



Pneumatik - Roboter

Bau- und Programmieranleitung

PN-ROB 4

INHALT

1. BAUANLEITUNG	3
1.1 Werkzeuge	3
1.2 Aufbau der Zange	3
1.3 Aufbau des Roboters	3
1.4 Verschlauchung	5
1.5 Verdrahtung für Relais-Interface	6
1.6 Verdrahtung für fischertechnik-Interface	7
2. DRUCKLUFTVERSORGUNG	9
2.1 Kompressoren und Verschlauchung	9
2.2 Schlauchanschluß am Modell	9
2.3 Funktionsprüfung der Pneumatik	9
2.4 Einstellen der Drosseln	9
2.5 Besonderheiten	10
3. STROMVERSORGUNG	10
3.1 Stromaufnahme der Elektromagnete	10
3.2 Geeignete Netzgeräte	10
3.3 Funktion der Varistoren	10
3.4 Funktionsprüfung der Magnetventile	10
3.5 Funktion des Tasters	11
4. ARBEITSWEISE DES MODELLS	12
5. STEuern MIT RELAIS-INTERFACE	13
5.1 Schaltung und Steuertechnik	13
5.2 Direktes Steuern mit der Tastatur	14
5.3 Steuern mit Programmen	15
5.4 Programmausdrucke	16
5.5 Eingangsabfrage	18
6. STEuern MIT FISCHERTECHNIK-INTERFACE	19
6.1 Schaltung und Steuertechnik	19
6.2 Direktes Steuern mit der Tastatur	20
6.3 Hinweise zum Programmieren	20
6.4 Programmausdrucke	20
7. BEHEBUNG VON MÖGLICHEN STÖRUNGEN	23
8. STÜCKLISTE	24

VORBEMERKUNG

DRUCKLUFT-ROBOTER UND COMPUTER

Die Vorzüge pneumatischer Antriebe für die Erzeugung von hin- und hergehenden Bewegungen bei industriell genutzten Maschinen kommen auch dem schulischen Modellbau gelegen: Im Vergleich mit elektromotorischen Antrieben lassen sich mit geringem Aufwand an Maschinenteilen einfache und zuverlässige Schub-, Hub-, Dreh- und Schwenkbewegungen erzeugen.

Ebenso einfach wie der Aufbau ist die Steuerung solcher Geräte bzw. Modelle. Komplizierte Schaltungen wie Endschaltungen und Polwendeschaltungen, unabdingbar für ein genaues Steuern von Motorantrieben, entfallen.

Dies ist das entscheidende Motiv für das Angebot von Pneumatik-Modellen zum Steuern mit Computern für den Einstieg ins Programmieren. Die Zylinder können mit einfachen Ein- und Ausschaltimpulsen, z.B. über Userport oder Drucker Ausgang, gesteuert werden. Fehlsteuerungen, die ungewünschte Funktionen der bewegten Teile zur Folge hätten, haben keine zerstörerischen Auswirkungen auf die Modellmechanik. Bei Modellen mit mehreren zusammenwirkenden Zylindern können vielfältige Bewegungskombinationen erdacht und in Steuerprogramme umgesetzt werden. Dazu kommt man mit nur wenigen BASIC-Befehlen aus.

1. BAUANLEITUNG FÜR PN-ROB 4

Das Bildheft enthält - fortlaufend nummeriert - Abbildungen zu den Baustufen der Roboter PN-ROB-2 bis PN-ROB-5. Die Darstellungen auf den ersten 6 Bildern werden für den Bau aller Robotertypen gleichermaßen benötigt. Sie wurden daher an den Anfang gestellt. An entsprechenden Stellen der Bauanleitung wird auf diese Darstellungen zurückverwiesen.

1.1 WERKZEUGE

In diesem Bausatz befinden sich Teile, die mit relativ hohem Kraftaufwand zusammengefügt werden müssen. Dies ist aus Stabilitätsgründen teilweise erwünscht. Die Bauteile brauchen bei normaler Beanspruchung der Modelle nicht verklebt zu werden.

Falls einzelne Teile verklebt werden sollen, Kunststoffkleber verwenden. Am besten geeignet sind Cyanacrylat-Kleber, z.B. UHU-Sekundenkleber, mit denen alle Kunststoffe und Metallteile des Systems miteinander verklebt werden können. Speziell für die roten Nylonteile kann man auch 98%ige Ameisensäure verwenden.

ACHTUNG: Alle genannten Klebemittel sind gefährlich für Haut und Augen.

Zum Verschieben, Lösen der Bauteile oder ähnlichem ist ein Schraubendreher zweckmäßig.

Zum Verlegen und Anschließen der Schläuche und Kabel sind erforderlich: Schere, Messer, Maßstab, Abisolierzange, Seitenschneider, Spitzzange, Schraubendreher 2,5 mm.

1.2 AUFBAU DER ZANGE

Abb.1 Anordnung der Bauteile für die Zange

- An der Kolbenstange des Zylinders 45 mit Feder wird ein Rollenbock befestigt.
- An beiden Seiten des Zylinders werden folgende Bauteile (in dieser Reihenfolge) angebracht: je 1 Scharnier, Baustein 5, Baustein 15 mit Bohrung, Winkelstein gleichschenkelig, Baustein 5, 2 Kesselhalter (übereinander).
- Zwischen dem ersten Baustein 5 und Baustein 15 mit Bohrung je ein Verbindungsstück 15 einschieben.
- Zweckmäßig: Die Verbindungsstücke mit Klebstoff bestreichen und dann einschieben. Die übrigen Bauteile müssen nicht verklebt werden.

Abb.2 Einbau der Gelenkbolzen

- Beidseitig 2 Laschen (I-Strebe 15), 2 K-Achsen 30 und 4 Klemmbuchsen.
- Beim Aufsetzen der Klemmbuchsen auf die Kunststoffachsen sollte die Seite mit der Metallklammer zur Achsenmitte zeigen.
- Zwischen Laschen und Klemmbuchsen etwas Spiel lassen, damit die Zange leicht aufgeht. Dies erreicht man durch Verdrehen der Klemmbuchsen. Die fertige Zange muß sich von selbst öffnen.

1.3 AUFBAU DES ROBOTERS

Hinweise:

Die Bezeichnungen links, rechts, vorn, hinten, oben, unten beziehen sich immer auf die jeweilige Abbildung, die kommentiert wird.

Vor dem Zusammenbau werden die 8 Gummifüße auf die Bodenplatte geklebt. Zweckmäßig ist folgende Anordnung: Jeweils ein Gummifuß an den Ecken, etwa 15 mm vom Plattenrand entfernt; die übrigen wie in der Skizze verteilt:

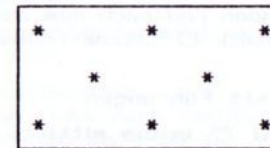


Abb.43 Bodenplatte mit Befestigungselementen für die Aufbauten

- Nut 2 und 3 von links: Schienen aus Bausteinen 5 für Magnete. Bausteinnuten quer zu den Nuten der Bodenplatte anordnen.
- Linke hintere Ecke: Lagerblock für Drehzylinder. Die Bausteine 30 sind mit 5 Verbindungsstücken 30 zusammengefügt. Die hinteren beiden Bausteine stehen mit den Zapfen nach oben. Abstand des Blocks vom Rand der Platte: etwa 2 mm. Falls der Block später wie in Abb. 53 mit einer Bauplatte 30 x 15 abgedeckt werden soll, die beiden Verbindungsstücke zwischen den drei vorderen Bausteinen um etwa 3 mm kürzen (z.B. mit Seitenschneider) und ganz einschieben.

- Nut 1 von links :
2 Federnocken zur Aufnahme der Kabelbefestigung (vgl. Abb. 53)
- Nut 7 und 9 von links:
4 Bausteine 15 mit 2 Zapfen zur Befestigung des Drehkranzes.
- Nut 9 von links:
Vor dem Baustein 15 mit 2 Zapfen ein Baustein 15 mit einem Zapfen zur Befestigung des Pneumatik-Verteilers, davor ein Baustein 5, auf dem später der Verteiler aufliegt.
- Nut 5 von links, hinten und Nut 6 von rechts, vorn:
Je ein Baustein 5 mit Verbindungsstück 15 zur Aufnahme der Pneumatik-Drosseln.
- Nut 6 und 7 von rechts, Mitte der Platte:
Schiene aus 2 Bausteinen 5 zur Aufnahme des Tasters (vgl. Abb. 54).
- Nut 1 von rechts:
Unterbau der Ablageplatte; auf die 4 Bausteine 30 wird jeweils ein Baustein 15 mit 2 Zapfen gesetzt. Die Position der Stäbe wird nach den Schlitzen der fertiggestellten Ablageplatte ausgerichtet (vgl. Abb. 56).
- Zusammenbau der Ablageplatte:
Die beiden Grundplatten 90 x 45 werden mit 2 Kunststoffachsen 30 verbunden und nach dem Zusammenschieben mit einem Verbindungsstück 15 zusammengehalten.

Abb.44 Drehkranz mit Führungen

- Zunächst Aluprofil 75 in die mittlere Nut des Drehkranzes einschieben, dann in die gegenüberliegende Nut einen Baustein 15 (mit 1 Zapfen) einsetzen. Seine obere Nut verläuft parallel zu den Drehkranznuten.
- Querbalken aus je einem Baustein 15 mit 1 Zapfen und mit 2 Zapfen herstellen. Federnocken seitlich einschieben und dann den Balken zwischen Aluprofil und gegenüberliegendem Baustein einsetzen.
- Verbindungsstück 15 zur späteren Aufnahme des Hubzylinders von rechts in den Querbalken einschieben.
- Am Aluprofil links Radhalter mit Gummirad anbringen.
- Auf den rechten Baustein 15 Achsenverschraubung mit Achse 60 aufschieben.

Abb.45 Hubzylinder mit Puffer Anschluß des Drehzylinders am Drehkranz

- Hubzylinder auf das Verbindungsstück 15 am Querbalken schieben. Die Anschlußstützen zeigen dabei nach hinten. Auf die Kolbenstange den Puffer aufsetzen.
- Baustein 7,5 am Federnocken des Querbalkens befestigen.
- Baustein 15 (mit 1 Zapfen) in die vordere Drehkranznut einschieben und durch Verbindungsstück 15 mit dem Baustein 7,5 verbinden, daran Gelenk für Pneumatik-Zylinder anschließen.
- Kolbenstange des Drehzylinders am Gelenk ansetzen. Anschlußstützen weisen dabei nach oben.

Abb.46 Roboterkörper mit Führungsstangen

- Querbalken aus 2 Bausteinen 15 (mit 1 Zapfen) und einem Baustein 30 zusammensetzen, alle Nuten in Längsrichtung. Der Zapfen des mittleren Bausteins 15 zeigt nach unten.
- Achse 80 in die obere Nut einschieben und mit 2 Klemmbuchsen 10 sichern.
- Führungsstangen (2 Achsen 110) in die senkrechten Nuten des mittleren Bausteins einschieben, oben mit Klemmbuchsen 10, unten mit Klemmbuchsen 5 sichern. Der offene Teil der Klemmbuchsen 5 muß gegen den Zapfen des Bausteins 15 gerichtet sein.
- Rechts und links je ein Aluprofil 60 anfügen. Am rechten Aluprofil einen Baustein 15 mit Bohrung anbringen. Am linken Aluprofil mit Baustein 5 und Verbindungsstück 15 die Roboterzange befestigen.

Abb.47 Zusammengebauter Roboter

- Baustein 15 mit Bohrung am rechten Aluprofil so einrichten, daß er bei abgesenktem Körper auf der Achsenverschraubung aufsitzt.

Abb.48 Befestigung des Drehkranzes

- Die vorderen Bausteine 15 (mit 2 Zapfen) zunächst an den Rand der Bodenplatte schieben. Den Drehkranz mit den Nuten der schwarzen Unterseite von hinten nach vorn auf diese beiden Bausteine aufsetzen, und zwar den linken Baustein in die linke äußere Nut des Drehkranzes, den rechten Baustein in die 3. Nut von rechts.

- Den ganzen Aufbau mit den Bausteinen auf der Bodenplatte nach hinten schieben, bis der hintere Teil des Drehkranzes auf die Zapfen der hinteren Bausteine 15 aufgeschoben ist.
- Der Drehkranz wird so ausgerichtet, daß er in der Mitte der Bodenplatte sitzt.

Abb.49 Fertiger mechanischer Aufbau

- Die beiden senkrechten Aluprofile 60 und die Achsenverschraubung durch Verschieben so ausrichten, daß der angehobene Roboterkörper beim Loslassen reibungslos und rasch bis zur Endlage absinkt.
- Den Befestigungsbaustein der Zange am linken Aluprofil so einrichten, daß die unteren Klemmbuchsen der Zangenmechanik 1 bis 2 mm über der Ablagefläche liegen.
- Auf die Zapfen des Drehzylinder-Lagerblocks einen Baustein 30 schieben, den Zapfen zum Zylinder gerichtet und links mit einem Überstand von etwa 2 mm. Das andere Ende mit Bauplatte 15 x 15 abdecken. Plattenfläche und rechter senkrechter Baustein schließen dann rechts bündig ab.
- Drehzylinder mit Gelenkwürfel am Baustein anbringen. Anschlußstützen zeigen nach oben.
- Beim Schwenken von Hand sollte die Zange in den beiden Endstellungen etwa gleich nah am Rand der Ablageplatte stehen. Um dies zu erreichen, verschiebt man den Drehkranz oder den Lagerblock des Drehzylinders.

1.4 VERSCHLAUCHUNG

Abb.3 Zusammenbau eines Magnetventils

- Erforderlich sind: Ankerlagerstein, Elektromagnet, Ventil, Magnet-Ankerblech und Führungsplatten. Auf den Einbau der Zugfeder kann verzichtet werden, sofern 0,3 bar Betriebsdruck vorhanden ist (z.B. bei Verwendung des Kleinverdichters).
- Das Magnetventil kann durch Drehen des Magneten so aufgebaut werden, daß die elektrischen Anschlüsse entweder linksseitig oder rechtsseitig liegen.
- Zum Einhängen der Feder spitze Zange verwenden. Feder zuerst in das Ankerblech einhängen, und zwar so, daß das offene Hakenende nach außen zeigt. Dann anderes Ende in die Kunststofföse einhängen.

Abb.4 Anschlußprinzip eines Magnetventils

- Am unteren Stutzen des Ventils wird die Druckluft zugeführt, am oberen ausgelassen.

Abb.5 Anschlußprinzip einer Drossel

- Ventilanschluß wie in Abb. 4. Der vom Ventil abgehende Schlauch wird am rechtwinklig zur Drosselschraube angeordneten Stutzen angeschlossen.

Abb.50 Einbau der Magnetventile Anschluß der Luftzuführungsschläuche

- Zur besseren Übersicht wurde der Drehkranz entfernt.
- Magnetventile sind mit elektrischem Anschluß links- und rechtsseitig im Wechsel aufgebaut, wie die Stecker verdeutlichen. Die Führungsplatten wurden zur besseren Übersicht abgenommen.
- Die Magnete sollten so positioniert sein, daß die Ankerbleche am hinteren Ende bündig mit dem Rand der Bodenplatte abschließen.
- Pneumatik-Verteilerrohr am Baustein 15 ansetzen und auf Baustein 5 aufliegen lassen. Die rechte Stutzenreihe mit P-Stopfen verschließen.
- Die Luftzuführungsschläuche sind am unteren Stutzen der Ventile anzuschließen.
- Schlauchstücke zuschneiden:
Schlauchlängen von links nach rechts:
120 mm - 100 mm - 60 mm - 55 mm
- Nach dem Zuschnitt der Schläuche schwarze Schlauchanschlüsse an den Enden anbringen. Diese dann auf die Stutzen schieben und (eventuell mit Schraubendreherklinge) festdrücken. Zum Lösen der Schläuche Anschlüsse mit Schraubendreherklinge abhebeln.

Abb.51 Anschluß der Luftabgangsschläuche

- Zur besseren Übersicht sind die Luftzuführungsschläuche aus Abb. 50 abgenommen.
- P-Drosseln anbringen (vgl. Abb. 50).
- Alle Schlauchabgänge sind am oberen Stutzen der Ventile anzuschließen.

- Schlauchstücke zuschneiden:

- (1) Abgang zum Zangenzylinder: 300 mm, mit Schlauchhülse zum späteren Fixieren am Roboterkörper (vgl. Abb. 52).
- (2) Abgang zum Hubzylinder: 100 mm bis zur Drossel (2), 120 mm ab Drosselabgang.
- (4) Abgang zum Drehzylinder, rechter Stutzen für Linksdrehung: 140 mm.
- (8) Abgang zum Drehzylinder, linker Stutzen für Rechtsdrehung: 85 mm bis zur Drossel (8), 150 mm ab Drosselabgang.

Abb.52 Fertiger Roboter ohne elektrische Anschlüsse

- Zur Erprobung der Funktionen siehe Abschnitt 2. DRUCK-LUFTVERSORGUNG.

1.5 VERDRAHTUNG FÜR RELAIS-INTERFACE

Abb.53 Vorbereiten des Kabels

- Sofern beabsichtigt ist, nicht mit einem fischertechnik-Interface, sondern mit einem Relais-Interface zu steuern, Stecker des Flachbandkabels abschneiden.
- Flachbandkabel mit 12 Adern herstellen, dazu das Band zwischen dem 12. und 13. Kabel einschneiden und aufreißen. 12-adriges Band auf Bodenplatte mit Federnocken und Winkelsteinen 7,5 Grad festklemmen, dabei 20 cm überstehen lassen.
- Band in 6 Doppelkabel aufteilen und bis zur Befestigung einreißen.
- Einzelne Doppelkabel den 4 Magneten und dem Taster zuordnen, die Magnetkabel ablängen. Das Tasterkabel bleibt ca. 20 cm lang. Eine Doppelleitung wird als Reserveleitung in eine Plattennut eingelegt.

Abb.6 Einbau der Varistoren

- Die Varistorendrähte auf 20 mm verkürzen, an den Enden je einen roten und grünen Stecker anschrauben und dann die Drähte wie in der Abbildung biegen.
- Bei jedem Magneten einen Varistor einbauen, dabei die roten Stecker (aus optischen Gründen) oben einstecken. Varistoren nach vorne ausrichten.
- Zum Anschrauben der Stecker an die Einzelkabel diese etwa 4 mm abisolieren, Litzen verdrillen und Drahtbündel zurück-

biegen, wie links vorne abgebildet. Kabelende dann samt Isolierung in den Stecker schieben und festschrauben. Diese Technik bietet optimale Haltbarkeit.

Abb.54 Komplette Verdrahtung

- Zu einem Magneten führen jeweils 2 Leitungen, deren Stecker in die Querlöcher der Varistorenstecker gesteckt werden.
- Zum Taster führt ein Doppelkabel aus dem Flachband. An beiden Enden einen roten Stecker montieren, diese zusammenkuppeln und im Mittelkontakt des Tasters einstecken. Ein separates Einzelkabel (aus einem Reststück) führt vom Öffnerkontakt des Tasters zum Magneten (8). Der Taster muß so angeschlossen sein, daß er in unbetätigtem Zustand Durchgang hat.
- Schaltung und Funktion des Tasters gehen aus der Beschreibung im Abschnitt 3.5 FUNKTION DES TASTERS hervor.

Abb.55 Stecker am anderen Ende der Zuleitung

- Die Stecker den Magnetanschlüssen entsprechend nummerieren. Die Leitungen mit roten Steckern als Plusleitungen vorsehen (für das Ansteuern der Magnete ist die Stromrichtung zwar unerheblich, aus Gründen der Übersichtlichkeit ist eine solche Festlegung jedoch zweckmäßig).
- Die Stecker des Tasterkabels wie am Taster zusammenkuppeln. Dieses Verfahren ermöglicht es, die Leitungen auch zu trennen und für eine andere Programmiermethode (Tasterabfrage, siehe Abschnitt 5.5 EINGANGSABFRAGE) anzuschließen.
- Flachbandkabel mit Klebeband gegen Aufreißen der einzelnen Kabel sichern.

Abb.56 Komplettes Modell mit Werkstücken

- Beispiel für Arbeit mit 2 Werkstücken: In der Ausgangsstellung liegen die beiden zylindrischen Werkstücke am linken und rechten Ende der Ablageplatte. Der Roboter tauscht die beiden Werkstücke gegeneinander aus. Dazu müssen sie vorübergehend in der Mitte der Platte abgelegt werden können (vgl. Abschnitt 4. ARBEITSWEISE DES MODELLS).

1.6 VERDRAHTUNG FÜR FISCHERTECHNIK-INTERFACE

Bei Verwendung eines fischertechnik-Interface wird das beige Flachbandkabel mit Stecker verwendet. Zum Steuern wird mit einem Grundprogramm gearbeitet, das jedem selbst entwickelten Programm vorgeschaltet werden muß und das speziell auf die verschiedenen Interface-Typen abgestimmt ist. Nach diesem Programm sind die Interface-Steckerkontakte und damit auch die Adern des Flachbandkabels mit ganz bestimmten Funktionen belegt. Daher muß beim Anschluß des Kabels am Modell genau nach dem im folgenden beschriebenen Verfahren vorgegangen werden.

1. Kennzeichnung der Magnetventile

- Numerierung der Magnete in **Abb. 53** wie folgt ändern:

- (8) wird zu (4)
- (4) wird zu (3)
- (2) bleibt (2)
- (1) bleibt (1)

2. Einbau der Varistoren

- Varistoren nach dem Beispiel in **Abb. 6** mit Steckern versehen: Die Varistorendrähte auf 20 mm verkürzen, an den Enden je einen roten und grünen Stecker anschrauben und dann die Drähte wie in der Abbildung biegen.
- Bei jedem Magneten einen Varistor einbauen, dabei die roten Stecker oben einstecken (aus optischen Gründen). Varistoren nach vorne ausrichten.

3. Vorbereiten des Flachbandkabels

Das Kabel enthält zwei 10-adrige Streifen mit den Adern: schwarz-1 (außen) bis braun-1 (innen) und schwarz-2 (innen) bis braun-2 (außen).

- Nach **Skizze 1** ein 10-adriges Flachbandkabel herstellen:

Die Adern schwarz-1 bis braun-1 bleiben erhalten.

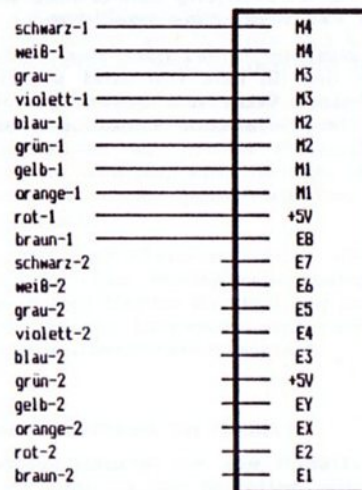
Die Adern schwarz-2 bis braun-2 werden mit Schere oder Seitenschneider am Stecker entfernt.

- Das 10-adrige Kabel wie in **Abb. 53** auf der Grundplatte mit Federnocken und Winkelsteinen 7,5 befestigen, dabei sollte die Seite mit der schwarz-weißen Ader nach links gelegt werden und das Kabel etwa 200 mm überstehen.

(Das Flachbandkabel in **Abb. 53** ist für die Verwendung eines Relais-Interface vorgesehen und unterscheidet sich daher von der im folgenden beschriebenen Anordnung.)

- Das Kabel in folgende Aderpaare zerlegen und bis zur Kabelbefestigung einreißen:

1. Paar schwarz + weiß
2. Paar grau + violett
3. Paar blau + grün
4. Paar gelb + orange
5. Paar rot + braun



Skizze 1 Herstellung des 10-adrigen Flachbandkabels:
Die Adern schwarz-2 bis braun-2 werden entfernt.

4. Anschließen des Flachbandkabels

- Zum Anschrauben der Stecker an die einzelnen Drähte diese, wie in **Abb. 6** links vorne abgebildet, etwa 4 mm abisolieren, Litzen verdrehen und Drahtbügel zurückbiegen. Kabelende dann samt Isolierung in den Stecker schieben und festschrauben. Diese Technik bietet optimale Haltbarkeit.
- Aderpaare nach folgender Aufstellung dem Taster und den vier Magneten zuordnen, je nach Bedarf kürzen, abisolieren, und Stecker anschrauben.

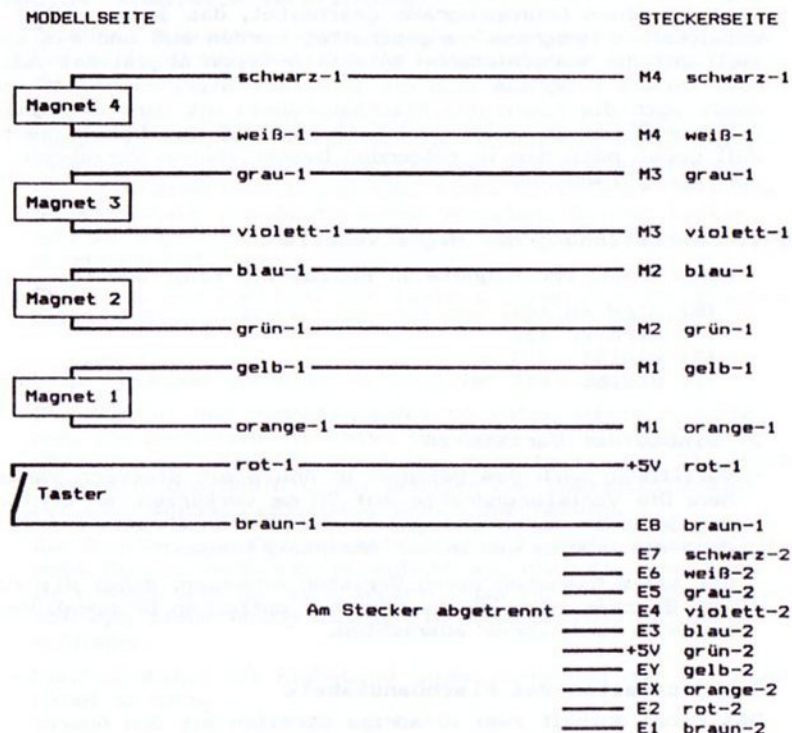
- rot und braun: Taster (E8),
- gelb und orange: Magnet (1)
- blau und grün: Magnet (2)
- violett und grau: Magnet (3)
- schwarz und weiß: Magnet (4)

Die Tasterleitung wird mit 2 roten Steckern versehen, da hier ein positives Potential vorliegt. Die Magnetleitungen erhalten je einen roten und grünen Stecker, dabei ist es gleichgültig, welche der beiden Adern rote oder grüne Stecker erhalten bzw. in welche der beiden Varistorenstecker sie nachher gesteckt werden (Aus optischen Gründen gleichfarbige Stecker zusammenstecken).

- Den Taster als Schließer anschließen, d.h. so, daß die Drähte braun und rot bei Betätigung überbrückt werden. Dazu Schaltplan auf dem Tastergehäuse beachten.
- **Abb. 54** zeigt die Lage der Kabel nach dem Einbau der Stecker. Die Anschlüsse bei (8) bzw. (16) sind jedoch für die Verwendung eines Relais-Interface gefertigt und nicht identisch mit der oben beschriebenen Kabelzuordnung.

5. Übersicht über die Kabelanschlüsse

Skizze 2 gibt einen Gesamtüberblick über die verwendeten Steckeranschlüsse am Interface und am Modell.

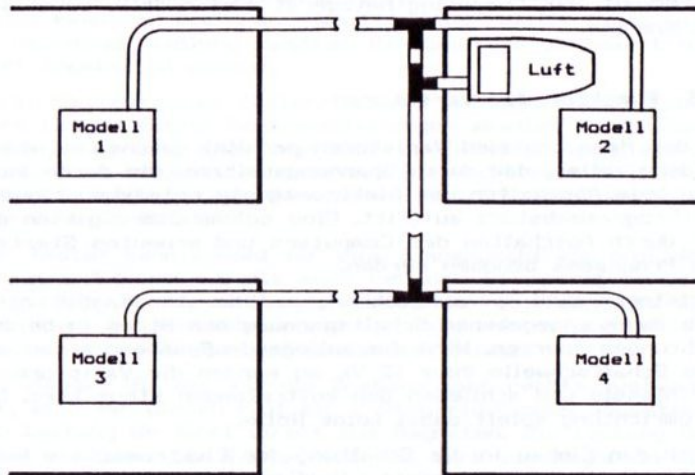


Skizze 2 Anschlußplan des Flachbandkabels

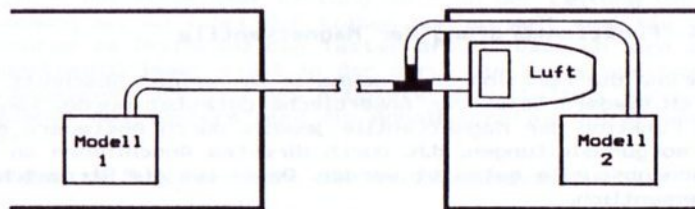
2. DRUCKLUFTVERSORGUNG

2.1 Kompressoren und Verschlauchung

Eine optimale Druckluftversorgung wird mit dem sehr leise und auch über mehrere Stunden sehr zuverlässig arbeitenden Kleinverdichter (CVK-Best.-Nr. 62015) erreicht. Seine Leistung reicht aus, um 4 Modelle gleichzeitig zu versorgen, sofern die Modellverschlauchung dicht ist. Optimal ist allerdings eine Versorgung von je 2 Modellen mit einem Verdichter, weil dadurch eine bessere Übersichtlichkeit gegeben und die Bewegungsfreiheit nicht durch umfangreiche Schlauchverzweigungen eingeschränkt ist. Skizze 3 und 4 zeigen eine zweckmäßige Anordnung der Verzweigungen.



Skizze 3 Verschlauchung mit 3 T-Stücken für 4 Modelle



Skizze 4 Verschlauchung für 2 Modelle

Der Hauptschlauch sollte am Kleinverdichter nicht direkt auf den Luftstutzen geschoben werden, da durch häufiges Abziehen und Aufschieben der Sitz des Stutzens mit der Zeit gelockert wird. Statt dessen schiebt man den Hauptschlauch auf die dem Verdichter beigelegte Kupplungshülse. Diese wird dann auf den Stutzen geschoben, bis sie einrastet oder nach Betätigen des Einrastknopfes wieder abgezogen.

Die Modelle können auch mit Druckluft von einem Industriekompressor versorgt werden. Dann muß jedoch der Druck durch ein Druckminderventil auf 0,3 bis 0,5 bar reduziert werden können. Höhere Drücke beschädigen die pneumatischen Elemente.

Im Vergleich mit Industriebauteilen haben die fischertechnik-Elemente gewisse Leckverluste. Dies hat zur Folge, daß sich auch ein Kompressor mit großer Ansaugleistung beim Betrieb mehrerer Modelle ständig einschaltet. Wegen der Geräuschentwicklung sollte er daher außerhalb des Unterrichtsraums aufgestellt werden.

Im Vergleich mit dem Kleinverdichter können andere Luftversorgungstechniken nur Notlösungen sein, da durch deren mehr oder weniger komplizierte Handhabung oder Geräuschentwicklung die Vorzüge der bequemen und einfachen Modellbedienung möglicherweise eingeschränkt werden.

2.2 Schlauchanschluß am Modell

Die Zuführungsschläuche für die Modellversorgung werden auf die Verteilerrohre an den Modellen gesteckt. Beim Aufschieben des Schlauchs sollte man das Verteilerrohr festhalten oder Gegendruck auf den Befestigungs-Baustein des Verteilerrohrs ausüben.

2.3 Funktionsprüfung der Pneumatik

Nach Anschluß eines Versorgungsschlauchs am Modell dürfen keine Luftverlustgeräusche auftreten. Gegebenenfalls den Sitz der Blindstopfen am Verteilerrohr kontrollieren. Durch Betätigen der Ankerbleche an den einzelnen Magnetventilen von Hand können die pneumatischen Funktionen erprobt werden.

2.4 Einstellen der Drosseln

Durch Einschrauben der Drosselschraube werden die Bewegungen verlangsamt, durch Herausdrehen werden sie beschleunigt. Die Änderung beeinflusst bei einem doppelwirkenden, d.h. von zwei Seiten steuerbaren Zylinder die Kolbenbewegung in beiden Richtungen.

Die Einstellung sollte so vorgenommen werden, daß sich weiche, gut beobachtbare Bewegungsabläufe ergeben.

2.5 Besonderheiten

Beim Umschalten von einer Schwenkrichtung in die andere kann es am Anfang der Gegenbewegung zu einem ruckartigen Schub kommen. Dies tritt oft dann ein, wenn der Zylinder unmittelbar vor dem Umschalten nicht mehr unter Druck stand. Um einwandfreie Umschalt-Bewegungen zu erreichen, läßt man daher doppelwirkende Zylinder auch nach Erreichen der Endlage weiterhin unter Druck. Damit wird außerdem die Mechanik sicher in der Endlage gehalten, d.h. ein Arm kann z.B. nicht zurückfedern.

3. STROMVERSORGUNG

3.1 Stromaufnahme der Elektromagnete

Die Elektromagnete arbeiten mit einer Betriebsspannung von 6 bis 7 Volt und nehmen dabei ca. 120 bis 140 mA Strom auf. Bei geringerer Spannung öffnen die Ventile nicht zuverlässig.

3.2 Geeignete Netzgeräte

Die Stromversorgung der Magnetventile erfolgt zweckmäßig durch ein Netzgerät mot 4 (CVK-Best.-Nr. 60098), ein Computing-Netzgerät (CVK-Best.-Nr. 65200) oder ein vergleichbares anderes Gerät. Das Netzgerät mot 4 versorgt im allgemeinen ein Modell, das Computing-Netzgerät zwei Modelle zuverlässig mit Energie.

3.3 Funktion der Varistoren

Zu den Magneten sind Varistoren parallel geschaltet, die verhindern sollen, daß durch Spannungsspitzen, die durch Induktion beim Abschalten der Elektromagnete entstehen können, ein Programmabsturz auftritt. Eine solche Störung kann dann nur durch Abschalten des Computers und erneutes Starten des Programms behoben werden.

Varistoren sind spannungsabhängige Widerstände, die unterhalb ihrer angegebenen Schaltspannung den Strom in beiden Richtungen sperren. Wird die anliegende Spannung höher als ihre Schaltschwelle (hier 12 V), so werden die Varistoren durchlässig und schließen den auftretenden Strom kurz. Die Stromrichtung spielt dabei keine Rolle.

Durch den Einbau in die Schaltung der Elektromagnete werden Spannungsspitzen unterdrückt, die Funkenbildung an den Schaltkontakten und HF-Schwingungen auslösen und damit das Programm zum Absturz bringen können.

3.4 Funktionsprüfung der Magnetventile

Während die Funktion der Pneumatik im vorigen Abschnitt durch Niederdrücken der Ankerbleche getestet wurde, kann nun die Funktion der Magnetventile jeweils durch Ansteuern der Versorgungsleitungen, d.h. durch direktes Anschließen an die Spannungsquelle getestet werden. Dabei ist die Stromrichtung unwesentlich.

Bedingt durch Fertigungstoleranzen der Magnetventilbauteile oder durch die Bauart des verwendeten Netzgeräts können Brummgeräusche beim Einschalten auftreten. Bei auffällig starker Geräuschentwicklung Feder aushängen oder Ankerblech abkleben (vgl. Abschnitt 7. BEHEBUNG VON MÖGLICHEN STÖRUNGEN).

3.5 Funktion des Tasters

Der Kolben eines waagrecht arbeitenden Zylinders kann grundsätzlich an jeder Stelle seiner Wegstrecke angehalten werden. Bedarf es z.B. am Magneten einer Schaltdauer von einer Sekunde, um den Kolben von einer Endlage in die andere zu bewegen, so kann man ihn mit der halben Einschaltzeit etwa in eine mittlere Stellung fahren und anhalten. Auf diese Weise kann der Drehkranz des Roboters relativ exakt in eine beliebige Stellung zwischen den Endlagen gesteuert und dort angehalten werden.

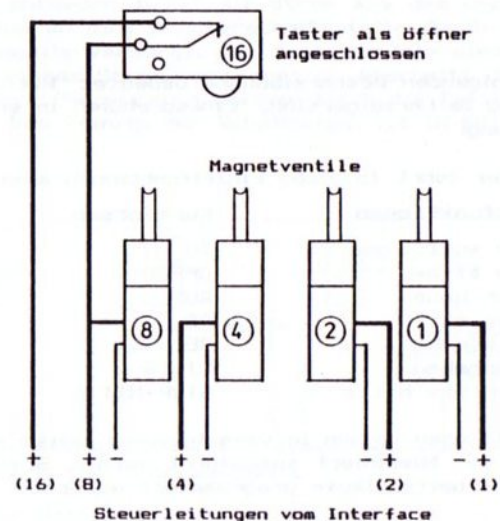
Durch Einsatz eines Tasters mit der Funktion eines Endschalters können solche Zwischenstellungen absolut zuverlässig angefahren werden, allerdings muß die Kolbenbewegung mit der Drossel so eingestellt sein, daß sie nicht zu schnell ist und daß beim schlagartigen Abschalten kein Nachlauf durch zu großen Schwung entsteht.

Der Taster kann sowohl für eine Eingangsabfrage (vgl. Abschnitte 5.5 und 6.1) als auch für eine Steuerung durch Ausgangs-Signale angeschlossen werden. Im folgenden wird die Schaltung für eine Steuerung mit Relais-Interface unter Verwendung eines Ausgangs-Signals beschrieben.

Der Magnet (8), der für die Drehung nach rechts zuständig ist, wird für diesen Fall mit 2 Steuerleitungen angesteuert. Die Leitung (8) führt direkt zum Magneten. Die Leitung (16) führt zunächst zum Taster und von dort zum Magneten (8). In unbetätigtem Zustand ist der Taster geschlossen.

Liegt an der Leitung (8) Spannung an, so fährt der Kolben des Drehzylinders in die entgegengesetzte Endlage. Liegt dagegen - bei stromloser Leitung (8) - an der Leitung (16) Spannung an, so fährt der Kolben nur so weit aus, bis das Gummirad am Drehkranz den Taster öffnet. Dadurch wird das Magnetventil immer exakt in der durch die Tasterposition vorgegebenen Stellung des Roboters abgeschaltet. Durch Verschieben des Tasters wird die Anhalteposition leicht verändert.

Die Skizze 5 verdeutlicht die Anschlußtechnik.



Skizze 5 Schaltung des Tasters unter Verwendung eines Ausgangs-Signals bei einem Relais-Interface

4. ARBEITSWEISE DES MODELLS

Hinweis:

Bei den folgenden Beschreibungen bedeutet "Rechtsdrehung" eine Drehung im Uhrzeigersinn, "Linksdrehung" in entgegengesetzter Richtung.

Der Roboter führt folgende Einzelfunktionen aus:

Grundfunktionen	Kurzformen
Zange schließen	ZU
Zange öffnen	OFFEN
Körper heben	AUF
Körper senken	AB
Rechtsdrehen	RECHTS
Linksdrehen	LINKS
Drehen bis Mitte	STOP-MITTE

Diese Funktionen können in verschiedener Weise einzeln nacheinander oder kombiniert ausgeführt werden. Somit können verschiedene Arbeitsabläufe programmiert werden.

Hauptprogramm:

Der Roboter versetzt auf der Platte ein Werkstück (Rohrhülse) von einer Seite zur anderen oder er tauscht zwei Werkstücke gegeneinander aus.

Bei der Reihenfolge der Bewegungen für einen Umsetz- oder Austauschvorgang sollte man darauf achten, daß bei einem Arbeitsdurchlauf Anfangs- und Endstellung gleich sind; so kann später ein Arbeitsvorgang mit einer Wiederholungsanweisung ständig wiederholt werden, wie dies bei Handhabungsautomaten der Fall ist.

Beispiel für einen einfachen Arbeitsvorgang:

(Zur Verdeutlichung können die folgenden Funktionen von Hand nachvollzogen werden.)

Anfangsstellung: OFFEN-LINKS-AB, d.h. der Roboter steht mit geöffneter Zange in der Endstellung links, den Körper abgesenkt.
Ein Werkstück liegt in der geöffneten Zange.

Arbeitsweise:

1. ZU	4. ZU + AB
2. ZU + AUF	5. OFFEN
3. PAUSE	6. PAUSE

Beispiel für einen Umsetzvorgang:

Anfangsstellung: OFFEN-LINKS-AB, d.h. der Roboter steht mit geöffneter Zange in der Endstellung links, den Körper abgesenkt.
Ein Werkstück liegt in der geöffneten Zange.

Arbeitsweise:

1. ZU	7. ZU
2. ZU + AUF	8. ZU + AUF
3. ZU + AUF + RECHTS	9. ZU + AUF + LINKS
4. ZU + AB	10. ZU + AB
5. OFFEN	11. OFFEN
6. PAUSE	12. PAUSE

Beispiel für einen Austauschvorgang:

Anfangsstellung: OFFEN-LINKS-AB, d.h. der Roboter steht wie bei den obigen Beispielen.
Ein Werkstück liegt in der geöffneten Zange, das zweite auf der anderen Seite des Tisches.

Arbeitsweise:

1. ZU	16. OFFEN + AUF
2. ZU + AUF	17. OFFEN + AUF + RECHTS
3. ZU + AUF + RECHTS	18. STOP-MITTE
4. STOP-MITTE	19. OFFEN + AB
5. ZU + AB	20. OFFEN
6. OFFEN	21. ZU
7. OFFEN + AUF	22. ZU + AUF
8. OFFEN + AUF + RECHTS	23. ZU + AUF + RECHTS
9. OFFEN + AB	24. ZU + AB
10. OFFEN	25. OFFEN
11. ZU	26. OFFEN + AUF
12. ZU + AUF	27. OFFEN + AUF + LINKS
13. ZU + AUF + LINKS	28. OFFEN + AB
14. ZU + AB	29. OFFEN
15. OFFEN	30. WARTEN

(Wie die Mittelstellung angefahren wird, ist den Abschnitten 3.5 FUNKTION DES TASTERS und 5.3 STEuern MIT PROGRAMMEN zu entnehmen.)

Der Roboter kann jedoch auch z.B. ein Werkstück auf das andere setzen, die übereinandergesetzten Werkstücke zur anderen Seite schieben, den oberen Zylinder wieder abnehmen usw.

Außerdem können wippende oder rüttelnde Bewegungen ausgeführt werden, die Zange kann in raschem Wechsel geöffnet und geschlossen werden u.a.m.

Weitere Informationen sind dem Abschnitt 5.3 STEuern MIT PROGRAMMEN zu entnehmen.

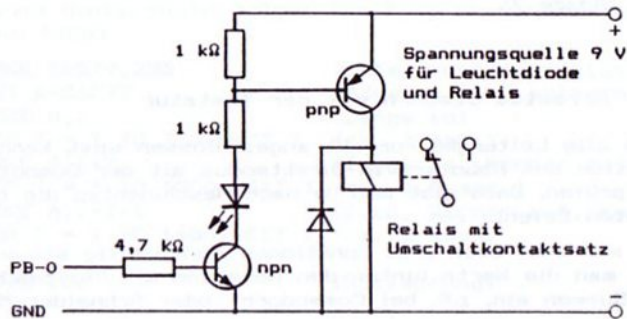
5. STEUERN MIT RELAIS-INTERFACE

Am einfachsten lassen sich die Pneumatik-Roboter über Relais-Interfaces steuern, wie sie bereits in verschiedenen Ausführungen im Handel sind. Abgestimmt auf Computertyp und Ausgabe-schnittstelle können sie mit speziellen Steckern bezogen werden. Bezugsquellen sind dem beigeigten Informationsblatt zu entnehmen.

5.1 Schaltung und Steuertechnik

Relais-Interfaces werden an einen Userport, einen Expansionsport oder an eine Druckerschnittstelle angeschlossen. Die meist 8 Datenleitungen (benannt als Ausgänge 0 bis 7 oder D0-D7) dieser Ausgabeschnittstellen können mit POKE- oder OUT-Kommandos je nach Bedarf auf HIGH (+2,5 V bis +5 V) oder LOW (<0,7 V) gesetzt werden. Sie sind nur mit etwa 1 mA belastbar. Durch geeignete Transistorstufen in den Interfaces werden diese Ströme verstärkt, so daß damit Relais geschaltet werden können.

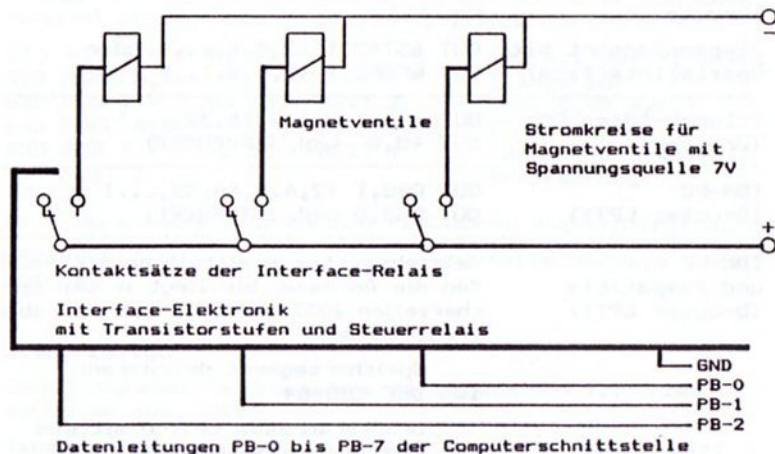
Skizze 6 zeigt ein Beispiel für eine Verstärker-Schaltung an einer Ausgabe-Schnittstelle. Wird der Ausgang auf HIGH gesetzt, so zieht das Relais an.



Skizze 6 Transistorstufe zur Verstärkung eines Ausgangs-Signals

Die Relais der Interfaces haben einen Einschalt- oder Umschaltkontaktsatz, so daß über diese Kontakte ein oder zwei Arbeitsstromkreise geschaltet werden können. Die Relaispu-

len werden entweder direkt mit Strom aus dem Userport oder beim Anschluß an eine Druckerschnittstelle durch eine separate Stromquelle versorgt. Die Magnetventile wiederum benötigen eine eigene Stromversorgung (s. Abschnitt 3. STROMVERSORGUNG). Ihre Stromkreise werden durch die Relaiskontakte gesteuert. Das Prinzip der Schaltungen ist in Skizze 7 dargestellt.



Skizze 7 Prinzip der Steuertechnik für 3 Magnetventile

Die Relais der Interfaces werden mit einfachen (maschinen-spezifisch unterschiedlichen) Kommandos geschaltet.

COMMODORE
C-64 und C-128
(Userport)

Datenrichtungsregister auf Ausgang setzen:
POKE 56579,255
Datenleitungen auf HIGH setzen:
POKE 56577,1 (2,4,8,16,32,...)
Datenleitungen auf LOW setzen:
POKE 56577,0

COMMODORE
VC-20
(Userport)

POKE 37138,255 (vgl. C-64)
POKE 37136,1 (2,4,8,16,32,...)
POKE 37136,0

SCHNEIDER
CPC 464 und 664
 (Drucker)
 8. Bit invertiert

Datenleitungen auf HIGH setzen:
 OUT 61184,1 (2,4,8,16,32,...)
 Datenleitungen auf LOW setzen:
 OUT 61184,0
 Jede Adresse zwischen 61184 und
 61439 ist möglich (&EFO0 bis &EFFF)

SCHNEIDER
CPC 6128
 (Drucker)

Wie 664

(Expansionport mit
 Spezialinterface)

OUT 63742,1 (2,4,8....) oder
 OUT &F8FE,1 (2,4,8....)

Triumph-Adler PC
 (Drucker)

OUT 48,1 (2,4,8,16,32,...)
 OUT 48,0 (vgl. SCHNEIDER)

IBM-PC
 (Drucker LPT1)

OUT 888,1 (2,4,8,16,32,...)
 OUT 888,0 (vgl. SCHNEIDER)

IBM-PC
 und Kompatible
 (Drucker LPT1)

Betriebssystem ermittelt beim Einschalten die Adresse. Sie liegt in den Speicherzellen 1032 und 1033 und muß abgefragt werden:

Speichersegment definieren:
 100 DEF SEG=64

Druckeradresse LPT1 ermitteln:
 110 A=PEEK(8)+256*PEEK(9)

Ausgabe auf dem Bildschirm:
 120 PRINT A

Steuern mit OUT-Kommandos wie
 SCHNEIDER

APPLE
 alle außer IIC
 (Joystick,
 4 Ausgänge)

Datenleitungen D-0 bis D-3:

D-0 ein: POKE 49240,1
 aus: POKE 49241,0

D-1 ein: POKE 49242,1
 aus: POKE 49243,0

D-2 ein: POKE 49244,1
 aus: POKE 49245,0

D-3 ein: POKE 49246,1
 aus: POKE 49247,0

Für mehr als 4 Ausgänge:

Steckkarte in
 Slot 4
 (mit VIA 6522)

POKE 49346,255 (vgl.COMMODORE)
 POKE 49344,1 usw.
 POKE 49344,0

ACORN B
 (Userport)

Datenrichtungsregister auf Ausgang
 setzen:
 ? 65122=255 (vgl.COMMODORE)
 ? 65120=1 (2,4,8,...)
 ? 65120=0

Die Zahlen vor dem Komma kennzeichnen die Speicheradressen der Userports oder Druckerschnittstellen. Die Zahlen hinter dem Komma (bzw. Gleichheitszeichen) sind die Dezimalwerte, mit denen die 8 Datenleitungen einzeln (oder bei Addition der Werte auch zusammen) auf HIGH gesetzt werden können. Mit den OUT-bzw. POKE-Befehlen werden diese Zahlenwerte in Binärzahlen umgewandelt, mit denen an den 8 Pins der Ausgänge Bitmuster (bestimmte Abfolgen von HIGH- und LOW-Signalen) erzeugt werden.

Mit dem Wert 1 wird die erste Datenleitung (D0), mit 2 die zweite (D1), mit 4 die dritte (D2), mit 8 die vierte (D3) aktiviert usw. Mit dem Wert 1+2+4 oder aufaddiert 7 werden die Leitungen D0, D1 und D2 gleichzeitig angesprochen, mit 9 (1+8) die Leitungen D0 und D3.

Ist eine Datenleitung auf HIGH gesetzt, so zieht am Interface das zugehörige Relais an. An das Relais, das mit dem Wert 1 angesprochen wird, schließt man das Magnetventil (1) an, an das mit dem Wert 2 angesprochene das Ventil (2) usw. (vgl. Skizze 7).

5.2 Direktes Steuern mit der Tastatur

Wenn alle Leitungen korrekt angeschlossen sind, kann man die Funktion des Roboters im Direktmodus mit der Computertastatur prüfen. Dazu gibt man je nach Maschinentyp die oben genannten Befehle ein.

Will man zwei oder drei Funktionen gleichzeitig steuern, so gibt man die Werte hinter den Adressen mit Pluszeichen oder als Summen ein, z.B. bei Commodore- oder Schneider-Maschinen:

POKE 56579,255
 POKE 56577,1+2+4
 (COMMODORE)

OUT 61184,1+2+4
 (SCHNEIDER)

Zum Abschalten setzt man den Wert 0:

POKE 56577,0
 OUT 61184,0

Der PN-ROB 4 reagiert auf diese Kommandos (hier Anweisungen für COMODORE C-64) wie folgt:

POKE 56579,255 (vgl. 5.1 COMMODORE)
 POKE 56577,1 Zange zu
 POKE 56577,0 Zange auf
 POKE 56577,2 Körper auf
 POKE 56577,0 Körper ab
 POKE 56577,4 Drehung links
 POKE 56577,8 Drehung rechts
 POKE 56577,16 Drehung rechts bis Mitte

POKE 56577,1+2 Zange zu, Körper auf
 POKE 56577,1+2+4 Zange zu, Körper auf, Drehung links
 POKE 56577,1+8 Zange zu, Körper ab, Drehung rechts
 POKE 56577,0 Alle Funktionen abgeschaltet

Die automatische Abschaltung in der Mittelstellung wird nur bei einer Rechtsdrehung wirksam (vgl. Abschnitt 3.5 FUNKTION DES TASTERS).

Bei anderen Maschinen werden die Eingaben entsprechend den oben aufgeführten maschinenspezifischen Anweisungen abgeändert.

5.3 Steuern mit Programmen

Programmstruktur

Im Programmier-Modus muß nach jedem Steuerbefehl eine Warteschleife (Zeitschleife) folgen. Die Programmstruktur ist dann wie folgt:

```

90 POKE 56579,255      (Datenrichtungsregister)
100 LET A=56577        (Adresse in A ablegen)
120 POKE A,1           (Zange zu)
130 FOR T = 1 TO 700:NEXT T (ca. 1 sec.)
140 POKE A,1+2         (Zange zu, Körper auf)
150 FOR T = 1 TO 1000:NEXT T (ca. 1,5 sec.)
160 POKE A,1+2+8       (Z.zu, Körper auf, rechts)
170 FOR T = 1 TO 1400:NEXT T (ca. 2 sec.)
usw.
800 GOTO 120           (Rücksprung)
  
```

Beim Steuern mit SCHNEIDER-, TRIUMPH-ADLER- oder IBM-Computern die POKE-Befehle durch OUT-Befehle ersetzen. Die Anweisung zum Datenrichtungsregister entfällt.

Für die ersten Programmierversuche sollten einfache Programmabläufe gewählt werden, wie sie im Abschnitt 4. ARBEITSWEISE DES MODELLS mit dem einfachsten Beispiel aufgezeigt werden.

Programmwiederholungen

Um die Anzahl der Wiederholungen zu bestimmen (z.B. 8), setzt man anstelle des GOTO-Befehls eine Zählschleife:

```

110 FOR N = 1 TO 8
800 NEXT N
  
```

Mit Zählschleifen und extrem kurzen Warteschleifen kann man Rüttel- oder Vibrationsbewegungen ausführen. Im folgenden Beispiel erzeugt die Roboterzange klappernde Geräusche:

```

610 FOR Z = 1 TO 10           (10 mal durchlaufen)
620 POKE A,1                 (Zange zu)
630 FOR T = 1 TO 35 : NEXT T (ca. 0,05 sec.)
640 POKE A,0                 (Zange auf)
650 FOR T = 1 TO 35 : NEXT T (ca. 0,05 sec.)
660 NEXT Z                   (Rücksprung)
  
```

Am Programmende sollten alle Funktionen abgeschaltet werden:

```

890 POKE A,0                 (alle Magnete aus)
900 END
  
```

Steuerzeiten

Beim Programmieren kommt man im allgemeinen mit 3 Zeitschleifen aus, z.B.:

```

Zange zu oder auf:      FOR T = 1 TO 400 : NEXT T
Körper auf oder ab:    FOR T = 1 TO 800 : NEXT T
Drehen links oder rechts: FOR T = 1 TO 1200 : NEXT T
  
```

Diese drei Steuerzeiten kann man in drei Unterprogrammen ablegen. In den Programmzeilen greift man dann mit einer GOSUB-Anweisung darauf zu. Somit erspart man sich das Eingeben der Warteschleifen. Außerdem kann man die Arbeitsgeschwindigkeit des Roboters rasch durch Überschreiben der Werte in den Unterprogrammen ändern.

```

100 POKE 56579,255
100 LET A=56577
110 FOR N = 1 TO 8
120 POKE A,1
130 GOSUB 1000           (Sprung nach 1000)
140 POKE A,1+2
150 GOSUB 1100           (Sprung nach 1100)
160 POKE A,1+2+8
170 GOSUB 1200           (Sprung nach 1200)
180 POKE A,1+8
190 GOSUB 1100
usw.
  
```

```

800 NEXT N
890 POKE A,0
900 END

```

```

-----
1000 FOR T = 1 TO 400 : NEXT T
1010 RETURN
1100 FOR T = 1 TO 800 : NEXT T
1110 RETURN
1200 FOR T = 1 TO 1200 : NEXT T
1210 RETURN

```

Die in den Beispielen verwendeten Zeitschleifen sind relativ lang und eignen sich für erste Programmerversuche. Je nach Einstellung der Drosseln lassen sie sich wesentlich reduzieren. Es können dann rasch aufeinanderfolgende Bewegungen erzielt werden.

Die in den obigen Beispielen verwendeten BASIC-Befehle reichen im allgemeinen aus, um das Modell zu steuern. Selbstverständlich kann auch mit anderen Befehlen und Programmier-techniken gearbeitet werden.

Ansteuern von Zwischenstellungen

Beim Steuern des Drehzylinders besteht die Möglichkeit, beliebige Positionen zwischen der linken und rechten Endstellung des Drehgestells anzufahren und dort anzuhalten. Hierzu wird lediglich die Warteschleife so festgelegt, daß das Magnetventil für eine kürzere Zeit geöffnet wird, als es für eine volle Drehbewegung von der einen Endstellung zur anderen erforderlich ist.

Beispiel: Für eine volle Drehung von links nach rechts ist eine Warteschleife `FOR T = 1 TO 500` erforderlich. Setzt man die Schleife auf `FOR T = 1 TO 250`, so bleibt der Roboterarm etwa in einer Mittelposition stehen.

Diese Steuerungstechnik ist jedoch nicht sehr präzise, da sie von Druckschwankungen oder der Drosseleinstellung abhängig ist; sie wird daher auch nicht in der Realität angewendet. Sie stellt aber beim Programmieren der Modelle eine interessante Variante dar.

Um eine zuverlässige Mittelposition zu erreichen, steuert man beim PN-ROB-4 mit der Leitung (16) den Taster an, der bei Betätigung durch das Gummirad die Druckluft schlagartig abschaltet (vgl. Abschnitt 3.5 FUNKTION DES TASTERS).

5.4 Programmausdrucke

Im folgenden Abschnitt sind 2 Programme abgedruckt, die nach den oben aufgeführten Verfahren aufgebaut sind. Sie sind für SCHNEIDER-Computer geschrieben, können jedoch leicht für andere Rechner umgeschrieben werden.

Dazu setzt man in der Befehlszeile `LET A = 61184` die Adresse des Druckeranlasses des betreffenden Rechners ein. Bei Anschluß an einen Userport fügt man die Anweisung ein, mit der das Datenrichtungsregister auf Ausgang gesetzt wird (z.B. `POKE 56579,255`), und ersetzt die `OUT`-Befehle durch `POKE`-Befehle mit der entsprechenden Adresse, die man unter `LET A` (z.B. `LET A = 56577`) ablegt, wie in der allgemeinen Beschreibung oben ausgeführt.

Da die verschiedenen Rechner unterschiedlich schnell arbeiten, muß man eventuell die Werte in den Warteschleifen geringfügig ändern. Einer Sekunde Wartezeit entspricht bei `COMMODORE` etwa der Wert 700, bei `SCHNEIDER` der Wert 1000.

```

10 REM=====
20 REM      PN-ROB-4
30 REM      Steuerprogramm 1
40 REM=====
50 REM      Setzt ein Werkstueck von
60 REM      einer Seite auf die andere
70 REM      und wieder zurueck
80 REM=====
90 REM      Ausgang 1: Zange schliessen
100 REM     Ausgang 2: Koerper heben
110 REM     Ausgang 4: Drehen links
120 REM     Ausgang 8: Drehen rechts
130 REM     Ausgang 0: Zange oeffnen
140 REM           Koerper senken
150 REM=====
160 REM     Ausgangsstellung:
170 REM     Endstellung links, Koerper
180 REM     gesenkt, Werkstueck in der
190 REM     geoeffneten Zange
200 REM=====

```



```

210 LET A=61184
220 REM Adresse Druckerausgang
230 REM=====
240 FOR N=1 TO 4
250 REM Zaehlschleife fuer Wieder-
260 REM holungen
270 REM-----
280 OUT A,1+4 :REM GREIFEN
290 FOR T=1 TO 500:NEXT T
300 REM-----
310 OUT A,1+2+4 :REM HEBEN
320 FOR T=1 TO 1000:NEXT
330 REM-----
340 OUT A,1+2+8 :REM RECHTS
350 FOR T=1 TO 2000:NEXT T
360 REM-----
370 OUT A,1+8 :REM SENKEN
380 FOR T=1 TO 1300:NEXT T
390 REM-----
400 OUT A,8 :REM DEFFNEN
410 FOR T=1 TO 3000:NEXT T
420 REM-----
430 REM PAUSE
440 REM=====
450 OUT A,1+8 :REM GREIFEN
460 FOR T=1 TO 500:NEXT T
470 REM-----
480 OUT A,1+2+8 :REM HEBEN
490 FOR T=1 TO 1000:NEXT T
500 REM-----
510 OUT A,1+2+4 :REM LINKS
520 FOR T=1 TO 2000 :NEXT T
530 REM-----
540 OUT A,1+4 :REM SENKEN
550 FOR T=1 TO 1300:NEXT T
560 REM-----
570 OUT A,4 :REM DEFFNEN
580 FOR T=1 TO 3000 :NEXT T
590 REM-----
600 NEXT N
610 REM Ruecksprung nach 240
620 REM=====
630 OUT A,0 : REM alle Ausgaenge 0
640 END
650 REM=====

```

```

10 REM=====
20 REM PN-R0B-4
30 REM Steuerprogamm 2
40 REM=====
50 REM Tauscht 2 Werkstuecke
60 REM gegeneinander aus
70 REM=====
80 REM Ausgang 1: Zange zu
90 REM Ausgang 2: Koerper heben
100 REM Ausgang 4: Drehen links
110 REM Ausgang 8: Drehen rechts
120 REM Ausgang 16: Endschalter M*
130 REM Ausgang 0: Zange auf
140 REM Koerper senken
150 REM=====
160 REM VORPROGRAMM
170 REM zum Anfahren der
180 REM Ausgangsposition
190 REM=====
200 LET A=61184
210 REM Adresse Druckerausgang
220 REM=====
230 OUT A,2 :REM HEBEN
240 FOR T=1 TO 750:NEXT T
250 REM-----
260 OUT A,2+4 :REM LINKS
270 FOR T=1 TO 1500 :NEXT T
280 REM-----
290 OUT A,4 :REM SENKEN
300 FOR T=1 TO 3000 :NEXT T
310 REM=====
320 REM HAUPTPROGRAMM
330 REM-----
340 FOR N=1 TO 2
350 REM Zaehlschleife fuer Wieder-
360 REM holungen
370 REM-----
380 OUT A,1+4 :REM GREIFEN
390 GOSUB 1500
400 REM-----
410 OUT A,1+2+4 :REM HEBEN
420 GOSUB 1600
430 REM-----
440 OUT A,1+2+16 :REM RECHTS M*
450 FOR T=1 TO 500:NEXT T
460 REM-----
470 OUT A,1+2 :REM WARTEN
480 GOSUB 1500
490 REM-----
500 OUT A,1 :REM SENKEN

```

```

510 GOSUB 1600
520 REM-----
530 OUT A,0 :REM DEFFNEN
540 GOSUB 1500
550 REM-----
560 OUT A,2 :REM HEBEN
570 GOSUB 1600
580 REM-----
590 OUT A,2+8 :REM RECHTS
600 FOR T=1 TO 600:NEXT T
610 REM-----
620 OUT A,8 :REM SENKEN
630 GOSUB 1600
640 REM-----
650 OUT A,1+8 :REM GREIFEN
660 GOSUB 1500
670 REM-----
680 OUT A,1+2+8 :REM HEBEN
690 GOSUB 1600
700 REM-----
710 OUT A,1+2+4 :REM LINKS
720 FOR T=1 TO 1200:NEXT T
730 REM-----
740 OUT A,1+4 :REM SENKEN
750 GOSUB 1600
760 REM-----
770 OUT A,4 :REM DEFFNEN
780 GOSUB 1500
790 REM-----
800 OUT A,2+4 :REM HEBEN
810 GOSUB 1600
820 REM-----
830 OUT A,2+16 :REM RECHTS M*
840 FOR T=1 TO 500:NEXT T
850 REM-----
860 OUT A,2 :REM WARTEN
870 GOSUB 1500
880 REM-----
890 OUT A,0 :REM SENKEN
900 GOSUB 1600
910 REM-----
920 OUT A,1 :REM GREIFEN
930 GOSUB 1500
940 REM-----
950 OUT A,1+2 :REM HEBEN
960 GOSUB 1600
970 REM-----
980 OUT A,1+2+8 :REM RECHTS
990 GOSUB 1600
1000 REM-----

```

```

1010 OUT A,1+8      :REM SENKEN
1020 GOSUB 1600
1030 REM-----
1040 OUT A,8        :REM OEFFNEN
1050 GOSUB 1500
1060 REM-----
1070 OUT A,2+8      :REM HEBEN
1080 GOSUB 1600
1090 REM-----
1100 OUT A,2+4      :REM LINKS
1110 FOR T=1 TO 1200:NEXT T
1120 REM-----
1130 OUT A,4        :REM SENKEN
1140 FOR T=1 TO 2000:NEXT T
1150 REM=====
1160 NEXT N
1170 REM Ruecksprung nach 340
1180 REM=====
1190 REM SONDERPROGRAMM
1200 REM SPASS MUSS SEIN!
1210 REM-----
1220 OUT A,2
1230 GOSUB 1500
1240 REM-----
1250 FOR Z=1 TO 10
1260 OUT A,1+2
1270 FOR T=1 TO 60:NEXT T
1280 OUT A,2
1290 FOR T=1 TO 60:NEXT T
1300 NEXT Z
1310 REM-----
1320 OUT A,4
1330 GOSUB 1600
1340 REM-----
1350 OUT A,0
1360 END
1370 REM=====
1380 REM UNTERPROGRAMME
1390 REM-----
1500 FOR T=1 TO 400:NEXT T
1510 RETURN
1520 REM-----
1600 FOR T=1 TO 1000:NEXT T
1610 RETURN
1620 REM=====

```

5.5 Eingangsabfrage

Der Vorteil der Pneumatik-Roboter ist darin zu sehen, daß man lediglich mit Ausgangs-Signalen sehr vielfältige Bewegungsabläufe steuern kann. Selbst die Funktion eines Endschalters zur Begrenzung eines Bewegungsspielraums kann mit einem Ausgangssignal genützt werden (vgl. dazu Abschnitt 3.5 FUNKTION DES TASTERS).

Mit dem im PN-ROB 4 eingebauten Taster kann auch eine Einföhrung in schwierigere Steuerungen gegeben werden, wie sie für das Steuern von Motoren erforderlich sind. Es geht dabei um die sogenannte Eingangsabfrage. Dabei fragt der Rechner den Zustand des Tasters ab und reagiert direkt auf Änderungen.

Zur Tasterabfrage werden die beiden mit (16) bezeichneten Stecker am Taster getrennt und so angeschlossen, daß der Taster als Schließer arbeitet, d.h. im Ruhezustand öffnet er einen Stromkreis, bei Betätigung schließt er ihn. Die Kabelbrücke zum Magneten (8) wird entfernt.

Die beiden zum Taster föhrenden Leitungen werden nun an der Eingabeschnittstelle des jeweiligen Rechners, also dem Userport oder Joystick-Eingang, angeschlossen. Der Zustand des Tasters kann mit bestimmten Kommandos abgefragt und vom Rechner verarbeitet werden, d.h. wenn der Taster betätigt wird, kann der Computer z.B. mit einem Ausschaltimpuls reagieren.

Allerdings sollte man mit den Tasterleitungen nicht direkt an die Schnittstellen gehen, sondern ein Eingangs-Interface verwenden, durch das die Modell-Leitungen zum Schutz des Computers vor zu hohen Fremdspannungen galvanisch von den Datenleitungen getrennt sind. Beim Eingangs-Interface wird mit den Tasterleitungen ein Relais ein- oder ausgeschaltet, über dessen Kontakte die Datenleitungen entsprechend geschaltet werden.

Solche Eingangs-Interfaces oder kombinierte Ausgangs-Eingangs-Interfaces sind ebenfalls im Handel erhältlich. Bezugsquellen sind dem beigefügten Informationsblatt zu entnehmen.

Die Kommandos für die Eingangsabfrage sind von Computer zu Computer verschieden. Sie können den Benutzerhandbüchern entnommen werden. Im folgenden werden die Befehle zur Abfrage des Tasters für COMMODORE und SCHNEIDER vorgestellt.

Bei einer Verbindung des Tasters mit Pin 1 und Pin 8 des Joystick-Eingangs kann der Schaltzustand folgendermaßen kontrolliert werden:

Bei COMMODORE:

```
90 POKE 56579,255          (vgl. 5.3)
500 POKE 56577,2+8        (Arm oben, Drehung rechts)
510 IF PEEK (56320) <> 126 THEN 510
520 POKE 56577,2          (Drehung beendet)
```

Bei SCHNEIDER:

```
500 OUT 61184,2+8        (Arm oben, Drehung rechts)
510 IF JOY (0) <> 1 THEN 510
520 OUT 61184,2          (Drehung beendet)
```

In Zeile 510 bleibt das Programm solange in einer Schleife, bis die Werte 126 bzw. 1 erreicht sind. Danach wird in 520 die Drehfunktion abgeschaltet.

6. STEUERN MIT FISCHERTECHNIK-INTERFACE

Die Pneumatik-Roboter können auch mit einem fischertechnik-Interface gesteuert werden. Je nach Computertyp gibt es verschiedene Ausführungen.

6.1 Schaltung und Steuertechnik

Das fischertechnik-Interface wird an einen Userport, Joy-stickport oder an eine Druckerschnittstelle angeschlossen. Die Stromversorgung erfolgt vorzugsweise durch das fischertechnik Computing-Netzgerät oder das Netzgerät mot 4. Neben der Interface-Elektronik werden dabei auch die Magnetventile versorgt. Die Anschlußtechnik geht aus der Interface-Anleitung hervor.

Das Interface arbeitet mit vier Ausgängen, die mit M1 bis M4 bezeichnet werden. Es besitzt ferner 10 Eingänge, die mit E1 bis E8, EX und EY gekennzeichnet sind. Die Ausgänge sind mit 1 A belastbar und können ein-, aus- und in der Stromrichtung umgeschaltet werden. Im Gegensatz zum Relais-Interface werden Transistor-Brückenstufen eingesetzt.

Die Steuerung der Interface-Ausgänge erfolgt durch Aufruf von Programmen in Maschinensprache, z.B. bei COMMODORE:

```
SYS M1,EIN
SYS M1,AUS
SYS M1,RECHTS
SYS M1,LINKS
```

Da bei der Steuerung von Magnetventilen die Stromrichtung keine Rolle spielt, werden die beiden zuletzt genannten Befehle normalerweise nicht gebraucht. Ein Ventil wird mit dem Kommando SYS M1,EIN eingeschaltet und mit SYS M1,AUS ausgeschaltet. Entsprechendes gilt für die Ausgänge M2 bis M4.

Bei anderen Computern z.B. SCHNEIDER, APPLE II, IBM und ACORN werden Programme in Maschinensprache anstelle von SYS mit CALL aufgerufen:

```
z.B: CALL M1,EIN
      CALL M1,AUS
```

Die Interface-Eingänge werden mit der USR-Funktion abgefragt:

```
COMMODORE, APPLE
und IBM:      IF USR(E1)<>1 THEN...
SCHNEIDER:   CALL IN, @ E1:IF E1<>1 THEN...
ACORN:       IF FNUSR(E1)<>1 THEN....
```

Die **USR-Funktion** ruft ein Programm in Maschinensprache auf.

Alle oben erwähnten Programme in Maschinensprache müssen in den Speicher des Computers geladen sein. Hierzu dient das Grundprogramm, das jedem Steuerungsprogramm vorgeschaltet werden muß (Zeile 1 bis 500). Das Grundprogramm ist auf den jeweils verwendeten Computer abgestimmt und ist in der Anleitung zu dem dazu passenden Interface abgedruckt. Es kann auch von der Diskette bzw. Kassette zum fischertechnik-Computing-Programm geladen werden, die für das betreffende Interface bezogen werden kann.

Die im Abschnitt 6.4 PROGRAMMAUSDRUCKE abgedruckten Programmbeispiele für **COMMODORE C-64** sind jeweils ohne Grundprogramm aufgeführt, da dieses von Computer zu Computer unterschiedlich ist. Falls ein anderer Computer verwendet wird, sind die **SYS-Befehle** und **USR-Funktionen** wie oben dargestellt abzuändern.

Die Anleitung zu den fischertechnik-Interfaces enthält alle weiteren Hinweise, die bei der Inbetriebnahme zu beachten sind.

6.2 Direktes Steuern mit der Tastatur

Wenn alle Leitungen korrekt angeschlossen sind, kann man die Funktion des Roboters mit Hilfe des Diagnoseprogramms (siehe Interface-Anleitung oder fischertechnik-COMPUTING-Diskette) prüfen. Mit den Zahlentasten werden die Magnetventile ausgewählt. Mit Taste **A** wird das angewählte Ventil ausgeschaltet, mit Taste **R** eingeschaltet.

Will man zwei oder drei Funktionen steuern, so wählt man die betreffenden Ventile nacheinander an.

Der **PN-ROB-4** reagiert auf diese Kommandos wie folgt:

```
1 R Ventil 1 auf: Zange zu
1 A Ventil 1 zu: Zange auf
2 R Ventil 2 auf: Arm auf
2 A Ventil 2 zu: Arm ab
3 R Ventil 3 auf: Drehung links
3 A Ventil 3 zu
4 R Ventil 4 auf: Drehung rechts
4 A Ventil 4 zu
```

Beim Umschalten von Drehung links auf Drehung rechts muß zuvor das Ventil 3 geschlossen werden, da sonst Druckluft von beiden Seiten auf den Kolben wirkt.

Die Funktion des Endtasters für die Mittelstellung kann am Bildschirm überprüft werden.

6.3 Hinweise zum Programmieren

Im Programmiermodus muß der Steuerbefehl in eine Schleife eingebettet werden. Die Anzahl der Schleifendurchläufe bestimmt die Zeitdauer der Aktion. Stünde der Steuerbefehl vor einer Zeitschleife, so würde das Magnetventil eventuell vorzeitig schließen, weil die Schutzschaltung des Interface nach etwa 0,5 Sekunden anspricht. Genauere Hinweise dazu sind der Anleitung zum Interface zu entnehmen.

Im folgenden wird ein Beispiel mit 5 Programmschritten für ein **COMMODORE-Interface** gegeben.

Steuerprogramm (im Anschluß an das Grundprogramm aus der Interface-Anleitung oder von der **COMPUTING-Diskette**):

```
600 FOR T = 1 TO 200
610 SYS M1,EIN (Zange zu)
620 NEXT T
630 FOR T = 1 TO 200
640 SYS M2,EIN (Arm auf)
650 NEXT T
660 SYS M1,AUS (Zange auf)
670 FOR T = 1 TO 200
680 SYS M2,EIN (Arm oben halten)
690 NEXT T
700 SYS M2,AUS (Arm ab)
```

Die im Abschnitt 5.3 enthaltenen Hinweise zum Programmieren von Wiederholungen oder zum Ansteuern von Zwischenstellungen bei Pneumatik-Zylindern sind auch auf Programme für ein fischertechnik-Interface übertragbar.

6.4 Programmausdrucke

Im folgenden Abschnitt sind zwei Programme abgedruckt, die nach den oben beschriebenen Verfahren aufgebaut sind. Sie stellen einen einfachen und einen schwierigen Bewegungsablauf dar. Die Programme sind für **COMMODORE** geschrieben, können jedoch leicht für andere Computer umgeschrieben werden. Dazu muß das passende Grundprogramm geladen sein und die **SYS-Befehle** und **USR-Funktionen** müssen wie oben beschrieben ersetzt werden.

```

600 REM -----
610 REM PN-ROB-4/1 FUER FT-INTERFACE
620 REM -----
630 :
640 :
650 REM A1=EIN => ZANGE ZU
660 REM A1=AUS => ZANGE AUF
670 REM A2=EIN => ARM HOCH
680 REM A2=AUS => ARM SENKEN
690 REM A3=EIN => LINKS DREHEN
700 REM A4=EIN => RECHTS DREHEN
710 :
720 :
730 :
740 REM HAUPTPROGRAMM
750 REM -----
760 :
770 FOR I=1 TO 4
780 :
790 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
800 GOSUB 1220
810 :
820 A1=EIN:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
830 GOSUB 1220
840 :
850 A1=EIN:A2=EIN:A3=AUS:A4=EIN
860 GOSUB 1220
870 :
880 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
890 GOSUB 1220
900 :
910 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
920 GOSUB 1220
930 :
940 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
950 GOSUB 1220
960 :
970 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
980 GOSUB 1220
990 :
1000 A1=EIN:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
1010 GOSUB 1220
1020 :
1030 A1=EIN:A2=EIN:A3=EIN:A4=AUS
1040 GOSUB 1220
1050 :
1060 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1070 GOSUB 1220
1080 :
1090 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS

```

```

1100 GOSUB 1220
1110 :
1120 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1130 GOSUB 1220
1140 :
1150 NEXT I
1160 :
1170 :
1180 END
1190 :
1200 :
1210 :
1220 REM UNTERPROGRAMM
1230 REM -----
1240 :
1250 FOR T=1 TO 50
1260 SYS M1,A1
1270 SYS M2,A2
1280 SYS M3,A3
1290 SYS M4,A4
1300 NEXT T
1310 RETURN

```

```

600 REM -----
610 REM PN-ROB-4/2 FUER FT-INTERFACE
620 REM -----
630 :
640 :
650 REM A1=EIN => ZANGE ZU
660 REM A1=AUS => ZANGE AUF
670 REM A2=EIN => ARM HOCH
680 REM A2=AUS => ARM SENKEN
690 REM A3=EIN => LINKS DREHEN
700 REM A4=EIN => RECHTS DREHEN
710 :
720 :
730 :
740 REM AUSSGANGSSTELLUNG
750 REM -----
760 :
770 A1=AUS:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
780 GOSUB 2040
790 :
800 A1=AUS:A2=EIN:A3=EIN:A4=AUS
810 GOSUB 2040
820 :
830 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
840 GOSUB 2040
850 :
860 :
870 REM HAUPTPROGRAMM
880 REM -----
890 :
900 FOR I=1 TO 3
910 :
920 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
930 GOSUB 2040
940 :
950 A1=EIN:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
960 GOSUB 2040
970 :
980 A1=EIN:A2=EIN:A3=AUS:A4=EIN
990 GOSUB 2170:REM EINGANGSABFRAGE
1000 :
1010 A1=EIN:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
1020 GOSUB 2040
1030 :
1040 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1050 GOSUB 2040
1060 :
1070 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1080 GOSUB 2040
1090 :

```

```

1100 A1=AUS:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
1110 GOSUB 2040
1120 :
1130 A1=AUS:A2=EIN:A3=AUS:A4=EIN
1140 GOSUB 2040
1150 :
1160 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1170 GOSUB 2040
1180 :
1190 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1200 GOSUB 2040
1210 :
1220 A1=EIN:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
1230 GOSUB 2040
1240 :
1250 A1=EIN:A2=EIN:A3=EIN:A4=AUS
1260 GOSUB 2040
1270 :
1280 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1290 GOSUB 2040
1300 :
1310 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1320 GOSUB 2040
1330 :
1340 A1=AUS:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
1350 GOSUB 2040
1360 :
1370 A1=AUS:A2=EIN:A3=AUS:A4=EIN
1380 GOSUB 2170:REM EINGANGSABFRAGE
1390 :
1400 A1=AUS:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
1410 GOSUB 2040
1420 :
1430 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1440 GOSUB 2040
1450 :
1460 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1470 GOSUB 2040
1480 :
1490 A1=EIN:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
1500 GOSUB 2040
1510 :
1520 A1=EIN:A2=EIN:A3=AUS:A4=EIN
1530 GOSUB 2040
1540 :
1550 A1=EIN:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1560 GOSUB 2040
1570 :
1580 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1590 GOSUB 2040

```

```

1600 :
1610 A1=AUS:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
1620 GOSUB 2040
1630 :
1640 A1=AUS:A2=EIN:A3=EIN:A4=AUS
1650 GOSUB 2040
1660 :
1670 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1680 GOSUB 2040
1690 :
1700 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1710 GOSUB 2040
1720 :
1730 NEXT I
1740 :
1750 :
1760 REM SONDERPROGRAMM
1770 REM SPASS MUSS SEIN!
1780 :
1790 A1=AUS:A2=EIN:A3=AUS:A4=AUS
1800 GOSUB 2040
1810 :
1820 FOR I=1 TO 10
1830 :
1840 FOR T=1 TO 7
1850 SYS M1,EIN
1860 SYS M2,EIN
1870 NEXT T
1880 :
1890 FOR T=1 TO 7
1900 SYS M1,AUS
1910 SYS M2,EIN
1920 NEXT T
1930 :
1940 NEXT I
1950 :
1960 A1=AUS:A2=AUS:A3=AUS:A4=AUS
1970 GOSUB 2040
1980 :
1990 :
2000 END
2010 :
2020 :
2030 :
2040 REM UNTERPROGRAMM
2050 REM -----
2060 :
2070 FOR T=1 TO 50
2080 SYS M1,A1
2090 SYS M2,A2

```

```

2100 SYS M3,A3
2110 SYS M4,A4
2120 NEXT T
2130 RETURN
2140 :
2150 :
2160 :
2170 REM UNTERPROGRAMM MIT
2180 REM EINGANGSABFRAGE
2190 REM -----
2200 :
2210 SYS M1,A1
2220 SYS M2,A2
2230 SYS M3,A3
2240 SYS M4,A4
2250 IF USR (E8)<>1 THEN 2210
2260 SYS M4,AUS
2270 RETURN

```

7. BEHEBUNG VON MÖGLICHEN STÖRUNGEN

Für die Funktion des Modells sind außer der Computerfunktion vier Positionen zuständig. Deshalb bei Störungen zunächst prüfen:

- Kompressor
- Netzgerät für Modell
- Netzgerät für Interface bei Relais-Interfaces
- Einschalter am Interface

Im folgenden sind einige mögliche Störungen am Modell selbst und deren Ursachen aufgeführt.

Zange streift mit Klemmbuchsen die Ablageplatte:

- Befestigung des Zangenzylinders an der Aluschiene etwas hochschieben.

Hochgefahrener Körper geht zu langsam nach unten oder senkt nicht ganz ab:

- Drosselventil öffnen.
- Führungsstange und roten Lagerbaustein ausrichten.
- Lagerbaustein notfalls mit 4,2 mm aufbohren.

Drehzylinder arbeitet nicht mit Ausgang 16:

- Taster falsch angeschlossen (vgl. Skizze 5).

Arm hält beim Ansteuern des Tasters nicht in der Mitte der Ablageplatte:

- Taster falsch angeschlossen.
- Tasterknopf wird nicht tief genug eingedrückt, Baustein 30 verschieben.

Zange öffnet nicht zuverlässig:

- Bolzen der Gelenke klemmen, Klemmbuchsen etwas auseinanderziehen.
- Scharniere austauschen.
- Zylinder ausbauen und prüfen, ob Kolbenstange von selbst zurückgeht.

Geräusche austretender Druckluft:

- Stopfen am Pneumatik-Verteilerrohr prüfen.
- Schlauchanschlüsse am unteren Stutzen der Ventile prüfen.
- Beim beidseitig betätigten Drehzylinder können geringe Leckverluste an der Führung der Kolbenstange auftreten, die Geräusche erzeugen, jedoch die Funktion nicht wesent-

lich beeinflussen. Eventuell Drehzylinder gegen Hubzylinder austauschen.

Zylinder fährt nicht aus:

- Drosselschraube öffnen.
- Schlauch auf Knicke untersuchen.
- Elektrischen Kontakt am Magnetanschluß überprüfen.
- Schlauchanschlüsse auf gutem Sitz prüfen.

Zylinder fährt ruckartig aus:

- Zylinder wurde vor dem Umschalten entlüftet. Zweckmäßig läßt man nach Erreichen der Endlage den Zylinder weiterhin unter Druck, so daß beim Umschalten im Zylinder ein Luftpolster existiert.

Magnet zieht nicht an:

- Stecker verdrehen, prüfen, ob die Steckerverschraubung Kontakt hat.

Magnetventil brummt stark:

- Das Ankerblech vibriert. Klebeband auf die Unterseite des Ankerblechs kleben, so daß das Blech die Magnetpole nicht direkt berührt.
- Die Zugfeder spannt zu sehr. Feder entfernen oder etwas dehnen. (Die Zugfeder hat bei normalem Betriebsdruck keine Bedeutung für die Rückstellwirkung.)

Der Computer reagiert nicht mehr:

- Die Tastatur ist unwirksam, der Bildschirm zeigt ungewöhnliche Zeichen, es erscheint unerwartet die Meldezeile auf dem Bildschirm:
Programmabsturz, evtl. durch elektromagnetische Impulse.
Computer abschalten und wieder neu beginnen.

8. STÜCKLISTE PN-ROB 4

Abb.	Anzahl	Bezeichnung	CVK-Nr.
1	1	Bauplatte 259 x 187	62023
2	2	Grundplatte 90 x 45	66479
3	2	Alu-Profil 60	66770
3	1	Alu-Profil 75	65340
4	1	Drehkranz	64913
5	12	Baustein 30	60179
6	6	Baustein 15	60195
7	9	Baustein 15 mit 2 Zapfen	60209
9	3	Baustein 15 mit Bohrung	65596
11	1	Baustein 7,5	61876
12	18	Baustein 5	63585
13	3(+2)	Federnocken	64743
14	8(+2)	Verbindungsstück 15	60969
15	5	Verbindungsstück 30	60977
18	1	Gelenkwürfel 15	65642
20	2	Winkelstein gleichschenkelig	60845
22	2	Winkelstein 7,5 Grad	65804
24	1	Bauplatte 15 x 45 mit Zapfen	64182
25	1	Bauplatte 15 x 30 mit Zapfen	64832
26	1	Bauplatte 15 x 15 mit Zapfen	64824
28	4	I-Strebe 15	66495
29	2(+2)	Scharnier	61698
30	4	Kesselhalter	65740
31	1	Rollenbock	66487
34	1	Radhalter	66444
35	1	Gummirad (Flugzeugrad)	64891
37	6	K-Achse 30	64778
38	1	M-Achse 60	60870
38	1	M-Achse 80	61868
38	2	M-Achse 110	60861
40	10(+2)	Klemmbuchse 5	64212
41	4	Klemmbuchse 10	60250
42	1	Achsenverschraubung	64395
44	1	Gelenk für Pneumatik-Zylinder	66533
45	2	Zylinder 60	62511
46	1	Zylinder 45 mit Feder	63526
47	4	Ventil geschlossen, blau	62562
48	2	P-Drossel	62546
49	1	P-Verteiler	61990
50	4(+2)	P-Stopfen, blau	66509
51	20(+2)	P-Schlauchanschluß, schwarz	66517
52	1	PVC-Schlauch, 3000 mm lang	66525
-	1	Anschlußschlauch, 650 mm lang	13219
54	4(+1)	Zugfeder für Elektromagnet	66584
55	4	Ankerlagerstein	66576
56	4	Magnet-Ankerblech	66568

Abb.	Anzahl	Bezeichnung	CVK-Nr.
57	8	Führungsplatte für E-Magnet	66592
58	4	Elektromagnet für Magnetventil	66550
59	1	Mini-Faster	64360
60	12	Flachstecker grün	60543
60	18	Flachstecker rot	60551
61	4	Varistor	66681
-	1	Flachbandkabel, 20adrig	64875
63	1	Schraubendreher E	64735
65	1	Puffer, grün	65820
67	2	Rohrhülse 30 x 20, gelb	66460
68	1	V-Deckel, blau	65510
68	1	V-Deckel, gelb	65529
-	1	Blatt mit Klebepunkten, rot	43274
-	1	Satz GummifüÙe	66630
-	1	Beutel mit SchlauchhüÙsen	66649

CVK-fischertechnik

Bausatz Pneumatik-Roboter PN-ROB 4

Erarbeitet von:

Gerhard Ruckwied, Wiesloch Baiertal
in Zusammenarbeit mit der CVK-Lehrmittelredaktion

Fotos und Zeichnungen:

Gerhard Ruckwied, Wiesloch-Baiertal

Bestandteile des Bausatzes Best.-Nr. 66274
fischertechnik-Bauelemente zum Bau des kompletten
Modells, Bau- und Programmieranleitung PN-ROB 4,
Bildheft zu den Bauanleitungen.

Bau- und Programmieranleitung PN-ROB 4
(gesondert) Best.-Nr. 66711

Bildheft zu den Bauanleitungen PN-ROB 2-5
(gesondert) Best.-Nr. 66673

1. Auflage 1986

© CVK-Experimenta KG,
Cornelsen-Velhagen & Klasing GmbH & Co, Berlin 1986

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen
Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Ein-
willigung des Verlages.

Vertrieb des CVK-fischertechnik-Schulprogramms:
Cornelsen-Velhagen & Klasing Verlagsgesellschaft, Bielefeld
für Berlin (West): CVK-Experimenta, Berlin