

## 2.3 Die Blöcke des Strukturbildes

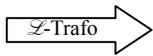
(siehe Beiblätter 14/1-14/3)

Im Strukturbild treten stets die gleichen einfachen Blocktypen auf; ganz gleich, welche physikalische Beschaffenheit und technische Zielsetzung das System hat. Ein Block des Strukturbildes erzeugt aus jedem Zeitverlauf der Eingangsgröße eindeutig einen Zeitverlauf der Ausgangsgröße und wirkt so als Übertragungsglied (ÜG).

### 2.3.1 Das Integrierglied (I-Glied)

Def.-Gleichung:

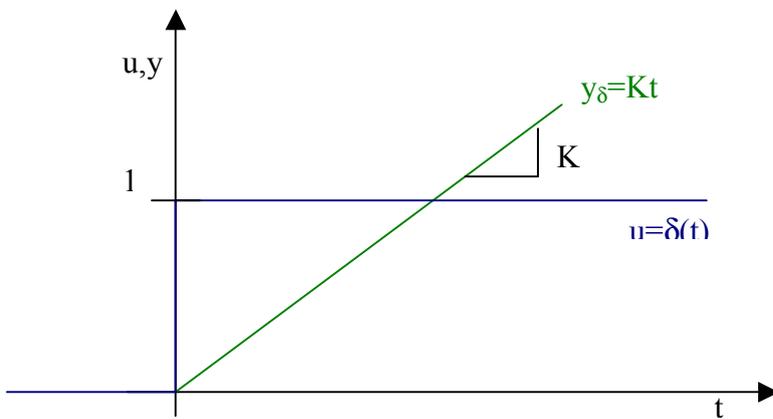
$$y(t) = K \int_0^t u(\tau) d\tau, \quad K > 0, \text{ konst.: Übertragungs- oder Verstärkungsfaktor}$$



$$Y(s) = K \cdot \frac{1}{s} \cdot U(s) \text{ bzw. } \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K}{s} \text{ : Übertragungsfunktion des I-Gliedes (ÜF)}$$

Zur Veranschaulichung des Zeitverhaltens eines ÜGs: Aufschaltung einer Testfunktion, z.B. Einheitssprung  $u(t) = \delta(t) \Rightarrow y_\delta(t) = \text{Sprungantwort (Übertragungsfunktion)}$ , wobei stets  $y_\delta(t) = 0$  für  $t < 0$ .

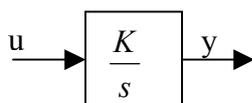
Hier:  $y_\delta(t) = K \int_0^t \delta(\tau) d\tau = K \int_0^t 1 d\tau = Kt, \quad t \geq 0$



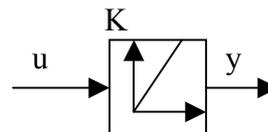
physikalische Bedeutung des I-Gliedes:  
Speicher ohne Abfluss (z.B. Wasserbehälter o. Kondensator)

Symbol des I-Gliedes:

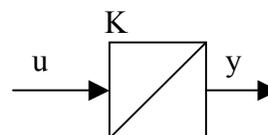
bisher



nunmehr  
zusätzlich



oder



## 2.3.2 Weitere elementare ÜGer

(siehe Beiblatt 14/1)

- Proportionalglied (P-Glied)
- Differenzierglied (D-Glied) : “raut auf“ => möglichst vermeiden; I-Glied glättet
- Totzeitglied/Laufzeitglied : Tritt auf bei Transport von Masse (z.B. mit Förderband), Energie (z.B. Temperaturregelung) oder Information (z.B. über Bussysteme oder Funkkanäle).
- Summierglied : Vereinbarung: negative Vorzeichen so, dass eindeutige Zuordnung zu den Eingangspfeilen möglich.
- Kennlinienglied : nichtlinear => Charakterisierung durch Funktionalbeziehung oder Kurvenverlauf.
- Multiplizierglied : ebenfalls nichtlinear!

Die ÜGer im Beiblatt 14(1) können nicht in noch einfachere ÜGer zerlegt werden. Sie heißen deshalb elementare ÜGer. Mit diesen wenigen Bausteinen sind fast alle dynamischen Systeme beschreibbar!

Immer wieder auftretende Kombinationen: zusammengesetzte ÜGer.

Davon besonders häufig:

P-T<sub>1</sub>- und P-T<sub>2</sub>-Glied (siehe Beiblatt 14/2).

## 2.3.3 P-T<sub>1</sub>-Glied (Verzögerungsglied 1. Ordnung, VZ<sub>1</sub>-Glied)

Def.-Gleichung:

$$T \cdot \dot{y}(t) + y(t) = K \cdot u(t), \quad T, K > 0 \quad T : \text{Zeitkonstante};$$

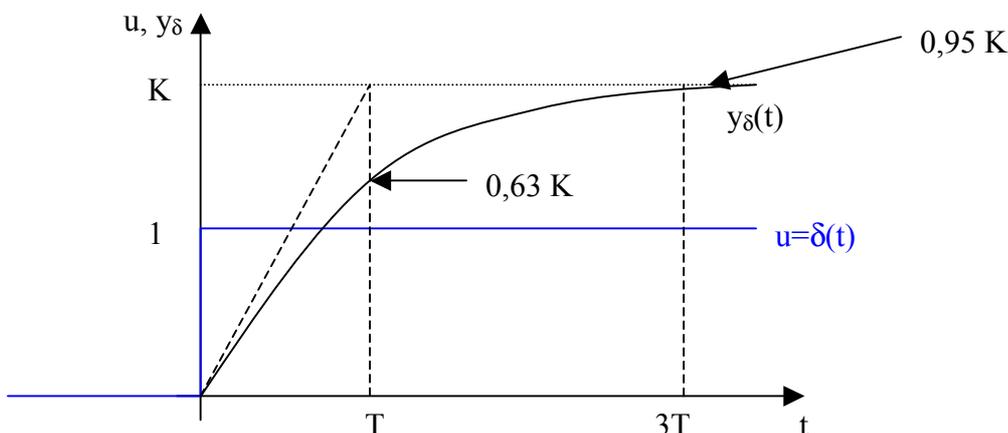
$K$  : Übertragungskonstante oder Verstärkungsfaktor

↳ Trafo → Übertragungsfunktion:  $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K}{1 + Ts} = K \cdot \frac{1}{1 + Ts}$

Reihen-  
schaltung

P - T<sub>1</sub> - Glied

Sprungantwort:  $Y_\delta(s) = \frac{K}{1 + Ts} \cdot \frac{1}{s} \rightarrow y_\delta(t) = K(1 - e^{-t/T})$



physikalische Bedeutung:

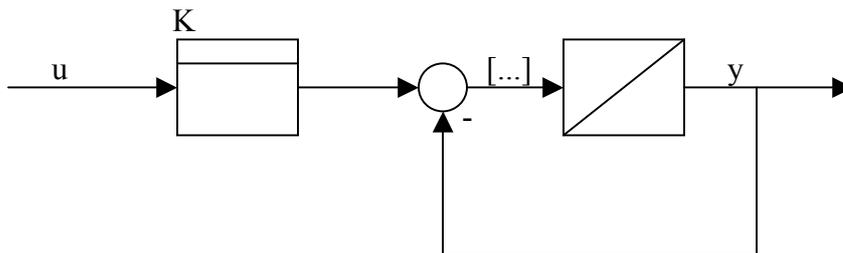
Speicher mit Abfluss (Wasserbehälter mit Loch, oder Kondensator mit Parallelwiderstand).

Aufbau aus elementaren ÜGern:

↳ Trafo  $\rightarrow$

$$Ts \cdot Y(s) + Y(s) = K \cdot U(s)$$

$$Y(s) = \frac{1}{Ts} [K \cdot U(s) - Y(s)]$$



### 2.3.4 P-T<sub>2</sub>-Glieder (Verzögerungsglied 2. Ordnung, VZ<sub>2</sub>-Glieder)

Def.-Gleichung:

$$T^2 \cdot \ddot{y}(t) + 2 \cdot D \cdot T \cdot \dot{y}(t) + y(t) = K \cdot u(t)$$

$T, D, K > 0$   $D$  : Dämpfung(-skonstante, -sgrad)

↳ Trafo  $\rightarrow$

Übertragungsfunktion:  $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K}{1 + 2 \cdot DTs + T^2 s^2} = K \cdot \frac{1}{1 + 2 \cdot DTs + T^2 s^2}$

Reihenschaltung: P - T<sub>2</sub> - Glied

P-T<sub>2</sub>-Glieder = 2-Speicher-Glieder  $\Rightarrow$  Oszillationen möglich (für  $D > 1$ )

Normierte Sprungantworten für  $D \leq 1$  (siehe Beiblatt 14/3).

Es gilt:

- 1 Überschwinger um 5% und  $y_\delta(t=3T) = 0,95K$  für  $D = \frac{1}{2} \sqrt{2} \approx 0,7$
- gerade kein Überschwinger und  $y_\delta(t=5T) = 0,95K$  für  $D = 1$

2.3.5 Strukturbild der Temperaturregelung: zweite Darstellungsmöglichkeit

