

■ Einen Schaltungsvorschlag für eine manuelle Schrittmotorsteuerung finden Sie im **E•A•M** 7/98 ab Seite 31.

Schrittmotor-Interface

Schrittmotoren eignen sich zum punktgenauen Positionieren:

Step by Step



- Vielseitige Interface zum direkten PC-Anschluß
- Noch vielseitigere Software läßt keine Wünsche offen
- Programmierung kompletter Steuerungsabläufe
- Aber auch die manuelle Steuerung ist möglich
- Für eine Vielzahl von Schrittmotoren geeignet

Steckbrief: Für Anfänger geeignet

Funktion:	Interface zum Anschluß eines Zweistrang-Schrittmotors an einen PC
Eingang:	Drucker-Parallelschnittstelle (LPT)
Ausgang:	Vier Leitungen für die beiden Stränge
Speisespannung:	Doppelnetzteil 2 x 4...18 V
Stromaufnahme:	je nach Motortyp max. 2 A
Software:	auf Diskette; geeignet für 1...4 Motoren
PC:	ab '286er; Bedienung ohne Maus möglich
Abmessungen:	118 x 50 x 22 mm
Preis:	ca. 49,95 DM (inkl. Software auf Diskette)
Schrittmotor:	ca. 8,- ... 9,- DM (bei Völkner Electronic)

Schrittmotoren begegnen uns buchstäblich auf Schritt und Tritt, auch wenn uns das nicht immer bewußt ist: Sie stecken im CD-Player und sorgen dort für die richtige Positionierung des Abtastkopfes, sie bewegen den Schreib/Lese-Kopf im Floppy-Disk-Laufwerk und steuern natürlich auch die Mechanik beim Plotter. Mit diesem Interface sind Sie in der Lage, Ihre eigene Steuereinheit aufzubauen und millimetergenau zu positionieren.

■ Einen Schaltungsvorschlag für eine Schrittmotorsteuerung am C64/C128 finden Sie im **E•A•M** 4/88 ab Seite 55.

Schrittweise

Während herkömmliche Gleichstrommotoren normalerweise mit einer konstanten Gleichspannung betrieben werden und dann eine von der Spannung abhängige Drehzahl entwickeln, bewegt sich der Rotor eines Schrittmotors immer nur um einen kleinen Drehwinkel vorwärts, und das auch nur, wenn sich die ansteuernde Spannung ändert (Bild 1).

Das liegt daran, daß der Rotor eine Vielzahl permanent-magnetischer Pole besitzt, die sich auf dem Umfang verteilen. Darauf wirkt das Magnetfeld von zwei rechtwinklig angeordneten Statorzangen ein, so daß sich bei Stromfluß ein stationärer Zustand einstellt (Bild 2). In dem Augenblick, wo man in den Statorwicklungen den Stromfluß umkehrt und damit auch das Magnetfeld ändert, dreht sich der Rotor weiter, und zwar nur um so viel, bis seine Magnetpole wieder „eingeraestet“ sind.

Die Anzahl der Magnetpole, die sich auf dem Rotor verteilen, bestimmt den Drehwinkel („Schritt“), um den sich der Rotor bei jeder Magnetfeld-Änderung weiterbewegt. Hier gibt es die unterschiedlichsten Bauformen mit „Schritt“weiten von weniger als einem Winkelgrad bis hin zu einigen zehn Grad. Solange der Stromfluß durch die Statorwicklungen aufrechterhalten bleibt, verharrt der Rotor in seiner Lage und kann dabei beachtliche Drehmomente aufnehmen.

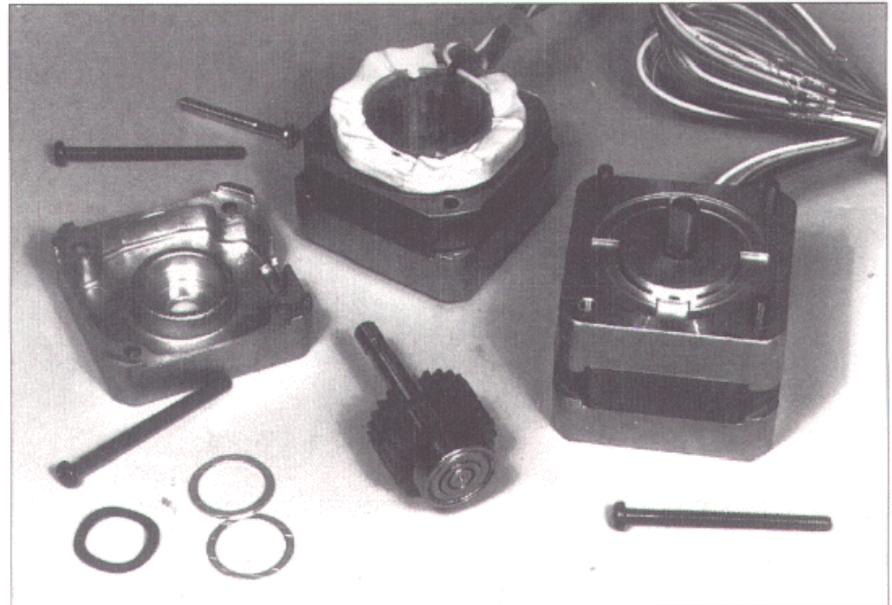


Bild 1: Ein in seine Einzelteile zerlegter Schrittmotor; in der Mitte ist der Rotor zu erkennen, der eine Vielzahl von permanent-magnetischen Polen besitzt.

Von der elektrischen Ansteuerung her unterscheidet man Zweistrang- und Vierstrang-Motoren; bei den Zweistrang-Typen sind zwei durchgehende Wicklungen vorhanden (4 Pins“), während die Vierstrang-Ausführung jeweils noch eine Mittelanzapfung hat („6 Pins“; Bild 3).

Bei der einfachen Wicklung muß man die Spannung umpolen, um die Richtung des Magnetfeldes zu ändern; das erfordert also eine doppelte Stromversorgung, aber dafür sind diese Motoren etwas preiswerter. Bei der angezapften Wicklung kommt man mit ei-

ner einfachen Versorgungsspannung aus, die man lediglich zwischen Strang 1 und 2 bzw. zwischen Strang 3 und 4 umschaltet; diese Motoren sind wegen der Anzapfung etwas teurer.

Wir beschäftigen uns hier mit den Zweistrang-Typen, weil es für die doppelte Stromversorgung eine einfache Lösung gibt und wir somit den Preisvorteil ausschöpfen können. – Im Bild 4 sehen Sie noch einmal das Zeitdiagramm der Spannungsverläufe am Zweistrang-Motor; pro Schritt wird immer nur in einem Strang die Versorgungsspannung umgepolt.

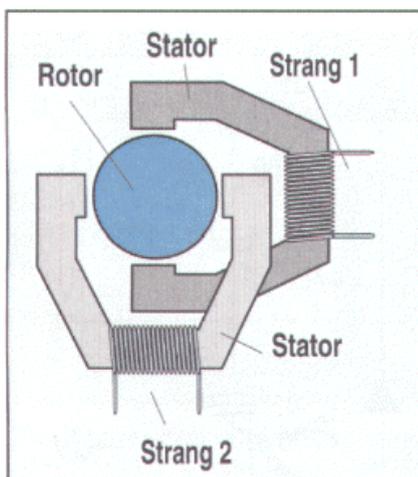


Bild 2: Zweistrang-Schrittmotoren haben zwei Wicklungen („Stränge“), die durchgehend ausgeführt sind.

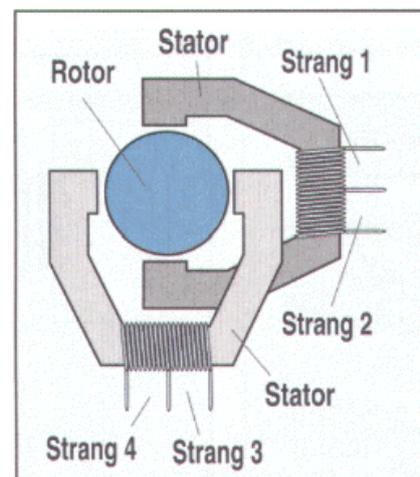


Bild 3: Bei den Vierstrang-Schrittmotoren haben die beiden Statorwicklungen eine Mittelanzapfung.

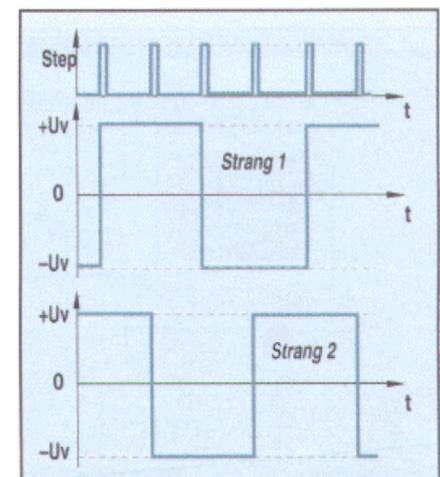


Bild 4: Zeitdiagramm zur Ansteuerung von Zweistrang-Motoren mit gesplitteter Stromversorgung $\pm U_v$.

■ Um die Dimensionierung von Gleichrichterschaltungen geht es im Mini-Poster vom **E•A•M** 7&8/90.

Schrittmotor-Interface



Bild 5: Das komplett vergossene Interface ist recht robust ausgeführt; es verträgt sogar eine zeitlang Überlast.

Achtung! Sie müssen unbedingt darauf achten, daß die angegebene Polarität eingehalten wird (Plus und Minus); ein Verpolen führt zur sicheren Zerstörung des Moduls!

Beide Spannungen sind so einzustellen, daß sie der angegebenen Nennspannung des verwendeten Motors entsprechen; in der Regel ist auf dem Motor auch der Spulenstrom angegeben, für den das Netzteil ausgelegt sein muß. Fehlt diese Angabe, so kann man den Strom aus dem Spulenwiderstand errechnen.

Beispiel: Ein 10-V-Schrittmotor mit einem Strangwiderstand von 30 Ω benötigt pro Strang einen Strom von $10/30 \text{ A} \approx 330 \text{ mA}$.

Die doppelte Versorgungsspannung kann man aber mit einem einfachen Trick auch aus einer einfachen Trafowicklung herausholen (**Bild 7**). Während die eine Seite der Wicklung den gemeinsamen Bezugspunkt bildet (0), wird die andere Seite mit zwei Gleichrichterdioden beschaltet; die angegebenen Typen 1N5400 halten maximal 3 A aus, so daß sie mit kleineren Strömen sehr gut fertig werden; wenn Sie Motoren mit weniger als 1 A Strangstrom verwenden, kommen Sie auch mit normalen 1N4000er-Dioden aus. Die Sekundärspannung des Trafos sollte ungefähr 80% der Strangspannung betragen.

Elektrischer Betrieb

Das Interface ist zum Schutz vor mechanischen Beschädigungen hermetisch vergossen (**Bild 5**). Es wird anschlussfertig geliefert und wird mit dem parallelen Druckerport des PCs verbunden (**Bild 6**).

Achtung! Sie sollten den PC erst dann einschalten, wenn das Interface angeschlossen ist!

Wenn das Verbindungskabel zu kurz ist, kann man ein Drucker-Verlängerungskabel dazwischenschalten (beidseitig 25polig D-Sub).

Als Dauerlast können Motoren mit einer Stromaufnahme von 1 A betrieben werden; kurzzeitig (ca. 10 Minuten lang) sind auch 2 A möglich, aber danach sollte man für eine hinreichende Abkühlung des Moduls sorgen. Bedenken Sie bitte, daß ein Schrittmotor

ständig stromdurchflossen ist, auch wenn er sich nicht „bewegt“. Wenn der angeschlossene Motor zu heiß wird (80°C und mehr), muß man unbedingt die Versorgungsspannung reduzieren.

Achtung! Ein ausgangsseitiger Kurzschluß kann zur sofortigen Beschädigung oder gar zur Zerstörung des Moduls führen!

Zur Stromversorgung eines Zweistrang-Schrittmotors wird, wie bereits erwähnt, eine bipolare („doppelte“) Speisespannung benötigt. Dazu kann man beispielsweise zwei gleichartige, aber voneinander getrennte Netzteile zusammenschalten, indem man den Pluspol des einen mit dem Minuspol des anderen verbindet; dieser Punkt ist dann die gemeinsame Masse (0), und der freie Plus- bzw. Minuspol wird mit den entsprechend gekennzeichneten Anschlüssen am Interface verbunden.

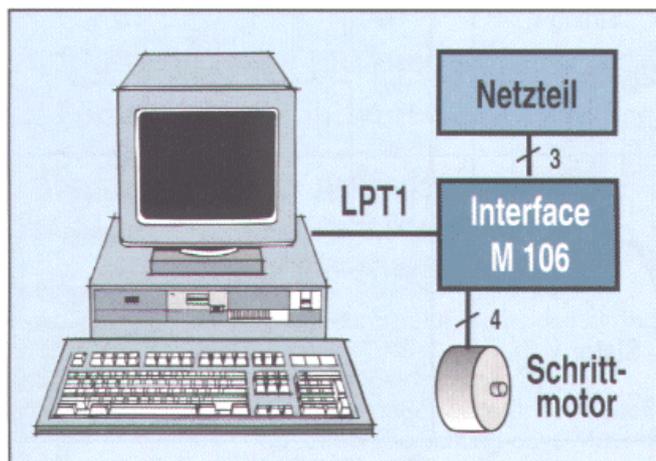


Bild 6: Das Interface wird an einen parallelen Druckerport des PCs angeschlossen (Line Printer LPT1...LPT3).

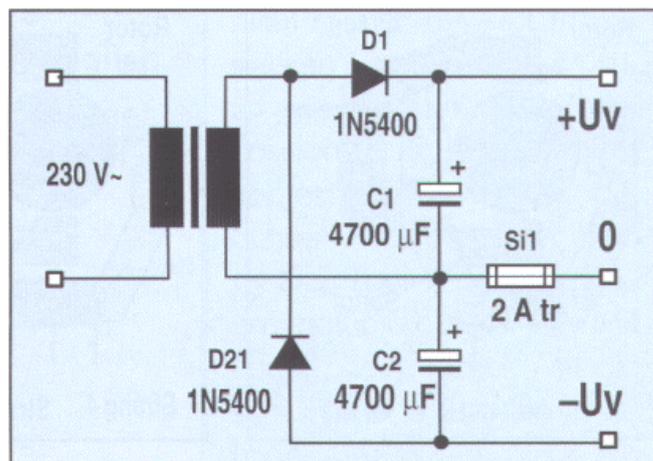


Bild 7: So holt man aus einer einfachen Trafowicklung eine doppelte Versorgungsspannung heraus (1N5400 = 3 Ampere).

■ Die Vierfach-Weiche M 108 zum Anschluß von vier Interfaces M 106 ist für ca. 39,95 DM erhältlich.

Schrittmotor-Interface

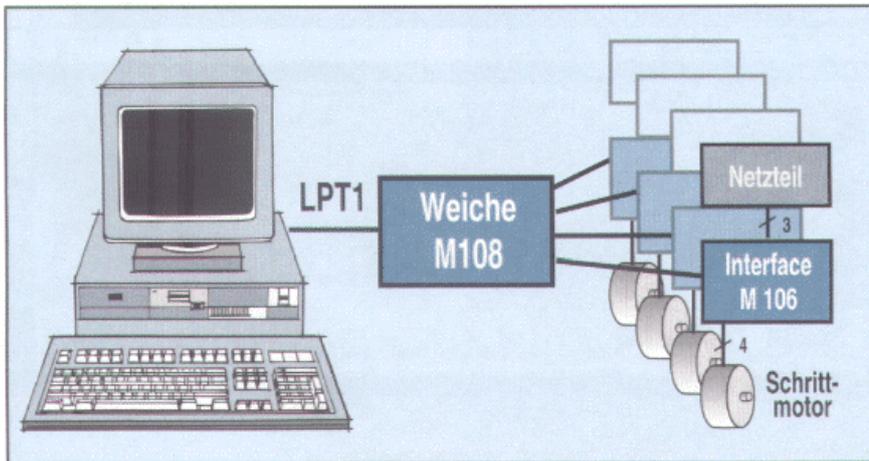


Bild 8: Bei Verwendung einer Vierfach-Weiche kann man vier Schrittmotoren gleichzeitig ansteuern.

Die Software

Die auf Diskette mitgelieferte Software installiert sich nach dem Aufruf selbst; sie ist in sechs Sprachen realisiert und enthält auch ein ausführliches Handbuch. Weil darin aber die Bildschirmausdrucke nur sehr stilisiert wiedergegeben sind, zeigen wir hier die wesentlichen Menüs noch einmal im Detail.

Beispiel: Wir bleiben wieder beim Schrittmotor mit 10 V Strangspannung; dann wird dafür ein Netztrafo benötigt, der bei Nennlast eine Sekundärspannung von ca. 8 V_{eff} liefert (= 80% von 10 V). Der Spitzenwert liegt um den Faktor 1,4 höher, erreicht also ca. 11,2 V; ungefähr 1 V Durchlaßspannung bleibt an der Gleichrichterdiode „hängen“, so daß man an den Elkos auf eine Ladespannung von rund 10 V kommt. Geringfügige Abweichungen von 1...3 V sind zulässig, aber man sollte in diesem Fall unbedingt den Motor „im Auge behalten“ und seine Betriebstemperatur überwachen.

Bei komplexen Steuerungen kommt man häufig mit einem einzigen Motor nicht aus; so werden beim Plotter mindestens zwei Motoren benötigt, und für Roboter deren drei oder vier. Die mit dem Interface gelieferte Software ist in der Lage, maximal vier Motoren gleichzeitig anzusteuern.

Das Hauptmenü bietet folgende Untermenüs an: Datei(verwaltung), Steuerung (manuell oder per Programm) und Option (Schnittstellenverwaltung).

Datei

Zum Verständnis ist vorauszuschicken, daß man mit dieser Software vollständige Sequenzen zur Steuerung der maximal vier Schrittmotoren erstellen kann, d.h. nach einer bestimmten Anzahl von Vorwärtsschritten kann auf Stillstand oder rückwärts umgeschaltet werden, natürlich für jeden der vier Motoren getrennt.

Weil ein höherer Laststrom als 2 A zu einer Schädigung des Interfaces führen kann, sollte man unbedingt eine Schmelzsicherung mit 2 A (träge) vorsehen. Man kommt mit einer einzigen Sicherung aus, wenn man sie in die gemeinsame Masseleitung legt.

Natürlich braucht man so viele Interfaces wie auch Motoren vorhanden sind, und außerdem wird bei Mehrfach-Nutzung auch noch eine Weiche M 106 benötigt (**Bild 8**).

Jede dieser Steuersequenzen wird als eigenes Programm behandelt, das unter einem Namen im Speicher abgelegt und von dort wieder hervorgeholt werden kann (**Bilder 9 und 10**). Die Dateiverwaltung greift auf diese Programme zu und kann sie abspeichern, öffnen oder auch löschen.

Grundsätzlich ist es möglich, mehrere Interfaces an ein gemeinsames Netzteil anzuschließen; es ist allerdings ratsam, jedes getrennt für sich abzusichern. Es soll auch noch auf die Möglichkeit hingewiesen werden, anstelle des Doppel-Netzteils zwei Batterien oder Akkus einzusetzen, wenn das vom Stromverbrauch her machbar ist.

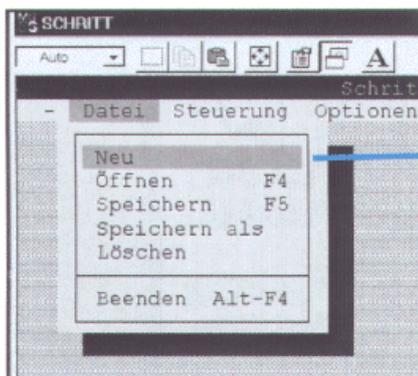


Bild 9 (oben): Eins der drei Untermenüs lautet 'Datei'; es dient zur Verwaltung abgespeicherter Programmabläufe.

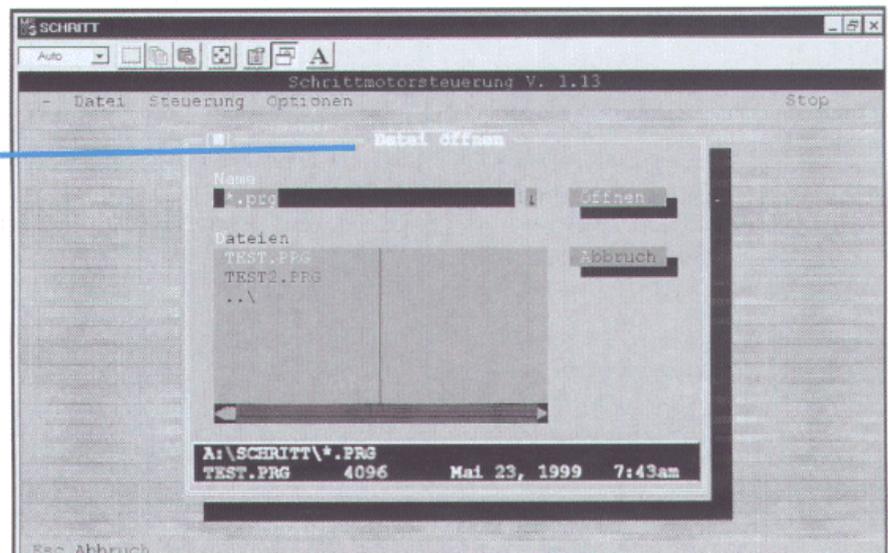


Bild 10 (rechts): Im Menüpunkt 'Datei öffnen' erscheinen sämtliche fest abgespeicherten Programme.

■ Ein Hilfsprogramm, das zum Erstellen und Modifizieren von Texten oder Anweisungen dient.

Schrittmotor-Interface

Steuerung

Dieses Untermenü dient zur eigentlichen Ansteuerung der angeschlossenen Motoren (Bild 11). Dies kann entweder manuell erfolgen, im Einzelschritt oder programmgesteuert.

Bei der manuellen Steuerung kann man für jeden einzelnen Motor 1...4 per Taste angeben, ob er stillstehen (A), vorwärts (V) oder rückwärts (R) laufen soll (Bild 12). Zusätzlich muß man unter 'Optionen' noch die gewünschte Geschwindigkeit angeben (vgl. Bilder 14 und 16). Diese Betriebsart kann auch direkt über die Funktionstaste F2 angewählt werden.

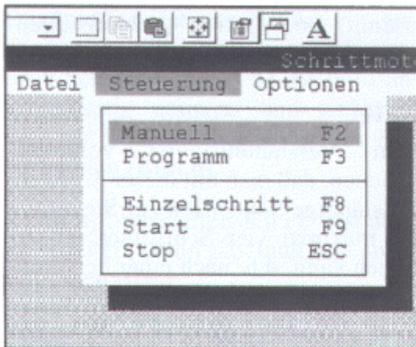


Bild 11: Das Untermenü 'Steuerung' läßt keine Wünsche mehr offen; es arbeitet wahlweise im manuellen oder automatischen Betrieb.

Für den automatischen Lauf legt man im Menüpunkt 'Programm' diejenige Sequenz fest, die später durchlaufen werden soll. Dies erfolgt in einer Bildschirmmaske, die quasi einen Editor darstellt und mit deren Hilfe man die einzelnen Programmschritte festlegt (Bild 13).

Man muß hier klar trennen zwischen einem Programmschritt, der eine bestimmte Aktivität der Motoren beschreibt, und denjenigen Schritten (Steps), die die Motoren ausführen, indem sie ihre Welle um den bauartbedingten Winkel drehen.

Im Bild 13 steht oben rechts die Nummer des Programmschritts, der gerade bearbeitet wird (blau eingekreist); links davon wird die Anzahl derjenigen Schritte eingegeben, die die Motoren ausführen sollen; darunter ist das Feld für die Frequenz angeordnet, mit der die Ansteuerung erfolgen soll.

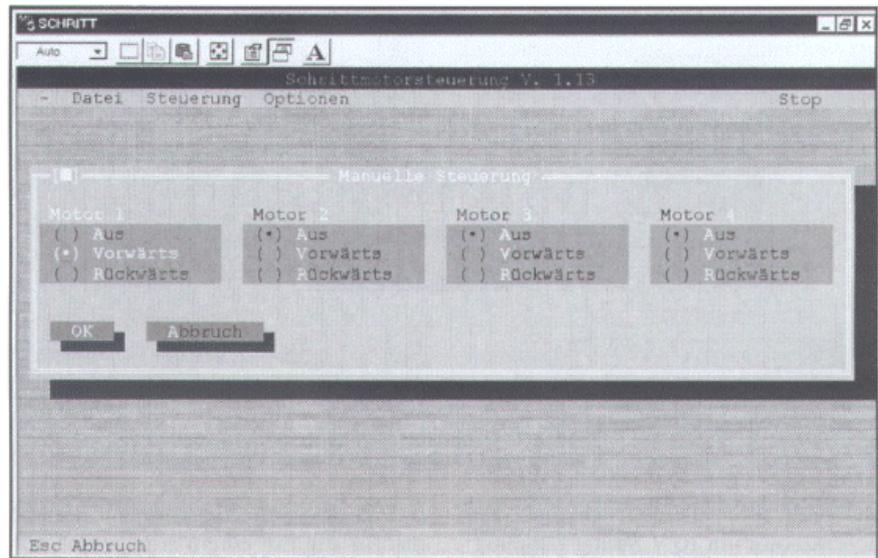


Bild 12: Die manuelle Steuerung der angeschlossenen Motoren erfolgt über die Tasten.

Wenn also 50 Steps mit einer Frequenz von 100 Hz ausgeführt werden sollen (entsprechend 10 ms pro Step), dann dauert der betreffende Programmschritt $50 \cdot 10 \text{ ms} = 500 \text{ ms}$. Während sich die Drehrichtung aller Motoren unterscheiden kann, erfolgt ihre Ansteuerung einheitlich mit derselben Frequenz.

Die Schaltflächen 'Vor' und 'Zurück' dienen zum Weiterschalten zum nächsten bzw. zum Zurückschalten zum vorigen Programmschritt. Man kann sämtliche Schaltflächen wahlweise mit der Maus anklicken oder sie über den im jeweiligen Feld markierten Buchstaben aufrufen.

Die Tasten 'Speichern' und 'Öffnen' beziehen sich auf komplette Programme, die entweder im Speicher abgelegt oder von dort zurückgeholt werden sollen (vgl. Untermenü 'Datei'). Die Programme können beliebig viele Schritte enthalten, d.h. ihre Länge ist nur durch die Kapazität des Speichermediums begrenzt.

Den automatischen Programmablauf startet man mit der Funktionstaste F9; dabei werden nacheinander diejenigen Programmschritte ausgeführt, die man zuvor mit dem Editor erstellt hat. Die Programmausführung kann man jederzeit mit der Escape-Taste wieder anhalten.

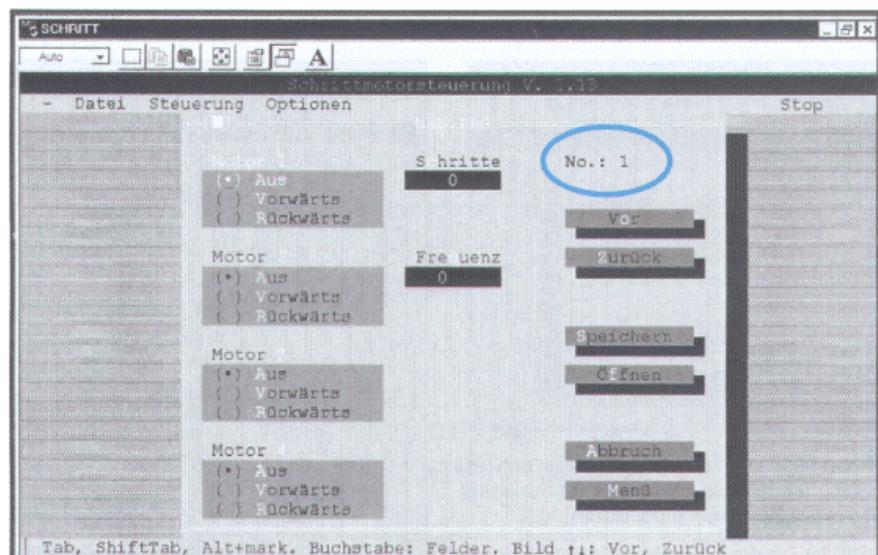


Bild 13: Die automatische Ablaufsteuerung bietet jeden erdenklichen Komfort.

■ Normalerweise gehören die Farben Weiß plus Gelb sowie Rot plus Blau zu jeweils einem Strang.

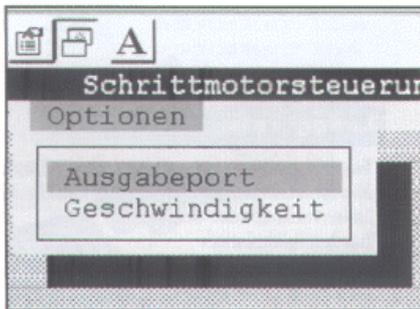


Bild 14: Das Untermenü 'Optionen' legt den Druckerport und die Geschwindigkeit bei manueller Steuerung fest.

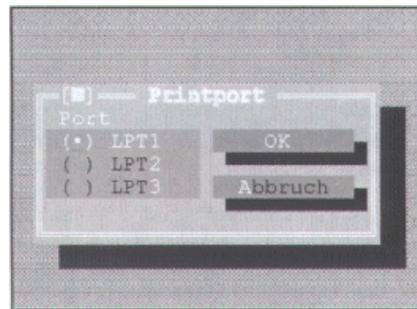


Bild 15: Normalerweise ist nur ein paralleler (Drucker-)Port vorhanden, so daß man auf LPT1 klickt (vgl. Bild 6).

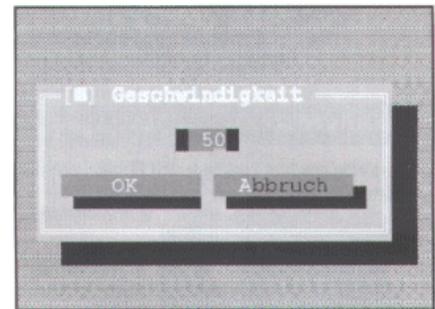


Bild 16: Geschwindigkeit und (Schritt-)Frequenz sind zwei Paar Schuhe! Die Geschwindigkeit wird in U/min angegeben.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Programmschritte im Einzelschritt-Betrieb auszuführen (Taste F8). Damit hat man eine effektive Möglichkeit, seine Programme zu testen und eventuelle Fehler rasch zu erkennen.

Optionen

Dieses Untermenü dient zur Einstellung der Randbedingungen (Bild 14). Das ist zum einen die Festlegung des Druckerports, von dem normalerweise nur ein einziger vorhanden ist (Bild 15); zum anderen wird hier die gewünschte (Dreh-)Geschwindigkeit bei manuellem Betrieb eingestellt (Bild 16; vgl. Untermenü 'Programm').

Die Geschwindigkeit (bei manuellem Lauf) und die Frequenz (bei automatischer Programmausführung) darf man nicht verwechseln. Im ersten Fall wird eine Schrittfolge pro Sekunde angegeben, während es im zweiten Fall um eine Drehzahl pro Minute geht. Natürlich sind beide Größen über den Drehwinkel pro Schritt miteinander verknüpft, so daß man sie umrechnen kann.

Achtung! Es gibt Motoren, die aufgrund ihres großen Schritt winkels nur eine sehr begrenzte Drehzahl verkraften; wenn die Schrittfolge oder die Drehgeschwindigkeit zu groß gewählt wird, brummen sie nur und bleiben stehen. In diesem Fall muß man die gewählten Parameter reduzieren. Das gilt sinngemäß auch dann, wenn der Motor einzelne Steuerimpulse „verschluckt“.

Bild 17: Der Typ RDM 57 (links) hat 57 mm Durchmesser und eine 5-mm-Welle; der kleinere RDM 37 hat nur 35 mm und eine 1-mm-Welle.

Motoren

Das Angebot an geeigneten, recht preiswerten Schrittmotoren ist sehr groß, so daß man zumindest bei den ersten Versuchen keine Beschaffungsprobleme haben wird.

Auf dem Foto unten sehen Sie zwei Zweistrang-Motoren, die wir bei unseren Tests erfolgreich eingesetzt haben und die sehr vielseitig verwendbar sind; beide werden von der Firma Berger hergestellt (Bild 17). Der RDM 57 (der größere von beiden) hat einen Durchmesser von ca. 57 mm und eine Höhe von 22 mm (ohne Welle). Er ist für 10 V Betriebsspannung ausgelegt, und sein Strangwiderstand beträgt 30 Ω; demnach nimmt er ca. 330 mA auf. Pro Umdrehung (= 360°) benötigt er 24 Schritte, so daß sein Drehwinkel mit 15° schon relativ groß ist; die Welle hat einen Durchmesser von 5 mm.

Der kleinere RDM 37 hat nur 35 mm Durchmesser und besitzt eine 1 mm dicke Welle. Er benötigt 7,5 V Betriebsspannung und nimmt bei einem Wicklungswiderstand von 30 Ω ca. 250 mA auf. Beide Modelle liegen in der Preiskategorie um 8...9 Mark und bringen ein sehr beachtliches Drehmoment zustande; mit der Hand kann man sie nicht mehr anhalten.

Wenn die Anschlußbelegung eines Motors nicht bekannt ist, muß man die Anschlüsse mit dem Ohmmeter durchmessen, um die jeweiligen Stränge herauszufinden. Sollte es beim Rundlauf Probleme geben, so kann man sich helfen, indem man die Anschlüsse eines Stranges vertauscht. Auf jeden Fall hat man mit dieser Ausstattung ein sehr flexibles Entwicklungshilfsmittel zur Hand, das sich gleichermaßen für die ersten Versuche wie auch für den „richtigen“ Einsatz eignet.

