

4 In der Automatisierungs- und Leittechnik angewendete Schaltpläne und Symbole

Die in der Automatisierungs- und Leittechnik eingesetzten Schaltpläne veranschaulichen die Wirkungsweise, die Funktion oder den Stromverlauf und bilden häufig die Grundlage für die Fertigung von Einrichtungen und Anlagen. Diese Schaltpläne sind weitgehend aus den genormten Schaltplänen der Elektrotechnik hervorgegangen und werden sinngemäß auch für andere Einsatzbereiche wie pneumatische oder hydraulische Automatisierungssysteme weiterentwickelt.

Schaltpläne sind ein wesentlicher Bestandteil der Planungs- und Fertigungsunterlagen bei der Umsetzung von Anlagen und lassen sich in folgende Kategorien einteilen:

Schaltungsunterlagen zur Übersicht

Diese Pläne bieten eine Übersicht über die strukturellen und schaltungstechnischen Zusammenhänge einer Anlage, eines Anlagenteils oder einzelner Komponenten ohne Detaildarstellungen. Beispiele für solche Pläne sind:

- elektrischer Übersichtsschaltplan,
- Blockschaltbild,
- Fließbild verfahrenstechnischer Anlagen,
- Wirkungsplan,
- PLT-(MSR-)Stellenplan oder Stellenliste.

Schaltungsunterlagen zur Funktionserkennung und Arbeitsweise

Diese Schaltungsunterlagen stellen die Funktion und die Arbeitsweise elektrischer, pneumatischer oder hydraulischer Schaltungen detailliert dar. Typische Beispiele sind:

- Programm- oder Datenflussplan,
- Ablaufdiagramm,
- Stromlauf- oder Logikplan,
- Funktionsplan.

Schaltungsunterlagen zur Fertigung und Anordnung

Diese Unterlagen dienen der Herstellung der Verbindungen zwischen den Anschlüssen der Bauelemente. Sie geben die räumliche Anordnung, Belegung oder Position von Bauelementen, Geräten oder Systemen an. Dazu gehören:

- Aufstellungs- und Anordnungsplan,
- Geräteverdrahtungsplan,
- Verbindungs- und Anschlussplan bzw. Anschlussliste.

Für die Umsetzung von Anlagen werden hauptsächlich die in Tabelle 4.1 aufgeführten, genormten Schaltpläne verwendet. Die wichtigsten Schaltplanarten sind im Folgenden beispielhaft beschrieben.

Normen und Symbole in der Schaltungsdokumentation

Tabelle 4.1 und **Tabelle 4.2** listen die aktuellen Normen für die Erstellung von Schaltplänen und Symbolen auf, insbesondere unter Verwendung rechnergestützter Systeme. In diesem Zusammenhang sind spezielle Programmiersprachen, wie sie für speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und automatisierte Produktionssysteme eingesetzt werden, von Bedeutung. Normen wie die **DIN EN 60617** für grafische Symbole und die **DIN EN 81346** für strukturierte Kennzeichnungen von Systemen stellen sicher, dass Schaltpläne konsistent und standardisiert erstellt werden.

Ergänzungen und Hinweise:

1. **Aktualisierung der Normen:** Die genannten Normen in Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2 sind auf Aktualität überprüft. Da es sich sehr oft um ältere Ausgaben handelt, wird empfohlen die Aktualität auch durch den Leser ab und zu zu überprüfen.
2. **Digitale Werkzeuge für die Schaltplanerstellung:** Die Verwendung moderner CAD-Software für die Schaltplanerstellung ist heute weit verbreitet und ermöglicht eine einfachere Verwaltung, Bearbeitung und Archivierung der Schaltpläne. Digitale Werkzeuge bieten zudem Funktionen für die Automatisierung und die Erstellung von Schaltplänen für komplexe Systeme.
3. **Integration von SPS und automatisierten Produktionssystemen:** Da speicherprogrammierbare Steuerungen und andere automatisierte Systeme zunehmend eingesetzt werden, sollten auch Programmiersprachen wie IEC 61131-3 für SPS berücksichtigt werden, um Steuerungsabläufe in den Schaltplänen zu dokumentieren und zu simulieren.

Falls eine detailliertere Beschreibung bestimmter Schaltplanarten oder eine Ergänzung zu spezifischen digitalen Tools für die Schaltungsdokumentation gewünscht ist, stehe ich zur Verfügung.

Anmerkung zur Tabelle 4.1: die DIN EN 60617-Reihe ist seit 1997 nicht aktualisiert wurde. Die Normen sind jedoch weiterhin gültig und werden in der Praxis verwendet.

Norm	Aktuelle Ausgabe	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 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	GRAF CET – Spezifikationssprache für Funktionspläne der Ablaufsteuerung
DIN EN 61082-1 (VDE 0040-1)	2015-10	Dokumente der Elektrotechnik – Teil 1: Regeln
DIN EN 62507-1 (VDE 0040-2-1)	2012-03	Anforderungen an Identifikationssysteme zur Unterstützung eines eindeutigen Informationsaustauschs – Teil 1: Grundsätze und Methodik
DIN EN 61355-1 (VDE 0040-3)	2009-03	Klassifikation und Kennzeichnung von Dokumenten für Anlagen, Systeme und Ausrüstungen – Teil 1: Regeln und Tabellen zur Klassifikation
DIN EN 62491 (VDE 0040-4)	2009-05	Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte – Beschriftung von Kabeln/Leitungen und Adern
DIN 66001	1983-12	Informationsverarbeitung – Sinnbilder und ihre Anwendung
DIN EN 61175-1	2016-05	Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte – Kennzeichnung von Signalen – Teil 1: Allgemeine Regeln

Tabelle 4.1 Normen zu Schaltungsunterlagen für die Automatisierungs- und Leittechnik

Norm	Aktuelle Ausgabe	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	GRAFSET – Spezifikationsprache 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 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 60617-7	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

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

Das **Technologische Schema** (auch als Grundfließbild oder Funktionsschema bezeichnet) stellt den Ablauf eines industriellen Prozesses mithilfe standardisierter

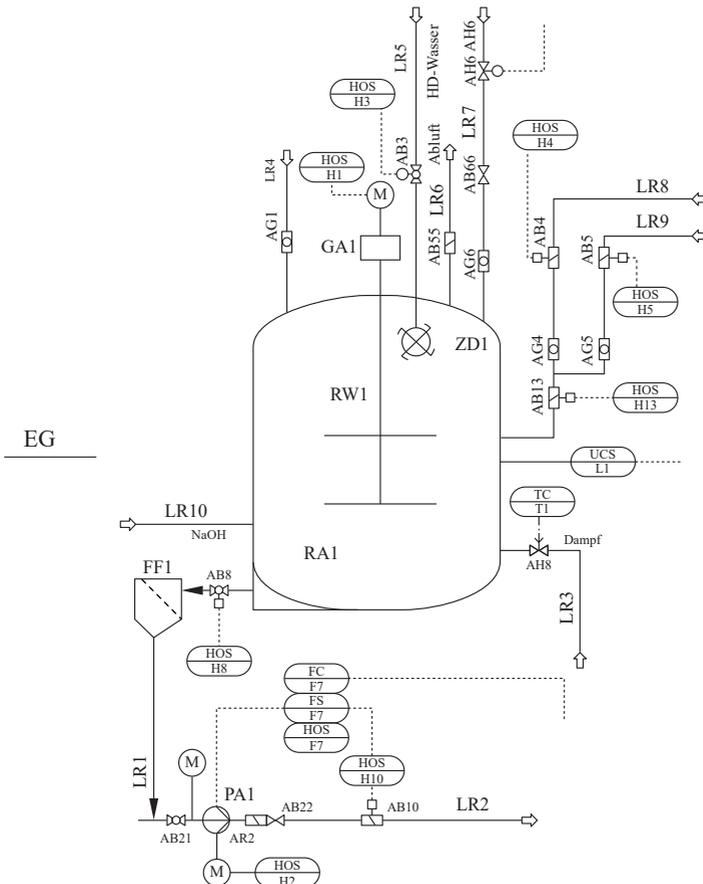


Bild 4.1 Technologisches Schema einer Syntheseanlage

Symbole dar und enthält Informationen zur Reihenfolge der Anlagenteile und Einrichtungen sowie deren funktionellen Verbindungen. Zusätzlich können Ausrüstungslisten, technische Daten und andere ergänzende Angaben integriert werden. Die verwendeten Symbole bestehen aus einem grafischen Sinnbild und den Buchstaben- und Zahlenkennzeichen in der Reihenfolge der Prozessgröße, der Funktion der PLT-(MSR-)Stelle, der Präzisierung der Signalisierung und der laufenden Nummer der PLT-(MSR-)Stelle. Ein technologisches Schema als Beispiel zeigt **Bild 4.1**.

Ein **Blockschaltbild** oder **Wirkungsplan** ist eine schematische Darstellung der Struktur eines Systems und zeigt das statische und dynamische Verhalten der Wirkungsglieder in offenen und geschlossenen Steuerkreisen. Es enthält Blöcke zur Kennzeichnung der Übertragungsglieder und Wirkungslinien zur Darstellung der Signalwege, ohne Bezug zur realen physikalischen Anordnung oder zum Leistungsbedarf. **Bild 4.2** zeigt ein Anwendungsbeispiel.

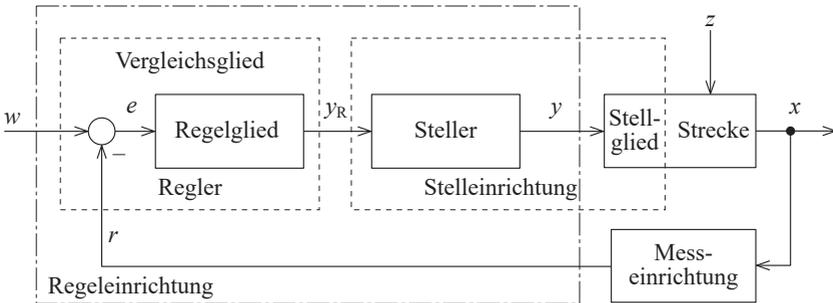


Bild 4.2 Typischer Wirkungsplan/Blockschaltbild einer Regelung

Größe	Erläuterungen
e	Regeldifferenz: Differenz von Führungsgröße und Rückführungsgröße: $e = w - r$
m	Reglerausgangsgröße, Eingangsgröße für die Stelleinrichtung
r	Rückführgröße: entspricht der Regelgröße x ; ist aus der Messung der Regelgröße hervorgegangen und wird dem Vergleichswert 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

Die **PLT-(MSR-)Stellenliste (Bild 4.3)** ist eine beschreibende Darstellung der PLT-(MSR-) Stellen einer Anlage und enthält die wichtigsten Parameter und Randbedingungen jeder Stelle sowie die Einbauorte der Sensoren und Aktoren.

		Stellenblatt				Erstellt am:		20.10.2017				
Kopfteil	Werk					PLT-Stelle	F1.2					
	Anlagenkomplex	AB-Reak. Anlage		Teilanlage		Art der Stelle	FIC					
	Gebäude	A123				vermascht mit	T1.1					
	Projektnummer	1234567				RI-Fließbild Nr.	831227					
	Stellenbezeichnung	Dampfeintritt R01										
Stellenbeschriftung	Dampf											
Schaltungstyp												
Stoffbeschreibung	Montagestandard											
	Messstoff					R	Stellstoff	R				
	Stoffbezeichnung	Dampf 5 bar					Stoffbezeichnung	Dampf 5 bar				
	Zusammensetzung						Zusammensetzung					
	Aggregatzustand	Dampf					Aggregatzustand	Dampf				
	korrosive Bestandteile	keine					korrosive Bestandteile	keine				
	Schwebstoffe						Schwebstoffe					
	Dichte im Betriebszustand		kg/m ³				Dichte im Betriebszustand		kg/m ³			
	Dichte im Normzustand		kg/m ³				Dichte im Normzustand		kg/m ³			
	dynamische Viskosität		mPa s				dynamische Viskosität		mPa s			
	elektrische Leitfähigkeit		µs/cm									
			min.	normal	max.	Einheit			min.	normal	max.	Einheit
	Druck		5	5,5		bar	Druck		5	5,5		bar
	Temperatur		180	220		°C	Temperatur		180	220		°C
	Durchfluss		500				Durchfluss					
Grenzwerte												
Messstoff/Minussseite												
Dichte/Minussseite												
Verhalten in Entnahmeleitung												
Einbauort	Messort					R	Stellort/-Gerät					
	Einbauort	Dampf R01					Einbauort	Dampf R01				
	Leitung/Apparat	DN 50	PN 16			Rohrleitung	DN 50	PN 16				
	Werkstoff	GS-C25					Werkstoff	GS-C25				
	Heizung						Isolierstärke	mm				
	Isolierstärke						Sicherheitsvorschrift					
	Messspanne (M)											
	Bodenfreiheit (HO)											
	Einbaulänge Behälter (HE)						Stellgerät	Art. 241-1				
	Flansch oben/unten	DN	/DN			Stellgerät	DN 50	PN 16				
	Umgebungstemperatur von bis					°C	Einbaulänge/Höhe	230 mm	305 mm			
	Einbaulänge (Rohrleitung)					mm	Arbeitsweise	Feder schließt				
Druckabfall					bar	Sitz/KVS	31 mm	116				
Sicherheitsvorschrift						Druckabfall	bar					
Liste der Stellenelemente	lfd. Nr.	Code	Text		Eingang	Ausgang	Einbauort	Bemerkung		R		
	1	Eigenbau	Normblende				Anlage, B1					
	2	03.42.21	Messumformer			4 mA ... 20 mA	Anlage, B1					
	3	08.07.01	Membranventil		0 bar ... 6 bar		Anlage V5					
	4	08.02.01	Magnetventil		DC 24 V	0 bar ... 15 bar	Anlage, Y1					
	5	04.21.01	Stellungsregler		4 mA ... 20 mA	1,4 bar ... 6 bar	Anlage, N1					
	6	14.22.05	Speisegerät		4 mA ... 20 mA	4 mA ... 20 mA	K1 E2 A2					
	7	03.08.03	Signalumformer		4 mA ... 20 mA	4 mA ... 20 mA	K1 E3 A1	MUS/TV4				
	8	3.8.1918	Signalumformer		2 × 0 mA ... 20 mA	8 × 0 mA ... 20 mA	K1 E4 A1	GUE				
	9	Eigenbau	Steuerung K1.1				K2 E3	IV 02				
	10	45.45.45	Spannungsverteiler		DC 24 V	DC 24 V	K2 E4	SIV 60, F2				

Bild 4.3 Beispiel eines Stellenblatts

Der **PLT-(MSR-)Stellenplan (Bild 4.4)** dokumentiert die Verschaltung der Baugruppen, Funktionseinheiten und Geräte untereinander und gibt eine übersichtliche Darstellung der Verbindungen innerhalb der Anlage.

Ergänzungen und Anmerkungen zu den Schaltungsunterlagen:

Ergänzende Normen: Die Erstellung von technologischen Schemata und Blockschaltbildern folgt häufig Normen wie der DIN EN 62424, die die Darstellung von Funktionsplänen für die Prozessindustrie behandelt.

Symbolstandards: Die Symbole und Darstellungen in Blockschaltbildern und technologischen Schemata sollten den Standards gemäß DIN EN 60617 (grafische Symbole) entsprechen, um eine einheitliche Darstellung zu gewährleisten.

Digitalisierung von Schaltplänen: Moderne Softwaretools für CAD und Prozessdokumentation ermöglichen die einfache Anpassung und Verwaltung der Schaltungsunterlagen in digitaler Form. Dies erleichtert die Aktualisierung und gemeinsame Nutzung der Unterlagen.

Als Tipp für die Praxis kurze Erläuterungen zu Funktionen der wichtigsten Schaltplan-Softwareprogramme

Für Handwerksbetriebe in der Automatisierungs- und Elektrotechnik bieten die folgenden Softwaretools praktische Funktionen, die eine effiziente Erstellung und Verwaltung von Schaltplänen ermöglichen:

EPLAN Electric P8:

- **Automatisierte Fehlerprüfung:** Prüft automatisch auf mögliche Fehler in den Schaltplänen, wie z. B. fehlende oder doppelte Verbindungen, und hilft so, eine hohe Planungsqualität sicherzustellen.
- **Symbol- und Normenbibliotheken:** Bietet umfassende Symbolbibliotheken, die auf gängigen Normen basieren und die Arbeit mit standardisierten Symbolen für verschiedene Anwendungen wie elektrische, pneumatische und hydraulische Schaltungen erleichtern.

AutoCAD Electrical:

- **Verbindungskontrolle:** Verhindert Fehler, indem es die Verbindungen zwischen Komponenten prüft und fehlerhafte Verkabelungen identifiziert.
- **Automatische Erstellung von Berichten:** Generiert automatisch Berichte wie Stücklisten und Kabelpläne, was den Aufwand bei der Materialbeschaffung und der Installation reduziert.

SEE Electrical:

- **Einfache Bedienung und intuitive Benutzeroberfläche:** Besonders geeignet für kleine bis mittelgroße Projekte, da es eine leicht verständliche Benutzeroberfläche bietet und wenig Einarbeitung erfordert.
- **Automatisierte Nummerierung:** Nummeriert Bauteile und Leitungen automatisch und hilft so, die Übersicht zu bewahren, was vor allem bei der Dokumentation kleinerer Anlagen praktisch ist.

SolidWorks Electrical:

- **3D-Integration:** Erlaubt eine Visualisierung elektrischer und mechanischer Komponenten in 3D, was für Projekte nützlich ist, bei denen der Einbau von elektrischen Systemen in Maschinen oder Anlagen erforderlich ist.
- **Synchronisation in Echtzeit:** Änderungen an einem Schaltplan werden sofort aktualisiert, was die Arbeit vereinfacht, falls der Plan während der Installation oder Wartung geändert werden muss.

Anschließend noch ein fiktives Beispiel für einen Handwerksbetrieb: „Elektro Müller GmbH“. Dieses Beispiel soll eine klare, praxisnahe Vorstellung davon bieten, wie sich digitale Schaltplan-Tools für kleine Automatisierungsprojekte sinnvoll einsetzen lassen.

Die „Elektro Müller GmbH“ ist ein kleiner Elektroinstallationsbetrieb, der sich auf die Planung und Umsetzung von Anlagen für lokale Industriekunden spezialisiert hat. Ein Kunde beauftragt das Unternehmen, eine kleine Fertigungsanlage zu automatisieren, die Maschinensteuerungen sowie pneumatische und hydraulische Komponenten integriert.

Projektszenario

Für das Projekt muss ein einfacher Schaltplan erstellt werden, der die Steuerung der Maschinen, den Einsatz von Sensoren und die Sicherheitsabschaltung umfasst. Außerdem soll der Plan die Verbindungen zu den pneumatischen und hydraulischen Steuerungen enthalten, um alle Komponenten der Anlage zu steuern und zu überwachen.

Lösung mit SEE Electrical

Die „Elektro Müller GmbH“ entscheidet sich für SEE Electrical, da das Tool besonders für kleine und mittlere Projekte geeignet ist und eine intuitive Bedienung bietet. Die Funktionen, die im Projekt besonders nützlich sind:

- **Einfache Symbolbibliothek:** SEE Electrical stellt Symbole für elektrische und pneumatische Bauteile zur Verfügung, die einfach in den Schaltplan integriert werden können.
- **Automatisierte Bauteilnummerierung:** Die automatische Nummerierung hilft dem Team von Elektro Müller, alle Komponenten schnell und übersichtlich zu kennzeichnen, was die Dokumentation für die Endabnahme und spätere Wartung vereinfacht.
- **Erstellung von Kabel- und Anschlusslisten:** SEE Electrical generiert eine Kabel- und Anschlussliste, sodass die Techniker vor Ort sofort wissen, welche Verbindungen benötigt werden.

Durch die Nutzung von SEE Electrical spart das Team Zeit und kann dem Kunden eine professionelle Dokumentation zur Verfügung stellen, ohne dass komplexe Softwarekenntnisse erforderlich sind.

4.2 Schaltungsunterlagen zum Erkennen der Funktion und Arbeitsweise

Stromlaufplan: Der Stromlaufplan zeigt die Zusammenhänge und das Zusammenspiel der einzelnen Bauelemente und Baugruppen einer Steuerung, aufgeschlüsselt nach Stromwegen. Er ist so zu gestalten, dass der funktionale Ablauf der Schaltung in allen Stromwegen und Leistungsabschnitten klar ersichtlich ist. Die Schaltzeichen sind entsprechend dem Stromverlauf darzustellen, ohne Rücksicht auf die räumliche Lage der Bauelemente. Die Anschlüsse der Bauelemente sind allpolig zu kennzeichnen. Baugruppen und Geräte mit sich wiederholenden Schaltungen müssen nur einmal mit der Innenschaltung dargestellt werden. Die Kennzeichnung der Bauelemente erfolgt über die Stromweg-, Potential- oder Einzelbauelementen-nummerierung. Anwendungsbeispiele für Stromlaufpläne finden sich in Starkstromanlagen, Eisenbahnsicherungstechnik, der NF- und HF-Technik sowie beim Einsatz von logischen Verknüpfungselementen (Logikplan). Ein Beispiel eines Stromlaufplans ist in **Bild 4.5** dargestellt.

Logikplan: Ein spezieller Stromlaufplan mit symbolischer Darstellung der Zusammenschaltung logischer, elektrischer oder pneumatischer Verknüpfungselemente. Hierbei werden die Eingangs- und Ausgangsbedingungen der einzelnen Glieder (Lastfaktoren) sowie das zur Verfügung stehende Bauelemente-Sortiment berücksichtigt. Logikpläne können durch eine **Funktionsmatrix** ergänzt werden, die zusätzliche Informationen zur logischen Struktur liefert. Ein Beispiel eines Logikplans ist in **Bild 4.6** abgebildet.

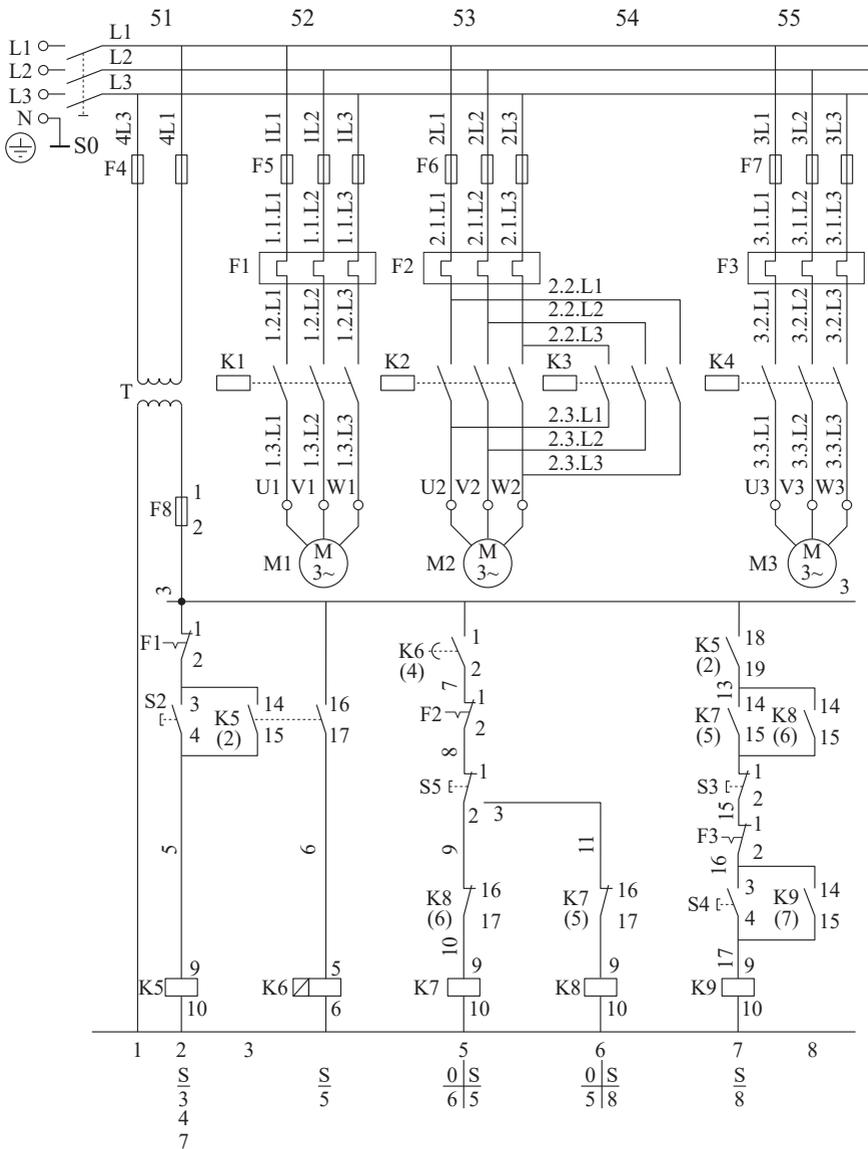


Bild 4.5 Stromlaufplan mit allpoliger Darstellung des Leistungsteils, Stromweg- und Potentialnummerierung

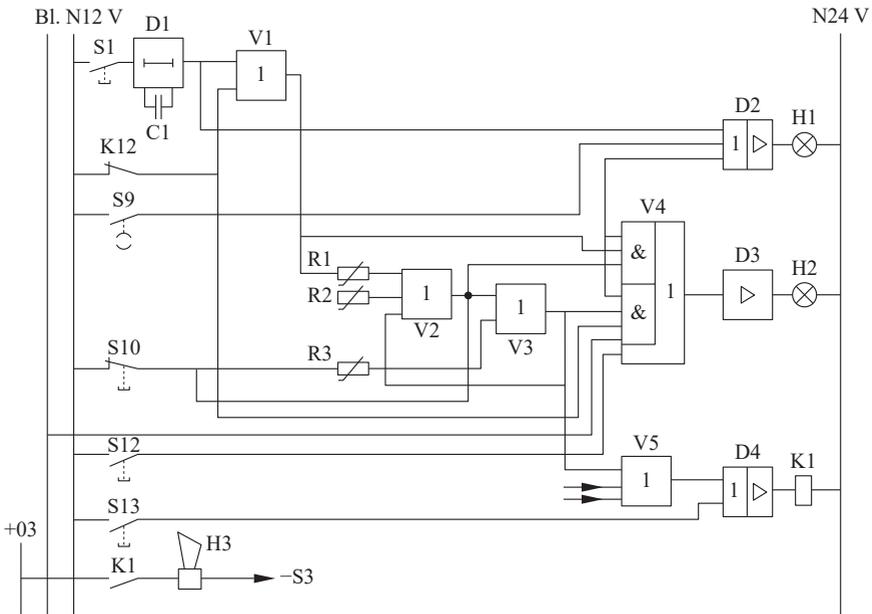


Bild 4.6 Auszug aus dem Logikplan einer Signalisierungseinrichtung eines Industriebetriebs

Datenfluss- oder Programmablaufplan: Diese schematische Darstellung zeigt den Programmablauf oder Datenfluss in einem informationsverarbeitenden System. Er veranschaulicht den Ablauf, der durch Funktionen oder Tätigkeiten beschrieben wird, und stellt die Organisation oder Schaltfolge im System dar. Diese Diagramme bestehen hauptsächlich aus Schaltzeichen, beschreibenden Texten und Flusslinien (siehe **Bild 4.7**).

Funktionsplan (Ersatzschaltplan): Der Funktionsplan stellt PLT- (MSR-)Funktionen in Form einer **Grob- oder Feinstruktur** dar, je nach Anwendungszweck. Er verwendet grafische Symbole der digitalen Informationsverarbeitungstechnik und stellt dabei wesentliche oder alle erforderlichen Eigenschaften dar (siehe **Bild 4.8**). Die Funktionen werden unabhängig von den spezifischen Betriebsmitteln oder Technologien dargestellt, um eine allgemeine Gültigkeit sicherzustellen.

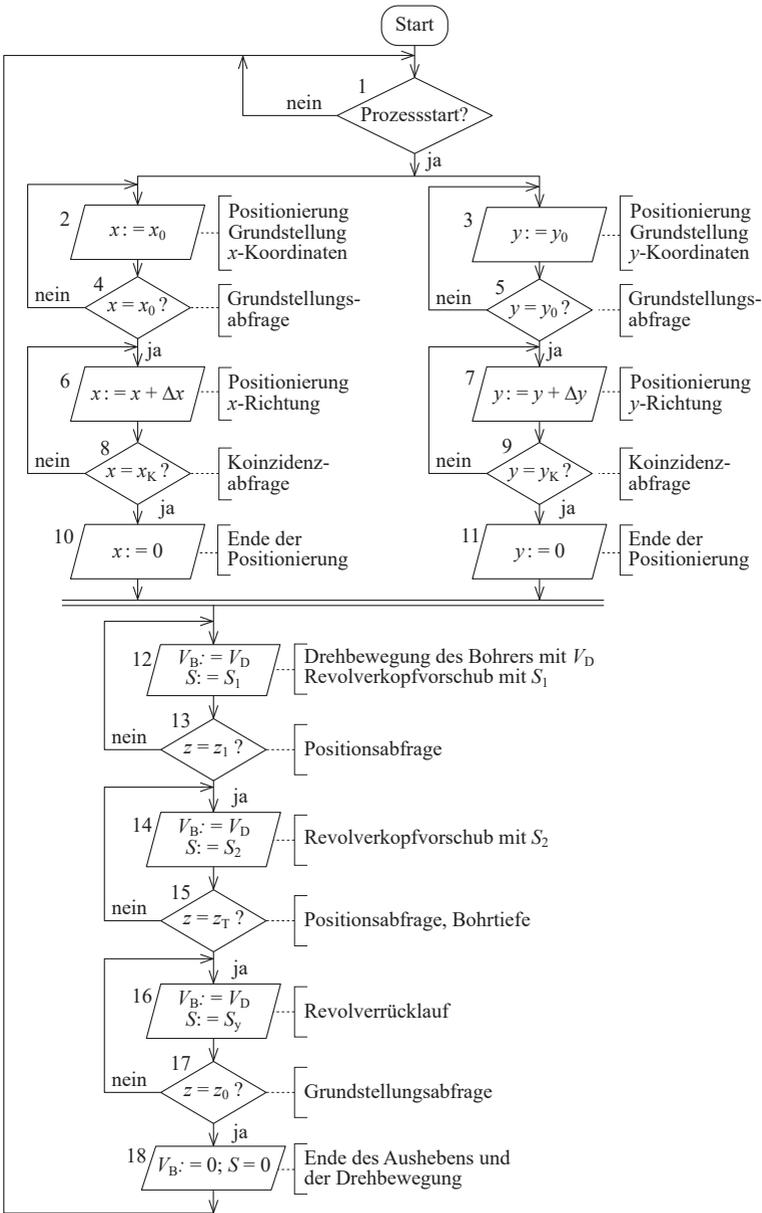


Bild 4.7 Programmablaufplan für den prinzipiellen Ablauf der Bearbeitungsschritte einer Revolverkopfb Bohrmaschine

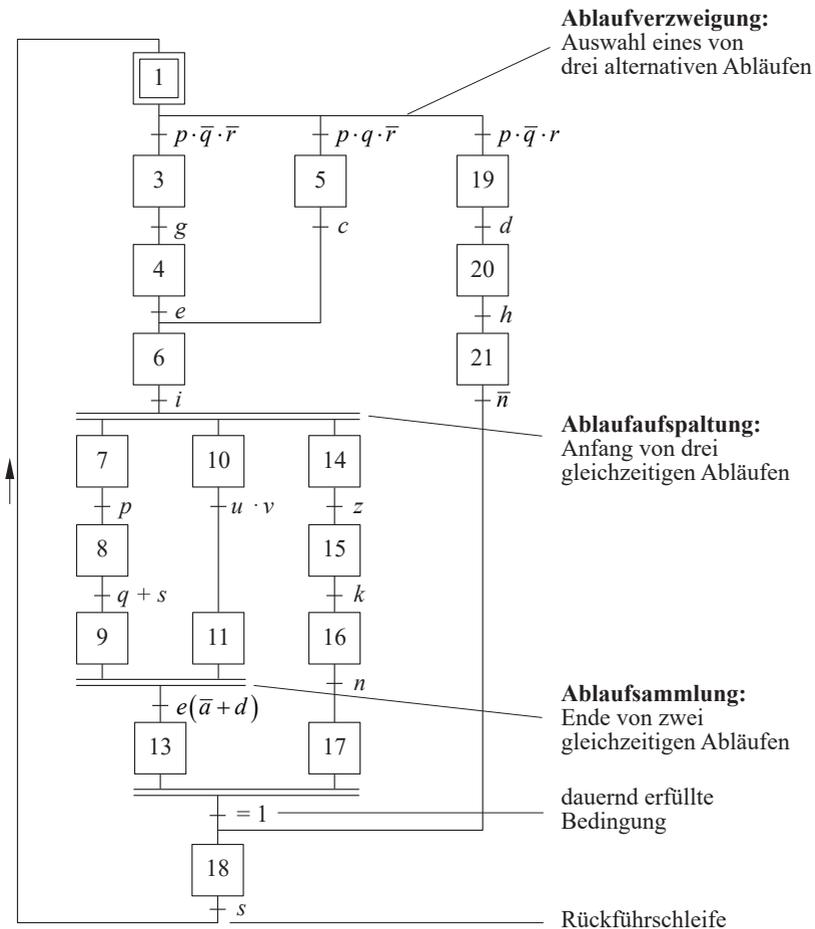


Bild 4.8 Beispiel eines Arbeitszyklus, durch einen Funktionsplan dargestellt

Der **Ersatzschaltplan** ist eine spezielle Art des Funktionsplans. Er dient der detaillierten Beschreibung und Analyse des physikalischen Verhaltens eines Systems, indem er spezifische Aspekte und Zusammenhänge innerhalb des Systems herausarbeitet (siehe **Bild 4.9**).

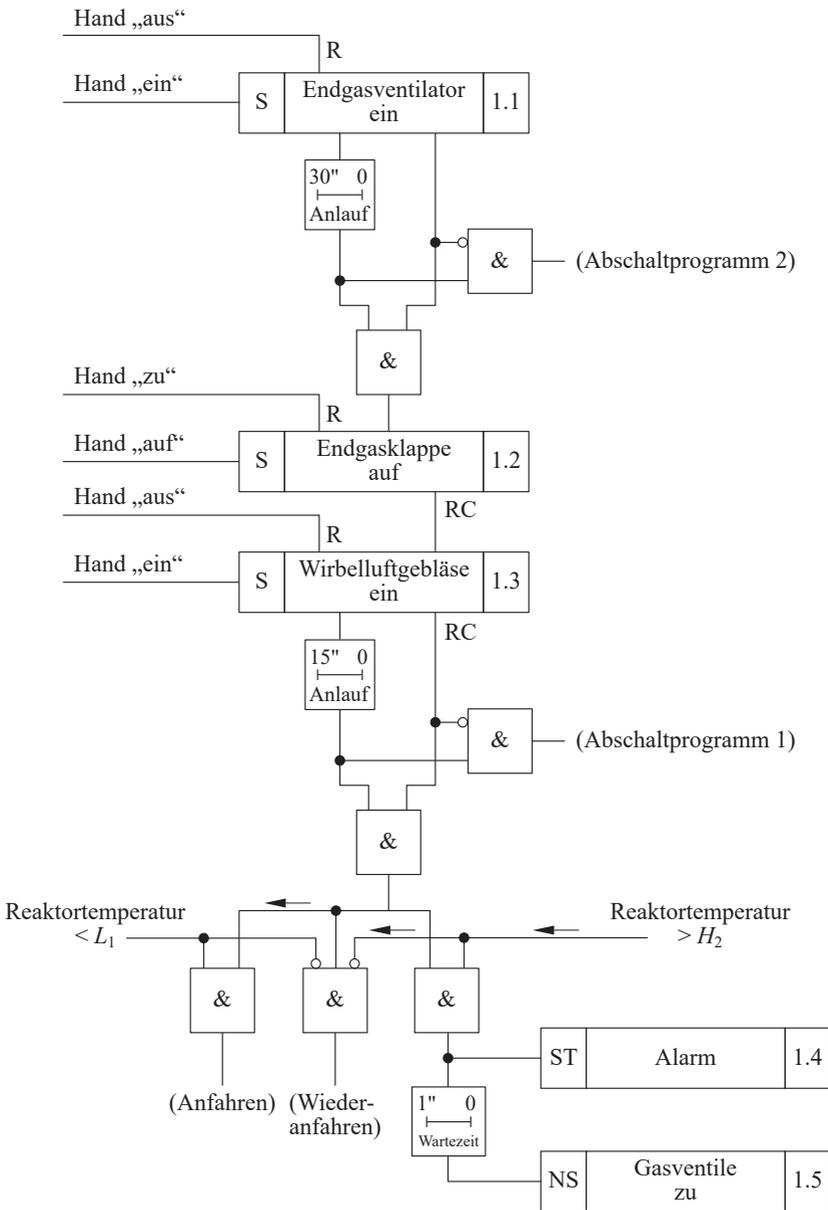


Bild 4.9 Beispiel eines Funktionsplans in der chemischen Industrie

4.2.1 Moderne Symbolsets und Visualisierungsstandards in der Automatisierungstechnik

Mit der zunehmenden Digitalisierung und Automatisierung industrieller Prozesse gewinnt die einheitliche und präzise Darstellung von Schaltungsunterlagen zunehmend an Bedeutung. Neben klassischen Symbolen sind in den letzten Jahren moderne Symbolsets und Visualisierungsstandards entwickelt worden, die eine effizientere Planung, Dokumentation und Wartung ermöglichen.

Moderne Symbolsets für die Automatisierungstechnik

Die Verwendung standardisierter Symbolsets ist essenziell, um eine einheitliche Darstellung sicherzustellen und Missverständnisse zu vermeiden. Zu den relevanten Symbolsets gehören:

- IEC 60617 (Graphische Symbole für Schaltpläne): Dieser internationale Standard definiert Symbole für elektrische und elektronische Diagramme und wird weltweit eingesetzt.
- DIN ISO 1219 (Fluidtechnische Symbole): Für die Darstellung von pneumatischen und hydraulischen Schaltungen in Verbindung mit elektrotechnischen Steuerungen.
- NFPA 79 (Industrielle Maschinensteuerung): Häufig in nordamerikanischen Märkten eingesetzt, bietet eine alternative Darstellungsweise für Steuerungsschaltungen.
- DIN EN 81346 (Referenzkennzeichnungssysteme): Dieses Symbolset strukturiert die Darstellung anhand funktionaler Zusammenhänge und erleichtert so das Verständnis komplexer Systeme.

Die Integration dieser Symbolsets in moderne CAD- und CAE-Software (z. B. EPLAN, AutoCAD Electrical, WSCAD) ermöglicht eine schnelle Erstellung und Bearbeitung von Schaltplänen. Automatisierte Prüf- und Fehleranalysefunktionen unterstützen dabei die Qualitätssicherung.

Standards für die digitale Visualisierung

Die digitale Visualisierung von Schaltungsunterlagen erfolgt heute unter Berücksichtigung folgender Standards und Technologien:

- BIM (Building Information Modeling): Ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung von Automatisierungssystemen im Kontext der gesamten Gebäudetechnik.

- Digital Twin-Technologie: Die visuelle Abbildung eines realen Systems in einer virtuellen Umgebung erleichtert die Inbetriebnahme und Wartung.
- VDI 3814 (Gebäudeautomation): Standardisierte Vorgehensweise zur Darstellung von Automatisierungslösungen in der Gebäudeleittechnik.
- OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture): Bietet standardisierte Schnittstellen für die Echtzeitvisualisierung und Kommunikation zwischen verschiedenen Steuerungselementen.

Beispiele zur Steuerungstechnologie

Die Praxis zeigt, dass moderne Steuerungstechnologien eine durchgängige Visualisierung erfordern. Folgende Beispiele verdeutlichen den Einsatz moderner Symbolsets und Visualisierungsstandards:

- SPS-Programme mit visualisierten Steuerdiagrammen: Eine grafische Darstellung erleichtert die Fehleranalyse und Modifikation.
- HMI/SCADA-Systeme: Visualisierung der Prozessdaten durch intuitive grafische Oberflächen mit genormten Symbolen.
- Modellbasierte Steuerung: Integration von digitalen Modellen in die Steuerungslogik zur Optimierung von Prozessen.

Fazit

Die Einführung moderner Symbolsets und Visualisierungsstandards trägt erheblich zur besseren Verständlichkeit und effizienten Wartung von Automatisierungssystemen bei. Die konsequente Anwendung dieser Technologien in Schaltungsunterlagen sichert eine zukunftsorientierte und nachhaltige Dokumentation. Unternehmen sollten daher gezielt in die Implementierung neuer Standards investieren, um langfristig von effizienteren Prozessen und einer höheren Qualitätssicherung zu profitieren.

4.3 Schaltungsunterlagen zur Fertigung und Anordnung

Geräteverdrahtungsplan (siehe **Bild 4.10**): Dieser Plan zeigt die Innenschaltung eines Geräts sowie die exakten Positionen der äußeren Anschlussstellen in ihrer tatsächlichen räumlichen Anordnung. Die Schaltzeichen sind unter Berücksichtigung der räumlichen Lage der Bauelemente und deren mechanischen Zusammenhänge darzustellen. Der Geräteverdrahtungsplan dient hauptsächlich als Fertigungs- und Wartungsunterlage und hilft bei der schnellen Fehlerdiagnose und -beseitigung am Einsatzort.

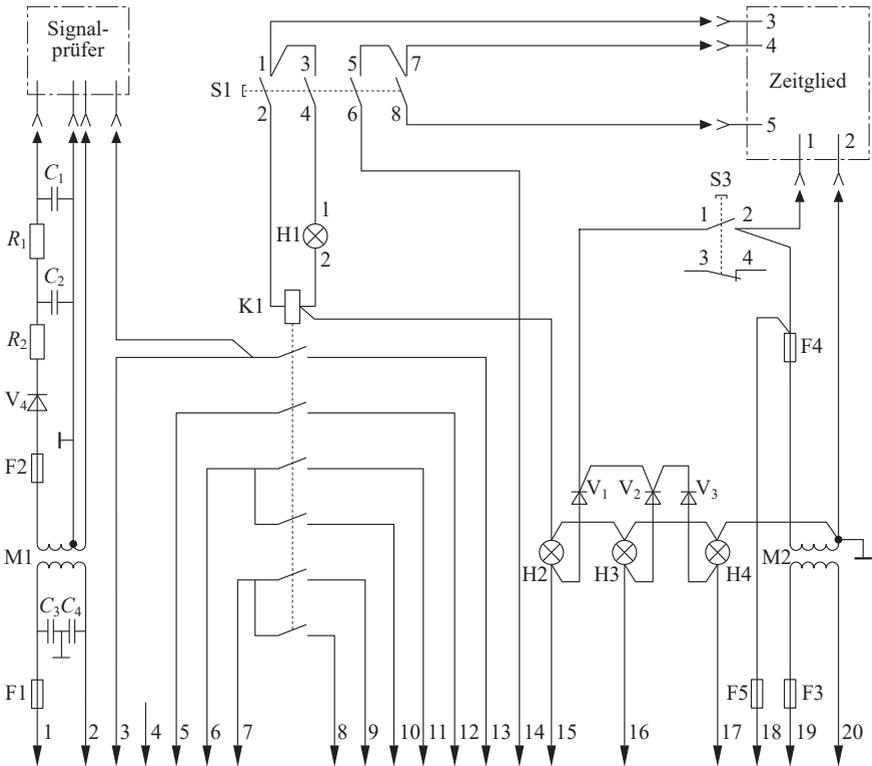


Bild 4.10 Geräteverdrahtungsplan eines Prüfgeräts mit zwei steckbaren Leiterplatten

Anordnungsplan (siehe **Bild 4.11**): Dieser Plan legt die räumliche, jedoch nicht maßstäbliche, Position elektrischer Baugruppen und Bauteile fest, z. B. Bedien-, Melde-, Anzeigergeräte, Stecker und Klemmen in Gehäusen, wie Schränken, Feldern oder Pulten. Die räumliche Anordnung wird durch Funktionsbeschriftungen und Kennzeichnungen der elektrischen Betriebsmittel ergänzt, um eine einfache Identifikation und einen schnellen Zugriff auf die einzelnen Komponenten zu ermöglichen.

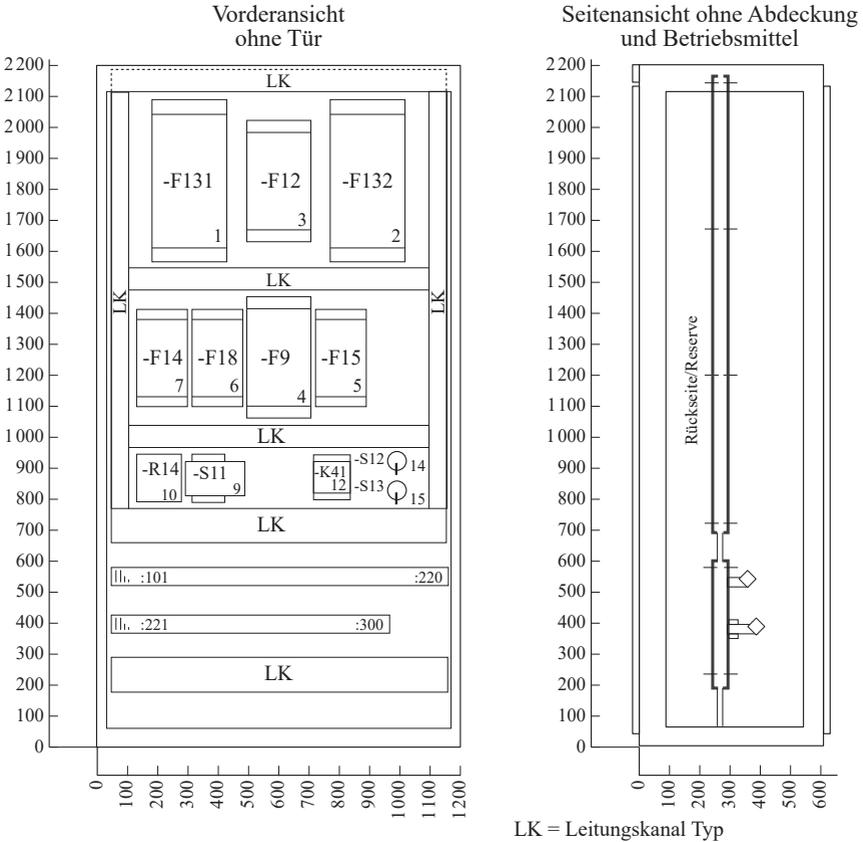


Bild 4.11 Anordnungsplan der Geräte eines Schaltschranks