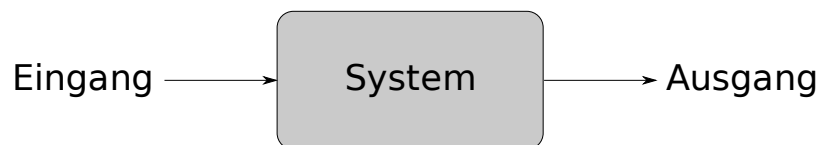
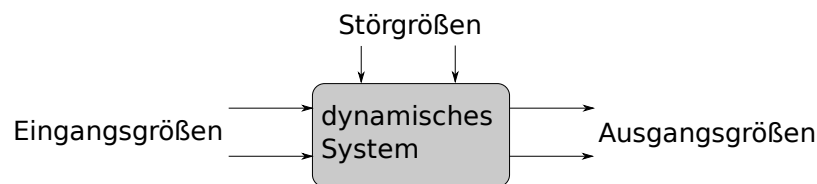

Regelungstechnik A (Grundlagen und Frequenzbereichsmethoden)

1 Gegenstand der Regelungstechnik

Satz 1.1 Die Regelungstechnik (RT) beschäftigt sich mit der selbsttätigen gezielten Beeinflussung des Verhaltens von dynamischen Systemen.

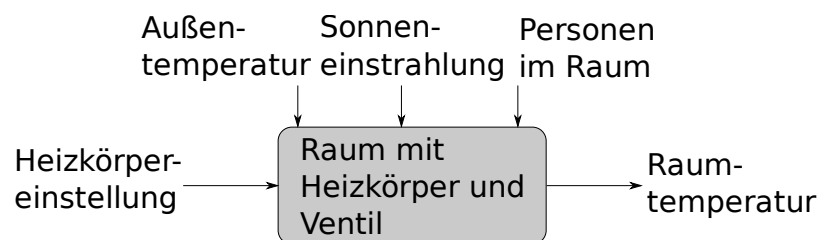


Die Eingänge werden in der RT aufgeteilt in von außen vorgebbare Eingangsgrößen und in durch die Umgebung festgelegte, störend wirkende Störgrößen. Von den Ausgängen werden nur diejenigen betrachtet, deren Verhalten unmittelbar interessiert. Ausgangsgrößen.

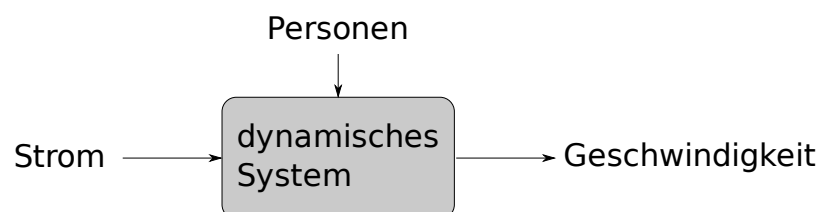


Gezielte Beeinflussung heißt: Durch Vorgabe der Eingangsgrößenverläufe soll erreicht werden, dass die Ausgangsgrößen trotz Störeinwirkung ein gewünschtes Sollverhalten aufweisen.

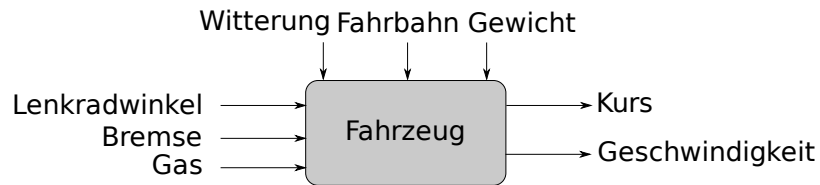
Beispiel 1 (Raumtemperatur)



Beispiel 2 (Personenaufzug)



Beispiel 3 (Auto fahren)



Allgemeine Aufgabenstellung der RT

Entwurf und Bereitstellung einer Einrichtung, die - hinzugefügt zur Strecke - die Eingangsgrößen automatisch im gewünschten Sinne generiert. Selbsttätige gezielte Beeinflussung.

Generelle Vorgehensweise zur Lösung

1. mathematische Modellbildung der Strecke zur Abstraktion von deren physikalischen Ausprägung und Ermöglichung der Anwendung universell einsetzbarer, systemtheoretisch fundierter Vorgehensweisen in Schritt 2. und 3.
2. Analyse des Streckenverhaltens
3. Entwurf der Steuer- und Regeleinrichtung
4. Realisierung der Steuer- und Regeleinrichtung
5. Inbetriebnahme und Erprobung des Gesamtsystems

2 Modellbildung der Strecke

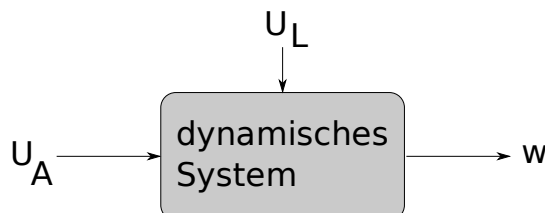
Satz 2.1 Modellbildung der Strecke durch mathematische Beschreibungen der Wirkungszusammenhänge zwischen den Systemgrößen, die für die Aufgabenstellung relevant sind.

Ein Modell ist eine aufgabenspezifische Vereinfachung der Realität. In der RT bewährte Modellierungsform:

2.1 Darstellung der Strecke als Strukturbild (Blockschaltbild)

2.1.1 Beispiel: Permant erregter Gleichstrommotor

- Geräteschema: (siehe Beiblatt 4)
- Systemdarstellung:



Ermittlung der beschreibenden Gleichungen:

$$u_l(t) = L \frac{di_A(t)}{dt} \rightarrow \frac{di_A(t)}{dt} = \frac{1}{L_A} u_l(t)$$
$$\xrightarrow{\text{Integration von 0 bis t}} i_A(t) = i_A(0) + \frac{1}{L_A} \int_0^t u_l(\tau) d\tau \quad (2.1)$$

$$u_A(t) = u_R + u_L + u_{ind}$$
$$\rightarrow u_L(t) = u_A(t) - u_R(t) - u_{ind}(t) \quad (2.2)$$

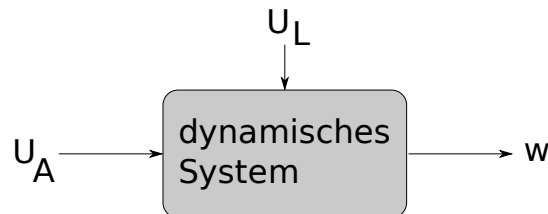
$$u_R(t) = R_A i_A(t) \quad (2.3)$$

$$u_{ind}(t) = c \phi_F \omega(t) \quad (2.4)$$

Rotierender Anker + Welle:

$$J\dot{\omega} = M_{\Sigma} \longrightarrow \dot{\omega} = \frac{1}{J}M_{\Sigma}(t)$$

$$\xrightarrow{\text{Integration von 0 bis } t} \omega(t) = \omega(0) + \frac{1}{J} \int_0^t M_{\Sigma}(\tau) d\tau \quad (2.5)$$



- Ermittlung der beschreibenden Gleichungen:

Ankerstromkreis

$$u_L = L \frac{di_A}{dt} \rightarrow \frac{di_A(t)}{dt} = \frac{1}{L} u_L(t) \xrightarrow{\int_0^t} i_A(t) = i_A(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u_L(\tau) d\tau \quad (2.6)$$

$$u_A = u_R + u_L + u_{ind} \rightarrow u_L(t) = u_A(t) - u_R(t) - u_{ind}(t) \quad (2.7)$$

$$u_R(t) = R_A i_A(t) \quad (2.8)$$

$$U_{ind} = c\phi\omega(t) \quad (2.9)$$

Rotierender Anker und Welle

$$J\dot{\omega} = M_{\Sigma} \rightarrow \dot{\omega}(t) = \frac{1}{J}M_{\Sigma}(t) \xrightarrow{\int_0^t} \omega(t) = \omega(0) + \frac{1}{J} \int_0^t M_{\Sigma}(\tau) d\tau \quad (2.10)$$

$$M_{\Sigma}(t) = M_A(t) - M_L(t) \quad (2.11)$$

$$M_A(t) = c\phi_F L_A(t) \quad (2.12)$$

- Übersetzung der Gleichungen ins Strukturbild TODO:BILD

Satz 2.2 Strukturbild = Graphische Darstellung der Systemregeln (durch Blöcke und Wirkungslinien). Dadurch anschaulich und Wirkungsrichtungen sofort ersichtlich.

2.1.2 Die Bausteine des Strukturfeldes

- gerichtete Linien geben die Systemgrößen im Zeitbereich und ihre Wirkrichtungen wieder
- Blöcke, Rechtecke und Kreise beschreiben die Funktionsbeziehung zwischen den Systemgrößen und ordnen jedem Zeitverlauf der Eingangsgrößen eindeutig einem Zeitverlauf der Ausgangsgröße zu.
→ Jeder Block wirkt als Übertragungsglied (ÜG)

Darstellungsmöglichkeiten

- mittels Zuordnungsvorschrift
bzw. Systemoperator \mathcal{S}
vgl. obiges Beispiel
TODO: Blockdiagramm $y(t) = \mathcal{S}\{u(t)\}$
- bei LZI-ÜG weiterhin
mittels Übertragungsfunktion ÜG
TODO: Blockdiagramm
 $y(t) \rightsquigarrow Y(s) = G(s)U(s)$
mittels Sprungantwort $y_\sigma(t)$
(= $y(t)$ für $u(t) = \text{Einheitsprung } \sigma(t)$)
TODO: Blockdiagramm
 $y(t) = g(t) * u(t) = \dot{y}_\sigma(t) * u(t)$
(da $g(t) = \dot{y}_\sigma(t)$ gilt)
- Zusammenstellung elementarer ÜG
(nicht in noch einfachere Bestandteile zerlegbar):
(siehe Beiblatt 5)

Hinweise zum Totzeitglied:

- typisch für Transportprozesse
- ÜF rational approximierbar z.B. gemäß

$$e^{-T_t s} \approx \frac{1 - 0,5T_t s}{1 + 0,5T_t s}$$

Häufig auftretende Kombinationen elementarer ÜG werden zu zusammengesetzten ÜG zusammengefasst

→ siehe Beiblatt 6

Aufbau des PT_1 - Gliedes aus elementaren ÜG:

$$T\dot{y} + y = Ku \rightarrow \dot{y} = \frac{1}{T}(Ku - y) = \frac{K}{T}\left(u - \frac{1}{K}y\right)$$
$$y(t) = y(0) + \frac{K}{T} \int_0^t v(\tau) d\tau \text{ mit } v(t) = u(t) - \frac{1}{K}y(t)$$

TODO: Blockschaltbild

Normierte PT_2 -Sprungantworten für $D \leq 1$

→ siehe Beiblatt 7