

Regelungstechnik und Steuerungstechnik

Begriffe und Benennungen

DIN
19 226

Terminology for control systems

Diese Norm enthält die wichtigsten Begriffe und Benennungen der Regelungstechnik und Steuerungstechnik, die für die Planung, den Aufbau, die Prüfung, den Betrieb und die Darstellung von technischen Regelungen und Steuerungen benötigt werden.

In den Begriffsbestimmungen sind diejenigen Benennungen, für die an anderer Stelle in dieser Norm Begriffsbestimmungen angegeben sind, durch * gekennzeichnet. Anmerkungen und Beispiele sind durch kursiv gesetzte Textteile von den eigentlichen Begriffsbestimmungen unterschieden.

Inhalt

	Seite		Seite
1. Allgemeine Grundlagen	3	5. Zeitverhalten	10
1.1. System, Größe	3	5.1. Zeitverhalten eines Gliedes	10
1.2. Steuern, Steuerung	3	5.2. Übergangsverhalten	10
1.3. Regeln, Regelung	3	5.2.1. Sprungantwort, Übergangsfunktion	10
1.4. Wirkungsweg, Wirkungsrichtung	4	5.2.1.1. Ausgleichs- und Verzugszeit	10
1.5. Arten der Betrachtung	4	5.2.2. Impulsantwort, Gewichtsfunktion	10
1.5.1. Gerätetechnische Betrachtung	4	5.2.3. Anstiegsantwort	10
1.5.2. Wirkungsmäßige Betrachtung	4	5.3. Verhalten bei sinusförmigen Eingangssignalen	10
1.6. Glieder und Größen	4	5.3.1. Frequenzgang	10
1.6.1. Glieder, Übertragungs- und Bauglieder	4	5.3.1.1. Ortskurve des Frequenzganges	10
1.6.2. Eingang, Ausgang, Eingangs- und Ausgangsgröße	4	5.3.1.2. Amplitudengang, Phasengang, Frequenzkennlinien (Bode-Diagramm)	12
1.6.3. Istwert und Sollwert von Größen	4	5.3.1.3. Beschreibungsfunktion	12
2. Signale	4	5.4. Elementare lineare Glieder und ihr Zeitverhalten	12
2.1. Signal, Signalparameter	4	5.4.1. P-Glied, P-Verhalten, Proportionalbeiwert K_P (P-Beiwert)	12
2.2. Signalflußweg, Eingangs- und Ausgangssignal	4	5.4.2. I-Glied, I-Verhalten, Integrierbeiwert K_I (I-Beiwert), Anfangswert	12
2.3. Analoges und digitales Signal, Binärsignal	4	5.4.3. D-Glied, D-Verhalten, Differenzierbeiwert K_D (D-Beiwert)	12
3. Wirkungsmäßige Zusammenhänge im Signalflußplan	5	5.4.4. T_t -Glied, Totzeit T_t	12
3.1. Signalflußplan	5	5.4.5. Kennzeichnung elementarer linearer Glieder	13
3.2. Elemente des Signalflußplans	5	5.5. Additiv zusammengesetzte lineare Glieder	13
3.2.1. Block, Wirkungslinie	5	5.6. Lineare Glieder mit zusätzlichen Verzögerungen	13
3.2.2. Additionsstelle, Vorzeichenumkehr	6		
3.2.3. Verzweigungsstelle	6		
3.3. Aufbau des Signalflußplans	6		
3.4. Ketten-, Parallel- und Kreisstruktur	6		
3.5. Rückführung oder Rückkopplung, Mitkopplung, Gegenkopplung	7		
4. Wirkungsmäßiges Verhalten von Gliedern	7	6. Gemeinsame Grundbegriffe für Steuerung und Regelung	13
4.1. Stetig und unstetig wirkende Glieder	7	6.1. Einteilung des Wirkungsweges	13
4.2. Glieder mit Zweipunktverhalten (Zweipunktglieder) und mit Mehrpunktverhalten (Mehrpunktglieder), Hysterese	7	6.1.1. Strecke (Steuer- und Regelstrecke)	13
4.3. Abtaster (Glieder mit Zeitrasterung), Halteglied	8	6.1.2. Stellglied, Stellort	13
4.4. Schaltore, Einschalt-, Ausschalt- und Umschaltor (Signalweiche)	8	6.1.3. Steuer- und Regeleinrichtung	13
4.5. Aufbau der binären Schaltsysteme	8	6.1.4. Störort	13
4.5.1. Binäre Schaltsysteme	8	6.2. Größen und Größenbereiche am Wirkungsweg	13
4.5.2. Binäre Schaltglieder, binäre Verknüpfungsglieder, binäre Speicherglieder	8	6.2.1. Stellgröße y , Stellbereich Y_h	13
4.5.3. Strukturen in binären Schaltsystemen, binäre Schaltkette, binärer Abschaltkreis	8	6.2.2. Stellgeschwindigkeit v_y , Stellzeit T_y	14
4.6. Passive und aktive Glieder, Steller	8	6.2.3. Aufgabengröße x_A , Aufgabenbereich X_{Ah}	14
4.7. Lineare und nichtlineare Glieder	8	6.2.4. Führungsgröße w , Führungsbereich W_h	14
4.8. Beharrungsverhalten, Beharrungszustand	9	6.2.5. Störgrößen z , Störbereich Z_h	14
4.8.1. Kennlinie	9	6.3. Dynamische Kennzeichnung der Strecke	14
4.8.2. Linearisierung von Kennlinien	9	6.3.1. Anlaufwert A	14
4.8.3. Kennlinienfeld	9	6.3.2. Anlaufzeit T_A	14

Fortsetzung Seite 2 bis 26
Erläuterungen Seite 27

Fachnormenausschuß Messen, Steuern, Regeln (FMSR) im Deutschen Normenausschuß (DNA)

	Seite		Seite
7. Gerätetechnische Begriffe	14	10. Eigenschaften von Regelkreisen	18
7.1. Geräte, Baugruppen, Bauglieder in Regelkreisen und Steuerketten	14	10.1. Besondere Angaben zu Regelstrecken	18
7.1.1. Gerät	14	10.1.1. Dynamische Kennzeichnung der Regelstrecke	18
7.1.2. Baugruppe	14	10.1.2. Kennlinie und Kennlinienfeld der Regelstrecke	18
7.2. Geräte zur Signaleingabe	14	10.1.3. Übertragungsbeiwert K_S der Regelstrecke im Beharrungszustand	18
7.2.1. Eingabeglied	14	10.1.4. Ausgleichswert Q der Regelstrecke	18
7.2.2. Steuerschalter	14	10.1.5. Regelstrecke mit oder ohne Ausgleich	18
7.2.3. Einsteller, Sollwertinsteller	14	10.2. Besondere Angaben zu Regeleinrichtungen	18
7.2.4. Hand-Regler-Schalter	15	10.2.1. Dynamische Kennzeichnung der Regeleinrichtung	18
7.2.5. Leitgerät	15	10.2.2. Kennlinie und Kennlinienfeld der Regeleinrichtung	18
7.3. Signalumformer oder Meßumformer	15	10.2.3. Übertragungsbeiwert K_R der Regeleinrichtung im Beharrungszustand	19
7.3.1. Fühler	15	10.3. Besondere Angaben zu Regelkreisen	19
7.3.2. Signalwandler	15	10.3.1. Stör- und Führungsverhalten des geschlossenen Regelkreises	19
7.3.3. Signalverstärker (Verstärker)	15	10.3.2. Kennlinien und Kennwerte des offenen Regelkreises	19
7.3.4. Signalumsetzer	15	10.3.2.1. Komplexe Kreisverstärkung, komplexer Regelfaktor, Kreisverstärkung, Regelfaktor	19
7.3.4.1. Analog-Digital-Umsetzer	15	10.4. Regelgröße, Abweichungen, Regelzeiten	19
7.3.4.2. Digital-Analog-Umsetzer	15	10.4.1. Regelgröße x , Regelbereich X_h	19
7.3.4.3. Code-Umsetzer	15	10.4.1.1. Folge-, Zeitplan- und Festwertregelung	20
7.4. Stellantrieb, Stellgerät	15	10.4.1.2. Regelung mit vorgeschriebenem P-Verhalten	20
7.5. Bauglieder zur Signalverarbeitung	15	10.4.1.3. P-Grad einer Regelung	20
7.5.1. Summierglied, Vergleicher	15	10.4.2. Abweichungen am Regelkreis	20
7.5.2. Zeitglied	15	10.4.2.1. Sollwertabweichung	20
7.5.3. Binäre Verknüpfungsglieder, Kippglieder	15	10.4.2.2. Bleibende Sollwertabweichung	20
7.6. Geräte der Steuer- und Regeleinrichtung	15	10.4.2.3. Vorübergehende Sollwertabweichung	20
7.6.1. Gerätetechnische Abgrenzung	15	10.4.2.4. Überschwingweite der Regelgröße	20
7.6.2. Steuer- und Regeleinrichtung ohne Hilfsenergie	16	10.4.2.5. Regelabweichung, Regeldifferenz	20
7.6.3. Steuer- und Regeleinrichtung mit Hilfsenergie	16	10.4.3. Regelzeiten, Aus- und Anregelzeit	20
7.7. Regler	16		
7.8. Steuer- und Regelstrecke, Stellglied	16		
8. Besondere Begriffe der Steuerungstechnik	16	11. Hauptgruppen und Kenngrößen von Regeleinrichtungen	21
8.1. Steuern, Steuerung	16	11.1. Zweipunkt- und Mehrpunkt-Regeleinrichtung	21
8.2. Einteilung des Wirkungsweges	16	11.2. Stetige Regeleinrichtungen	21
8.2.1. Steuerstrecke	16	11.2.1. P-Regeleinrichtung	21
8.2.2. Steuereinrichtung	16	11.2.1.1. Kenngröße der P-Regeleinrichtung	21
8.2.3. Stellglied, Stellort	16	11.2.1.2. P-Bereich X_P	21
8.2.4. Steuerkette	16	11.2.2. I-Regeleinrichtung	21
8.3. Größen der Steuerung	16	11.2.2.1. Kenngröße der I-Regeleinrichtung	21
8.3.1. Stellgröße, Stellbereich	16	11.2.3. D-Regeleinrichtung	22
8.3.2. Aufgabengröße, Aufgabenbereich	16	11.2.3.1. Kenngröße der D-Regeleinrichtung	22
8.3.3. Führungsgröße, Führungsbereich	16	11.2.4. PI-Regeleinrichtung	22
8.3.4. Störgrößen, Störbereich	16	11.2.4.1. Kenngrößen der PI-Regeleinrichtung	22
8.3.5. Störort	16	11.2.4.2. Nachstellzeit T_n	22
8.3.6. Auslöse- und Handauslösesignal	16	11.2.5. PD-Regeleinrichtung	22
8.4. Arten der Steuerung	16	11.2.5.1. Kenngrößen der PD-Regeleinrichtung	22
8.4.1. Führungssteuerung	16	11.2.5.2. Vorhaltzeit T_v	22
8.4.2. Halteglied-Steuerung	16	11.2.6. PID-Regeleinrichtung	23
8.4.3. Programmsteuerungen	16	11.2.6.1. Kenngrößen der PID-Regeleinrichtung	23
8.4.3.1. Zeitplansteuerung	16	11.3. Regeleinrichtung mit Störgrößenaufschaltung	23
8.4.3.2. Wegplansteuerung	16		
8.4.3.3. Ablaufsteuerung	17		
9. Besondere Begriffe der Regelungstechnik	17	12. Übersicht über Formelzeichen	23
9.1. Regelung	17	Stichwortverzeichnis	24
9.2. Selbsttätige und nichtselbsttätige Regelung	17	Erläuterungen	
9.2.1. Selbsttätige Regelung	17		
9.2.2. Nichtselbsttätige Regelung oder Handregelung	17		
9.3. Regelkreis	17		
9.3.1. Meßort der Regelgröße	17		
9.3.2. Eingangsgrößen und Ausgangsgröße der Regelstrecke	17		
9.3.3. Eingangsgrößen und Ausgangsgröße der Regeleinrichtung	17		
9.3.4. Vergleichsstelle	17		
9.3.5. Regelabweichung x_w , Regeldifferenz x_d	18		

1. Allgemeine Grundlagen

1.1. System, Größe

Ein System im Sinne dieser Norm ist eine abgegrenzte Anordnung von aufeinander einwirkenden Gebilden. Solche Gebilde können sowohl Gegenstände als auch Denkmethoden und deren Ergebnisse (z. B. Organisationsformen, mathematische Methoden, Programmiersprachen) sein. Diese Anordnung wird durch eine Hüllfläche von ihrer Umgebung abgegrenzt oder abgegrenzt gedacht.

Durch die Hüllfläche werden Verbindungen des Systems mit seiner Umgebung geschnitten. Die mit diesen Verbindungen übertragenen Eigenschaften und Zustände sind die Größen, deren Beziehungen untereinander das dem System eigentümliche Verhalten beschreiben.

Durch zweckmäßiges Zusammenfügen und Unterteilen von solchen Systemen können größere und kleinere Systeme entstehen.

1.2. Steuern, Steuerung

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

Kennzeichen für das Steuern ist der offene Wirkungsablauf über das einzelne Übertragungsglied* oder die Steuerkette*.

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

Beispiel 1.1: In einer Verstärkerröhre, die unter sonst gleichbleibenden Bedingungen arbeitet, steuert die Gitterspannung den Anodenstrom. Die diesem System eigentümliche Gesetzmäßigkeit ist der Zusammenhang zwischen Gitterspannung und Anodenstrom.

Beispiel 1.2: In einem Drosselventil, das mit gleichbleibendem Differenzdruck arbeitet, steuert die Stellung des Ventilkügels den Durchfluß. Die eingebaute Gesetzmäßigkeit zwischen Ventilstellung und Durchfluß ist durch die Form des Ventilkügels und der Sitzflächen gegeben.

1.3. Regeln, Regelung

Das Regeln — die Regelung — ist ein Vorgang, bei dem eine Größe*, die zu regelnde Größe (Regelgröße*), fortlaufend erfaßt, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße*, verglichen und abhängig vom Ergebnis dieses Vergleichs im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird. Der sich dabei ergebende Wirkungsablauf findet in einem geschlossenen Kreis, dem Regelkreis*, statt.

Die Regelung hat die Aufgabe, trotz störender Einflüsse den Wert der Regelgröße an den durch die Führungsgröße vorgegebenen Wert anzugleichen, auch wenn dieser Angleich im Rahmen gegebener Möglichkeiten nur unvollkommen geschieht (siehe Beispiel 1.4).

Der Vorgang der Regelung kann auch dann als fortlaufend angesehen werden, 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 Gliedern mit Zweipunktverhalten* in Zweipunktregelungen).

Die Benennung „Regelung“ wird vielfach nicht nur für den Vorgang des Regelns, sondern auch für die Gesamtanlage verwendet, in der die Regelung stattfindet.

Zu einer technischen Regelung werden Geräte benutzt, in denen sich im einzelnen, ebenso wie in zusammengefaßten Gruppen, Vorgänge des Steuerns* abspielen (siehe Beispiele 1.5 und 1.6).

Auch der Mensch kann als Glied eines Regelkreises mitwirken (Handregelung*).

Regelvorgänge treten auch in lebenden Wesen und deren Gemeinschaften auf.

Bleiben in technischen Anordnungen bestimmte Größen völlig oder angenähert konstant, ohne daß sie im Sinne der Definition der Regelung erfaßt, verglichen und beeinflusst werden, obwohl sich andere sie üblicherweise bestimmende Größen ändern, so spricht man nicht von einer Regelung (siehe Beispiel 1.3).

Beispiele 1.3 (für Systeme, in denen Größen angenähert konstant bleiben): Die Spannung an einer Glühstrecke oder Zenerdiode bei unterschiedlicher Stromstärke

Die Wasserhöhe vor einem Wehr bei unterschiedlichem Durchfluß

Die Siedetemperatur einer Flüssigkeit bei unterschiedlich zugeführter Wärmeleistung.

Beispiel 1.4 (für Aufgaben und ihre regelungstechnische Lösung): Aufgabe: Die Temperatur in einem Glühofen soll trotz Wechsels der Beschickung und trotz veränderlichen Druckes in der Heizgaszuleitung auf einem vorgegebenen Wert gehalten werden.

Lösung: Die Wärmeleistung wird nach dem Ergebnis eines Vergleichs der Ofentemperatur als Regelgröße mit dem für sie vorgegebenen Wert der Führungsgröße eingestellt. Da die Aufgabe mit Hilfe dieses Vergleichs gelöst wird, liegt eine Regelung der Ofentemperatur vor. Änderung der Beschickung, veränderliche Wärmeentwicklung im Ofen oder eine Änderung der Außentemperatur bleiben infolge der Regelung im Rahmen der Wirkungsmöglichkeit ohne Einfluß auf die Ofentemperatur.

Beispiel 1.5 (für Regelung): Zur Regelung der Temperatur eines Raumes wird die physikalische Größe „Raumtemperatur“ erfaßt und mit dem von der Führungsgröße vorgegebenen Wert verglichen. Nach dem Ergebnis dieses Vergleichs wird das Heizdampfventil verstellt und damit in den Wärme fluß eingegriffen und so die Raumtemperatur an den vorgegebenen Wert angeglichen.

Beispiel 1.6 (für Regelung): Zur Regelung des Druckes in einem Behälter und einer Rohrleitung wird gemäß der gerätetechnischen Darstellung in Bild 1 mit einem Drosselventil als Stellglied* die von der Druckmeßeinrichtung hervorgebrachte Kraft mit der einer vorgespannten Feder verglichen. Über den Abstand zwischen Düse und Prallplatte ändert sich der Druck im Membran-Antrieb und beeinflusst über das Drosselventil den Behälterdruck im Sinne einer Angleichung an den durch die Führungsgröße vorgegebenen Wert.

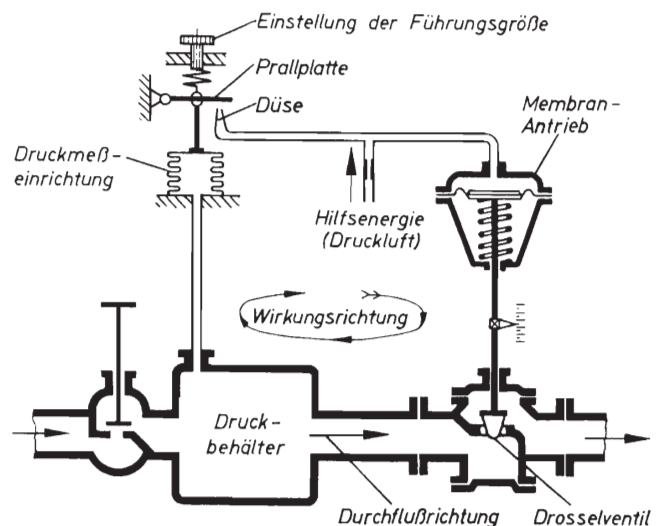


Bild 1. Regelung eines Behälterdruckes

1.4. Wirkungsweg, Wirkungsrichtung

Der Wirkungsweg ist der Weg, längs dessen die einen Vorgang des Regels* oder Steuerns* bestimmenden Wirkungen übertragen werden. Die Wirkungsrichtung ist die Richtung der Übertragung dieser Wirkungen.

Weg und Richtung der Wirkungen müssen nicht mit Weg und Richtung zugehöriger Energieflüsse und Massenströme übereinstimmen (siehe Bild 1).

Bei der Betrachtung von Steuervorgängen ergeben sich offene Wirkungswege schon über ein einzelnes System*.

Bei der Betrachtung von Regelvorgängen dagegen führen geschlossene Wirkungswege über mindestens zwei Systeme (siehe z. B. Abschnitt 9.3).

Die Wirkungsrichtung wird durch Systeme, welche Wirkungen nur in einer Richtung übertragen, physikalisch eindeutig festgelegt.

Beispiel 1.7: In Bild 1 ist der in sich geschlossene Wirkungsweg des Regelvorganges (Regelkreis*) dargestellt. Die Wirkungsrichtung im Regelkreis wird durch mehrere Systeme bestimmt: Der Druck in der Meßeinrichtung übt über die Bewegung der Prallplatte starke Wirkungen auf den Düsendruck aus, während in umgekehrter Richtung kein merkbarer Einfluß des Düsendrucks auf den Druck in der Meßeinrichtung vorhanden ist. Bei druckentlastetem Drosselventil wirkt die Ventilstellung wohl auf den Behälterdruck, aber nicht umgekehrt der Behälterdruck auf die Ventilstellung.

1.5. Arten der Betrachtung

1.5.1. Gerätetechnische Betrachtung

Bei der gerätetechnischen Betrachtung einer Regelung* oder Steuerung* werden die Geräte*, Baugruppen*, Einrichtungen und Anlagen dadurch beschrieben, daß man als Merkmale deren physikalische und technische Eigenschaften sowie ihren Ort und ihre Verwendung als Bauglieder* im Wirkungsweg* heranzieht.

1.5.2. Wirkungsmäßige Betrachtung

Bei der wirkungsmäßigen Betrachtung einer Regelung* oder Steuerung* beschreibt man allein den Zusammenhang der Größen* und ihrer Werte, die im System* miteinander in Beziehung treten.

1.6. Glieder und Größen

1.6.1. Glieder, Übertragungs- und Bauglieder

Regelungen* und Steuerungen* lassen sich längs des Wirkungsweges* in Glieder aufteilen.

Bei der gerätetechnischen Betrachtung* spricht man von Baugliedern, bei der wirkungsmäßigen Betrachtung* von Übertragungsgliedern.

1.6.2. Eingang, Ausgang, Eingangs- und Ausgangsgröße

Unter Berücksichtigung der Wirkungsrichtung* werden Eingang und Ausgang, Eingangsgröße x_e und Ausgangsgröße x_a unterschieden.

Beispiel 1.8: Betrachtet man als Eingangsgröße eines Ventils die Stellung seines Handrades, so kann als Ausgangsgröße — je nach Festlegung der Hüllfläche, mit der es als System* abgegrenzt wird — sein freier Querschnitt oder der Durchfluß gelten.

1.6.3. Istwert und Sollwert von Größen

Der Istwert ist der Wert, den eine Größe* im betrachteten Zeitpunkt tatsächlich hat.

Der Sollwert ist der Wert, den eine Größe im betrachteten Zeitpunkt unter festgelegten Bedingungen haben soll.

Der Istwert kann durch den Index i , der Sollwert durch den Index s am Formelzeichen der Größe gekennzeichnet werden.

2. Signale

2.1. Signal, Signalparameter

Ein Signal ist die Darstellung von Informationen. Die Darstellung erfolgt durch den Wert oder Werteverlauf einer physikalischen Größe.

Die Darstellung kann sich auf Übertragung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen beziehen.

Bei abstrakten Betrachtungen kann im Sinne dieser Norm die Bezugnahme auf eine bestimmte physikalische Größe entfallen, falls die physikalische Verwirklichung nicht interessiert oder noch nicht festgelegt ist. In diesen Fällen können Werte und Werteverläufe der mathematischen Größe, die der abstrakten Betrachtung zugrundeliegt, Signal genannt werden.

Signalparameter ist diejenige Kenngröße des Signals, welche die Informationen trägt.

Da bei vielen Signalen der Wert der physikalischen Größe zugleich die Kenngröße (Signalparameter) ist, wird häufig vereinfacht vom „Wert eines Signals“ gesprochen.

Beispiel 2.1: Signal: Amplitudenmodulierte Wechselspannung

Signalparameter: Amplitude

2.2. Signalflußweg, Eingangs- und Ausgangssignal

Längs der Wirkungswege* werden in der Wirkungsrichtung* Signale* übertragen, verarbeitet und gespeichert. Der Wirkungsweg wird daher auch Signalflußweg genannt.

Eingangssignale sind diejenigen Signale an einem Übertragungsglied*, die die Ausgangssignale an diesem Übertragungsglied steuern.

Ausgangssignale sind diejenigen gesteuerten Signale an einem Übertragungsglied, die zur Weiterübertragung oder Weiterverarbeitung in Signalflußwegen benutzt werden.

Jedem Übertragungsglied wird mindestens ein Eingangssignal zugeführt und mindestens ein Ausgangssignal entnommen.

2.3. Analoges und digitales Signal, Binärsignal

Ein analoges Signal ist ein Signal*, bei dem einem kontinuierlichen Wertebereich des Signalparameters* Punkt für Punkt unterschiedliche Informationen zugeordnet sind.

Ein digitales Signal ist ein Signal mit einer endlichen Anzahl von Wertebereichen des Signalparameters, wobei jedem Wertebereich als Ganzem eine bestimmte Information zugeordnet ist. Digitale Signale können auch mehrparametrig sein. Sie werden dann durch bestimmte Kombinationen von Wertebereichen der verschiedenen Signalparameter gebildet.

Eine solche bestimmte Information ist ein Zeichen im Sinne von DIN 44 300.

Ein Binärsignal (Zweipunktsignal) ist ein einparametriges digitales Signal mit nur zwei Wertebereichen des Signalparameters. Ein Dreipunktsignal wird mit drei Wertebereichen des Signalparameters gebildet.

Die Information, die von den Signalen getragen wird, kann sowohl bei analogen als auch bei digitalen Signalen zeitlich (oder bei Speicherung auch örtlich) kontinuierlich oder diskontinuierlich vorliegen.

Beispiel 2.2:

Signal: Kontinuierlich von 0 bis 100 V veränderliche Spannung

Analog: Signalparameter ist der Momentanwert im ganzen Wertebereich dieser Spannung und gibt Information über diesen Momentanwert selbst oder als Spannung eines Tachogenerators über dessen Drehzahl oder als Rechen-spannung in einem Analogrechner über den Wert einer Größe* des nachgebildeten (programmierten) physikalischen Systems.

Digital: Signalparameter ist der Momentanwert dieser Spannung in den Wertebereichen 0 bis 20 V und 40 bis 60 V, wobei dem ersten Bereich das Zeichen 0 und dem zweiten das Zeichen L zugeordnet wird (Binärsignal).

Beispiel 2.3: Zeitlich diskontinuierliches Analogsignal mit dem Signalparameter Amplitude (siehe Ausgangssignal x_a in Bild 25)

Beispiel 2.4: Zeitlich diskontinuierliches Analogsignal mit dem Signalparameter Impulsbreite (siehe Bild 2)

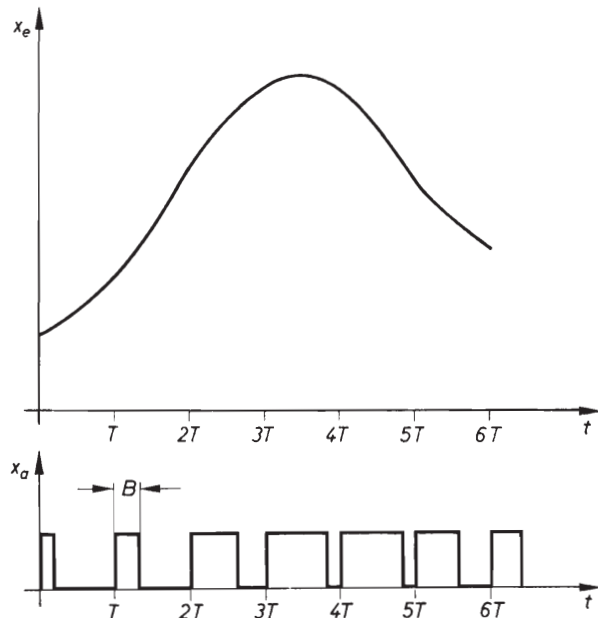


Bild 2. x_e kontinuierliches Analogsignal

x_a durch Abtastung und Umwandlung in breitenmoduliertes Impulssignal gewonnenes diskontinuierliches Ausgangssignal mit der Impulsbreite B .
 $0 \leq B \leq T$

Beispiel 2.5: Dreipunktsignal: Bei einer Spannungsregelung mit Stelltransformator bedeutet für den Stellmotor der Bereich 0 bis < 99 V „höher“, der Bereich 99 bis < 101 V „Stillstand“ und der Bereich ≥ 101 V „tiefer“. Den drei Spannungsbereichen sind also umkehrbar eindeutig die Stellbefehle (Zeichen) „höher“, „Stillstand“ und „tiefer“ zugeordnet.

3. Wirkungsmäßige Zusammenhänge im Signalflußplan

3.1. Signalflußplan

Der Signalflußplan ist eine sinnbildliche Darstellung der wirkungsmäßigen Zusammenhänge zwischen den Signalen* eines Systems* oder einer Anzahl von aufeinander einwirkenden Systemen*. Die wirkungsmäßige Abhängigkeit der Ausgangssignale* von den zugehörigen Eingangssignalen* wird durch Rechtecke (Blöcke*) und besondere Figuren für bestimmte Zusammenhänge (z.B. Kreise für Additionstellen*) versinnbildlicht. Die Signale werden durch mit Pfeilspitzen versehene Linien (Wirkungslinien*) dargestellt.

In den Signalflußplänen werden an Stelle der wirkungsmäßigen Zusammenhänge zwischen den Signalen selbst oft auch die Zusammenhänge zwischen Abweichungen von Beharrungswerten oder zwischen Signalparametern* der Signale dargestellt. Für lineare Systeme werden die Signalflußpläne oft für die Laplace- oder Fourier-Transformierten der Signale oder der Abweichungen der Signale von Beharrungswerten gezeichnet. Für die Verarbeitung digitaler Signale* werden vorwiegend Signalflußpläne für die Schaltvariablen¹⁾ und deren Werte (Zeichen¹⁾) dargestellt.

¹⁾ Begriff siehe DIN 44 300

3.2. Elemente des Signalflußplans

3.2.1. Block, Wirkungslinie

Die wirkungsmäßige Abhängigkeit eines einzelnen Ausgangssignals* von den Eingangssignalen* desselben Übertragungsgliedes* wird sinnbildlich vorzugsweise durch ein Rechteck, in diesem Zusammenhang Block genannt, dargestellt. An diesen schließt für jedes dieser Signale* eine Wirkungslinie an, an der durch Pfeilspitzen in der Wirkungsrichtung* angegeben wird, ob es sich um das Ausgangssignal oder die Eingangssignale handelt. Die Wirkungslinien für Ausgangs- und Eingangssignale werden vorzugsweise an entgegengesetzten Schmalseiten des Rechtecks angebracht (siehe Bild 3 und 4).



Bild 3. Eingangssignal x_e

Ausgangssignal x_a

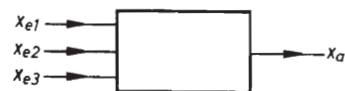


Bild 4. Eingangssignale x_{e1} , x_{e2} , x_{e3}

Ausgangssignal x_a

Bild 3 und 4. Sinnbildliche Darstellung der wirkungsmäßigen Abhängigkeit zwischen Eingangssignal(en) und einem Ausgangssignal durch Blöcke.

Eine (in ihrer genauen Formulierung nicht benötigte, noch nicht festgelegte oder noch nicht bekannte) wirkungsmäßige Abhängigkeit des Ausgangssignals von den Eingangssignalen wird bereits durch den leeren Block versinnbildlicht.

Werden aus einem Übertragungsglied mehrere Ausgangssignale entnommen, so empfiehlt es sich, für jedes Ausgangssignal einen besonderen Block zu zeichnen, da im allgemeinen die wirkungsmäßige Abhängigkeit eines jeden Ausgangssignals von den zugehörigen Eingangssignalen für jedes Ausgangssignal verschieden ist.

Zur genaueren Kennzeichnung der wirkungsmäßigen Abhängigkeit der Signale können in einen Block Hinweise eingetragen werden. Üblich sind Gleichungen, die die wirkungsmäßige Abhängigkeit des Ausgangssignals von dem oder den Eingangssignalen festlegen, z.B. die Differentialgleichung, die Gewichtsfunktion*, die komplexe Übertragungsfunktion, der Frequenzgang* (siehe Bild 5 und 6) oder zeichnerische Darstellungen der wirkungsmäßigen Abhängigkeit, meist nur qualitativ, z.B. der Übergangsfunktion*, des doppellogarithmisch aufgetragenen Amplitudenganges*, der Kennlinie im Beharrungszustand* (siehe Bild 7, 8 und 9). Die im allgemeinen nicht beschrifteten Koordinatenachsen werden für die Übergangsfunktion wie in Bild 7, für den Amplitudengang wie in Bild 8 und für die Kennlinie im Beharrungszustand wie in Bild 9 gezeichnet.

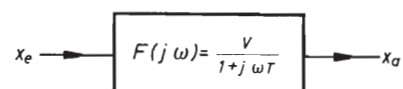


Bild 5. Frequenzgang

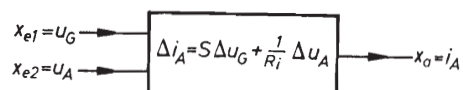


Bild 6. Steuergleichung

Bild 5 und 6. Kennzeichnung der wirkungsmäßigen Abhängigkeit durch beschriftete Blöcke.

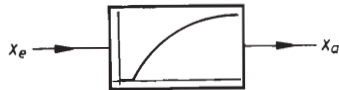


Bild 7. Übergangsfunktion,
Ordinate x_a/x_e , Abszisse Zeit

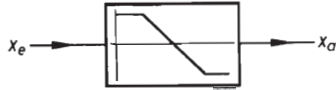


Bild 8. Amplitudengang,
Ordinate Amplitudenverhältnis $\hat{x}_a/\hat{x}_e$, Abszisse
Frequenz, beide in logarithmischem Maßstab

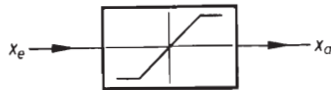


Bild 9. Kennlinie im Beharrungszustand,
Ordinate x_a , Abszisse x_e
(Hier wird der Ursprung des Achsenkreuzes immer
in die Mitte gezeichnet, auch wenn die Kennlinie
nur in einzelnen Quadranten verläuft.)

Bild 7 bis 9. Kennzeichnung der wirkungsmäßigen Abhängigkeit durch zeichnerische Darstellung in Kurvenform

Die wirkungsmäßige Abhängigkeit kann qualitativ auch durch ein gerätetechnisches Sinnbild gekennzeichnet werden, das für das Übertragungsverhalten des betreffenden Übertragungsgliedes bezüglich der zu dem betreffenden Block gehörigen Signale maßgebend ist (siehe Bild 10).

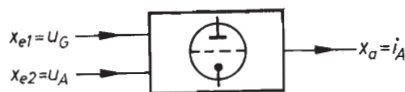


Bild 10. Kennzeichnung der wirkungsmäßigen Abhängigkeit durch gerätetechnisches Sinnbild

3.2.2. Additionsstelle, Vorzeichenumkehr

Eine **Additionsstelle**, bei der an Stelle eines Blocks* ein Kreis gezeichnet werden kann, versinnbildlicht, daß das Ausgangssignal* die algebraische Summe der Eingangssignale* ist (siehe Bild 11 und 12). In entsprechender Weise kann damit auch die **Vorzeichenumkehr** dargestellt werden (siehe Bild 13).

Die Pluszeichen an den Eingangssignalen können entfallen.

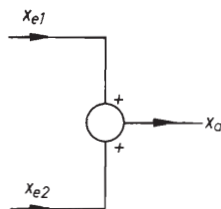


Bild 11. $x_a = x_{e1} + x_{e2}$

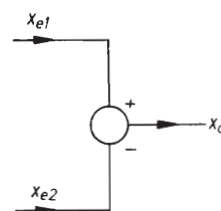


Bild 12. $x_a = x_{e1} - x_{e2}$

Bild 11 und 12. Additionsstellen



Bild 13. $x_a = -x_e$
Vorzeichenumkehr

3.2.3. Verzweigungsstelle

Eine **Verzweigungsstelle** ist die Stelle, an der sich eine Wirkungslineie* in mehrere weiterlaufende Wirkungslineien aufspaltet, die jedoch alle nach wie vor das ursprüngliche Signal* versinnbildlichen.

Sie kann durch einen Punkt mit einem Durchmesser von dreifacher Strichdicke hervorgehoben werden.

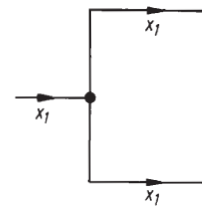


Bild 14. Verzweigungsstelle

3.3. Aufbau des Signalflußplans

Das Zusammenwirken von Übertragungsgliedern* wird sinnbildlich dargestellt, indem deren Sinnbilder (Blöcke*, Additionsstellen*) entsprechend den vorliegenden Wirkungszusammenhängen durch die Wirkungslineien* verbunden werden. Dadurch entsteht der Signalflußplan*.

3.4. Ketten-, Parallel- und Kreisstruktur

Grundstrukturen von Wirkungszusammenhängen und damit der zugehörigen Signalflußpläne* sind die **Kettenstruktur** (siehe Bild 15), die **Parallelstruktur** (siehe Bild 16 und 17) und die **Kreisstruktur** (siehe Bild 18 bis 20). Umfangreichere Signalflußpläne enthalten Verbindungen von Grundstrukturen.



Bild 15. Kettenstruktur (Steuerkette*)

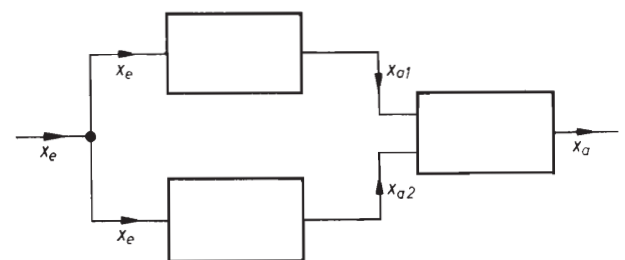


Bild 16. x_a beliebig abhängig von x_{a1} und x_{a2}

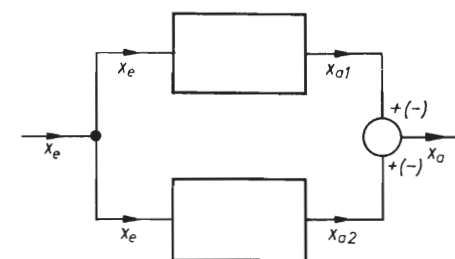
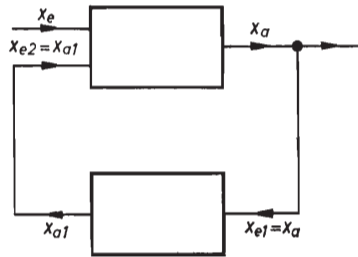
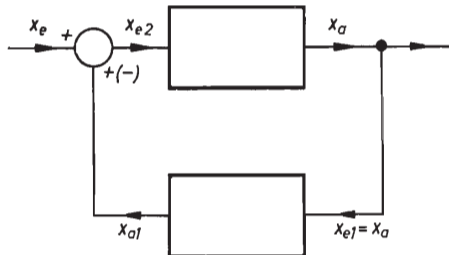
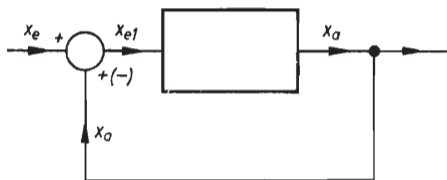


Bild 17. $x_a = (+) x_{a1} (-) x_{a2}$

Bild 16 und 17. Parallelstrukturen

Bild 18. x_a beliebig abhängig von x_{e2} und x_{e1} Bild 19. x_a abhängig von $x_{e2} = (+) x_{a1} + x_e$ Bild 20. x_a abhängig von $x_{e1} = (+) x_a + x_e$ Bild 18 bis 20. Kreisstrukturen mit zusätzlichem Eingangssignal x_e und Ausgangssignal x_a

3.5. Rückführung oder Rückkopplung, Mitkopplung, Gegenkopplung

Der in Kreisstrukturen * vom Ausgang * zum Eingang * hin zurückführende Signalflußweg * wird **Rückführung** oder **Rückkopplung** genannt, siehe Bild 21. Ebenso wie dieser zurückführende Signalflußweg werden auch die durch ihn vermittelte Wirkung und auch seine gerätetechnische Ausführung Rückführung oder Rückkopplung genannt.

Mitkopplung ist eine Rückkopplung, bei der das Ausgangssignal * in verstärkendem Sinne auf sich zurückwirkt.

Gegenkopplung ist eine Rückkopplung, bei der das Ausgangssignal in schwächendem Sinne auf sich zurückwirkt.

Die Entscheidung, ob Mit- oder Gegenkopplung vorliegt, ist oft nur für vergleichbare Beharrungszustände * mit und ohne Rückkopplung möglich.

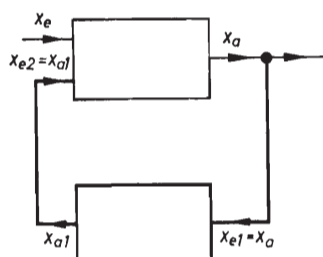


Bild 21. Rückführung (Rückkopplung) im Wirkungskreis (Rückführung hier verstärkt hervorgehoben)

4. Wirkungsmäßiges Verhalten von Gliedern

4.1. Stetig und unstetig wirkende Glieder

Ein stetig wirkendes Glied formt ein stetiges und auch in seinen in Betracht kommenden Ableitungen stetiges Eingangssignal * in ein stetiges Ausgangssignal * um.

Falls ein Glied * diese Eigenschaft nicht aufweist, heißt es unstetig wirkendes Glied.

4.2. Glieder mit Zweipunktverhalten (Zweipunktglieder) und mit Mehrpunktverhalten (Mehrpunktglieder), Hysterese

Zweipunktverhalten liegt bei Gliedern * (Zweipunktgliedern) vor, die zwei Wertebereichen eines Eingangssignals * im Beharrungszustand * zwei verschiedene Werte des Ausgangssignals * zuordnen.

Mehrpunktverhalten liegt bei Gliedern (Mehrpunktgliedern) vor, die mehreren Wertebereichen eines Eingangssignals im Beharrungszustand ebenso viele verschiedene Werte des Ausgangssignals zuordnen.

Glieder mit Zweipunkt- oder Mehrpunktverhalten erzeugen im Ausgang eine Amplitudenrasterung (siehe Bild 22).

Beispiel 4.1: Kontaktgeber auf Wellen und Schlitten, Grenzsignalgeber, Ein- und Ausschalter, Relais, Schütze, Schaltkupplungen, Schaltventile usw. sind Glieder mit Zwei- oder Mehrpunktverhalten.

Ist bei der Änderung eines Eingangssignals das im Beharrungszustand auftretende (geschaltete) Ausgangssignal auch von der Richtung dieser Änderung abhängig, so wird die Differenz der Eingangssignale, bei denen sich jeweils das Ausgangssignal ändert, **Hysterese** genannt (siehe Bild 23 und 24).

Durch die Hysterese überlappen sich die genannten Wertebereiche des Eingangssignals.

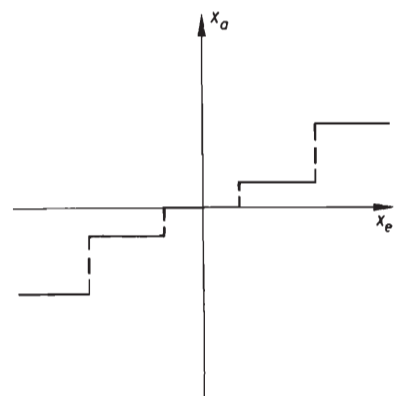


Bild 22. Glied mit Mehrpunktverhalten (Amplitudenrasterung)

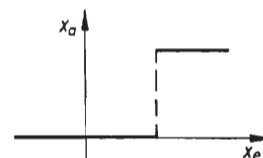


Bild 23. ohne Hysterese

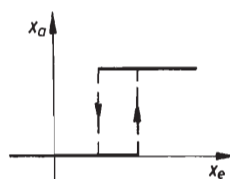


Bild 24. mit Hysterese

Bild 23 und 24. Kennlinien von Gliedern mit Zweipunktverhalten

4.3. Abtaster (Glieder mit Zeitrasterung), Halteglied

Abtaster sind unstetig wirkende Glieder*, welche das Eingangssignal* zu festgelegten Zeitpunkten erfassen (Zeitrasterung) und als eine Folge von Einzelsignalen übertragen (siehe Bild 25).

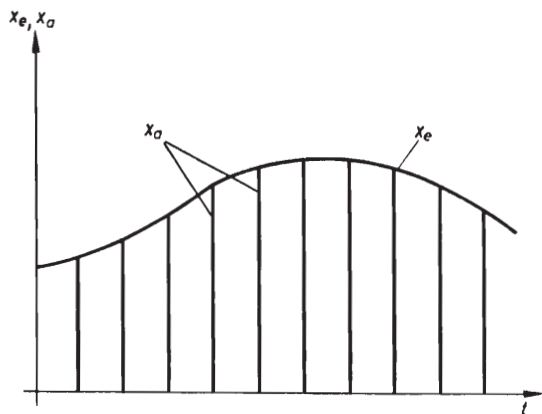


Bild 25. Ein- und Ausgangssignal an einem Abtaster

Ein Halteglied hinter dem Abtaster hält den erfaßten Wert bis zur nächsten Abtastung als Ausgangssignal* aufrecht (siehe Bild 26).

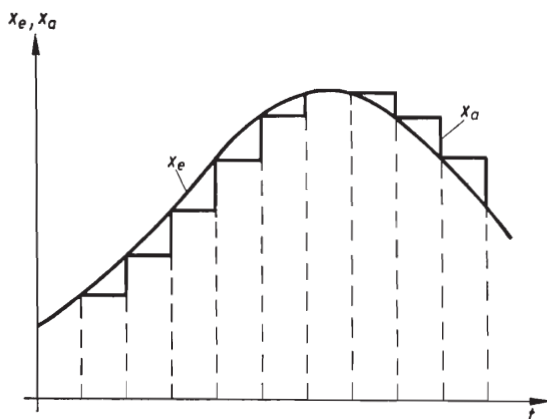


Bild 26. Ein- und Ausgangssignal an einem Abtaster mit Halteglied

4.4. Schalttore, Einschalt-, Ausschalt-, Umschalttor (Signalweiche)

Schalttore sind unstetig wirkende Glieder*, die auf Grund eines unstetig steuernden Signals* am Schalteingang den über einen unabhängigen Eingang* laufenden Signalfluß* herstellen, unterbrechen oder umschalten. Man nennt sie dementsprechend Einschalttor, Ausschalttor oder Umschalttor (Signalweiche). Schaltzeichen für Schalttore sind in DIN 40 700 Blatt 18²⁾ angegeben. Die Schalttore sind zu unterscheiden von den binären Verknüpfungsgliedern*.

4.5. Aufbau der binären Schaltsysteme

4.5.1. Binäre Schaltsysteme

Binäre Schaltsysteme³⁾ sind Systeme*, in denen nur Binärsignale* übertragen werden.

Binäre Schaltsysteme können neben unstetigen Zweipunktgliedern* auch stetige Glieder enthalten, soweit der binäre Charakter des gesamten Systems gewahrt bleibt.

4.5.2. Binäre Schaltglieder, binäre Verknüpfungsglieder, binäre Speicherglieder (siehe Tabelle 1)

Binäre Schaltglieder dienen in binären Schaltsystemen* zur Verarbeitung und Speicherung von Binärsignalen*.

Binäre Verknüpfungsglieder sind binäre Schaltglieder, die der booleschen Verknüpfung von Binärsignalen dienen.

Spezielle und besonders wichtige binäre Verknüpfungsglieder sind das Und-Glied, das Oder-Glied und das Nicht-Glied. Mit diesen drei Gliedern lassen sich alle anderen booleschen Verknüpfungen darstellen.

Binäre Speicherglieder sind binäre Schaltglieder, die zum Aufnehmen, Aufbewahren über eine gewisse Zeit und Abgeben eines Binärsignals dienen.

4.5.3. Strukturen in binären Schaltsystemen, binäre Schaltkette, binärer Abschaltkreis

In binären Schaltsystemen* kommen Ketten*, Parallel* und Kreisstrukturen* und deren Kombinationen vor.

Offene Wirkungswege* in binären Schaltsystemen werden binäre Schaltketten genannt.

Ein binärer Abschaltkreis ist eine Kreisstruktur in einem binären Schaltsystem, die mindestens ein binäres Speicherglied* enthält.

4.6. Passive und aktive Glieder, Steller

Bei einem passiven Glied rührt der Massenstrom oder Energiefluß, der das Ausgangssignal* trägt, vollständig von dem Massenstrom oder Energiefluß her, der das Eingangssignal* trägt.

Bei einem aktiven Glied, das auch Steller genannt werden kann, rührt der Massenstrom oder Energiefluß, der das Ausgangssignal* trägt, nicht von dem Massenstrom oder Energiefluß her, der das Eingangssignal* trägt. Er wird vielmehr einer anderen Quelle entnommen, die nicht als Teil des aktiven Gliedes betrachtet wird.

Ein aktives Glied hat deshalb außer dem Eingang* für das seine Wirkung bestimmende Eingangssignal noch einen oder mehrere Eingänge, über die weitere, das Ausgangssignal beeinflussende Eingangssignale zugeführt werden können.

Beispiel 4.2: Aktive Glieder sind mechanische, pneumatische, hydraulische oder elektrische Schalter, Verstärker*, Stellglieder* mit mechanischen Schaltern und Kupplungen, Ventile, Prallplatten, Strahlrohre, Verstärkerröhren, Verstärkermaschinen, Stromrichter, magnetische Verstärker, verstellbare Widerstände.

4.7. Lineare und nichtlineare Glieder

Ein lineares Glied hat ein Verhalten, für welches das Überlagerungsgesetz gilt.

Für ein nichtlineares Glied gilt das Überlagerungsgesetz nicht.

Unter dem Überlagerungsgesetz ist folgendes zu verstehen: Wenn eine Eingangsgröße* (x_{e1}) eine Ausgangsgröße* (x_{a1}) und ebenso eine andere Eingangsgröße* (x_{e2}) eine Ausgangsgröße* (x_{a2}) hervorruft, wenn also gilt:

$$x_{a1} = f(x_{e1}) \text{ und } x_{a2} = f(x_{e2}),$$

dann erzeugt bei Gültigkeit des Überlagerungsgesetzes auch die Summe der Eingangsgrößen, also ($x_{e1} + x_{e2}$), die Summe der Ausgangsgrößen:

$$x_{a1} + x_{a2} = f(x_{e1} + x_{e2}).$$

Beispiel 4.3: Lineare Glieder sind lineare mechanische Getriebe, z.B. ideale Zahnradgetriebe, Transformatoren ohne Sättigung sowie in guter Näherung viele Meßumformer, Meßwandler und Verstärker*.

Beispiel 4.4: Nichtlineare Glieder sind Kurvenscheibengetriebe, alle mechanischen Systeme* mit totem Gang, Anschlügen und Reibung, elektrische und magnetische Systeme mit Hysterese und Sättigung, Glieder mit Amplitudenbegrenzung.

²⁾ Z. Z. noch Entwurf

³⁾ In DIN 44 300 wird für Schaltsysteme die Benennung Schaltwerk verwendet.

Tabelle 1. Grundfunktionen für binäre Schaltglieder
(binäre Verknüpfungsglieder und binäre Speicherglieder)

Benennung der Schaltfunktion	Sinnbilder entsprechend den Schaltzeichen in DIN 40 700 Blatt 14	Funktions-tabelle	Boolesche Gleichung ⁴⁾	Wörtliche Beschreibung für vorhandenes Ausgangssignal																								
Und-Verknüpfung		<table><tr><td>e₁</td><td>e₂</td><td>a</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	e ₁	e ₂	a	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	$a = e_1 \wedge e_2$	a ist vorhanden, wenn <u>e₁</u> und <u>e₂</u> vorhanden sind									
e ₁	e ₂	a																										
0	0	0																										
0	1	0																										
1	0	0																										
1	1	1																										
Oder-Verknüpfung		<table><tr><td>e₁</td><td>e₂</td><td>a</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	e ₁	e ₂	a	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	$a = e_1 \vee e_2$	a ist vorhanden, wenn <u>e₁</u> oder <u>e₂</u> vorhanden ist									
e ₁	e ₂	a																										
0	0	0																										
0	1	1																										
1	0	1																										
1	1	1																										
Nicht-Verknüpfung		<table><tr><td>e</td><td>a</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	e	a	0	1	1	0	$a = \bar{e}$	a ist vorhanden, wenn e nicht vorhanden ist																		
e	a																											
0	1																											
1	0																											
Speicherfunktion		<table><tr><td>Schritt</td><td>e₁</td><td>e₂</td><td>a</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	Schritt	e ₁	e ₂	a	1	1	0	1	2	0	0	1	3	0	1	0	4	0	0	0	5	1	0	1		Durch e ₁ wird das Ausgangssignal a gesetzt, durch e ₂ gelöscht ⁵⁾
Schritt	e ₁	e ₂	a																									
1	1	0	1																									
2	0	0	1																									
3	0	1	0																									
4	0	0	0																									
5	1	0	1																									

4.8. Beharrungsverhalten, Beharrungszustand

Das Beharrungsverhalten eines Gliedes* kennzeichnet die gegenseitige Zuordnung der Signale* im Beharrungszustand.

Als Beharrungszustand eines Gliedes gilt derjenige beliebig lange aufrechtzuerhaltende Zustand, der sich bei zeitlicher Konstanz aller Eingangssignale* nach Ablauf aller Einschwingvorgänge ergibt.

4.8.1. Kennlinie

Die Kennlinie eines Gliedes* stellt die im Beharrungszustand* vorhandene Abhängigkeit des Ausgangssignals* von einem Eingangssignal* dar.

Auch bei Gliedern, bei denen sich bei unveränderten Eingangssignalen kein konstantes Ausgangssignal einstellt (z. B. I-Glieder*, I-Verhalten*), können Kennlinien angegeben werden, wenn in Abhängigkeit von dem betrachteten Eingangssignal geeignete zeitliche Ableitungen 1., 2., ... n-ter Ordnung des Ausgangssignals, z. B. deren Änderungsgeschwindigkeit (Kennlinie 1. Ordnung), aufgetragen werden.

Häufig läßt sich eine Kennlinie nicht exakt angeben, sondern die Abhängigkeit des Ausgangssignals vom Eingangssignal läßt sich nur innerhalb eines Streubereiches festlegen.

4.8.2. Linearisierung von Kennlinien

Gekrümmte Kennlinien* werden vielfach, vor allem zur Berechnung, durch Geraden (gelegentlich auch durch einfache mathematische Kurven) ersetzt. Bei der Benutzung von Geraden als Ersatzkennlinien spricht man von Linearisierung (siehe auch Abschnitt 4.7).

4.8.3. Kennlinienfeld

Im Kennlinienfeld wird für Glieder* mit mehreren Eingangssignalen* das Ausgangssignal* in Abhängigkeit eines Eingangssignals mit den übrigen Eingangssignalen als Parameter dargestellt.

Beispiel 4.5: Bild 27 zeigt die Klemmenspannung (x_a) eines Stromerzeugers in Abhängigkeit von der (z. B. durch die Lage eines Abgriffkontaktes gekennzeichneten) Einstellung eines Widerstandes (x_{01}) im Feldkreis mit der im Feldkreis wirksamen Spannung (x_{02}) und dem Belastungsstrom (x_{03}) als Parameter.

⁴⁾ Nach DIN 66 000 kennzeichnet

$\wedge$ die Und-Verknüpfung der Eingangssignale e_1 und e_2
 $\vee$ die Oder-Verknüpfung der Eingangssignale e_1 und e_2
 $\bar{e}$ die Umkehrung der Aussage, die durch e gegeben ist.

⁵⁾ Für den Sonderfall, daß beide Eingangssignale e_1 und e_2 gleichzeitig auftreten, ist über den gewünschten Wert des Ausgangssignals a eine Festlegung zu treffen, ob das Setz- oder Löschesignal dominieren soll.