$$\dot{\underline{x}}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & & 0 \\ & \ddots & \ddots & \\ 0 & & 0 & 1 \\ -a_0 & -a_1 & \cdots\cdots & -a_{n-1} \end{bmatrix} \cdot \underline{x}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ \vdots \\ 0 \\ b_0 \end{bmatrix} \cdot u(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots\cdots & 0 \end{bmatrix} \cdot \underline{x}(t) \tag{4.50}$$

Normalformen

Eine sehr ähnliche Form der Beschreibung, nun aber für den allgemeineren Ansatz nach Gl. (4.45), der auch Nicht-Verzugssysteme beschreibt die von Ableitungen des Eingangssignals abhängen, ist die sog. *Regelungsnormalform*. Hierbei haben die Zustände nicht mehr eine physikalische Entsprechung, sondern sind reine Rechengrößen. Nur für den Fall, reiner Verzugssysteme ($b_1 = b_2 = \cdots = b_n = 0$) unterscheiden sie sich lediglich um den Faktor $1/b_0$ mit:

$$\underline{x}(t) = \left[x_1, x_2, \cdots, x_n\right]^T = \frac{1}{b_0} \cdot \left[y, \dot{y}, \ddot{y}, \cdots, y^{(n-1)}\right]^T \tag{4.51}$$

Der Signalflussplan wird durch zusätzliche Gewichtungen erweitert, um die Ableitungsterme des Eingangssignals mit zu berücksichtigen.

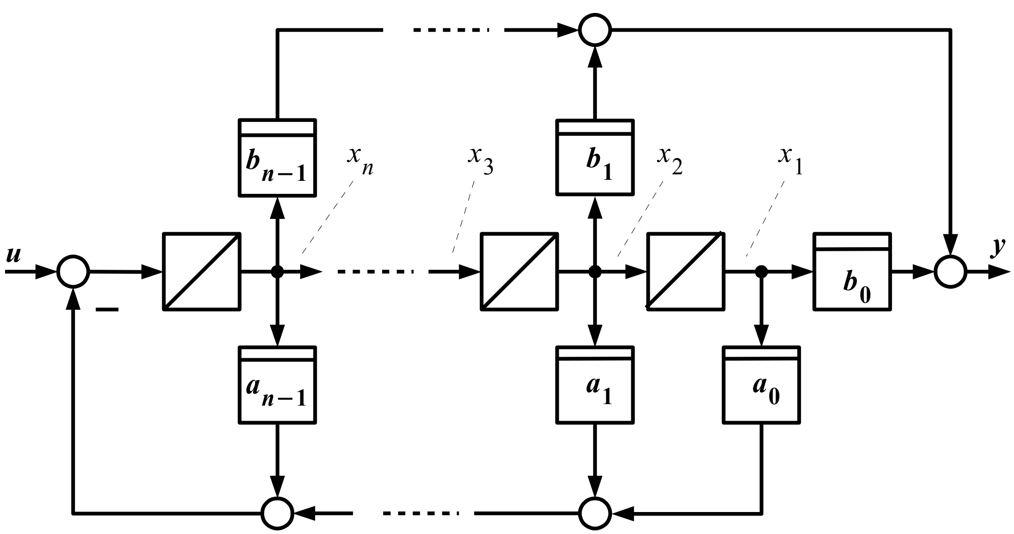

Abbildung 4.37: Lineares, zeit-invarianten SISO-System in Regelungsnormalform.

Nehmen wir dies wiederum als Basis, so erhalten wir die Zustandsraumdarstellung in Form der beiden Matrizengleichungen zu: