

Methoden zur Beschreibung von Steuerungsaufgaben

Programme für umfangreiche Aufgaben kann man nicht mehr einfach „aus der Hand“ entwickeln und aufstellen. Sie erfordern eine gründliche Analyse und Vorbereitung.

Für das Entwerfen von Steuerungen und Schaltungen gibt es noch keine allgemeingültige Norm.

In der Praxis hat sich jedoch folgende Vorgehensweise bewährt:

1. Beschreibung der Steuerungsaufgabe und Auflistung aller Eingaben und Ausgaben (Stellglieder),
2. Festlegung des Steuerungssystems (verbindungs- oder speicherprogrammierte Steuerung),
3. Analyse des Steuerungsproblems und
4. Entwicklung der Schaltung bzw. des Programms.

Wir wollen uns nun mit dem ersten Entwurfsschritt, der **Beschreibung der Steuerungsaufgabe** ausführlich beschäftigen. Steuerungsaufgaben können durch folgende Methoden definiert (dargestellt, beschrieben) werden:

Verbale Beschreibung, Technologieschema, Stromlaufplan, Kontaktplan, Schaltfunktion, Programmablaufplan und Funktionsplan.

Nicht jede dieser Darstellungsarten beschreibt eine Aufgabe vollständig und ausführlich. An einem einfachen Beispiel werden wir Ihnen die **verschiedenen Beschreibungsmethoden** erläutern. Sie können daraus am besten die Vorteile und Nachteile erkennen.

Verbale Beschreibung

Wir haben bisher Steuerungsaufgaben vielfach verbal, also mit Worten beschrieben. Für einfache Steuerungen mit wenigen Funktionen ist die Beschreibung der Aufgabe mit Worten noch brauchbar, bei einer komplexen Steuerung ist aber eine verbale Beschreibung nicht immer eindeutig und kaum noch übersichtlich. Sie wird deshalb nur noch als Ergänzung in Verbindung mit einem anderen Beschreibungsverfahren verwendet.

Beispiel C1.1

Steuerung einer Bunkertür

Betrachten Sie bitte das Bild C 2.1. Es zeigt den gerätetechnischen Aufbau einer Türsteuerung; wir nennen diese Darstellungsart **Technologieschema**. Eine Bunkertür wird mit einem elektrisch gesteuerten

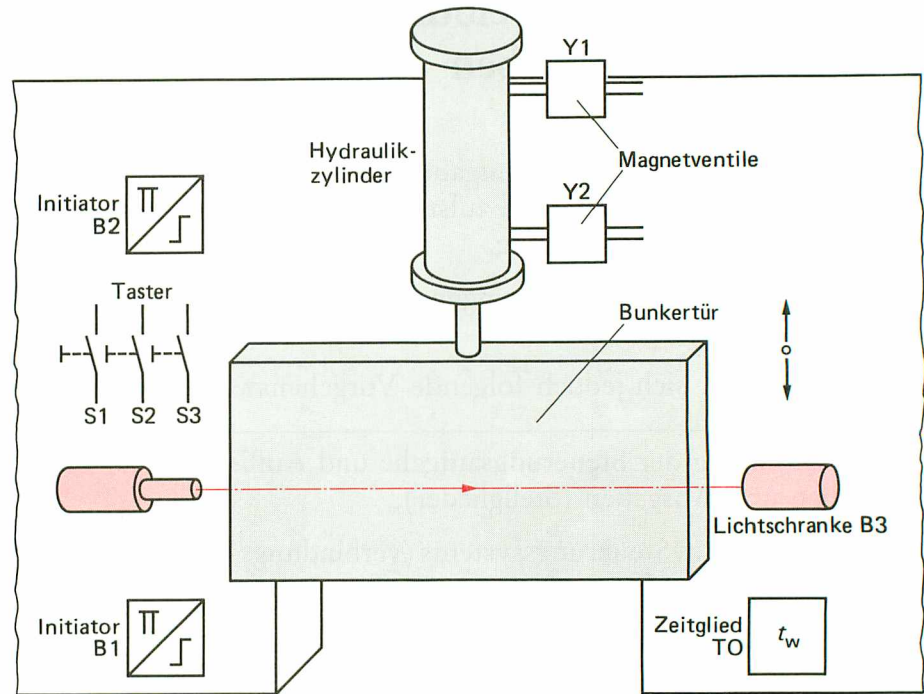
C

2

Bild C2.1

Technologieschema einer Türsteuerung.

S1 Taster „Abwärts“,
 S2 Taster „Stillstand“,
 S3 Taster „Aufwärts“,
 B1 Initiator „Abwärts“ Halt,
 B2 Initiator „Aufwärts“ Halt,
 B3 Lichtschranke,
 Y1 Magnetventil „Aufwärts“,
 Y2 Magnetventil „Abwärts“.



Hydraulikzylinder auf- und zugefahren. Der Zylinder läßt sich in „Aufwärts“-„Stillstand“-„Abwärts“ steuern. Der Steuerungsablauf ist mit allen Zusatzbedingungen verbal zu beschreiben.

Lösung:

Wir nehmen an, daß sich die Tür in der oberen Endlage befindet.

- Mit Taster S1 wird die Bewegung „Abwärts“ ausgelöst.
- Die Umschaltung „Abwärts“ in „Stillstand“ erfolgt automatisch mit Initiator B1 oder von Hand mit Taster S2.
- Nach Erreichen der unteren Endlage wird die Bewegung „Aufwärts“ automatisch nach der Wartezeit „ t_w “ oder von Hand mit Taster S3 gestartet.
- Bei Erreichen der oberen Endlage wird die Bewegung „Aufwärts“ automatisch mit Initiator B2 oder von Hand mit Taster S2 gestoppt.
- Die Bewegung „Abwärts“ muß sofort unterbrochen werden, wenn die Lichtschranke B3 anspricht. Sobald sie nicht mehr anspricht, soll die Abwärtsbewegung selbsttätig fortgesetzt werden.
- Die Bewegungen „Aufwärts“ und „Abwärts“ sind gegeneinander zu verriegeln.

In der Beschreibung kam mehrfach der Begriff „**Initiator**“ vor. Damit wird ein elektronisch arbeitender Endschalter bezeichnet. Im Gegensatz zum mechanischen Schalter erzeugt der elektronische Schalter bei Betätigung kein Kontaktprellen. Dieses Prellen würde von der Elektronik als Signalfolge 0-1-0-.... erkannt und zu Fehlschaltungen führen.

Technologieschema

Das Technologieschema, auch als **technologische Skizze** bezeichnet, zeigt den prinzipiellen gerätetechnischen Aufbau der zu steuernden Anlage. In das Schema sind unbedingt einzutragen:

- Stellgeräte (Motor, Ventil, Kupplung usw.)
- Meßstellen und Meldeeinrichtungen
- Signalgeber (Lichtschranke, Taster, Endschalter usw.)

Für die im Technologieschema verwendeten Symbole gibt es keine Norm. Das Schema wird durch eine Liste mit den technischen Daten der verwendeten Geräte (Geräteliste) ergänzt.

Das Technologieschema erläutert nur den technologischen Aufbau der Steuerung, über die Funktion der Steuerung sagt das Schema nichts aus.

Diese Beschreibungsmethode ist deshalb nur im Zusammenhang mit einer anderen Problembeschreibung verwendbar. Das Bild C 2.1 zeigt das Technologieschema der verbal beschriebenen Türsteuerung.

Für speicherprogrammierbare Steuerungen wird statt der Geräteliste meistens eine **Zuordnungsliste** angegeben. Sie läßt sich aus der verbalen Beschreibung und dem Technologieschema aufstellen.

Tabelle C 3.1: Zuordnungsliste für die Türsteuerung, Beispiel C 1.1

Betriebsmittel-Kennzeichen	Betriebsmittel-Funktion	Operand
Eingänge:		
S1	Taster für Tür „Abwärts“	E1
S2	Taster für Tür „Stillstand“	E2
S3	Taster für Tür „Aufwärts“	E3
B1	Initiator für Tür „Abwärts Halt“	E11
B2	Initiator für Tür „Aufwärts Halt“	E12
B3	Lichtschrankenüberwachung	E13
Ausgänge:		
Y1	Magnetventil für die Bewegung „Aufwärts“	A1
Y2	Magnetventil für die Bewegung „Abwärts“	A2
Zeiten:		
t	Zeitfunktion für den automatischen Start „Aufwärts“	T0

In ihr sind den verwendeten Betriebsmitteln (Taster, Schütz, Meldeleuchte usw.) die Operanden (E, A, T) der SPS zugeordnet. Sie enthält damit die zur Programmierung erforderlichen Daten. Eine kurze Funktionsbeschreibung der einzelnen Geräte oder Elemente soll die Liste ebenfalls enthalten. Mit der Zuordnungsliste wird nicht nur die Programmierung, sondern auch die spätere Inbetriebsetzung der Steuerung erleichtert.

C

4

Stromlaufplan

Verbindungsprogrammierte Steuerungen in Schütz- und Relaisstechnik verwenden zur Darstellung einer Steuerungsaufgabe den **Stromlaufplan**. Er enthält alle elektromechanischen Schaltglieder und deren Bezeichnung. Diese Darstellungsart ist für den Elektrotechniker eindeutig und umfassend. Bislang hatte der Stromlaufplan nur in seiner abgeänderten Form als Kontaktplan für SPS zur Problembeschreibung Bedeutung.

Neuerdings gibt es SPS, die sich in der (für Starkstrom-Elektrotechniker) gewohnten Stromlaufplantechnik programmieren lassen. Hierfür steht ein **Lichtgriffel-Programmiergerät** zur Verfügung. Nach Wahl der Anweisung „Schaltplan bearbeiten“ kann der Programmierer mit Hilfe des Lichtgriffels die vorgegebenen Symbole auf dem Bildschirm zum Stromlaufplan zusammensetzen (wie mit Bleistift und Schablone auf dem Papier). Ein Simulator ermöglicht den unmittelbaren Test der „Bildschirmschaltung“. Bestätigt der Test die ordnungsgemäße Funktion der entwickelten Schaltung, wird die Grafik mit einem geeigneten Programm in die Sprache der SPS übersetzt und abgespeichert. Das Bild C 4.1 zeigt als Beispiel die Bildschirmdarstellung einer Steuerung. Wir verfolgen diese Methode nicht weiter, da sie für unsere und auch die meisten industriellen SPS keine Anwendung findet.

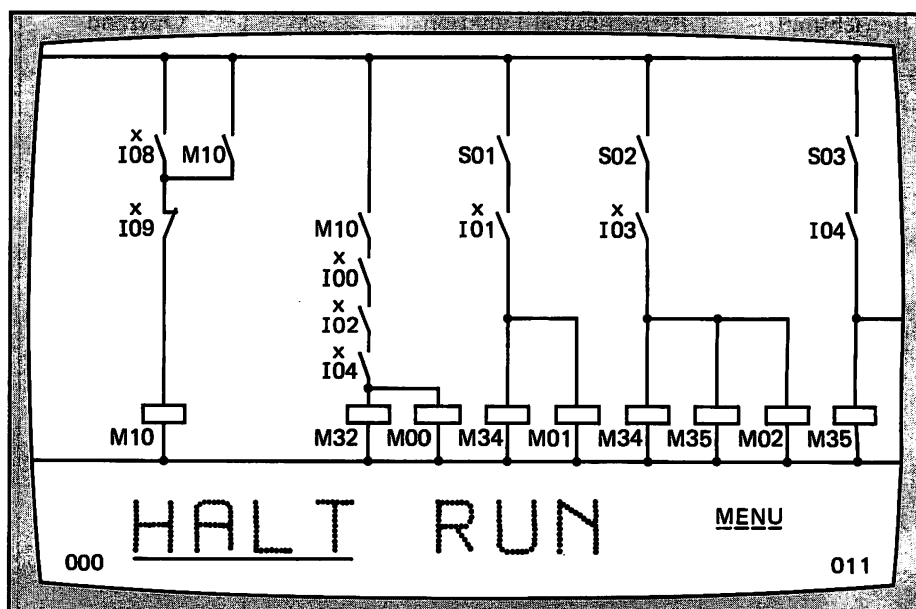


Bild C 4.1
Bildschirmdarstellung einer Steuerungsaufgabe als Stromlaufplan.

Kontaktplan

Den Kontaktplan kennen Sie schon. Er wurde im Abschnitt „Logische Grundfunktionen“ von Lehrbrief 1 (Seite B 3) besprochen und bereits vielfach angewendet. Zur Vervollständigung der Beschreibungsmethoden wollen wir die wichtigsten Eigenschaften des Kontaktplans (Abkürzung KOP) noch einmal zusammenstellen.

Der KOP ist dem Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung sehr ähnlich. Die Steuerungsaufgabe wird in einzelne **Strompfade** unterteilt, die man waagrecht untereinander darstellt. Kontakte symbolisieren die Eingangsvariablen. Jeder Strompfad wird an der rechten Seite mit einem Verknüpfungsergebnis abgeschlossen. Das Verknüpfungsergebnis kann einem Ausgang oder einem Merker zugewiesen werden. Folgende Operanden bezeichnen die Kontakte und Ausgänge:

E Eingang	A Ausgang
M Merker	T Zeitfunktion

Schaltfunktion

Die Beschreibung einer Steuerungsaufgabe durch die Schaltfunktionen haben Sie bereits im 1. Lehrbrief (Seite B 3) kennengelernt. Mit der Schaltfunktion wird die Abhängigkeit der Ausgangsvariablen von den Eingangsvariablen beschrieben. Nach ihr kann sowohl eine Schaltung entwickelt als auch ein Programm aufgestellt werden. Wir werden auch die Schaltfunktion in den kommenden Beispielen weiter anwenden.

Programmablaufplan

Der Programmablaufplan stellt die Steuerungsaufgabe übersichtlich dar. Er veranschaulicht den **zeitlichen Ablauf** der Steuerungsoperationen und damit des Programms der Steuerung. Selbst der Ablauf komplexer Operationen lässt sich im Programmablaufplan mit Hilfe von Sinnbildern noch anschaulich wiedergeben. Die Sinnbilder ersparen das Schreiben von aufwendigen Texten.


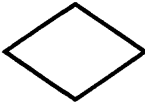






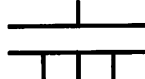
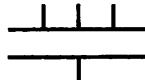
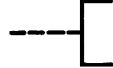
Der Programmablaufplan soll

- die einzelnen Steuerungsschritte in der richtigen Reihenfolge wiedergeben,
- nur mit genormten Sinnbildern (DIN 66001) aufgestellt werden und
- alle erforderlichen Entscheidungen enthalten.

Beim Entwurf wird der Programmablaufplan zunächst als Grobplan entwickelt und anschließend schrittweise zum Feinplan ausgearbeitet. In diesem Zustand enthält er jeden Schritt des Steuerungsprogramms,

jede Entscheidung und jedes Unterprogramm (die Unterprogrammtechnik wird im Lehrbrief 4 behandelt werden). Da man mit wenig Symbolen auskommt, ist die Darstellung auch sehr anschaulich. Erläuterungen können durch ergänzende Texte erfolgen. Nach dem

Tabelle C6.1: Symbole für Programmablaufpläne nach DIN 66001

Symbol	Bedeutung	Bemerkung
	Operation allgemein	Eingetragen werden alle selbsttätig ablaufenden Vorgänge.
	Verzweigung	Fällen einer Entscheidung, die nur mit 1 (ja) oder 0 (nein) zu beantworten ist.
	Operation von Hand	Z.B. Eingriff von Hand in eine Prozeßsteuerung, Tastenbedienung usw.
	Eingabe/Ausgabe	Aus der Beschriftung geht hervor, ob es sich um manuelle oder maschinelle Ein- oder Ausgaben handelt.
	Programmablauflinie	Zur Verdeutlichung des Ablaufs kann auf das nächstfolgende Sinnbild ein Pfeil gerichtet sein.
	Zusammenführung	Zusammenführung von Ablauflinien.
	Übergangsstelle	Der Übergang kann von mehreren Stellen aus erfolgen, aber immer nur zu einer Stelle führen.
	Grenzstelle	Eingetragen werden Anfang oder Ende eines Ablaufs.
	Aufspaltung	Ein ankommender Zweig teilt sich in mehrere abgehende Zweige.
	Sammlung	Mehrere ankommende Zweige sammeln sich in einem abgehenden Zweig.
	Bemerkung	Dieses Symbol kann an jedes Sinnbild angefügt werden.

Plan läßt sich eine Schaltung entwerfen oder ein Programm entwickeln. Die Tabelle C 6.1 enthält die Symbole für Programmablaufpläne nach DIN 66 001. Zur zeichnerischen Darstellung des Grobplans genügen in der Regel drei Symbole: Operation, Verzweigung und Programmablauflinie.

Der Programmablaufplan ist für die moderne Steuerungstechnik gut geeignet und hat sich in der Praxis bewährt. Er stellt die Steuerungsaufgabe umfassend und (nach Einarbeitung) allgemeinverständlich dar, ohne auf die Realisierung der Steuerung in der Verknüpfungsebene einzugehen. Für VPS und SPS ist dieser Plan gleich gut geeignet. Nach dem Programmablaufplan kann man nicht nur das Steuerungsprogramm entwickeln — er eignet sich auch zur Dokumentation und Beschreibung der Funktion bereits in Betrieb befindlicher Steuerungen.

Beispiel C 7.1

Programmablaufplan der Türsteuerung

Für die bereits besprochene Türsteuerung zeigt das Bild C 8.1 den Programmablaufplan. An Hand des Technologieschemas und der Zuordnungsliste ist die Signalverfolgung vorzunehmen und mit den bereits erfolgten Problembeschreibungen zu vergleichen. Es wird angenommen, daß sich die Tür in der oberen Endlage befindet.

Lösung:

Bei Initiatorsignal $E12=1$ und Lichtschrankensignal $E13=0$ kann das Startsignal gegeben werden. Die Bewegung „Abwärts“ beginnt mit Betätigung von Taster S1 ($E1=1$). Nach Einleitung der Abwärtsbewegung wird das Initiatorsignal $E12=0$ (Initiator als Endschalter). Spricht während der Bewegung „Abwärts“ die Lichtschranke B3 an ($E13=1$), dann würde über die Verzweigung „V2“ die Bewegung gestoppt und erst bei $E13=0$ bei der Übergangsstelle (C) fortgesetzt. Sie müssen sich vorstellen, daß der Ausgang (C) von Verzweigung „V5“ mit dem Eingang (C) hinter Verzweigung „V1“ durch eine Programmablauflinie verbunden ist. Dieser Hinweis gilt für alle Übergangsstellen.

Wird die Bewegung „Abwärts“ mit Taster S2 ($E2=1$) angehalten, so kann sie laut Plan nur mit Taster S1 ($E1=1$) wieder gestartet werden (B)---(B). Beim Ansprechen von Initiator B1 ($E11=1$) ist die Bewegung „Abwärts“ beendet.

Nunmehr erfolgt eine Signalaufspaltung. Entweder erfolgt der Start der Bewegung „Aufwärts“ durch Betätigung des Tasters S3 ($E3=1$) oder durch eine Aktivierung des Zeitglieds T0. Nach Einleitung der Aufwärtsbewegung wird das Initiatorsignal von B1 ($E11$) wieder 0. Mit Taster S2 läßt sich die Aufwärtsbewegung unterbrechen und durch Betätigung von Taster S3 ($E3=1$) wieder fortsetzen. Das Ansprechen des oberen Initiators B2 ($E12=1$) beendet den Bewegungsablauf. Das Programm wird bei (A) fortgesetzt.

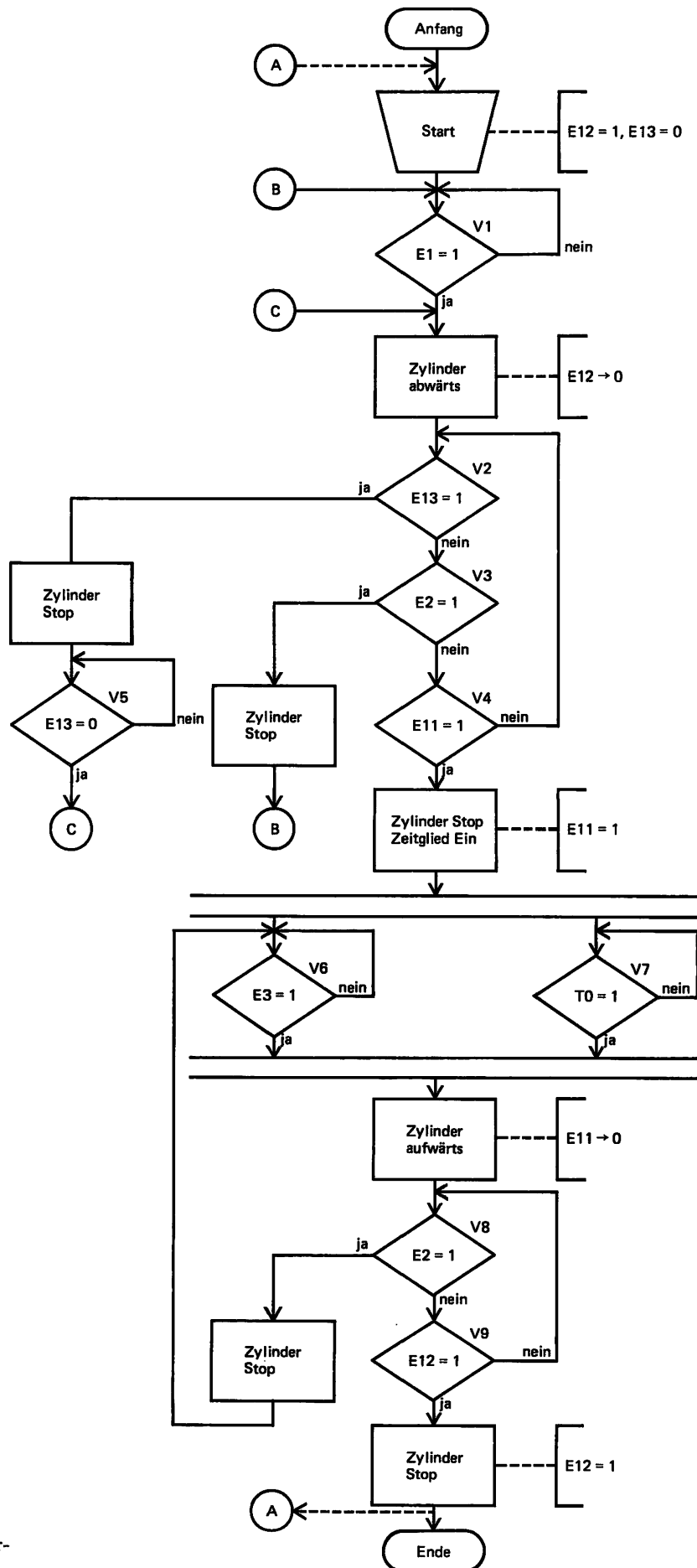


Bild C8.1
 Programmablaufplan einer Tür-
 steuerung, Beispiel C7.1.

Bei konzentriertem Studium des Programmablaufplans werden Sie feststellen, daß er alle Feinheiten der Türsteuerung beschreibt. Er liefert die bisher ausführlichste und übersichtlichste Problembeschreibung.

Beispiel C9.1

Programmablaufplan einer Füllstandssteuerung

Das Technologieschema einer Füllstandssteuerung zeigt das Bild C9.1. Nach Betätigung des Wahlschalters S „Automatik EIN“ soll der Flüssigkeitsbehälter automatisch über das Zulaufventil Y nachgefüllt werden, wenn der Flüssigkeitsstand den „Unteren Pegel UP“ unterschreitet. Die Meldung erfolgt mit Schwimmerschalter B2. Bei Erreichen des „Oberen Pegels OP“ spricht Schwimmerschalter B1 an; der Zulauf wird verzögert abgeschaltet. Entwerfen Sie bitte den Programmablaufplan.

Für die Schwimmerschalter gelten folgende Festlegungen:
Am Ausgang der Schwimmerschalter B1 und B2 entsteht Signalzustand 1, wenn sich der Schwimmer in der Flüssigkeit befindet.

Lösung:

Zur Festlegung der Operanden wird die Zuordnungsliste der Betriebsmittel aufgestellt.

Tabelle C9.1: Zuordnungsliste für die Füllstandssteuerung

Betriebsmittel-Kennzeichen	Betriebsmittel-Funktion	Operand
Eingänge:		
S	Schalter für Betrieb Automatik	E0
B1	Schwimmerschalter OP	E1
B2	Schwimmerschalter UP	E2
Ausgang:		
Y	Magnetventil	A1

Bei $E0=1$ besteht Automatikbetrieb, bei $E0=0$ ist er abgeschaltet. Zum Öffnen des Magnetventils muß die Ausgangsvariable A1 Zustand 1 haben.

Die Aufgabe wird nach dem **Prinzip der Verknüpfungssteuerung** gelöst. Den Programmablaufplan zeigt uns das Bild C9.2. Zunächst wird der Zustand von Signal E0 abgefragt. Bei eingeschalteter Automatik ($E0=1$) erfolgt anschließend die Überprüfung des Flüssigkeitspegels.

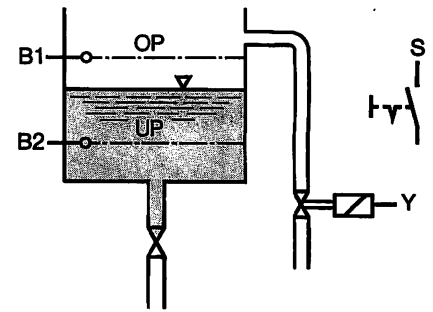


Bild C9.1
Technologieschema einer Füllstandssteuerung, Beispiel C9.1.

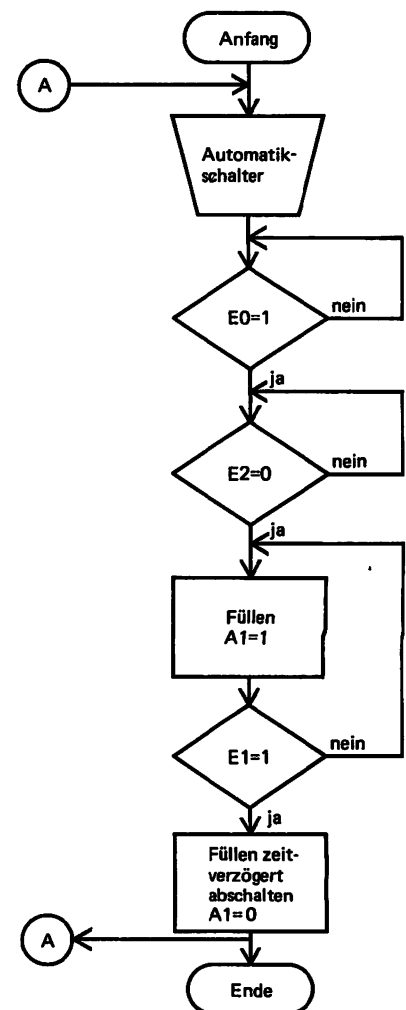


Bild C9.2
Programmablaufplan zur Füllstandssteuerung, Beispiel C9.1.

Ist der untere Pegel UP unterschritten ($E2=0$), wird der Befehl „Füllen“ ausgegeben und der Füllvorgang eingeleitet. Das verzögerte Abschalten des Zulaufs erfolgt bei Erreichen des oberen Pegels ($E1=1$).

Zusammenfassung

Der erste Schritt zum Entwerfen von Steuerungen ist die Beschreibung der Steuerungsaufgabe sowie die Auflistung aller Ein- und Ausgabegeräte. Zur Beschreibung der Steuerungsaufgabe gibt es verschiedene Methoden. Sie haben bis jetzt die verbale Beschreibung in Verbindung mit dem Technologieschema und den Programmablaufplan angewendet. Das Technologieschema erläutert nur den gerätetechnischen Aufbau und beschreibt nicht die Funktion der Steuerung. Dieses Schema ist deshalb nur zusammen mit einer anderen Beschreibungsmethode verwendbar. Der Programmablaufplan stellt die Steuerungsaufgabe mit genormten Symbolen umfassend und allgemeinverständlich dar – er ist als Programmiergrundlage gut geeignet.

Funktionsplan

Unter den derzeit bekannten Methoden zur Problembeschreibung für elektronische Steuerungen hat der **Funktionsplan** neben dem Programmablaufplan die größte Bedeutung erlangt. Wir werden deshalb die Aufstellung und Auswertung des Funktionsplans sehr ausführlich besprechen und in vielen Beispielen anwenden.

Der Funktionsplan (Abkürzung: FUP) stellt eine Steuerung unabhängig von ihrer technischen Realisierung und der örtlichen Zuordnung der Betriebsmittel dar. Durch Verwendung weniger einfacher Symbole (aus den Schaltzeichen der Digitaltechnik entwickelt) ist der Plan nicht nur für den Steuerungstechniker, sondern fachübergreifend auch für den Maschinenbauer, Verfahrenstechniker usw. verständlich. Der FUP eignet sich besonders gut für die Programmerstellung und die Dokumentation in Verbindung mit einer SPS, da sich der FUP direkt in Anweisungen für das Programm umsetzen läßt. Mit einem komfortablen Bildschirmprogrammiergerät läßt sich die SPS direkt als Funktionsplan programmieren.

Zur praxisgerechten und eindeutigen Beschreibung von Steuerungsaufgaben erfüllt der FUP folgende Forderungen:

- Alle Funktionen werden eindeutig, übersichtlich und mit wenigen Symbolen beschrieben.
- Die Symbolik ist einfach (DIN 40719, Teil 6) und allgemein verständlich. Die Symbole verdeutlichen funktionelle Zusammenhänge; sie entsprechen jedoch nicht einer Hardware-Lösung.
- Die Darstellung umfangreicher funktioneller Zusammenhänge ist möglich.

Mit dem Funktionsplan wird ausschließlich die **Steuerungsaufgabe** beschrieben. Der Prozeß selbst geht aus dem Technologieschema hervor.



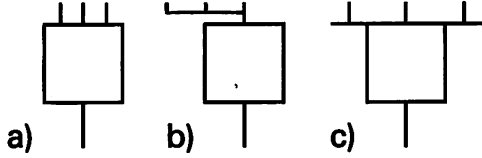
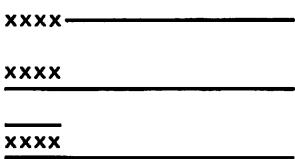

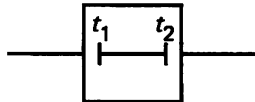
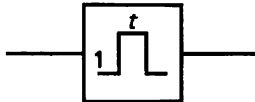

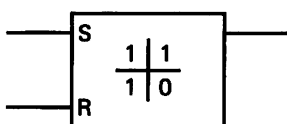

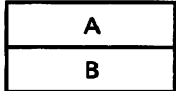


Bild C11.1
Grundschema einer Steuerung und
einer Struktur des Funktionsplans.

In Bild C11.1 sehen Sie das Grundschema, nach dem ein Funktionsplan aufgebaut ist und das für jede Steuerung gilt. Einige wichtige Symbole und Hinweise für die Aufstellung des FUP enthält die Tabelle C12.1.

Die folgenden Beispiele zeigen Ihnen, wie man verbal formulierte Steuerungsaufgaben mit diesen Symbolen darstellt.

Tabelle C12.1: Symbole für Funktionspläne

Symbol	Bedeutung
	Wirkungslinie: Auf dieser wirken Informationen als binäre Werte. Sie führen immer einen binären Zustand (0 oder 1).
	Grundform des Funktionssymbols: Für X wird das Funktionskennzeichen nach DIN 40700, Teil 14 eingetragen.
	Zeichnerische Zusammenfassung von Wirkungslinien a) und c) ausführliche Darstellung b) vereinfachte Darstellung
	Benennung von Variablen: Die Benennung xxxx bezeichnet den Zustand, bei dem die Variable den Wert 1 hat. Negierung einer Benennung.
	Wirkungsrichtung: Die Wirkungsrichtung verläuft normalerweise von links nach rechts und von oben nach unten.
	Zeitfunktion: t_1 Einschaltverzögerung t_2 Ausschaltverzögerung
	Impulsfunktion: Erzeugung eines 1-Signals der Zeitdauer t .
	Signalumkehr
	Speicherfunktion mit Setzdominanz: S Setzeingang R Rücksetzeingang
	Befehl: Jede Steuerung gibt einen oder mehrere Befehle aus. Ein Befehl wirkt mit Hilfe von Stellgliedern auf den Prozeß ein. Die im Befehlssymbol stehende Formulierung xxxx muß eine eindeutige Anweisung für einen Prozeßzustand oder einen Vorgang darstellen.
	Schritt: Im Feld A steht die Schritt-Nr. Sie ist frei wählbar. Im Feld B kann Text stehen.

Beispiel C13.1

Die beiden Bedingungen „Temperatur $> 100^{\circ}\text{C}$ “ und „Sicherheitsventil angesprochen“ sind mit einer ODER-Funktion zu erfassen. Zeichnen Sie bitte den Funktionsplan.

Lösung:

In Bild C13.1 zeigt die Lösung a) den Funktionsplan laut Aufgabenstellung. Bei Erfüllung der vorgegebenen Bedingung (sie steht an der Wirkungslinie des Eingangs) führt der betreffende Eingang den Signalzustand 1, im anderen Fall hat er Zustand 0. Zusätzlich kann noch der Operand des betreffenden Signals angegeben werden.

Lösung b) enthält die Temperaturbedingung negiert formuliert, denn „Temperatur $> 100^{\circ}\text{C}$ “ = „Temperatur $\leq 100^{\circ}\text{C}$ “; d. h. die Temperatur ist nicht kleiner oder gleich 100°C .

Merken Sie sich bitte

Eine Wirkungslinie hat nur dann den Zustand 1, wenn die zugehörige Bedingung erfüllt ist.

Beispiel C13.2

In einer Füllstandssteuerung soll das Zuflußventil (Magnetventil) bei folgenden Bedingungen geöffnet sein:

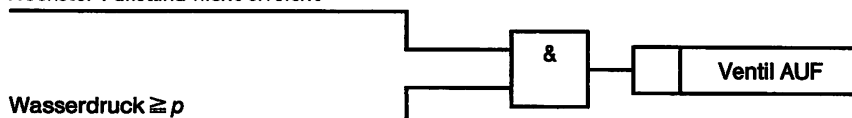
„Oberer Pegel nicht erreicht“ und „Wasserdruck $\geq p$ “

Zeichnen Sie wieder den Funktionsplan.

Lösung:

Bei „Oberer Pegel nicht erreicht“ hat die Wirkungslinie des Eingangs den Zustand 1. Die beiden Eingangssignale sind mit UND zu verknüpfen. Das Bild C13.2 zeigt die Lösung. Am Ausgang der UND-Verknüpfung steht der auszugebende Befehl.

a) Höchster Füllstand nicht erreicht



b) Höchster Füllstand erreicht

a) Temperatur $> 100^{\circ}\text{C}$

Sicherheitsventil
angesprochen

≥ 1

b) Temperatur $\leq 100^{\circ}\text{C}$

Sicherheitsventil
angesprochen

≥ 1

Bild C13.1
Lösung zum Beispiel C13.1.

Bild C13.2
Lösung zum Beispiel C13.2.

Beispiel C14.1

Eine Anlage wird von zwei Ventilatoren gekühlt. Die Funktion der Ventilatoren wird überwacht (Luftströmungswächter). Entwerfen Sie für folgende Bedingungen den FUP.

- Bei Ausfall einer der beiden Ventilatoren soll eine optische Warnung mit einer Meldeleuchte erfolgen.
- Bei Ausfall beider Ventilatoren soll **zusätzlich** noch eine akustische Warnung mit einer Sirene stattfinden.

Die Warnungsmeldungen dürfen nur wirksam werden, wenn sich die Anlage im Betriebszustand EIN befindet.

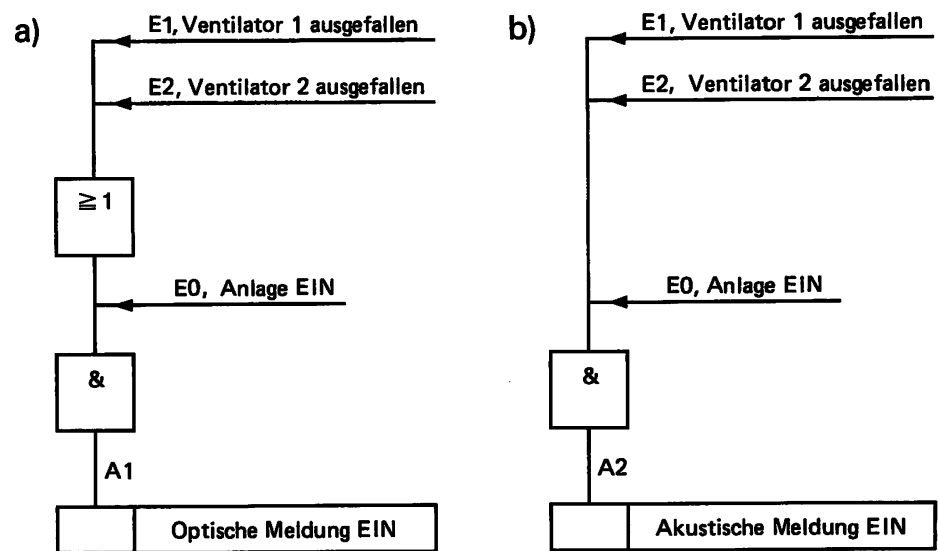


Bild C14.1
Funktionsplan der Überwachungs-
und Meldeeinrichtung, Beispiel
C14.1.

Lösung:

Es sind zwei FUP zu entwerfen: einen Plan für die Ausgabe der optischen Meldung, einen Plan zur Erzeugung der akustischen Meldung.

a) Optische Warnmeldung:

Den FUP hierfür zeigt das Bild C14.1a. Die Signalgeber sind nicht eingezeichnet, angegeben sind nur die Ein- und Ausgangsvariablen und deren Operanden. Damit kann anschließend sofort das Programm aufgestellt werden.

Denken Sie bitte immer daran, daß die jeweilige Wirkungslinie nur dann den Zustand 1 führt, wenn die an der Wirkungslinie stehende Bedingung erfüllt ist. Ist die Bedingung nicht erfüllt, hat die Wirkungslinie den Wert 0. Das gilt sinngemäß auch für den Zustand der gewählten Operanden. Im FUP führt der Ausgang der ODER-Verknüpfung bereits den Zustand 1, wenn auch nur ein Ventilator ausgefallen ist. Das Signal wird zur Auslösung der Meldung nur bei Erfüllung der UND-Bedingung weitergegeben, die Anlage muß sich im Betriebszustand EIN befinden.

b) Akustische Meldung:

Sie erfolgt zusätzlich zur optischen Meldung, falls beide Ventilatoren ausgefallen sind. Der FUP hierfür (Bild C14.1b) ist sehr einfach. Es müssen nur die Meldesignale der Ventilatorüberwachung mit der Meldung des Betriebszustands über UND verknüpft werden. Das Ausgangssignal der UND-Verknüpfung steuert die akustische Meldeeinrichtung.

Programm:

Mit Hilfe von Bild C14.1a,b können Sie sofort folgendes Programm aufstellen:

```
!E0&(E1/E2)=A1   optische Meldung  
!E0&E1&E2=A2    akustische Meldung  
!PE
```

Führen Sie bitte selbst den Programmtest aus.

Aufgabe C15.1

Das im Beispiel C14.1 entwickelte Programm ist in den Kontaktplan zu übersetzen.

Die Lösung finden Sie auf Seite F31.

Beispiel C15.1

Bei der Melde- und Überwachungseinrichtung in Beispiel C14.1 soll die akustische Warnung nicht mehr dauernd wirken, sondern soll nach Quittierung der Störungsmeldung abgeschaltet werden. Wir gehen davon aus, daß beide Ventilatoren nicht gleichzeitig ausfallen.

Entwickeln Sie den FUP und das Programm.

Lösung:

Die optische Meldung bleibt unverändert, es gilt der FUP von Bild C14.1a. Fallen bei eingeschalteter Anlage die beiden Ventilatoren aus, so ist zur Erfüllung der Aufgabe die Störungsmeldung zu speichern (Setzen einer Speicherfunktion). Erst ein Quittierungssignal darf die Meldung löschen. Es setzt die Speicherfunktion unabhängig vom Zustand der Störung zurück (Speicherfunktion erhält Rücksetzdominanz). Die Quittierung erfolgt mit einem Taster (Eingabeschalter kurz ein- und ausschalten).

Als Lösungsvorschlag zeigt das Bild C16.1 einen Funktionsplan, der die vorstehenden Bedingungen erfüllt. Die Rücksetzdominanz von S1 ist durch die Reihenfolge der Anweisungen festgelegt.

Die Operanden E0, E1, E2 und A2 haben die gleiche Bedeutung wie im letzten Beispiel. Mit E3 ist das Quittierungssignal bezeichnet. Es erzeugt mit der Speicherfunktion S2 die Ausgangsvariable A3.

C
16

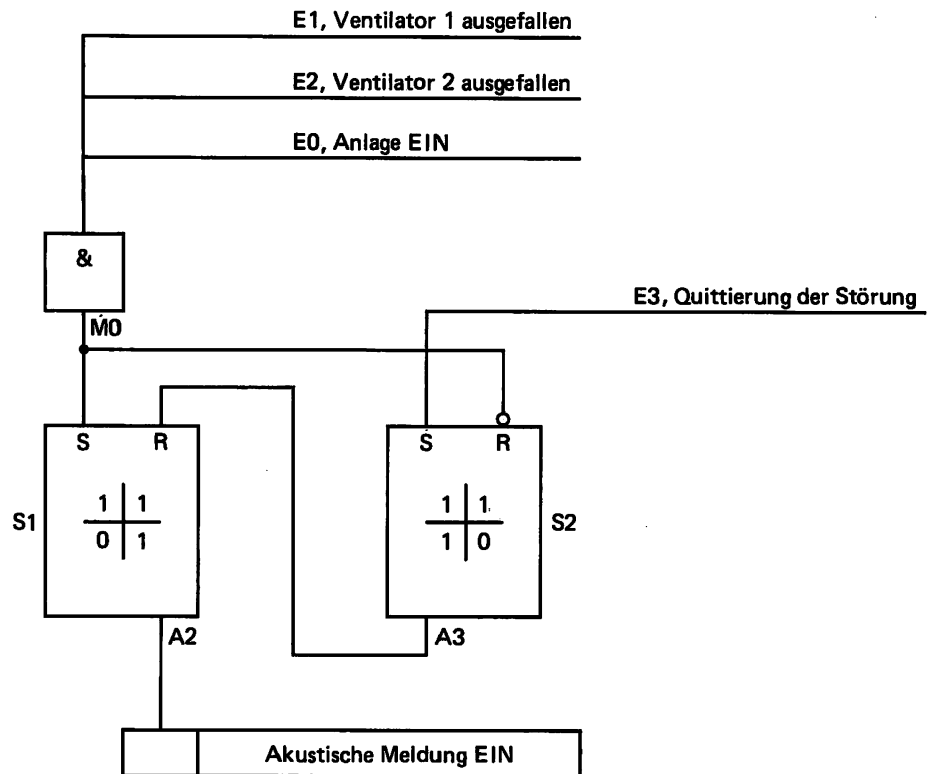


Bild C16.1
Funktionsplan der Meldeeinrichtung, Beispiel C15.1.

Wirkungsweise: Das Ergebnis der UND-Verknüpfung wird in den Merker M0 gesetzt. Bei Zustand M0=1 erscheint die Warnmeldung (A2=1). Die Quittierung der Störung erfolgt mit Signal E3. E3=1 setzt die Speicherfunktion S2, Ausgangsvariable A3=1 löscht die Speicherfunktion S1 und schaltet die akustische Meldung ab. Das in S2 gespeicherte Quittierungssignal verhindert ein Wiedereinschalten der Meldung, falls die Störung nach der Quittierung noch bestehen sollte.

In Verbindung mit Beispiel C14.1 lässt sich jetzt folgendes Programm aufstellen:

!E0&(E1/E2)=A1	optische Meldung
!E0&E1&E2=M0	
!NM0=RA3	
!E3=SA3	
!M0=SA2	akustische Meldung
!A3=RA2	
!PE	

Aufgabe C 16.1

Untersuchen Sie experimentell, ob das eben gezeigte Programm auch alle Betriebsbedingungen erfüllt. Die nachstehende Funktionstabelle ist aufzunehmen. Vergleichen Sie die Tabelle mit der Aufgabenstellung von Beispiel C15.1.

Tabelle C17.1: Funktionstabelle zu Aufgabe C16.1

E0	E1	E2	M0	A1	A2	E3	A3
0	1	1				0	
1	1	1				0	
1	1	1				1	
1	1	1				0	
0	0	1				0	
1	1	1				0	
1	0	1				0	
1	0	1				1	
1	0	1				0	

Das Ergebnis dieser Aufgabe finden Sie auf Seite F32.

Zur Vorbereitung auf den FUP für die Türsteuerung (Bild C2.1) wollen wir gemeinsam noch ein Beispiel mit Zeitfunktionen bearbeiten.

Beispiel C17.1

Ein Bunker soll entleert werden. Das Füllgut wird durch ein Förderband abtransportiert. Die Steuerung der Entleerung und des Abtransportierens erfolgt nach einem vorgegebenen Zeitplan. Das Technologieschema und der Zeitplan sind in Bild C18.1 dargestellt. Ein übergeordnetes Automatisierungsgerät (S1) gibt die Startanweisung E0 aus. Bei Eingang E0=1 läuft die Zeitfunktion T0 an. Sie erzeugt das **Bezugssignal** A0 „Entleeren“. Alle Zeitangaben sind auf A0 bezogen. Von der Ausgangsvariablen A0 wird die Zeitfunktion T1 gestartet. Deren Ausgangsvariable A1 betätigt eine Warneinrichtung, welche den bevorstehenden Betrieb des Systems, z. B. optisch, meldet. Bezogen auf A0 wird der Motor M des Förderbands zeitverzögert eingeschaltet. Wiederum zeitverzögert, bezogen auf die Inbetriebnahme des Förderbands, öffnet sich die Bunkerklappe Y.

Erfolgt das Ende der Anweisung „Entleeren“, wird die Bunkerklappe sofort geschlossen. Um den vollständigen Abtransport des Füllguts sicherzustellen, soll der Bandmotor noch einige Zeit laufen.

Die Verzögerungszeiten enthält der Zeitplan in Bild C18.1b. Gegenüber praktisch realen Zeiten sind unsere angenommenen „Experimentierzeiten“ selbstverständlich erheblich verkürzt. Wir wollen Sie nicht zu lange auf das Ergebnis warten lassen.

C

18

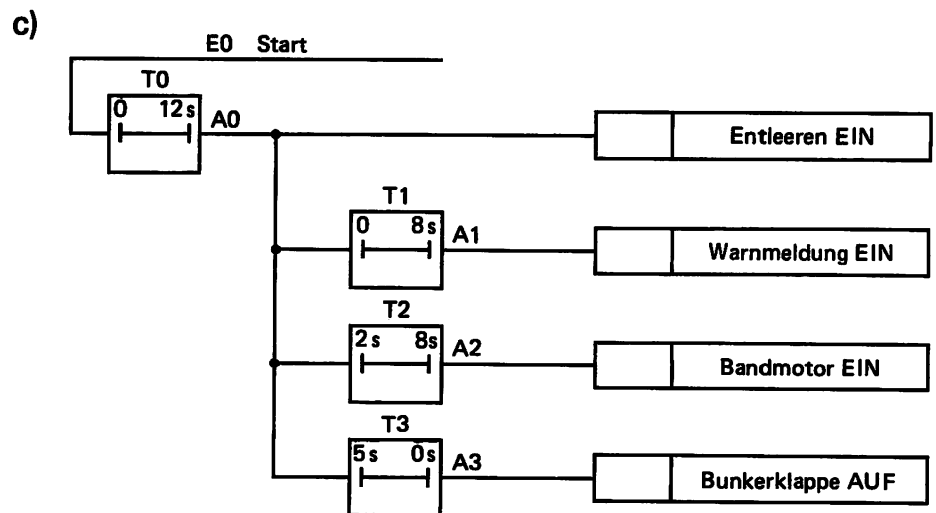
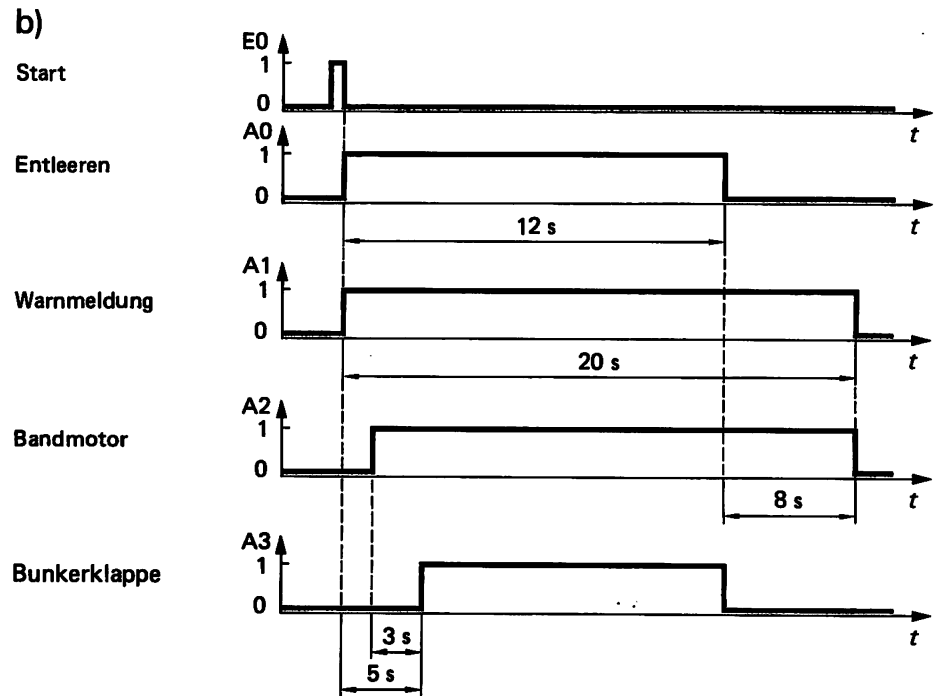
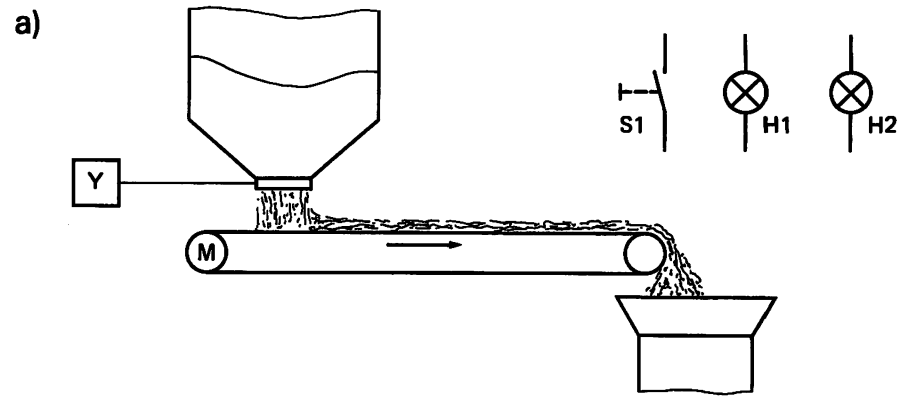


Bild C18.1
Entleeren eines Bunkers, Beispiel
C17.1.
a) Technologieschema,
b) Zeitplan,
c) Funktionsplan.

Lösung:

Zur Kennzeichnung der Betriebsmittel wird eine Zuordnungsliste aufgestellt.

Zuordnungsliste:

Betriebsmittel-Kennzeichen	Betriebsmittel-Funktion	Operand
Eingang: S1	Start-Taste	E0
Ausgang: H1	Anzeige „Entleeren“	A0
H2	Warnmeldung	A1
M	Bandmotorschalter	A2
Y	Klappenantrieb	A3

Das Bild C18.1c zeigt einen Funktionsplan als Lösungsvorschlag. Das Startsignal E0 löst nur die Zeitfunktion T0 aus. Die übrigen Zeitfunktionen synchronisiert der Timer T0.

Auch bei dieser Aufgabe kann man das Programm unmittelbar aus dem Funktionsplan ablesen. Vor der Programmierung berechnen wir noch die benötigten Zeiteinheiten für die Verzögerungszeiten der Timer. Erforderlich sind:

$$2\text{ s} = 2\,000\text{ ms}/20\text{ ms}/\text{ZE} = 100\text{ Zeiteinheiten}$$

$$5\text{ s} = 5\,000\text{ ms}/20\text{ ms}/\text{ZE} = 250\text{ Zeiteinheiten}$$

$$8\text{ s} = 8\,000\text{ ms}/20\text{ ms}/\text{ZE} = 400\text{ Zeiteinheiten}$$

$$12\text{ s} = 12\,000\text{ ms}/20\text{ ms}/\text{ZE} = 600\text{ Zeiteinheiten}$$

Programm: Aus dem Funktionsplan können Sie unmittelbar folgende Anweisungen ablesen:

```

!E0=T0
!T0=A0   Kontrollsignal „Entleeren“
!A0=T1
!T1=A1   Ausgabe der Warnmeldung
!A0=T2
!T2=A2   Bandmotor EIN
!A0=T3
!T3=A3   Bunkerklappenantrieb EIN
!PE

```

Selbstverständlich ist das Programm wieder zu testen. Programmieren Sie bitte zunächst die Timer im Menü 7 des Anfangsmenüs. Danach ist im Menü 1 das Programm einzugeben und im Menü 2 zu starten. Da wir kein übergeordnetes Automatisierungsgerät haben, wird der Start durch ein kurzes EIN-AUS-Schalten von Kippschalter E0 simuliert. Die Ablauffolge der Signale können Sie an den LED verfolgen. Mit dem Sekundenzeiger der Uhr kann man sogar die Zeiten annähernd überprüfen.

Aufgabe C20.1

Der FUP von Beispiel C18.1 ist in einen Kontaktplan (Abkürzung KOP) umzusetzen. Überprüfen Sie bitte, ob Ihr KOP mit dem des Programms (Ausgabe im Menü 3) übereinstimmt.

Die Lösung finden Sie auf Seite F32.

Beispiel C20.1

Für die schon mehrfach besprochene Türsteuerung ist der FUP zu entwerfen. Falls Sie sich nicht mehr genau an die Aufgabenstellung erinnern können, sollten Sie noch einmal Beispiel C1.1 wiederholen.

C**20****Lösung:**

Der FUP in Bild C21.1 ist getrennt für die Bewegungen „Abwärts“ und „Aufwärts“ gezeichnet. Betrachten wir zunächst die Abwärtsbewegung.

Die Bunkertür befinde sich in der oberen Endlage. Mit Taster S1 ($E1=1$) wird die Speicherfunktion für die Bewegung „Abwärts“ gesetzt. Da der Taster nur ein kurzes 1-Signal erzeugt, muß sich die Speicherfunktion den gegebenen Befehl merken. Bei nicht unterbrochenem Lichtstrahl der Lichtschranke beginnt der Bewegungsvorgang. Spricht während der Abwärtsbewegung die Lichtschranke durch Unterbrechung des Lichtstrahls an ($E13=0$), dann ist die UND-Bedingung nicht mehr erfüllt und der Bewegungsvorgang wird gestoppt. Der Speicher bleibt jedoch weiter gesetzt ($M0=1$), die Abwärtsbewegung muß nicht erneut gestartet werden. Sie wird automatisch fortgesetzt, wenn die Lichtschranke nicht mehr anspricht ($E13=1$).

Gelöscht wird die Speicherfunktion bei Betätigung der Taste S2 oder beim Ansprechen des unteren Initiators B1. In beiden Fällen endet die Bewegung.

Über die Eingänge 1 und 2 sind die Bewegungsvorgänge gegeneinander verriegelt. Sie müssen sich gedanklich eine Verbindung $1 \rightarrow 1$ sowie $2 \rightarrow 2$ vorstellen. Bei der Bewegung „Abwärts“ hat A1 Zustand 1 und A2 hat Zustand 0. Somit liegt ein 1-Signal am Rücksetzeingang des Signalspeichers für die Bewegung „Aufwärts“. Da die Speicherfunktion Rücksetzdominanz hat, kann sie nicht gesetzt werden. Während der Abwärtsbewegung läßt sich die Aufwärtsbewegung nicht starten. Das Entsprechende gilt auch umgekehrt.

Das Kästchen am Befehlssymbol „Zylinder abwärts“ mit der Ziffer 1 bzw. am Befehlssymbol „Zylinder aufwärts“ mit der Ziffer 2 wird als **Abbruchstelle** bezeichnet. Auf diesen Begriff gehen wir später noch ein.

Bei Erreichen der unteren Endlage spricht Initiator B1 an und erzeugt das Signal $E11=1$. Die Zeitfunktion (Timer) T0 läuft an. Nach Ablauf der eingestellten Wartezeit wird die Bewegung „Aufwärts“ automatisch eingeleitet. Sie kann aber auch vor Ablauf der Wartezeit mit Taster S3 gestartet werden. Für das Unterbrechen und Beenden der

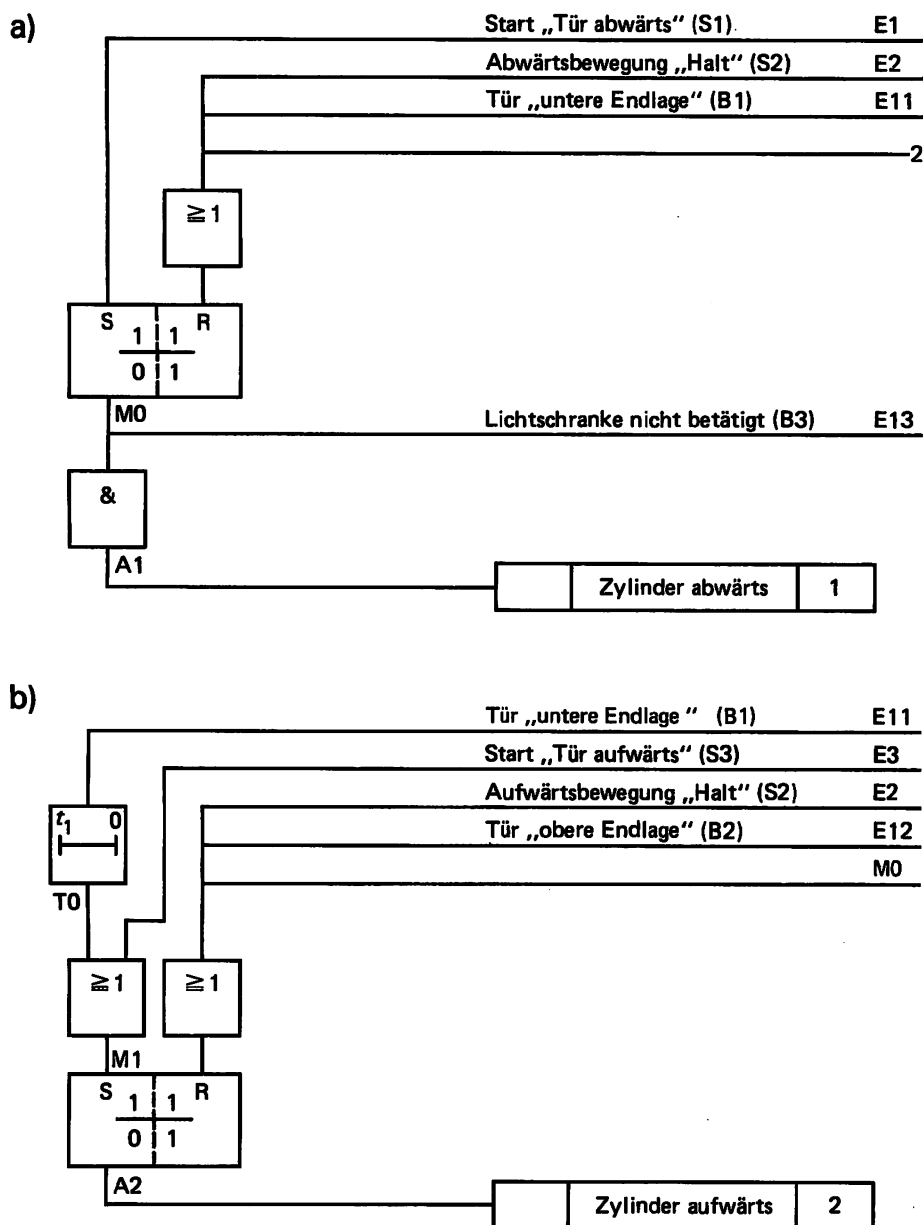


Bild C21.1
Funktionsplan der Türsteuerung.
a) Abwärtsbewegung,
b) Aufwärtsbewegung.

Aufwärtsbewegung gilt sinngemäß das gleiche wie für die Bewegung „Abwärts“. Nur das Lichtschrankensignal ist in den Steuerungsvorgang nicht mit einbezogen. Auch mit dem FUP läßt sich der Steuerungsablauf sehr genau beschreiben. Für die Programmierung ist er sogar besser geeignet als der Programmablaufplan. Wir werden deshalb in den folgenden Programmierbeispielen den FUP vorzugsweise anwenden.

Beispiel C21.1

Nach dem FUP in Bild C 21.1 ist die Türsteuerung zu programmieren. Wir verwenden die bisher bekannten und definierten Variablen. Ergänzend sind im FUP noch die Merker M0 und M1 zur Speicherung der Befehle „Abwärts“ und „Aufwärts“ eingetragen. Außerdem ist festgelegt, daß bei nichtunterbrochener Lichtschranke deren Ausgangssignal den Zustand 1 hat. Im Beispiel soll die Einschaltverzögerung für das Zeitglied T0 5 s sein.

Lösung:

Wir programmieren zuerst die Zeitfunktion T0. Deren Ausgangssignal wird in Merker M1 gesetzt. Im Menü 7 Ihres NDR-Computers ist eine Einschaltverzögerung von $5\text{ s} = 250\text{ ZE}$ einzugeben.

Aus dem FUP folgen für das Programm die nachstehenden Anweisungen. Es wird angenommen, daß sich die Tür in der oberen Endlage befindet.

Programm:

!E1=SM0	Befehl „Abwärts“ speichern
!E2/E11/A2=RM0	Befehl „Abwärts“ löschen
!M0&E13=A1	Tür „Abwärts“
!E11=T0	Zeitfunktion starten
!T0/E3=M1	
!M1=SA2	Befehl „Aufwärts“ speichern
!E2/E12/M0=RA2	Befehl „Aufwärts“ löschen
!PE	

Hinweis: Der Befehl „Lichtschanke nicht betätigt“ entspricht einem 1-Signal. Dieses Signal wird mit dem Schalter E13 manuell erzeugt.

Sicher haben Sie schon bei der Bearbeitung der Beispiele die Vorteile des FUP erkannt. Gute Grundkenntnisse der Digitaltechnik kombiniert mit den Anwendungsregeln des FUP ergeben eine solide Grundlage für die Programmierung der SPS. In den folgenden Beispielen und Aufgaben werden wir das Gelernte vertiefen; außerdem sollen Sie nunmehr Funktionspläne und Programme selbst entwickeln und aufstellen.

Zusammenfassung

Der Funktionsplan (FUP) ist eine prozeßorientierte Darstellung einer Steuerungsaufgabe, unabhängig von deren technischen Realisierung, z.B. unabhängig von den verwendeten Betriebsmitteln, von der Leitungsführung und vom Einbauort. Der Funktionsplan ersetzt oder ergänzt die verbale Beschreibung der Steuerungsaufgabe. Er dient als Verständigungsmittel zwischen Hersteller und Anwender. Der Funktionsplan läßt sich leicht in ein SPS Programm umsetzen, entweder indirekt über die Anweisungsliste oder direkt durch Bildschirmprogrammierung in FUP-Darstellung. Die graphischen Symbole der FUP-Darstellung sind in der DIN 40719 Teil 6 genormt.

Im Prinzip besteht ein Funktionsplan aus Funktionssymbolen, Wirkungslinien und Befehlssymbolen. Auf den Wirkungslinien werden die binären Zustände (0 oder 1) der Eingangssignale geführt. Das Signal auf einer Wirkungslinie hat nur dann den Zustand 1, wenn die an dieser Wirkungslinie eingetragene Bedingung erfüllt ist. Das Befehlssymbol ist mit dem Ausgang des Funktionssymbols verbunden. Im Befehlssymbol ist der Befehl verbal eingetragen. Der Befehl wirkt mit Hilfe von Stellgliedern auf den Prozeß ein.

Funktionsplan mit Makrosymbolen

Mit den bisher besprochenen und benutzten Funktionssymbolen lassen sich Verknüpfungssteuerungen recht übersichtlich darstellen, wenn sie nicht zu umfangreich werden. Dagegen läßt sich ein damit angefertigter Funktionsplan für eine komplexe Ablaufsteuerung kaum noch übersehen und lesen. Einen Ausweg bieten sogenannte **Makrosymbole**, mit denen wir uns nun befassen wollen.

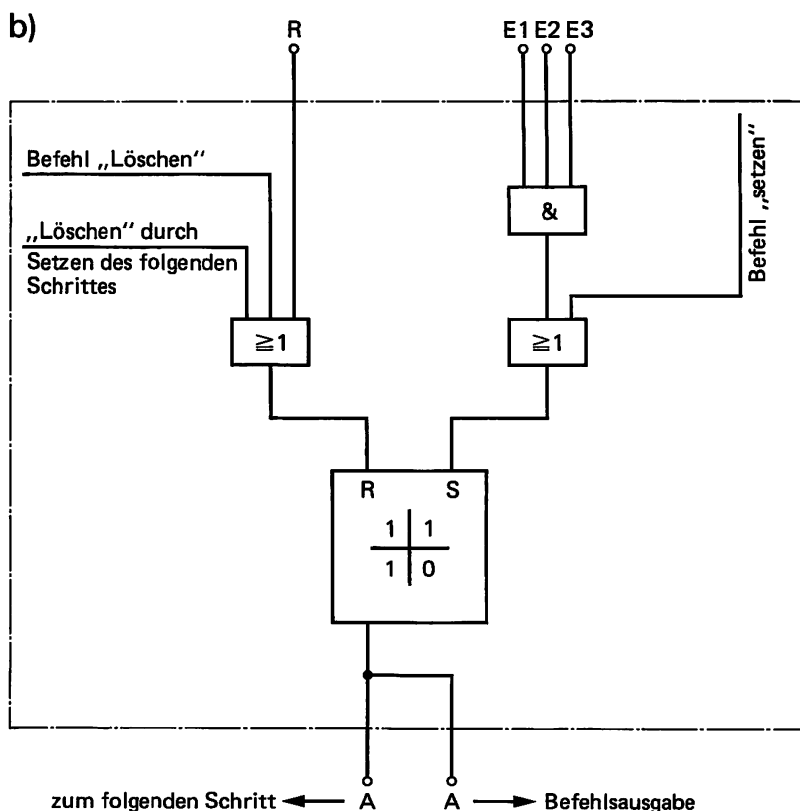
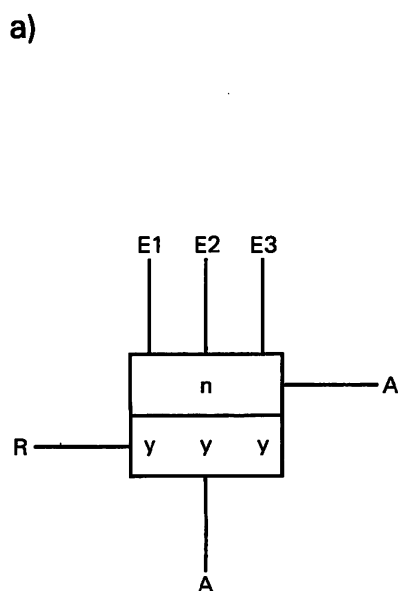
Die Praxis hat gezeigt, daß sich in Steuerungsaufgaben bestimmte Schaltungskombinationen (und damit auch Programmteile) häufig wiederholen. Für solche Kombinationen, die aus mehreren Grundgliedern bzw. Grundprogrammen bestehen, wurden neue vereinfachte Symbole entwickelt, die man als Makrosymbole bezeichnet.

Mit Makrosymbolen werden die Funktionspläne übersichtlicher.

Ein Makrosymbol kennen Sie schon — es ist das **Schrittsymbol** der Ablaufsteuerung. Zum Vergleich zeigt das Bild C23.1 das Makrosymbol sowie die ausführliche Schrittdarstellung.

Zur allgemeinen Darstellung eines Befehls wurde bisher das Symbol nach Tabelle C12.1 in Lehrbrief 3 benutzt. Für die Wiedergabe von Makrobefehlen wollen wir das Symbol erweitern.

Bild C23.1
Schrittsymbol.
a) Makrodarstellung,
b) ausführliche Darstellung.
n Schrittnummer,
Y Text: Funktion des Schritts,
R Rücksetzeingang
(Löscheingang).



Wir unterscheiden zwischen Makrobefehl und allgemeinem oder elementarem Befehl:

- Beim Makrobefehl ist die Befehlsart angegeben.
- Beim Makrobefehl können mehrere Ein- und Ausgänge vorhanden sein.
- Beim Makrobefehl kann eine Abbruchstelle angegeben sein.

Eine ausführliche Erläuterung der neuen Begriffe finden Sie in der DIN Norm 40 719, Teil 6. Einige typische Beispiele wollen wir uns hier näher ansehen. Das jetzt gültige Befehlssymbol kann nach Bild C24.1 in drei Felder eingeteilt werden. Feld A enthält die Art des ausgegebenen Befehls. Es gibt folgende Befehlsarten:

A	B	C
---	---	---

Bild C24.1

In die Felder des Befehlssymbols können eingetragen werden:
 Feld A: Art des Befehls,
 Feld B: Wirkung des Befehls,
 Feld C: Bezeichnung der Abbruchstelle (Schnittstelle).

- NS Befehl, nicht gespeichert
 NSD Befehl, nicht gespeichert und verzögert
 S Befehl, gespeichert
 SD Befehl, gespeichert und verzögert
 ST Befehl, gespeichert und zeitlich begrenzt

Feld B im Bild C24.1 enthält wie bisher den Befehlsnamen; daraus geht die Wirkung des Befehls hervor. Die Angaben drücken einen Prozesszustand (z.B. Motor EIN) oder einen Vorgang (z.B. Motor einschalten) aus.

Die Eingänge können z.T. unterschiedliche Wirkungen haben. E1, E2,.. bezeichnen weiterhin die allgemeinen Befehlseingänge. Zusätzliche Kennbuchstaben haben folgende Bedeutung:

- F Freigabeeingang
 R Rücksetzeingang

Auch für die Signalausgänge gelten bestimmte Vereinbarungen.

Die Ausgangsvariable A hat dann den Wert 1, wenn die Steuerung den Befehl zur Betätigung eines Stellglieds ausgibt.

Ist der Ausgang zusätzlich noch mit der Kennung RC (response control) bezeichnet, dann gilt folgender Merksatz:

Die Ausgangsvariable A hat nur dann den Wert 1, wenn der Befehl tatsächlich ausgeführt wurde.

Damit erfolgt eine Rückmeldung, welche die Befehlsausführung bestätigt. Einige Makrobefehle wollen wir jetzt besprechen und das Makrosymbol mit dem ausführlichen Symbol vergleichen.

Makrosymbol des NS-Befehls (not stored = nicht gespeichert)

Das Bild C25.1 zeigt die Makrodarstellung a) und die ausführliche Darstellung b). Die ausführliche Darstellung zeigt, daß der Befehl „Schieber AUF“ (A2) nur ausgegeben wird, wenn die Signale an allen Eingängen den Zustand 1 haben. Bereits wenn eine Variable den Wert 0 annimmt, ist der Befehl nicht mehr wirksam. Dieser Befehl hat kein Speicherverhalten. Signal A1 = 1 wird nur ausgegeben, wenn die Rückmeldung „Schieber ist AUF“ vorliegt.

Sind bei einer Steuerungsaufgabe mehrere Eingangsvariablen mit ODER zu verknüpfen, so ist die ODER-Verknüpfung außerhalb des NS-Befehls darzustellen. Die Eingänge der ODER-Funktion dürfen nicht mit E bezeichnet werden. Das Bild C25.1c zeigt ein Beispiel.

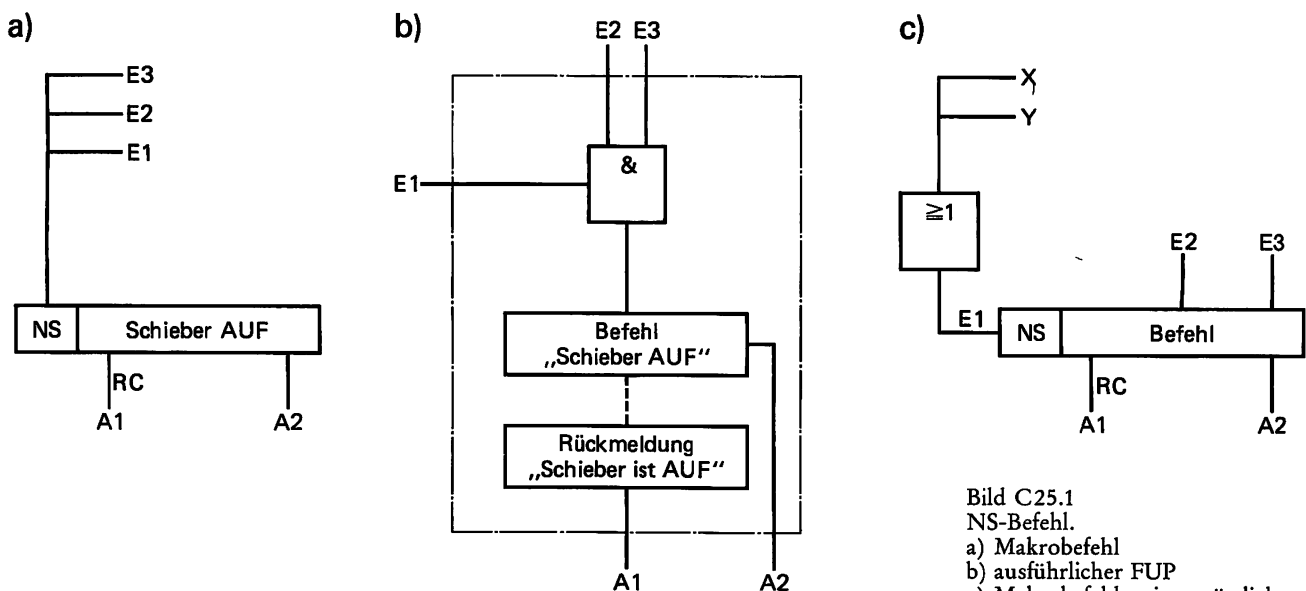


Bild C25.1
NS-Befehl.

a) Makrobefehl
b) ausführlicher FUP
c) Makrobefehl mit zusätzlicher ODER-Verknüpfung von Eingangsvariablen.

Makrosymbol des S-Befehls (stored = gespeichert)

Der Befehl hat eine Speicherfunktion, der ausgegebene Befehl wird gespeichert. Das Bild C26.1 zeigt die ausführliche Darstellung und das Makrosymbol. Es sind am Makrosymbol folgende Eingangsarten eingetragen:

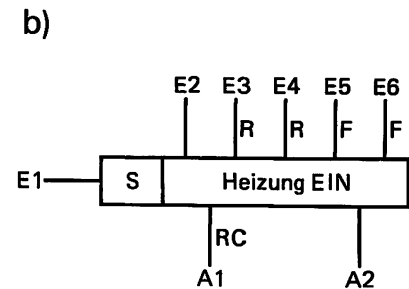
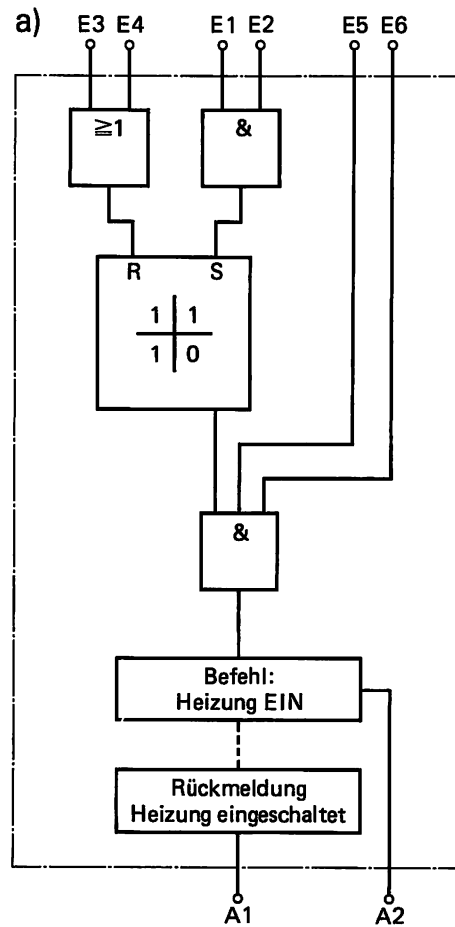
- Setzeingänge E1, E2: Sie haben keine besondere Kennzeichnung.
- Rücksetzeingänge E3, E4: Sie sind zusätzlich mit dem Buchstaben R gekennzeichnet.
- Freigabeeingänge E5, E6: Sind mit dem Buchstaben F gekennzeichnet.

Das Speicherglied (Speicherfunktion), auch als **Befehlsspeicher** bezeichnet, wird dann gesetzt, wenn alle Setzeingänge den Zustand 1 und alle Rücksetzeingänge den Wert 0 haben. Die Speicherfunktion bleibt auch dann gesetzt, wenn anschließend die Setzeingänge wieder den Wert 0 annehmen. Die Befehlsausgabe erfolgt nur bei gesetzter Speicherfunktion und beim Zustand 1 der Freigaben. Ein Wert 0 an einer Freigabe unterbricht bereits die Befehlsausgabe. Nimmt mindestens ein Rücksetzeingang den Wert 1 an, wird der Befehlsspeicher zurückgesetzt.

C

26

Bild C26.1
S-Befehl.
a) ausführlicher FUP,
b) Makrobefehl.



Daraus folgt der Merksatz:

Der Befehl wird nur gespeichert, wenn alle Setzbedingungen erfüllt sind. Zum Rücksetzen ist nur die Erfüllung einer Rücksetzbedingung erforderlich.

Die weiteren Makrobefehle werden im Rahmen dieses Lehrgangs nicht behandelt.