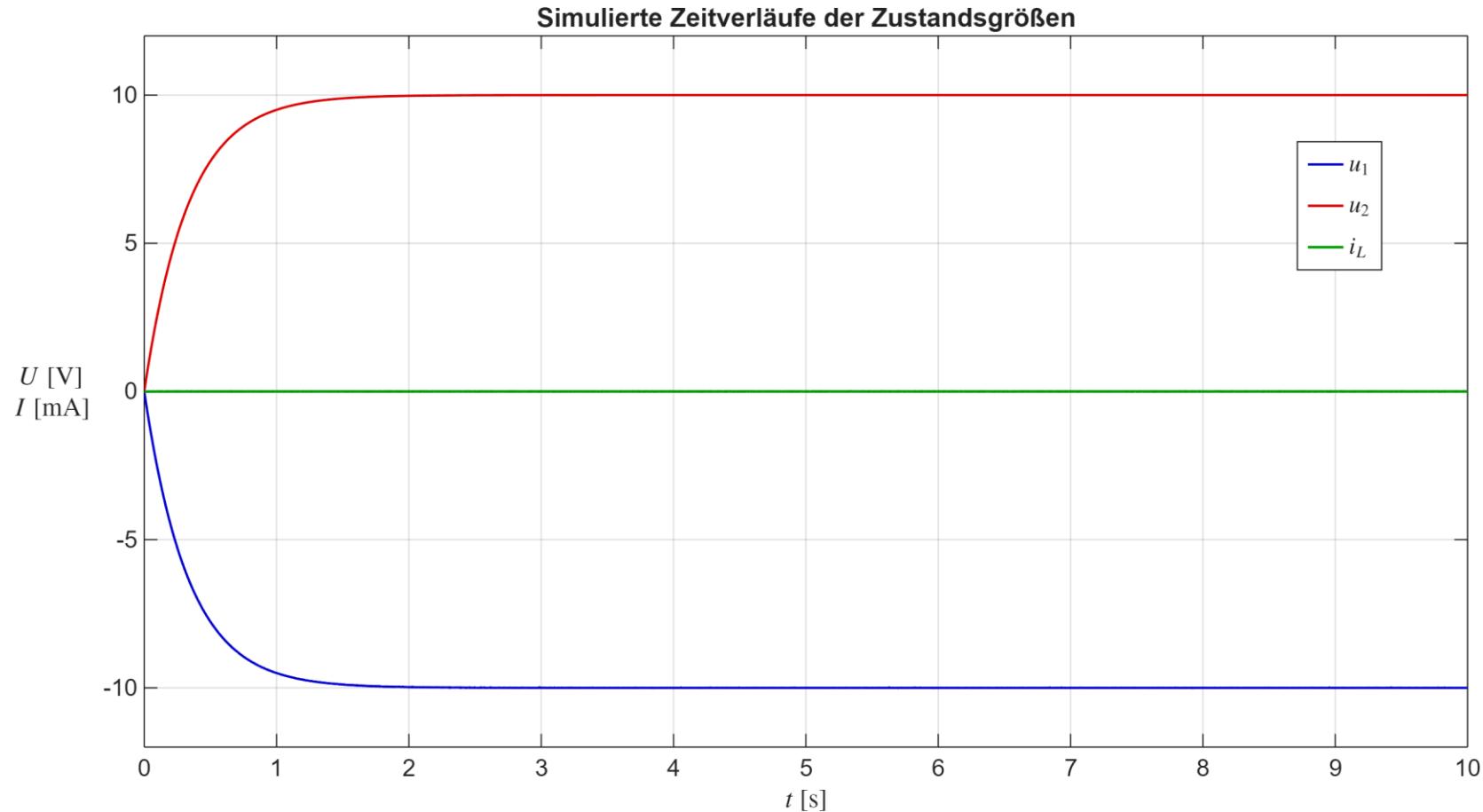
# 5. Regelung durch Eingangs-Ausgangs-Linearisierung

Regelung von  $U_1$  auf 10 V



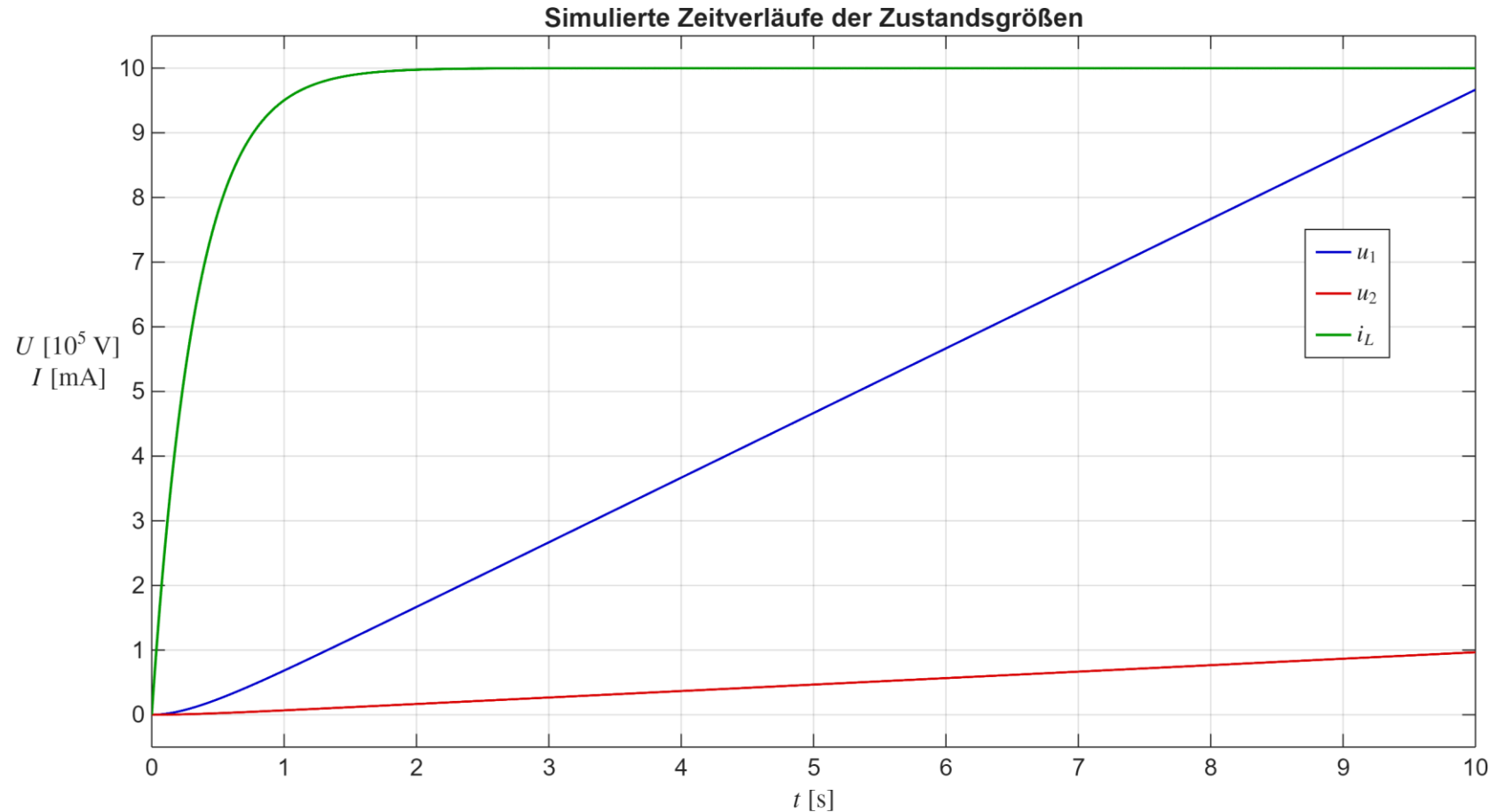
# 5. Regelung durch Eingangs-Ausgangs-Linearisierung

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