

Leittechnik

Regelungstechnik und Steuerungstechnik

Begriffe zum Verhalten von Schaltsystemen

DIN
19 226

Teil 3

Control technology; Terms and definitions of switching systems behaviour

Mit DIN 19 226 T 1/02.94,
T 2/02.94, T 4/02.94 und T 5/02.94
Ersatz für DIN 19 226/05.68 und
mit DIN 19 226 T 4/02.94 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 16

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

**Documents**

Document Sharing Hub

Inhalt

	Seite
1 Grundbegriffe	3
1.1 Schaltgröße	3
1.2 Schaltfunktion	3
1.3 Schaltglied	3
1.4 Schaltsystem	3
1.4.1 Schaltnetz	3
1.4.2 Schaltwerk	3
2 Boolesche Schaltfunktionen	3
2.1 Boolesche Verknüpfung, Verknüpfungsfunktion	3
2.2 Binäres Verknüpfungsglied	3
2.3 Schaltalgebra, Boolesche Algebra	3
2.4 Schalttabelle	5
3 Speichernde Schaltfunktionen	5
3.1 Speicherfunktion	5
3.2 Speicherglied	5
3.2.1 RS-Speicherglied	5
3.2.2 JK-Speicherglied	6
3.3 Taktabhängige Speicherfunktion	6
3.4 Dynamischer Eingang	6
4 Binäre Zeitglieder	6
4.1 Binäres Zeitglied	6
4.2 Binäres Verzögerungsglied	6
4.3 Monostabiles Kippglied	6
5 Schaltwerke	6
5.1 Zähler	6
5.2 Zustandsgraph eines Schaltwerkes	7
5.3 Schaltfolgetabelle, Automatentafel	8
5.4 Überföhrungsfunktion	8
5.5 Ausgabefunktion	8
5.6 Endlicher Automat	8
6 Schaltsysteme für Ablaufsteuerungen	8
6.1 Ablaufsteuerung	8
6.2 Programm einer Steuerung	9
6.3 Ablaufschritt, Schritt	9
6.4 Übergang	9
6.5 Übergangsbedingung	9
6.6 Rücksetzkreis	9
6.7 Grundformen von Abläufen	10
6.7.1 Ablaufkette	10
6.7.2 Ablaufverzweigung	10
6.7.3 Ablaufzusammenführung	10
6.7.4 Ablaufaufspaltung	10
6.7.5 Ablaufsammlung	10
6.8 Steuerungsbefehl, Befehl	10
6.8.1 Spezifizierter Befehl, Art des Befehls	10
6.8.2 Nicht gespeicherter Befehl	11
6.8.3 Gespeicherter Befehl	11
6.8.4 Nicht gespeicherter, aber verzögerter Befehl	11
6.8.5 Nicht gespeicherter, aber zeitlich begrenzter Befehl	12
6.8.6 Bedingter Befehl	12
6.8.7 Zusammengesetzte Befehlsarten	12
Verwendete Formelzeichen	14
Zitierte Normen	14
Frühere Ausgaben	14
Änderungen	14
Erläuterungen	14
Stichwortverzeichnis Deutsch-Englisch	15

1 Grundbegriffe

1.1 Schaltgröße

Eine **Schaltgröße** ist eine Größe¹⁾*, die jeweils einen von endlich vielen Werten annehmen kann.

ANMERKUNG: Am häufigsten sind binäre Schaltgrößen, die jeweils einen von zwei Werten annehmen können. Hierfür werden im allgemeinen die Werte 0 und 1 gewählt.

1.2 Schaltfunktion

Eine **Schaltfunktion** ist eine Funktion, bei der die Eingangsgrößen¹⁾* und die Ausgangsgröße* nur endlich viele Werte annehmen können.

1.3 Schaltglied

Ein **Schaltglied** ist die kleinste Einheit, die eine Schaltfunktion* verwirklicht.

ANMERKUNG: Schaltglieder* sind beispielsweise binäre Verknüpfungsglieder*, Speicherglieder* und Zeitglieder*.

1.4 Schaltsystem

Ein **Schaltsystem** ist ein System*, in dem Schaltglieder* über Schaltgrößen* miteinander in Beziehung stehen und das Schaltfunktionen* ausführt.

ANMERKUNG 1: Schaltsysteme können sich aus binären Verknüpfungsgliedern*, Speichergliedern* und Zeitgliedern* zusammensetzen.

ANMERKUNG 2: Ablauf-* und Verknüpfungssteuerungen* werden beispielsweise durch Schaltsysteme realisiert.

1.4.1 Schaltnetz

Ein **Schaltnetz** ist eine Funktionseinheit zum Verarbeiten von Schaltvariablen, bei der die Werte aller Schaltvariablen am Ausgang (Ausgangsvariablen) zu einem bestimmten Zeitpunkt t_0 nach Verstreichen der Lauf- und Verzögerungszeiten Δt nur abhängen von den Werten aller Schaltvariablen am Eingang (Eingangsvariablen) zum Zeitpunkt $t_0 - \Delta t$ (aus: DIN 44 300 Teil 5/11.88).

ANMERKUNG 1: Ein Schaltnetz hat keine inneren Zustände. Es enthält keine Speicherglieder*. Die Benennung Schaltkreis anstelle von Schaltnetz ist als mißverständlich zu vermeiden.

ANMERKUNG 2: Innerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm wird das Schaltnetz als ein Schaltsystem* betrachtet. Die Schaltvariable wird als Schaltgröße* und die Eingangs- und Ausgangsvariable werden als Eingangs*- und Ausgangsgröße* bezeichnet.

ANMERKUNG 3: Verknüpfungssteuerungen* werden durch Schaltnetze realisiert.

1.4.2 Schaltwerk

Ein **Schaltwerk** ist eine Funktionseinheit zum Verarbeiten von Schaltvariablen, bei der die Werte aller Schaltvariablen am Ausgang (Ausgangsvariablen) zu einem bestimmten Zeitpunkt t_0 nach Verstreichen der Lauf- und Verzögerungszeiten Δt abhängen von den Werten aller Schaltvariablen am Eingang (Eingangsvariablen) zum Zeitpunkt $t_0 - \Delta t$ und

¹⁾ Die Benennung Schaltgröße mit dem in der Leittechnik verwendeten Grundbegriff Größe steht anstelle der in DIN 44 300 Teil 5. verwendeten Benennung Schaltvariable. In gleicher Weise steht die Benennung Eingangsgröße bei der Schaltfunktion anstelle der Benennung Argumentvariable in DIN 44 300 Teil 5.

zu endlich vielen vorangegangenen Zeitpunkten sowie gegebenenfalls vom Anfangszustand (aus: DIN 44 300 Teil 5/11.88).

ANMERKUNG 1: Ein Schaltwerk hat eine endliche Anzahl von inneren Zuständen und ist, abstrakt gesehen, ein endlicher Automat. Falls keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, können Schaltwerke beim Einschalten einen unbestimmten Anfangszustand annehmen.

ANMERKUNG 2: Innerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm wird das Schaltnetz* als ein Schaltsystem* betrachtet. Die Schaltvariable wird als Schaltgröße* und die Eingangs- und Ausgangsvariable werden als Eingangs*- und Ausgangsgröße* bezeichnet.

ANMERKUNG 3: Ablaufsteuerungen* werden durch Schaltwerke realisiert.

2 Boolesche Schaltfunktionen

2.1 Boolesche Verknüpfung, Verknüpfungsfunktion

Eine **Boolesche Verknüpfung** oder **Verknüpfungsfunktion** ist eine Schaltfunktion* für binäre Schaltgrößen, die auf Operationen der Booleschen Algebra* beruht.

ANMERKUNG: Die Grundverknüpfungen sind die ODER-Verknüpfung (Disjunktion), die UND-Verknüpfung (Konjunktion) und die Negation.

Tabelle 1 zeigt einige Beispiele von Verknüpfungsfunktionen mit den zugehörigen Benennungen, mathematischen Zeichen und Schaltzeichen nach DIN 19 239 und DIN 66 000.

2.2 Binäres Verknüpfungsglied

Ein **binäres Verknüpfungsglied** ist ein Schaltnetz*, das eine ein- oder zweistufige Boolesche Verknüpfung* bewirkt.

ANMERKUNG: Binäre Verknüpfungsglieder sind z. B.:

NICHT-Glied	(NOT element),
UND-Glied	(AND element),
ODER-Glied	(OR element),
NAND-Glied	(NAND element),
NOR-Glied	(NOR element),
XOR-Glied	(XOR element).

2.3 Schaltalgebra, Boolesche Algebra

Die **Schaltalgebra** oder **Boolesche Algebra** ist die Gesamtheit der Axiome und Rechenregeln zur Verknüpfung binärer Schaltgrößen*.

ANMERKUNG: Zur grafischen Darstellung Boolescher Verknüpfungen* wird das Venn-, Veitch- oder Karnaughdiagramm benutzt (siehe Bild 1).

Beim Venn-Diagramm werden den verschiedenen Eingangsgrößen* Kreisflächen zugeordnet, innerhalb derer die zugehörige Eingangsgröße den Wert 1 annimmt. Der entsprechend den dargestellten Verknüpfungen von den Eingangsgrößen abhängige Bereich, in dem die Ausgangsgröße* den Wert 1 annimmt, wird üblicherweise durch Schraffur gekennzeichnet.

Beim Veitch- und Karnaughdiagramm werden den verschiedenen Wertekombinationen der Eingangsgrößen Rechtecke innerhalb einer rechteckigen Gesamtfläche zugeordnet. Dabei ist am Rande vermerkt, in welchen zugeordneten Zeilen und Spalten die Eingangsgrößen mit dem Wert 1 bzw. 0 auftreten.

Tabelle 1: Verknüpfungsfunktionen für Schaltgrößen mit Schalttable und Schaltzeichen

Benennung nach DIN 19 239 DIN 66 000	Mathe- matisches Zeichen nach DIN 66 000	Verknüpfungs- funktion	Schalttable	Schaltzeichen nach DIN 19 239 Darstellungsart S1																				
UND Konjunktion UND-Verknüpfung	$\wedge$	$E_1 \wedge E_2 = A$	<table><tr><td>E_1</td><td>E_2</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						
E_1	E_2	A																						
0	0	0																						
0	1	0																						
1	0	0																						
1	1	1																						
ODER Disjunktion ODER-Verknüpfung	$\vee$	$E_1 \vee E_2 = A$	<table><tr><td>E_1</td><td>E_2</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						
E_1	E_2	A																						
0	0	0																						
0	1	1																						
1	0	1																						
1	1	1																						
NICHT Negation	—	$\bar{E}$	<table><tr><td>E</td><td>$\bar{E}$</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	E	$\bar{E}$	0	1	1	0															
		E	$\bar{E}$																					
0	1																							
1	0																							
$\bar{A}$	<table><tr><td>A</td><td>$\bar{A}$</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	$\bar{A}$	0	1	1	0																	
A	$\bar{A}$																							
0	1																							
1	0																							
NAND- Verknüpfung	$\overline{\wedge}$	$\overline{E_1 \wedge E_2} = A$ $E_1 \wedge E_2 = \bar{A}$ $\bar{E}_1 \vee \bar{E}_2 = A$	<table><tr><td>E_1</td><td>E_2</td><td>A</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</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>0</td></tr></table>	E_1	E_2	A	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0						
E_1	E_2	A																						
0	0	1																						
0	1	1																						
1	0	1																						
1	1	0																						
NOR- Verknüpfung	$\overline{\vee}$	$\overline{E_1 \vee E_2} = A$ $E_1 \vee E_2 = \bar{A}$ $\bar{E}_1 \wedge \bar{E}_2 = A$	<table><tr><td>E_1</td><td>E_2</td><td>A</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</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>0</td></tr></table>	E_1	E_2	A	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0						
E_1	E_2	A																						
0	0	1																						
0	1	0																						
1	0	0																						
1	1	0																						
Äquivalenz	$\leftrightarrow$	$E_1 \leftrightarrow E_2 = A$ $(E_1 \wedge E_2) \cup (\bar{E}_1 \wedge \bar{E}_2) = A$	<table><tr><td>E_1</td><td>E_2</td><td>$(\) \vee (\)$</td><td>A</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	E_1	E_2	$(\) \vee (\)$	A	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	
E_1	E_2	$(\) \vee (\)$	A																					
0	0	0	1																					
0	1	0	0																					
1	0	0	0																					
1	1	1	1																					
Antivalenz Exklusiv-ODER XOR-Verknüpfung	$\nleftrightarrow$	$E_1 \nleftrightarrow E_2 = A$ $(E_1 \wedge \bar{E}_2) \cup (\bar{E}_1 \vee E_2) = A$	<table><tr><td>E_1</td><td>E_2</td><td>$(\) \vee (\)$</td><td>A</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	E_1	E_2	$(\) \vee (\)$	A	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	
E_1	E_2	$(\) \vee (\)$	A																					
0	0	0	0																					
0	1	0	1																					
1	0	1	1																					
1	1	0	0																					

ten. Jedes einzelne der Rechtecke entspricht einem Wert A_k der Ausgangsgröße für die dargestellte Verknüpfungsfunktion*, wobei die Eingangsgrößen wie bei einer Dualzahl bewertet werden, z. B. A_5 entspricht $(101) = (E_1 \bar{E}_2 E_3)$. Während die Rechtecke A_k beim Veitchdiagramm zeilenweise fortlaufend angeordnet werden, ergibt sich das Karnaughdiagramm aus dem Veitchdiagramm durch Vertauschen entsprechender Zeilen bzw. Spalten.

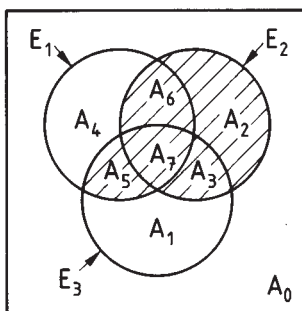
BEISPIEL 1:

Bild 1 zeigt in den drei Diagrammen die Darstellung des Distributivgesetzes

$A = E_2 \vee (E_1 \wedge E_3) = (E_2 \vee E_1) \wedge (E_2 \vee E_3)$, zu dem in Tabelle 2 die Schalttable angegeben ist. Durch die Vertauschung der Zeilen im Karnaughdiagramm Bild 1c wird sichergestellt, daß hierin solche Rechtecke immer benachbart sind, deren zugeordnete Flächen es im Venndiagramm auch sind.

Tabelle 2: Schalttable der Booleschen Verknüpfung $A = E_2 \vee (E_1 \wedge E_3) = (E_2 \vee E_1) \wedge (E_2 \vee E_3)$

E_1 E_2 E_3	$E_2 \vee (E_1 \wedge E_3)$		$= (E_2 \vee E_1) \wedge (E_2 \vee E_3)$		A
0 0 0	0	0	0	0	$A_0 = 0$
0 0 1	0	0	0	1	$A_1 = 0$
0 1 0	1	0	1	1	$A_2 = 1$
0 1 1	1	0	1	1	$A_3 = 1$
1 0 0	0	0	1	0	$A_4 = 0$
1 0 1	0	1	1	1	$A_5 = 1$
1 1 0	1	0	1	1	$A_6 = 1$
1 1 1	1	1	1	1	$A_7 = 1$



a)

	$E_3 = 0$	$E_3 = 1$	
$E_1 = 0$	A_0	A_1	$E_2 = 0$
	A_2	A_3	$E_2 = 1$
$E_1 = 1$	A_4	A_5	$E_2 = 0$
	A_6	A_7	$E_2 = 1$

b)

	$E_3 = 0$	$E_3 = 1$	
$E_1 = 0$	A_0	A_1	$E_2 = 0$
	A_2	A_3	$E_2 = 1$
$E_1 = 1$	A_4	A_5	$E_2 = 0$
	A_6	A_7	$E_2 = 1$

c)

Bild 1: Darstellung der Booleschen Verknüpfung $A = E_2 \vee (E_1 \wedge E_3) = (E_2 \vee E_1) \wedge (E_2 \vee E_3)$ durch Venndiagramm (a), Veitchdiagramm (b) und Karnaughdiagramm (c)

2.4 Schalttabelle

Die **Schalttabelle** ist eine Zusammenstellung aller Wertekombinationen der Eingangsgrößen* und der ihnen zugeordneten Werte der Ausgangsgröße* einer Schaltfunktion*.

ANMERKUNG: Für den Sonderfall Boolescher Verknüpfungen* wird die Schalttabelle auch Wahrheitstabelle (siehe DIN 41 859 Teil 1) genannt.

3 Speichernde Schaltfunktionen

3.1 Speicherfunktion

Die **Speicherfunktion** ist eine Schaltfunktion* zur Aufnahme, Aufbewahrung und Abgabe von Schaltgrößen*.

ANMERKUNG: Der Wert der Ausgangsgröße* hängt von den augenblicklichen Werten der Eingangsgrößen* und einem inneren Zustand, ausgedrückt durch den vorhergehenden Wert der Ausgangsgröße, ab.

3.2 Speicherglied

Ein **Speicherglied** ist ein Schaltglied*, das die Speicherfunktion* verwirklicht.

ANMERKUNG: Die häufigste Form des Speicherglieds ist das bistabile Kippglied, das nur zwei

Zustände annehmen kann. Beispiele dafür sind das RS-Speicherglied* und das JK-Speicherglied*, die früher auch als RS- und JK-Flipflop bezeichnet wurden.

3.2.1 RS-Speicherglied

Ein **RS-Speicherglied** ist ein Speicherglied* mit zwei Eingangsgrößen* R und S und einer Ausgangsgröße* Q, bei der zu R = 1 und S = 0 der Wert Q = 0 und zu R = 0 und S = 1 der Wert Q = 1 gehört. Beim Zustand R = 0 und S = 0 behält die Ausgangsgröße Q ihren vorherigen Wert Q_v bei. Es muß angegeben werden, welchen Wert Q beim gleichzeitigen Vorhandensein von R = 1 und S = 1 annimmt.

ANMERKUNG 1: Durch Angabe der Ziffer 1 am Ausgang und an einem Eingang wird festgelegt, daß der Ausgang beim Vorliegen von R = 1 und S = 1 den Wert annimmt, den er annehmen würde, wenn nur der gekennzeichnete Eingang den Wert 1 aufwiese.

ANMERKUNG 2: Wegen seines Verhaltens wird dieses Glied bistabiles Kippglied genannt.

BEISPIEL 2:

Bild 2 zeigt das Schaltzeichen eines RS-Speicherglieds mit dominierendem R-Eingang zusammen mit der Schalttabelle*.