

Auf einer industriellen Fertigungsstraße werden, wie von Geisterhand gesteuert, Bauteile zusammengesetzt, geschraubt, geschweißt und weiterbefördert. Im kleinen lassen sich ähnliche Roboter leicht mit einem Baukasten und dem C 64 nachbauen.

Guido Bucholtz
und Nikolaus Heusler

Ein Roboter fasziniert einen immer wieder. Mit einem Computer läßt sich so ein Wunderwerk der Technik auch leicht steuern. Nun ist es aber nicht jedermanns Sache, eine Maschine selbst zu bauen. Doch mit dem Praxisbaukasten "Computing Experimentel" von Fischertechnik ist der schwierigste Teil, nämlich die Mechanik, schon fast fertig.

Wir haben den Kasten und verschiedene Baumodelle getestet.

Sehr übersichtlich, zum Teil in Folie verschweißt, sind die zahlreichen Bauteile praxisingerecht in einzelnen Fächern untergebracht. Mit den vorhandenen Plastikteilen lassen sich (aus insgesamt 17 Modellbeispielen) u.a. verschiedene Seilwinden, Lichtschranken, Belichtungs- und Temperaturmesser, eine "Schildkröte" (Turtle) oder ein Gebläse zusammenbauen.

Die Anleitung zeigt jeden einzelnen Arbeitsschritt durch eine selbsterklärende Grafik mit Angabe der benötigten Einzelteile; ein Begleittext fehlt, ist aber auch für den Anfänger nicht unbedingt erforderlich.

Für den Test suchten wir uns aus der Vielzahl der Modelle den Schweißroboter heraus.

Das Grundgerüst war dann auch relativ schnell fertig, da die einzelnen Elemente lediglich zusammengesteckt werden müssen.

Die Tücken stecken im Detail

Im weiteren Verlauf der "Montage" werden dann die erforderlichen Plastikteile immer kleiner und unhandlicher. Hier ist äußerste Sorgfalt geboten. Sonst passiert es sehr schnell, daß ein Winkelement falsch eingesetzt wird. Aber bei angemessener Sorgfalt kann nichts passieren.

Nachdem nun alle mechanischen Teile richtig zusammengesetzt sind, müssen die beiden Motoren, zwei Schalter und der "Schweißkopf" (kleine Glühbirne) mit dem Interface (gehört zum Lieferumfang) via Kabel verbunden



werden. Hier entpuppt sich die Bauanleitung dann allerdings als wenig hilfreich. Das 20-Pin-Flachbandkabel, das den Schweißroboter über das Interface mit dem Computer verbindet, ist zwar farblich codiert, die einzelne Zuordnung der Leitungen aber unzureichend beschrieben, was dann auch leicht zu einiger Verwirrung führt. Gerade für den elektrischen Anschluß ist große Sorgfalt notwendig.

Die Verkabelung, die allerdings nur einmal vorzunehmen ist, nahm mit Abstand die meiste Zeit in Anspruch. Aber wenn Sie sich ein Stündchen Zeit nehmen, dürften sich keine unüberwindlichen Schwierigkeiten ergeben.

Jetzt wird's ernst!

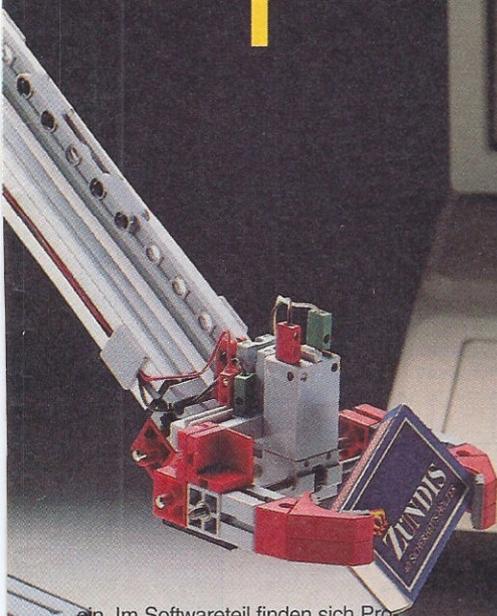
Unser Schweißroboter ist nun fertig und die Verbindung zum Computer (Interface/Userport) hergestellt. Auf der beiliegenden Diskette finden wir für jedes der möglichen "Experimente" die zugehörige Software. Mit dem Diagnose-Tool prüfen wir nun zuerst, ob die Kabelverbindungen korrekt sind. Die einzelnen Bewegungsabläufe, von links nach rechts, das Aus- und Einfahren des Schweißarms sowie die Funktionstüchtigkeit des Schweißkopfs (Glühbirne) lassen sich über das Menü recht einfach testen. Die Farbcodierungen werden vom Programm zur Kontrolle noch einmal aufgezeigt, um etwai-

gen Feinschaltungen korrigieren zu können. In unserem "Experiment" arbeitete der Roboter auf Anhieb fehlerfrei.

Im Experimentierhandbuch finden sich auf über 130 Seiten Programmbeispiele, die eine Vielzahl verschiedenster Ansteuerungsmöglichkeiten anbieten. Dadurch können die auf Diskette vorhandenen Steuerprogramme nach Belieben ergänzt und ausgebaut werden. Für den technisch interessierten Anwender werden darin auch die Grundprinzipien der "echten" Geräte bzw. Maschinen beschrieben und beispielhaft ausgeführt.

Für die effektive Nutzung der angebotenen Software mit den entsprechenden Variationsmöglichkeiten sind Grundkenntnisse des Commodore-Basic erforderlich. Zum Teil geht das Handbuch auf die Verarbeitung in Schleifen (FOR ... NEXT) oder Unterprogrammen

mit dem Computer

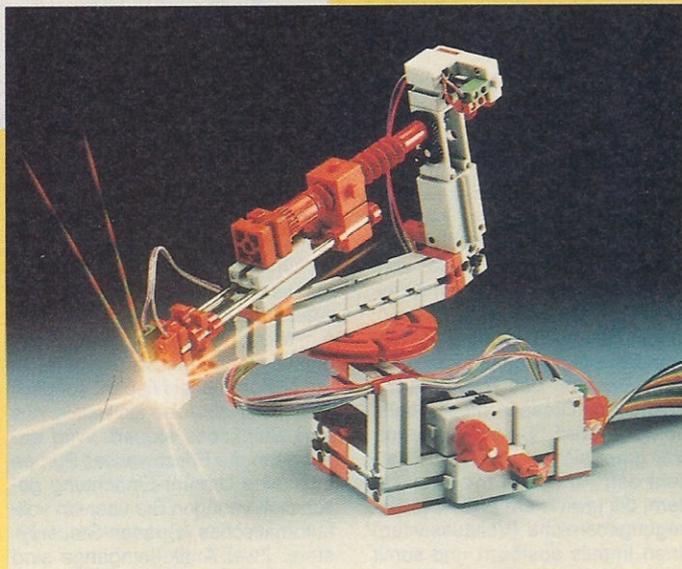


Im Softwareteil finden sich Programmierbeispiele, die eine leichte Steuerung aller Modelle nach eigenen Wünschen erlauben. Auch Eigenkonstruktionen lassen sich so mit selbstprogrammierter Software zum Leben erwecken.

Das Tor zur Außenwelt

Haben Sie schon einmal versucht, Ihre Waschmaschine vom C 64 steuern zu lassen? Möchten Sie die Verantwortung für die Disco-Musikanlage Ihrem Computer übertragen? Soll er die Temperatur im Aquarium überwachen? All das kann ein C 64 ohne weiteres. Das Problem dabei ist nur, daß Sie weder das Aquarium noch die Lichtanlage und schon gar nicht die Waschmaschine direkt an den Computer anschließen können. Es muß ein Zusatzgerät her, das die schwachen Signale des Rechners verstärkt. Außerdem müssen die Werte, die der Sensor im Aquarium liefert, in ein für den C 64 brauchbares Format aufbereitet werden. Das Interface 30562 aus der "Computing"-Serie von Fischertechnik, ursprünglich zur Ansteuerung eines Fischertechnik-Roboters vorgesehen, läßt sich auch

hierfür einsetzen. Das Interface ist ein Kästchen, etwa doppelt so groß wie eine Zigarettenschachtel. Wie bei Fischertechnik üblich, wurde die Elektronik in ein durchsichtiges Plexiglas-Gehäuse gepackt. Über



Der Schweißroboter in Aktion

ein langes Flachbandkabel wird das Interface an den Userport des C 64/C 128 angeschlossen.

Das kann das Interface

Das Prinzipschaltbild (Bild 2) vermittelt bereits ungefähr, welche Fähigkeiten dieses Interface hat. Es können bis zu vier Elektromotoren bidirektional angesteuert werden (die vier Ausgangspaare können auf Befehl in ihrer Polarität vertauscht werden, der Gleichstrom-Motor läuft dann in die andere Richtung). Weiter sind zwei Analogeingänge vorhanden, der Anwender kann programmgesteuert den Widerstand (Bereich etwa 0 bis 5 k Ω) an diesen Leitungen abfragen. Spannungsmessungen sind nicht unmittelbar vorgesehen. Intern sind beide Analogeingänge mit je einem A/D-Wandler ausgestattet, der nach dem "Dual-Slope-Prinzip" arbeitet. Ein billiges, ausreichend genaues Verfahren, das auch in den Wandlern des Soundchip SID angewandt wird.

Acht digitale Eingangsleitungen lassen sich mit Schaltern oder Tastern beschalten, über etwas Zusatzhardware können hier auch Sensoren angeschlossen werden, die dann eine Ja/Nein-Entscheidung herbeiführen (Temperatur, Helligkeit, Feuchtigkeit). Dazu müssen Sie mit einem Schwellwert-Schalter das analoge Signal, das der Sensor liefert, in ein digitales Signal umwandeln. Ein solcher Umsetzer wird "Schmitt-Trigger" genannt.

Ein Nachteil: Das Interface benötigt eine externe Spannungsversorgung mit unstabilierten 5 Volt Gleichspannung. Kostenpunkt hierfür: etwa zehn Mark. Dafür wird jedoch auch das Netzteil des C 64 nicht belastet. Je nach Leistung des externen Netzgeräts lassen sich möglicherweise keine vier Motoren gleichzeitig betreiben, in diesem Fall können auch zwei exter-

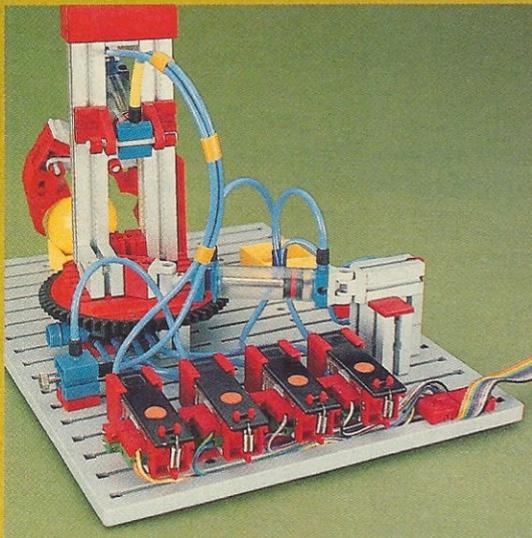
ne Netzgeräte parallel geschaltet werden, die nötigen zwei getrennten Eingänge sind vorhanden.

Befehle zur Steuerung

Mit dem Interface wird eine 5 $\frac{1}{4}$ -Zoll-Diskette geliefert, auf der sich unter anderem für den C 64, C 128 und VC 20 Steuerungs-Software in Form einer Pseudo-Befehlsweiterung in Maschinensprache befindet. Reine Basic-Kenntnisse genügen, um dem Interface Befehle zu geben oder Eingänge abzufragen. Um den dritten Motor links drehend einzuschalten und dann so lange laufenzulassen, bis der siebte Taster betätigt wurde, kommt folgendes Programm zum Einsatz:

```
500 SYS M3,EIN
510 SYS M3,LINKS
520 A=USR(E7)
530 IF A=0 THEN 510
540 SYS M3,AUS
550 END
```

Die Variablen M3, EIN usw. werden zusammen mit dem eigentlichen Maschinenprogramm von einem Basic-Lader initialisiert. In Zeile 530 wird in der Schleife nicht nach 520, sondern nach 510 gesprungen. Der Motor wird damit scheinbar unnötig jedes Mal neu gestartet. Das muß aber sein, da das Interface aus Sicherheitsgründen alle Motoren abschaltet, falls es länger als eine halbe Sekunde keine Befehle vom Computer erhält. Das ist praktisch, falls das selbstgeschriebene Programm mit einer Fehlermeldung aussteigt. So wird nämlich verhindert, daß ein noch laufender Motor das Modell demoliert. Und wenn es dann beispielsweise mit CONT im Programm weitergeht, wird mit dem ersten Befehl das Interface wieder "aufgeweckt" und hat keinen Motor vergessen. Diese Schutzabschaltung hat natürlich den kleinen Nachteil, daß man in Programmen, die länger als 0,5 Sekunden nicht auf das Interface zugreifen (Beispiel Dateizugriff oder Tastatureingabe), die Motoren ständig "auffrischen" muß. Überhaupt wurde großer Wert auf Sicherheit gelegt: Die Stromversorgung ist gegen Verpolung und Überspannung geschützt, das Plexiglas-Gehäuse sehr stabil, die Platine macht einen professionellen, sauberen und stabilen Eindruck. Beim Anschlußkabel für den C 64 wurde auch eine primitive Zugentlastung nicht vergessen, der Userportstecker ist gegen Verpolung geschützt. Im Interface verrichten als aktive Bauelemente nur CMOS-ICs der 40xx-Reihe ihren Dienst. Sie verringern den Stromverbrauch, sind aber empfindlicher in der Handhabung. Interessanterweise ist im Interface nur ein IC gesockelt: das, welches direkt mit der Außenwelt in Verbindung steht. Man hat wohl schon bei der Entwicklung fest mit gele-



Der Phantasie sind keine Grenzen gesetzt. Mit den Plastikteilen lassen sich eigene Modelle schnell verwirklichen.

gentlichen Ausfällen gerechnet. Was beim praktischen Einsatz für Fischertechnik-fremde Projekte wirklich stört, ist die eigenartige Anschlußleiste für die steuernden und gesteuerten Geräte (Bild). Von Fischertechnik ist zwar ein Adapterkabel erhältlich, wesentlich preiswerter ist jedoch ein Selbstbau. Dazu wird eine passende 20polige Buchse benötigt.

Die Digitaleingänge sollen über einen Schaltkontakt mit plus 5 Volt verbunden werden, zwischen den Analogeingängen und plus 5 Volt wird der Widerstand in dem Bereich wie oben angegeben gemessen. Zur Abfrage im Programm dient die USR-Funktion. Bis zu vier

Anschlußbelegung der Steckverbindung:

- Pin 1 - Digitaleingang 1
- Pin 2 - Digitaleingang 2
- Pin 3 - Analogeingang 1
- Pin 4 - Analogeingang 2
- Pin 5 - plus 5 Volt
- Pin 6 - Digitaleingang 3
- Pin 7 - Digitaleingang 4
- Pin 8 - Digitaleingang 5
- Pin 9 - Digitaleingang 6
- Pin 10 - Digitaleingang 7
- Pin 11 - Digitaleingang 8
- Pin 12 - plus 5 Volt
- Pin 13 - Motor 1 plus
- Pin 14 - Motor 1 minus
- Pin 15 - Motor 2 plus
- Pin 16 - Motor 2 minus
- Pin 17 - Motor 3 plus
- Pin 18 - Motor 3 minus
- Pin 19 - Motor 4 plus
- Pin 20 - Motor 4 minus

Motoren oder andere Verbraucher können direkt an die Ausgänge des Fischertechnik-Interfaces angeschlossen werden.

Dem Gerät liegt ein zwölfseitiges Heftchen bei, das nicht so sehr die gesamte interne Funktionsweise des Interfaces, sondern vielmehr die Anwendungsmöglichkeiten und die Bedienung erklärt. Mit Hilfe eines ebenfalls mitgelieferten Basic-Diagnoseprogramms wird bei Fehlern die gesamte Hardware getestet.

Darf's ein bißchen mehr sein?

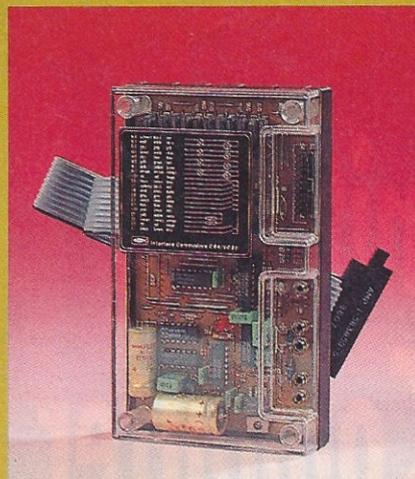
Und was kann man alles daran anschließen? Verständlicherweise beschränken sich die Hinweise in der Bedienungsanleitung auf Produkte von Fischertechnik, insbesondere Taster, Glühlampen, Potentiometer (regelbare Widerstände) und Mini-Motoren.

Als Ausgangstreiber im Interface sind zwar selbst keine Relais enthalten, dafür aber Leistungstransistoren vom Typ BD 135/136, die durchaus stärkere Ströme treiben können. Sie sind in der Lage, 1 A bei 30 V zu schalten, vorausgesetzt, das Netzteil kann diesen Strom auch liefern.

Mit vier Ausgängen kann auch der Modellbahn-Fan schon einiges anfangen. Über einen Kanal steuern Sie z.B. den Fahrstrom, die drei verbleibenden Kanäle könnten auf Signale oder Weichen aufgeteilt werden. Eingänge zur Abfrage von Schienenkontakten (Reed-Kontakte oder Lichtschranken) sind ja genügend vorhanden.

Was die mitgelieferte Software betrifft, lassen sich hier und da vielleicht noch Mängel finden. Man kann aber sehr gut damit arbeiten.

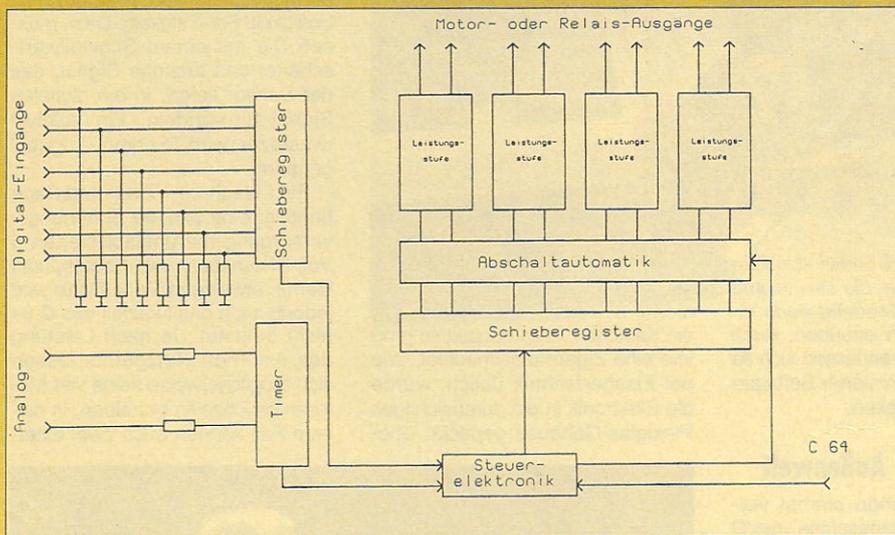
Wer Kenntnisse in Maschinensprache hat, wird sich auch nicht schertun, das Programm zu analysieren und zu verbessern, oder sich vollkommen neue Routinen zu schreiben.



Das Fischertechnik-Interface ist in ein stabiles Plexiglas-Gehäuse eingebaut

Über die beiden übrigen Ausgänge könnte man die Aquarien-Uhrzeit-gesteuert beleuchten oder mit speziellen Infrarot-Lampen ein Terrarium beheizen. Was noch fehlt, ist ein passendes Programm, das Sie für Ihren Computer selbst schreiben können.

Über ein Relais kann nicht nur eine Pumpe gesteuert werden, es lassen sich auch alle anderen Stromverbraucher schalten: Lam-



Prinzip-schaltbild des Interfaces

Dazu ein praktisches Beispiel: Sie könnten an einen der vier Leistungs-Ausgänge direkt einen Fischertechnik-Motor anschließen, der einen Roboterarm bewegt. Wenn Sie den Arm mechanisch fest mit einem Potentiometer koppeln, und dieses wiederum an einen Analogeingang anschließen, können Sie, noch während der Motor in Bewegung ist, ständig die aktuelle Position des Roboterarms feststellen. Diese professionelle Methode wird "Servo" genannt. Wer ganz sicher gehen will, versieht den Arm noch mit zwei Tastern, die jeweils am Ende des Bewegungsbereichs (Vollausschlag) einen Impuls auslösen und somit per Programm den Motor abschalten.

Ausblicke

Versierten Bastlern fallen sicher noch weitere Möglichkeiten ein: Schließt man nämlich statt eines Potentiometers einen Heißleiter (NTC) an einen Analogeingang an, und taucht den Sensor dann in das Aquarium, kann damit die Wassertemperatur gemessen werden. An die Ausgänge lassen sich ja nicht nur Motoren anschließen, sondern auch beispielsweise ein Relais, das eine Frischwasser-Pumpe oder eine Umrühr-Einrichtung geschaltet, verfügen Sie über ein vollautomatisches Aquarien-Steuersystem. Zwei Analogeingänge sind vorhanden, mithin lassen sich auch zwei Aquarien gleichzeitig steuern.

pen, Gebläse, Lüfter, die Heizung, Haushaltsgeräte oder die oben erwähnten Anwendungen Disco-Lichtanlage oder Waschmaschine. Mit Hilfe der Software-Uhr im C 64 könnte zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Radio eingeschaltet werden: Der C 64 als Wecker!

Ein Projekt, das freilich schon fundierte Hardware-Kenntnisse erfordert, wäre, an die Ausgänge die Mechanik eines Cassetten- oder gar Videorekorders anzuschließen. Von der selbstgebauten Datensette bis zum Anrufbeantworter "Marke Eigenbau" ist alles denkbar.

Wenn Ihnen originelle Anwendungsmöglichkeiten für das Fischertechnik-Interface eingefallen sind, schreiben Sie uns doch! (jh)