

# 2 Regelungstechnik

## 2.1 Grundbegriffe der Regelungstechnik

Eine Regelung hat die Aufgabe, eine zu regelnde Größe gegen den Einfluss von Störgrößen an einen gewünschten Wert anzugleichen. Im Beispiel der Drehzahlregelung von Bild 2.1 soll die Drehzahl  $n$  an die Wunsch- oder Sollzahl  $n_w$  gegen den störenden Einfluss des Lastmomentes  $M_L$  angeglichen werden.

Dazu wird die Wunsch- oder Sollzahl  $n_w$  (Führungsgröße  $w$ ) über ein Potentiometer als Sollwertsignal  $u_w$  vorgegeben. Die zu regelnde Motordrehzahl  $n$  (Regelgröße  $x$ ) wird mit dem Tachogenerator als Tachospaltung  $u_T$  gemessen und dem Regelverstärker zugeführt. Dieser bildet als Differenzverstärker die Differenz  $u_d = u_w - u_T$  und damit den Regelfehler  $n_d = n_w - n$  (Regeldifferenz  $e = w - x$ ). Abhängig von der Regeldifferenz  $u_d$  erzeugt der Regelverstärker die Motorspannung  $u_M$  (Stellgröße  $y$ ) zur Steuerung der Motordrehzahl  $n$  im Sinne einer Reduzierung der Regeldifferenz und damit einer Angleichung der Drehzahl  $n$  an den Sollwert  $n_w$ .

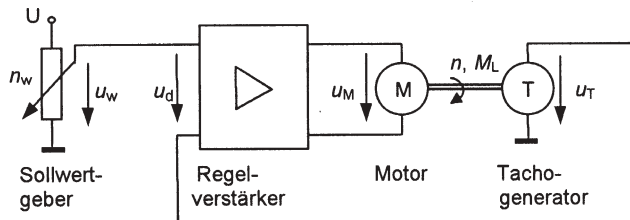
Entsprechend dem in Bild 2.2 dargestellten Wirkungsschema stellt eine Regelung, wegen der Rückführung der Ausgangsgröße  $x$  auf die Eingangsseite, einen geschlossenen Wirkungskreis oder **Regelkreis** dar. Damit kann eine Regelung dem Einfluss einer Störung entgegenwirken. Im Gegensatz dazu liegt bei einer Steuerung nach Bild 2.2 ein offener Wirkungsfluss vor, weshalb sie auf den Einfluss einer Störung **nicht** reagieren kann.

### Größen und Glieder eines Regelkreises nach DIN 19226

Das Wirkungsschema in Bild 2.2 zeigt die Glieder und Größen eines Regelkreises in geräteunabhängiger Form.

Die zu regelnde Größe wird als **Regelgröße  $x$**  oder Istwert bezeichnet. Sie ist die Ausgangsgröße des Regelkreises und gibt diesem normalerweise den Namen (z. B. Dreh-

Bild 2.1  
Drehzahlregelung



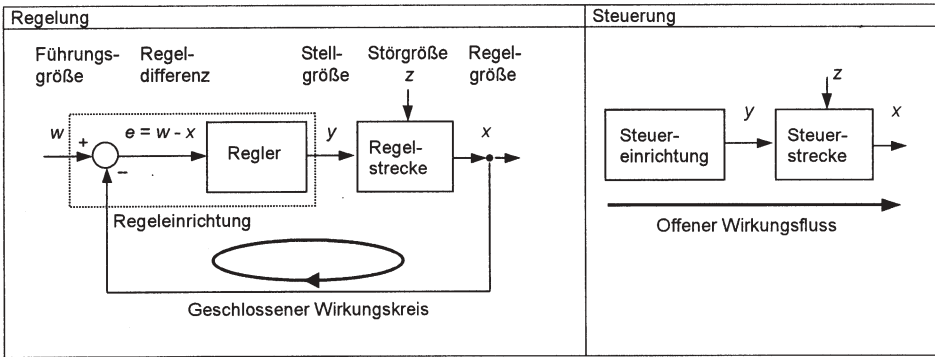


Bild 2.2 Wirkungsschema einer Regelung und einer Steuerung

zahlregelung). Die **Führungsgröße**  $w$  ist eine dem Regelkreis von außen zugeführte Größe, der die Regelgröße in vorgeschriebener Abhängigkeit folgen soll. Eine konstante Führungsgröße wird auch als **Sollwert** bezeichnet. Die **Regeldifferenz**  $e$  oder der **Regelfehler**  $e$  ist die Differenz  $e = w - x$  zwischen Führungs- und Regelgröße. Mit der **Stellgröße**  $y$  (z. B. die Motorspannung) steuert die Regeleinrichtung über ein Stellglied einen Energie- oder Massenfluss zur Erzeugung der Regelgröße. Die **Störgröße**  $z$  (z. B. Lastmoment) beeinflusst im Bereich der Regelstrecke von außen in unerwünschter Weise die Regelgröße  $x$ . Der Angriffspunkt der Störgröße wird als **Störort** bezeichnet.

Der Regelkreis wird in Regeleinrichtung und Regelstrecke gegliedert. Die **Regelstrecke** ist derjenige Teil des Regelkreises, in dem die Stellgröße  $y$  mit einem entsprechenden Energie- oder Massenfluss die Regelgröße  $x$  erzeugt. Bei der Drehzahlregelung ist dies der Motor.

Die **Regeleinrichtung** hat die gewünschte Regelwirkung zu erzeugen. Dazu enthält sie gemäß Bild 2.3 Glieder für folgende Aufgaben:

- ❑ Messung der Regelgröße  $x$  über das Mess- oder Umformglied 2,
- ❑ Vergleich der Regelgröße  $x$  mit der Führungsgröße  $w$  durch Bilden der Regeldifferenz  $e = w - x$ ,
- ❑ Bilden der Stellgröße  $y$  aus der Regeldifferenz  $e$ .

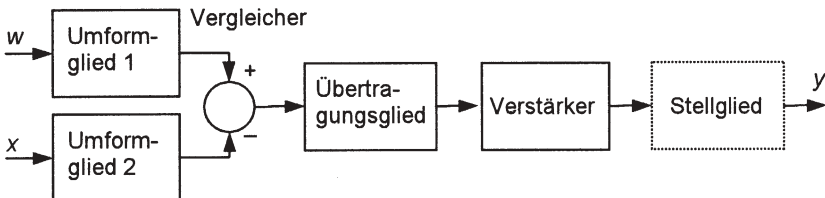


Bild 2.3 Glieder einer Regeleinrichtung

Daneben können weitere Glieder auftreten:

- Übertragungsglied zum Erzeugen eines bestimmten Zeitverhaltens des Reglers,
- Verstärker zur Verstellung des Stellgliedes,
- Je nach Vereinbarung das Stellglied selbst.

Häufig wird die Regeleinrichtung selbst oder der Vergleichler mit dem Übertragungsglied kurz als **Regler** bezeichnet.

### Regelungsarten

Eine **Festwertregelung** arbeitet mit einer zeitlich konstanten, eine **Folgeregelung** mit einer zeitlich variablen Führungsgröße  $w$ . Für eine Regelungsaufgabe ist der Regler abhängig von den Eigenschaften der Regelstrecke so zu entwerfen, dass die Regelgröße möglichst gut und schnell an die Führungsgröße angeglichen bzw. ihr nachgeführt wird.

Das **Regelverhalten** eines Regelkreises beschreibt die Abhängigkeit der Regelgröße sowohl von der Führungs- als auch der Störgröße. Das **Führungsverhalten** kennzeichnet den Einfluss der Führungsgröße und das **Störverhalten** den Einfluss der Störgröße auf die Regelgröße.

### Signalflussplan (Blockschaltbild)

Zur mathematischen Betrachtung von Regelkreisen, wobei nur die Signalübertragungseigenschaften des Kreises und der einzelnen Regelkreisglieder interessieren, werden die Wirkungszusammenhänge eines Regelkreises im Signalflussplan dargestellt. Dies ist eine geräteunabhängige Darstellung des Signal- oder Wirkungsflusses und der Übertragungseigenschaften der Glieder des Regelkreises. Bild 2.4 zeigt die Symbole des Signalflussplans.

Gepfeilte **Wirkungslinien** geben den Signalfluss und seine Richtung an. Die Signalübertragungseigenschaften der Regelkreisglieder werden geräteunabhängig durch rechteckige **Signalübertragungsglieder** dargestellt. Die Art des Übertragungsverhaltens, d.h. die funktionelle Abhängigkeit  $x_a = \Phi\{x_e\}$  der Ausgangsgröße von der Eingangsgröße kann in das Symbol eingetragen werden. Ein Signalübertragungsglied muss nicht unbedingt einem gerätetechnischen Glied entsprechen; es kann auch die Funktion mehrerer Glieder oder auch nur Teilfunktionen eines Gliedes repräsentieren.

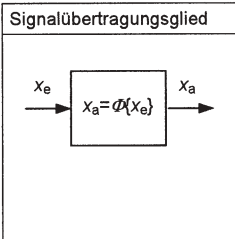
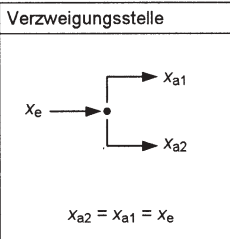
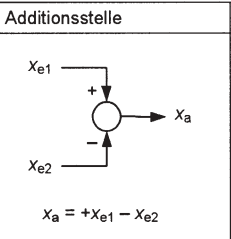
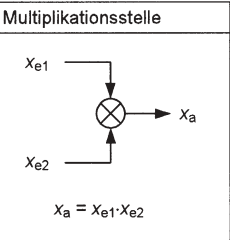
Signalübertragungsglied	Verzweigungsstelle	Additionsstelle	Multiplikationsstelle
	 <p style="text-align: center;"><math>x_{a2} = x_{a1} = x_e</math></p>	 <p style="text-align: center;"><math>x_a = +x_{e1} - x_{e2}</math></p>	 <p style="text-align: center;"><math>x_a = x_{e1} \cdot x_{e2}</math></p>

Bild 2.4 Symbole des Signalflussplans