

Leittechnik

Regelungstechnik und Steuerungstechnik

Begriffe für Regelungs- und Steuerungssysteme

DIN**19 226**

Teil 4

Control technology; Terms and definitions of control systems

Mit DIN 19 226 T 1/02.94
bis T 3/02.94 und T 5/02.94
Ersatz für DIN 19 226/05.68
und mit DIN 19 226 T 3/02.94
und T 5/02.94
Ersatz für DIN 19 237/02.80

Zusammenhang mit von der International Electrotechnical Commission (IEC) herausgegebenen Veröffentlichungen siehe Erläuterungen.

Die Begriffe sind dort, wo ihre Benennungen halbfett gedruckt sind, definiert. Für die mit einem * versehenen Begriffe ist an anderer Stelle dieser Norm oder in anderen Normen dieser Reihe eine Begriffsbestimmung angegeben. Das Stichwortverzeichnis im Beiblatt 1 zu DIN 19 226 verweist auf diese Stellen.

Die Normen der Reihe DIN 19 226 sind:

- DIN 19 226 Teil 1 Leittechnik; Regelungstechnik und Steuerungstechnik; Allgemeine Grundbegriffe
- DIN 19 226 Teil 2 Leittechnik; Regelungstechnik und Steuerungstechnik; Begriffe zum Verhalten dynamischer Systeme
- DIN 19 226 Teil 3 Leittechnik; Regelungstechnik und Steuerungstechnik; Begriffe zum Verhalten von Schaltsystemen
- DIN 19 226 Teil 4 Leittechnik; Regelungstechnik und Steuerungstechnik; Begriffe für Regelungs- und Steuerungssysteme
- DIN 19 226 Teil 5 Leittechnik; Regelungstechnik und Steuerungstechnik; Funktionelle Begriffe
- DIN 19 226 Teil 6 (z. Z. Entwurf) Leittechnik; Regelungstechnik und Steuerungstechnik; Begriffe zu Funktions- und Baueinheiten

Fortsetzung Seite 2 bis 15

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

**Documents**

Document Sharing Hub

Inhalt

	Seite		Seite
1 Grundlegende Größen, Funktionseinheiten und Strukturen in Regelungs- und Steuerungssystemen	3	3.3.4 Betragsreserve (Amplitudenreserve)	6
1.1 Strecke (Steuer- und Regelstrecke)	3	3.3.5 Durchtrittskreisfrequenz, Amplitudenschnittkreisfrequenz	7
1.2 Meßeinrichtung	3	3.3.6 Phasenschnittkreisfrequenz	7
1.3 Vergleichsglied	3	3.4 Optimierung	7
1.4 Regelglied	3	3.4.1 Gütekriterium	7
1.5 Regler	3	3.4.2 Quadratische Regelfläche für Mehrgrößensysteme	7
1.6 Steller	3	4 Regelungsstrukturen	7
1.7 Stellglied	3	4.1 Mehrpunktregelung (zeitkontinuierlich, wertdiskret)	7
1.8 Stelleinrichtung	3	4.2 Kaskadenregelung	7
1.9 Steuereinrichtung, Regeleinrichtung	3	4.2.1 Unterlagerte Regelung	7
1.10 Meßort der Regelgröße	3	4.3 Regelung mit verteilten Rückführungen	8
1.11 Stellort	3	4.4 Regelung mit Störgrößenaufschaltung	8
1.12 Störort	3	4.5 Regelung mit Führungsgrößenaufschaltung	8
1.13 Regelgröße	3	4.6 Begrenzungsregelung	8
1.14 Regelbereich	3	4.7 Ablöseregelung	8
1.15 Aufgabengröße	3	4.8 Umschaltregelung	8
1.16 Aufgabenbereich	4	4.9 Regelung mit Bereichsaufspaltung	8
1.17 Rückführgröße	4	5 Regelung von Mehrgrößensystemen	9
1.18 Führungsgröße	4	5.1 Mehrgrößensystem	9
1.19 Führungsbereich	4	5.1.1 Stellvektor	9
1.20 Regeldifferenz	4	5.1.2 Störvektor	9
1.21 Reglerausgangsgröße	4	5.1.3 Aufgabenvektor	9
1.22 Stellgröße	4	5.1.4 Meßvektor	9
1.23 Stellbereich	4	5.1.5 Führungsvektor	9
1.24 Störgröße	4	5.1.6 Stellmatrix	9
1.25 Störbereich	4	5.1.7 Störmatrix	9
2 Arten der Beeinflussung der Strecke	4	5.1.8 Regelungsmatrix	9
2.1 Steuern, Steuerung	5	5.2 Entkopplung	9
2.2 Steuerkette	5	5.3 Regelung im Zustandsraum	9
2.3 Störgrößenaufschaltung	5	5.3.1 Zustandsrückführung	9
2.4 Rücksetzkreis	5	5.3.2 Modale Regelung	9
2.5 Regeln, Regelung	5	5.3.3 Optimale Regelung	9
2.5.1 Zeitkontinuierliche Regelung	5	5.3.4 Ausgangsrückführung (Teilzustandsrückführung)	9
2.5.2 Abtastregelung	6	5.3.5 Regelung mit Beobachtung	10
2.5.2.1 Abtastzeit	6	5.3.6 Zustandsschätzung	11
2.5.2.2 Abtastperiode	6	5.3.7 Störbeobachtung	11
2.5.3 Adaptive Regelung	6	5.4 Dezentrale Regelung	11
2.5.3.1 Parameteridentifizierung (Parameterschätzung)	6	5.5 Hierarchische Regelung	11
2.5.4 Parameterempfindlichkeit	6	Verwendete Formelzeichen	11
3 Anforderungen an Regelungs- und Steuerungssysteme	6	Zitierte Normen	12
3.1 Stabilität	6	Frühere Ausgaben	12
3.2 Regelgenauigkeit im Beharrungszustand	6	Änderungen	12
3.3 Dynamische Anforderungen	6	Erläuterungen	12
3.3.1 Dämpfung	6	Stichwortverzeichnis Deutsch-Englisch	13
3.3.2 Anschlagzeit, Einschwingzeit, Überschwingweite, Dämpfungsgrad	6		
3.3.3 Phasenreserve	6		

1 Grundlegende Größen, Funktionseinheiten und Strukturen in Regelungs- und Steuerungssystemen (siehe Bilder 1 und 3)

1.1 Strecke (Steuer- und Regelstrecke)

Die **Strecke** (Steuerstrecke, Regelstrecke) ist der aufgabengemäß zu beeinflussende Teil des Systems* oder der entsprechende Teil des Wirkungsplans*.

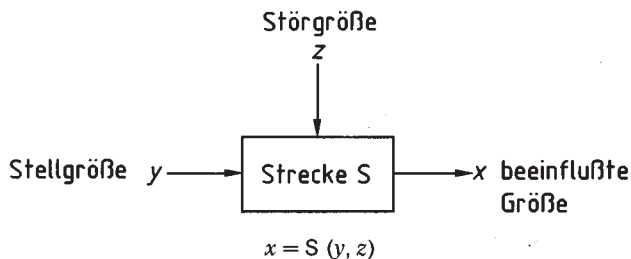


Bild 1: Strecke mit Eingangs- und Ausgangsgrößen

ANMERKUNG: Die Eingangsgrößen* der Strecke werden, soweit sie nicht Störgrößen* sind, im allgemeinen durch Steuer-* oder Regeleinrichtungen* gebildet. Deshalb werden sie mit dem Formelzeichen y bezeichnet und dürfen nicht mit dem Formelzeichen u belegt werden, das nach IEC 27-2A (1975) und DIN 19 221 für unabhängige Eingangsgrößen reserviert ist.

1.2 Meßeinrichtung

Die **Meßeinrichtung** ist die Gesamtheit aller zum Aufnehmen, Weitergeben, Anpassen und Ausgeben von Größen* bestimmten Funktionseinheiten.

1.3 Vergleichsglied

Das **Vergleichsglied** ist eine Funktionseinheit, die die Regeldifferenz* e aus der Führungsgröße* w und der Rückführgröße* r bildet.

1.4 Regelglied

Das **Regelglied** ist eine Funktionseinheit, in der aus der vom Vergleichsglied* zugeführten Regeldifferenz* e als Eingangsgröße* die Ausgangsgröße* des Reglers* so gebildet wird, daß im Regelkreis die Regelgröße* – auch beim Auftreten von Störgrößen* – der Führungsgröße* so schnell und genau wie möglich nachgeführt wird.

ANMERKUNG: Das Regelglied* kann stetig arbeitend, z. B. als P-, PI- oder PID-Glied*, oder unstetig arbeitend, z. B. als Zwei- oder Dreipunktglied* ausgeführt sein.

1.5 Regler

Der **Regler** ist eine Funktionseinheit, die aus Vergleichsglied* und Regelglied* besteht.

1.6 Steller

Der **Steller** ist eine Funktionseinheit, in der aus der Reglerausgangsgröße* die zur Aussteuerung des Stellglieds* erforderliche Stellgröße* gebildet wird.

1.7 Stellglied

Das **Stellglied** ist die am Eingang der Strecke* angeordnete zur Regelstrecke* gehörende Funktionseinheit, die in den Massenstrom oder Energiefluß eingreift. Ihre Eingangsgröße* ist die Stellgröße*.

1.8 Stelleinrichtung

Die **Stelleinrichtung** ist eine aus Steller* und Stellglied* bestehende Funktionseinheit.

1.9 Steuereinrichtung, Regeleinrichtung

Die **Steuereinrichtung, Regeleinrichtung** ist derjenige Teil des Wirkungsweges*, der die aufgabengemäße Beeinflussung der Strecke* über das Stellglied* bewirkt.

ANMERKUNG: Das Stellglied* wird der Strecke zugeordnet (siehe Bild 3).

1.10 Meßort der Regelgröße

Der **Meßort der Regelgröße** ist der Ort der Regelstrecke*, an dem der Wert der Regelgröße* erfaßt wird.

Zur Abgrenzung zwischen Regelstrecke* und Regeleinrichtung* bedarf es einer Vereinbarung über die Lage von Meßort und Stellort*.

1.11 Stellort

Der **Stellort** ist der Angriffspunkt der Stellgröße*.

1.12 Störort

Der **Störort** ist der Angriffspunkt einer Störgröße*.

1.13 Regelgröße

Die **Regelgröße** x ist diejenige Größe* der Regelstrecke*, die zum Zwecke des Regelns* erfaßt und über die Meßeinrichtung* der Regeleinrichtung* zugeführt wird. Sie ist die Ausgangsgröße* der Regelstrecke und Eingangsgröße* der Meßeinrichtung.

1.14 Regelbereich

Der **Regelbereich** X_h einer Regelung* ist der Bereich, innerhalb dessen die Regelgröße* unter Berücksichtigung vereinbarter Werte der Störgrößen* eingestellt werden kann, ohne daß die vereinbarte größte Sollwertabweichung überschritten wird.

ANMERKUNG: Ist der so festgelegte Regelbereich X_h nicht zugleich der vorgesehene Eingangsbereich der Regelgröße in die Regeleinrichtung*, so wird der an der Regelstrecke* festgelegte Regelbereich mit X_{hs} und der an der Regeleinrichtung mit X_{hr} bezeichnet.

1.15 Aufgabengröße

Die **Aufgabengröße** x_A einer Steuerung* oder Regelung* ist die Größe*, die zu beeinflussen Aufgabe der Steuerung* oder Regelung* ist. Auch Verknüpfungen von Größen können Aufgabengrößen sein.

ANMERKUNG: Die Aufgabengröße ist eine Größe der Aufgabenstellung. Sie muß mit der Regelgröße* wirkungsmäßig verknüpft sein, braucht aber nicht unbedingt dem Regelkreis anzugehören. Die Regelgröße ist dagegen immer eine Größe im Regelkreis. Bei Gewährleistungen sind Aufgabengröße und Regelgröße gegebenenfalls zu unterscheiden.

BEISPIEL 1:

Unterschied zwischen Aufgabengröße und Regelgröße: Bei der Regelung der Zusammensetzung eines Gemisches kann die Aufgabengröße, die Zusammensetzung, nicht immer unmittelbar erfaßt werden. Sie wird dann durch eine von der Zusammensetzung des Gemisches abhängige Eigenschaft (z. B. pH-Wert, Dichte, Trübung, elektrische oder Wärmeleitfähigkeit) abgebildet, die als Regelgröße verwendet wird.

BEISPIEL 2:

Größen am Wirkungsweeg: Druck, Dichte, Lage sowie Geschwindigkeit und Beschleunigung von Körpern, Temperatur, elektrische Spannung und andere elektrische Größen, pH-Wert, Massenstrom, Leistung.

BEISPIEL 3:

Aufgabengrößen: Mischungsverhältnis, Leistungsverteilung, Summenstrom, Temperaturdifferenz, Spannungs-differenz.

1.16 Aufgabenbereich

Der **Aufgabenbereich** X_{Ah} bei einer Steuerung* oder Regelung* ist der Bereich, innerhalb dessen die **Aufgabengröße*** bei voller Funktionsfähigkeit der Steuerung oder Regelung liegen kann.

1.17 Rückführgröße

Die **Rückführgröße** r ist eine aus der Messung der Regelgröße* hervorgegangene Größe*, die zum Vergleichsglied* zurückgeführt wird.

ANMERKUNG: Zur Verbesserung der Stabilität* oder Erzielung eines gewünschten Regelverhaltens kann sie durch geeignete Netzwerke (Vorhalte usw.) modifiziert werden.

1.18 Führungsgröße

Die **Führungsgröße** w einer Steuerung* oder Regelung* ist eine von der betreffenden Steuerung oder Regelung nicht beeinflusste Größe*, die der Steuerkette* oder dem Regelkreis von außen zugeführt wird und der die Ausgangsgröße* der Steuerung oder Regelung in vorgegebener Abhängigkeit folgen soll.

ANMERKUNG: Die Führungsgröße einer Regelung wird häufig über eine Ablaufsteuerung* aus Grenzwertmeldungen aus der Regelstrecke* gebildet.

1.19 Führungsbereich

Der **Führungsbereich** W_h ist der Bereich, innerhalb dessen die Führungsgröße* einer Steuerung* oder Regelung* liegen kann.

1.20 Regeldifferenz

Die **Regeldifferenz** e ist die Differenz zwischen der Führungsgröße* w und der Rückführgröße* r .

$$e = w - r$$

ANMERKUNG: In Bild 3 werden alle für die technische Ausführung eines Regelkreises typischen Komponenten gezeigt. In der Darstellung wird berücksichtigt, daß der Vergleich der Führungsgröße mit der Regelgröße* selbst in der Praxis selten möglich ist, sondern nur der Vergleich mit der sie abbildenden Rückführgröße.

Für prinzipielle Überlegungen und erste Auslegungsschritte wird für den Vergleich, ohne Berücksichtigung einer Meßeinrichtung*, in der Regel $e = w - x$ angesetzt.

1.21 Reglerausgangsgröße

Die **Reglerausgangsgröße** y_R ist die Eingangsgröße* der Stelleinrichtung*.

1.22 Stellgröße

Die **Stellgröße** y ist die Ausgangsgröße* der Steuer-* oder Regeleinrichtung* und zugleich Eingangsgröße* der Strecke*. Sie überträgt die steuernde Wirkung der Einrichtung auf die Strecke.

1.23 Stellbereich

Der **Stellbereich** Y_h ist der Bereich, innerhalb dessen die Stellgröße* einstellbar ist.

1.24 Störgröße

Eine **Störgröße** z in einer Steuerung* oder Regelung* ist eine von außen wirkende Größe*, die die beabsichtigte Beeinflussung in der Steuerung oder Regelung beeinträchtigt.

ANMERKUNG: In vielen Fällen ist die Belastung oder der Durchsatz durch die Anlage die wichtigste Störgröße.

1.25 Störbereich

Der **Störbereich** Z_h ist der Bereich, innerhalb dessen die Störgröße* liegen darf, ohne daß die vereinbarte größte Sollwertabweichung* der Steuerung* oder Regelung* überschritten wird.

2 Arten der Beeinflussung der Strecke¹⁾

Abhängig von der Kenntnis über die Strecke* und die Störgrößen* sind regelungs- und steuerungstechnische Maßnahmen unterschiedlicher Komplexität und unterschiedlichen Aufwands nötig:

¹⁾ Siehe auch Erläuterungen

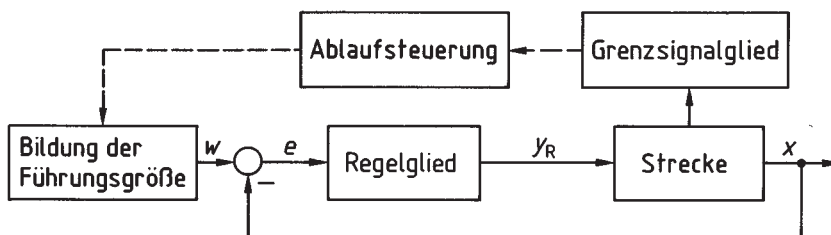


Bild 2: Beispiel für das Zusammenwirken von Steuerungen und Regelungen (----: Schaltgrößen)

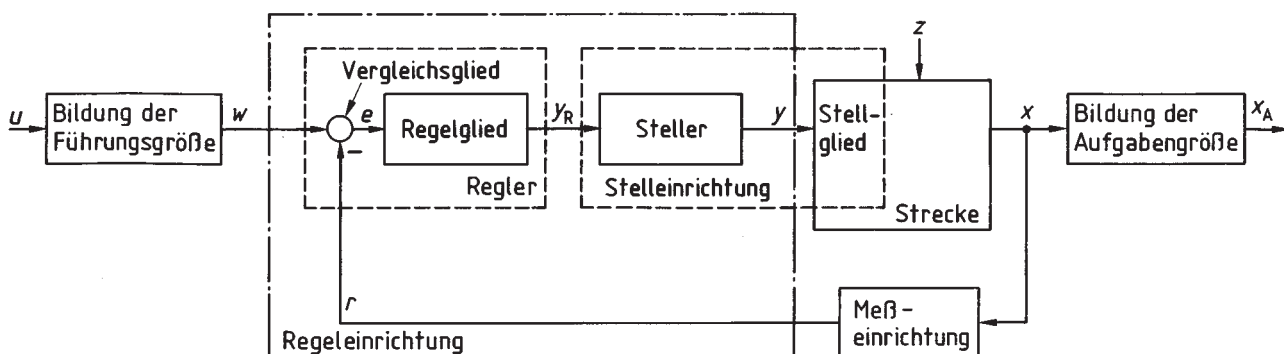


Bild 3: Typischer Wirkungsplan einer Regelung

- Steuerungen* sind nur bei stabilen Strecken und bekannten oder erfassbaren Störgrößen möglich (siehe Bilder 4 und 5).
- Bei nicht oder nicht ausreichend erfassbaren Störgrößen oder instabilen Regelstrecken* sind regelungstechnische Maßnahmen nötig, d. h. Erfassung und Rückführung der Ausgangsgrößen* der Strecke, um die Wirkung der Störgrößen auszugleichen oder auch die Strecke zu stabilisieren (siehe Bild 3).
- Bei Regelstrecken mit sich ändernden Parametern oder Strukturen* können adaptive Regelungsmaßnahmen nötig sein, um in allen Betriebszuständen ausreichende Regelgüte sicherzustellen.

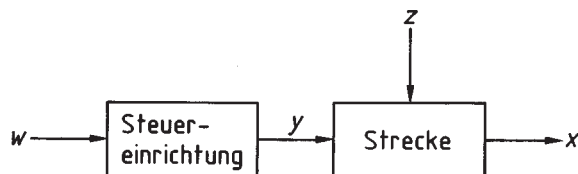


Bild 4: Wirkungsplan einer Steuerung

2.1 Steuern, Steuerung

Das **Steuern**, die **Steuerung**, ist der Vorgang in einem System*, bei dem eine oder mehrere Größen* als Eingangsgrößen* andere Größen als Ausgangsgrößen* aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeit beeinflussen.

Kennzeichen für das Steuern ist der offene Wirkungsweg* oder ein geschlossener Wirkungsweg, bei dem die durch die Eingangsgrößen beeinflussten Ausgangsgrößen nicht fortlaufend und nicht wieder über dieselben Eingangsgrößen auf sich selbst wirken.

ANMERKUNG: Die Benennung Steuerung wird vielfach nicht nur für den Vorgang des Steuerns, sondern auch für die Gesamtanlage verwendet, in der die Steuerung stattfindet.

2.2 Steuerkette

Die **Steuerkette** ist eine Anordnung von Systemen*, die in Reihenstruktur* aufeinander einwirken.

Die Steuerkette als Ganzes kann innerhalb eines übergeordneten Systems mit weiteren Systemen in beliebigem wirkungsmäßigen Zusammenhang stehen.

2.3 Störgrößenaufschaltung

Bei der **Störgrößenaufschaltung** wird die Störgröße* direkt gemessen und der Steuereinrichtung* oder Regeleinrichtung* als zusätzliche Eingangsgröße* zugeführt (siehe Bild 5).

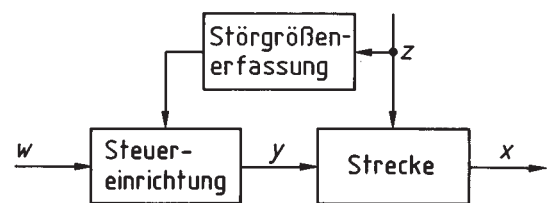


Bild 5: Wirkungsplan einer Steuerung mit Störgrößenaufschaltung

2.4 Rücksetzkreis

Der **Rücksetzkreis** ist ein binär wirkendes System* mit Kreisstruktur*, das mindestens ein binäres Speicherglied* enthält, dessen Setzbedingung eine Strecke* so lange beeinflusst, bis die durch sie erzeugte Rücksetzbedingung* wirksam wird.

2.5 Regeln, Regelung

Das **Regeln**, die **Regelung**, ist ein Vorgang, bei dem fortlaufend eine Größe*, die Regelgröße* (die 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.

ANMERKUNG: Der Vorgang der Regelung ist auch dann als fortlaufend anzusehen, wenn er sich aus einer hinreichend häufigen Wiederholung gleichartiger Einzelvorgänge zusammensetzt (z. B. durch Abtaster in Abtastregelungen*). Auch unstetige Vorgänge können fortlaufend sein (z. B. bei Zweipunktgliedern*).

Die Benennung Regelung wird vielfach nicht nur für den Vorgang des Regelns, sondern auch für die Gesamtanlage verwendet, in der die Regelung stattfindet. Der sich dabei ergebende Wirkungsablauf* findet in einem Kreis, dem Regelkreis, statt.

Eine Regelung enthält Übertragungsglieder*, in denen auch Vorgänge des Steuerns* ablaufen. Die Regelung als Ganzes bildet ein Übertragungsglied*, bei dem die Führungsgröße als Eingangsgröße* die Regelgröße als Ausgangsgröße* steuert.

Auch ein Mensch kann als Glied eines Regelkreises mitwirken. (aus: DIN 19 226 Teil 1/02.94)

2.5.1 Zeitkontinuierliche Regelung

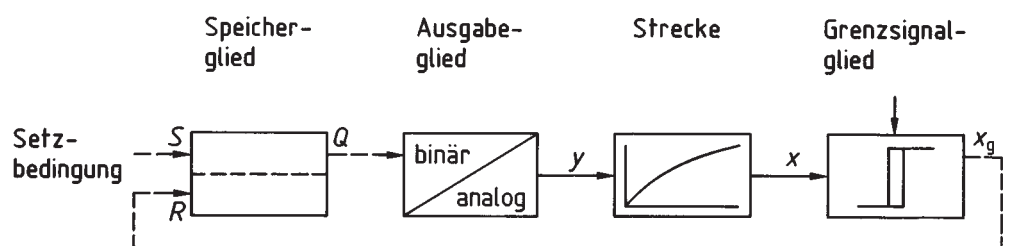
Bei der **zeitkontinuierlichen Regelung** wird die Regelgröße* ununterbrochen erfaßt und mit der Führungsgröße* verglichen.

	S	R	Q
1	1	0	1
2	0	0	1
3	0	1	0
4	0	0	0

$x < x_g; R = 0$

$x > x_g; R = 1$

$S = R = 1$ ist ausgeschlossen



(--- : Schaltgrößen)

Bild 6: Wirkungsplan eines Rücksetzkreises mit zugehöriger Schalttable