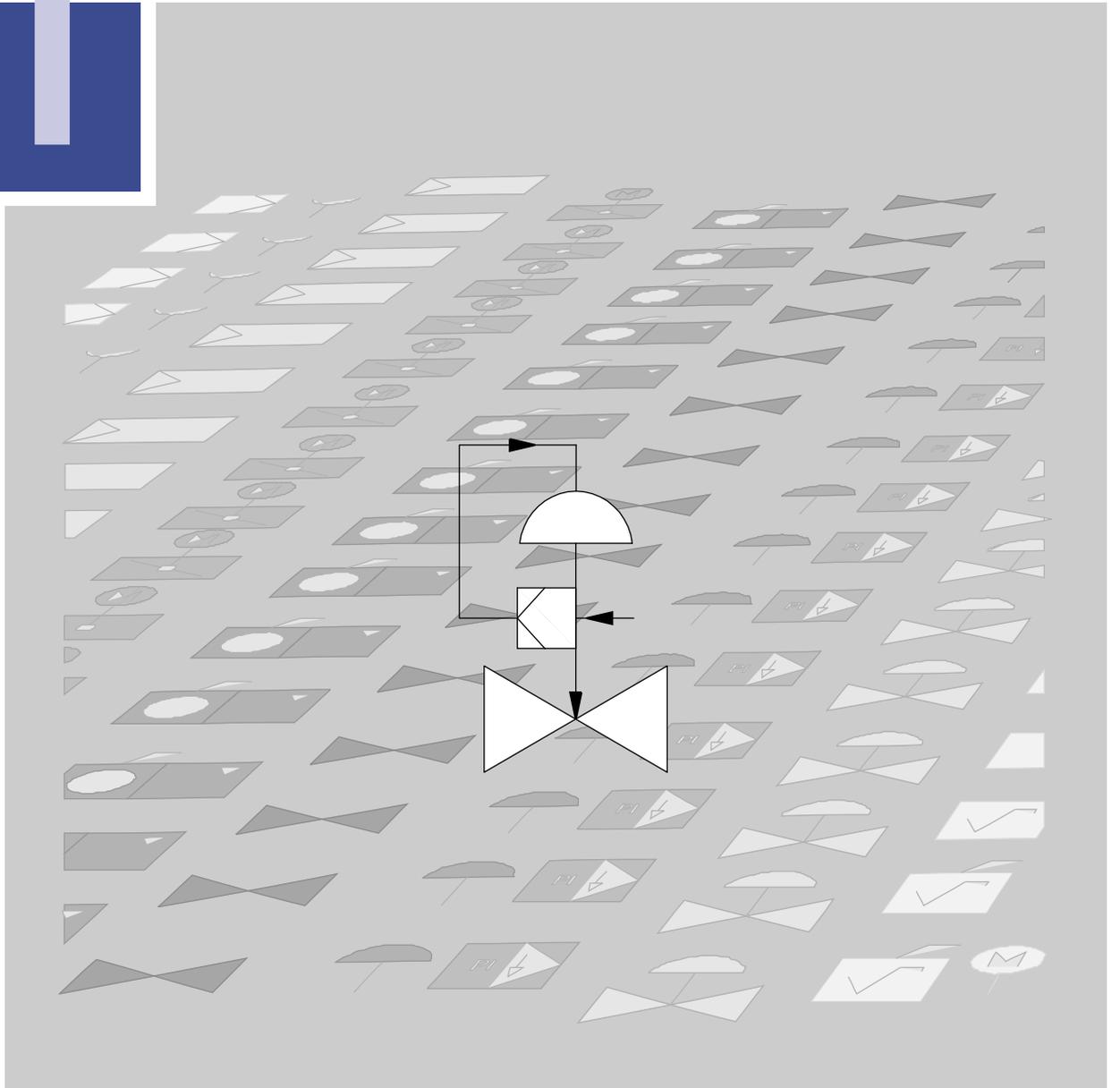
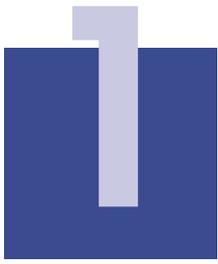


Technische Information



Begriffe und Symbole der Regelungstechnik



Teil 1 Grundlagen



Technische Informationen

Teil 1: Grundlagen

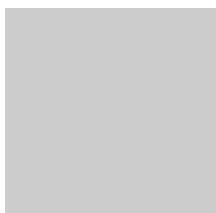
Teil 2: Regler ohne Hilfsenergie

Teil 3: Stellventile

Teil 4: Kommunikation

Teil 5: Gebäudeautomation

Teil 6: Prozessautomation



Bitte richten Sie Rückfragen und Anregungen an:

SAMSON AG
V74 / Schulung
Weismüllerstraße 3
60314 Frankfurt

Telefon (069) 4 00 94 67
Telefax (069) 4 00 97 16
E-Mail: schulung@samson.de
Internet: <http://www.samson.de>

Begriffe und Symbole der Regelungstechnik

Einleitung	5
Begriffe der Regelungstechnik	6
Steuerung	6
Regelung	7
Prozess	8
Regelkreis	9
Abkürzungen regelungstechnischer Größen	10
Symbole der Regelungstechnik	12
Signalflusspläne	12
Blöcke und Wirkungslinien	12
Gerätetechnische Darstellung	15
Kennzeichnung von EMSR-Stellen	19
Regelungsverfahren und -strukturen.	22
Festwertregelung.	23
Folgeregelung	23
Kaskadenregelung	24
Verhältnisregelung	24
Anhang A1: Ergänzende Literatur	26

Wichtige Vorbemerkung

Die vorliegende Technische Information basiert auf Festlegungen des Deutschen Instituts für Normung (DIN). Das stetige Bemühen, internationale Definitionen festzuschreiben, zeigt sich in einer zunehmenden Angleichung der Terminologien. Dennoch existieren länderspezifische Unterschiede bei Bezeichnungen und Darstellungen. Die Literaturangaben im Anhang geben Hinweise auf internationale Standards und Publikationen, die mit den DIN-Normen in Zusammenhang stehen bzw. direkt daraus abgeleitet worden sind.

Darstellungen und Textabschnitte, die sich auf DIN-Normen beziehen, sind im Folgenden zumeist verkürzt oder 'dem Sinn entsprechend' wiedergegeben. Der exakte Sachverhalt muss immer – auch aufgrund möglicher Erweiterungen oder Änderungen – der aktuellen Ausgabe des entsprechenden Dokumentes entnommen werden.

Einleitung

Bei der Planung, Ausführung und Inbetriebnahme einer regelungstechnischen Anlage ist eine unmissverständliche Kommunikation zwischen allen Beteiligten unumgänglich.

Um dies zu erreichen, ist eine eindeutige Begriffsdefinition und – für die Dokumentation – eine genormte grafische Symbolik notwendig. Mit diesen Mitteln kann eine Anlage bzw. eine MSR-Aufgabe (Messen, Steuern, Regeln) sowie deren gerätetechnische Lösung einfach und übersichtlich dargestellt werden.

Begriffe der Regelungstechnik

Um innerhalb eines technischen Prozesses eine physikalische Größe – z. B. einen Druck, einen Durchfluss oder eine Temperatur – auf einem gewünschten Wert zu halten, kann diese Größe entweder gesteuert oder geregelt werden.

Steuerung

Die Steuerung ist ein Vorgang, bei dem über eine oder mehrere Eingangsgrößen eines Systems eine Prozessgröße beeinflusst wird. Der sich tatsächlich einstellende Wert der Prozessgröße wird nicht überprüft, so dass sich eine mögliche Abweichung – z. B. hervorgerufen durch äußere Störungen – nicht auf den Steuerungsvorgang auswirkt. Kennzeichen der Steuerung ist somit ein offener Wirkungsablauf.

offener Wirkungsablauf

Störungen werden nicht erkannt

Der in Bild 1 dargestellte Bediener hat die Aufgabe mit einem Stellventil den Druck p_2 in einer Rohrleitung einzustellen. Dazu nutzt er eine Zuordnungsvorschrift, in der für jeden Sollwert (w) ein bestimmtes Stellsignal (y) des Fernstellers festgelegt ist. Da dieses Stellverfahren mögliche Durchflussschwankungen nicht berücksichtigt, sollte eine Größe nur dann gesteuert werden, wenn sichergestellt ist, dass sie nicht durch Störungen in unzulänglicher Weise beeinflusst wird.

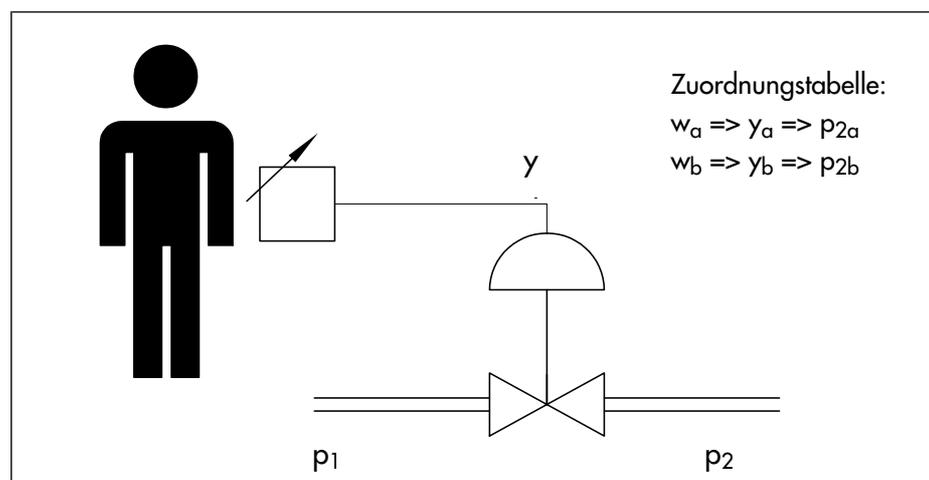


Bild 1: Der Bediener steuert über den Fernsteller die Prozessgröße p_2

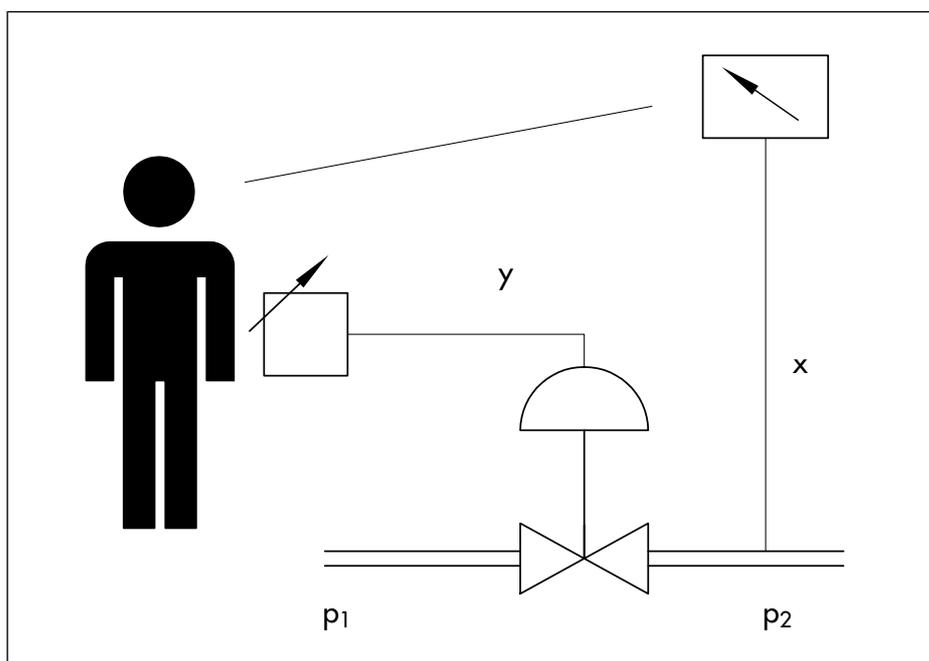


Bild 2: Der Bediener regelt die Prozessgröße p_2

Regelung

Bei einer Regelung wird die zu regelnde Größe (Regelgröße x) fortlaufend gemessen und mit einem vorgegebenen Wert (Führungsgröße w) verglichen. Besteht zwischen diesen beiden Größen eine Differenz (Regeldifferenz e bzw. Regelabweichung x_w), so wird abhängig von der gemessenen Differenz ein Verstellvorgang eingeleitet, welcher die Regelgröße mit der Führungsgröße wieder in Übereinstimmung bringen soll. Kennzeichen der Regelung ist somit ein geschlossener Wirkungsablauf.

**geschlossener
Wirkungsablauf**

Der in Bild 2 dargestellte Bediener überwacht den Druck p_2 in der Rohrleitung, an der verschiedene Verbraucher angeschlossen sind. Erhöht sich der Verbrauch, so sinkt der Druck in der Leitung. Dies erkennt der Bediener, woraufhin er den Steuerdruck des pneumatischen Stellventils so lange verändert, bis der gewünschte Druck p_2 wieder angezeigt wird. Durch die ununterbrochene Beobachtung der Druckanzeige und den unverzüglichen Regeleingriff sorgt der Bediener dafür, dass sich der Druck immer auf dem gewünschten Wert hält. Aufgrund der Rückführung der Prozessgröße p_2 über die Druckanzeige zum Bediener liegt ein geschlossener Wirkungsablauf vor, das typische und notwendige Merkmal einer Regelung.

**Störungen werden
ausgeregelt**

In DIN 19 226 ist der Begriff der Regelung wie folgt definiert:

**Definition der
Regelung: DIN 19 226**

“Das Regeln, die Regelung, ist ein Vorgang, bei dem fortlaufend eine Größe, die Regelgröße (zu regelnde Größe), erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird. Kennzeichen für das Regeln ist der geschlossene Wirkungsablauf, bei dem die Regelgröße im Wirkungsweg des Regelkreises fortlaufend sich selbst beeinflusst.“

Als ‘fortlaufend’ gilt hier auch eine hinreichend häufige Wiederholung von gleichartigen Einzelvorgängen. Der zyklische Programmablauf der digitalen Abtastregelung ist dafür ein Beispiel.

**Englisch ‘control’:
Steuern oder Regeln?**

Anmerkung: Im Englischen wird sowohl für ‘Regeln’ als auch für ‘Steuern’ der Begriff ‘control’ verwendet. Daher wird bei Übersetzungen nicht immer deutlich, ob ein Regel- und ein Steuervorgang beschrieben wird. Sind beide Aufgabenstellungen gemeint, übersetzt man ‘control’ häufig mit ‘Automatisieren’ oder ‘Leiten’ (Leitwarte). Eine exakte Unterscheidung ist nur dann möglich, wenn Regelungen mit ‘closed loop control’ übersetzt werden.

Prozess

Ein Prozess ist eine Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System, in dem Materie, Energie oder Information umgeformt, transportiert oder auch gespeichert wird. Durch geeignete Abgrenzungen können Teilprozesse oder umfassende Prozesse festgelegt werden.

• Beispiele:

- ▶ Erzeugung elektrischer Energie in einem Kraftwerk,
- ▶ Verteilung von Energie in einem Gebäude,
- ▶ Erzeugung von Roheisen in einem Hochofen,
- ▶ Transport von Gütern.

Regelkreis

Die Elemente eines Regelkreises werden entsprechend ihrer jeweiligen Teilaufgaben wie folgt unterschieden:

	Regeleinrichtung	Regler und Steller
+	Strecke	Stellglied sowie Pumpe, Rohrleitung etc.
+	Messeinrichtung	Temperatur-, Druckaufnehmer o. Ä.
=	Regelkreis	

**Komponenten
des Regelkreises**

Die Elemente der Stelleinrichtung werden zum Teil der Regeleinrichtung und teilweise der Strecke zugeordnet.

	Steller (Teil der Regeleinrichtung)	Stellantrieb
+	Stellglied (Teil der Strecke)	Drosselkörper
=	Stelleinrichtung	Stellventil

**Komponenten
der Stelleinrichtung**

Diese Unterscheidung ergibt sich unmittelbar aus der Aufgabenverteilung: Während der Steller das Reglerausgangssignal aufbereitet und verstärkt, greift das Stellglied – als Teil der zu regelnden Strecke – in den Massen- oder Energiestrom ein.

Abkürzungen regelungstechnischer Größen

DIN oder IEC	Eine verkürzte Schreibweise ermöglicht die Festlegung von einheitlichen Formelzeichen. Die im deutschen Sprachraum verwendeten Zeichen der DIN 19 221 entsprechen den internationalen Ausweichzeichen, die die Publikation IEC 27-2A zulässt. Abweichend dazu legt die IEC sogenannte Hauptzeichen (chief symbols) fest, die sich im Vergleich zur DIN in einigen, sehr wichtigen Fällen unterscheiden.
Regelgröße, Istwert	<p>x (IEC-Hauptsymbol: y)</p> <p>In einem Regelkreis wird diejenige Prozessgröße mit x bezeichnet, deren Zustand geregelt werden soll. In der Verfahrenstechnik ist dies zumeist ein physikalischer (z. B. Temperatur, Druck, Durchfluss) oder chemischer Zustand (z. B. pH-Wert, Härte usw.).</p>
Führungsgröße, Sollwert	<p>w (IEC-Hauptsymbol: w)</p> <p>Diese Größe gibt den Wert vor, den die zu regelnde Prozessgröße einnehmen soll (Sollwert). Ihr physikalischer Wert – in Form einer mechanischen oder elektrischen Größe (Kraft, Druck, Strom, Spannung etc.) – wird im geschlossenen Regelkreis mit der Regelgröße x verglichen.</p>
Rückführungsgröße	<p>r (IEC-Hauptsymbol: f)</p> <p>Die aus der Messung der Regelgröße hervorgegangene Größe, die zum Reglereingang auf das Vergleichsglied zurückgeführt wird.</p>
Regeldifferenz	<p>$e = w - x$ (IEC-Hauptsymbol: e)</p> <p>Die Eingangsgröße e des Regelgliedes ist die vom Vergleichsglied errechnete Differenz aus Führungsgröße und Regelgröße. Wird die Wirkung der Messeinrichtung mit berücksichtigt, muss mit $e = w - r$ gerechnet werden.</p>
Regelabweichung	<p>$x_w = x - w$</p> <p>Die Definitionsgleichung zeigt, dass die Regelabweichung denselben Betrag hat wie die Regeldifferenz e, jedoch das umgekehrte Vorzeichen. Wird die Messeinrichtung mit einbezogen, so gilt: $x_w = r - w$.</p>

y (IEC-Hauptsymbol: m)

Die Stellgröße ist die Ausgangsgröße der Regeleinrichtung und Eingangsgröße der Regelstrecke. Sie wird vom Regler bzw. – bei Verwendung eines Stellers – vom Steller generiert. Sie ist abhängig von der Einstellung der Regelparameter sowie vom Wert der Regelabweichung.

Stellgröße

y_r

Wird die Regeleinrichtung in Regler und Steller aufgeteilt, dann bezeichnet y_r die Ausgangsgröße des Reglers bzw. die Eingangsgröße des Stellers.

Reglerausgangsgröße

z (IEC-Hauptsymbol: v)

Störgrößen wirken auf den Regelkreis und beeinflussen die Regelgröße in unerwünschter Weise. Es ist eine Aufgabe der Regelung, diesen Einfluss zu kompensieren.

Störgröße

y_h

Innerhalb des Stellbereichs y_h kann die Stellgröße y vom Regler vorgegeben werden:

Stellbereich

$$y_{\min} \leq y \leq y_{\max}$$

Symbole der Regelungstechnik

Signalflusspläne

Ein Signalflussplan ist eine sinnbildliche Darstellung der wirkungsmäßigen Zusammenhänge eines Systems. Die wesentlichen Komponenten des Steuer- bzw. Regelsystems werden mittels Blockschaltbildern dargestellt. Falls erforderlich, kann die Teilaufgabe, für die ein Block steht, durch zusätzlichen Klartext beschrieben werden.

Für sehr detailreiche Darstellungen ist die Blockschaltbildsymbolik jedoch nicht geeignet. Hierfür bieten sich die weiter unten erläuterten Bildzeichen an, mit denen auch funktionelle Einzelheiten übersichtlich gezeigt werden können.

Blöcke und Wirkungslinien

Die wirkungsmäßige Abhängigkeit eines Ausgangssignals von einem Eingangssignal symbolisiert ein Rechteck (Block). Ein- und Ausgangssignale werden durch Linien dargestellt und deren Wirkungsrichtung (Ein- oder Ausgang) mit Pfeilen gekennzeichnet.

- Beispiel: Radizierung einer Größe (Bild 3)
(z. B. Durchflussmessung über Differenzdruckaufnehmer)

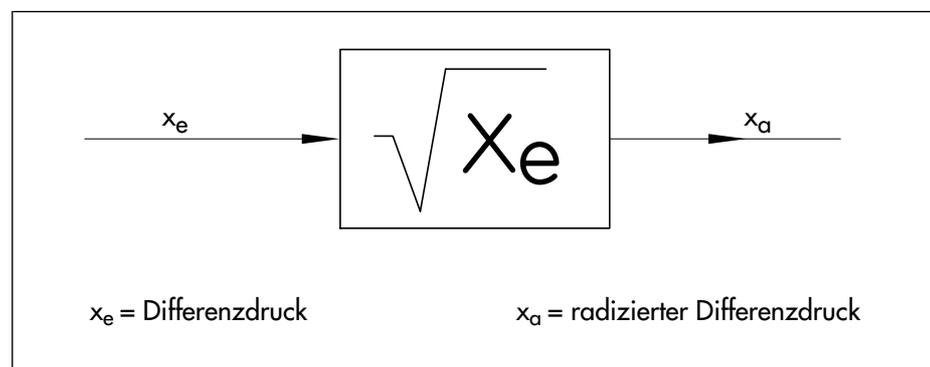


Bild 3: Radizierung eines Differenzdrucksignals

- Beispiel: Darstellung eines Zeitverhaltens (Bild 4)
(z. B. Füllstandshöhe in einem Behälter bei konstantem Zulauf)

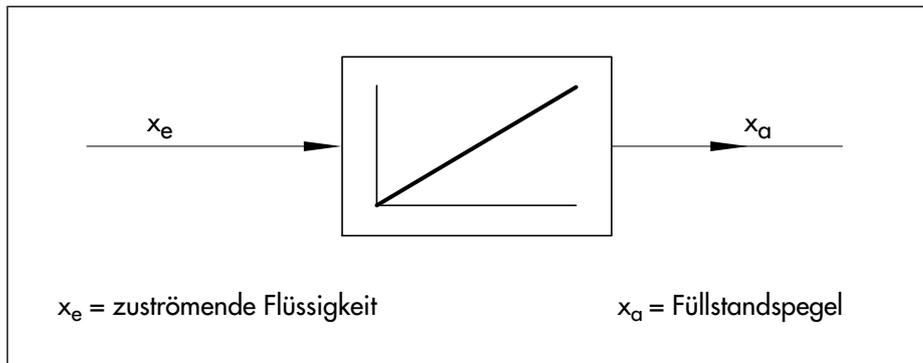


Bild 4: Zeitlicher Verlauf eines Flüssigkeitsstandes

- Beispiel: Additionsstelle (Bild 5)

Eine Additionsstelle beschreibt die algebraische Summe der Eingangssignale. Es können beliebig viele Eingänge auf einen Additionspunkt geführt werden, der durch einen offenen Kreis dargestellt wird. Die Eingänge werden entsprechend ihrem Vorzeichen addiert oder subtrahiert.

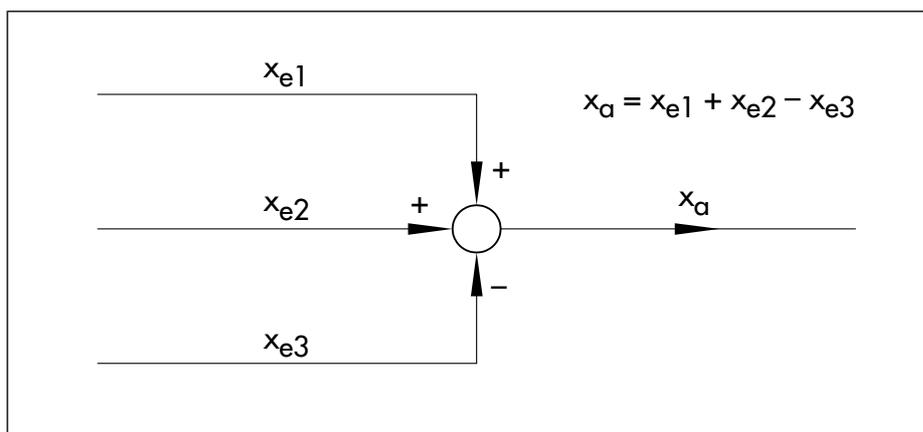


Bild 5: Additionsstelle

- Beispiel: Verzweigungsstelle (Bild 6)

Ein Punkt bezeichnet eine Verzweigungsstelle. In ihr spaltet sich eine Wirkungslinie in zwei oder mehrere auf. Dabei wird das Signal unverändert weitergegeben.

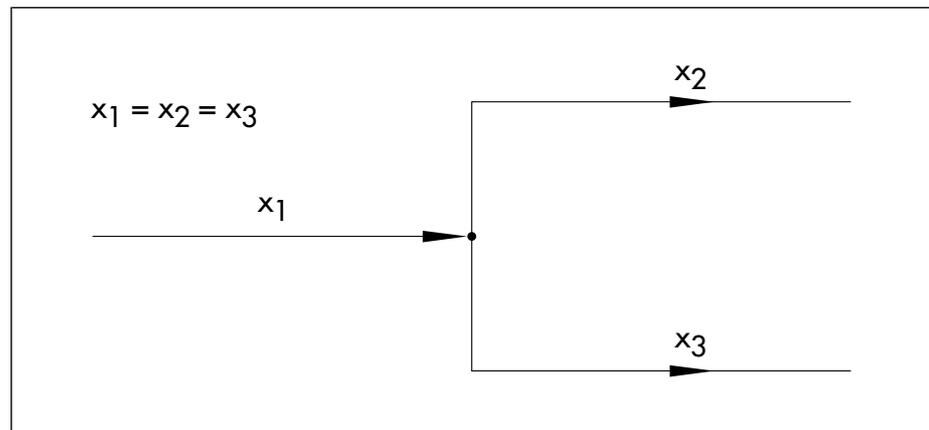


Bild 6: Verzweigungsstelle

- Beispiel: Signalflussplan einer Steuer- und Regelung

Mit der zuvor erläuterten Blockschaltbildsymbolik lässt sich der Unterschied zwischen Steuerungs- und Regelungsvorgängen sehr anschaulich zeigen.

**Signalflussplan
der Steuerung**

Beim offenen Wirkungsablauf der Steuerung (Bild 7) verändert der Bediener den Fernsteller nur in Abhängigkeit von der Führungsgröße w . Die Einstellung erfolgt anhand einer zuvor ermittelten Zuordnungsvorschrift (z. B. eine Tabelle: Sollwert $w_1 =$ Fernstellerposition v_1 ; $w_2 = v_2$ usw.).

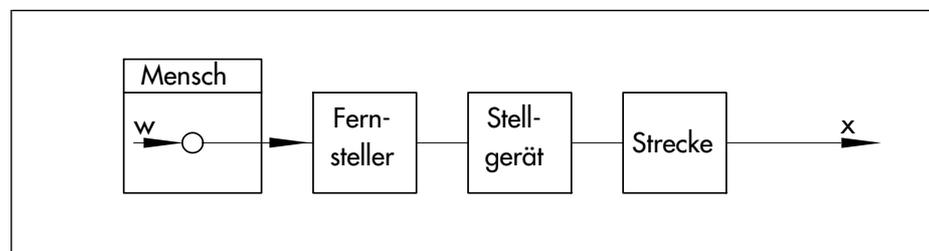


Bild 7: Blockschaltbild der Handsteuerung

Beim geschlossenen Wirkungsablauf der Regelung (Bild 8) wird die zu regelnde Größe x erfasst und auf den Regler – hier ein Mensch – zurückgeführt. Dort wird verglichen, ob diese Größe den gewünschten Wert der Führungsgröße w hat. Unterscheiden sich x und w , so wird der Fernsteller so lange verändert, bis beide Größen einander entsprechen.

Signalflussplan der Regelung

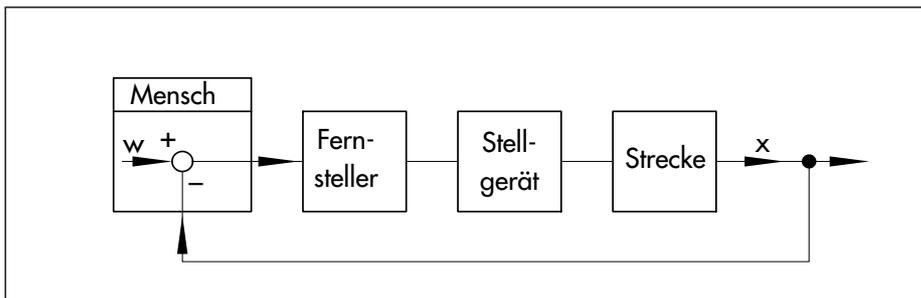


Bild 8: Blockschaltbild der Handregelung

Gerätetechnische Darstellung

Unter Anwendung der vorangegangenen Symbol- und Begriffsdefinitionen stellt sich der Wirkungsplan einer Regelung entsprechend Bild 9 dar (Abkürzungen siehe Seite 10).

Elemente und Signale eines Regelkreises

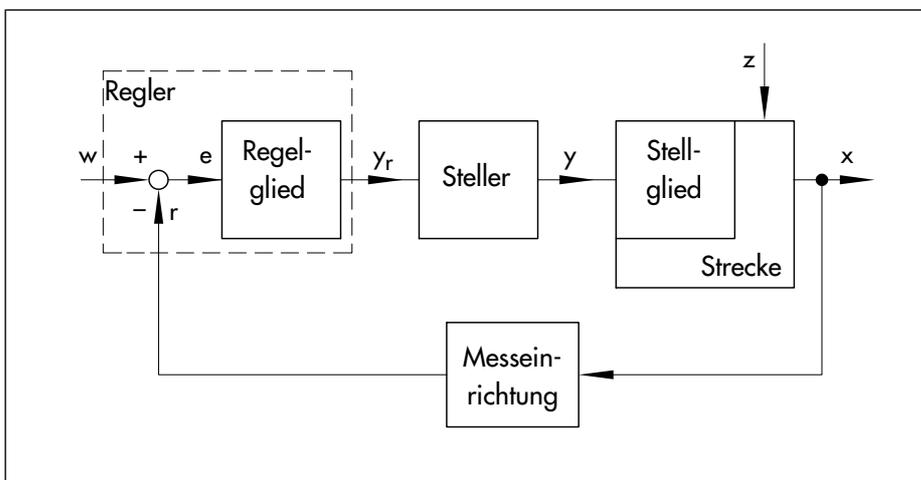


Bild 9: Blockschaltbild eines Regelkreises

grafische Symbole für detailreiche, lösungsbezogene Darstellungen

Soll die technische Umsetzung hervorgehoben werden, verwendet man für den Signalfussplan am besten grafische Symbole (Bild 10). Da diese Darstellung die gerätetechnische Lösung einer Aufgabe in der Prozessleittechnik (PLT) wiedergibt, spricht man von einer lösungsbezogenen Darstellung. Bei der Planung, Montage, Prüfung, Inbetriebnahme und Wartung von PLT-Anlagen sind solche grafischen Darstellungen ein wichtiger Bestandteil der Unterlagen.

- 1: Sensor (Temp.)
- 2: Messumformer
- 3: Signalumformer
- 4: Regler
- 5: pneumatisches Hubventil
- 6: Wärmeaustauscher

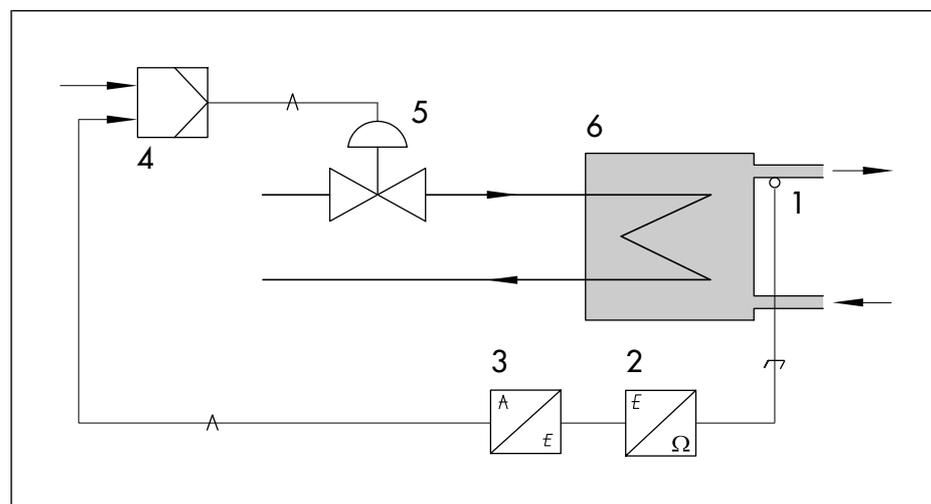
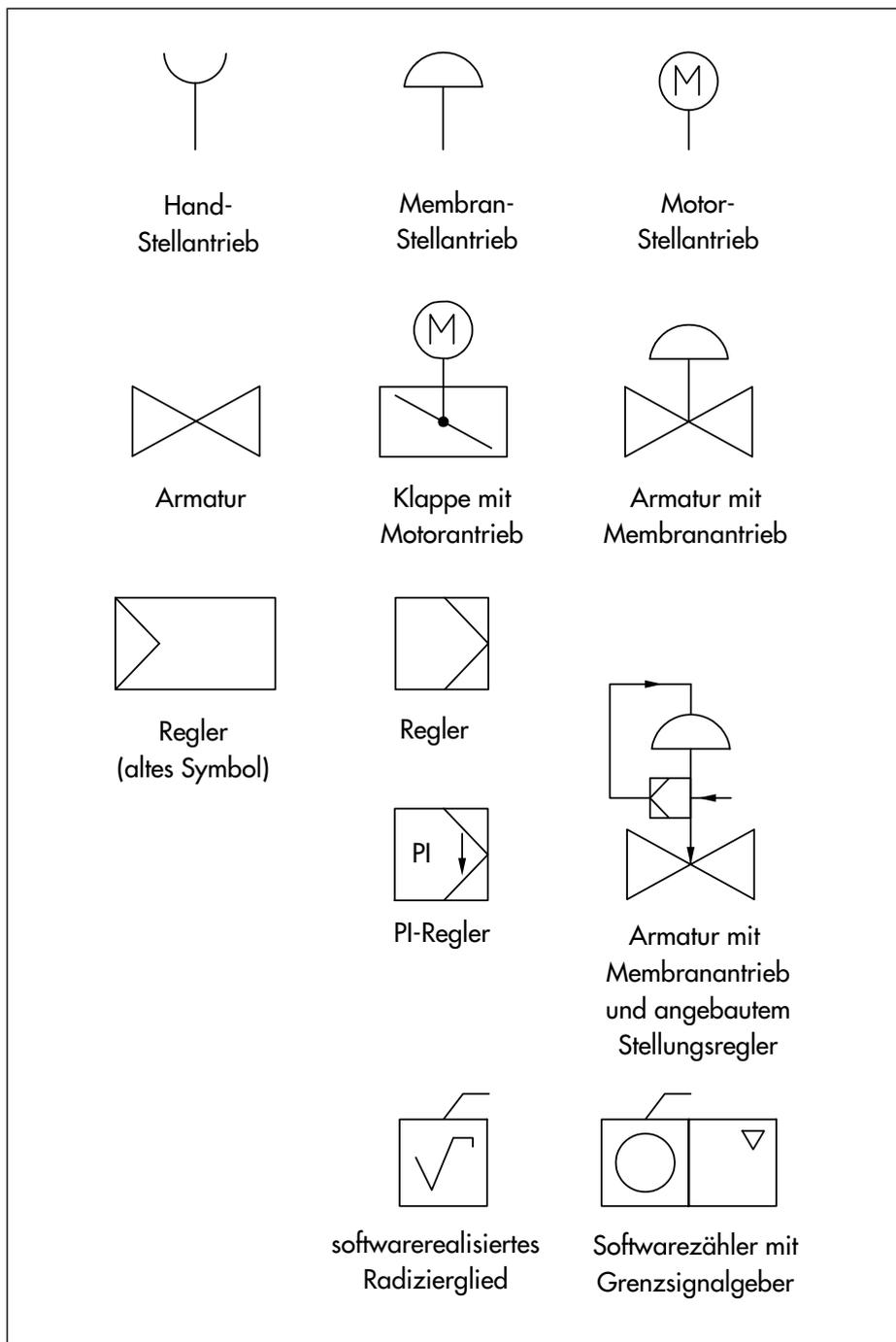


Bild 10: Grafische Symbole zur Beschreibung einer Temperaturregelung eines Wärmeaustauscher-Systems

Jedem Gerät ist ein – zumeist genormtes – grafisches Symbol zugeordnet. Apparaturen, die aus verschiedenen Teilgeräten bestehen, werden häufig durch mehrere aneinander gefügte Symbole dargestellt.



werden Funktionen per Software realisiert, so werden sie durch eine Fahne (flag) gekennzeichnet

Bild 11: Bildzeichen für Regler, Stellventile und Softwarefunktionen nach DIN 19 227 Teil 2

grafische Symbole für die Prozessleittechnik

Für die Prozessleittechnik sind in DIN 19 227 grafische Symbole für Aufnehmer, Anpasser, Regler, Stellgeräte, Bedienungsgeräte, Hilfsenergiegeräte, Leitungen und Zubehör zusammengestellt (Bild 11 und 12). Aber auch eine Vielzahl anderer DIN befassen sich mit dem Gebrauch von Bildzeichen, z. B.: DIN 1 946, DIN 2 429, DIN 2 481, DIN 19 239 und DIN 30 600 (Hauptwerk mit etwa 3 500 Bildzeichen).

Es sollte immer auf genormte Bildzeichen zurückgegriffen werden. Nur wenn kein Norm-Bildzeichen existiert, können eigene Darstellungen verwendet werden.

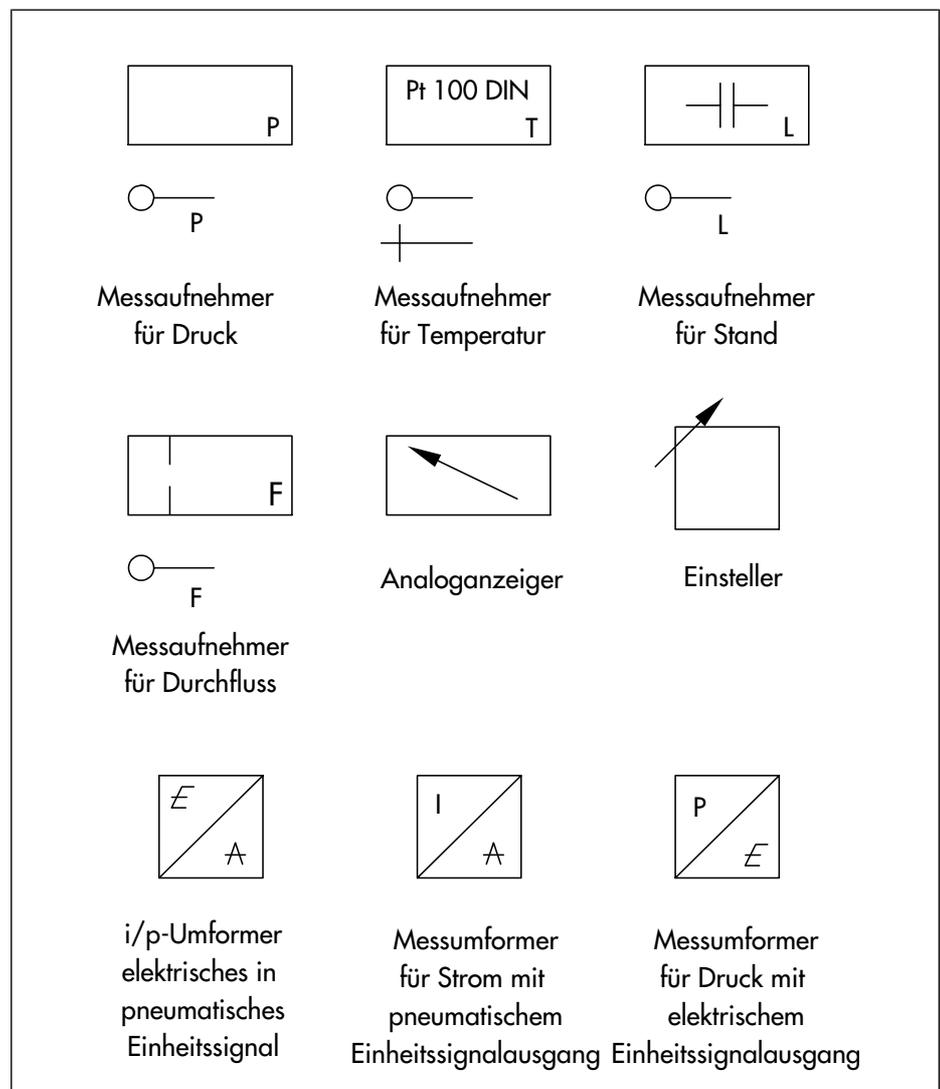


Bild 12: Bildzeichen für Aufnehmer, Messumformer, Einsteller und Anzeiger nach DIN 19 227 Teil 2

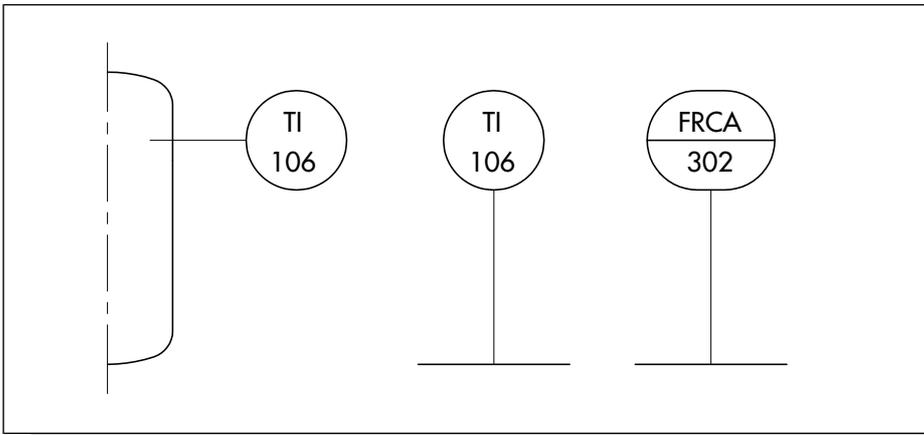


Bild 13: EMSR-Stellen, Bezeichnung nach DIN 19 227 Teil 1

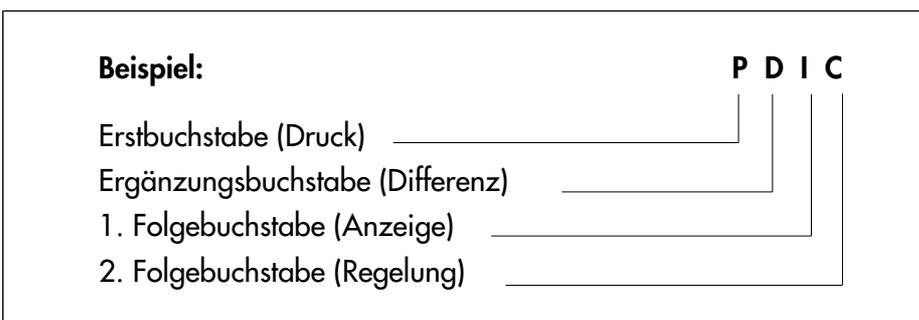
Kennzeichnung von EMSR-Stellen

Neben der lösungsbezogenen Darstellung mit grafischen Symbolen, können Einrichtungen der Prozessleittechnik auch aufgabenbezogen mit Hilfe von EMSR-Stellen (Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik) beschrieben werden (DIN 19227 Teil 1).

EMSR-Stellen werden durch einen Kreis gekennzeichnet. Ein Querstrich im Symbol wird verwendet, wenn die Ausgabe und Bedienung nicht vor Ort, sondern in einer zentralen Leitwarte erfolgt. Im unteren Teilkreis steht die EMSR-Stellennummer, darüber die Kennbuchstaben, welche die Mess- oder Eingangsgröße sowie ggf. die Art der Signalverarbeitung, Organisationsangaben und den Signalflussweg näher bezeichnen. Erfordert die Kennzeichnung mehr Platz, wird der Kreis zu einem Langrund gestreckt (Bild 13).

Eine EMSR-Bezeichnung mit Kennbuchstaben kann sich wie folgt zusammensetzen:

EMSR-Stellen-Kennzeichnung

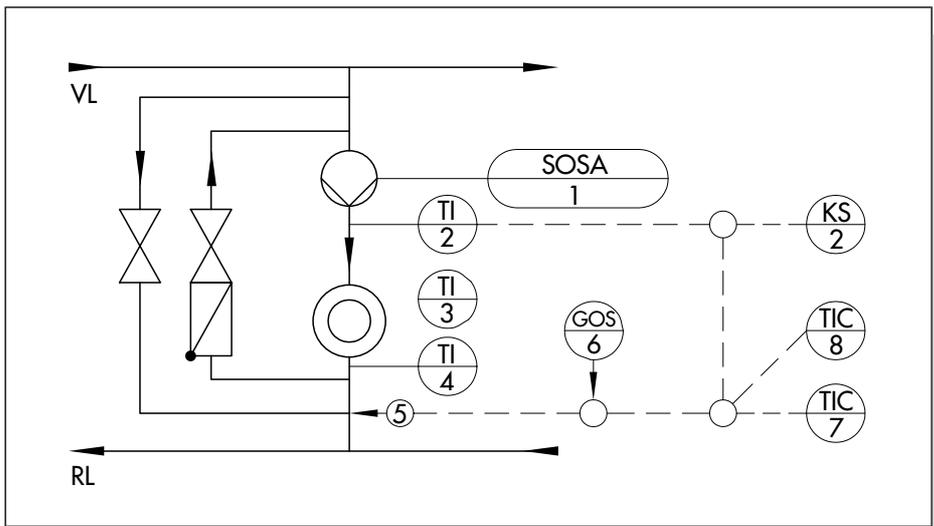


Die Bedeutung und die Reihenfolge der Kennbuchstaben sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

weitere Angaben
siehe DIN 19 227

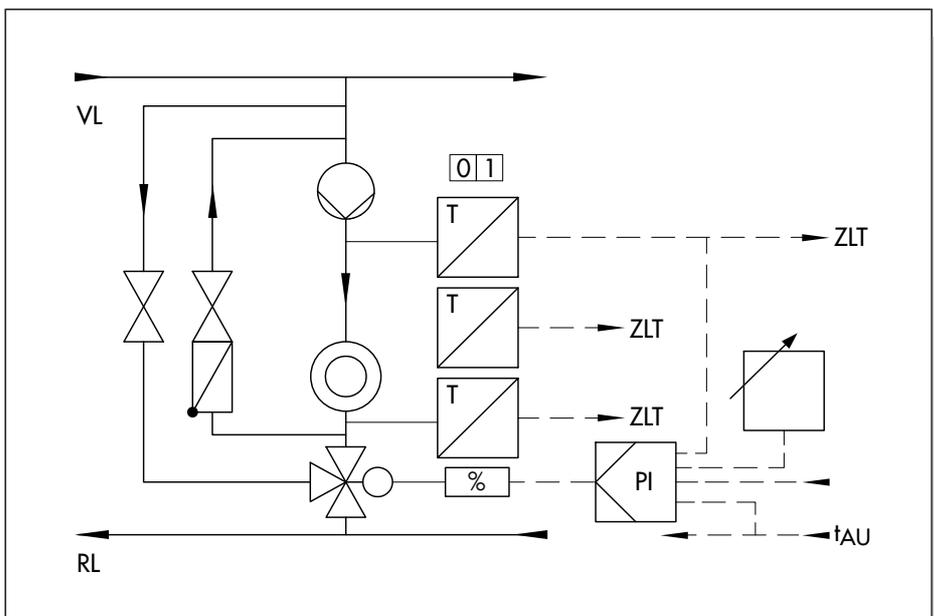
	Gruppe 1: Mess- oder Eingangsgröße		Gruppe 2: Verarbeitung
	Erstbuchstabe	Ergänzungsbuchstabe	Folgebuchstabe (Reihenfolge: I, R, C, .. beliebig)
A			Störungsmeldung, Alarm
C			selbsttätige Regelung
D	Dichte	Differenz	
E	elektrische Größen		Aufnehmerfunktion
F	Durchfluss, Durchsatz	Verhältnis	
G	Abstand, Länge, Stellung		
H	Handeingriff		oberer Grenzwert (high)
I			Anzeige
K	Zeit		
L	Stand (Füllstand)		unterer Grenzwert (low)
O			Sichtzeichen, Ja/Nein-Anzeige
P	Druck		
Q	Stoffeigenschaften	Integral, Summe	
R	Strahlungsgrößen		Registrierung
S	Geschwindigkeit Drehzahl, Frequenz		Schaltung, Ablaufsteuerung
T	Temperatur		Messumformer-Funktion
U	zusammengesetzte Größen		
V	Viskosität		Stellgeräte-Funktion
W	Geschwindigkeit, Masse		
Y			Rechenfunktion
Z			Noteingriff, Schutzeinrichtung

Einen Vergleich der beiden möglichen symbolischen Darstellungen für Regelkreise zeigen die Bilder 14 und 15 anhand eines Beispiels. Im Allgemeinen ist die gerätetechnische Darstellung der DIN 19 227 – Teil 2 (Bild 15) leichter verständlich, wohingegen sich die Symbolik mit EMSR-Stellen (Bild 14) bei komplexeren Anlagendarstellungen anbietet.



EMSR-Symbolik

Bild 14: Regelkreisdarstellung nach DIN 19 227 Teil 1



gerätetechnische
Symbole

Bild 15: Regelkreisdarstellung nach DIN 19 227 Teil 2

Regelungsverfahren und -strukturen

Auslegung auf Störungs- oder Führungsverhalten

In der Praxis kommen ganz unterschiedliche Regelungsstrukturen zum Einsatz. Diese unterscheiden sich vor allem in der Art und Weise, wie für einen betrachteten Regelkreis die Führungsgröße w generiert wird. Dies beeinflusst auch die Reglereinstellung, denn es ist regelungstechnisch ein Unterschied, ob sich in erster Linie die Führungsgröße des Regelkreises ändert oder ob vor allem Störgrößen auszuregeln sind.

- ▶ Ein gutes Störverhalten ist dadurch gekennzeichnet, dass der Regler beim Auftreten einer Störung den ursprünglichen Gleichgewichtszustand sehr schnell wiederherstellt (Bild 16).
- ▶ Das Führungsverhalten wird danach beurteilt, wie schnell und exakt die Regelgröße einen neu vorgegebenen Sollwert erreicht (Bild 17).

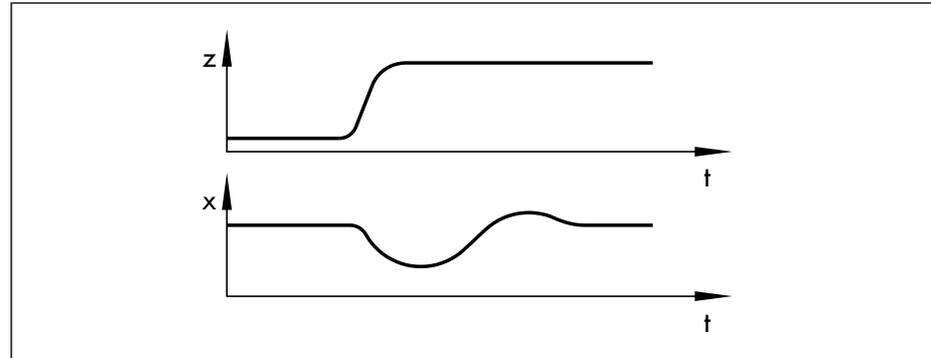


Bild 16: Störungsverhalten

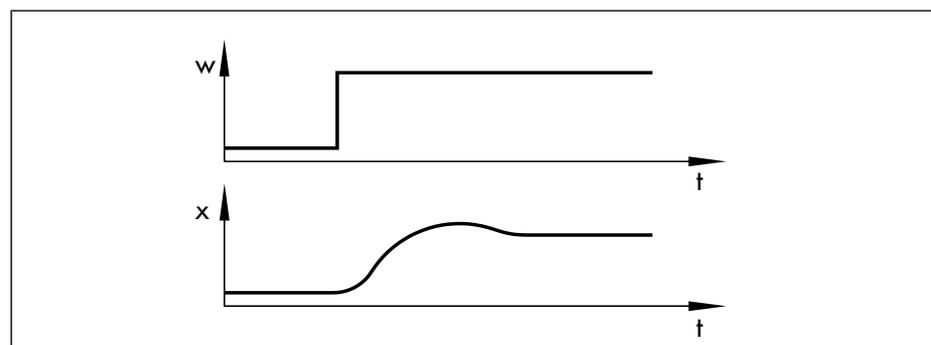


Bild 17: Führungsverhalten

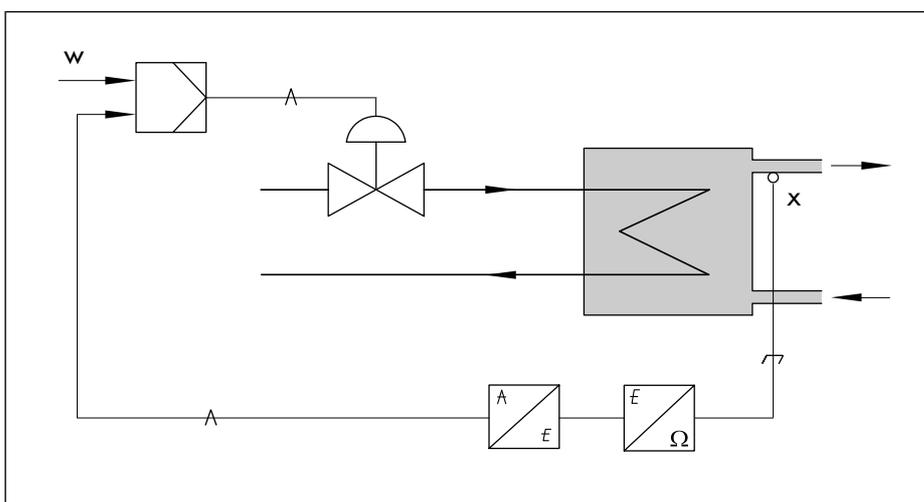


Bild 18: Temperaturregelung mittels Festwertregelung

Festwertregelung

Bei der Festwertregelung wird für die Führungsgröße w ein konstanter Wert eingestellt. Festwertregler haben die Aufgabe Störungen auszuregeln und werden dementsprechend auf ein gutes Störverhalten ausgelegt.

Die Temperaturregelung aus Abbildung 18 dient als Beispiel für eine Festwertregelung. Die Temperatur des aus dem Speicher fließenden Mediums soll durch die Regelung des Heizkreises konstant gehalten werden. Ein gutes Regelergebnis ist nur dann erreichbar, wenn im Heizkreis keine stärkeren, durch Störungen verursachte Druckschwankungen auftreten.

Folgeregelung

Im Gegensatz zur Festwertregelung ist bei der Folgeregelung die Führungsgröße nicht konstant, sondern ändert sich mit der Zeit. Zumeist wird sie vom Anlagenbetreiber oder von externen Geräten vorgegeben. Eine schnell veränderliche Führungsgröße erfordert einen Regelkreis mit gutem Führungsverhalten. Sind zudem größere Störungen auszuregeln, muss auch das Störübertragungsverhalten bei der Reglerauslegung berücksichtigt werden.

**Führungsgröße fest
eingestellt**

**Folgeregler brauchen
gutes Führungsverhalten**

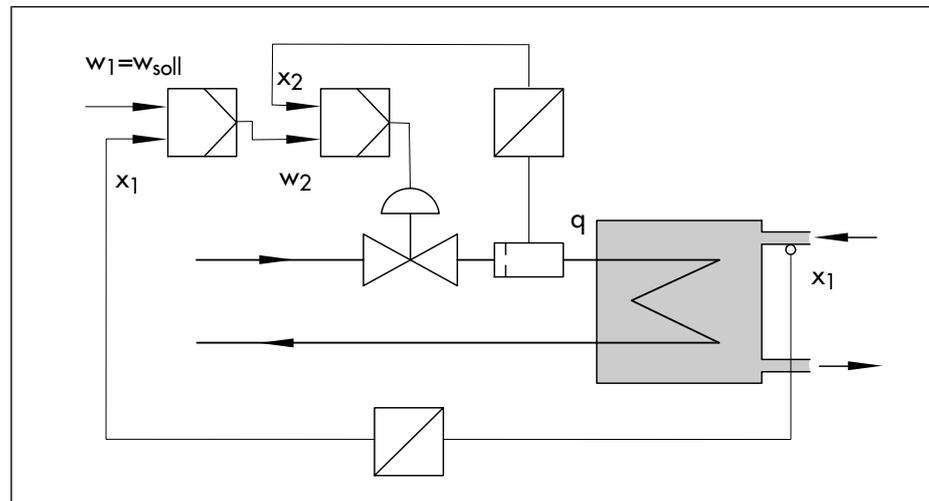


Bild 19: Temperaturregelung mittels einer Kaskadenregelung

Kaskadenregelung

Eine Kaskadenregelung erfordert mindestens zwei Regler, den Führungs- und den Folgeregler. Charakteristisches Merkmal ist, dass die Ausgangsgröße des überlagerten Führungsreglers die Führungsgröße des Folgereglers ist.

Führungs- und Folgeregler für hochwertige Regelungen

Durch die Kaskadenregelung liefert die Temperaturregelung des Wärmeaustauschers (Bild 19) auch dann gute Ergebnisse, wenn am Heizkreis mehrere Verbraucher angeschlossen sind. Die entstehenden Druck- bzw. Durchflussschwankungen berücksichtigt der dem Temperaturregler unterlagerte Durchflussregelkreis (w_2, x_2).

In unserem Beispiel sollte beim äußeren Regelkreis (w_1, x_1) die Reglerauslegung vom Störverhalten bestimmt werden, der innere – unterlagerte – Regelkreis sollte ein gutes Führungsverhalten aufweisen.

Verhältnisregelung

Die Verhältnisregelung ist eine Sonderform der Folgeregelung. Sie dient dazu, das vorgegebene Verhältnis zweier Größen konstant zu halten. Dazu benötigt sie ein Rechenglied (V), dessen Eingangsgröße der gemessene Zustand der Prozessgröße 1 ist und dessen Ausgangsgröße den Regler der Prozessgröße 2 führt.

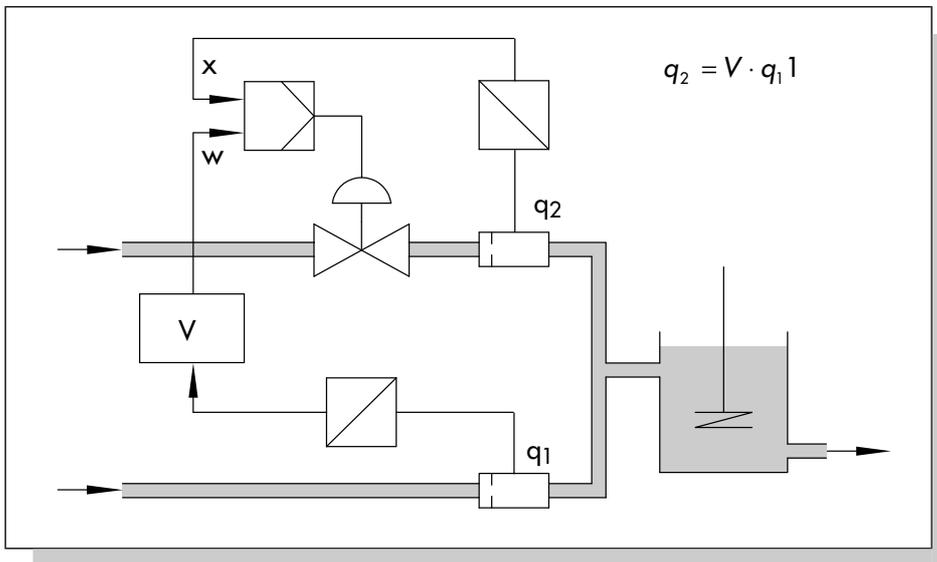


Bild 20: Verhältnisregelung

Bei dem in Bild 20 dargestellten Mischer wird abhängig vom Volumenstrom q_1 eines Materials der Volumenstrom q_2 eines anderen Materials geregelt.

Anhang A1: Ergänzende Literatur

- [1] DIN 19 226: Regelungstechnik und Steuerungstechnik
- [2] DIN 19 227: Graphische Symbole und Kennbuchstaben für die Prozessleittechnik
- [3] Regler und Regelstrecken
Technische Information L102; SAMSON AG
- [4] Schmäing, Eduard: Regelungstechnik in Bildern
Band 1-4, Vogel-Verlag, Würzburg
- [5] Samal: Grundriß der analogen und digitalen Regelungstechnik
Band 1 und 2, Oldenbourg-Verlag, München, Wien
- [6] Piwinger, Franz: Regelungstechnik für Praktiker
VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf
- [7] Regelungstechnik in der Versorgungstechnik
Verlag C.F. Müller GmbH, Karlsruhe

Bildverzeichnis

Bild 1:	Der Bediener steuert über den Fernsteller die Prozessgröße p_2 . . .	6
Bild 2:	Der Bediener regelt die Prozessgröße p_2	7
Bild 3:	Radizierung eines Differenzdrucksignals	12
Bild 4:	Zeitlicher Verlauf eines Flüssigkeitsstandes	13
Bild 5:	Additionsstelle	13
Bild 6:	Verzweigungsstelle	14
Bild 7:	Blockschaltbild der Handsteuerung	14
Bild 8:	Blockschaltbild der Handregelung	15
Bild 9:	Blockschaltbild eines Regelkreises	15
Bild 10:	Grafische Symbole	16
Bild 11:	Bildzeichen nach DIN 19 227 Teil 2	17
Bild 12:	Bildzeichen nach DIN 19 227 Teil 2	18
Bild 13:	EMSR-Stellen, Bezeichnung nach DIN 19 227 Teil 1	19
Bild 14:	Regelkreisdarstellung nach DIN 19 227 Teil 1	21
Bild 15:	Regelkreisdarstellung nach DIN 19 227 Teil 2	21
Bild 16:	Störungsverhalten	22
Bild 17:	Führungsverhalten	22
Bild 18:	Temperaturregelung mittels Festwertregelung	23
Bild 19:	Temperaturregelung mittels einer Kaskadenregelung	24
Bild 20:	Verhältnisregelung	25



SAMSON AG · MESS- UND REGELTECHNIK · Weismüllerstraße 3 · D-60314 Frankfurt am Main
Telefon (069) 4 00 90 · Telefax (069) 4 00 95 07 · Internet: <http://www.samson.de>