

## **4 In der Automatisierungs- und Leittechnik angewendete Schaltpläne und Symbole**

Die in der Automatisierungs- und Leittechnik verwendeten Schaltpläne stellen die Wirkungsweise, die Funktion oder den Stromverlauf bzw. die Grundlagen für die Fertigung von Einrichtungen und Anlagen dar. Sie sind zum überwiegenden Teil aus den genormten Schaltplänen der Elektrotechnik hervorgegangen und werden sinngemäß auch für andere Einsatzgebiete, z. B. für pneumatische oder hydraulische Automatisierungsanlagen, weiterentwickelt.

Schaltpläne stellen einen wichtigen Bestandteil der Planungs- und Fertigungsunterlagen bei der Realisierung von Anlagen dar und können folgenden Schaltplanarten zugeordnet werden:

### **Schaltungsunterlagen zur Übersicht**

Sie geben eine Übersicht über die strukturellen und schaltungstechnischen Zusammenhänge einer Anlage, eines Anlagenteils oder von Ausrüstungen ohne Berücksichtigung von Einzelheiten an. Solche Pläne oder Listen können sein: der elektrische Übersichtsschaltplan, Blockschaltbild, Fließbild verfahrenstechnischer Anlagen, Wirkungsplan, PLT-(MSR-)Stellenplan bzw. Stellenliste.

### **Schaltungsunterlagen zum Erkennen der Funktion und Arbeitsweise**

Sie stellen die Funktionen von elektrischen, pneumatischen oder hydraulischen Anordnungen oder Schaltungen in Einzelheiten dar und erläutern deren Arbeitsweise. Dazu gehören der Programm- bzw. Datenflussplan, Ablaufdiagramm, Stromlauf- bzw. Logikplan sowie Funktionsplan.

### **Schaltungsunterlagen zur Fertigung und Anordnung**

Diese Unterlagen dienen zur Herstellung der Verbindungen zwischen den Anschlüssen der Bauelemente von Erzeugnissen und können die räumliche Lage, Belegung oder Aufstellung von Bauelementen, Geräten oder Einrichtungen angeben. Dazu gehören: Aufstellungs- und Anordnungsplan, Geräteverdrahtungs-, Verbindungs- sowie Anschlussplan bzw. Anschlussliste.

Für die Realisierung von Anlagen werden vorwiegend die in der **Tabelle 4.1** aufgeführten genormten Schaltpläne angewendet. Die wichtigsten Schaltpläne sind nachfolgend als frei gewählte Beispiele angegeben und beschrieben.

In den **Tabellen 4.1** und **4.2** sind ebenfalls die derzeit gültigen Normen für die Anfertigung von Schaltplänen und deren Symbole mithilfe von Rechenanlagen bzw. deren Entwicklung durch spezielle Programmiersprachen, z. B. für speicherprogrammierbare Steuerungen und automatisierte Produktionssysteme, aufgeführt.

Gültige Normen	Titel
DIN EN 62424 <b>(VDE 0810-24):2017-12</b>	Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik – Fließbilder und Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeugen zur Fließbilderstellung und CAE-Systemen
DIN EN 60617-2:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 2: Symbolelemente, Kennzeichen und andere Schaltzeichen für allgemeine Anwendungen
DIN EN 60617-3:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 3: Schaltzeichen für Leiter und Verbinder
DIN EN 60617-4:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 4: Schaltzeichen für passive Bauelemente
DIN EN 60617-5:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 5: Schaltzeichen für Halbleiter und Elektronenröhren
DIN EN 60617-6:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 6: Schaltzeichen für Erzeugung und Umwandlung elektrischer Energie
DIN EN 60617-7:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 7: Schaltzeichen für Schalt- und Schutzeinrichtungen
DIN EN 60617-8:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 8: Schaltzeichen für Meß-, Melde- und Signaleinrichtungen
DIN EN 60617-9:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 9: Schaltzeichen für die Nachrichtentechnik – Vermittlungs- und Endeinrichtungen
DIN EN 60617-10:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 10: Schaltzeichen für die Nachrichtentechnik – Übertragungseinrichtungen
DIN EN 60617-11:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 11: Gebäudebezogene und topographische Installationspläne und Schaltpläne
DIN EN ISO 10628-1:2015-04	Schemata für die chemische und petrochemische Industrie – Teil 1: Spezifikation der Schemata
DIN EN 60848:2014-12	GRAFCET, Spezifikationssprache für Funktionspläne der Ablaufsteuerung
DIN EN 61082-1 <b>(VDE 0040-1):2015-10</b>	Dokumente der Elektrotechnik – Teil 1: Regeln
DIN EN 62507-1 <b>(VDE 0040-2-1):2012-03</b>	Anforderungen an Identifikationssysteme zur Unterstützung eines eindeutigen Informationsaustauschs – Teil 1: Grundsätze und Methodik
DIN EN 61355-1 <b>(VDE 0040-3):2009-03</b>	Klassifikation und Kennzeichnung von Dokumenten für Anlagen, Systeme und Ausrüstungen – Teil 1: Regeln und Tabellen zur Klassifikation
DIN EN 62491 <b>(VDE 0040-4):2009-05</b>	Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte – Beschriftung von Kabeln/Leitungen und Adern
DIN 66001:1983-12	Informationsverarbeitung – Sinnbilder und ihre Anwendung
DIN ISO/TS 81346-3, DIN SPEC 1330:2013-09	Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte – Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung – Teil 3: Anwendungsregeln für ein Referenzkennzeichensystem
DIN EN 61175-1:2016-05	Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstung und Industrieprodukte – Kennzeichnung von Signalen – Teil 1: Allgemeine Regeln

**Tabelle 4.1** Normen zu Schaltungsunterlagen für die Automatisierungs- und Leittechnik

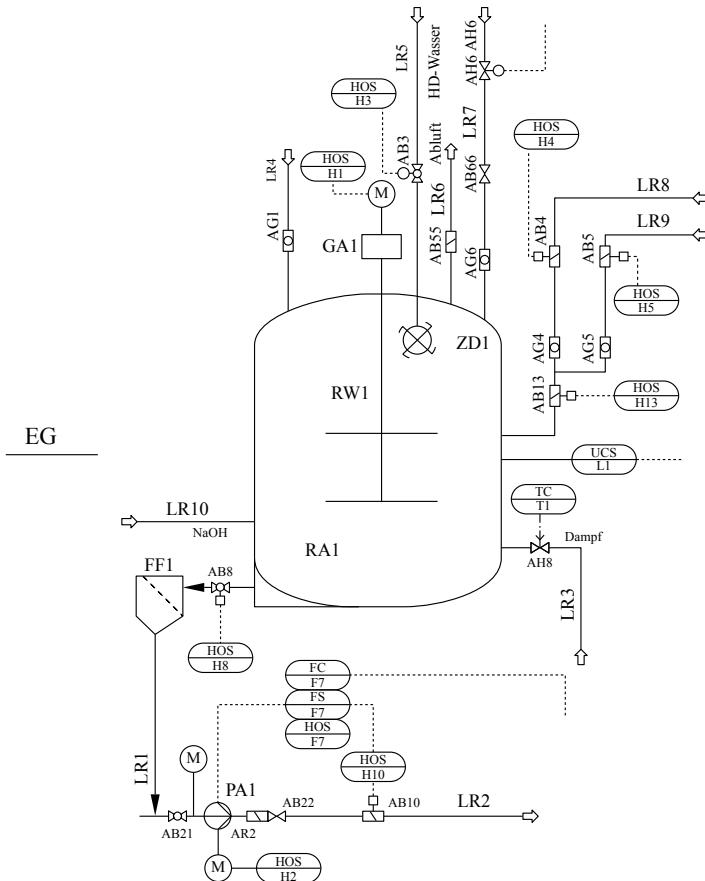
Gültige Normen	Titel
DIN EN 62424 (VDE 0810-24):2017-12	Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik – Fließbilder und Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeugen zur Fließbilderstellung und CAE-Systemen
DIN 28000-4:2014-07	Chemischer Apparatebau – Dokumentation im Lebensweg von Prozessanlagen – Teil 4: Graphische Symbole für Armaturen, Rohrleitungen und Stellantriebe
DIN EN 61131-3:2014-06	Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 3: Programmiersprachen
DIN EN 61131-3 Beiblatt 1:2005-04	Speicherprogrammierbare Steuerungen – Leitlinien für die Anwendung und Implementierung von Programmiersprachen für Speicherprogrammierbare Steuerungen
DIN EN 60848:2014-12	GRAFCET, Spezifikationssprache für Funktionspläne der Ablaufsteuerung
DIN EN 60617-2:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 2: Symbolelemente, Kennzeichen und andere Schaltzeichen für allgemeine Anwendungen
DIN EN 60617-3:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 3: Schaltzeichen für Leiter und Verbinde
DIN EN 60617-4:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 4: Schaltzeichen für passive Bauelemente
DIN EN 60617-5:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 5: Schaltzeichen für Halbleiter und Elektronenröhren
DIN EN 60617-7:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 7: Schaltzeichen für Schalt- und Schutzeinrichtungen
DIN EN 60617-8:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 8: Schaltzeichen für Meß-, Melde- und Signaleinrichtungen
DIN EN 60617-9:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 9: Schaltzeichen für die Nachrichtentechnik – Vermittlungs- und Endeinrichtungen
DIN EN 60617-10:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 10: Schaltzeichen für die Nachrichtentechnik – Übertragungseinrichtungen
DIN EN 60617-11:1997-08	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 11: Gebäudebezogene und topographische Installationspläne und Schaltpläne
DIN EN 60617-12:1999-04	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 12: Binäre Elemente
DIN EN 60617-13:1994-01	Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 13: Analoge Elemente
DIN EN ISO 81714-1:2010-11	Gestaltung von graphischen Symbolen für die Anwendung in der technischen Produktdokumentation – Teil 1: Grundregeln
DIN 66001:1983-12	Informationsverarbeitung – Sinnbilder und ihre Anwendung
DIN 66001 Beiblatt 1:1983-12	Informationsverarbeitung – Sinnbilder und ihre Anwendung – Beiblatt 1: Anordnung der Sinnbilder auf einer Zeichenschablone

**Tabelle 4.2** Normen zu Symbolen und Programmiersprachen für die Automatisierungs- und Leittechnik

## 4.1 Schaltungsunterlagen zur Übersicht

**Übersichtsplan**, ist die vereinfachte Darstellung einer Schaltung, bei der nur die wesentlichen Teile berücksichtigt werden. Er zeigt die Arbeitsweise und die Gliederung einer elektrischen Einrichtung an und enthält die zur Übersicht der Einrichtung erforderlichen grafischen Symbole für Betriebsmittel und Funktionseinheiten sowie die zugehörigen Verbindungs- und Wirkungslinien.

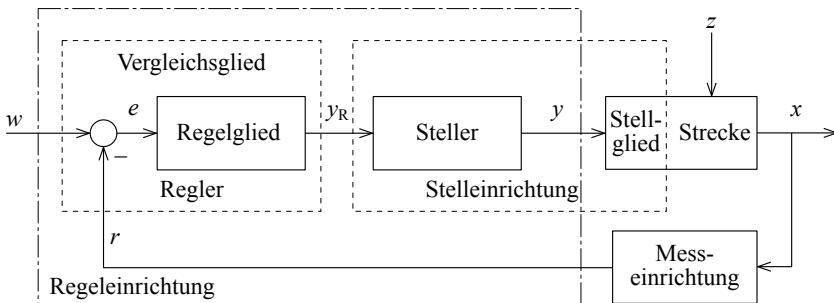
**Technologisches Schema (Grundfließbild)**, auch Funktionsschema genannt, ist die Darstellung, die den Ablauf eines industriellen Prozesses mit standardisierten Symbolen erläutert und Angaben über die Reihenfolge der Anlagenteile und Ein-



**Bild 4.1** Technologisches Schema einer Syntheseanlage

richtungen sowie ihre funktionellen Verbindungen enthält. Es kann mit zusätzlichen Angaben, z. B. Ausrüstungslisten, technische Daten, ergänzt werden. Die angewendeten Symbole bestehen aus dem grafischen Sinnbild und aus den Buchstaben- und Zahlenkennzeichen in der Reihenfolge Prozessgröße, Funktion der PLT-(MSR)-Stelle, Präzisierung der Signalisierung und der laufenden Nummer der PLT-(MSR)-Stelle. Ein technologisches Schema als Beispiel zeigt **Bild 4.1**.

**Blockschaltbild**, oft auch Wirkungsplan genannt, ist die schematische Darstellung der Struktur eines Systems mit symbolischer Abbildung des statischen und dynamischen Verhaltens von Wirkungsgliedern in offenen und geschlossenen Steuerungen. Es enthält Charakterisierungen der Übertragungsglieder durch Blöcke und Wirkungslinien für Signale ohne Beziehungen zur realen Einrichtung und zum Leistungsbedarf. **Bild 4.2** zeigt ein Anwendungsbeispiel.



**Bild 4.2** Typischer Wirkungsplan/Blockschaltbild einer Regelung

Größe	Erläuterungen
$e$	Regeldifferenz: Differenz von Führungsgröße und Rückführungsröße: $e = w - r$
$m$	Reglerausgangsgröße, Eingangsgröße für die Stelleinrichtung
$r$	Rückführgröße: entspricht der Regelgröße $x$ ; ist aus der Messung der Regelgröße hervorgegangen und wird dem Vergleichwert zugeführt
$w$	Führungsgröße: Sollwert, dieser Größe soll die Ausgangsgröße $x$ der Regelung folgen
$x$	Regelgröße: Istwert, wird für die Regelung erfasst und der Regeleinrichtung zugeführt
$y$	Stellgröße: Ausgangsgröße der Regeleinrichtung und Eingangsgröße der Regelstrecke
$y_R$	Ausgangsgröße des Reglers, wird dem Eingang des Stellglieds zugeführt
$z$	Störgröße: wirkt von außen auf die Regelung ein und beeinflusst das Ergebnis

**Tabelle 4.3** Erläuterungen zum Regelkreis in Bild 4.2

**PLT-(MSR)Stellenliste** (siehe **Bild 4.3**), ist die beschreibende Darstellung der PLT-(MSR)Stellen einer Anlage mit den kennzeichnenden Parametern und Randbedingungen sowie der Einbauorte der Sensoren und Aktoren.

**PLT-(MSR)Stellenplan** (siehe **Bild 4.4**), dokumentiert die Verschaltung der Baugruppen, Funktionseinheiten und Geräte untereinander.

## 4.2 Schaltungsunterlagen zum Erkennen der Funktion und Arbeitsweise

**Stromlaufplan**, stellt die Zusammenhänge und das Zusammenwirken der einzelnen Bauelemente und Baugruppen für Steuerungen, aufgelöst nach Stromwegen, dar. Er ist in allen Stromwegen und Leistungsabschnitten so zu gestalten, dass der funktionelle Ablauf der Schaltung ersichtlich ist. Die Schaltzeichen sind entsprechend dem Stromverlauf ohne Berücksichtigung der räumlichen Lage der Bauelemente darzustellen. Die Anschlüsse der Bauelemente sind dagegen allpolig angeschlossen anzugeben. Baugruppen und Geräte, deren Schaltungen sich wiederholen, brauchen nur einmal mit der Innenschaltung dargestellt zu werden. Die Kennzeichnung der dargestellten Bauelemente kann durch die Anwendung der Stromweg-, der Potential- oder der Einzelbauelementennummerierung erfolgen. Im Einzelnen werden Stromlaufpläne z. B. für Starkstromanlagen mit der Darstellung des Leistungs- und Steuerungssteils, der Eisenbahnsicherungstechnik, der NF- und HF-Technik sowie beim Einsatz von logischen Verknüpfungselementen (Logikplan) angewendet. Ein Beispiel für den Stromlaufplan ist aus **Bild 4.5** zu ersehen.

**Logikplan**, ist ein spezieller Stromlaufplan mit symbolischer Darstellung der Zusammenschaltung logischer, elektrischer oder pneumatischer Verknüpfungsglieder. Dabei sind die Eingangs- und Ausgangsbedingungen der einzelnen Glieder (Lastfaktoren) und das zur Verfügung stehende Bauelementesortiment logischer Bausteine und deren Eingangs- und Ausgangsschaltung zu berücksichtigen. Logikpläne können durch eine Funktionsmatrix ergänzt werden. Ein Beispiel für einen Logikplan wird im **Bild 4.6** gezeigt.

**Datenfluss- oder Programmablaufplan**, ist die schematische Darstellung von Strukturmerkmalen eines Programmablaufs oder Datenflusses in einem informationsverarbeitenden System. Er veranschaulicht den durch Funktionen oder Tätigkeiten zu beschreibenden Ablauf der Organisation oder Schaltfolge in einem System und besteht (**Bild 4.7**) im Wesentlichen aus Schaltzeichen mit den zugehörigen Texten und Flusslinien.

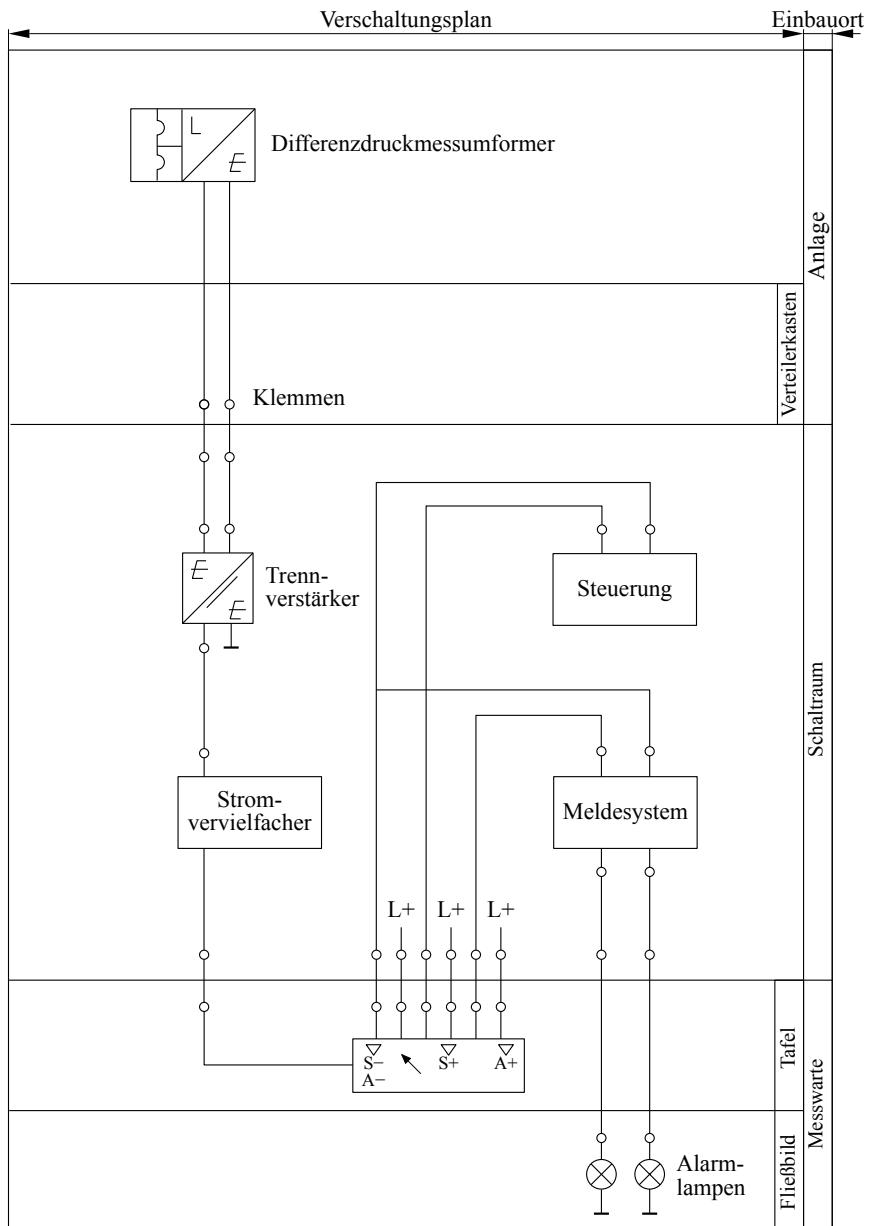
**Funktionsplan (Ersatzschaltplan)**, stellt PLT-(MSR)Funktionen je nach dem Zweck mit ausgewählten wesentlichen Eigenschaften (Grobstruktur) oder mit allen für die jeweilige Anwendung erforderlichen Details (Feinstruktur) durch grafische Symbole der digitalen Informationsverarbeitungstechnik dar (**Bild 4.8**).

Die Funktionen sollen in der Regel unabhängig von den Betriebsmitteln oder der Technik der Einrichtungen dargestellt werden. Beispiel siehe **Bild 4.9**.

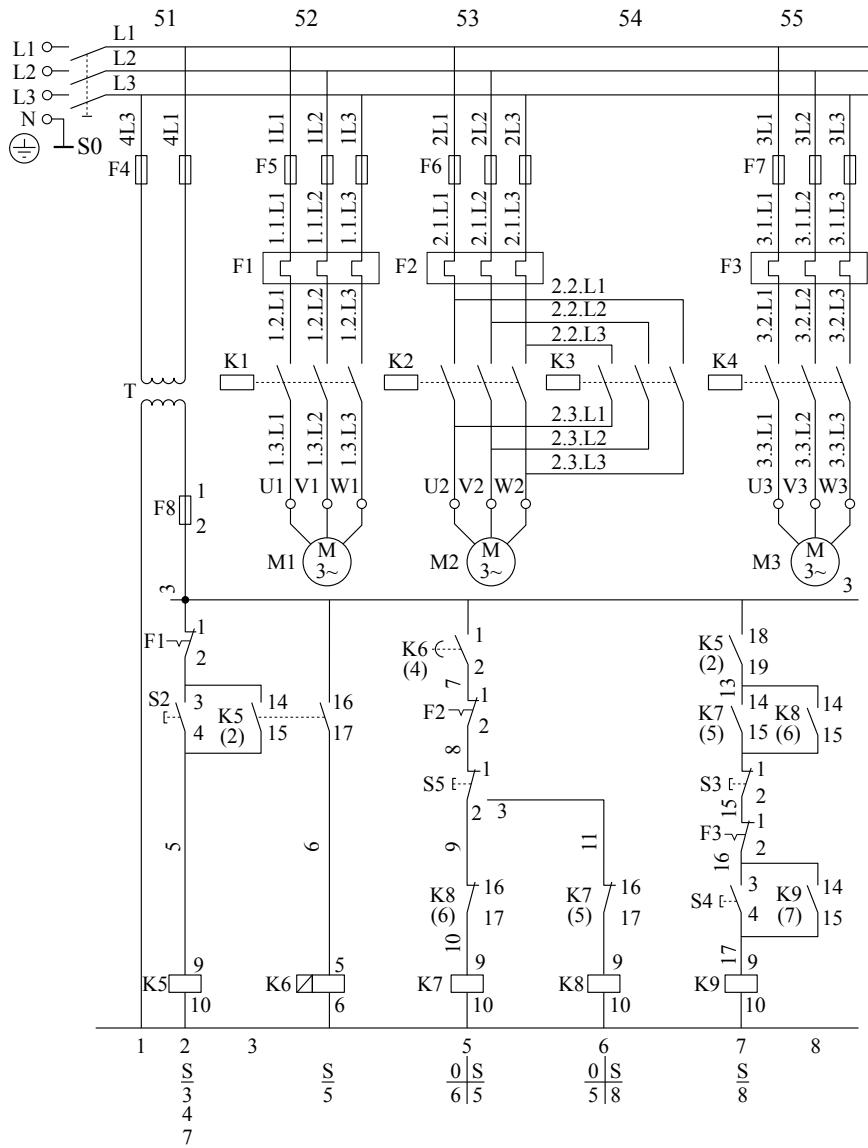
Der Ersatzschaltplan ist eine besondere Art des Funktionsplans, der speziell zur ausführlichen Beschreibung und Analyse des detaillierten physikalischen Verhaltens eines Systems dient.

Kopfteil	Stellenblatt				Erstellt am:		20.10.2017		
	Werk		PLT-Stelle		<i>F1.2</i>				
	Anlagenkomplex	<i>AB-Reak. Anlage</i>		Teilanlage		Art der Stelle	<i>FIC</i>		
	Gebäude	<i>A123</i>		vermascht mit		<i>T1.1</i>			
	Projektnummer	<i>1234567</i>		RI-Fließbild Nr.		<i>831227</i>			
	Stellenbezeichnung		<i>Dampfeintritt R01</i>						
	Stellenbeschreibung		<i>Dampf</i>						
	Schaltungstyp								
	Montagestandard								
	Messstoff			R	Stellstoff		R		
Stoffbeschreibung	Stoffbezeichnung	<i>Dampf 5 bar</i>		Stoffbezeichnung	<i>Dampf 5 bar</i>				
	Zusammensetzung			Zusammensetzung					
	Aggregatzustand	<i>Dampf</i>		Aggregatzustand	<i>Dampf</i>				
	korrosive Bestandteile	<i>keine</i>		korrosive Bestandteile	<i>keine</i>				
	Schwebstoffe			Schwebstoffe					
	Dichte im Betriebszustand	<i>kg/m³</i>		Dichte im Betriebszustand	<i>kg/m³</i>				
	Dichte im Normzustand	<i>kg/m³</i>		Dichte im Normzustand	<i>kg/m³</i>				
	dynamische Viskosität	<i>mPa s</i>		dynamische Viskosität	<i>mPa s</i>				
	elektrische Leitfähigkeit	<i>µs/cm</i>							
	min.	normal	max.	Einheit	min.	normal	max.	Einheit	
Einbauort	Druck	5	5,5	bar	Druck	5	5,5	bar	
	Temperatur	180	220	°C	Temperatur	180	220	°C	
	Durchfluss	<i>500</i>		Durchfluss					
	Grenzwerte								
	Messstoff/Minusseite								
	Dichte/Minusseite								
	Verhalten in Entnahmleitung								
	Messort			R	Stellort/-Gerät				
	Einbauort	<i>Dampf R01</i>		Einbauort	<i>Dampf R01</i>				
	Leitung/Apparat	DN 50	PN 16	Rohrleitung	DN 50	PN 16			
Liste der Stellenelemente	Werkstoff	<i>GS-C25</i>		Werkstoff	<i>GS-C25</i>				
	Heizung			Isolierstärke	<i>mm</i>				
	Isolierstärke	<i>mm</i>		Sicherheitsvorschrift					
	Messspanne	(M)	mm						
	Bodenfreiheit	(HO)	mm						
	Einbaulänge Behälter	(HE)	mm	Stellgerät	<i>Art. 241-1</i>				
	Flansch oben/unten	DN /DN		Stellgerät	DN 50	PN 16			
	Umgebungstemperatur von	bis	°C	Einbaulänge/Höhe	230 mm	305 mm			
	Einbaulänge (Rohrleitung)	mm		Arbeitsweise	<i>Feder schließt</i>				
	Druckabfall	bar		Sitz/KVS	31 mm	116			
	Sicherheitsvorschriften			Druckabfall	<i>bar</i>				
	lfd. Nr.	Code	Text	Eingang	Ausgang	Einbauort	Bemerkung	R	
	1	<i>Eigenbau</i>	<i>Normblende</i>			<i>Anlage, B1</i>			
	2	03.42.21	<i>Signumformer</i>		4 mA ... 20 mA	<i>Anlage, B1</i>			
	3	08.07.01	<i>Membranventil</i>	0 bar ... 6 bar		<i>Anlage V5</i>			
	4	08.02.01	<i>Magnetventil</i>	DC 24 V	0 bar ... 15 bar	<i>Anlage, Y1</i>			
	5	04.21.01	<i>Stellungsregler</i>	4 mA ... 20 mA	1,4 bar ... 6 bar	<i>Anlage, N1</i>			
	6	14.22.05	<i>Speisegerät</i>	4 mA ... 20 mA	4 mA ... 20 mA	<i>K1 E2 A2</i>			
	7	03.08.03	<i>Signalumformer</i>	4 mA ... 20 mA	4 mA ... 20 mA	<i>K1 E3 AJ</i>	<i>MUS/TVA</i>		
	8	3.8.1918	<i>Signalumformer</i>	2 x 0 mA ... 20 mA	8 x 0 mA ... 20 mA	<i>K1 E4 AJ</i>	<i>GUE</i>		
	9	<i>Eigenbau</i>	<i>Steuerung K1.J</i>			<i>K2 E3</i>	<i>IV 02</i>		
	10	45.45.45	<i>Spannungsverteiler</i>	DC 24 V	DC 24 V	<i>K2 E4</i>	<i>SiV 60, F2</i>		

**Bild 4.3** Beispiel eines Stellenblatts



**Bild 4.4** Beispiel eines Stellenplans für eine konventionelle prozessleittechnische Stelle



**Bild 4.5** Stromlaufplan mit allpoliger Darstellung des Leistungsteils, Stromweg- und Potentialnummerierung

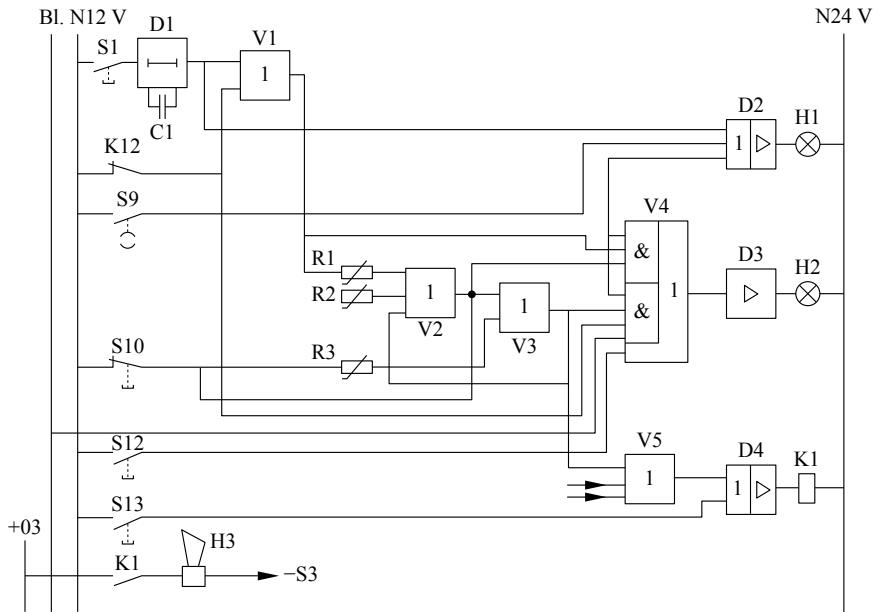
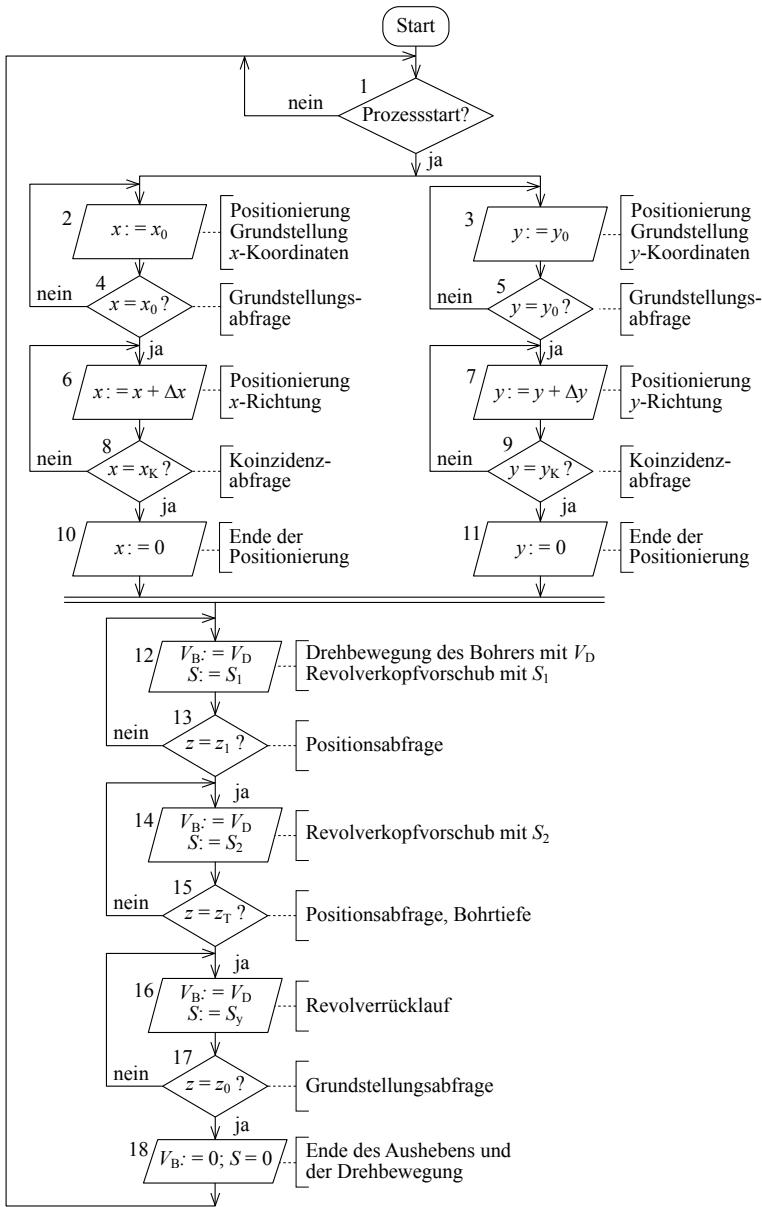
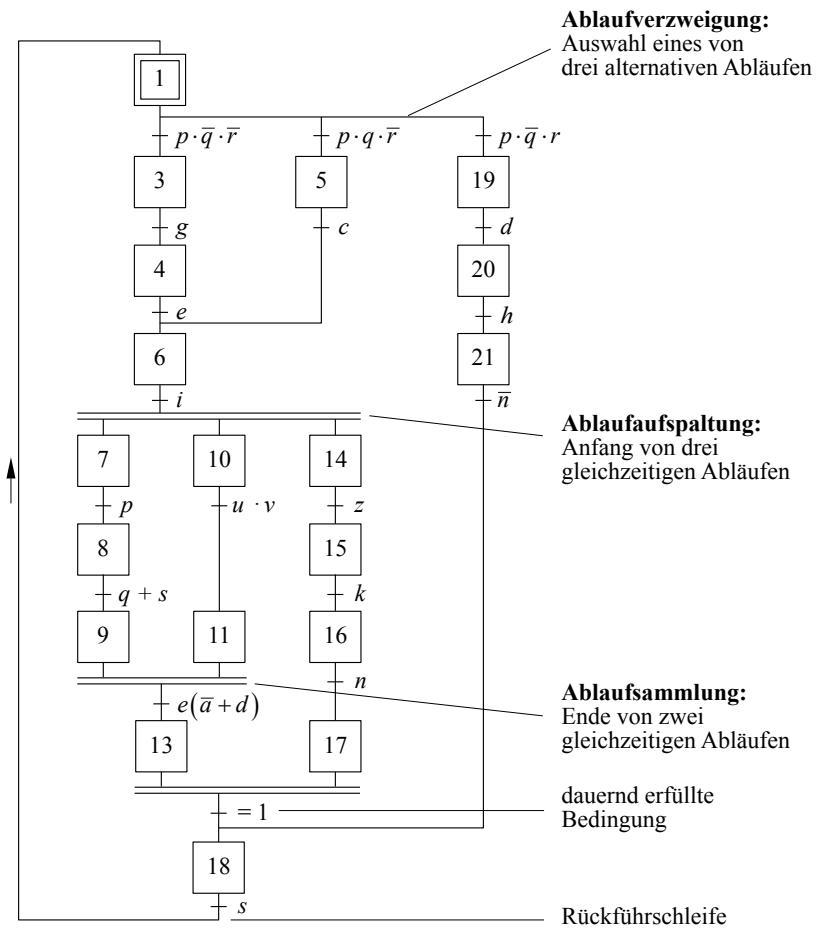


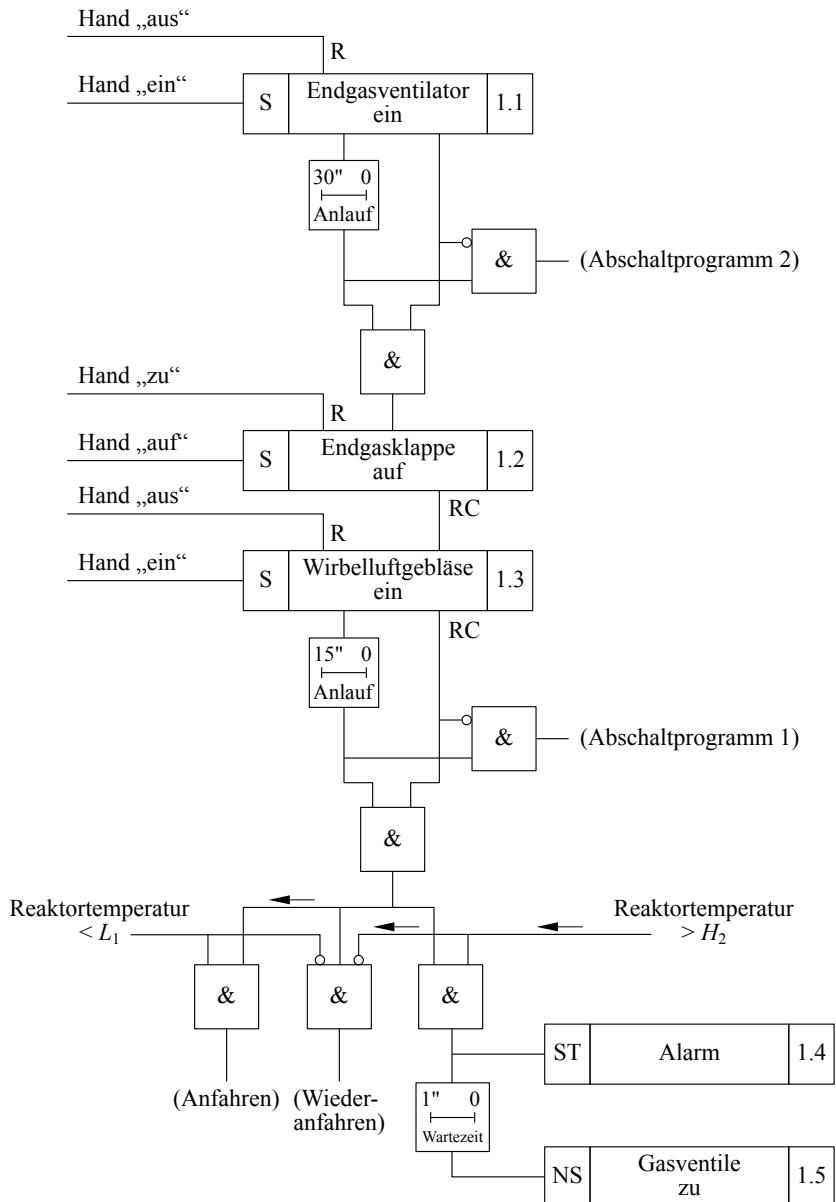
Bild 4.6 Auszug aus dem Logikplan einer Signalisierungseinrichtung eines Industriebetriebs



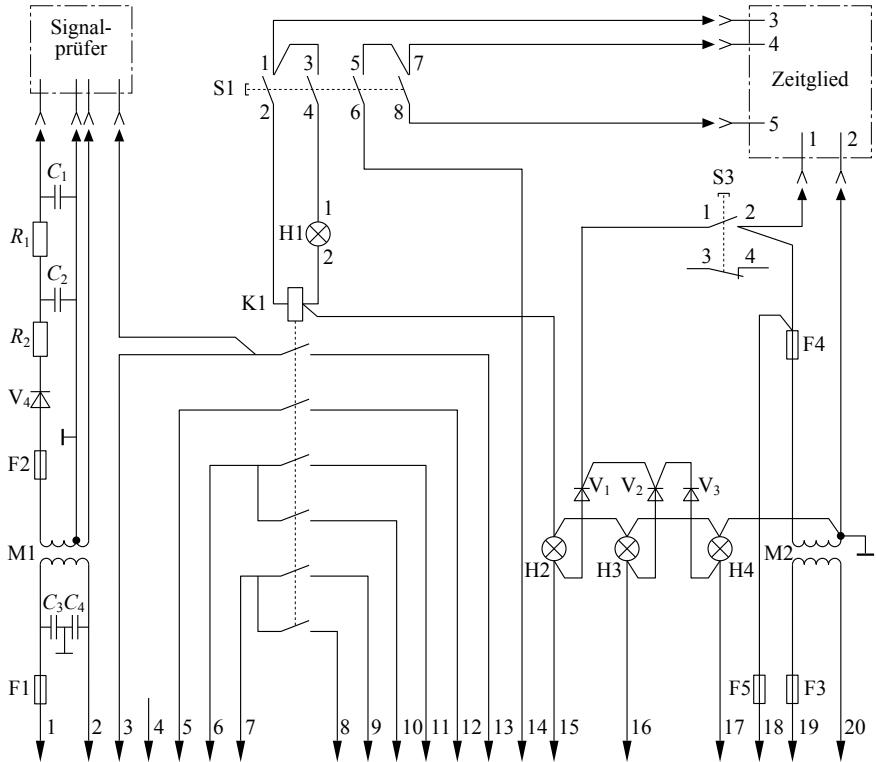
**Bild 4.7** Programmablaufplan für den prinzipiellen Ablauf der Bearbeitungsschritte einer Revolverkopfbohrmaschine



**Bild 4.8** Beispiel eines Arbeitszyklus, durch einen Funktionsplan dargestellt



**Bild 4.9** Beispiel eines Funktionsplans in der chemischen Industrie



**Bild 4.10** Geräteverdrahtungsplan eines Prüfgeräts mit zwei steckbaren Leiterplatten

### 4.3 Schaltungsunterlagen zur Fertigung und Anordnung

**Geräteverdrahtungsplan (Bild 4.10)**, stellt die Innenschaltung eines Geräts und lagerichtig deren äußere Anschlussstellen dar. Die zu verwendenden Schaltzeichen sind unter Berücksichtigung der räumlichen Anordnung der Bauelemente und ihres mechanischen Zusammenhangs darzustellen. Er dient vorzugsweise als Fertigungs- und Wartungsunterlage zur Beseitigung von Betriebsstörungen am Betriebsort.

**Anordnungsplan (Bild 4.11)**, legt die räumliche, jedoch nicht maßstäbliche Lage der elektrischen Baugruppen und Bauteile fest, z. B. Bedien-, Melde-, Anzeigegeräte, Stecker, Klemmen u. a. in einem Gehäuse von Baueinheiten (Schränke, Felder, Pulte). Die räumliche Anordnung wird durch Funktionsbeschriftungen und elektrische Betriebsmittelkennzeichnungen ergänzt.