

1

2

3

4

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

STEUERUNG EINER PAKETWENDEANLAGE

BFZ/MFA 20.1.



Diese Übung ist Bestandteil eines Mediensystems, das im Rahmen eines vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesminister für Forschung und Technologie sowie der Bundesanstalt für Arbeit geförderten Modellversuches zum Einsatz der "Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung" vom BFZ-Essen e.V. entwickelt wurde.

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1.	Einleitung	2
2.	Paketwende-prozeß	3
2.1.	Aufbau der Anlage und Prozeßablauf	3
3.	Mikrocomputer-Steuerung	5
3.1.	Hardware	5
3.2.	Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage	7
3.3.	Beschreibung von Prozeßabläufen durch Funktionsdiagramme	10
3.4.	Überprüfen der Schaltersignale	13
A1-A4	Arbeitsblätter	16
4.	Programmablaufpläne	21
A5-A7	Arbeitsblätter	28
5.	Programmiertechnik	33
5.1.	Maskieren	35
5.2.	Warteschleifen	38
5.2.	Zählschleifen	43
5.4.	Tabellenverarbeitung	44
5.5.	Erstellung eines Programms mit "Zählschleifen und Tabellen" zur Steuerung der Paketwendeanlage	46
5.6.	Das Anlegen von Tabellen im Speicher	51
A8-A9	Arbeitsblätter	52
6.	Beispiel eines SPS-Programms für die Steuerung der Paketwendeanlage	63
6.1.	Programmieren in der SPS-Sprache	64
A10	Arbeitsblatt	73
7.	Beispiel eines BASIC-Programms für die Steuerung der Paketwendeanlage	74
A11	Arbeitsblatt	82
8.	ANHANG	
8.1.	Pneumatische Stelltriebe	83
8.2.	Schnittstellen zur Steuerung	85
-	Lösungen zu den Arbeitsblättern	89
-	Vorschlag zum Bau eines Simulationsmodells für die Paketwendeanlage	101

Steuerung einer Paketwendeanlage

1. Einleitung

Im Zuge der Automatisierung gewinnt die Steuerung und Regelung von Prozeßabläufen weiter an Bedeutung.

Lange Zeit enthielten Steuer- und Regeleinrichtungen Schütze, Relais, Zeituhren und mechanische Programmschaltwerke, mit deren Hilfe die notwendigen Signalverknüpfungen durchgeführt wurden. Später wurden viele dieser Verknüpfungen von Transistorschaltungen und in neuerer Zeit von Integrierten Schaltkreisen übernommen. In den letzten Jahren sind diese Einrichtungen in zunehmendem Maße aus Mikrocomputer-Bausteinen aufgebaut.

Sie enthalten spezielle Eingabe- und Ausgabe-Baugruppen, Speicher mit dem aufgabenspezifischen Steuerungsprogramm und den Mikroprozessor, der die Steuerungsabläufe entsprechend dem Programm koordiniert.

Wo früher die Verdrahtung der Bauteile die Funktion einer Steuereinrichtung bestimmte, ist es heute das Programm, das diese Aufgabe übernimmt. Von einem Fachmann, der mit solchen Einrichtungen umgehen muß, wird daher immer mehr verlangt, solche Programme zu verstehen. Um ihm hierbei die Arbeit zu erleichtern, wurden Programmiersprachen geschaffen, die mehr oder weniger leicht anwendbar sind.

In dieser Übung werden die Grundlagen zur Erstellung eines Programms zur "Steuerung einer Paketwendeanlage" vermittelt. Als Programmiersprache wird die "Assemblersprache" verwendet. In einem weiteren Übungsteil wird das Programm mit den Sprachelementen einer "Speicherprogrammierbaren Steuerung" erstellt und anschließend daran, in der Programmiersprache "BASIC".

Steuerung einer Paketwendeanlage

2. Paketwendeprozeß

2.1. Aufbau der Anlage und Prozeßablauf

Die Paketwendeanlage, deren funktioneller Ablauf in Verbindung mit einer Mikrocomputer-Steuerung untersucht werden soll, ist als Technologieschema im Bild 1 dargestellt. Diese Einrichtung ist Teil einer automatischen Verpackungsanlage und hat die Aufgabe, auf dem linken Transportband ankommende Pakete um 90 Grad zu kippen und sie dem rechten Transportband zuzuführen. Dies könnte z.B. erforderlich sein, um Kartons, die aus einem Fertigungsvorgang kommen, in die richtige Lage zum Beschicken mit Verpackungsgütern zu drehen.

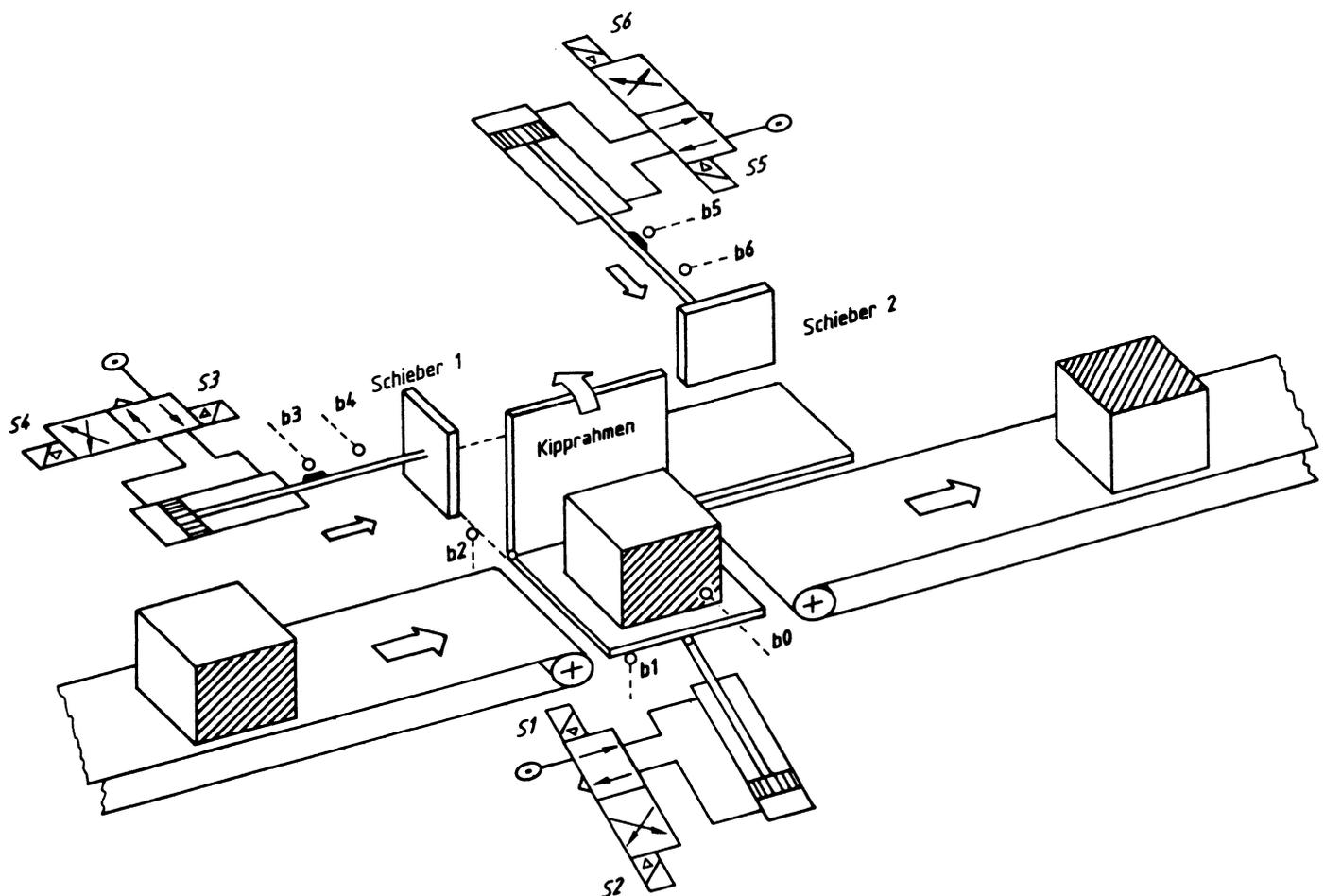


Bild 1 : Technologieschema einer Paketwendeanlage

In der Anlage befindet sich ein Kipprahmen, der das ankommende Paket um 90 Grad kippt und zwei Schieber. Der eine Schieber bewegt das Paket vom Kipprahmen herunter, der zweite schiebt es anschließend auf das rechte Transportband. Der Kipprahmen und die Schieber werden über pneumatische Stelltriebe bewegt, wobei die beiden Transportbänder ständig in Bewegung bleiben. Ausgehend von der im Bild 1 dargestellten Ruhelage vollzieht sich der Funktionsablauf in folgenden Schritten:

Steuerung einer Paketwendeanlage

1. Schritt:

Die Wendevorrichtung befindet sich bis zur Ankunft eines Paketes auf dem Kipprahmen in Ruhestellung.

2. Schritt:

Nach Ankunft eines Paketes wird der Kipprahmen mit dem Paket um 90 Grad gekippt.

3. Schritt:

Nach Beendigung des Kippvorganges transportiert Schieber 1 das Paket vom Kipprahmen.

4. Schritt:

Bevor der Schieber 2 betätigt wird, wird zunächst der Schieber 1 in die Ruhelage gesteuert.

5. Schritt:

Danach transportiert Schieber 2 das Paket auf das rechte Transportband.

6. Schritt:

Im vorletzten Arbeitsschritt wird der Schieber 2 zurückgesteuert.

7. Schritt:

Der Kipprahmen wird in seine Ruhelage gesteuert. Wenn er sie wieder erreicht hat, ist der Wendeprozess beendet.

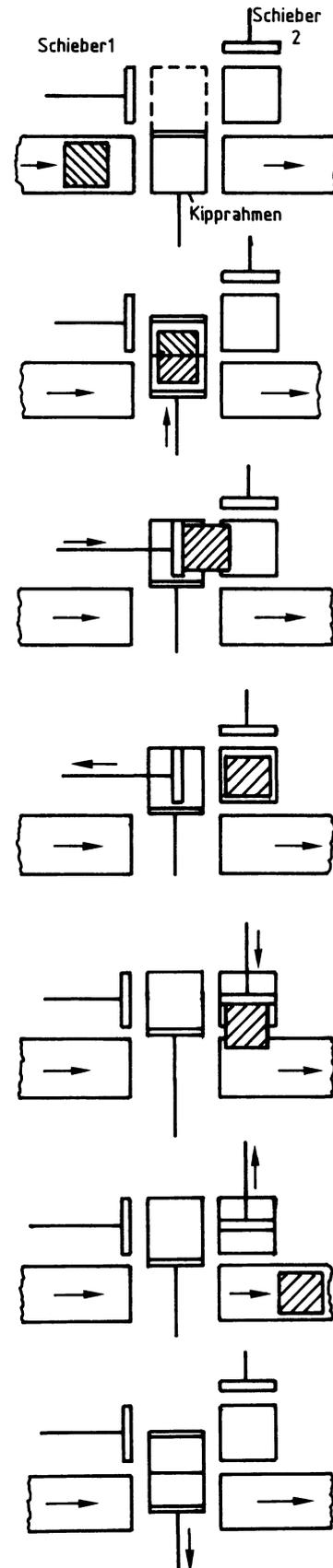


Bild 2 : Prozessschritte beim Paketwendevorgang

Steuerung einer Paketwendeanlage

Nach dem Ablauf dieser sieben Prozeßschritte befindet sich die Anlage wieder in der Ausgangslage und kann erneut mit einem Paket beschickt werden.

Die Ankunft eines Paketes und die Endlagen der beiden Schieber und des Kipprahmens werden mit Hilfe von Sensoren erfaßt.

Eine Beschreibung der Stellglieder für die beweglichen Teile der Anlage sowie Hinweise zu den Schnittstellen zur Steuerung finden Sie im Anhang zu dieser Übung.

3. Mikrocomputer-Steuerung

3.1. Hardware

Die Aufgabe eines Mikrocomputers zur Steuerung der Paketwendeanlage besteht nun darin, in Abhängigkeit von den Signalzuständen der Sensoren die Magnetventile so anzusteuern, daß ein ordnungsgemäßer Ablauf des Paketwendeprozesses gewährleistet ist.

Da nur sieben Signale (b0 bis b6) überwacht und nur sechs Magnetspulen (S1 bis S6) für die drei Ventile angesteuert werden müssen, genügt ein Mikrocomputer mit je einem 8-Bit-Eingabe- und einem 8-Bit-Ausgabe-Port. Daneben reicht ein kleiner Festwertspeicher für das Steuerprogramm und etwas Schreib-Lese-Speicher für die Zwischenspeicherung von Daten aus. Das Blockschaltbild für die Anlage ist im Bild 3 abgebildet.

Am Eingabe- und Ausgabe-Port sind die Prozeßsignale angeschlossen. Da später das Steuerungsprogramm untersucht werden soll, sind die Port-Nummern und die Belegungen der Ein- und Ausgänge angegeben. Signalverstärker und Eingangsfiler sind ebenfalls nur als Block dargestellt.

Im nächsten Kapitel finden Sie ein Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage für einen Mikrocomputer. Es beginnt im Speicher üblicherweise ab der Speicheradresse 0000H.

Steuerung einer Paketwendeanlage

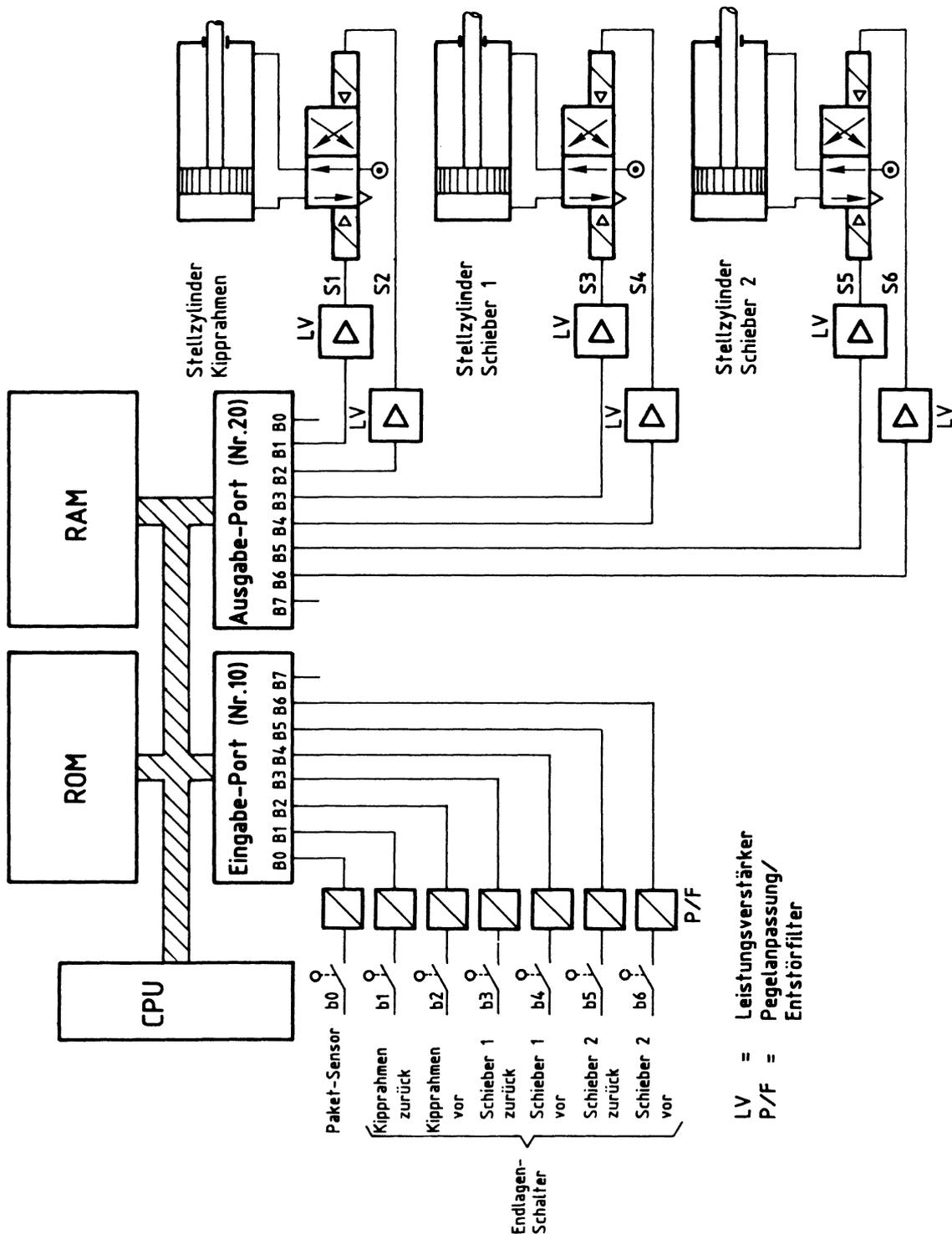


Bild 3: Hardware für computergesteuerte Paketwendeanlage

Steuerung einer Paketwendeanlage

3.2. Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage.

Bild 4 zeigt ein Programm für die Steuerung der Paketwendeanlage. Es ist in Maschinensprache in binärer und hexadezimaler Darstellung aufgelistet.

SPEICHER- ADR.	INHALT	
	BINÄR	HEX.
0000	00111110	3E
0001	00000000	00
0002	11010011	D3
0003	00100000	20
0004	11011011	DB
0005	00010000	10
0006	11100110	E6
0007	00000001	01
0008	11001010	CA
0009	00000100	04
000A	00000000	00
000B	00111110	3E
000C	00000100	04
000D	11010011	D3
000E	00100000	20
000F	11011011	DB
0010	00010000	10
0011	11100110	E6
0012	00000100	04
0013	11001010	CA
0014	00001111	0F
0015	00000000	00
0016	00111110	3E
0017	00010000	10
0018	11010011	D3
0019	00100000	20
001A	11011011	DB
001B	00010000	10
001C	11100110	E6
001D	00010000	10
001E	11001010	CA
001F	00011010	1A
0020	00000000	00
0021	00111110	3E
0022	00001000	08
0023	11010011	D3
0024	00100000	20
0025	11011011	DB
0026	00010000	10
0027	11100110	E6

Fortsetzung:

0028	00001000	08
0029	11001010	CA
002A	00100101	25
002B	00000000	00
002C	00111110	3E
002D	01000000	40
002E	11010011	D3
002F	00100000	20
0030	11011011	DB
0031	00010000	10
0032	11100110	E6
0033	01000000	40
0034	11001010	CA
0035	00110000	30
0036	00000000	00
0037	00111110	3E
0038	00100000	20
0039	11010011	D3
003A	00100000	20
003B	11011011	DB
003C	00010000	10
003D	11100110	E6
003E	00100000	20
003F	11001010	CA
0040	00111011	3B
0041	00000000	00
0042	00111110	3E
0043	00000010	02
0044	11010011	D3
0045	00100000	20
0046	11011011	DB
0047	00010000	10
0048	11100110	E6
0049	00000010	02
004A	11001010	CA
004B	01000110	46
004C	00000000	00
004D	11000011	C3
004E	00000000	00
004F	00000000	00

Bild 4 : Steuerungsprogramm für die Paketwendeanlage in binärer und hexadezimaler Darstellung

Programme, die in dieser Form vorliegen, nennt man Maschinenprogramme, weil sie den Speicherinhalt jeder Programmspeicherstelle so darstellen, wie er später im Speicher vorzufinden ist.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Für den Menschen ist allerdings bei dieser Darstellung der Programmablauf kaum zu erkennen. Wesentlich übersichtlicher und durchschaubarer wird das Programm, wenn man es im sogenannten mnemonischen- bzw. Assemblercode darstellt. Dies zeigt Bild 5.

Adr.	Masch.-Code	Assemb.-Code
0000	3E00	MVI A,00
0002	D320	OUT 20
0004	DB10	IN 10
0006	E601	ANI 01
0008	CA0400	JZ 0004
000B	3E04	MVI A,04
000D	D320	OUT 20
000F	DB10	IN 10
0011	E604	ANI 04
0013	CA0F00	JZ 000F
0016	3E10	MVI A,10
0018	D320	OUT 20
001A	DB10	IN 10
001C	E610	ANI 10
001E	CA1A00	JZ 001A
0021	3E08	MVI A,08
0023	D320	OUT 20
0025	DB10	IN 10
0027	E608	ANI 08
0029	CA2500	JZ 0025
002C	3E40	MVI A,40
002E	D320	OUT 20
0030	DB10	IN 10
0032	E640	ANI 40
0034	CA3000	JZ 0030
0037	3E20	MVI A,20
0039	D320	OUT 20
003B	DB10	IN 10
003D	E620	ANI 20
003F	CA3B00	JZ 003B
0042	3E02	MVI A,02
0044	D320	OUT 20
0046	DB10	IN 10
0048	E602	ANI 02
004A	CA4600	JZ 0046
004D	C30000	JMP 0000
		END

Bild 5 : Steuerungsprogramm der Paketwendeanlage im Assemblercode (auch mnemonischer Code genannt)

Mit zunehmender Programmlänge wird aber auch ein Assembler-Programm schnell undurchsichtig.

Abhilfe schafft hier eine Strukturierung (Struktur = Gliederung, Aufbau) des Programms in aufgabenbezogene Programmteile und eine gute Kommentierung, die hier gemeinsam erarbeitet werden soll. Wenn man das Programm in Bild 5 aufmerksam studiert, so erkennt man, daß die Befehlsfolge der ersten fünf Befehle siebenmal auftritt, jedoch mit veränderten Operanden. Da der Steuerungsablauf bekannt ist, ist zu vermuten, daß die sieben Befehlsfolgen mit den Prozeßschritten des Paketwendevorganges übereinstimmen, bei dem jeder Schritt des Steuerungsablaufs die gleiche Funktion hat:

Nach der Ansteuerung der Stellglieder muß auf eine bestimmte Rückmeldung gewartet werden.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Zur besseren Orientierung kennzeichnet man die Programmteile mit Kurznamen, z.B. SCHR1 oder S1VOR. Diese Kurznamen, man nennt sie auch Label, schreibt man vor den ersten Befehl eines Programmteiles und schließt sie mit einem Doppelpunkt (:) ab. Label (= Marke, Etikett) sollten so gewählt werden, daß aus ihnen die Aufgabe des Programmteils, das sie kennzeichnen, hervorgeht; z.B. S1VOR: für Schieber 1 nach vorn.

Darüberhinaus ist es sinnvoll, das Programm rechts um ein Kommentarfeld zu erweitern, in dem man die Aufgabe der Programmteile beschreibt (Bild 6).

Adr.	Masch.-Code	Labelfeld	Assembler-Code	Kommentar
0000 0002 0004 0006 0008	3E00 D320 DB10 E601 CA0400	SCHR1:	MVI A,00 OUT 20 IN 10 ANI 01 JZ 0004	Alle Ausgänge auf L-Pegel schalten Prüfen der Weiterschalt- bedingung
000B 000D 000F 0011 0013	3E04 D320 DB10 E604 CA0F00	KRVOR:	MVI A,04 OUT 20 IN 10 ANI 04 JZ 000F	Ausgang B2 einschalten, Kipprahmen vorsteuern
0016 0018 001A 001C 001E	3E10 D320 DB10 E610 CA1A00	S1VOR:	MVI A,10 OUT 20 IN 10 ANI 10 JZ 001A	Ausgang B4 einschalten, Schieber 1 vorsteuern
0021 0023 0025 0027 0029	3E08 D320 DB10 E608 CA2500	S1ZUR:	MVI A,08 OUT 20 IN 10 ANI 08 JZ 0025	Ausgang B3 einschalten Schieber 1 zurücksteuern
002C 002E 0030 0032 0034	3E40 D320 DB10 E640 CA3000	S2VOR:	MVI A,40 OUT 20 IN 10 ANI 40 JZ 0030	Ausgang B6 einschalten Schieber 2 vorsteuern
0037 0039 003B 003D 003F	3E20 D320 DB10 E620 CA3B00	S2ZUR:	MVI A,20 OUT 20 IN 10 ANI 20 JZ 003B	Ausgang B5 einschalten Schieber 2 zurücksteuern
0042 0044 0046 0048 004A	3E02 D320 DB10 E602 CA4600	KRZUR:	MVI A,02 OUT 20 IN 10 ANI 02 JZ 0046	Ausgang B1 einschalten Kipprahmen zurücksteuern
004D	C30000		JMP SCHR1	
		END		

Bild 6 : Assembler-Programm mit Labeln und Kommentaren

Steuerung einer Paketwendeanlage

Um noch weitere Einzelheiten im Programm erkennen zu können, muß man sich zunächst noch einmal mit der exakten Beschreibung des Prozeßablaufs beschäftigen.

3.3. Beschreibung von Prozeßabläufen durch Funktionsdiagramme

Da die Abläufe komplexer Prozesse meist unübersichtlich sind, wenn man sie mit Worten beschreibt, erweist es sich als sinnvoll, sie mit Hilfe von Funktionsdiagrammen darzustellen. In ihnen wird das Zusammenspiel der Anlage mit der Steuerung dadurch überschaubar, daß jedem Prozeßschritt die zugehörigen Steuerungssignale (Stell- und Rückmeldesignale) gegenübergestellt sind.

Für Prozesse mit Bewegungsfunktionen verwendet man sogenannte Weg-Zeit-Diagramme. In ihnen wird die Lage der Stellorgane in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Dabei wird die horizontale Zeitachse den aufeinanderfolgenden Prozeßschritten zugeordnet, während in der Vertikalen die Lage der Stellorgane aufgetragen wird. Eine Abwandlung der Weg-Zeit-Diagramme bilden die Signal-Zeit-Diagramme, in denen, abhängig vom Prozeßschritt, der Signalpegel der Schaltelemente aufgetragen wird. Bild 8 zeigt beide Diagramme für die Paketwendeanlage. Die in diesen Diagrammen verwendeten Abkürzungen sind in Bild 7 zusammengefaßt.

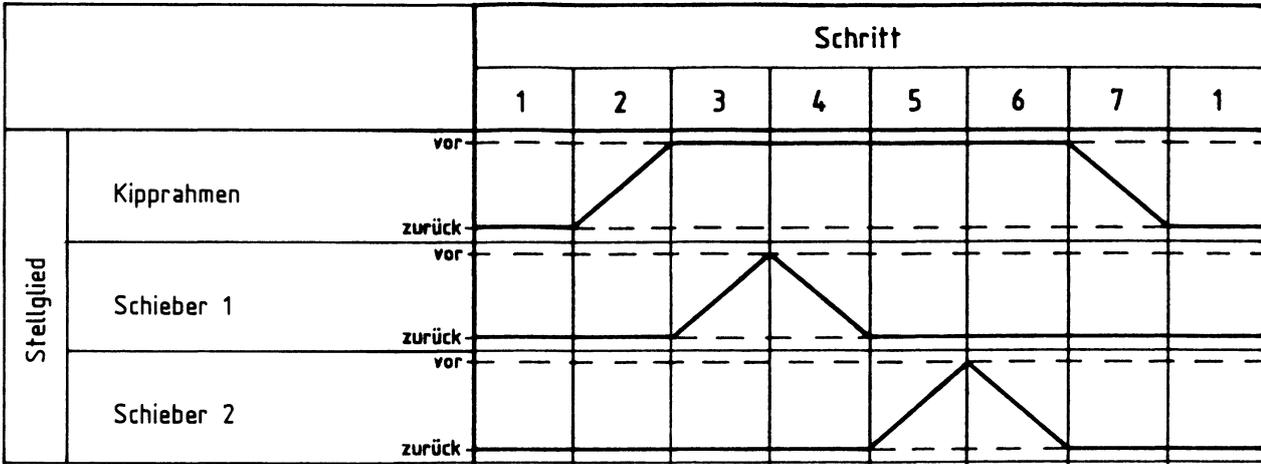
	Abkürzung	Bezeichnung
Magnetventil	S1	Kipprahmen zurück
	S2	- " - vor
	S3	Schieber 1 zurück
	S4	- " - vor
	S5	Schieber 2 zurück
	S6	- " - vor
Endschalter/ Sensor	b0	Paketsensor
	b1	Kipprahmen hinten
	b2	- " - vorne
	b3	Schieber 1 hinten
	b4	- " - 1 vorne
	b5	Schieber 2 hinten
b6	- " - 2 vorne	

Bild 7 : Bezeichnung der Prozeßsignale

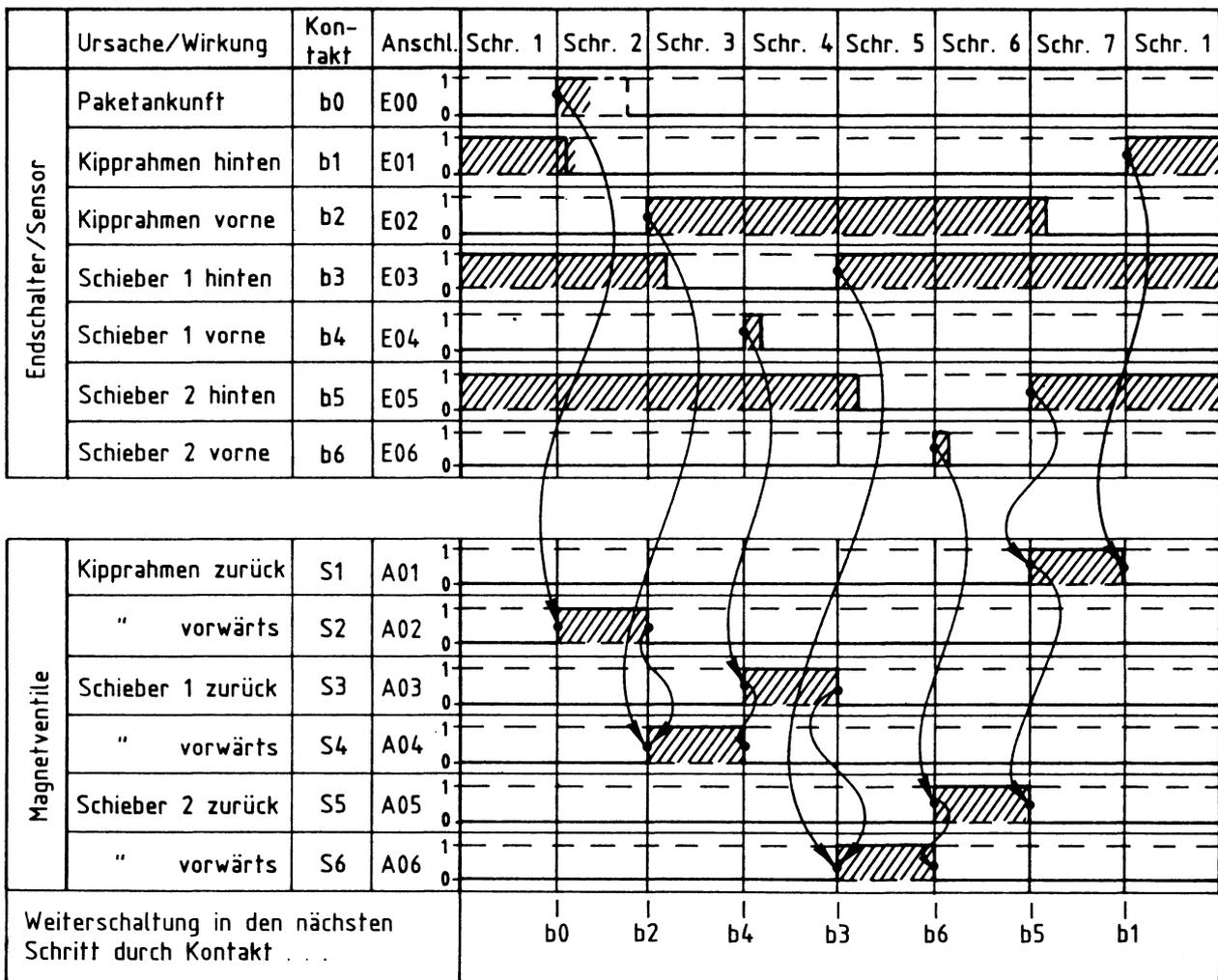
Bei Inbetriebnahme-, Wartungs- und Reparatur-Aufgaben sind diese Funktionsdiagramme besonders nützlich, da sie abhängig vom Prozeßschritt den Zustand der Signale anzeigen, den man dann meßtechnisch überprüfen kann.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Weg-Zeit-Diagramm



Signal-Zeit-Diagramm:



0 ≙ Kontakt offen
 1 ≙ Kontakt geschlossen

Bild 8 : Weg-Zeit- und Signal-Zeit-Diagramm zur Paketwendeanlage

Steuerung einer Paketwendeanlage

3.4. Überprüfen der Schaltersignale

Da ein Weiterschalten bei dieser Anlage stets durch ein bestimmtes Schaltersignal ausgelöst wird, muß dessen Signalzustand festgestellt werden.

Als Beispiel hierzu soll folgender Programmausschnitt aus dem "SCHR1" dienen, der in Bild 10 noch einmal dargestellt ist.

0004	DB 10	IN	10
0006	E6 01	ANI	01
0008	CA 0400	JZ	0004
		:	

Bild 10 : Programmausschnitt von "SCHR1"

Kurzbeschreibung des Programmausschnitts :

- 1.Operation: Lies die Signalkombination, die am Eingabeport mit der Nummer 10H ansteht in den Akkumulator ein.
- 2.Operation: Führe eine Bit- für Bit- UND- Verknüpfung der eingelesenen Bit-Kombination mit der Bit-Kombination "01" durch (bedingt durch den Befehl ANI 01).
- 3.Operation: Teste, ob das Ergebnis dieser UND-Verknüpfung Null ergeben hat. Wenn ja, lag die gewünschte Bit-Kombination "01" nicht vor. Durch den bedingten Sprungbefehl "JZ" wird der Prozessor dann veranlaßt, diesen Programmteil nochmals zu durchlaufen.

Ein Programmteil, der solange wiederholt durchlaufen wird, bis ein bestimmtes Ereignis eintritt, nennt man Warteschleife. Bild 11 zeigt anhand von zwei Fällen, wie die Warteschleife im Steuerungsschritt 1 wirkt.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Programmsegment		Fall 1	Fall 2	Kommentar
Adresse	Befehl	Verharren in der Warteschleife, solange der Paket-Sensor b0 "0"-Signal liefert	Übergang in den Schritt 2 nach Ankunft eines Pakets (b0 liefert 1-Signal)	
0004	IN 10	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> B7 B0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 0</div> <div style="text-align: center;">Eingabe-Port ↓ Akku</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 0</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> B7 B0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 1</div> <div style="text-align: center;">Eingabe-Port ↓ Akku</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 1</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div>	Der Signalzustand am Eingabe-Port wird in den Akku transportiert
0006	ANI 01	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 0</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">^</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0 0 0 0 0 0 0 1</div> <div style="text-align: center;">Maske</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0 0 0 0 0 0 0 0</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X X X X X X X 1</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">^</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0 0 0 0 0 0 0 1</div> <div style="text-align: center;">Maske</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0 0 0 0 0 0 0 1</div> <div style="text-align: center;">Akku</div> </div>	Bit für Bit wird der Akku-Inhalt mit der Maske 01 UND-verknüpft. Das Ergebnis wird wieder im Akku abgelegt
0008	JZ 0004	Der Sprungbefehl wird ausgeführt, weil die letzte Operation ein Null-Ergebnis lieferte (Jump on Zero). Die Weiterführung der Befehlsbearbeitung erfolgt bei der Adresse 0004	Der Sprungbefehl wird nicht ausgeführt, weil die letzte Operation kein Null-Ergebnis lieferte. Weiterführung der Befehlsbearbeitung bei Adresse 0008	

Bild 11 : Warteschleife im Steuerungsschritt 1

Dieser Lösungsweg (Algorithmus) zur Überprüfung von Bitmustern ist nur einer von vielen. Später sollen auch andere Lösungswege aufgezeigt werden. Welcher Weg beschritten wird, hängt weitgehend vom Programmierer ab. Im Einzelfall muß zum Verständnis eines Programmsegmentes Befehl für Befehl gedanklich abgearbeitet werden, um die Funktion und Methode erkennen zu können.

Zum Verständnis eines Programmes ist deshalb eine gute Kommentierung Voraussetzung. Eine weitere Verbesserung der Übersicht liefert auch die Kennzeichnung derjenigen Befehle mit einem vorangestellten Namen (Label), an deren Stelle der Prozessor nach Ausführung eines Sprungbefehls die Programmabarbeitung fortsetzt. Hier sind es jeweils die IN-Befehle, bei denen die Abarbeitung der Warteschleife beginnt. Diese müssen also mit einem Label versehen werden (vgl. Bild 6).

Zur Dokumentation eines Programms gehört aber auch die aktuelle Versionsnummer, Datum der letzten Änderung und der Name des Programmierers. Es ist auch hilfreich, in Kommentarzeilen die Namen und Bezeichnungen der Ein- und Ausgänge anzugeben, besonders dann, wenn mehrere Ein- und Ausgabeports verwendet werden. Eine Form der Dokumentierung des Steuerungsprogramms zeigt Bild 12. Das reine Assemblerprogramm heißt auch Source-Code (Quell-Code), das zugehörige Maschinenprogramm nennt man Object-Code. Mit Hilfe eines solchen Programmlistings kann man sich immer wieder schnell in den Programmablauf einarbeiten.

Steuerung einer Paketwendeanlage

```

;-----
;          P A K E T W E N D E A N L A G E
;          VERSIONS-NUMMER :  XX.YY
;          DATUM           :  TT.MM.JJJJ
;          PROGRAMMIERER   :  FRITZ MUELLER
;-----
0000 3E00   SCHR1:  MVI A,00   ;ALLE VENTILE AUSSCHALTEN
0002 D320           OUT 20
0004 DB10   WARTE1: IN 10   ;WARTEN, BIS PAKETSENSOR
0006 E601           ANI 01   ;DIE ANKUNFT EINES PAKETS
0008 CA0400          JZ WARTE1 ;ANZEIGT (B0=1)
;-----
000B 3E04   KRVOR:  MVI A,04   ;KIPPRAHMEN NACH VORN (S2=1)
000D D320           OUT 20
000F DB10   WARTE2: IN 10   ;WARTEN, BIS KIPPRAHMEN
0011 E604           ANI 04   ;DIE VORDRE ENDLAGE
0013 CA0F00          JZ WARTE2 ;ERREICHT HAT (B2=1)
;-----
0016 3E10   S1VOR:  MVI A,10   ;SCHIEBER 1 NACH VORN (S4=1)
0018 D320           OUT 20
001A DB10   WARTE3: IN 10   ;WARTEN, BIS SCHIEBER 1
001C E610           ANI 10   ;DIE VORDERE ENDLAGE
001E CA1A00          JZ WARTE3 ;ERREICHT HAT (B4=1)
;-----
0021 3E08   S1ZUR:  MVI A,08   ;SCHIEBER 1 ZURÜCK (S3=1)
0023 D320           OUT 20
0025 DB10   WARTE4: IN 10   ;WARTEN, BIS SCHIEBER 1
0027 E608           ANI 08   ;DIE HINTERE ENDLAGE
0029 CA2500          JZ WARTE4 ;ERREICHT HAT (B3=1)
;-----
002C 3E40   S2VOR:  MVI A,40   ;SCHIEBER 2 NACH VORN (S6=1)
002E D320           OUT 20
0030 DB10   WARTE5: IN 10   ;WARTEN, BIS SCHIEBER 2
0032 E640           ANI 40   ;DIE VORDERE ENDLAGE
0034 CA3000          JZ WARTE5 ;ERREICHT HAT (B6=1)
;-----
0037 3E20   S2ZUR:  MVI A,20   ;SCHIEBER 2 ZURÜCK (S5=1)
0039 D320           OUT 20
003B DB10   WARTE6: IN 10   ;WARTEN, BIS SCHIEBER 2
003D E620           ANI 20   ;DIE HINTERE ENDLAGE
003F CA3B00          JZ WARTE6 ;ERREICHT HAT (B5=1)
;-----
0042 3E02   KRZUR:  MVI A,02   ;KIPPRAHMEN ZURÜCK (S1=1)
0044 D320           OUT 20
0046 DB10   WARTE7: IN 10   ;WARTEN, BIS KIPPRAHMEN
0048 E602           ANI 02   ;DIE HINTERE ENDLAGE
004A CA4600          JZ WARTE7 ;ERREICHT HAT (B1=1)
;-----
004D C30000   FERTIG:  JMP SCHR1   ;WARTE AUF NÄCHSTES PAKET
;-----
END

```

Bild 12 : Programmlisting zur Steuerung der Paketwendeanlage

Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A1.1

Aufgabe A 1.1

Überprüfen Sie das Steuerungsprogramm (Bild 12) für die Paketwendeanlage, indem Sie den Ablauf am Mikrocomputer-System testen.

Geben Sie dazu das Programm mit Hilfe der Betriebsprogramm-Kommandos in den RAM-Bereich ein. Falls Sie kein reales Anlagenmodell besitzen, so kennzeichnen Sie die Buchsen der Ein- und Ausgabe-Baugruppe mit den Namen der jeweiligen Signale. Besonders hilfreich ist aber auch die Erstellung eines schematischen Modells (Simulator) entsprechend der im Anhang beschriebenen Bauanleitung; es erleichtert die Orientierung im Prozeßablauf. Nehmen Sie auch das Weg-Zeit-/ Signal-Zeit-Diagramm (Bild 8) für die Verfolgung und Simulation des Prozeßablaufs zur Hilfe.

Bevor Sie das eingegebene Programm starten, stellen Sie zunächst die Ausgangslage am Simulator bzw. an den Schaltern der Eingabebaugruppe ein. Überlegen Sie sich hierzu, welchen Zustand die jeweiligen Endschalter der Paketwendeanlage eingenommen haben müssen.

b0= __	b1= __	b2= __	b3= __	b4= __	b5= __	b6= __
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Starten Sie nun das Programm und protokollieren Sie Ihre Beobachtungen.

Beobachtungen:

Nach dem Start des Programmes :

Nach kurzzeitiger Betätigung von b0 :



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A1.2

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Kipp-
rahmen (b1 und b2) :

b1 und b2 aus :	_____ _____
b2 ein :	_____ _____

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Schieber 1
(b3 und b4) :

b3 und b4 aus :	_____ _____
b4 ein :	_____ _____
b4 aus :	_____ _____
b3 ein :	_____ _____

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Schieber 2
(b5 und b6) :

b5 und b6 aus :	_____ _____
b6 ein :	_____ _____
b6 aus :	_____ _____
b5 ein :	_____ _____

Simulieren Sie zum Schluß noch das Wiedererreichen des Anfangszu-
standes.



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A3

Aufgabe A 3.1

Aufgrund einer Störung an der Paketwende-Anlage wird beim Ablauf mit dem Erreichen der vorderen Endlage von Schieber 1 der Endschalter b4 nicht betätigt. Welche Folgen hat diese Störung?

Antwort : _____

Aufgabe A 3.2

Nachdem der Paket-Sensor b0 dem Mikrocomputer die Ankunft eines Paketes gemeldet hat, betätigt die Mikrocomputer-Steuerung gleichzeitig den Kipprahmen und den Schieber 1, so daß es zu einem folgenschweren Zusammenstoß dieser beiden Maschinenteile gekommen ist. Was war die wahrscheinliche Fehlerursache?

Antwort : _____

Aufgabe A 3.3

Schieber 1 ist aufgrund der noch nicht ausgeführten Neueinstellung der Druckluft und Drosselung am Stellzylinder erheblich langsamer als Schieber 2. Was passiert, wenn in diesem Fall gleichzeitig eine Störung am Endschalter b3 auftritt, und dieser unabhängig von der Schieberstellung betätigt bleibt?

Antwort : _____



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A4

Aufgabe A 4.1

In den Aufgaben A 3.2 und A 3.3 sind Maschinenstörungen beschrieben, die durch defekte Endschalter ausgelöst wurden. Wie können solche folgenschweren Störungen auf der Steuerungsseite vermieden werden?

Antwort :

Steuerung einer Paketwendeanlage

4. Programmablaufpläne

Am Beispiel der Paketwendeanlage ist zu erkennen, daß die Funktionsweise einer Anlage nur überschaubar wird, wenn man sie mit geeigneten Hilfsmitteln beschreibt. Zwei solcher Hilfsmittel, das Weg-Zeit- und das Signal-Zeit-Diagramm, wurden bereits vorgestellt. Im folgenden wird gezeigt, wie man Prozeßabläufe mit Hilfe von Programmablaufplänen oder Flußdiagrammen verdeutlicht. Die Aktionen oder Operationen innerhalb eines Funktionsablaufs werden in solchen Diagrammen in einer Folge von Blöcken dargestellt, die in zeitlicher Reihenfolge (Pfeilrichtung) durchlaufen werden. Bild 13 zeigt den Programmablauf für die Paketwendeanlage.

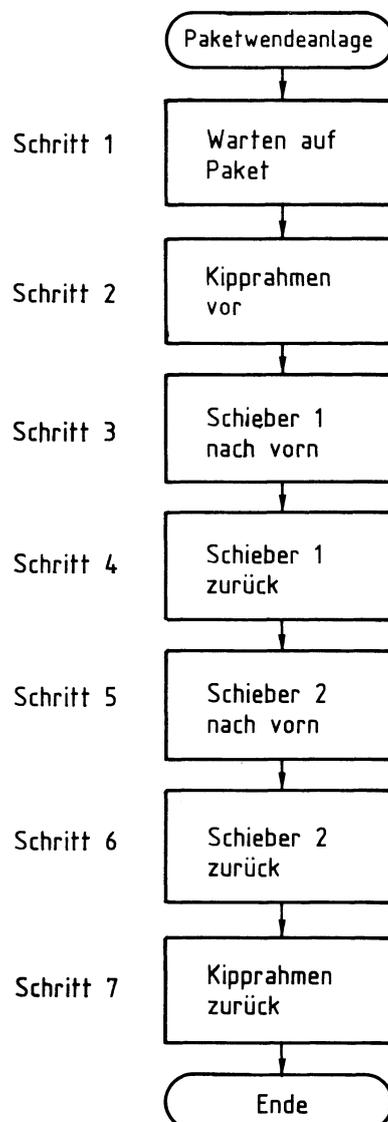


Bild 13 : Programmablaufplan Paketwendeanlage

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die jeweilige Operation oder Aktion, die in einem Block ausgeführt wird, ist in den Block eingetragen. Das mit diesen Symbolen aufgebaute Flußdiagramm stellt natürlich nur eine grobe Beschreibung des Prozeßablaufs dar. Es ist jedoch auf einen Blick zu erkennen, wieviele und welche Aktionen für die Steuerung der Paketwendeanlage ausgeführt werden müssen.

Wenn die einzelnen Aktionen genauer beschrieben werden sollen, benötigt man weitere Symbole oder Sinnbilder. In Bild 14 sind z.B. die Aktionen vom Schritt 3 "Schieber 1 nach vorn" detaillierter dargestellt.

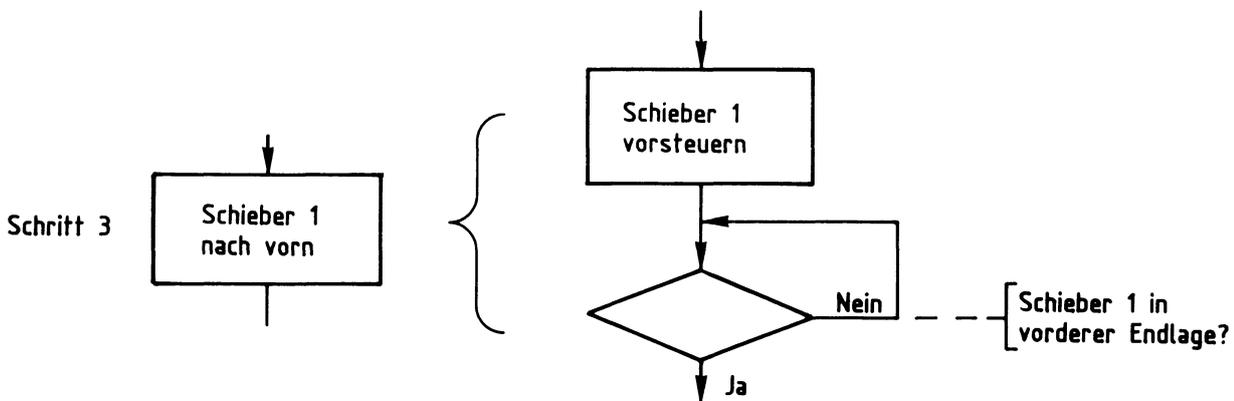


Bild 14 : Programmablaufplan für den Funktionsschritt 3

Im Aktionsblock ist wieder die auszuführende Operation eingetragen. Das nachfolgende Symbol (Raute) stellt eine Sonderform einer sogenannten Verzweigung dar, deren allgemeine Form im Bild 15 abgebildet ist. In einer Bemerkungsklammer wird neben dem Rautensymbol die Verzweigungsbedingung angegeben. Oft wird diese Bedingung aber auch in das Rautensymbol eingetragen.

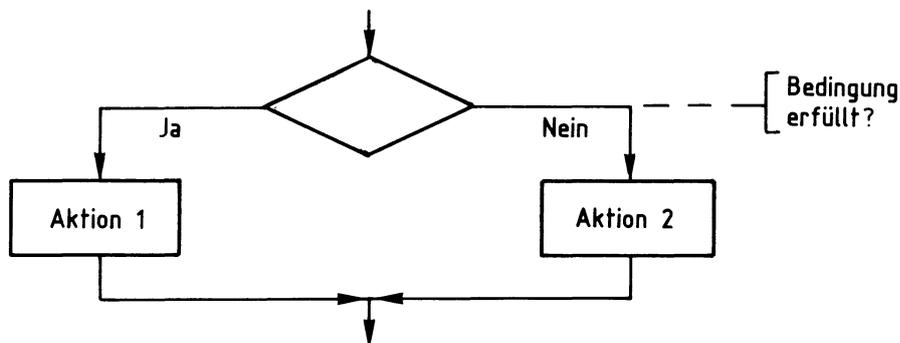


Bild 15 : Darstellung einer Verzweigung

Steuerung einer Paketwendeanlage

Der Programmablauf wird in Abhängigkeit von dieser Bedingung entweder mit der Aktion 1 oder der Aktion 2 fortgesetzt. Die Darstellung im Bild 14 symbolisiert auch eine Verzweigung, hier jedoch in Form einer Schleife, die solange durchlaufen wird, bis der Schieber 1 die vordere Endlage erreicht hat. Mit Hilfe der Aktionsblöcke, der Verzweigungen und daraus gebildeter Schleifen, die im Bild 16 noch einmal allgemeingültig dargestellt sind, lassen sich grundsätzlich alle Funktionszusammenhänge beschreiben.

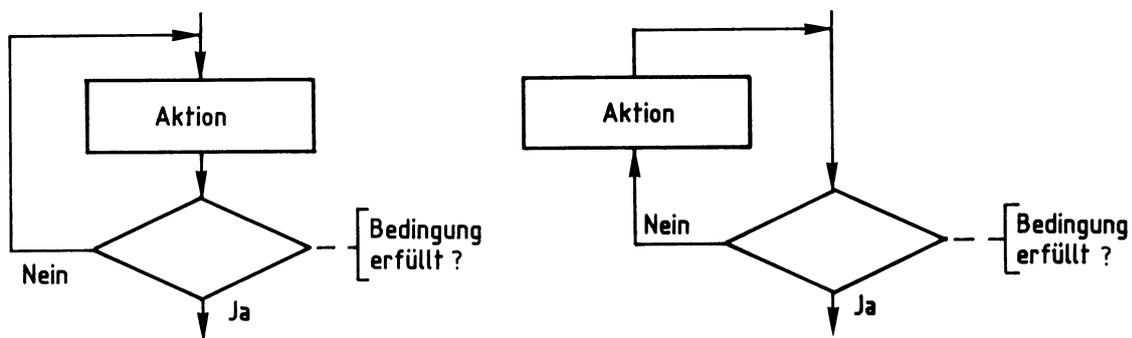


Bild 16 : Darstellung von Schleifen

Wichtige Symbole für Programmablaufpläne, deren Bedeutung nach DIN 66001 festgelegt ist, sind in Bild 17 dargestellt.

Steuerung einer Paketwendeanlage

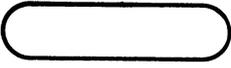
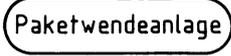
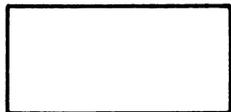
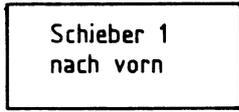
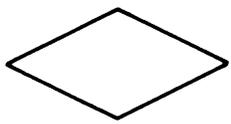
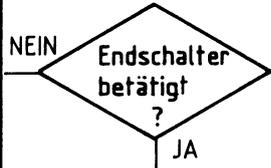
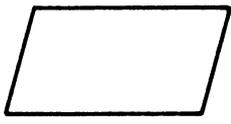
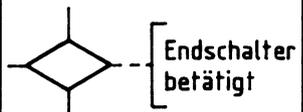
Symbol	Bedeutung	Beispiel
	Grenzstelle	z.B. Anfang, Ende, Programmname 
	Operation allgemein	
	Verzweigung	
	Eingabe, Ausgabe	
	Ablauflinie	
	Übergangsstelle	
	Bemerkung	

Bild 17 : Symbole für Programmablaufpläne

Mit diesen Symbolen sollen nun zwei verschiedene Flußdiagramme gezeigt werden, die den Steuerungsablauf aus verschiedenen Blickwinkeln wiedergeben.

Die erste Darstellung in Bild 18 dient dazu, sich schnell einen allgemeinen Überblick über den Funktionsablauf von Steuerung und Prozeß zu verschaffen.

Steuerung einer Paketwendeanlage

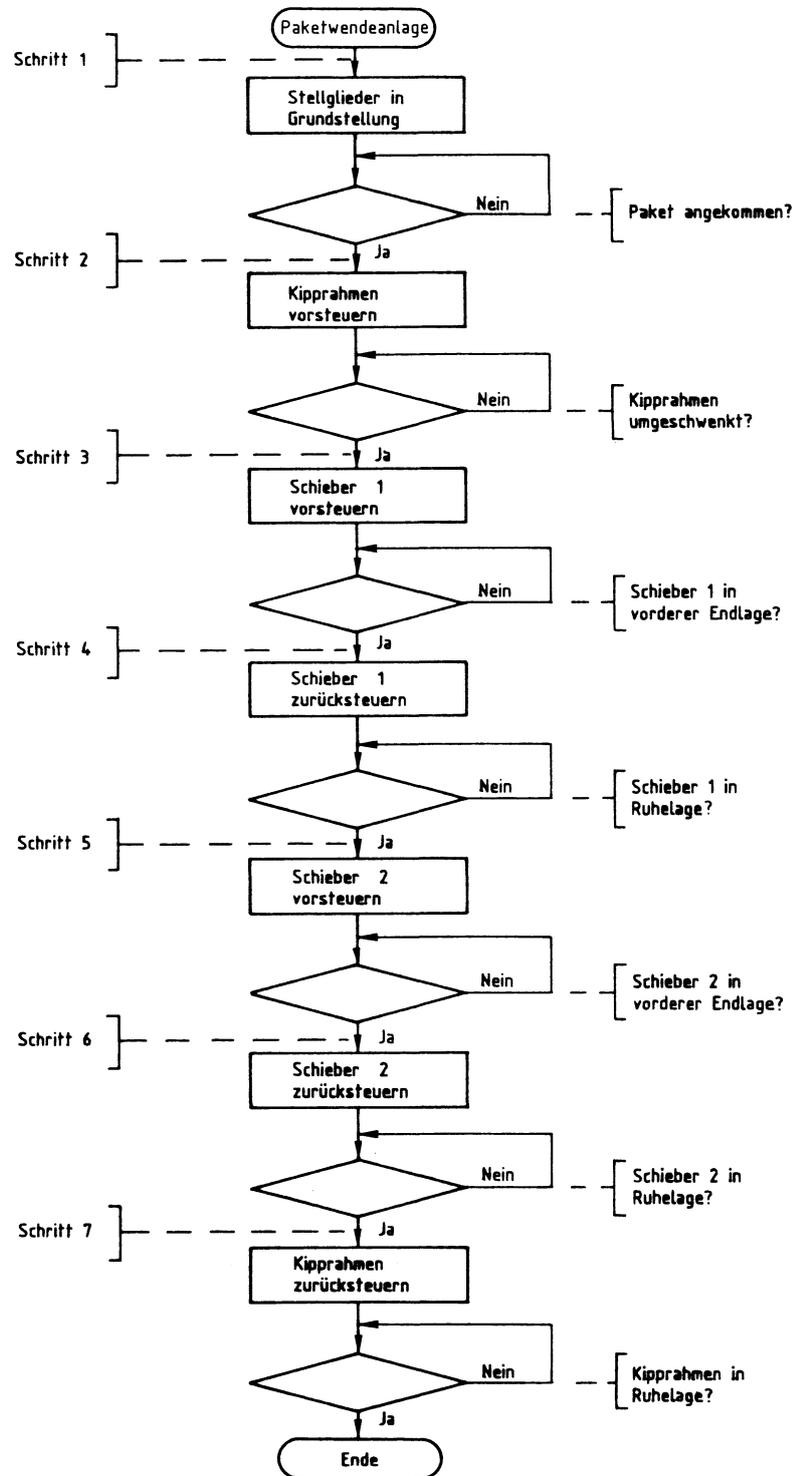


Bild 18 : Programmablaufplan "Paketwendeanlage", Prozeßablauf

Gegenüber einer sprachlichen Funktionsbeschreibung läßt diese Darstellung sofort alle sich wiederholenden Funktionsschritte erkennen.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Für Wartungs- und Reparaturaufgaben ist es aber wichtiger, sich schnell einen Überblick über die Lage der Stellglieder und Sensoren im entsprechenden Funktionsschritt zu verschaffen. Das ermöglicht dann eine schnelle Diagnose eventueller Fehlerursachen. Ein Flußdiagramm, das sich hierzu eignet, zeigt Bild 19.

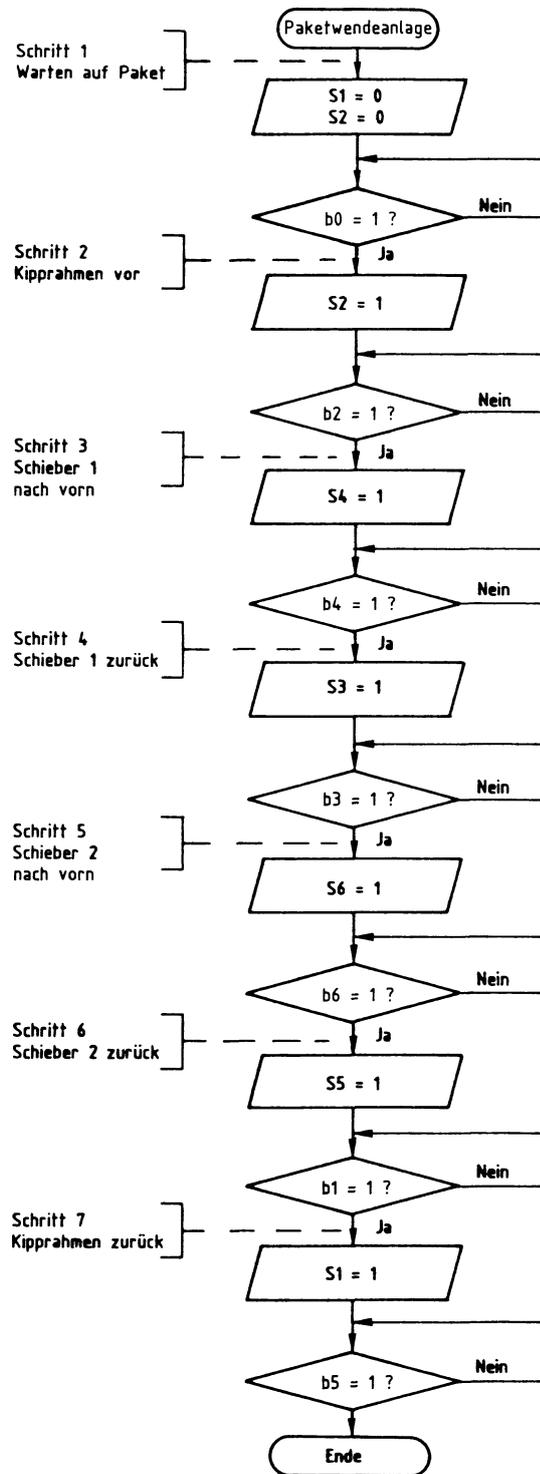


Bild 19 : Programmablaufplan "Paketwendeanlage", Stellglieder- und Sensorensignale

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die bisher vorgestellten Programmablaufpläne lassen schon die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten erkennen. Besonders wichtig sind sie aber für die Beschreibung programmiertechnischer Lösungen, wozu sie später ebenfalls verwendet werden sollen.

Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

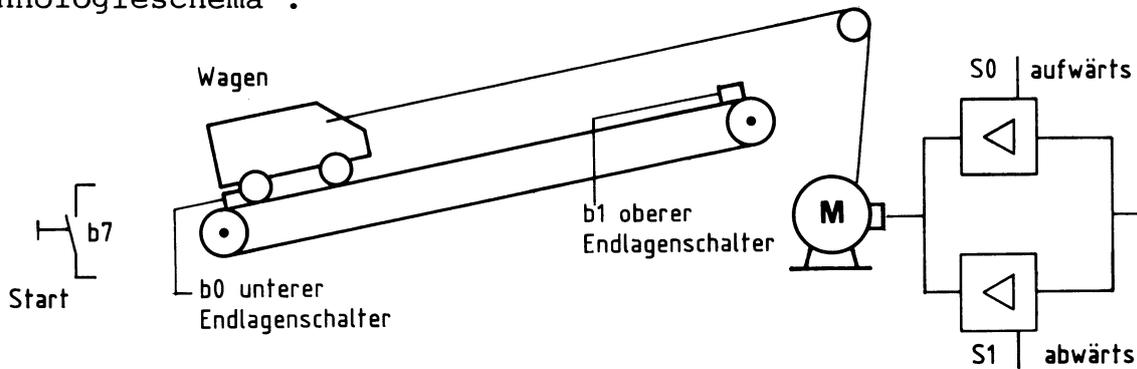
Aufgabe A 5.1

A5.1

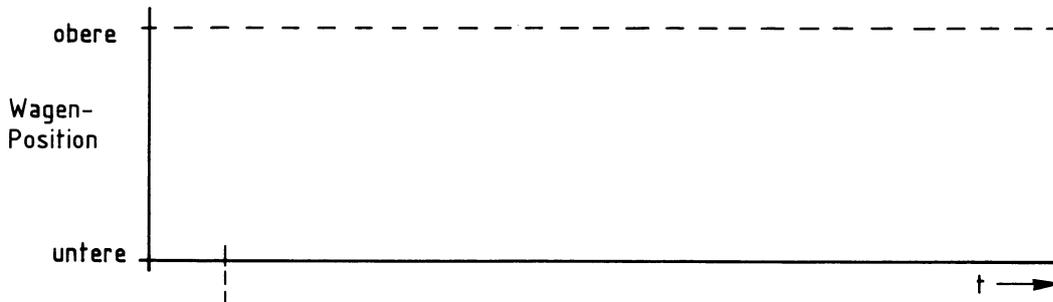
Skizzieren Sie das Weg-Zeit- und das Signal-Zeit-Diagramm für die folgende Steuerungsaufgabe.

Ein Schrägaufzug soll nach Betätigung des Starttasters hochgezogen werden. Beim Erreichen der oberen Endlage soll die Bewegungsrichtung des Wagens umgeschaltet werden. Erreicht er dann den unteren Endschalter wieder, so ist der Steuerungsablauf beendet. Erst mit erneuter Betätigung des Starttasters kann der Ablauf wiederholt werden.

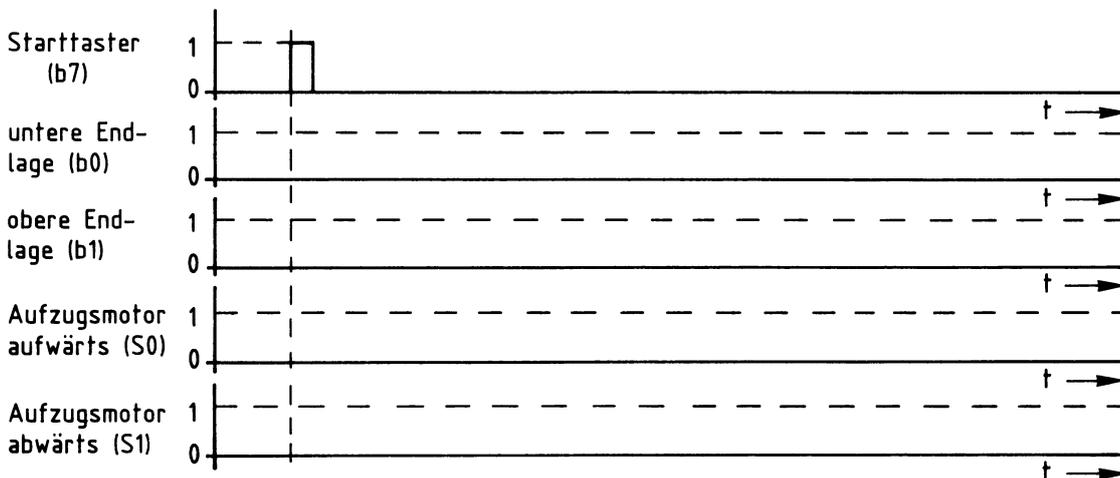
Technologieschema :



Weg-Zeit-Diagramm:



Signal-Zeit-Diagramm:



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Aufgabe A 5.2

A5.2

Entwerfen Sie einen Programmablaufplan für die Steuerungsaufgabe A 5.1. Benutzen Sie hierzu die im Technologieschema angegebenen Kurzzeichen für die Schaltelemente und Leistungsstellglieder.

Programmablaufplan :



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

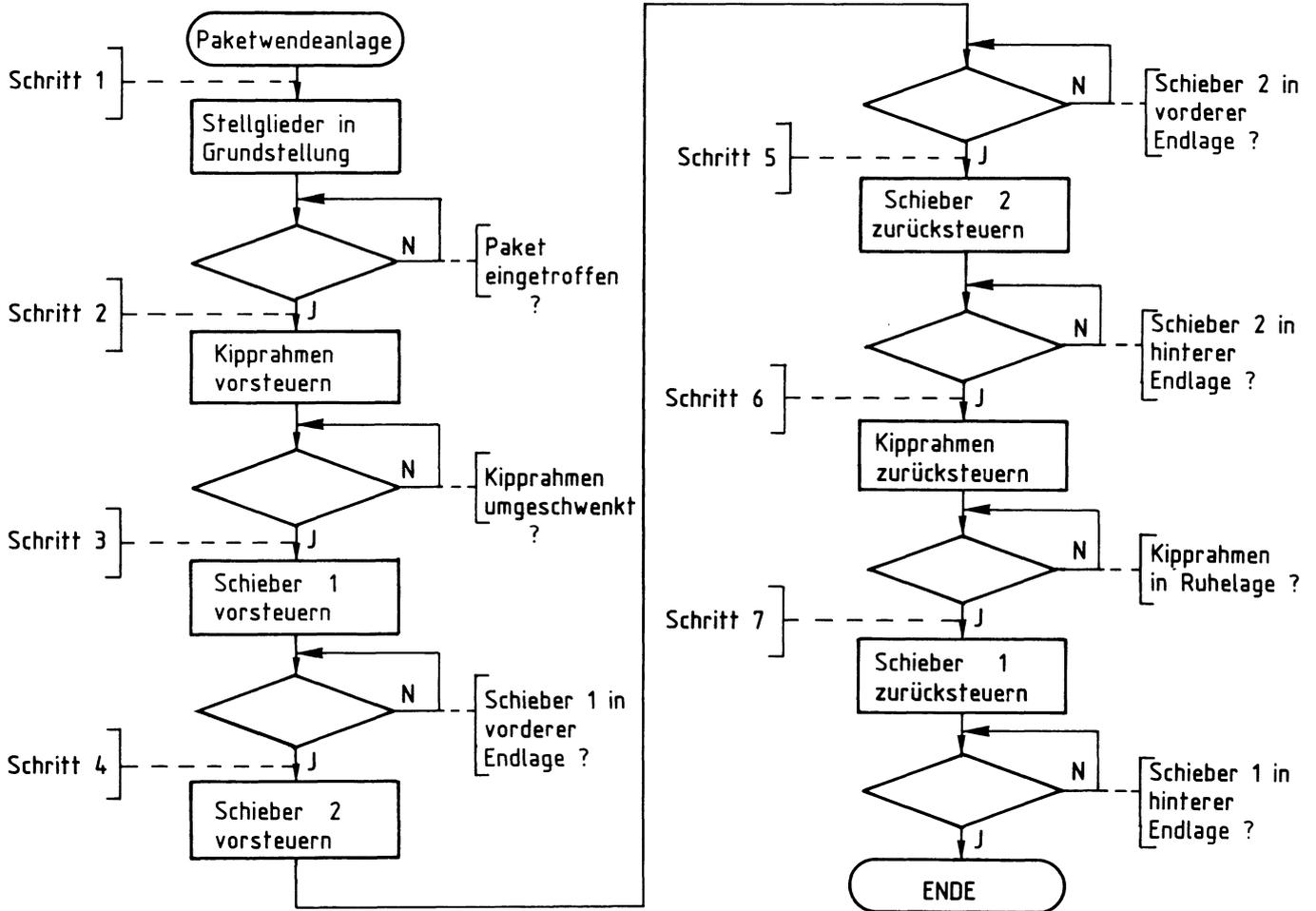
Aufgabe A 6

A6

Die untenstehende Zeichnung zeigt einen fehlerhaften Programmablaufplan für die Paketwendeanlage.

Was ist an diesem Ablaufplan falsch und welche Folgen hätte der Fehler ?

Antwort :



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

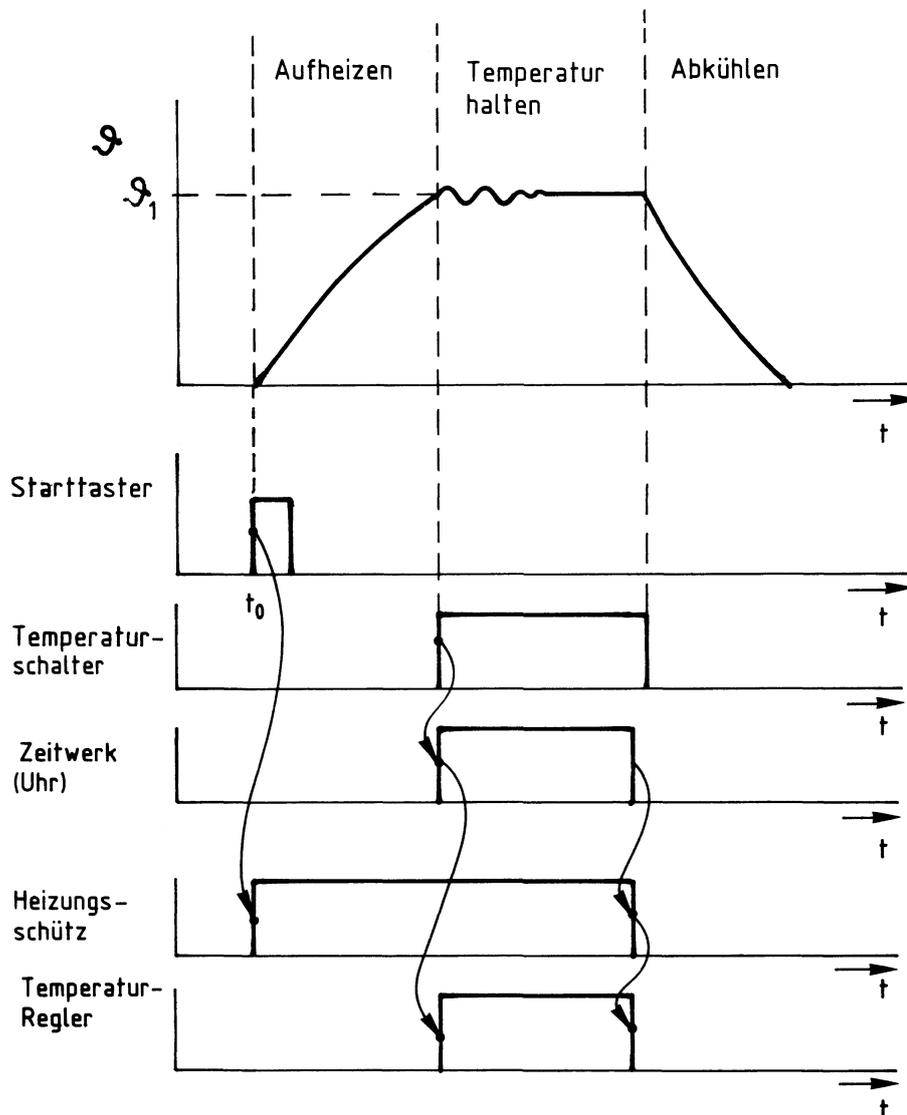
Datum: _____

Aufgabe A 7

A7.1

Entwerfen Sie zu folgendem Temperatur-Zeit-Diagramm einen Programmablaufplan.

Temperatur- und Signal-Zeit-Diagramm :



Name:

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum:

Programmablaufplan :

A7.2

Steuerung einer Paketwendeanlage

5. Programmieretechnik

Das bisher beschriebene Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage stellt die schrittweise Umsetzung des Programmablaufplanes (Bild 19) in entsprechende Befehle des Mikrocomputers dar. Anlagenspezifische Sicherheitsbedingungen sind in diesem einfachen Programm noch nicht berücksichtigt. Im folgenden soll ein Steuerungsprogramm beschrieben werden, in dem einige, für den Paketwende-prozeß kritische, Zustände beachtet werden, weil solche kritischen Zustände bei Steuerungen von beweglichen Teilen oft mit Gefahren für Mensch und Maschine verbunden sind. Zunächst wird der Programmablaufplan auf solche kritischen Zustände hin untersucht und an entsprechenden Stellen mit Bemerkungen versehen (Bild 20).

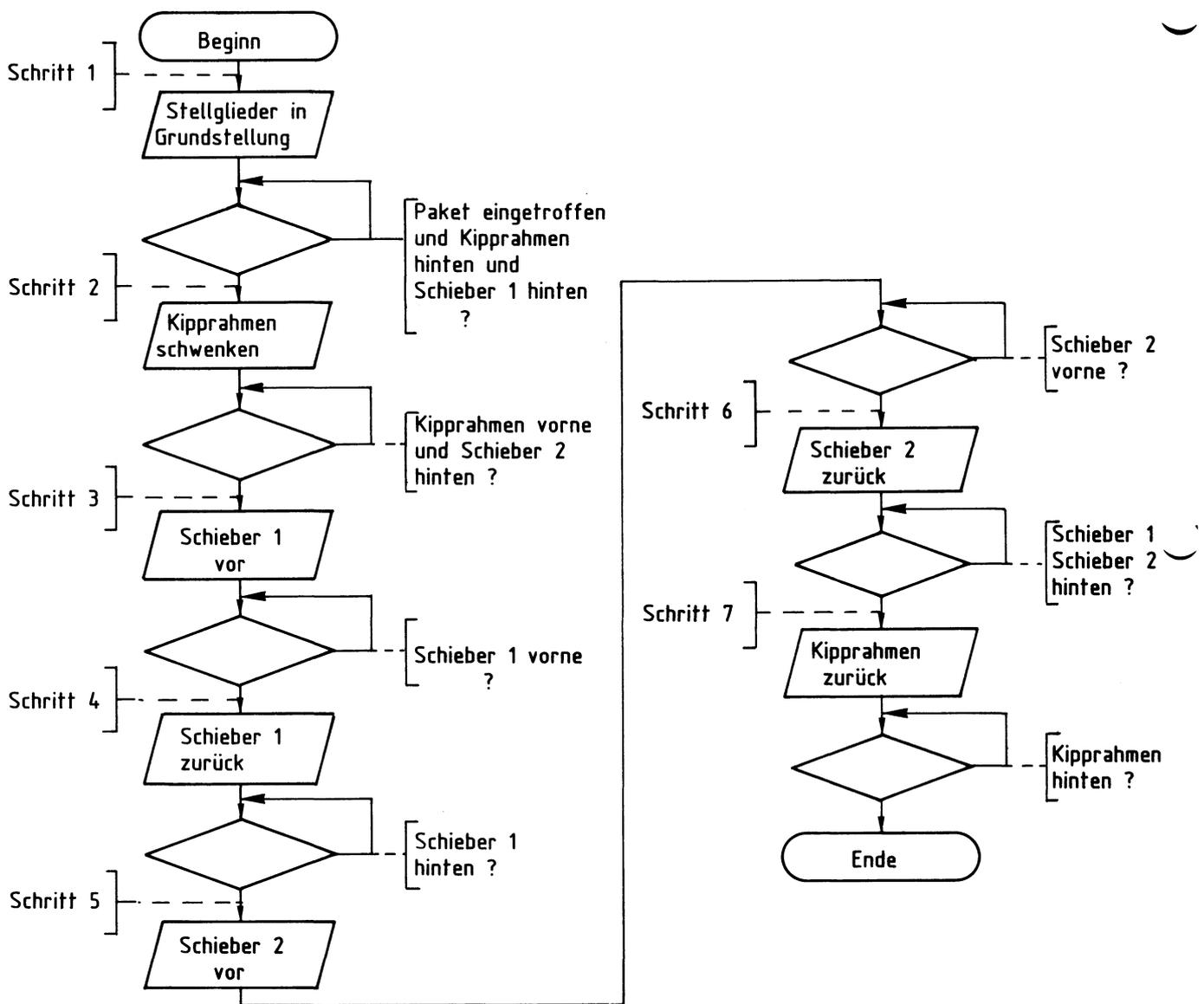


Bild 20 : Programmablaufplan mit Berücksichtigung von Sicherheitsbedingungen

Steuerung einer Paketwendeanlage

Um mögliche Kollisionen zu vermeiden, macht man ein Weiterschalten zum nächsten Schritt nun nicht mehr lediglich vom Zustand eines einzigen Endlagenschalters abhängig, sondern auch von den Zuständen anderer Sensoren, mit denen man die augenblickliche Position weiterer Stellglieder mit in die Weiterschaltbedingung einbezieht.

Faßt man die kritischen Punkte zusammen, so ergeben sich folgende Weiterschaltbedingungen :

- Übergang von Schritt 1 nach Schritt 2

Der Kipprahmen darf nur dann geschwenkt werden, wenn nach Ankunft eines Paketes auch sichergestellt ist, daß der Schieber 1 in der hinteren Endlage ist. Es müssen also, neben dem Paketsensor b0, auch die beiden Endschalter für den Schieber 1, b3 und b4 überprüft werden.

Daraus ergibt sich an der Eingabebaugruppe des Mikrocomputers folgende Bitkombination als Weiterschaltbedingung :

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
X	X	X	0	1	X	X	1

- Übergang von Schritt 2 nach Schritt 3

Dieser Übergang darf nur dann erfolgen, wenn der Kipprahmen seine hintere Endlage erreicht hat (b2=1) und sich Schieber 2 in der hinteren Endlage befindet (b5=1, b6=0). Die erforderliche Bitkombination an der Eingabebaugruppe des Mikrocomputers :

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
X	0	1	X	X	1	X	X

- Die Schritte 3 bis 6 sind nicht sicherheitskritisch, daher werden sie nicht von weiteren Bedingungen abhängig gemacht.

- Übergang von Schritt 6 nach Schritt 7

Dieser Übergang darf nur dann erfolgen, wenn Schieber 2 wieder und Schieber 1 sicher in hinterer Endlage sind (b5=1, b3=1, b4=0). Daraus ergibt sich an der Eingabebaugruppe des Mikrocomputers folgende Bitkombination :

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
X	X	1	0	1	X	X	X

Steuerung einer Paketwendeanlage

Das gezielte Auswählen, Ignorieren, Setzen oder Löschen einzelner Bits oder Bitmuster nennt man "Maskieren". Die hierzu notwendige Konstante heißt "Maske". Das Ignorieren (unwirksam machen) der Bits wird auch als "Ausblenden" bezeichnet. Die Maskierungstechnik wird oft im Zusammenhang mit Programmverzweigungen angewendet.

Die Konstante, mit der die ODER-Verknüpfung durchgeführt werden muß, kann auf folgende Weise ermittelt werden : Alle Bitstellen, die ein für die Weiterschaltung wichtiges Signal liefern, müssen eine 0 enthalten, alle anderen Stellen hingegen müssen auf 1-Signal gesetzt werden.

Zur Überprüfung von Sicherheitsbedingungen ist es sinnvoll, kritische Endlagen durch beide Endlagenschalterzustände zu erfassen. Das führt aber dazu, daß ein Weiterschalten nur dann erfolgen darf, wenn im Akkumulator, nach der Maskierung, neben vielen Einsen auch noch Nullen vorhanden sind. Bild 22 zeigt am Beispiel der Abfrage im Schritt 1 die möglichen Bitkombinationen, die nach der Maskierung im Akkumulator vorhanden wären.

Steuerung einer Paketwendeanlage

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
Befehlsfolge	Paket noch nicht eingetroffen. Schieber 1 in hinterer Endlage Endschalter b3/b4 ok. 	Paket eingetroffen Schieber 1 hinten. Endschalter b4 defekt dauernd 1-Signal. (z.B. Kontakt verklebt.)	Paket eingetroffen Schieber 1 hinten, Endschalter b3 defekt dauernd 0-Signal (z.B. Leitungsbruch)	Paket eingetroffen Schieber 1 hinten, Endschalter b3/b4 in Ordnung (Weiterschaltbedingung erfüllt)
IN 10				
ORI E6				
	EE Akkuwert Hex.	FF	E7	EF

X bedeutet, die Bits können 1- oder 0-Signal führen

Bild 22 : Inhalt des Akkumulators nach der Maskierung für 4 verschiedene Fälle

Man erkennt, daß nach Abarbeitung der Befehlsfolge nur diejenigen Bits (B0, B3, B4) unverändert im Akkumulator stehen, deren Zustände für die Weiterschaltbedingung wichtig sind. Alle anderen Bits wurden auf 1-Signal gesetzt. Überprüfen Sie dies einmal für eine Eingabe-Bitkombination, bei der Sie den mit "X" bezeichneten Bits beliebige Pegelwerte zuordnen. Bild 22 zeigt außerdem, daß für das Weiterschalten in den nächsten Prozeßschritt nur ein einziger Wert im Akkumulator (EFH) geeignet ist, und daß dieser Wert nicht 00H oder FFH ist.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Grundsätzlich besteht nun die Aufgabe darin, aus dem Auftreten einer ganz bestimmten Bitkombination im Akkumulator (hier EFH) ein Weiterschalten in den nächsten Prozeßschritt abzuleiten, und bei allen anderen Kombinationen im derzeitigen Prozeßschritt zu bleiben.

5.2. Warteschleifen

Zur Lösung dieser Aufgabe gibt es mehrere Möglichkeiten. Die hier beschriebene besteht darin, den Inhalt des Akkumulators mit einer Konstanten bitweise "EXCLUSIV-ODER" zu verknüpfen und aus dem Ergebnis dieser Verknüpfung ein Weiterschalten zum nächsten Prozeßschritt bzw. ein Verharren im laufenden Prozeßschritt abzuleiten. Der hierzu benutzte Befehl mit dem mnemonischen Code 'XRI' gehört, wie die bisher beschriebenen Befehle 'ANI' und 'ORI' zu den Verarbeitungsbefehlen. Fügt man nun im Programm an die vorher beschriebene Befehlssequenz den Befehl 'XRI EF' an, so erhält man für die beschriebenen 4 Fälle die in Bild 23 dargestellten Ergebnisse:

		Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
Marke	Befehl	Paket noch nicht eingetroffen	Endschalter b4 defeket, dauernd 1-Signal	Endschalter b3 defeket, dauernd 0-Signal	Alle Bedingungen zum Weiterschalten erfüllt
WART1	IN 10 ORI E6	⋮ ⋮ ⋮ 1 1 1 0 1 1 1 0 Akkumulator	⋮ ⋮ ⋮ 1 1 1 1 1 1 1 1	⋮ ⋮ ⋮ 1 1 1 0 0 1 1 1	⋮ ⋮ ⋮ 1 1 1 0 1 1 1 1
	XRI EF	1 1 1 0 1 1 1 0 Akkumulator Maske 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 Akkumulator	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0	1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0	1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
	JNZ WART1	Der Sprung wird ausgeführt, da das Ergebnis der letzten Operation (XRI EF) nicht Null (NZ) ist.	Sprung nach WART 1	Sprung nach WART 1	Der Sprung wird nicht ausgeführt. Das Ergebnis war Null. Daher wird jetzt die Warteschleife verlassen
		Verharren im laufenden Prozeßschritt (Warteschleife)			zum folg. Proz.schr.

Bild 23 : Warteschleife unter Berücksichtigung von Sicherheitsbedingungen

Steuerung einer Paketwendeanlage

Mit den Befehlen, ORI und XRI können nun alle anderen wichtigen Weiterschaltbedingungen abgefragt werden.

Das Verfahren hierbei ist bei allen Steuerungsaufgaben stets gleich.

- Zunächst werden die Bits, die im Moment nicht wichtig sind, ausgeblendet.
- Anschließend wird überprüft, ob die wichtigen Bedingungen erfüllt sind.
- Aus dem Ergebnis der Überprüfung werden durch bedingte Sprünge Programmverzweigungen abgeleitet.

Im folgenden sind für jeden Schritt des Paketwendeprozesses die benötigten Konstanten für die Maskierung und die anschließende Überprüfung dargestellt.

Schritt 2 > Schritt 3

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	0	1	X	X	1	X	X	/	Weiterschaltbedingung
1	0	0	1	1	0	1	1	9 B	Konstante für ORI
1	0	1	1	1	1	1	1	B F	Konstante für XRI

Schritt 3 > Schritt 4

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	X	X	1	X	X	X	X	/	Weiterschaltbedingung
1	1	1	0	1	1	1	1	E F	Konstante für ORI
1	1	1	1	1	1	1	1	F F	Konstante für XRI

Schritt 4 > Schritt 5

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	X	X	X	1	X	X	X	/	Weiteschaltbedingung
1	1	1	1	0	1	1	1	F 7	Konstante für ORI
1	1	1	1	1	1	1	1	F F	Konstante für XRI

Steuerung einer Paketwendeanlage

Schritt 5 > Schritt 6

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	1	X	X	X	X	X	X	/	Weiterschaltbedingung
1	0	1	1	1	1	1	1	B F	Konstante für ORI
1	1	1	1	1	1	1	1	F F	Konstante für XRI

Schritt 6 > Schritt 7

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	X	1	0	1	X	X	X	/	Weiterschaltbedingung
1	1	0	0	0	1	1	1	C 7	Konstante für ORI
1	1	1	0	1	1	1	1	E F	Konstante für XRI

Schritt 7 > Schritt 1

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	hex.	Bemerkung
X	X	X	X	X	X	1	X	/	Weiterschaltbedingung
1	1	1	1	1	1	0	1	F D	Konstante für ORI
1	1	1	1	1	1	1	1	F F	Konstante für XRI

Mit diesen Konstanten und der Anwendung der oben eingeführten Programmiertechnik ergibt sich für die Paketwendeanlage das in Bild 24 dargestellte Programm.

Steuerung einer Paketwendeanlage

```

E000 3E 00    SCHR1: MVI  A,00
E002 D3 20          OUT  20
E004 DB 10    WART1: IN   10
E006 F6 E6          ORI  E6
E008 EE EF          XRI  EF
E00A C2 04E0       JNZ  WART1
-----
E00D 3E 04    KRVOR: MVI  A,04
E00F D3 20          OUT  20
E011 DB 10    WART2: IN   10
E013 F6 9B          ORI  9B
E015 EE BF          XRI  BF
E017 C2 11E0       JNZ  WART2
-----
E01A 3E 10    S1VOR: MVI  A,10
E01C D3 20          OUT  20
E01E DB 10    WART3: IN   10
E020 F6 EF          ORI  EF
E022 EE FF          XRI  FF
E024 C2 1EE0       JNZ  WART3
-----
E027 3E 08    S1ZUR: MVI  A,08
E029 D3 20          OUT  20
E02B DB 10    WART4: IN   10
E02D F6 F7          ORI  F7
E02F EE FF          XRI  FF
E031 C2 2BE0       JNZ  WART4
-----
E034 3E 40    S2VOR: MVI  A,40
E036 D3 20          OUT  20
E038 DB 10    WART5: IN   10
E03A F6 BF          ORI  BF
E03C EE FF          XRI  FF
E03E C2 38E0       JNZ  WART5
-----
E041 3E 20    S2ZUR: MVI  A,20
E043 D3 20          OUT  20
E045 DB 10    WART6: IN   10
E047 F6 C7          ORI  C7
E049 EE EF          XRI  EF
E04B C2 45E0       JNZ  WART6
-----
E04E 3E 02    KRZUR: MVI  A,02
E050 D3 20          OUT  20
E052 DB 10    WART7: IN   10
E054 F6 FD          ORI  FD
E056 EE FF          XRI  FF
E058 C2 52E0       JNZ  WART7
-----
E05B C3 00E0       JMP  SCHR1

```

Bild 24 : Programmlisting 2 zur Paketwendeanlage

In diesem Programm fällt auf, daß in jedem der sieben gekennzeichneten Programmteile - jeder Teil entspricht einem Prozeßschritt - die gleiche Befehlsfolge vorkommt. Lediglich die Konstanten bei den Befehlen MVI A,..., ORI ... und XRI ... und die Sprungadressen bei den JNZ-Befehlen sind in jedem Schritt anders. Im folgenden wird nun das Programm so verändert, daß die sich wiederholende Befehlsfolge nur einmal auftritt und trotzdem in

Steuerung einer Paketwendeanlage

der erforderlichen Anzahl (hier sieben mal) abgearbeitet wird. Dazu ist es notwendig, vor jedem neuen Durchlauf der Befehlsfolge die Konstanten für die o.g. Befehle zu verändern. Bild 25 zeigt das Prinzip eines solchen Programms.

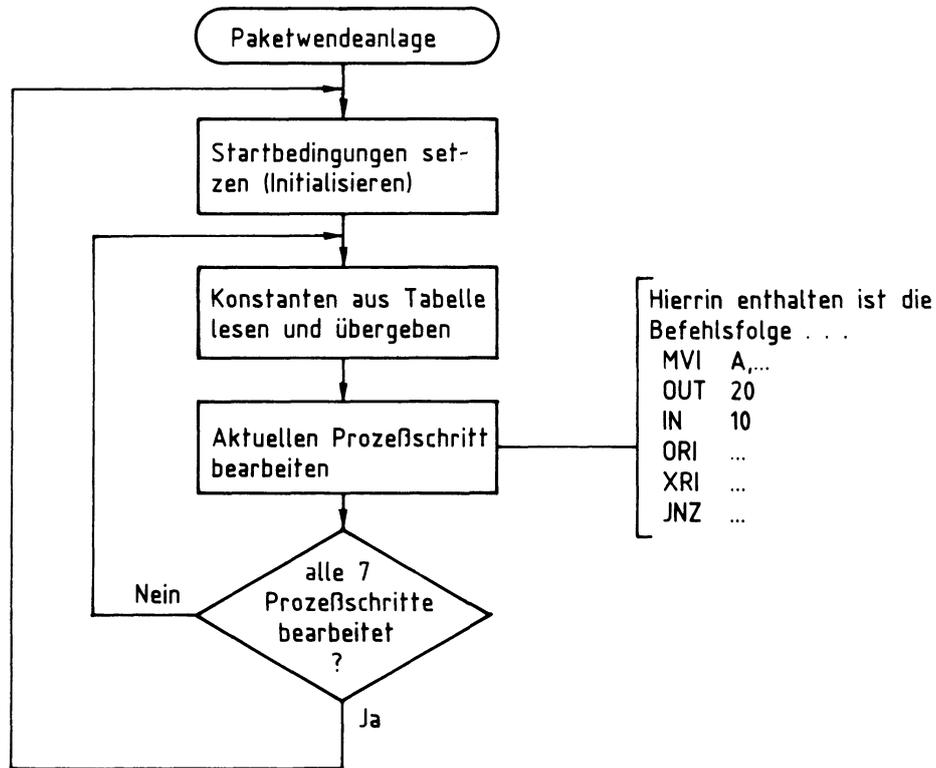


Bild 25 : Prinzip eines Programms mit einfach auftretender "Schritt-Befehlsfolge" jedoch mehrfacher Bearbeitung dieser Folge

In dem dargestellten Prinzip stecken zwei bisher noch nicht behandelte Programmiertechniken :

- Die Abfrage nach jeder Abarbeitung des aktuellen Prozeßschrittes auf Erreichen der maximalen Anzahl der Schritte (Zählschleife).
- Die Entnahme von Konstanten für den Folgeschritt aus einer Tabelle und ihre Übergabe an die Befehlsfolge für die Bearbeitung des Schrittes (Tabellenverarbeitung).

Die beiden folgenden Kapitel führen Sie daher in die Technik der Zählschleifen und der Tabellenverarbeitung ein. Danach lernen Sie ein Programm kennen, in dem diese Techniken angewendet werden.

Steuerung einer Paketwendeanlage

5.3. Zählschleifen

Die Abfrage nach jeder Abarbeitung eines Prozeßschrittes auf Erreichen der maximalen Anzahl der Prozeßschritte geschieht in einer sogenannten "Zählschleife". Innerhalb einer solchen Zählschleife liegt der Programmteil, der mehrfach abgearbeitet werden soll. Vom Ergebnis der Abfrage hängt es ab, ob dieser Programmteil erneut bearbeitet, oder ob die Schleife verlassen wird. Bild 26 zeigt einen vereinfachten Programmablaufplan für eine solche Zählschleife.

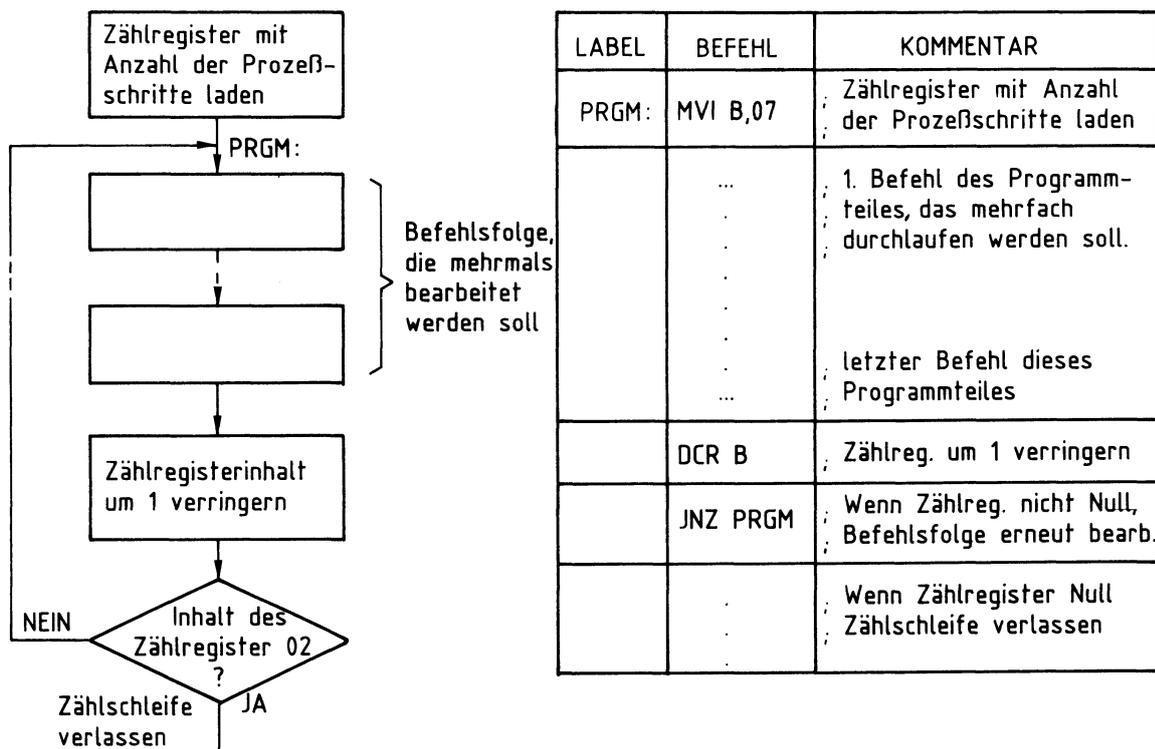


Bild 26 : Zählschleife

In der Regel wird für Zählschleifen ein Register des Mikroprozessors als Zählregister benutzt. Es wird zu Beginn mit der Anzahl der notwendigen Durchläufe geladen. Nach jedem Durchlauf wird dieser Inhalt um 1 verringert. Hierzu dient der DCR-Befehl. Solange das Ergebnis, also der Inhalt des Zählregisters, nicht Null ist, erfolgt durch den Sprungbefehl JNZ ein Rücksprung zum ersten Befehl der Befehlsfolge, die mehrfach bearbeitet werden soll. Diese Befehlsfolge kann z.B. die Befehle enthalten, die pro Prozeßschritt abzuarbeiten sind. Im nächsten Kapitel wird gezeigt, wie einigen Befehlen dieser Befehlsfolge die für jeden Schleifendurchlauf erforderlichen Konstanten übergeben werden.

Steuerung einer Paketwendeanlage

5.4. Tabellenverarbeitung

Das Programm in Bild 24 zeigt, daß in jedem Prozeßschritt andere Konstanten für die Befehle MVI, ORI und XRI verwendet werden. Der Grundgedanke einer Programmvereinfachung liegt darin, die jeweils im Prozeßschritt benötigten Konstanten einer "Tabelle" zu entnehmen und sie in die Befehlsfolge "einzubauen", die zur Bearbeitung der Prozeßschritte notwendig ist. Diese Befehlsfolge wird dann nur noch einmal im Programm benötigt und nicht, wie bisher, siebenmal (siehe Bild 25).

Die Tabelle legt man in einem benutzbaren RAM-Speicherbereich an. Hierbei werden die Tabellenwerte (die Konstanten) in der Reihenfolge angeordnet, in der sie im Programm auch benötigt werden. Bild 27 zeigt die Tabelle, die für das Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage gebraucht wird. Vergleichen Sie die Tabellenwerte mit den benötigten Konstanten in Bild 24.

Speicher-Adresse	Tabellenwert, Konstante	Notwendig für Prozeßschritt	Bemerkung
F800 F801 F802	00 E6 EF	1	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F803 F804 F805	04 9B BF	2	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.=ODER-Verk.
F806 F807 F808	10 EF FF	3	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F809 F80A F80B	08 F7 FF	4	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F80C F80D F80E	40 BF FF	5	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F80F F810 F811	20 C7 EF	6	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.
F812 F813 F814	02 FD FF	7	Ausgabewert Konstante für ODER-Verk. Konstante für EXCL.-ODER-Verk.

Bild 27 : Tabelle mit Konstanten zur Steuerung der Paketwendeanlage

Steuerung einer Paketwendeanlage

Da der Befehlsfolge zur Bearbeitung der Prozeßschritte jeweils drei Tabellenwerte zu übergeben sind, müssen diese Werte zunächst zwischengespeichert werden. Als Zwischenspeicher hierzu benutzt man häufig die internen Register der CPU. Mit den Befehlen

```
MOV A,M
MOV C,M
MOV D,M
u.v.a.m.
```

kann man Werte aus dem Speicher in ein Register der CPU einlesen.

Alle Befehle, die im Operanden- bzw. Adressenfeld den Buchstaben "M" führen, beziehen sich auf den Inhalt derjenigen Speicherstelle, deren Adresse im HL-Registerpaar steht. Das "M" bedeutet hierbei die Abkürzung für MEMORY. So bewirkt z.B. der Befehl "MOV A,M" den Transport des Inhaltes der Speicherstelle, deren Adresse im HL-Registerpaar steht, in den Akkumulator. Die Anwendung dieser Befehle ist aber nur dann sinnvoll, wenn man den Inhalt des HL-Registerpaares auch beeinflussen kann. Hierzu dienen z.B. die beiden folgenden Befehle :

```
LXI H,2-Byte-Wert      z.B. LXI H,8022
INX H
```

Mit dem Befehl "LXI H,8022" werden die beiden folgenden Bytes, 80 und 22 in das HL-Registerpaar geschrieben. Hierbei ist zu beachten, daß das höherwertige Byte (80) in das H-Register und das niederwertige Byte (22) in das L-Register gelangt. Der Assembler legt den 2-Byte-Wert in der Reihenfolge niederwertiges Byte dann höherwertiges Byte im Speicher ab. Erstellt man ein Programm in der Maschinensprache, so muß man diese Reihenfolge ebenfalls einhalten.

Mit dem Befehl INX H wird der Inhalt des HL-Registerpaares um Eins erhöht. Dies gilt für den zu einer 16-Bit-Zahl zusammengefassten Inhalt beider Register.

Mit den drei nun bekannten Befehlen wird das Laden von Tabellenwerten in Register auf folgende Weise durchgeführt (Beispiel für Tabelle in Bild 27) :

```
LXI H,F800      ;HL-REGISTERPAAR MIT TABELLEN-
                ;ANFANGSADRESSE LADEN
MOV A,M        ;1.TABELLENWERT ZUM AKKU
                ;BRINGEN
INX H          ;AUF NÄCHSTE TABELLENADRESSE
                ;"ZEIGEN"
MOV C,M        ;2.TABELLENWERT IN DAS
                ;C-REGISTER BRINGEN
```

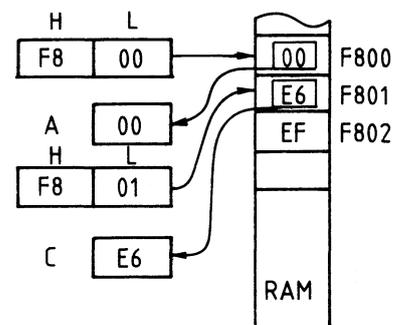


Bild 28 : Laden von Tabellenwerten in CPU-Register

Steuerung einer Paketwendeanlage

5.5. Erstellung eines Programms mit "Zählschleifen" und "Tabellen" zur Steuerung der Paketwendeanlage

Faßt man jetzt die Erkenntnisse aus den beiden Kapiteln "Zählschleifen" und "Tabellenverarbeitung" zusammen, so ergibt sich der in Bild 29 dargestellte Programmablaufplan zur Steuerung der Paketwendeanlage.

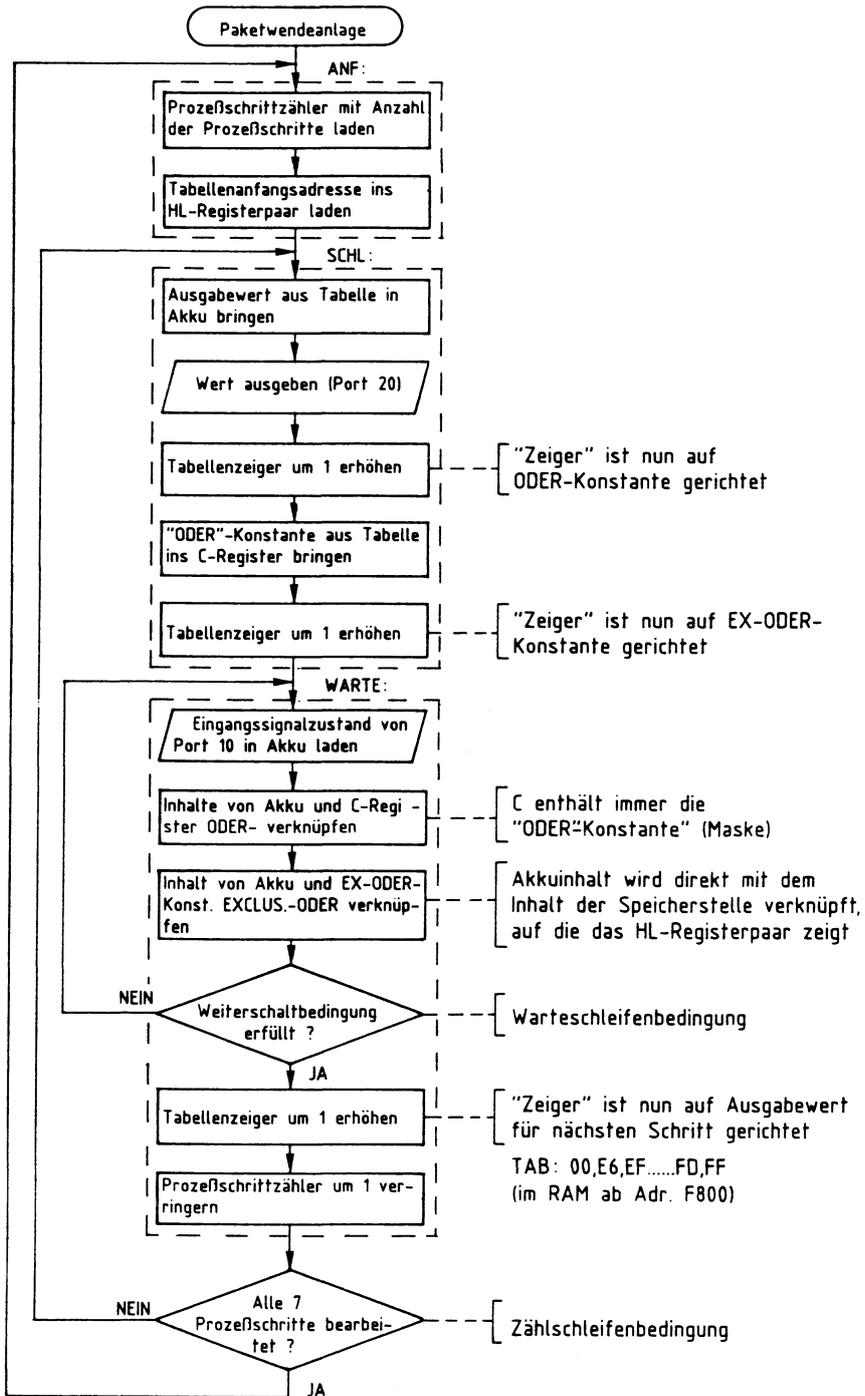
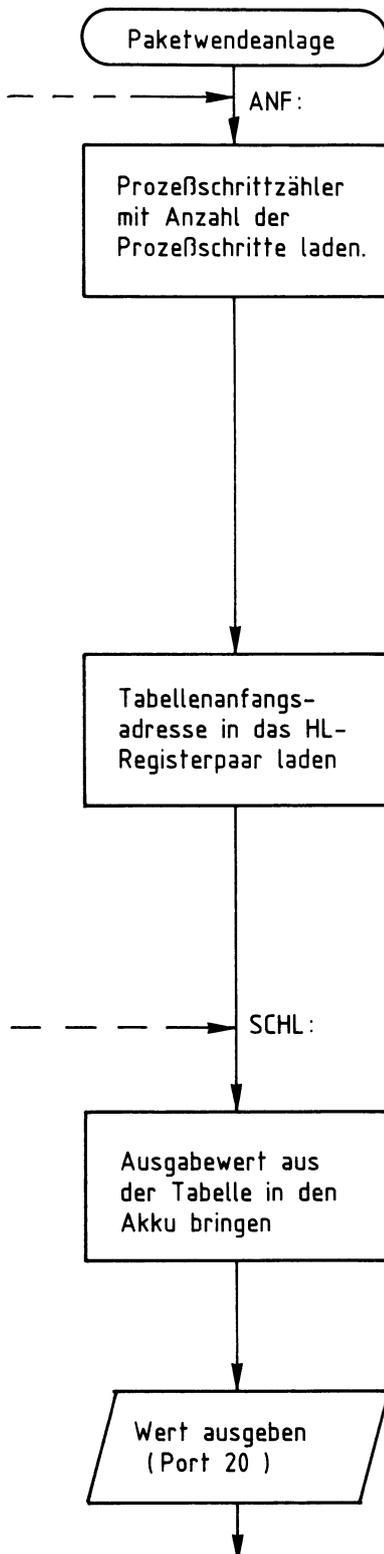


Bild 29 : Programmablaufplan mit Zählschleife und Tabellenverarbeitung

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die gestrichelt eingezeichneten großen Blöcke geben in etwa die Struktur des Ablaufplans von Bild 25 wieder. Nun sollen die einzelnen Blöcke dieses Programmablaufplanes in entsprechende Befehle, also in ein Mikrocomputerprogramm umgesetzt werden.



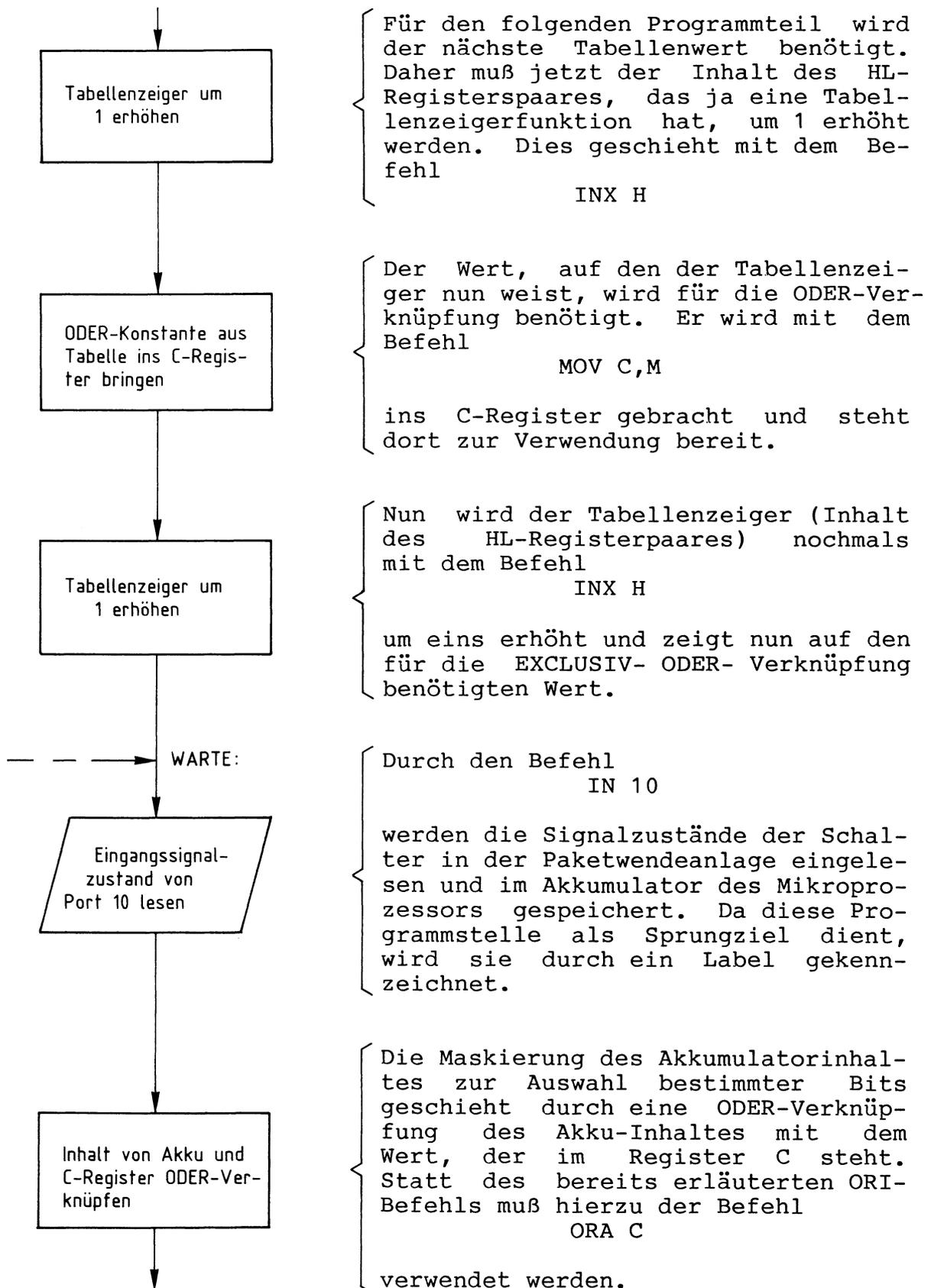
Der Zähler kann im Prinzip mit jedem Register aufgebaut werden. Allerdings werden so gut wie nie die Register H und L benutzt, weil sie für die Tabellenverarbeitung benötigt werden. In diesem Beispiel soll das Register B die Zählerfunktion übernehmen. Der erste Block wird also durch den Befehl
`MVI B,07`
 im Steuerungsprogramm gelöst.

Hier muß die Adresse des ersten benötigten Tabellenwertes in das HL-Registerpaar geschrieben werden. Da man zu Beginn der Programmierung meist noch nicht genau weiß, unter welcher Adresse man später die Tabelle im Speicher anlegen wird, benutzt man hier eine symbolische Adresse, beispielsweise den Namen "TAB". Der Befehl
`LXI H,TAB`
 bewirkt im Programm, daß die Adresse ins HL-Register gelangt, die mit der Marke "TAB" versehen ist.

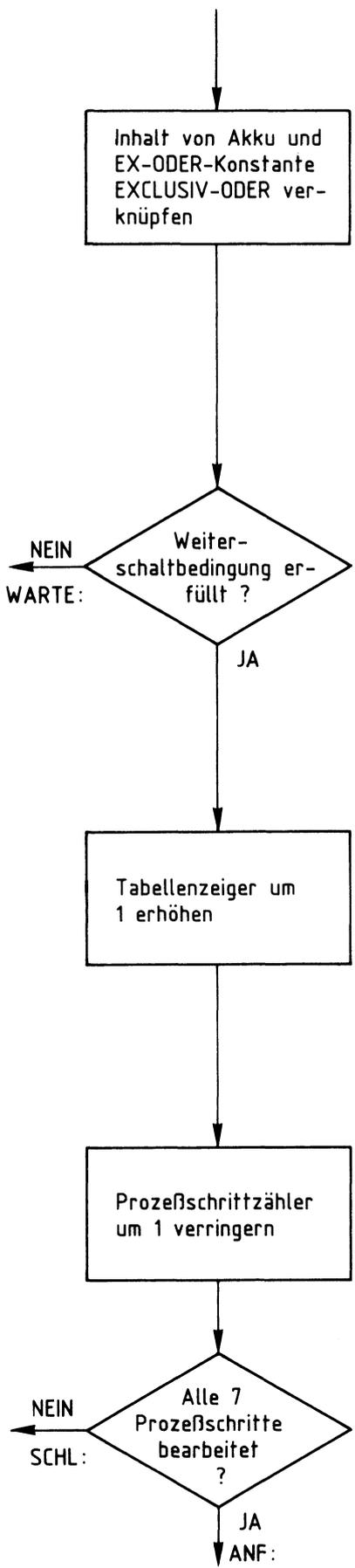
An dieser Stelle beginnt die Befehlsfolge, die siebenmal durchlaufen werden soll. Es ist sinnvoll sie durch eine Marke (Label) zu kennzeichnen. Der Befehl
`MOV A,M`
 bewirkt, daß derjenige Wert aus dem Speicher zum Akkumulator transportiert wird, dessen Adresse im HL-Registerpaar steht.

Ausgabe an das Ausgabeport 20H mit dem Befehl
`OUT 20`

Steuerung einer Paketwendeanlage



Steuerung einer Paketwendeanlage



Zur Überprüfung der Weiterschalt- und Sicherheitsbedingung muß nun noch die EXCLUSIV-ODER-Verknüpfung mit dem Wert aus der Tabelle durchgeführt werden. Statt des beschriebenen Befehls XRI, muß hier der Befehl

XRA M

verwendet werden, der die EXCLUSIV-ODER-Verknüpfung des Akku-Inhaltes mit dem Inhalt der durch das HL-Registerpaar adressierten Speicherstelle durchführt. ("M" im Operanden)

Wenn diese Überprüfung nicht Null ergeben hat, so liegt entweder noch kein Weiterschaltensignal vor oder eine Sicherheitsbedingung ist nicht erfüllt. In diesem Fall sorgt der Befehl

JNZ WARTE

dafür, daß die Steuerung in diesem Prozeßschritt verharret. (Sprung zurück, erneute Schalterabfrage, Maskierung etc.)

Ergibt die obige Überprüfung Null, so wird der Tabellenzeiger mit dem Befehl

INX H

auf die nächste Speicheradresse gesetzt. In dieser Speicherstelle befindet sich das Bitmuster, das im folgenden Schritt ausgegeben werden muß.

Zum Schluß wird der Prozeßschritt-zählerinhalt um 1 verringert und abgefragt, ob sein Inhalt schon zu Null geworden ist. Wenn nicht, soll der nächste Prozeßschritt bearbeitet werden. Er beginnt an der Speicherstelle, die oben mit "SCHL" markiert wurde. Die beiden Befehle hierzu lauten

DCR B
JNZ SCHL

Wenn ja, so soll wieder mit dem ersten Prozeßschritt begonnen werden. Hierzu dient der Befehl

JMP ANF

Steuerung einer Paketwendeanlage

Das fertige Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage zeigt Bild 30. Versuchen Sie, sich die Funktionsweise des Programms anhand der Kommentare zu erklären.

```

*****
*           P A K E T W E N D E A N L A G E           *
*           VERSIONSNUMMER : 03.01                 *
*           DATUM           :                       *
*           PROGRAMMIERER  :                       *
*****

E000 06 07      ANF:      MVI B,07           ;PROZESS-SCHRITT-ZÄHLER
                                           ;LADEN
E002 21 00F8           LXI H,TAB           ;TABELLENZEIGER AUF DEN
                                           ;1.TABELLENWERT SETZEN
E005 7E          SCHL:    MOV A,M           ;TABELLENWERT IN DEN
                                           ;AKKUMULATOR BRINGEN
E006 D3 20           OUT 20                ;UND AUSGEBEN
E008 23           INX H                    ;TABELLENZEIGER ERHÖHEN
E009 4E           MOV C,M                  ;WERT FÜR ODER-VERKN.
                                           ;INS C-REGISTER BRINGEN
E00A 23           INX H                    ;TABELLENZEIGER ERHÖHEN
E00B DB 10      WARTE:  IN 10              ;SCHALTERZUSTAND LESEN
E00D B1           ORA C                    ;ODER-VERKN. DURCHFÜHREN
E00E AE           XRA M                    ;XOR-VERKN. DURCHFÜHREN
E00F C2 0BE0       JNZ WARTE              ;BEDINGUNGEN NICHT ER-
                                           ;FÜLLT, DANN WARTE, SONST
E012 23           INX H                    ;TABELLENZEIGER AUF
                                           ;NÄCHSTEN AUSGABEWERT
E013 05           DCR B                    ;PROZESS-SCHRITT-ZÄHLER
                                           ;HERUNTERZÄHLEN
E014 C2 05E0       JNZ SCHL                ;ALLE PROZESS-SCHRITTE
                                           ;DURCH ? NEIN, DANN
                                           ;NÄCHSTER SCHRITT, SONST
E017 C3 00E0       JMP ANF                ;WIEDER MIT 1. PROZESS-
                                           ;SCHRITT BEGINNEN

```

Die Tabelle für die einzelnen Werte wird im Speicher ab Adresse F800 angelegt. Erklärungen hierzu finden Sie im folgenden Kapitel.

```

F800 00E6EF04      TAB:      DB 00,0E6,0EF,04,9B,0BF,10,0EF,0FF,08,0F7,0FF
F804 9BBF10EF
F808 FF08F7FF
F80C 40BFFF20      DB 40,0BF,0FF,20,0C7,0EF,02,0FD,0FF
F810 C7EF02FD
F814 FF
F815              END

```

Bild 30 : Programmlisting "Steuerung einer Paketwendeanlage" mit Anwendung von "Zählschleifen und Tabellenverarbeitung"

Steuerung einer Paketwendeanlage

5.6. Das Anlegen von Tabellen im Speicher
(siehe hierzu auch MAT 85)

Eine Tabelle kann auf zwei Arten angelegt werden, mit dem MEMORY-Kommando oder mit Hilfe des Assemblers.

- Anlage mit dem MEMORY-Kommando

Hierbei muß man sich die Anfangsadresse der Tabelle merken und sie bei der Eingabe des Programms in entsprechenden Befehlen direkt angeben. Der Ladebefehl für das HL-Registerpaar sieht dann z.B. so aus :

```
LXI H,0F800
```

Man darf aber auch eine symbolische Adresse verwenden, wenn man zu Beginn der Programmeingabe mit Hilfe des ASSEMBLERS eine Zuweisung des Namens dieser Adresse zu der absoluten hexadezimalen Adresse trifft. Dies muß, nach Aufruf des ASSEMBLERS mit Hilfe der EQU-Anweisung (EQU Abk. für equate, gleichsetzen) wie folgt geschehen:

```
TAB EQU 0F800
```

Der Befehl zum Laden des HL-Registerpaares darf dann so aussehen :

```
LXI H,TAB
```

- Anlage mit Hilfe des ASSEMBLERS (wie in Bild 30).

Hierzu dient die ASSEMBLER-Anweisung "DB". Die nach dieser Anweisung eingegebenen Zeichen werden in den folgenden Speicherstellen abgelegt. Ein solches Vorgehen hat den Vorteil, daß man vor der DB-Anweisung ein Label definieren kann (in Bild 30 das Label "TAB"). Hierdurch wird die oben genannte Zuweisung automatisch getroffen.

Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Eingabe des Programms zur Steuerung der Paketwendeanlage in den MFA-Mikrocomputer

A8.1

Überprüfen Sie vor Eingabe des Programms nach Bild 30 in den Mikrocomputer, daß die Adressen der Eingabe- und Ausgabe-Baugruppe entsprechend Bild 3 eingestellt sind.

Benutzen Sie dieses Bild auch beim Anschluß des Anlagenmodells an den Mikrocomputer. Wenn Ihnen ein solches Modell nicht zur Verfügung steht, sollen die Schalter des Eingabe-Ports B0 bis B6 den Endlagenschaltern b0 bis b6 entsprechen. Analog hierzu sollen die Leuchtdioden B1 bis B6 des Ausgabe-Ports den Magnetventilen S1 bis S6 entsprechen.

Geben Sie nun das in Bild 30 dargestellte Programm mit Hilfe des ASSEMBLERS in den Speicher des Mikrocomputers ein. Vergessen Sie dabei nicht, am Ende des Programms auch die Tabelle einzugeben.

Stellen Sie die Endlagenschalter b0 bis b6 vor Übergang zum nächsten Arbeitsschritt wie folgt ein:

b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
offen	geschl.	offen	geschl.	offen	geschl.	offen

Ohne Modell : offen $\hat{=}$ LED neben dem Schalter aus
geschl. $\hat{=}$ LED neben dem Schalter ein
Schalter B7 auf aus



Name: _____

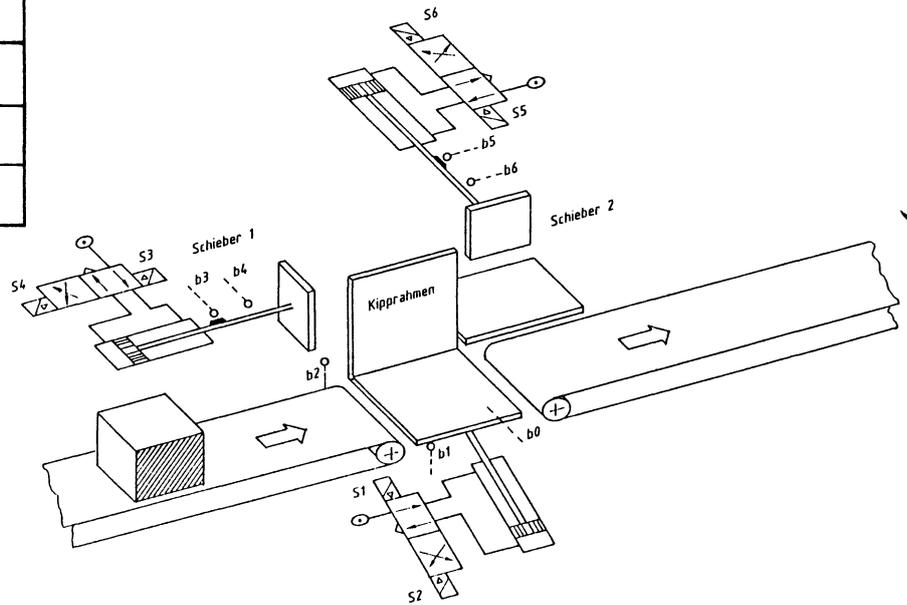
Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

A8.2

Nun soll mit dem NEXT INSTRUCTION-Kommando der gesamte Programmablauf für einen kompletten Wendeprozess untersucht werden. Das jeweils dargestellte Bild zeigt den aktuellen Anlagenzustand. Rufen Sie das Kommando auf.

Anlagenzustand:
Alle Schieber in Grund-
stellung, noch kein Paket
eingetroffen



```
KMD > NEXT INSTRUCTION
START-ADR =1E09 E000
STEPS      =  0 16
```

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHFC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E000	ANF:	MVI	B, 07	00	00000	07	00	00	00	00	00	80	FC32
E002		LXI	H, TAB	00	00000	07	00	00	00	FB	00	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A, M	00	00000	07	00	00	00	FB	00	80	FC32
E006		OUT	20	00	00000	07	00	00	00	FB	00	80	FC32
E008		INX	H	00	00000	07	00	00	00	FB	01	80	FC32
E009		MOV	C, M	00	00000	07	E6	00	00	FB	01	80	FC32
E00A		INX	H	00	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00D		ORA	C	EE	10010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00E		XRA	M	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00D		ORA	C	EE	10010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00E		XRA	M	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00D		ORA	C										



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Beschreibung des NEXT-INSTRUCTION-Protokolls

A8.3

STEP 1 : Register B wird mit 07 geladen.

STEP 2 : Registerpaar HL wird mit F800 geladen.

STEP 3 : Das Register A (Akkumulator) wird mit dem Inhalt der Speicherstelle geladen, auf deren Adresse der Inhalt des Registerpaares HL zeigt; hier befindet sich 00 in der Speicherstelle F800.

STEP 4 : Der Akku-Inhalt wird zum Ausgabe-Port 20H ausgegeben. Alle LEDs werden ausgeschaltet.

STEP 5 : Der Inhalt des HL-Registerpaares wird um 1 erhöht und zeigt dadurch auf den nächsten Tabellenwert.

STEP 6 : Register C wird mit dem Inhalt der durch HL adressierten Speicherstelle geladen.

STEP 7 : Der Inhalt des HL-Registerpaares wird um 1 erhöht.

STEP 8 : Signalzustand am Eingabe-Port 10H wird gelesen. Der gelesene Wert gelangt in den Akkumulator. Aufgrund der Schalterstellung ergibt sich der Wert 2AH.

STEP 9 : Die Inhalte von Akkumulator und C-Register werden Bit für Bit miteinander ODER-verknüpft. Das Ergebnis (EE) steht dann im Akku. Die veränderten Flags (N und H) sind hier bedeutungslos.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	HEX.	
0	0	1	0	1	0	1	0	2A	(Akku-Inhalt vorher)
1	1	1	0	0	1	1	0	E6	(Maske zum Abfragen von B0, B3 und B4)
1	1	1	0	1	1	1	0	EE	(Akku-Inhalt nachher)

STEP 10: Die Inhalte von Akkumulator und der Speicherstelle, auf die HL zeigt, werden EXCLUSIV-ODER-verknüpft. Das Ergebnis gelangt in den Akku. Da das Ergebnis nicht Null ist, bleibt das Z-Flag zurückgesetzt.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	HEX.	
1	1	1	0	1	1	1	0	EE	(Akku-Inhalt vorher)
1	1	1	0	1	1	1	1	EF	(Maske für Abfrage der Bits B0, B3 und B4)
0	0	0	0	0	0	0	1	01	(Akku-Inhalt nachher)

STEP 11: Sprung nach WARTEN, weil das Z-Flag nicht gesetzt ist (NZ = Not Zero).



Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

STEP 12: Bei WARTE (Adresse E00B) erfolgt die erneute Abfrage des Eingabe-Ports und das Ergebnis (2AH) gelangt wieder in den Akku.

A8.4

STEPS 13 bis 16 wie STEPS 9 bis 12

Während dieser ersten 16 Schritte befindet sich die Paketwendeanlage in der Anfangsstellung. Es ist noch kein Paket eingetroffen. Hieraus ergibt sich, daß nach außen hin keine Aktion erfolgt. Beachten Sie, daß unter der Adresse E006 an das Ausgabe-Port das Datum 00 ausgegeben wird. Der Eingangssignalzustand läßt sich wie folgt beschreiben :

- Paketsensor b0 liefert L-Pegel.
- Endlagenschalter b1 ist durch den Kipprahmen betätigt und liefert H-Pegel.
- Die Schalter b3 und b5 sind durch die Schieber 1 und 2 betätigt und liefern H-Pegel.
- Die übrigen Endlagenschalter b2, b4 und b6 sind nicht betätigt und liefern jeweils L-Pegel.

An der Eingabebaugruppe liegt die folgende Bitkombination an:

Eingangsbuchsen	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Logischer Pegel	0	0	1	0	1	0	1	0
Hex.-Wert	2				A			

Diese Kombination wird eingelesen und überprüft. Da die Weiter-schaltbedingung nicht erfüllt ist, bleibt der Computer in der Warteschleife. (Rücksprung zur Adresse E00B).

Im Prozeßschrittzähler befindet sich immer noch die geladene 7, während der Tabellenzeiger (HL-Registerpaar) bereits dreimal beeinflußt wurde : der 1. Inhalt war 0000, anschließend F800 und zuletzt F802

Stellen Sie in den folgenden Arbeitsschritten jeweils die dargestellten Prozeßzustände durch Betätigen der entsprechenden Schalter ein und orientieren Sie sich mit Hilfe des NEXT-INSTRUCTION-Protokolls selbst.
Beschreiben Sie kurz den Anlagenzustand.

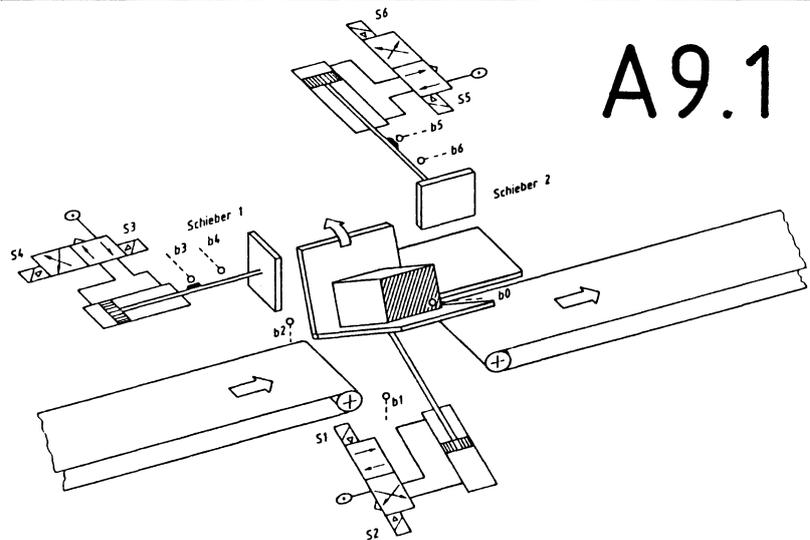


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.1

KMD > NEXT INSTRUCTION
 START-ADR =E00D
 STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHFC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		ORA	C	EE	10010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00E		XRA	M	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	01	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2B	00000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00D		ORA	C	EF	10000	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	07	E6	00	00	FB	02	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	07	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E013		DCR	B	00	00110	06	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00110	06	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A, M	04	00110	06	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E006		OUT	20	04	00110	06	E6	00	00	FB	03	80	FC32
E008		INX	H	04	00110	06	E6	00	00	FB	04	80	FC32
E009		MOV	C, M	04	00110	06	9B	00	00	FB	04	80	FC32
E00A		INX	H	04	00110	06	9B	00	00	FB	05	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00110	06	9B	00	00	FB	05	80	FC32
E00D		ORA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

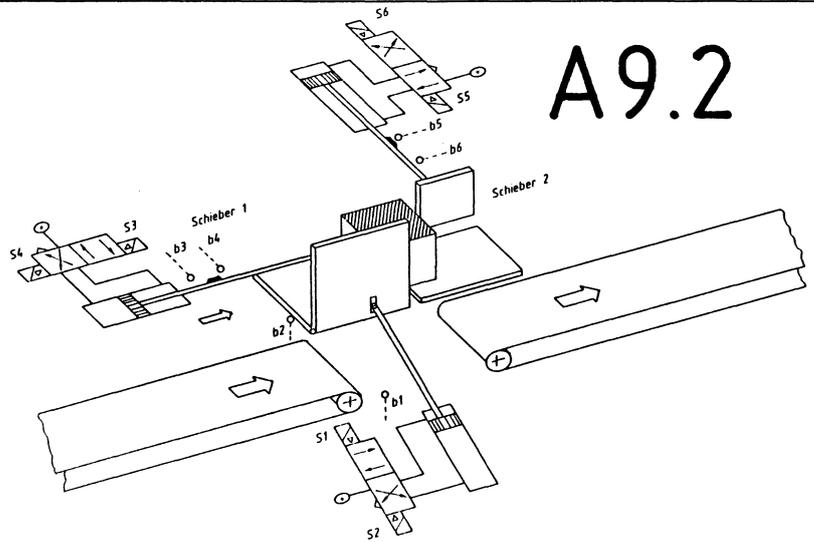


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.2

KMD > NEXT INSTRUCTION

START-ADR =E00D

STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		ORA	C	BB	10010	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00E		XRA	M	04	00000	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	04	00000	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00000	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00D		ORA	C	BF	10000	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	06	9B	00	00	F8	05	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	06	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E013		DCR	B	00	00110	05	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00110	05	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A,M	10	00110	05	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E006		OUT	20	10	00110	05	9B	00	00	F8	06	80	FC32
E008		INX	H	10	00110	05	9B	00	00	F8	07	80	FC32
E009		MOV	C,M	10	00110	05	EF	00	00	F8	07	80	FC32
E00A		INX	H	10	00110	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00110	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00D		ORA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

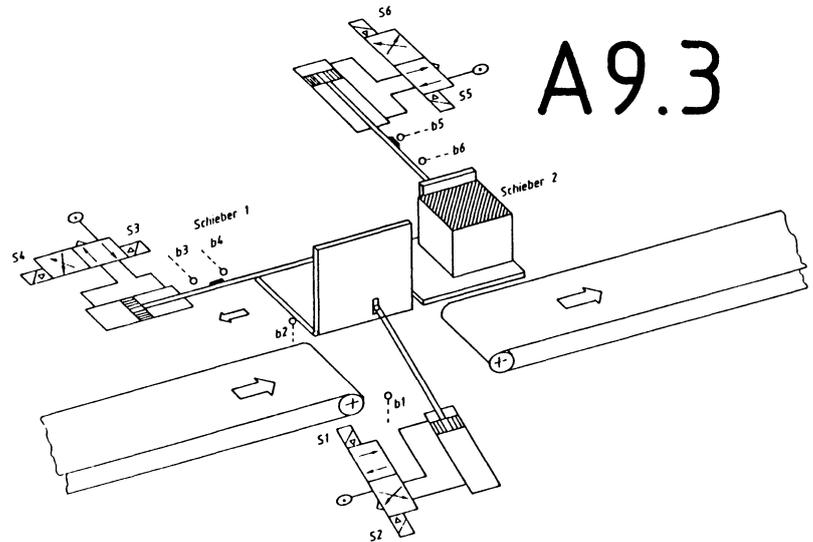


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



KMD > NEXT INSTRUCTION

START-ADR =E00D

STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		ORA	C	EF	10000	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00E		XRA	M	10	00000	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	10	00000	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	34	00000	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00D		ORA	C	FF	10010	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	05	EF	00	00	F8	08	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	05	EF	00	00	F8	09	80	FC32
E013		DCR	B	00	00100	04	EF	00	00	F8	09	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00100	04	EF	00	00	F8	09	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A,M	08	00100	04	EF	00	00	F8	09	80	FC32
E006		OUT	20	08	00100	04	EF	00	00	F8	09	80	FC32
E008		INX	H	08	00100	04	EF	00	00	F8	0A	80	FC32
E009		MOV	C,M	08	00100	04	F7	00	00	F8	0A	80	FC32
E00A		INX	H	08	00100	04	F7	00	00	F8	0B	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	34	00100	04	F7	00	00	F8	0B	80	FC32
E00D		ORA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

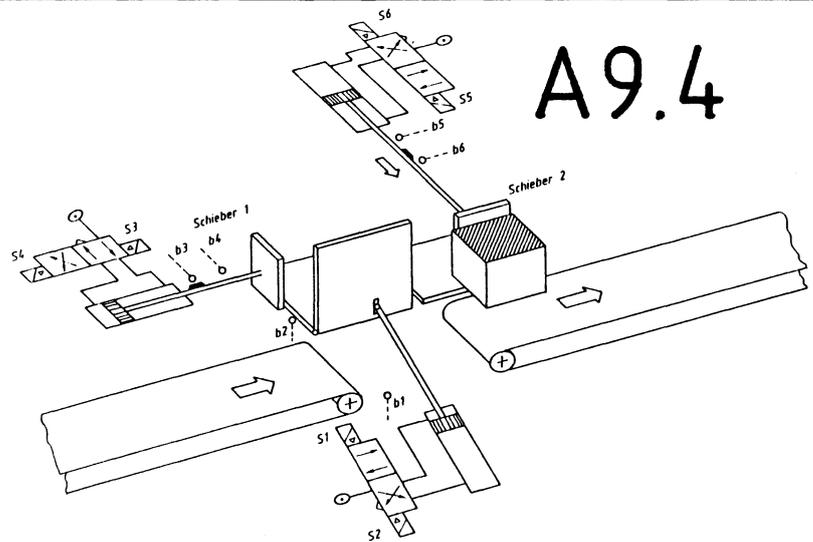


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.4

KMD > NEXT INSTRUCTION
 START-ADR =E00D
 STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		DRA	C	F7	10000	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00E		XRA	M	0B	00000	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	0B	00000	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00000	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00D		DRA	C	FF	10010	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	04	F7	00	00	FB	0B	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	04	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E013		DCR	B	00	00110	03	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00110	03	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A, M	40	00110	03	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E006		OUT	20	40	00110	03	F7	00	00	FB	0C	80	FC32
E008		INX	H	40	00110	03	F7	00	00	FB	0D	80	FC32
E009		MOV	C, M	40	00110	03	BF	00	00	FB	0D	80	FC32
E00A		INX	H	40	00110	03	BF	00	00	FB	0E	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2C	00110	03	BF	00	00	FB	0E	80	FC32
E00D		DRA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

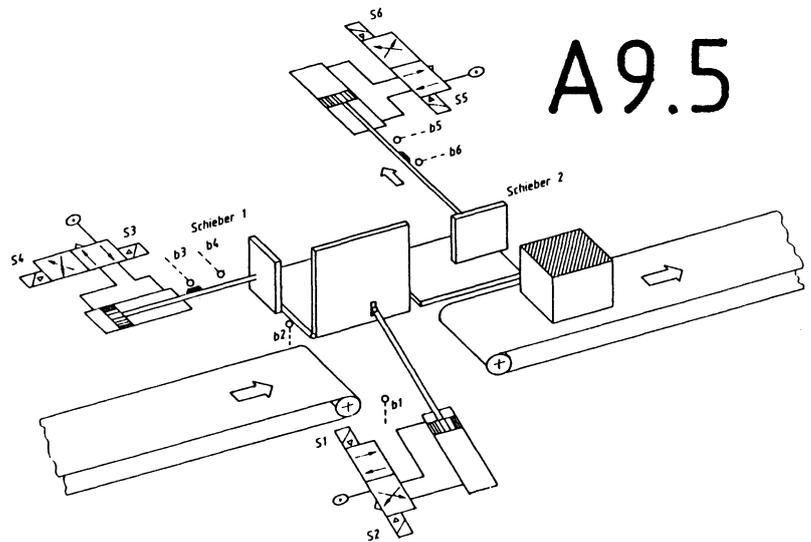


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



KMD > NEXT INSTRUCTION
 START-ADR =E00D
 STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHPC	B	C	D	E	H	L	I	SP
E00D		DRA	C	BF	10000	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00E		XRA	M	40	00000	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	40	00000	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	4C	00000	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00D		DRA	C	FF	10010	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	03	BF	00	00	F8	0E	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	03	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E013		DCR	B	00	00100	02	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	00100	02	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A,M	20	00100	02	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E006		OUT	Z0	20	00100	02	BF	00	00	F8	0F	80	FC32
E008		INX	H	20	00100	02	BF	00	00	F8	10	80	FC32
E009		MOV	C,M	20	00100	02	C7	00	00	F8	10	80	FC32
E00A		INX	H	20	00100	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	4C	00100	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00D		DRA	C										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

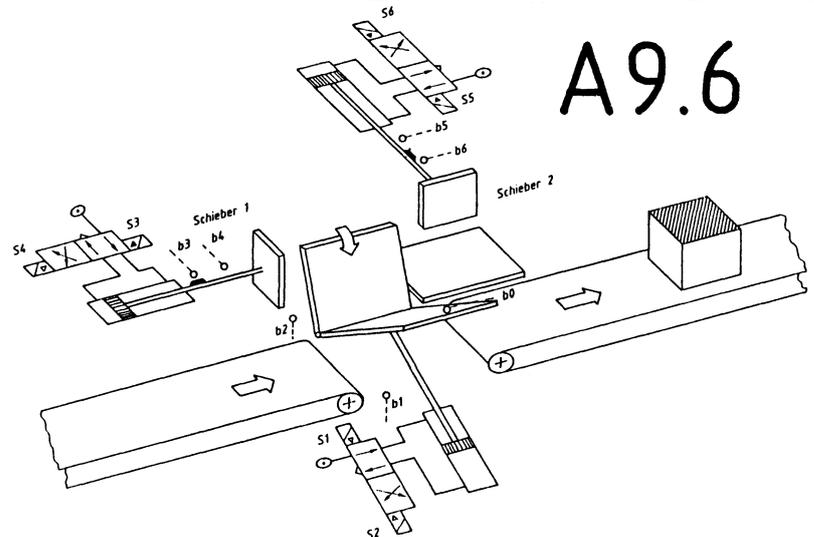


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



KMD > NEXT INSTRUCTION
 START-ADR =E00D
 STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.	FELD	A	NZHFC	B	C	D	E	H	L	I	SF
E00D		ORA	C		CF	10010	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00E		XRA	M		20	00000	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE		20	00000	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10		2C	00000	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00D		ORA	C		EF	10000	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00E		XRA	M		00	01010	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE		00	01010	02	C7	00	00	F8	11	80	FC32
E012		INX	H		00	01010	02	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E013		DCR	B		00	00100	01	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E014		JNZ	SCHL		00	00100	01	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A, M		02	00100	01	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E006		OUT	Z0		02	00100	01	C7	00	00	F8	12	80	FC32
E008		INX	H		02	00100	01	C7	00	00	F8	13	80	FC32
E009		MOV	C, M		02	00100	01	FD	00	00	F8	13	80	FC32
E00A		INX	H		02	00100	01	FD	00	00	F8	14	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10		2C	00100	01	FD	00	00	F8	14	80	FC32
E00D		ORA	C											

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

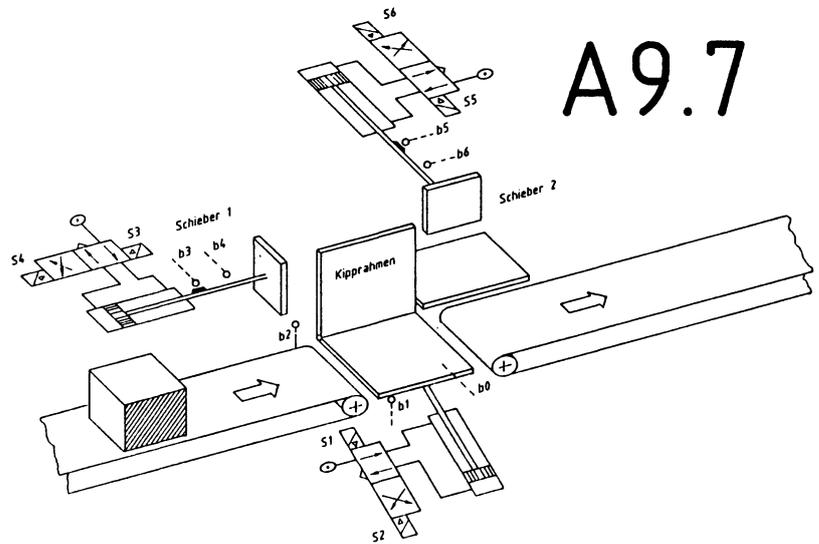


Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Anlagenzustand:



A9.7

KMD > NEXT INSTRUCTION

START-ADR =E00D

STEPS = 16

PC	LABEL:	OP	ADR.FELD	A	NZHFC	B	C	D	E	H	L	I	SF
E00D		DRA	C	FD	10000	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00E		XRA	M	02	00000	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	02	00000	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00B	WARTE:	IN	10	2A	00000	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00D		DRA	C	FF	10010	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00E		XRA	M	00	01010	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E00F		JNZ	WARTE	00	01010	01	FD	00	00	FB	14	80	FC32
E012		INX	H	00	01010	01	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E013		DCR	B	00	01110	00	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E014		JNZ	SCHL	00	01110	00	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E017		JMP	ANF	00	01110	00	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E000	ANF:	MVI	B, 07	00	01110	07	FD	00	00	FB	15	80	FC32
E002		LXI	H, TAB	00	01110	07	FD	00	00	FB	00	80	FC32
E005	SCHL:	MOV	A, M	00	01110	07	FD	00	00	FB	00	80	FC32
E006		OUT	20	00	01110	07	FD	00	00	FB	00	80	FC32
E008		INX	H	00	01110	07	FD	00	00	FB	01	80	FC32
E009		MOV	C, M										

Signalzustand am Eingabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Neuer Signalzustand am Ausgabeport:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Steuerung einer Paketwendeanlage

6. Beispiel eines SPS-Programms für die Steuerung der Paketwendeanlage

Zur Steuerung der Paketwendeanlage (und jeder anderen Anlage) mit Hilfe einer "Speicherprogrammierbaren Steuerung" (SPS) geht man grundsätzlich genau so vor, wie bei der Lösung dieser Aufgabe mit einem Mikrocomputer-System :

- aus dem zu steuernden Prozeß werden Signale in die SPS eingegeben
- die SPS verknüpft diese Signale entsprechend vorgegebener Anweisungen
- die sich hieraus ergebenden Ausgangssignale werden von der SPS an die Stellglieder im zu steuernden Prozeß geliefert.

Der Unterschied zwischen beiden o.g. Steuerungssystemen liegt im Verfahren der Programmerstellung.

Die Mikrocomputer-Lösung erfordert die Programmeingabe in der Assembler-Sprache, die SPS erfordert sie in einer "SPS - eigenen" Sprache. In beiden Fällen muß aus den eingegebenen Programmbeehlen ein Maschinenprogramm erzeugt werden, denn auch in einer SPS befindet sich ein Mikrocomputer.

Bild 31 zeigt ein Programm, das folgende Wirkung hat: Sind die beiden Signale B0 und B1 an der Eingabebaugruppe auf H-Pegel, so wird das Bit B0 an der Ausgabebaugruppe eingeschaltet.

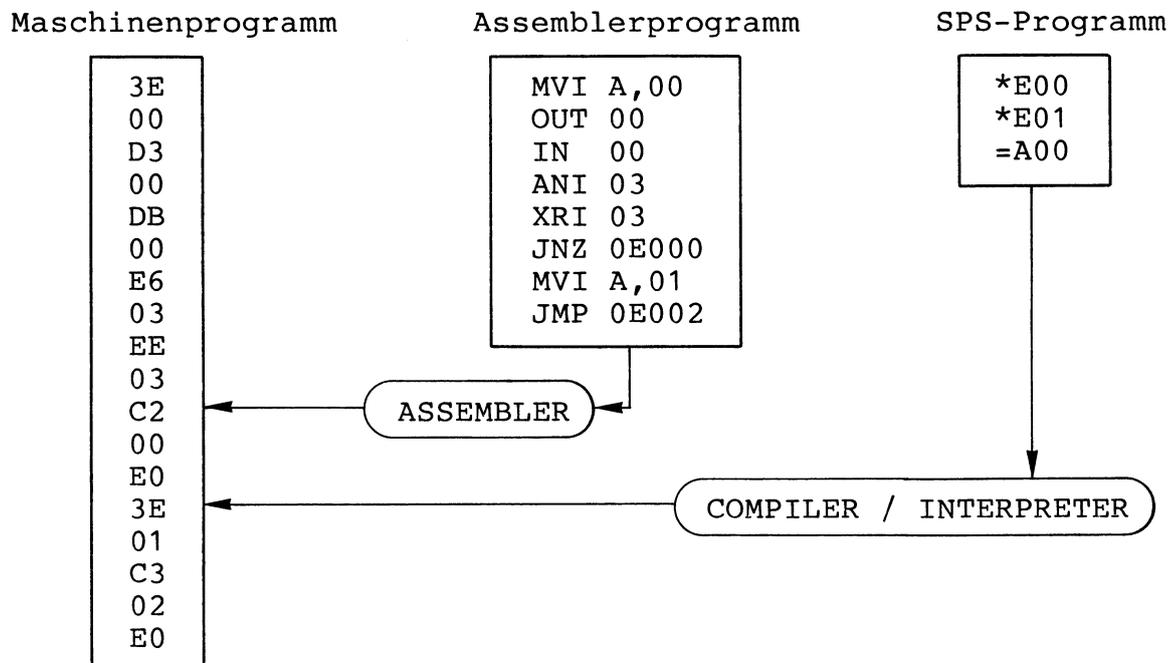


Bild 31 : Vergleich zwischen Maschinen-, Assembler- und SPS-Programm

Steuerung einer Paketwendeanlage

Das Programm ist sowohl in der Assembler-Sprache als auch in "SPS eigenen" Befehlen geschrieben. Die Übersetzung aus einer Programmiersprache in die Maschinensprache geschieht durch Hilfsprogramme. Bei der Übersetzung aus der Assemblersprache in die Maschinensprache heißt dieses Hilfsprogramm ASSEMBLER, bei der Übersetzung aus sogenannten "höheren" Programmiersprachen (z.B. SPS-Sprache) in die Maschinensprache spricht man von COMPILERN oder INTERPRETERN. Man erkennt, daß das Programm in der Assembler-Sprache wesentlich umfangreicher ist, als das SPS-Programm. Da auch die Befehle der SPS leichter erlernbar sind, werden heute viele Aufgaben aus dem Bereich der Steuerungstechnik mit solchen SPS gelöst. Im folgenden soll dies auch für die Paketwendeanlage gezeigt werden. Die SPS wird aus den Baugruppen des BFZ/MFA-Mikrocomputersystems aufgebaut. Nähere Informationen hierzu finden Sie in der Übung "Softwarepaket SP1" BFZ / MFA 7.2.

6.1. Programmieren in der SPS-Sprache

Zur Erstellung eines SPS-Programms, muß genau wie in dem vorher beschriebenen Verfahren zunächst einmal die gestellte Aufgabe untersucht werden. Die hierzu dienenden Hilfsmittel, wie Weg-Zeit-Diagramme, Signal-Zeit-Diagramme und Programmablaufpläne sind bereits beschrieben worden und werden jetzt angewendet. Weiterhin muß festgelegt werden, wie der zu steuernde Prozess an die SPS-Steuerung angeschlossen wird.

Für den folgenden Übungsabschnitt müssen Sie die Adressen des Eingabe- und des Ausgabeports auf 00 hexadezimal einstellen. Der Grund hierfür ist, daß dann für die Eingangsanschlüsse die Bezeichnungen E00 bis E07 und für die Ausgangsanschlüsse die Bezeichnungen A00 bis A07 im Programm benutzt werden können. (Beachten Sie hierzu auch die Hinweise in der Beschreibung BFZ / MFA 7.2. "Funktionsbeschreibung SP 1" Abschnitt 4.3.1.1. und 4.3.1.2.)

Bild 32 zeigt die Verdrahtung zwischen Paketwendeanlage und SPS

Steuerung einer Paketwendeanlage

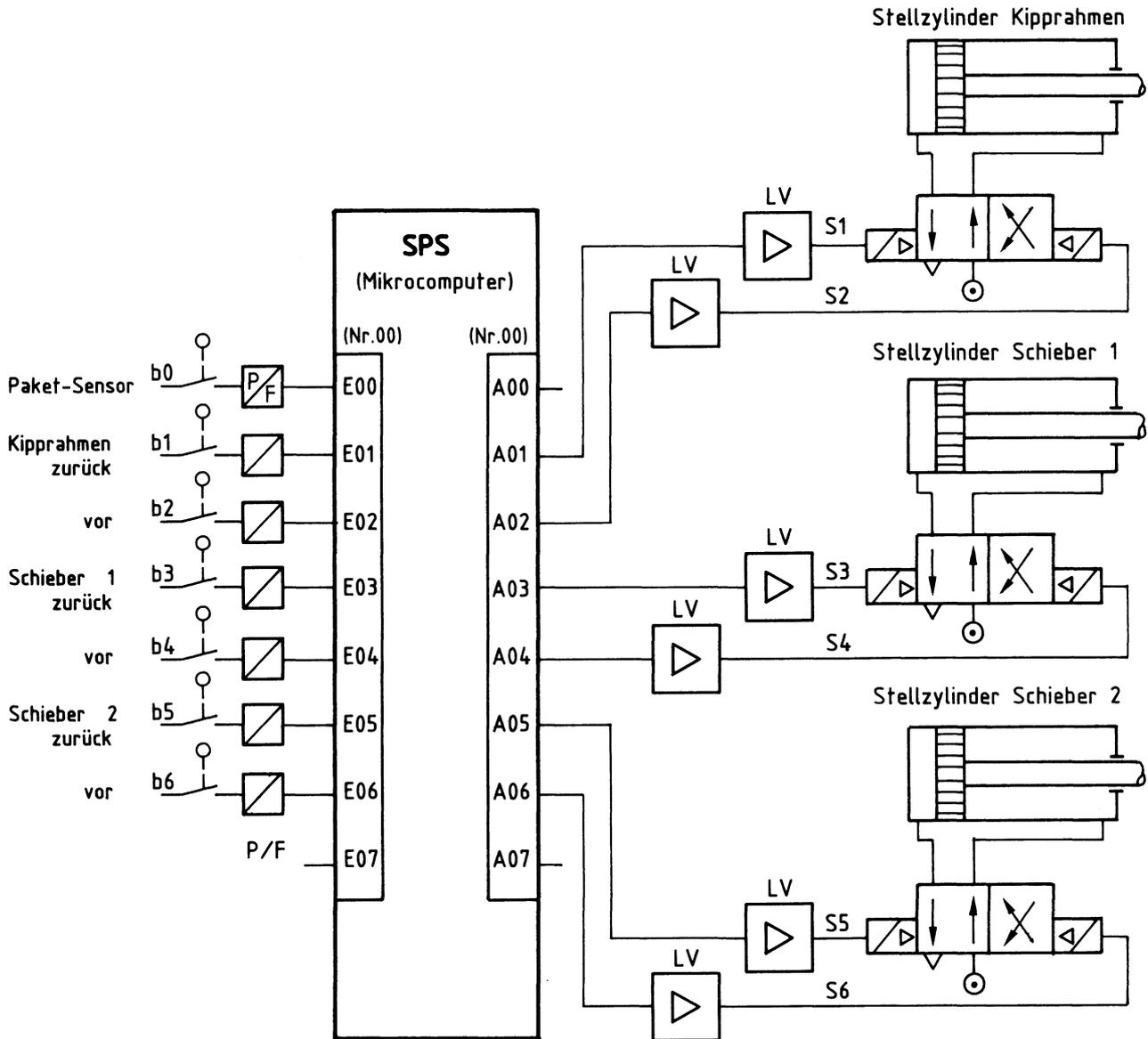
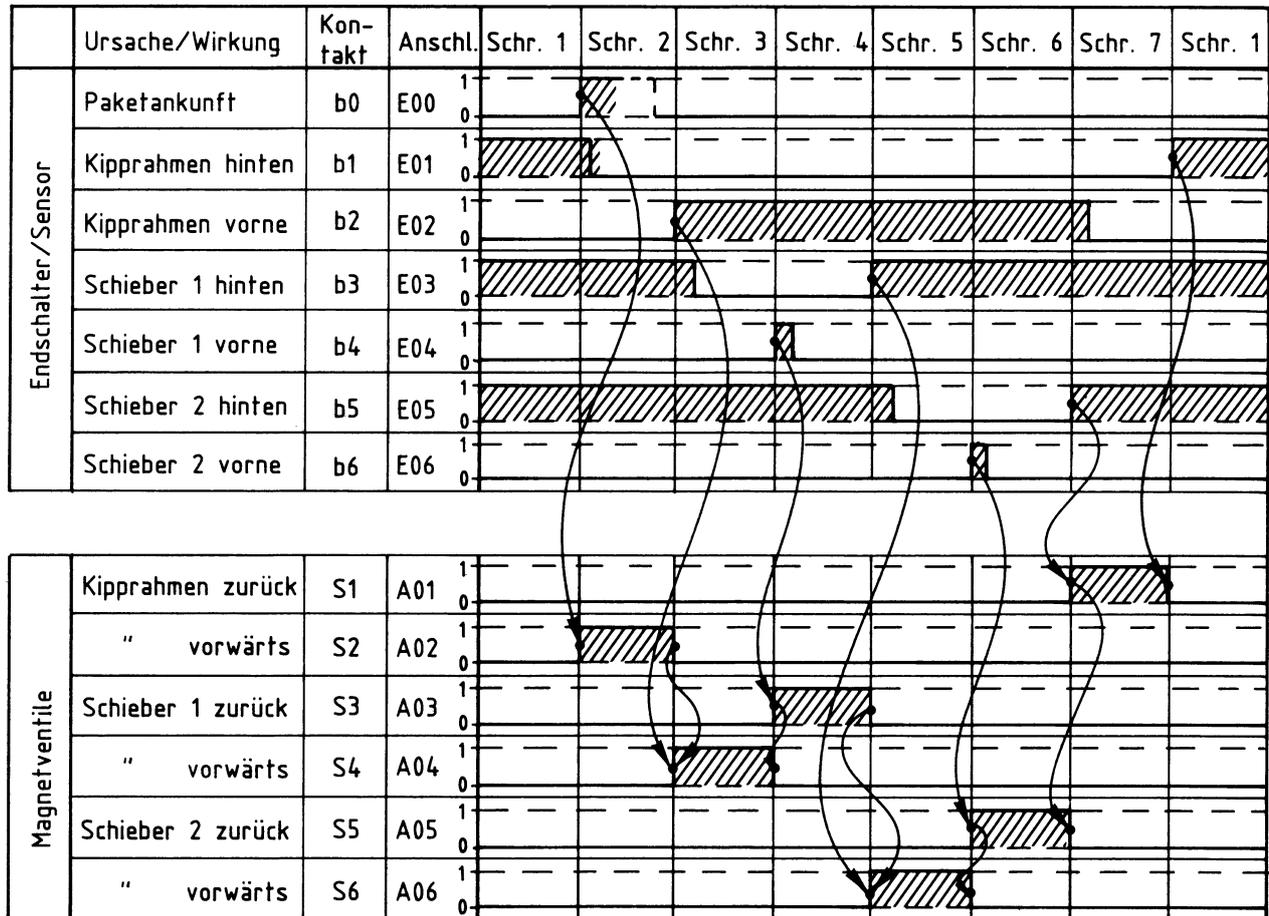


Bild 32 : Anschluß der Paketwendeanlage an eine SPS

Steuerung einer Paketwendeanlage

Mit Hilfe der in Bild 33 dargestellten Weg-Zeit- und Signal-Zeit-Diagramme kann nun eine Tabelle erstellt werden, aus der die Abhängigkeit der einzelnen Ausgangszustände von den jeweiligen Eingangsbedingungen für jeden Prozessschritt hervorgeht.



	Eingänge der Steuerung							Ausgänge der Steuerung					
	E06	E05	E04	E03	E02	E01	E00	A06	A05	A04	A03	A02	A01
Schritt 1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Schritt 2	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Schritt 3	0	1	0	1	1	0	X	0	0	1	0	0	0
Schritt 4	0	1	1	0	1	0	X	0	0	0	1	0	0
Schritt 5	0	1	0	1	1	0	X	1	0	0	0	0	0
Schritt 6	1	0	0	1	1	0	X	0	1	0	0	0	0
Schritt 7	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Schritt 1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Bild 33 : Eingangs- und Ausgangspegel an der SPS, abhängig vom Prozessschritt

Steuerung einer Paketwendeanlage

Außerdem sind in dieser Tabelle die Bedingungen für das Umschalten vom einen in den nächsten Schritt durch Umkreisung deutlich gemacht. Zum Beispiel wird von Schritt 1 in Schritt 2 des Prozesses weitergeschaltet, wenn der Zustand am Eingang E00 von 0-Signal auf 1-Signal wechselt. Aus der Tabelle geht ebenfalls hervor, daß in jedem Schritt nur ein Ausgang aktiv ist.

Diese Tabelle wird nun in ein SPS-Programm umgesetzt.

Bild 33 zeigt, daß der Ausgang A02 genau dann aktiv ist, wenn ein Paket eingetroffen ist (E00=1) und kein anderer Ausgang logisch 1 ist. Setzt man diese Aussage in eine SPS-Formulierung um, so ergibt sich:

```
*E00
*/A01
*/A03
*/A04
*/A05
*/A06
=SA02
```

Damit wird der Ausgang A02 speichernd eingeschaltet, wenn die oben genannten Bedingungen erfüllt sind. Das Ausschalten von A02 soll erfolgen, wenn die Steuerung in den nächsten Schritt geschaltet werden soll. Das ist dann der Fall, wenn der Ausgang A04 aktiv wird.

Mit der SPS-Anweisung

```
*A04
=RA02
```

wird dann A02 wieder ausgeschaltet. Führt man diese Überlegungen weiter, so ergibt sich als Einschaltbedingung für den Ausgang A04 ein logisches 1-Signal am Eingang E02 während sich die Steuerung noch im Schritt 1 (Ausgang A02 aktiv) befindet und sonst kein weiterer Ausgang aktiv ist.

```
*E02
*A02
*/A01
*/A03
*/A05
*/A06
=SA04
```

Zum Rücksetzen kann wieder das Erreichen des nächsten Steuerungsschrittes benutzt werden:

```
*A03
=RA04
```

Steuerung einer Paketwendeanlage

Für alle Steuerungsschritte ergibt sich dann das folgende SPS-Programm:

<pre>*E00 } */A01 } */A03 } Ansteuerung für den */A04 } 2.Schritt, Kipprahmen */A05 } vorwärts */A06 } =SA02 }</pre> <pre>*A04 } Mit Erreichen des =RA02 } nächsten Schritts wird } der vorherige zurück- } gesetzt.</pre>	<pre>*E03 } *A03 } */A01 } Ansteuerung für den */A02 } 5.Schritt, Schieber 2 */A04 } vorwärts */A05 } =SA06 }</pre> <pre>*A05 } Mit Erreichen des =RA06 } nächsten Schritts wird } der vorherige zurück- } gesetzt.</pre>
<pre>*E02 } *A02 } */A01 } Ansteuerung für den */A03 } 3.Schritt, Schieber 1 */A05 } vorwärts */A06 } =SA04 }</pre> <pre>*A03 } Mit Erreichen des =RA04 } nächsten Schritts wird } der vorherige zurück- } gesetzt.</pre>	<pre>*E06 } *A06 } */A01 } Ansteuerung für den */A02 } 6.Schritt, Schieber 2 */A03 } rückwärts */A04 } =SA05 }</pre> <pre>*A01 } Mit Erreichen des =RA05 } nächsten Schritts wird } der vorherige zurück- } gesetzt.</pre>
<pre>*E04 } *A04 } */A01 } Ansteuerung für den */A02 } 4.Schritt, Schieber 1 */A05 } rückwärts */A06 } =SA03 }</pre> <pre>*A06 } Mit Erreichen des =RA03 } nächsten Schritts wird } der vorherige zurück- } gesetzt.</pre>	<pre>*E05 } *A05 } */A02 } Ansteuerung für den */A03 } 7.Schritt, Kipprahmen */A04 } rückwärts */A06 } =SA01 }</pre> <pre>*E01 } Alle Ausgänge sind bei *A01 } Erfüllung dieser An- =RA01 } weisung zurückgesetzt. } Damit befindet sich } die Steuerung wieder } im Schritt 1</pre>

Steuerung einer Paketwendeanlage

Dieses SPS-Programm besteht aus insgesamt 55 SPS-Anweisungen. Es berücksichtigt jedoch noch nicht die bereits erwähnten Sicherheitsbedingungen.

Um auch sie mit in das Steuerungsprogramm einzubeziehen, muß man die kritischen Prozeßschritte näher untersuchen.

Zunächst darf der Kipprahmen nur dann nach vorn geschwenkt werden (A02=1), wenn...

- ein Paket eingetroffen ist (E00=1)
- der Schieber 1 in der hinteren Endlage ist (E03=1, E04=0)
- kein anderer Ausgang gerade aktiv ist (A01, A03, A04, A05 und A06=0)

(Siehe hierzu auch Bild 3)

Drückt man diese Aussagen in SPS-Anweisungen aus, so kann man schreiben:

```
*E00
*E03
*/E04
*/A01
*/A03
*/A04
*/A05
*/A06
=SA02
```

Das Ausschalten dieser Aktion, also die Rücksetzung von A02, erfolgt mit Erreichen des nächsten Schrittes, sobald die Bedingungen für das Weiterschalten erfüllt sind.

Die nächste Aktivität, das Vorsteuern des Schiebers 1 (A04=1), soll nur dann erfolgen, wenn...

- der Kipprahmen die vordere Endlage erreicht hat (E01=0, E02=1)
- der Schieber 2 sich in der hinteren Endlage befindet (E05=1, E06=0)
- nur der Ausgang des vorhergegangenen Steuerschrittes aktiv ist (A02=1 und A01, A03, A05 und A06=0)

Steuerung einer Paketwendeanlage

Diese Aussagen ergeben als SPS-Anweisungen :

```
*E02
*E05
*A02
*/E01
*/E06
*/A01
*/A03
*/A05
*/A06
=RA02 ; hier wird der vorherige Zustand
; zurückgesetzt
=SA04
```

Die Rücksetzung erfolgt wieder durch das Erreichen des folgenden Schrittes.

Die Weiterschaltung in den nächsten Steuerschritt, Schieber 1 zurücksteuern (A03=1), soll erfolgen, wenn...

- Endschalte b4 erreicht wurde (E04=1)
- kein anderer als der Ausgang des vorhergehenden Schrittes aktiv ist (A04=1 und A01,A02,A05 und A06=0)

Daraus ergeben sich für den Ausgang A03 folgende SPS-Anweisungen:

```
*E04
*A04
*/A01
*/A02
*/A05
*/A06
=RA04
=SA03
```

Das Rücksetzen erfolgt mit Erreichen des nächsten Steuerungsschrittes.

Im folgenden Steuerungsschritt soll Schieber 2 nur dann vorgesteuert werden (A06=1), wenn...

- Schieber 1 zurück ist (E03=1)
- kein anderer als der Ausgang des vorhergehenden Schrittes aktiv ist (A03=1 und A01,A02,A04 und A05=0)

Steuerung einer Paketwendeanlage

SPS-Anweisungen : *E03
 *A03
 */A01
 */A02
 */A04
 */A05
 =RA03
 =SA06

Danach soll Schieber 2 wieder zurück gesteuert werden (A05=1), wenn...

- Schieber 2 die vordere Endlage erreicht hatte (E06=1)
- kein weiterer Ausgang als der des vorhergehenden Schrittes aktiv ist (A06=1 und A01,A02,A03 und A04=0)

SPS-Anweisungen : *E06
 *A06
 */A01
 */A02
 */A03
 */A04
 =RA06
 =SA05

In der letzten Aktion muß nun noch der Kipprahmen in die Ausgangslage zurückgeschwenkt werden (A01=1). Dies darf nur geschehen, wenn...

- der Schieber 2 die hintere Endlage wieder erreicht hat (E05=1)
- sich Schieber 1 in der hinteren Endlage befindet (E03=1,E04=0)
- kein anderer Ausgang als der des vorhergehenden Schrittes aktiv ist (A05=1 und A02,A03,A04 und A06=0)

SPS-Anweisungen : *E05
 *E03
 *A05
 */E04
 */A02
 */A03
 */A04
 */A06
 =RA05
 =SA01

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die Rücksetzung darf nur dann erfolgen, wenn der Ausgang A01 aktiv ist (A01=1) und der Kipprahmen die hintere Endlage wieder erreicht hat (E01=1)

SPS-Anweisungen : *E01
 *A01
 =RA01

Mit Ausführung dieser letzten Anweisung sind alle Ausgänge zurückgesetzt und der Steuerungsablauf kann mit Eintreffen des nächsten Paketes wieder von vorne beginnen.

Programmiert man in dieser Art, so wird zwar das SPS-Programm umfangreicher, aber dafür der Ablauf des Paketwendeprozesses sicherer gesteuert.

Das vollständige Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage sieht dann so aus :

```
*E00*E03*/E04*/A01*/A03*/A04*/A05*/A06=SA02
*E02*E05*A02*/E01*/E06*/A01*/A03*/A05*/A06=RA02=SA04
*E04*A04*/A01*/A02*/A05*/A06=RA04=SA03
*E03*A03*/A01*/A02*/A04*/A05=RA03=SA06
*E06*A06*/A01*/A02*/A03*/A04=RA06=SA05
*E05*E03*A05*/E04*/A02*/A03*/A04*/A06=RA05=SA01
*E01*A01=RA01
```

Geben Sie dieses Programm in die SPS-Steuerung ein und prüfen Sie die Funktion der Paketwendeanlage.

Name: _____

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum: _____

Aufgabe A 10

A10

Im Arbeitsblatt A 5 ist die Funktion eines Schrägaufzugs beschrieben. Entwerfen Sie ein SPS-Programm, das diese Steuerungsaufgabe löst.

Lösung :

Geben Sie Ihr SPS-Programm ein und testen Sie dessen ordnungsgemäße Funktion, indem Sie die Endlagenschaltersignale durch entsprechende Schalterbetätigung an der Eingabebaugruppe simulieren.

Steuerung einer Paketwendeanlage

7. Beispiel eines BASIC-Programms für die Steuerung der Paketwendeanlage

Während die in Kapitel 6 beschriebene Programmiersprache in erster Linie zur Programmierung für Steuerungsaufgaben entwickelt wurde, entstand bereits sehr früh eine andere anwendungsorientierte Sprache, das sogenannte BASIC.

Dieses BASIC diente ursprünglich dazu, Programme zur Lösung mathematischer Probleme zu schreiben und sie von einem Computer bearbeiten zu lassen. In vielen Ausbildungsbereichen werden heute bereits Grundlagen dieser Programmiersprache vermittelt, so daß es naheliegend ist, nun auch Steuerungsaufgaben mit Hilfe von BASIC-Programmen durch einen Computer bearbeiten zu lassen.

Wie schon bei der "SPS-Sprache" ist auch bei dieser Sprache ein Compiler oder ein Interpreter erforderlich, der die BASIC-Anweisungen in die Maschinensprache übersetzt; und der Anwender, der die BASIC-Programme erstellt, braucht auch hier keine Kenntnisse über den im Rechner verwendeten Mikroprozessor zu haben.

Zur Lösung einer Steuerungsaufgabe durch ein BASIC-Programm muß der Programmierer mit den entsprechenden BASIC-Anweisungen vertraut sein und selbstverständlich wieder genaue Kenntnisse über den Steuerungsablauf besitzen.

Da die BASIC-Programmiersprache in erster Linie zu Rechenzwecken entwickelt wurde, arbeitet man beim Programmieren mit den gewohnten Dezimalzahlen statt mit Hexadezimalzahlen. Daher werden die Konstanten für den Paketwende-prozeß nochmal aufgelistet, jedoch zusätzlich noch in dezimaler Darstellung.

Die folgende Tabelle zeigt zunächst die bekannten Ausgabewerte, die in jedem Prozeßschritt an das Ausgabeport übergeben werden sollen:

Prozeßschritt-Nr.	Ausgabewert	
	Hexadezimal	Dezimal
1	00	0
2	04	4
3	10	16
4	08	8
5	40	64
6	20	32
7	02	2

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die aufgelisteten Werte müssen stets zu Beginn eines Prozeßschrittes an die Ausgabe mit der dezimalen Adresse 32 (20H) ausgegeben werden. Die erforderliche BASIC-Anweisung hierzu lautet: OUT 32,wert. An die Stelle von "wert" müssen die o.g. Werte eingetragen werden.

Ebenso hat man in der BASIC-Sprache die Möglichkeit, Eingabeportzustände zu lesen und logische Verknüpfungen und Vergleiche durchzuführen.

Zum Einlesen der Portzustände gibt es die Anweisung INP(adr). INP stellt die Abkürzung für "Read Input" dar und (adr) bedeutet, daß hier in Klammern die dezimale Adresse eines Eingabeports angegeben werden muß.

Als eine mögliche Verknüpfung bietet sich die logische UND-Verknüpfung an. Auch hierbei müssen die zu verknüpfenden Werte in Form von Dezimalzahlen angegeben werden.

Ein Vergleich zwischen zwei Werten kann auf verschiedene Weise erfolgen: man kann auf "Gleichheit", auf "Größer" oder auch auf "Kleiner" abfragen und mit dem Ergebnis eine bedingte Programmverzweigung erreichen.

Zur Bestimmung der Werte, mit denen der eingelesene Wert UND-verknüpft werden muß, gelten die gleichen Überlegungen wie bei der Assemblerprogrammierung. Durch die UND-Verknüpfung sollen diejenigen Bitstellen unwirksam gemacht werden, die für ein Weiterschalten nicht von Bedeutung sind. Mit dem anschließenden Vergleich wird dann untersucht, ob eine bestimmte Bit-Kombination ansteht.

Für das Fortschalten in den jeweils nächsten Prozeßschritt sind folgende Konstanten für die einzelnen Prozeßschritte erforderlich:

Schritt 1 nach Schritt 2:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	X	X	0	1	X	1	1	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	0	0	1	1	0	1	1	1B	27	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	0	0	1	0	1	1	0B	11	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Zur Überprüfung der Weiterschaltbedingung von Schritt 1 nach Schritt 2 muß also ...

- die Eingabe gelesen werden (INP(16))
- eine UND-Verknüpfung mit 27 durchgeführt werden (AND 27)
- ein Vergleich des Ergebnisses mit der Zahl 11 durchgeführt werden.(IF A<>11 THEN GOTO ...).

Steuerung einer Paketwendeanlage

Festlegung der Konstanten für die weiteren Schritte:

Schritt 2 nach Schritt 3:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	0	1	X	X	1	0	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	1	1	0	0	1	1	0	66	102	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	1	0	0	1	0	0	24	36	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten.

Schritt 3 nach Schritt 4:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	X	X	1	X	X	X	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	0	0	1	0	0	0	0	10	16	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	0	1	0	0	0	0	10	16	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Schritt 4 nach Schritt 5:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	X	X	X	1	X	X	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	0	0	0	1	0	0	0	08	8	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	0	0	1	0	0	0	08	8	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Schritt 5 nach Schritt 6:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	1	X	X	X	X	X	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	1	0	0	0	0	0	0	40	64	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	1	0	0	0	0	0	0	40	64	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Steuerung einer Paketwendeanlage

Schritt 6 nach Schritt 7:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	0	1	0	1	X	X	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	1	1	1	1	0	0	0	78	120	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	1	0	1	0	0	0	28	40	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Schritt 7 nach Schritt 1:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Hex.	Dez.	Bemerkungen
X	X	X	X	X	X	1	X	/	/	Unwichtige Bits mit X bezeichnet
0	0	0	0	0	0	1	0	02	2	Konstante für die UND-Verknüpfung
0	0	0	0	0	0	1	0	02	2	Erforderlicher Wert zum Weiterschalten

Nachdem die Konstanten ermittelt worden sind, kann das Programm geschrieben werden. Es enthält für jeden Prozeßschritt wieder die gleiche Befehlsfolge, genau wie das erste in Assembler geschriebene Programm.

Beispiel für Schritt 1 :

```

10 OUT 32,0           ; mit diesem Befehl wird der dezimale
                    ; Wert 0 an das Ausgabeport Nr. 32D =
                    ; 20H ausgegeben.

20 X=INP(16)         ; der Variablen 'X' wird der eingelesene
                    ; Wert vom Eingabeport Nr. 16D =
                    ; 10H zugewiesen.

30 A=X AND 27       ; eine UND-Verknüpfung des eingelesenen
                    ; Wertes mit der Dezimalzahl 27 = 1BH
                    ; wird durchgeführt und das Ergebnis
                    ; der Variablen 'A' zugewiesen.

40 IF A2311 THEN GOTO 20 ; wenn der Wert der Variablen 'A' un-
                    ; gleich der Dezimalzahl 11= 0BH ist, so
                    ; soll bei Programmzeile 20 weiter-
                    ; gemacht werden. Sonst weiter mit der
                    ; nächsten Programmzeile.

```

Auch hier findet man wieder das Verfahren des Maskierens (Zeile 30) und eine Warteschleife, die solange durchlaufen wird, bis ein gewünschtes Ergebnis erreicht ist (Zeile 40).

Bild 34 zeigt das vollständige Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage.

Steuerung einer Paketwendeanlage

```
10  OUT  32,0
20  X=INP(16)
30  A=X AND 27
40  IF A<>11 THEN GOTO 20
50  OUT  32,4
60  X=INP(16)
70  A=X AND 102
80  IF A<>36 THEN GOTO 60
90  OUT  32,16
100 X=INP(16)
110 A=X AND 16
120 IF A<>16 THEN GOTO 100
130 OUT  32,8
140 X=INP(16)
150 A=X AND 8
160 IF A<>8 THEN GOTO 140
170 OUT  32,64
180 X=INP(16)
190 A=X AND 64
200 IF A<>64 THEN GOTO 180
210 OUT  32,32
220 X=INP(16)
230 A=X AND 120
240 IF A<>40 THEN GOTO 220
250 OUT  32,2
260 X=INP(16)
270 A=X AND 2
280 IF A<>2 THEN GOTO 260
290 GOTO 10
```

Bild 34: BASIC-Programmlisting für die Steuerung der Paketwendeanlage

Die Befehlsfolge innerhalb der Warteschleife -im ersten Schritt z.B. Zeile 20,30 und 40- läßt sich mit dem BFZ-Steuerbasic durch die Anweisung WAIT verkürzen. Wenn man statt dieser Befehlsfolge

```
20  WAIT 16,27,11
```

programmiert, so ergibt sich die gleiche Wirkung, wie mit den drei Anweisungen...

```
20  X=INP(16)
30  A=X AND 27
40  IF A<>11 THEN GOTO 20
```

Steuerung einer Paketwendeanlage

Damit verkürzt sich das oben beschriebene Programm wie folgt:

```

10  OUT 32,0
20  WAIT 16,27,11
30  OUT 32,4
40  WAIT 16,102,36
50  OUT 32,16
60  WAIT 16,16,16
70  OUT 32,8
80  WAIT 16,8,8
90  OUT 32,64
100 WAIT 16,64,64
110 OUT 32,32
120 WAIT 16,120,40
130 OUT 32,2
140 WAIT 16,2,2
150 GOTO 10

```

Analog zum Vorgehen bei der Assemblerprogrammierung soll nun die siebenmal auftretende Befehlsfolge "OUT... WAIT..." in eine Schleife eingebaut werden, die dann entsprechend oft durchlaufen wird. In einem BASIC-Programm wird eine solche Schleife durch die in Bild 35 dargestellten Anweisungen gebildet.

Die Anweisung FOR I=1 TO 7 bewirkt, daß der Variablen "I" Werte von 1 bis 7 zugewiesen werden. Die Zuweisung des jeweils nächsten I-Wertes wird durch die Anweisung NEXT I ausgelöst.

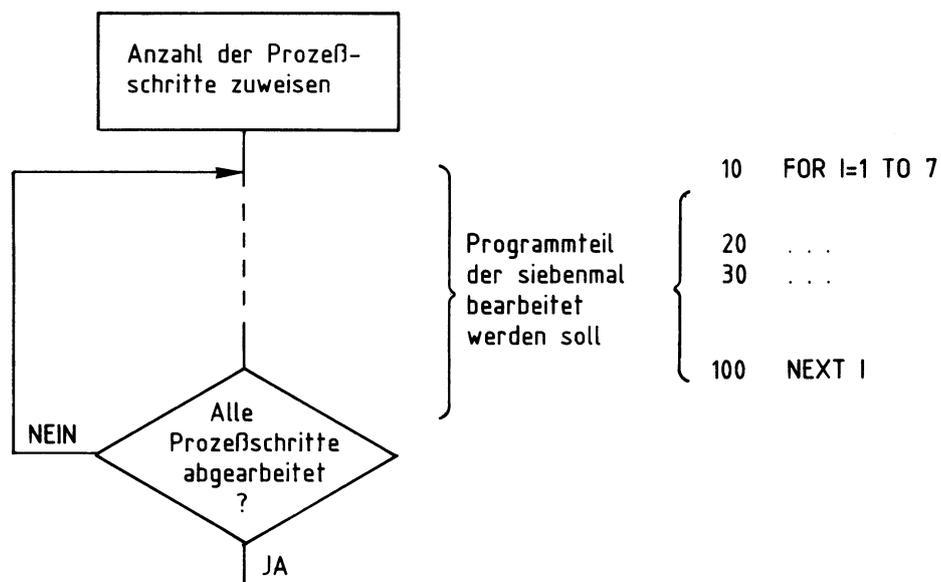


Bild 35: Beispiel für eine Zählschleife in der BASIC-Sprache

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die verschiedenen Konstanten, die in jedem Prozeßschritt benötigt werden, sollen -ebenfalls wie im Assemblerprogramm- aus einer Tabelle entnommen und dem Programmteil innerhalb der Schleife übergeben werden. Das folgende kleine Programm verwendet die BASIC-Anweisungen, die für das Anlegen und Lesen einer Tabelle benötigt werden.

```
10 DATA 11,22
20 FOR I=1 TO 2
30 READ A
40 PRINT A
50 NEXT I
```

Das Programm liest zwei Werte aus einer Tabelle und gibt sie auf dem Bildschirm aus.

Die Tabelle wird mit der DATA-Anweisung in Zeile 10 angelegt.

Mit der Anweisung READ A in Zeile 20 wird im ersten Programmdurchlauf der erste Tabellenwert (11) der Variablen "A" zugewiesen, im zweiten dann der nächste Tabellenwert (22). Durch die Anweisung PRINT A wird der jeweilige Wert der Variablen "A" auf dem Bildschirm ausgedruckt.

Mit jeder READ-Anweisung wird der nächste Tabellenwert gelesen !

Will man beim Auslesen einer Tabelle wieder von vorn beginnen, so muß man mit der Anweisung RESTORE "zeilennummer" den Tabellenzeiger wieder auf den Tabellenanfang setzen, indem man für "zeilennummer" diejenige Zeilennummer einsetzt, unter der die DATA-Anweisung steht.

Bild 36 zeigt nun einen Programmablaufplan und das zugehörige BASIC-Programm unter Verwendung der Schleifentechnik und der Tabellenverarbeitung.

Steuerung einer Paketwendeanlage

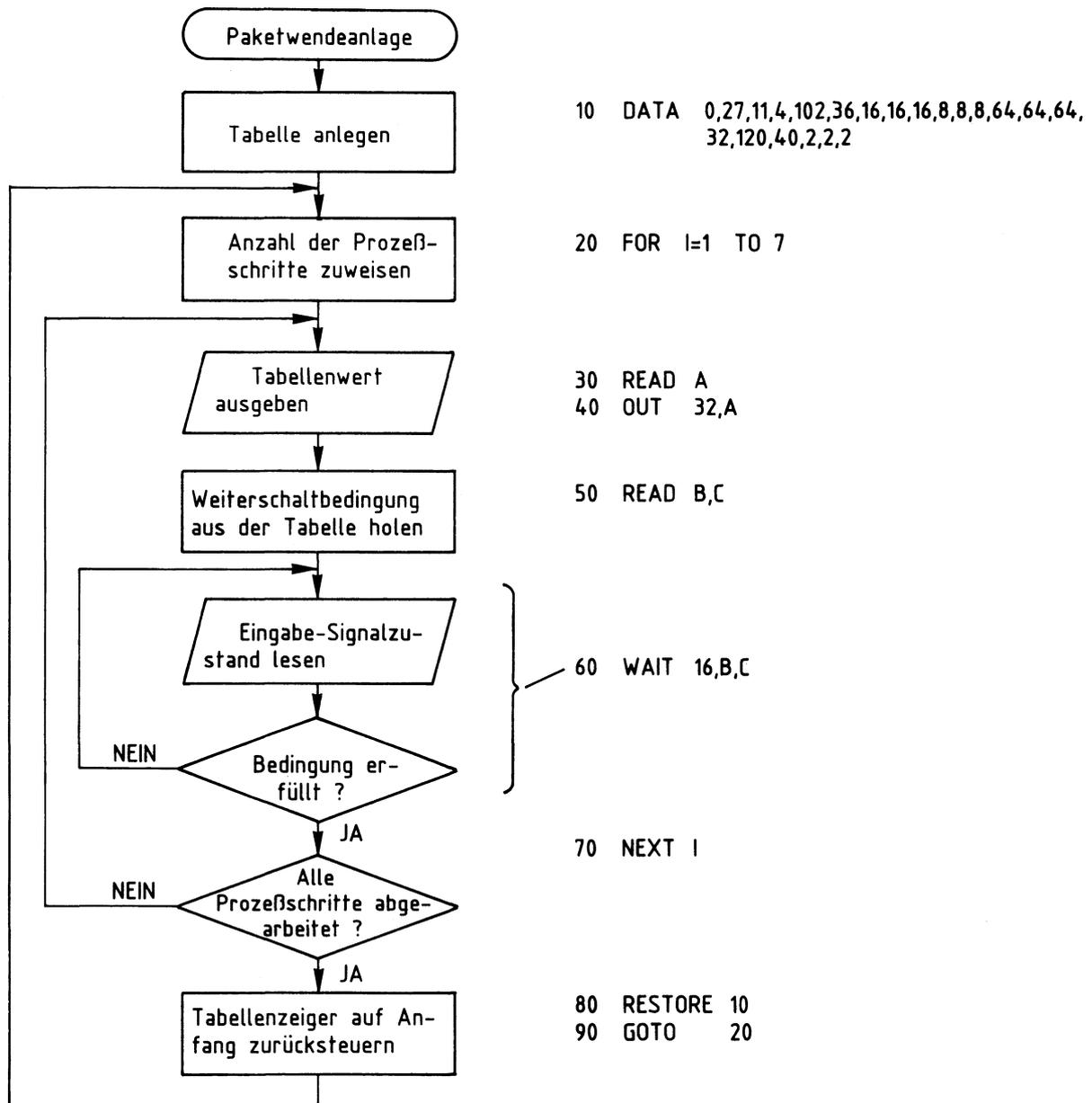


Bild 36: Programmablaufplan und BASIC-Programm zur Steuerung der Paketwendeanlage

Geben Sie das Programm in den Mikrocomputer ein und prüfen Sie seine Funktion.

Name:

Steuerung einer Paketwendeanlage

Datum:

A11

Aufgabe A 11

Im Arbeitsblatt A 5 ist die Funktion eines Schrägaufzugs beschrieben. Entwerfen Sie ein BASIC-Programm, das diese Steuerungsaufgabe löst.

Lösung :

Geben Sie Ihr BASIC-Programm ein und testen Sie dessen ordnungsgemäße Funktion, indem Sie die Endlagenschaltersignale durch entsprechende Schalterbetätigung an der Eingabebaugruppe simulieren.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

STEUERUNG EINER
PAKETWENDEANLAGE

BFZ/MFA 20.1.

ANHANG

Steuerung einer Paketwendeanlage

8.1. Pneumatische Stelltriebe

In den pneumatischen (druckluftgetriebenen) Stellzylindern, die den Kipprahmen und die Schieber bewegen, befindet sich ein beweglicher Kolben (Bild 37), der den Zylinderinnenraum in zwei Kammern aufteilt und mit einem nach außen geführten Gestänge verbunden ist.

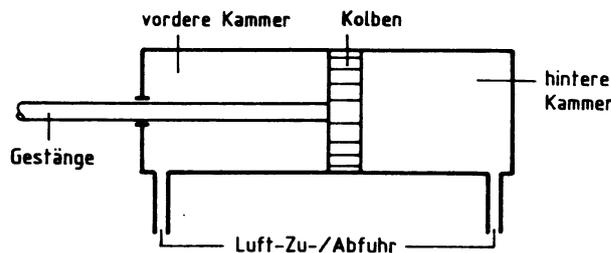


Bild 37 : Pneumatischer Stellzylinder

Sowohl am vorderen als auch am hinteren Zylinderende befindet sich eine Öffnung für die Luftzu- und Luftabfuhr. Die Kolbenbewegung wird dadurch ausgelöst, daß einer Zylinderkammer Druckluft zugeführt und die andere gleichzeitig entlüftet wird (Bild 38).

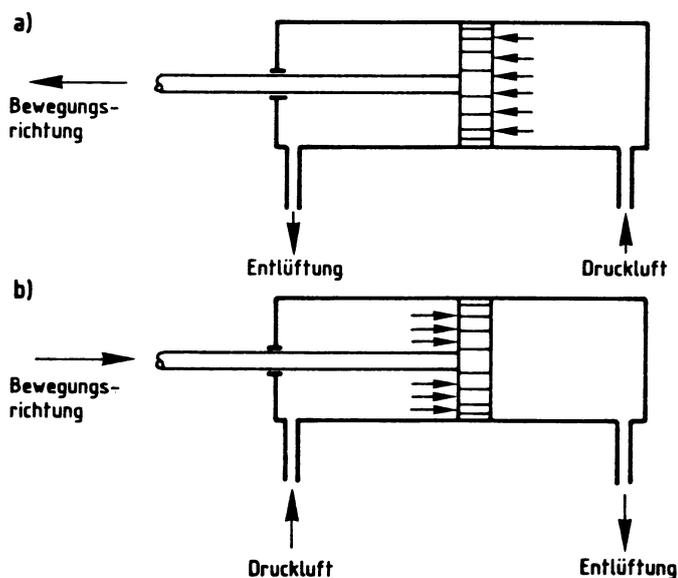


Bild 38 : Bewegung des Kolbens

Steuerung einer Paketwendeanlage

Dabei lassen sich Kolbengeschwindigkeit und Kolbenkraft durch Drosselung der ausströmenden Luft und die Höhe des Druckes variieren. Diese Stellzylinder sind daher nicht nur Antrieb, sondern gleichzeitig auch Kraftverstärker. Sie sind wesentlich einfacher aufgebaut und dennoch robuster als vergleichbare elektromechanische Antriebe. An Stelle von druckluftgetriebenen Stellzylindern verwendet man insbesondere bei hohen Belastungen Hydraulikzylinder, die statt Luft Hydrauliköl verwenden.

Die Zuführung der Druckluft und die Entlüftung der Zylinderkammern wird über elektrisch betätigte Magnetventile gesteuert (Bild 5). Hierbei handelt es sich um beidseitig zu betätigende Impulsventile, d.h. die Magnetspulen brauchen nur kurzzeitig angesteuert zu werden, um die Ventilstellung zu verändern. Danach bleibt die Stellung unverändert. In Bild 39 befindet sich das Ventil in der Stellung, die zur Ruhelage des Stellzylinders gehört. Dazu mußte die Magnetspule 1 kurzzeitig angesteuert werden. Die Luftwege im Ventil sind durch Pfeile gekennzeichnet. In dieser Ventilstellung strömt die Druckluft von der Druckluftquelle, sie ist als Kreis mit Punkt gekennzeichnet, in die vordere Zylinderkammer und drückt den Kolben nach hinten. Gleichzeitig kann die Luft aus der hinteren Kammer des Zylinders über die Entlüftungsöffnung am Ventil entweichen.

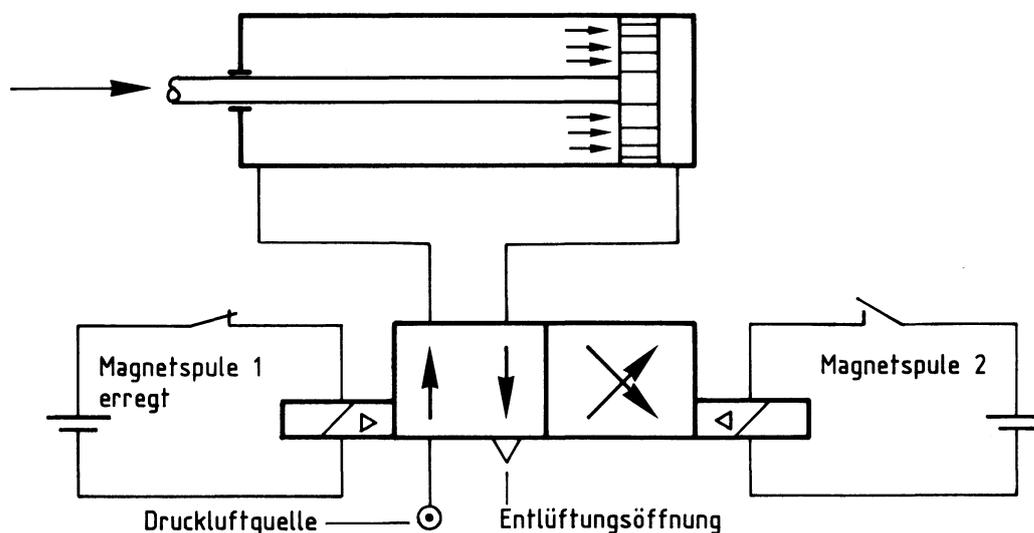


Bild 39 : Beidseitig zu betätigendes elektromagnetisches Impulsventil

Steuerung einer Paketwendeanlage

Wird dagegen die Magnetspule 2 kurzzeitig erregt, so werden die Luftwege im Ventil gekreuzt, so daß nun die hintere Kammer mit Druckluft versorgt und die vordere entlüftet wird (Bild 40), so daß sich die Bewegungsrichtung des Kolbens umkehrt.

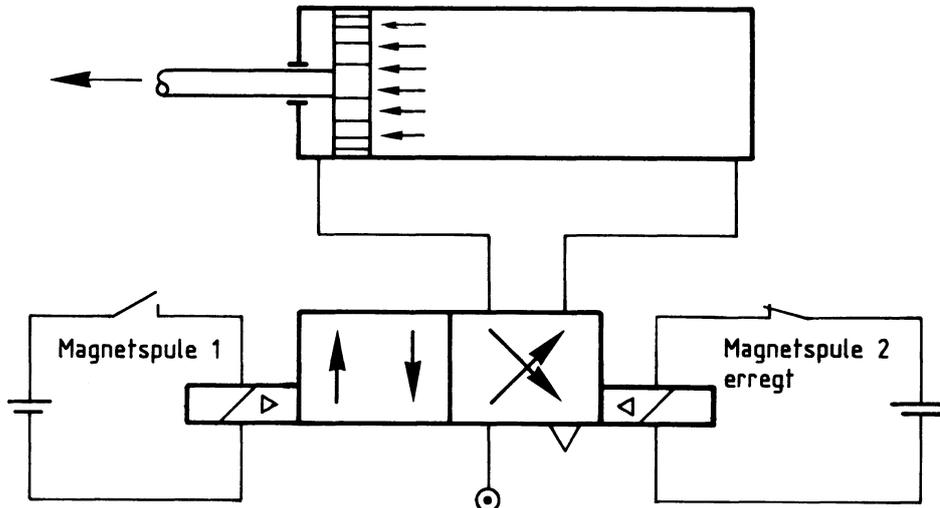


Bild 40 : Ventilstellung für die Bewegung des Kolbens in Arbeitsrichtung

8.2. Schnittstellen zur Steuerung

Die Ansteuerung der Magnetventile von einer digitalen Steuerung muß über Leistungsverstärker erfolgen, weil für ihre Betätigung Ströme bis zu mehreren Ampere erforderlich sind. Eine Verstärkerstufe, die hierfür verwendet werden kann, ist im Bild 41 abgebildet.

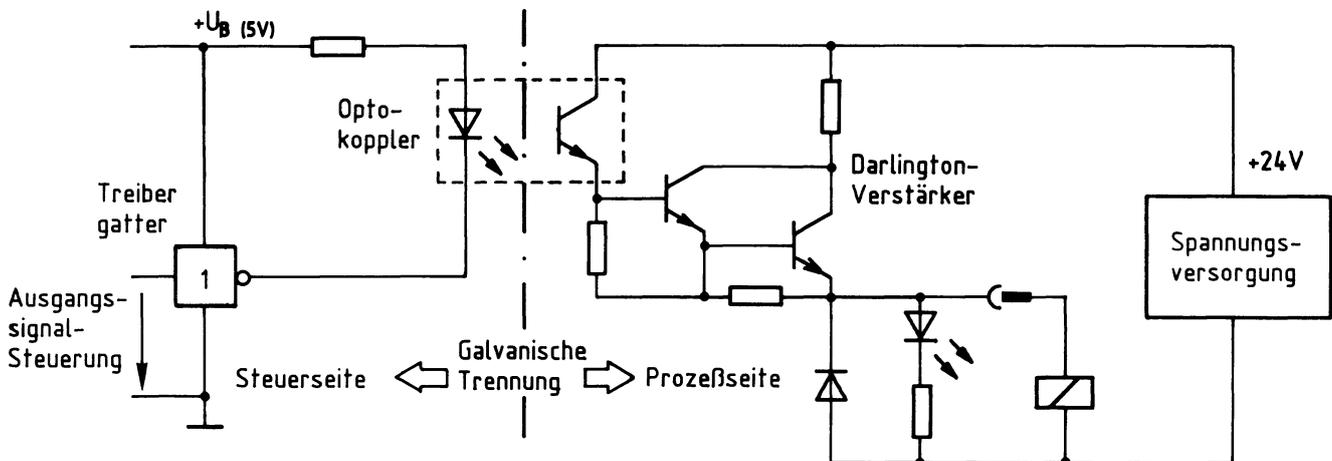


Bild 41 : Leistungsverstärker für die Ansteuerung der Magnetventile

Steuerung einer Paketwendeanlage

Hierbei handelt es sich um einen Darlington-Transistor, dem ein Optokoppler vorgeschaltet ist, zur galvanischen Trennung der Steuereinheit von der Prozeßseite. Diese galvanische Trennung ist sehr wichtig für die Unterdrückung von Störungen, wie sie sonst über gemeinsame Erdungsleitungen oder durch Einkopplung von Impulsen beim Schalten von Induktivitäten auftreten können. Solche Störimpulse können einerseits empfindliche Bauteile in der elektronischen Steuerung zerstören und andererseits falsche Reaktionen in der Steuerung auslösen.

Im Prozeßablauf sind beim Erreichen der Kolbenendlagen auf der Steuerungsseite neue Aktionen auszulösen. Aus diesem Grunde müssen die Endlagen über Sensoren erfaßt werden. Jeder Stellzylinder besitzt zwei Endlagen, so daß insgesamt mit dem Paketsensor (b0) sieben Sensoren (b0 bis b6) vorhanden sind. Dabei kann es sich sowohl um mechanisch betätigte Kontakte als auch um berührungslos arbeitende Schalter handeln. Für die Betätigung der Sensoren befinden sich an den Kolbengestängen entsprechende Nocken oder Steuerfahnen (Bild 42).

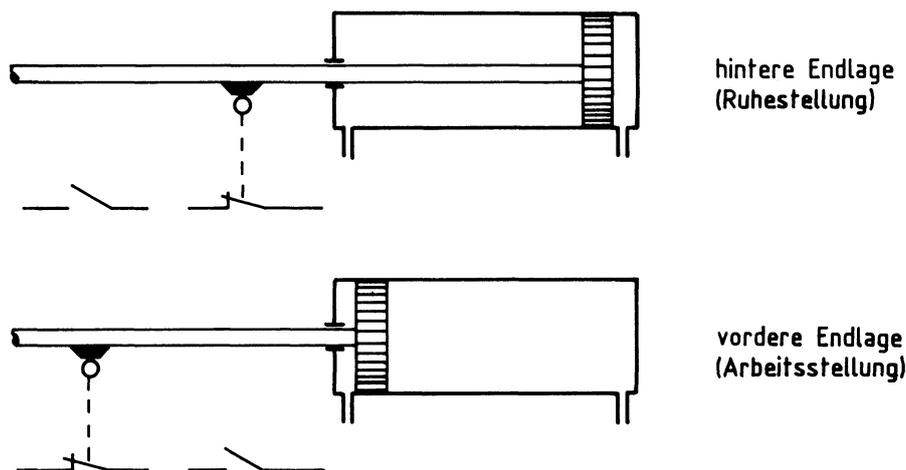


Bild 42 : Erfassung der Kolbenendlagen

Kontakt- oder berührungslos arbeitende Schalter haben gegenüber mechanischen Kontakten den Vorteil, daß sie verschleiß- und prellfrei arbeiten und aufgrund ihres gekapselten Aufbaus unempfindlich gegen Verschmutzung und andere Umwelteinflüsse sind. Sie bestehen meist aus einer im Schaltergehäuse integrierten elektronischen Schaltung, die die Annäherung eines mechanischen Körpers je nach dem angewandten Sensorprinzip durch...

- die Änderung der Induktivität einer Spule
- die Änderung der Kapazität eines Kondensators
- die Unterbrechung eines Lichtstrahls
- die Änderung eines magnetischen Flusses

erfaßt und als "0"- oder "1"-Signal anzeigt. Da an Maschinen

Steuerung einer Paketwendeanlage

meistens die Lage von Metallteilen überwacht werden muß, wird hier der induktive Näherungsschalter oder -Initiator verwendet. Er besteht aus einem Oszillator mit induktiver Mitkopplung, der eine Wechselspannung hoher Frequenz erzeugt, die gleichgerichtet, geglättet und einer Triggerschaltung zugeführt wird.

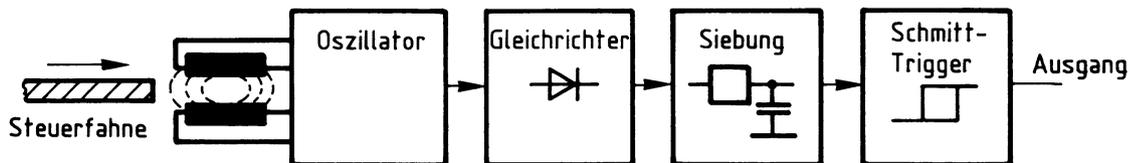


Bild 43 : Blockschaltbild eines induktiven Näherungsschalters

Bringt man ein Metallteil in die Nähe der Mitkoppelpulen, so reißt die Oszillatorschwingung ab und es wird keine Wechselspannung mehr erzeugt. Dies wirkt sich am Eingang des Schmitt-Triggers als Spannungsänderung aus und wird am Ausgang des Initiators durch einen Signalwechsel angezeigt. Näherungsinitiatoren gibt es in den verschiedensten Bauformen. Als Beispiel ist im Bild 44 ein Schlitzinitiator abgebildet, der durch eine Steuerfahne betätigt wird.

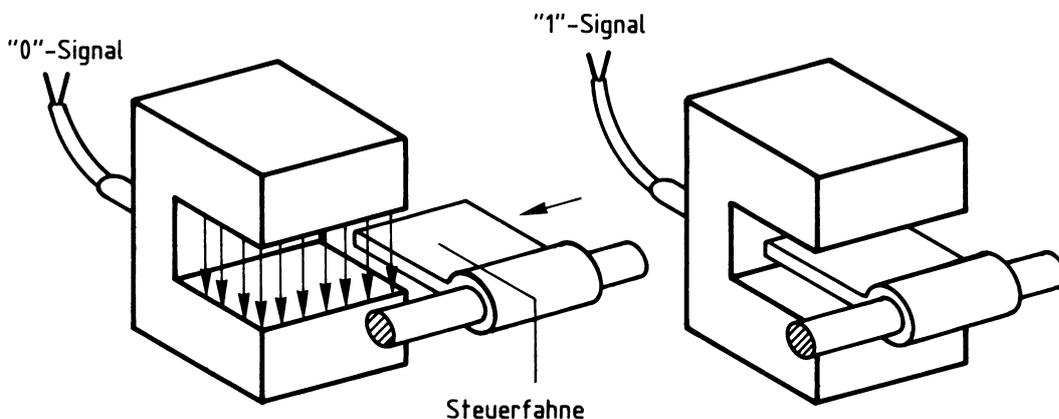


Bild 44 : Bauform eines Schlitzinitiators

Auch die Rückmeldungen aus einem Steuerungsprozeß werden zur Störungsunterdrückung meist über galvanische Trennglieder (Optokoppler) und Filterschaltungen der digitalen Steuerung zugeführt. Eine mögliche Schaltung für diese eingangsseitige Signalaufbereitung ist im Bild 45 abgebildet.

Steuerung einer Paketwendeanlage

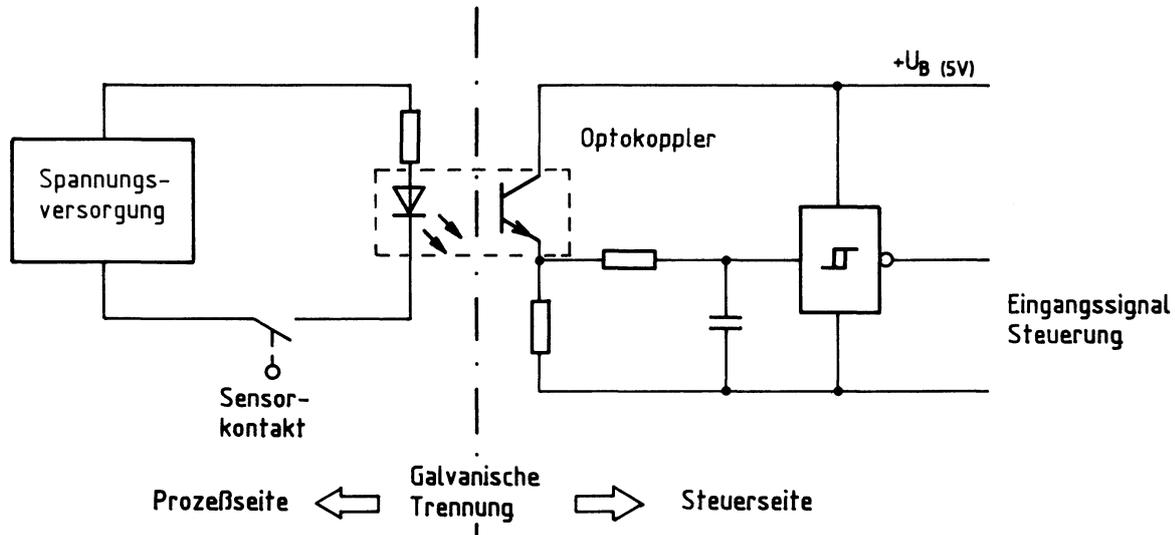


Bild 45 : Eingangsfiler für die Aufbereitung der Prozeßrückmeldungen

Bei Steuerungen, die in "rauer" Industrielatmosphäre eingesetzt werden sollen, sind neben den Entstörmaßnahmen auf den Signalleitungen auch zum Teil umfangreiche Maßnahmen im Netzteil der Steuerung erforderlich. Auch über die Netzversorgungsleitungen können Störimpulse in die Steuerung gelangen. Abhilfe schaffen auch hier geeignete Filter.

Störungsprobleme treten auch häufig durch unsachgemäßes Führen von Erdungsleitungen auf. Erdungsleitungen dienen in der Signalverarbeitung zur Festlegung eines gemeinsamen Potentials. Dabei können durch die Masseverbindungen an verschiedenen Stellen eines Chassis erhebliche Potentialdifferenzen entstehen, die zu Störspannungen und Bauteilschäden führen können. Ursache sind sogenannte Erdungsschleifen, die durch mehrfaches unkontrolliertes Erden entstehen. Solche Probleme lassen sich beispielsweise vermeiden, wenn die verschiedenen Anlagenteile über galvanisch entkoppelte Verbindungen ihre Informationen austauschen.

A1.1

Aufgabe A 1.1

Überprüfen Sie das Steuerungsprogramm (Bild 12) für die Paketwendeanlage, indem Sie den Ablauf am Mikrocomputer-System testen.

Geben Sie dazu das Programm mit Hilfe der Betriebsprogramm-Kommandos in den RAM-Bereich ein. Falls Sie kein reales Anlagenmodell besitzen, so kennzeichnen Sie die Buchsen der Ein- und Ausgabe-Baugruppe mit den Namen der jeweiligen Signale. Besonders hilfreich ist aber auch die Erstellung eines schematischen Modells (Simulator) entsprechend der im Anhang beschriebenen Bauanleitung; es erleichtert die Orientierung im Prozeßablauf. Nehmen Sie auch das Weg-Zeit-/ Signal-Zeit-Diagramm (Bild 8) für die Verfolgung und Simulation des Prozeßablaufs zur Hilfe.

Bevor Sie das eingegebene Programm starten, stellen Sie zunächst die Ausgangslage am Simulator bzw. an den Schaltern der Eingabebaugruppe ein. Überlegen Sie sich hierzu, welchen Zustand die jeweiligen Endschalter der Paketwendeanlage eingenommen haben müssen.

b0= 0	b1= 1	b2= 0	b3= 1	b4= 0	b5= 1	b6= 0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Starten Sie nun das Programm und protokollieren Sie Ihre Beobachtungen.

Beobachtungen:

Nach dem Start des Programmes :

Es ist kein Ausgang aktiv. Die Steuerung befindet sich im ersten Schritt, der Ruhelage.

Nach kurzzeitiger Betätigung von b0 :

Der Ausgang S 2 (B 2) ist aktiv. Der Kipprahmen schwenkt nach vorn.

A1.2

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Kipp-
rahmen (b1 und b2) :

b1 und b2 aus :	keine Änderung, warten im Schritt 2.
b2 ein :	Ausgang S 4 (B 4) aktiv. Schieber 1 nach vorn. Kipprahmen aus. Schritt 3

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Schieber 1
(b3 und b4) :

b3 und b4 aus :	keine Änderung, warten in Schritt 3
b4 ein :	Ausgang S 3 (B 3) aktiv. Schieber 1 zurück. Schritt 4
b4 aus :	keine Änderung, warten in Schritt 4
b3 ein :	S 6 (B 6) aktiv. Schieber 2 nach vorn. Schritt 5

Nach der Simulation der Endlagenzustände für den Schieber 2
(b5 und b6) :

b5 und b6 aus :	keine Änderung, warten in Schritt 5.
b6 ein :	S 5 (B 5) aktiv. Schieber 2 zurück. Schritt 6
b6 aus :	keine Änderung, warten in Schritt 6.
b5 ein :	S 1 (B 1) aktiv. Kipprahmen zurück-schwenken. Schritt 7

Simulieren Sie zum Schluß noch das Wiedererreichen des Anfangszustandes.

Hierzu muß zunächst der Schalter b2 aus- und dann b1 eingeschaltet werden.

A2

Aufgabe A 2.1

Beim Betrieb der Paketwendeanlage hat sich gezeigt, daß der Schieber 1 zu langsam ist. Für die Überprüfung und Neueinstellung der Druckluft und Drosselung am Stellzylinder ist ein Testprogramm zu entwerfen, das den Schieber 1 jeweils zwischen der vorderen und hinteren Endlage hin- und hersteuert. Benutzen Sie hierzu auch das Programmlisting Bild 12.

Test Programm :

Adr.	Masch.-C.	Label	Assembler-C.	Kommentar
0000	3E10	ANF:	MVI A,10	
0002	D320		OUT 20	
0004	DB10	WART1:	IN 10	
0006	E610		ANI 10	
0008	CA0400		JZ WART1	
000B	3E08		MVI A,08	
000D	D320		OUT 20	
000F	DB10	WART2:	IN 10	
0011	E608		ANI 08	
0013	CA0F00		JZ WART	
0016	C30000		JMP ANF	

A3

Aufgabe A 3.1

Aufgrund einer Störung an der Paketwende-Anlage wird beim Ablauf mit dem Erreichen der vorderen Endlage von Schieber 1 der Endschalter b4 nicht betätigt. Welche Folgen hat diese Störung?

Antwort : Die Steuerung bleibt in Schritt 3 "hängen". Schieber 1 wird dauernd mit Druck beaufschlagt.

Aufgabe A 3.2

Nachdem der Paket-Sensor b0 dem Mikrocomputer die Ankunft eines Paketes gemeldet hat, betätigt die Mikrocomputer-Steuerung gleichzeitig den Kipprahmen und den Schieber 1, so daß es zu einem folgenschweren Zusammenstoß dieser beiden Maschinenteile gekommen ist. Was war die wahrscheinliche Fehlerursache?

Antwort : Endschalter b2 liefert dauernd 1-Signal. (Kontakt verklebt)

Aufgabe A 3.3

Schieber 1 ist aufgrund der noch nicht ausgeführten Neueinstellung der Druckluft und Drosselung am Stellzylinder erheblich langsamer als Schieber 2. Was passiert, wenn in diesem Fall gleichzeitig eine Störung am Endschalter b3 auftritt, und dieser unabhängig von der Schieberstellung betätigt bleibt?

Antwort : Kollisionsgefahr zwischen Schieber 1 und Kipprahmen beim Rückschwenken in Schritt 7.

A4

Aufgabe A 4.1

In den Aufgaben A 3.2 und A 3.3 sind Maschinenstörungen beschrieben, die durch defekte Endschalter ausgelöst wurden. Wie können solche folgenschweren Störungen auf der Steuerungsseite vermieden werden?

Antwort : Durch Einbauen von Sicherheitsbedingungen in das Steuerungsprogramm. Bspw. durch Überwachung und Abfrage mehrerer Endschalter, bevor in den nächsten Prozeßschritt weitergeschaltet wird.

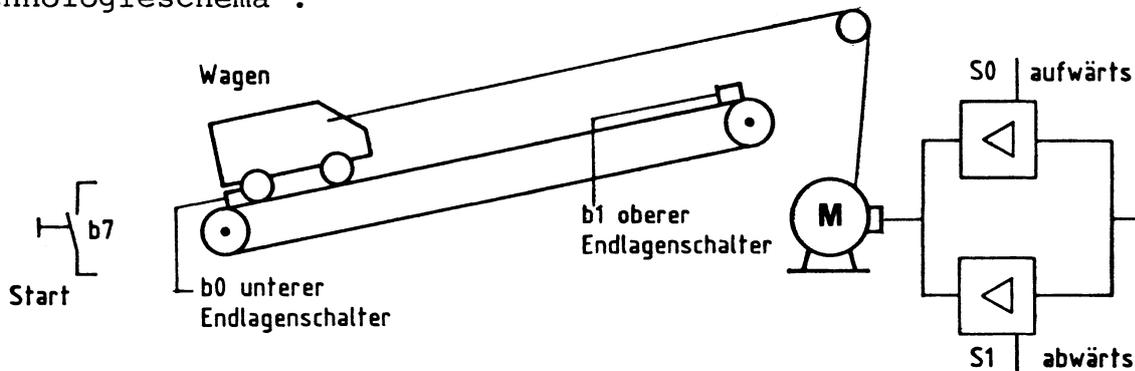
Aufgabe A 5.1

A5.1

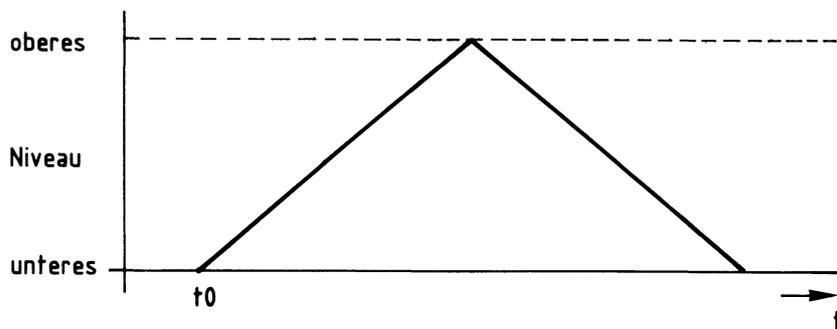
Skizzieren Sie das Weg-Zeit- und das Signal-Zeit-Diagramm für die folgende Steuerungsaufgabe.

Ein Schrägaufzug soll nach Betätigung des Starttasters hochgezogen werden. Beim Erreichen der oberen Endlage soll die Bewegungsrichtung des Wagens umgeschaltet werden. Erreicht er dann den unteren Endschalter wieder, so ist der Steuerungsablauf beendet. Erst mit erneuter Betätigung des Starttasters kann der Ablauf wiederholt werden.

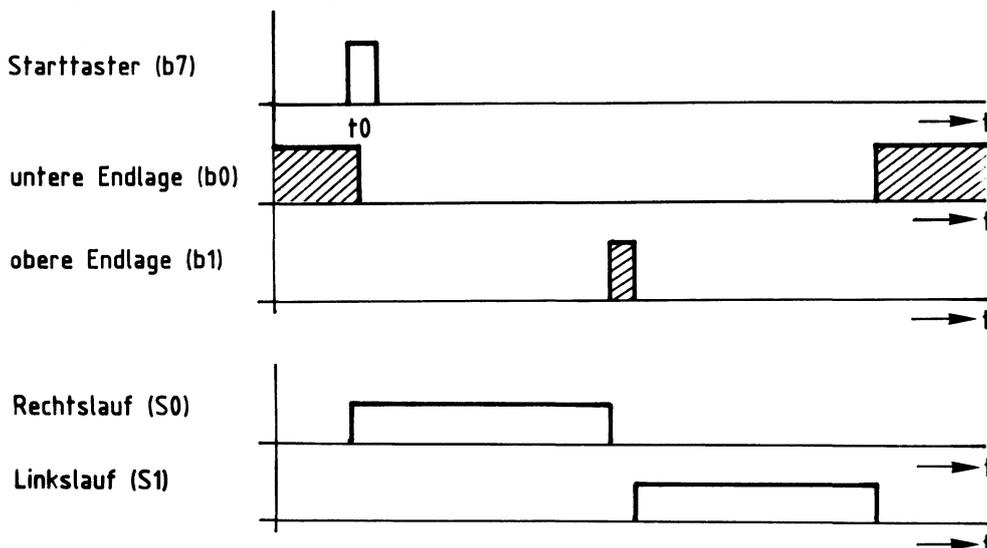
Technologieschema :



Weg-Zeit-Diagramm:



Signal-Zeit-Diagramm:

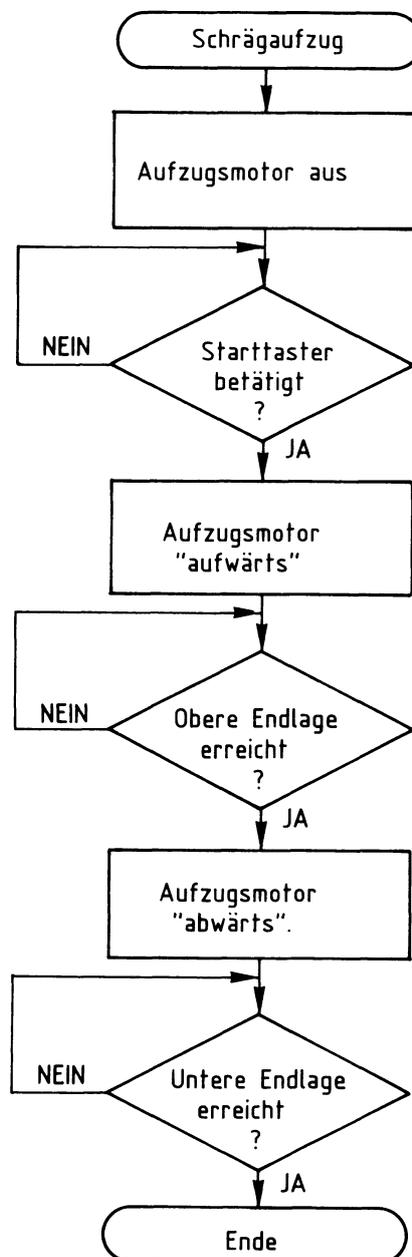


Aufgabe A 5.2

A5.2

Entwerfen Sie einen Programmablaufplan für die Steuerungsaufgabe A 5.1. Benutzen Sie hierzu die im Technologieschema angegebenen Kurzzeichen für die Schaltelemente und Leistungsstellglieder.

Programmablaufplan :



Steuerung einer Paketwendeanlage

L Ö S U N G E N

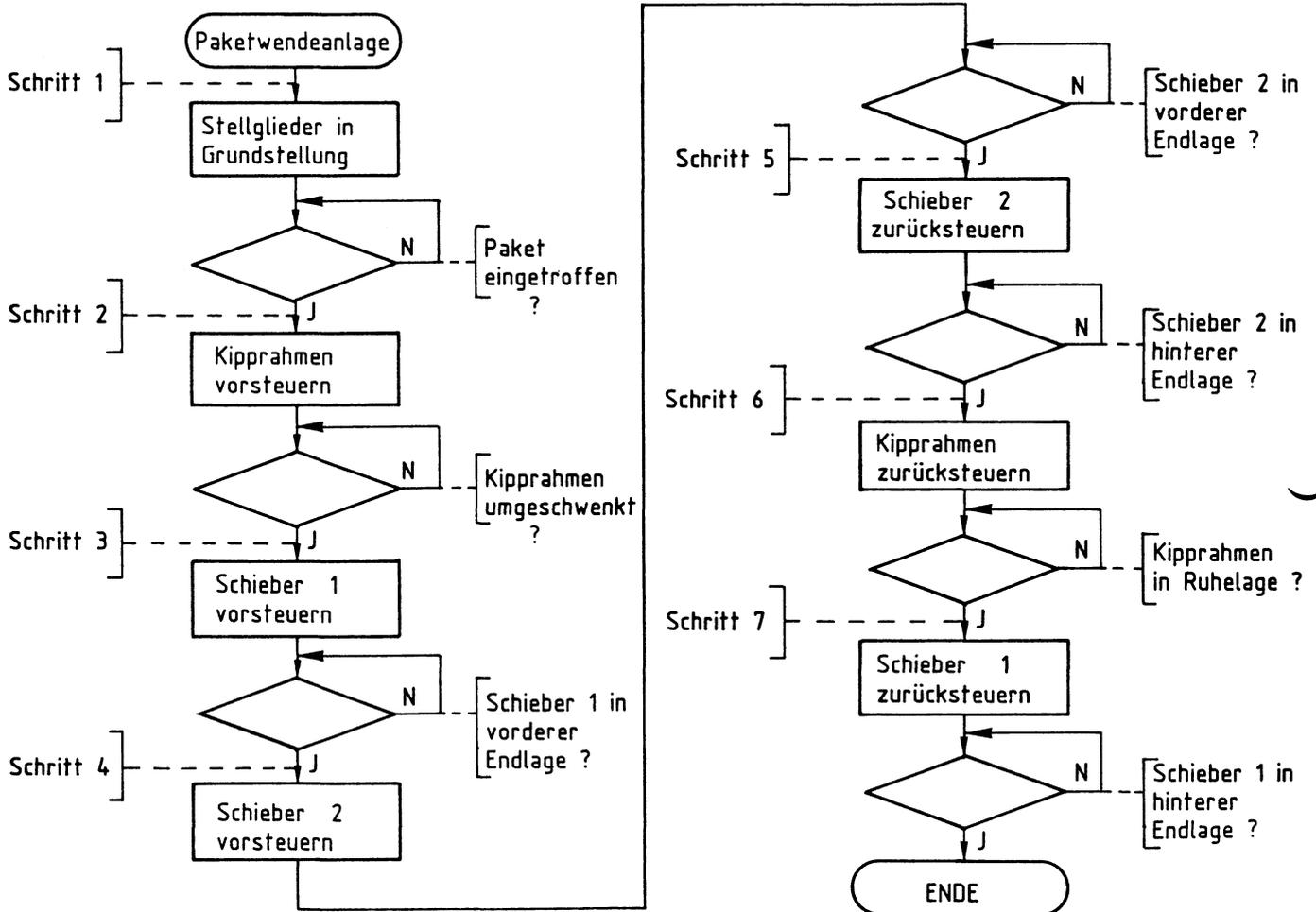
Aufgabe A 6

A6

Die untenstehende Zeichnung zeigt einen fehlerhaften Programmablaufplan für die Paketwendeanlage.

Was ist an diesem Ablaufplan falsch und welche Folgen hätte der Fehler ?

Antwort : Die Reihenfolge des Prozeßablaufs stimmt nicht. Das Rückschwenken des Kipprahmens darf erst erfolgen, wenn vorher der Schieber 1 zurückgesteuert wurde. So kommt es in Schritt 6 zur Kollision zwischen Kipprahmen und Schieber 1.



Steuerung einer Paketwendeanlage

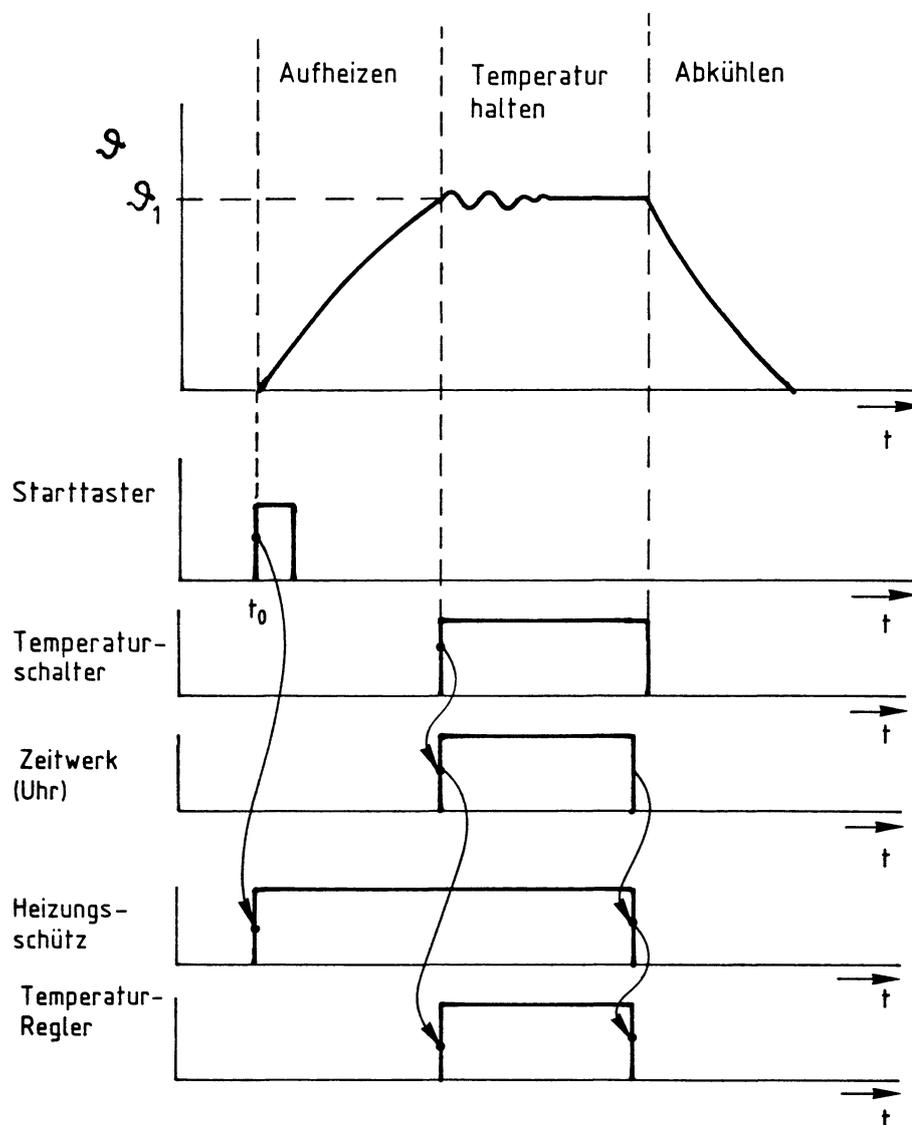
L Ö S U N G E N

Aufgabe A 7

A7.1

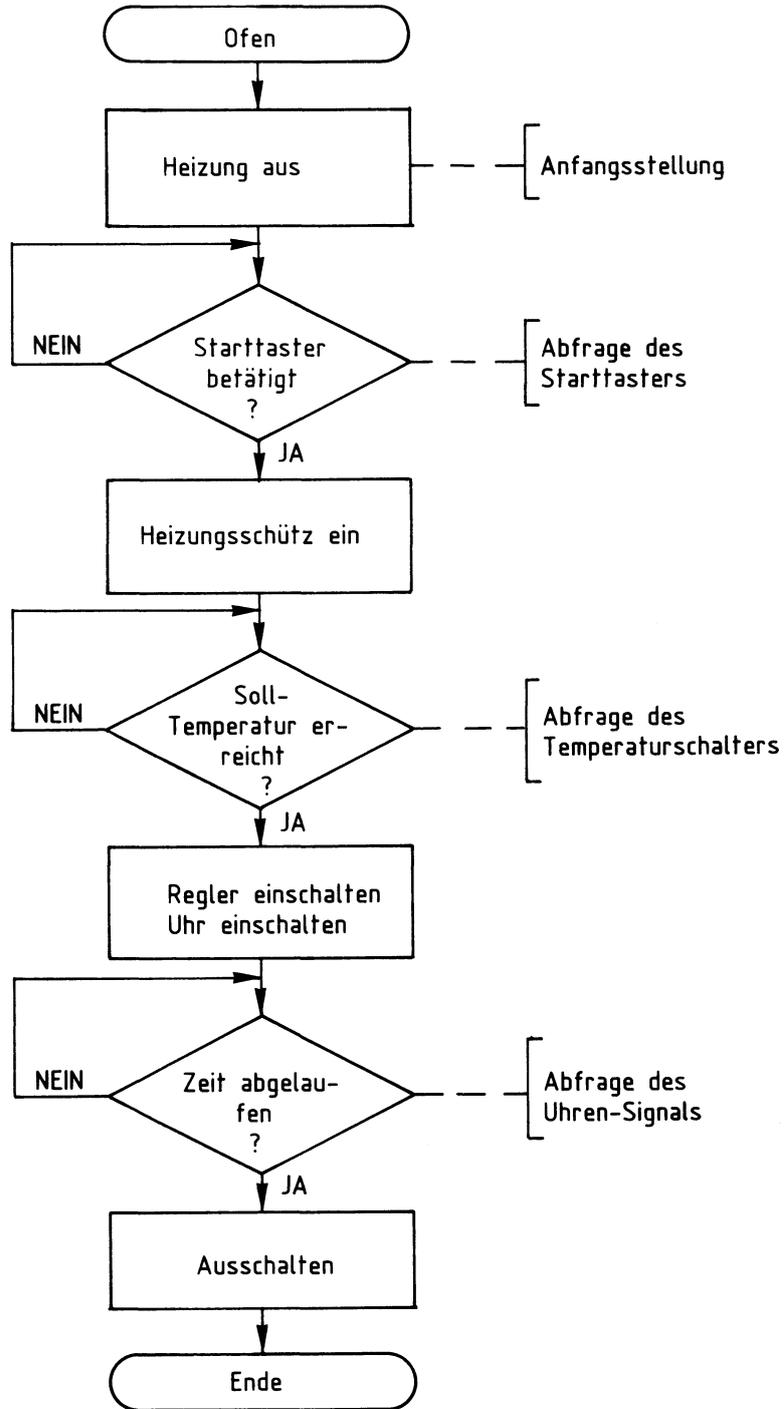
Entwerfen Sie zu folgendem Temperatur-Zeit-Diagramm einen Programmablaufplan.

Temperatur- und Signal-Zeit-Diagramm :



Programmablaufplan :

A7.2



Aufgabe A 10

A10

Im Arbeitsblatt A 5 ist die Funktion eines Schrägaufzugs beschrieben. Entwerfen Sie ein SPS-Programm, das diese Steuerungsaufgabe löst.

Lösung :

```
*E07
 *E00
 */A00
 */A01
 =SA00
```

```
*E01
 *A00
 =RA00
 =SA01
```

```
*A01
 *E00
 =RA01
```

Geben Sie Ihr SPS-Programm ein und testen Sie dessen ordnungsgemäße Funktion, indem Sie die Endlagenschaltersignale durch entsprechende Schalterbetätigung an der Eingabebaugruppe simulieren.

A11

Aufgabe A 11

Im Arbeitsblatt A 5 ist die Funktion eines Schrägaufzugs beschrieben. Entwerfen Sie ein BASIC-Programm, das diese Steuerungsaufgabe löst.

Lösung :

```
10 OUT 32,0
20 WAIT 16,129,129
30 OUT 32,1
40 WAIT 16,2,2
50 OUT 32,2
60 WAIT 16,1,1
70 GOTO 10
```

Geben Sie Ihr BASIC-Programm ein und testen Sie dessen ordnungsgemäße Funktion, indem Sie die Endlagenschaltersignale durch entsprechende Schalterbetätigung an der Eingabebaugruppe simulieren.

Steuerung einer Paketwendeanlage

Vorschlag zum Bau eines Simulationsmodells für die Paketwendeanlage

Zur Simulation des Paketwendeprozesses empfiehlt sich der Bau eines Simulationsmodells. Die Endlagenschalter und der Paketsensor sollen zwar von Hand betätigt werden, aber sie sollen so angebracht sein, daß ihre Funktion im Prozeß zu erkennen ist. Ebenfalls sollen die Aktorenzustände mit Hilfe von Leuchtdioden so angezeigt werden, daß ihre Bedeutung erkennbar wird.

Vorgeschlagen wird der Bau einer Tafel, auf welche das Technologieschema der Anlage aufgezeichnet ist. In diese Tafel können die Schalter und Leuchtdioden an entsprechender Stelle eingebaut werden. Bild 45 zeigt eine solche Tafel, die je nach Bedarf aus Metall, Holz oder Basismaterial für Leiterplatten bestehen kann.

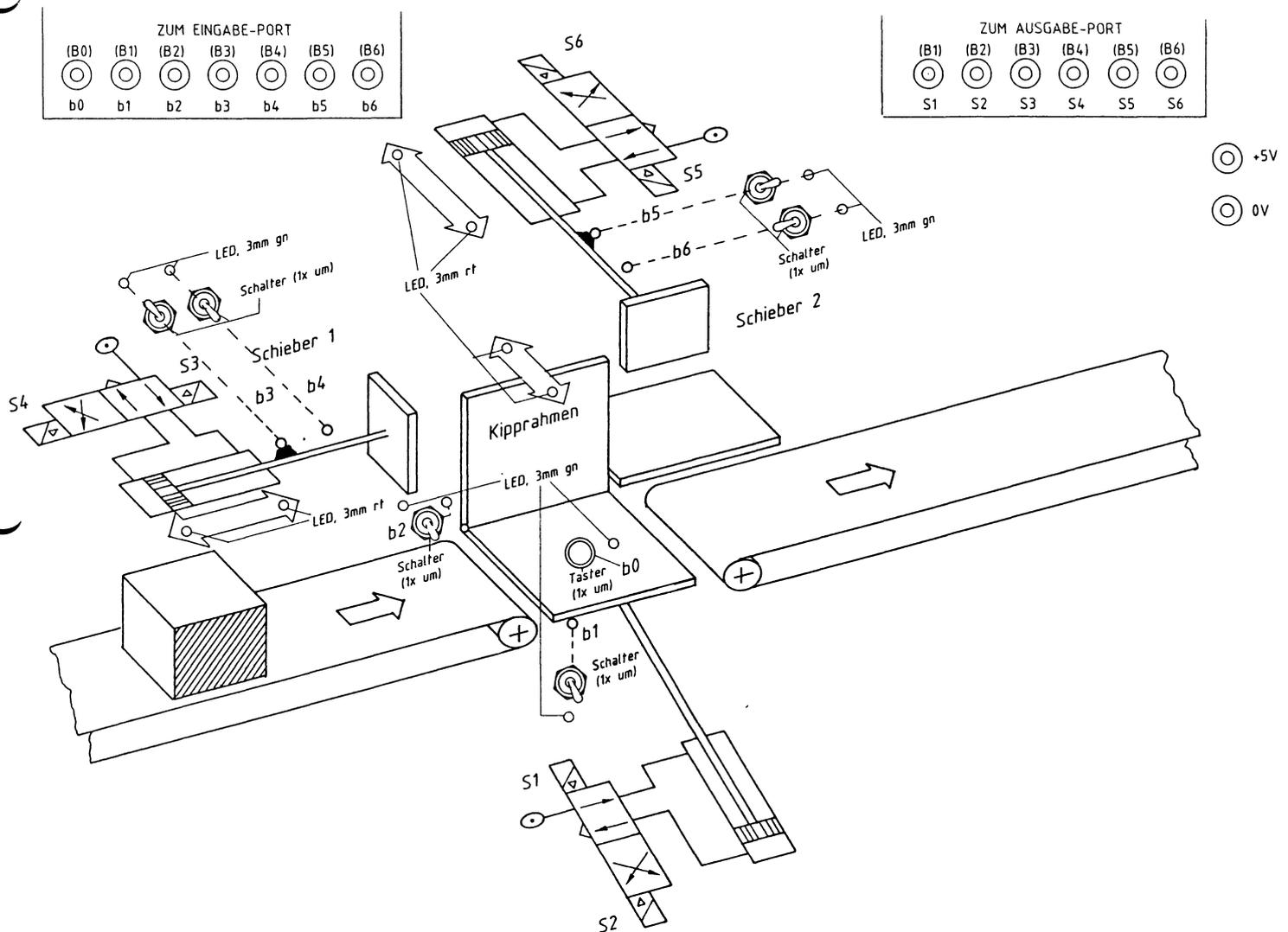


Bild 45 : Vorschlag für die Frontseite eines Simulationsmodells

Steuerung einer Paketwendeanlage

Die Verdrahtung der einzelnen Schalter und Leuchtdioden entnehmen Sie dem Stromlaufplan Bild 46.

Die Doppelseite mit dem Technologieschema kann Ihnen als Vorlage für ein Simulationsmodell dienen.

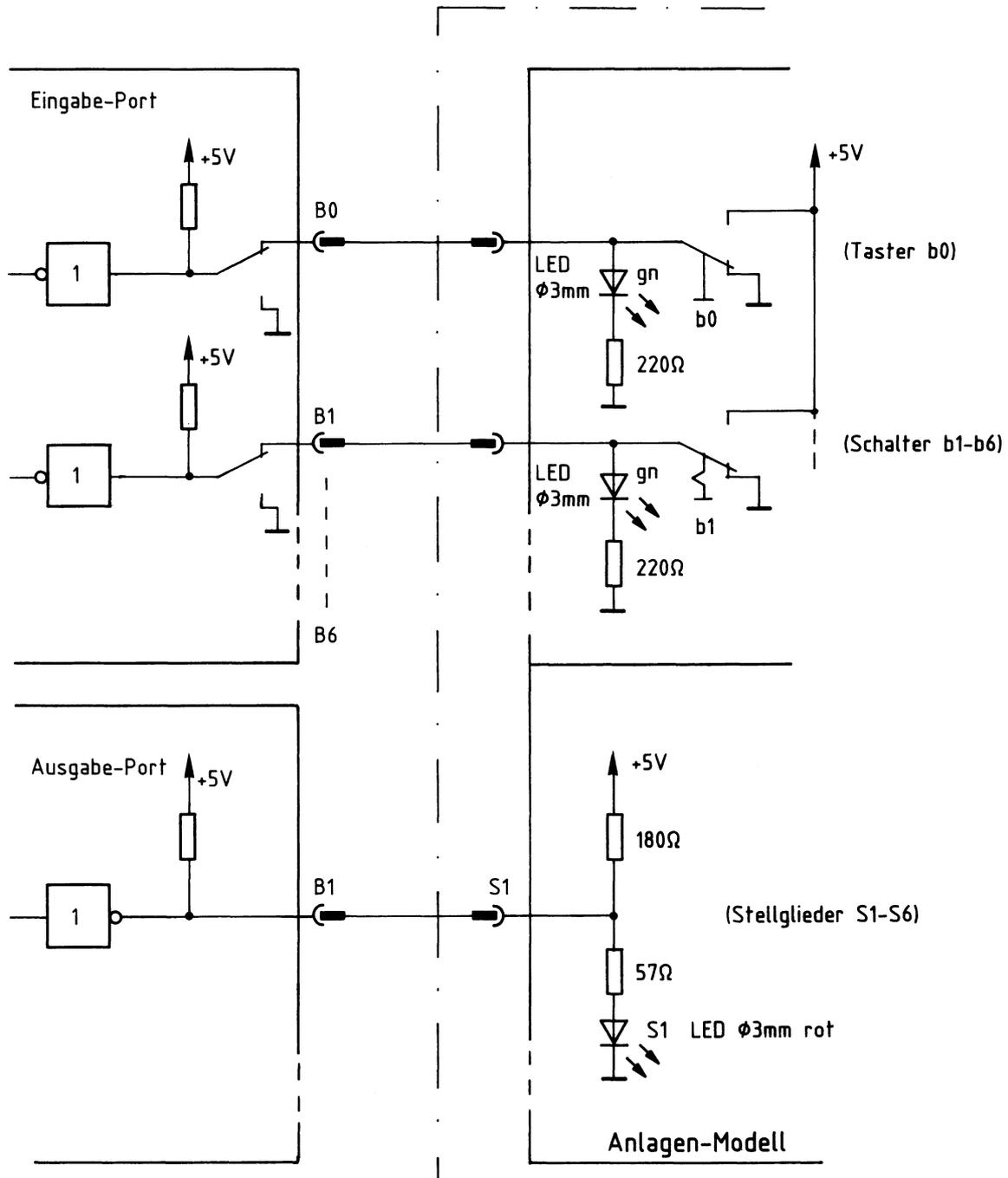
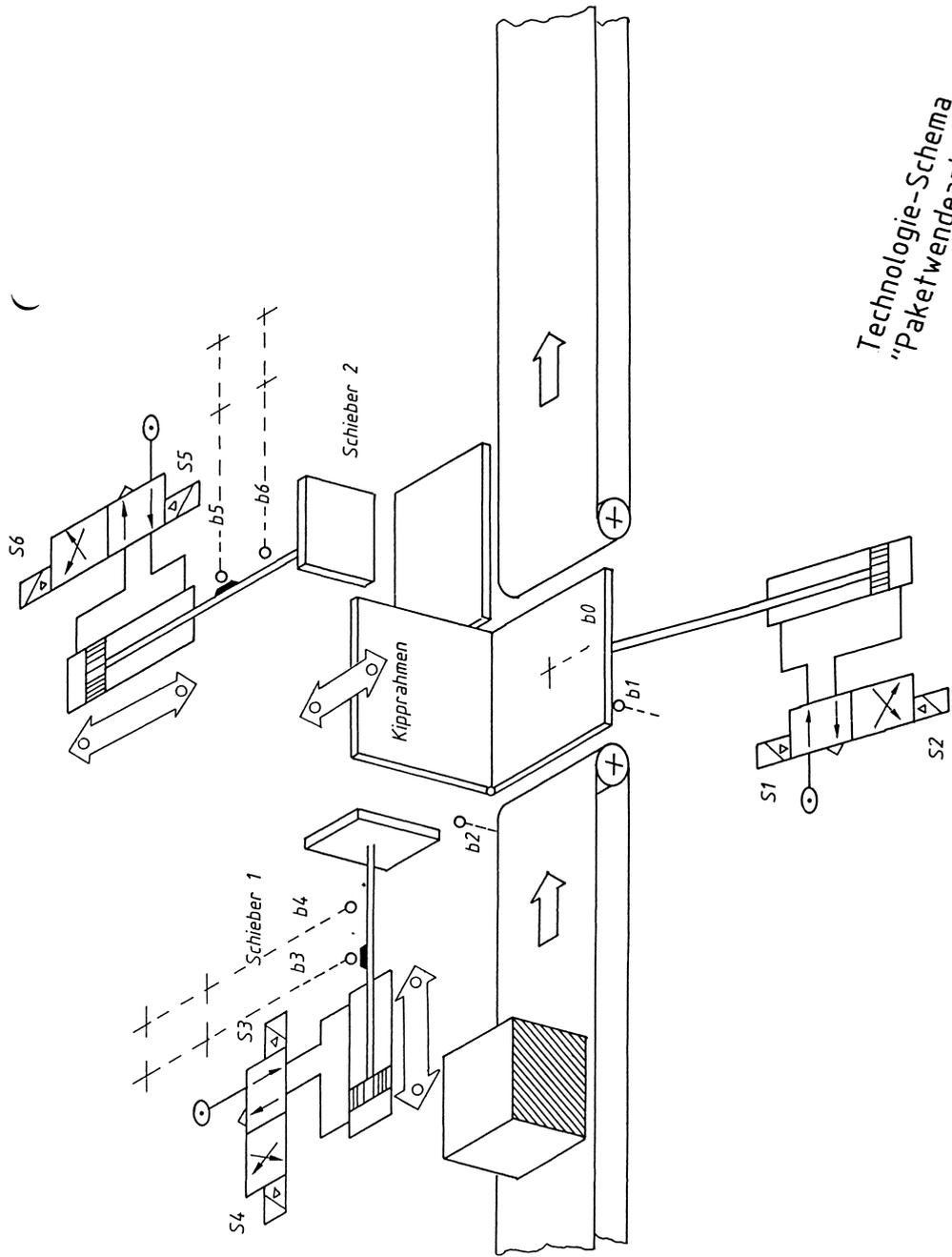


Bild 46 : Stromlaufplan für die Schalter und Anzeigeelemente des Simulationsmodells

Damit ist die Übung beendet.



Technologie-Schema
 "Paketwendeanlage"

1

2

3

4